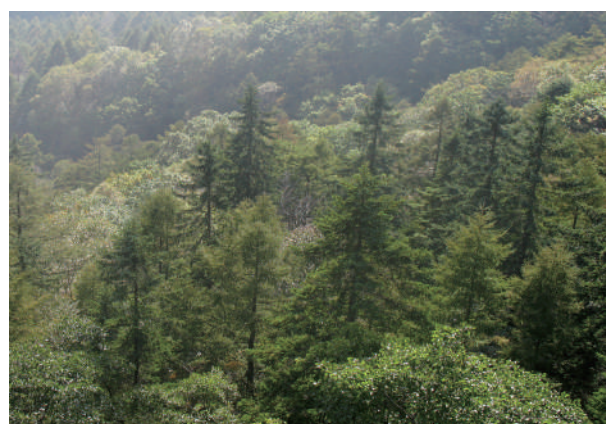


森林総合研究所研究報告

Vol.18 No.1 (No.449)

BULLETIN

of the
Forestry and
Forest Products
Research Institute



March 2019



国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所
Forestry and Forest Products Research Institute

The Chief Editor

山中 高史 Takashi YAMANAKA (Principal Research Director, FFPRI)

The Vice-Chief Editor

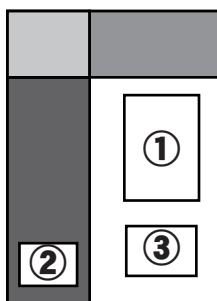
片岡 厚 Yutaka KATAOKA (Public Relations Division, FFPRI)

Editor

青井 秀樹	Hideki AOI (Department of Forest Policy and Economics , FFPRI)
福田 健二	Kenji FUKUDA (Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo)
五十嵐 哲也	Tetsuya IGARASHI (Department of Forest Vegetation, FFPRI)
石塚 成宏	Shigehiro ISHIZUKA (Department of Forest Soils, FFPRI)
松井 直之	Naoyuki MATSUI (Department of Forest Resource Chemistry, FFPRI)
毛利 武	Takeshi MOHRI (Department of Forest Molecular Genetics and Biotechnology, FFPRI)
小南 裕志	Yuji KOMINAMI (Disaster Prevention, Meteorology and Hydrology, FFPRI)
黒川 潮	Ushio KUROKAWA (Kyushu Research Center, FFPRI)
渋谷 龍也	Tatsuya SHIBUSAWA (Department of Wood-based Materials , FFPRI)
小長谷 啓介	Keisuke OBASE (Department of Mushroom Science and Forest Microbiology, FFPRI)
岡 裕泰	Hiroyasu OKA (Forestry Division, Japan International Research Center for Agricultural Sciences)
岡 輝樹	Teruki OKA (Department of Wildlife Biology, FFPRI)
高務 淳	Jun TAKATSUKA (Department of Forest Entomology, FFPRI)
谷口 亨	Toru TANIGUCHI (Forest Tree Breeding Center, FFPRI)
山口 浩和	Hirokazu YAMAGUCHI (Department of Forest Engineering, FFPRI)
矢崎 健一	Kenichi YAZAKI (Department of Plant Ecology, FFPRI)

This journal is indexed in CAB Abstracts.

表紙写真 Photographs in Cover



- ①CLTパネル工法を採用した実験棟(森林総合研究所九州支所)
Research building using Cross Laminated Timber (CLT) panel construction
(Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute)
- ②コメツガの毬果。鳥海コメツガ植物群落保護林(秋田県にかほ市)にて。
Cones of Kometsuga (*Tsuga diversifolia*) in the Chokai hemlock forest reserve (Akita Pref.)
- ③(本文101～110ページ)
ハケ岳の山梨県有林に設置したヤツガタケトウヒ試験区におけるシカ被害を受けた林相の12年間の変化
Changes in the state of the forest between 12 years damaged by *Cervus nippon* at an experiment plot
for *Picea koyamae* established in the Yamanashi prefectural forest.

森林総合研究所研究報告 第18巻1号(通巻449号) 2019.3

目次

総説	木材およびセルロースの圧電現象 鈴木 養樹	1
論文	スギ内装材を施工した実験室での揮発性有機化合物濃度の経時変化 松原 恵理	15
短報	十勝岳の安政噴火による泥流上に発達した林分の長期動態 石橋 聡・鷹尾 元・高橋 正義	27
ノート	テリハボクの花粉の簡易な貯蔵方法(英文) 古本 良・加藤 智子	33
研究資料	森林総合研究所十日町試験地の気象100年報(1918年～2017年) 竹内 由香里・勝島 隆史・庭野 昭二・村上 茂樹・ 山野井 克己・遠藤 八十一・小南 裕志	35
	八ヶ岳の山梨県有林に設置したヤツガタケトウヒ試験区における シカ被害を受けた林相の12年間の変化 勝木 俊雄・長池 卓男・西川 浩己・田中 智・ 岩本 宏二郎	101
	竜ノ口山森林理水試験地観測報告(2006年1月～2010年12月) 細田 育広・小南 裕志・深山 貴文・岡野 通明・ 後藤 義明	111
	四万十川上流の森林流域における2000～2015年の降水と溪流水の 水質モニタリング 酒井 寿夫・山田 毅・鳥居 厚志・篠宮 佳樹・稲垣 善之・ 吉永 秀一郎・野口 享太郎・森下 智陽	129
	関東北部の落葉広葉樹二次林に設置した営巣トラップによって 得られたハチ類とその天敵(英文) 牧野 俊一・岡部 貴美子	189

Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute
Vol.18 No.1 (No.449) March 2019

CONTENTS

Review article

- Piezoelectric phenomena of Wood and Cellulose Materials and Utilization
Youki SUZUKI 1

Original article

- Temporal changes in volatile compounds in the indoor air of a laboratory finished with Sugi (*Cryptomeria japonica*) interior materials
Eri MATSUBARA 15

Short communication

- Long-term dynamics of a forest stand on volcanic mudflows originating from the eruption of Mt. Tokachi in 1857
Satoshi ISHIBASHI, Gen TAKAO
and Masayoshi TAKAHASHI 27

Note

- A simple way to store *Calophyllum inophyllum* L. pollen
Ryo FURUMOTO and Tomoko KATO 33

Research record

- Meteorological statistics during the past 100 years from 1918 to 2017 at Tohkamachi Experimental Station, Forestry and Forest Products Research Institute, Japan
Yukari TAKEUCHI, Takafumi KATSUSHIMA, Shoji NIWANO,
Shigeki MURAKAMI, Katsumi YAMANOI, Yasoichi ENDO and
Yuji KOMINAMI 35

- Changes in the state of the forest between 12 years damaged by *Cervus nippon* at an experiment plot for *Picea koyamae* established in the Yamanashi prefectural forest.
Toshio KATSUKI, Takuo NAGAIKE, Hiroki NISHIKAWA,
Satoshi TANAKA and Kojiro IWAMOTO 101

- Hydrological observation reports in the Tatsunokuchi-yama Experimental Watershed (January 2006–December 2010)
Ikuhiro HOSODA, Yuji KOMINAMI, Takafumi MIYAMA,
Michiaki OKANO and Yoshiaki GOTO 111

- Monitoring of rainwater and streamwater chemistry from 2000 to 2015 in forested catchments in the upper reaches of the Shimanto River, Shikoku Island, Japan
Hisao SAKAI, Tsuyoshi YAMADA, Atsushi TORII,
Yoshiki SHINOMIYA, Yoshiyuki INAGAKI, Shuichiro YOSHINAGA,
Kyotaro NOGUCHI and Tomoaki MORISHITA 129

- Trap-nesting bees and wasps and their natural enemies in regenerated broad-leaved forests in central Japan
Shun'ichi MAKINO and Kimiko OKABE 189

総 説 (Review article)

木材およびセルロースの圧電現象

鈴木 養樹^{1)*}

要旨

木材などに発現する圧電効果について、現象の概要を実例とともに解説を行っている。続いて、木材およびセルロース、セルロース誘導体における圧電性の発生メカニズムについて圧電温度特性の観測結果をもとに誘電率や弾性率の挙動とともに解析し、それらとの関連を説明した。特に樹種による出現パターンの差異やアンモニア処理、脱リグニン処理、非晶化処理などの化学処理による温度特性の変化から、結晶性およびリグニンなどの木材構成成分との関係を二相系モデルによって解説した。セルロース誘導体については、圧電性の高度な利用法や今後の研究の方向性について概説した。最後に今後の研究の方向性について、例えばデバイスの開発や非破壊的評価方法の開発、生体である樹木中での圧電性の機構の解明を提言した。

キーワード：圧電温度特性、木材、セルロース、セルロース誘導体

1. はじめに

一般的に、応力-電気、熱-電気、光-電気、それぞれ交互にエネルギー変換できる物質が存在する。これらは、各種工業製品の部品として大きく寄与し、それぞれ小型応力センサーや電気発光素子の原料として生産されている。

例えば、日常生活に身近な物として、各家庭の玄関先に設置されている防犯センサーがある。これは、熱を持つ物体に対して応答し、電気信号に変換する焦電性と呼ばれる性質を利用している。その他、近年、2011年東日本大震災による福島第1原発の事故後、太陽光パネルは代替電気エネルギー生産材料として急速に普及したが、パネルの中には光エネルギー-電気エネルギー変換でき

る素子シリコンが用いられている。また、JR 東日本が東京駅で床振動による発電実証実験を行った事例 (Fig. 1) (武藤 2013) もあり、各種力学および電気エネルギー変換材料は注目されている。

特に圧電性を示す物質、すなわち圧電体は、電氣的エネルギーと機械的エネルギーの相互交換を行うため、エネルギー変換材料として工学的応用に重要な物質であり (宮田・古川 1988)、例えば圧力センサーなどに用いられている。一般的に、圧電性とは、応力を電圧に変換する性質と知られているが、その逆に電圧を加えるとひずみを生じる性質も同時に併せ持っている (鈴木 2001)。前者を正効果、後者を逆効果と呼ぶが、両者に差異はないことは明らかになっている。この逆圧電性を利用した物にアクチュエーターと呼ばれる駆動装置がある。圧電効果現象は、数多くの物質において発現すると考えられていて、高分子もその材料の1つである。高分子は、結晶、準結晶および非晶から構成されるが、圧電効果を有する結晶以外にも、準結晶および結晶を取り巻く構造的にやや乱れた部分でも圧電性が発現する。

元来、圧電性は結晶学と密接な関係にあるため、その現象は、水晶を基にしたモデル (鈴木 2001) で記述される。通常、結晶を構成している原子の電荷は釣り合いを保ち、表面の電荷は正と負とで打ち消しあって見かけ上平衡を保ち、ゼロに等しい。ところが、これに力が加わり、結晶が歪むとこの原子が持っている正と負の電荷の偏りが生じて結晶表面に圧電気として発生する。

圧電現象の研究そのものは歴史が古く、1880年のP.Curieによる電気石での圧電気検出に遡ることができる。

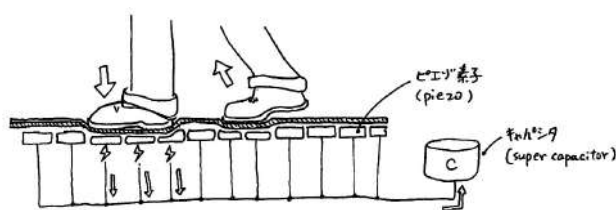


Fig. 1. 床発電の原理 (武藤 (2013) 応用物理, 82, 964-968 から引用)

The fundamental theory on electricity generation on floor surface

歩いて圧電素子を変形させると電気が発生する。これをコンデンサーに溜めて利用する。

When a piezoelectric element is deformed by walking, electricity is generated on the piezoelectric element floor surface. The generated electricity is charged into a condenser for utilization.

原稿受付：平成 30 年 9 月 25 日 原稿受理：平成 30 年 12 月 17 日

1) 森林総合研究所 木材加工・特性研究領域

* 森林総合研究所 木材加工・特性研究領域 〒 305-8687 茨城県つくば市松の里 1

その後 20 世紀に入ってから約 1 世紀の間に、例えば、ロッシェル塩やチタン酸バリウムなどに大きな圧電性があることが見いだされ、各種圧電性物質の発見もしくは開発が飛躍的になされてきた。Fig. 2 に示すように強誘電体物質（自発分極を持つ物質）は、圧電体物質の中の一部（鈴木 2001）であり、その代表例が、ノート型コンピュータのディスプレイに使われている液晶で、液晶材料とは、小さな電圧で発光する物質である。今日、恩恵を受けている方はほとんどではないだろうか。

さて、工業製品として実用化されたもの以外にも過去において材料検索が行われてきた。木材の圧電効果は 1950 年代に Galligan や深田らによって見いだされ、天然高分子の中では、木材の他に、キチン（Fukada and Sasaki 1975, 山城 1989）や竹（前田ら 1981a）、DNA（Fukada and Ando 1972）、デンプン（Nishinari and Fukada 1980）など、その他に骨（Shamos and Lavine 1967）や腱（深田 1967, 保田 1974）などの圧電性が検討されてきた。例えば、人体組織への圧電性の作用として、骨に何らかの刺激を与えれば、骨の萌芽組織の成長促進が望めると考えられていて、近年では再生医療への応用にも検討され、工業とは異なる利用法に転換されつつある。

天然高分子材料の特長は、加工性の良さや柔軟性と循環型の安定した原料供給面で、無機材料より優れていることである。ところが、PVDF（ポリフッ化ビニリデン）に圧電性が見いだされて以来（科学朝日 1988）、合成高分子の利用が活発に行われ、現在の力センサーには、これら PVDF 系材料が多く用いられている。一方、従来困難であるとされていたセラミックスの薄膜化も蒸着による作製が可能になり（Yasuda et al. 2001）、そのため従来での可撓性や薄膜での高分子による優位性はなくなりつつ

ある。簡便な薄膜作製方法の開発が高分子系材料の今後の課題となろう。

圧電現象は、結晶体に由来し、結晶系（結晶の形）に依存するため、分極の方向や大きさが限られている。例えば、ある結晶体に加わる力は、方向を考慮すると 3×6 の 18 成分になる。しかし、実際には、結晶体の全ての方向に力は作用しないため、セルロース、木材などはおおよそ 2 つの成分になる。木材の場合、繊維軸方向にセルロースが配向していると考えられることから、ある特定の方向しか圧電性を示さない（Fukada 1968）とされている。ここで、モデル図を用いて、測定の方法について述べる。繊維軸を Z 軸（L）、放射軸方向を X 軸（R）、接線方向を Y 軸（T）とすると（Fig. 3）、板目面（L-T）での圧電率は R 方向の面に発生する分極の量を観測することで得られ、また、柎目面（L-R）での圧電率は T 方向の面に発生する分極の量を観測することで得られる。しかし、木口面でも同様に僅かではあるが、圧電率が観測されている（Hirai et al. 2011, 平井 2003）。

一般的に高分子は与えた刺激に対して応答に時間差が生じる。逆に、金属のような高密度の材料では、この刺激応答にほとんど時間差がないことは感覚的にも理解していただこう。高分子材料に現れるこの現象を緩和現象と呼び、高分子に特徴的であり、木材も、緩和現象を示すことが知られている。さらに力学的、電気的刺激と同様に圧電性にも緩和現象が存在する。

すでに述べたように、圧電性の研究は性質を発現する材料の探索から始まっているが、圧電現象の研究の方向性として、大きく 2 通りが考えられる。1 つは、(1) 高出力新規材料開発、もう 1 つは (2) 圧電現象を利用した材料の微細構造の解明がある。

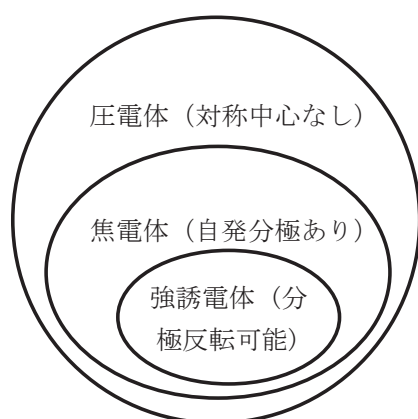


Fig. 2. 圧電体と焦電体と強誘電体との相互の関係

The relationship between piezoelectricity, pyroelectricity, and ferroelectricity

圧電体、焦電体、強誘電体の関係を示す。圧電体の一部が焦電性を示し、またさらにその一部が強誘電性を示す。

The piezoelectric body, pyroelectric body, and ferroelectric body are related as shown in the figure.

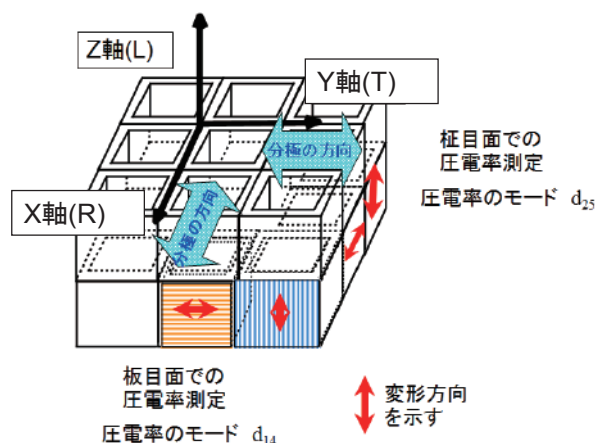


Fig. 3. 木材の圧電気発生モデル

Piezoelectricity generation on wood surface

板目面での変形が R 方向に分極するモード d_{14} 、柎目面での変形が T 方向に分極するモード d_{25}

The modulus d_{14} means that shear stress in the RL plane is produced in the R direction, and the modulus d_{25} means that shear stress in LT plane is produced in the T direction.

新規材料開発の創出には、木材からセルロースを取りだして、セルロース膜やフィルムを作製することが求められる。膜やフィルムを作製するためにはセルロースを溶かす溶剤が必要であるが、セルロースを容易に溶解できるものは少なく、しかも高価であるため汎用性に欠けるのが欠点であり、今後の薄膜製法の課題である。

ところで、近年、木材系およびセルロース系の圧電性に関する論文はほとんど皆無に近く、圧電性の実証データが少ないのが現状である。また、圧電性の正効果についての報告はなく、逆効果的現象で表現される場面が多い。本来、圧電逆効果は材料に電場を加えて歪みを検出することで得られるが、結晶の方向性によっても歪み量が増加しやすいため、結晶系の複雑な材料では適用しにくい。したがって通常では、結晶の方向性を決定した後には正効果を求め、さらに逆効果を求める作業方法がとられている。

圧電材料は、結晶系が明瞭かつ分子構造が単純であることが非常に重要になる。しかし、現状では他の高分子、例えばポリ乳酸によるアクチュエーターで実用化に近いものができ、セラミックスにおける蒸着薄膜化により、従来謳われているセルロースの材料供給面と加工性の優位性が少なくなると予想される。

最近ではセルロースナノファイバー (CNF) が注目されており、その応用・実用化に向けて産官学連携による大規模なプロジェクトが進行している。セルロースナノファイバーの電子材料への応用も検討されているが、ポリ乳酸によるアクチュエーターの性能には到達していないのが現状であろう。

本稿は「木材の圧電性の向上」に関する導入編として位置づけている。ただし、単純に結晶性の高低だけで機能性材料が出来る訳ではなく、セルロースとはなにか、木材とは何かを再度論じる場面が必要であり、流行の追従だけにならない姿勢が必要である。

2. 一般的な圧電材料および現象の利用

1で述べたように、圧電性に関する研究は、主にデバイスに関する応用開発研究と圧電性の発現機構解明に関する基礎研究とに分類される。特に電子デバイス開発に関連した研究開発は数多く、特許も数多い。

圧電現象自体を知らなくても、日常生活にとって圧電現象を利用した製品は多く、手放せないくらいであろう。例えば、ライターやガスコンロの点火部、スピーカーの振動部、マイクロホン、ブザーなど様々な場面で使用されている (鈴木 2001)。

研究現場においても、圧電材料や圧電正効果を利用した製品がある。例えば、加速度センサー、圧力センサー、材料試験機での超音波発振子、ソナーなどが挙げられる。いずれも力を電圧に変換する、あるいは電圧を振動に変換する端子としての利用が多い。逆に圧電逆効果を利用した物として、アクチュエーター (加圧振動子) が

ある。これは、電圧を加えることで、圧電物質が変形して応力を発生させるものである。田實らは、ポリ乳酸を加工してソフトアクチュエーターを開発している (Tajitsu 2016)。その他、シアノエチル化セルロースによる新規材料の提案がされていて、 BaTiO_3 のような圧電セラミックスとの複合体を作製し、フィルム化したものである (Suzuki et al. 2003)。これは、温度に対して応答するセンサーとして活用を目指していた (鈴木・松井 2002)。

圧電素子の高度利用例として、超音波顕微鏡、AFM (原子間力顕微鏡) などの最先端の装置に組み込まれ、今までには見られなかった原子や分子など、ナノスケールを中心とした現象を観察できるようになりつつある。これらの圧電素子には、現在ほとんど圧電セラミックス (例えば PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) など) が用いられている。高分子からの開発は、超音波端子への PVDF の利用が主に考えられている。

3. 木材の圧電性発現機構について

最初に、木材における圧電性発現のメカニズムについて整理していく。本稿では、解析には温度変化による圧電率の変化を観測した事例を中心に述べる。

3.1 圧電温度特性と樹種との関係

例えば、針葉樹ではスギ、ヒノキ、カラマツ、広葉樹材ではホオノキ、ケヤキなどを中心に圧電率の温度特性を -150°C から 150°C の温度範囲で観測し、針葉樹材と広葉樹材では温度特性に異なるパターンが存在することを見いだした (鈴木ら 1992)。木材の主要成分はセルロースであるため、比較用に高結晶性セルロースであるラミーセルロースを用いている。これを一方向に配列させ、ポリスチレンで固め、シート状にしてセルロース単体の特性とした。針葉樹材と広葉樹材との温度特性とを比較し、セルロースそのものは、圧電率の実数部 d' の符号が負から正への変動パターンは針葉樹材の場合とよく似ており、 -90°C 付近に d'' のピークが1つ現れるのは広葉樹材のパターンとよく似ていることを明らかにした。

ここで、温度 T と時間 t の等価性を仮定した場合、ある限られた温度域で T が上昇するとともに、 d' は増加し d'' は正の極値を示す (深田 1969)。結晶化度 C_r が結晶体の体積分率の増加とともに増えるので、粘性率と弾性率の比 (η/G) で表される結晶体の緩和時間は大きくなる。一方、角振動数 ω と緩和時間 τ の $\omega\tau=1$ という関係より、 τ が大きくなれば ω は小さくなる。時間と温度の等価性から、結晶化度が増加すれば分散出現温度 T は大きくなることが定性的に導かれる。

緩和現象の解析には、このように物理量を温度ごとに観測し、横軸に温度、縦軸に物理量、例えば弾性率をプロットして解析することが行われている。温度は、一定の割合で昇温させることから時間の関数としている。

高温域では、非晶も含めて結晶領域の運動も圧電分極に深く関わると考えられ、密度と圧電温度分散の出現

温度との関係を求めると、相関係数は低いものの、密度に比例して分散が高い温度域で現れる傾向である。熱処理による影響を受けると考えられることから、繰り返し熱処理による圧電温度分散の挙動について検討され、熱処理を繰り返すことにより、圧電率の虚数部 d'' のピークは、処理の進行とともに大きくなると報告されている (Bhuiyan et al. 2002)。この理由については、熱分解などによる損失が大きいためと考えられるが、まだ不明な部分が多い。例えば、ヒノキ材の 210℃ の圧電温度分散の見かけの活性化エネルギーの値は約 147-167 kJ/mol、120℃ 付近の分散の見かけの活性化エネルギーは約 105 kJ/mol である。誘電緩和と力学緩和とともに見かけの活性化エネルギーを表に示したが、力学緩和の見かけの活性化エネルギーの値は、圧電、誘電緩和のものより 2 倍の大きさであり、力学的な刺激、電気的な刺激に応答する構造が異なることであると考えられている (Hirai et al. 1992)。

木材の見かけの圧電性には、①結晶のみ、あるいは②配向非結晶領域も含むという両者の考え方が存在する。

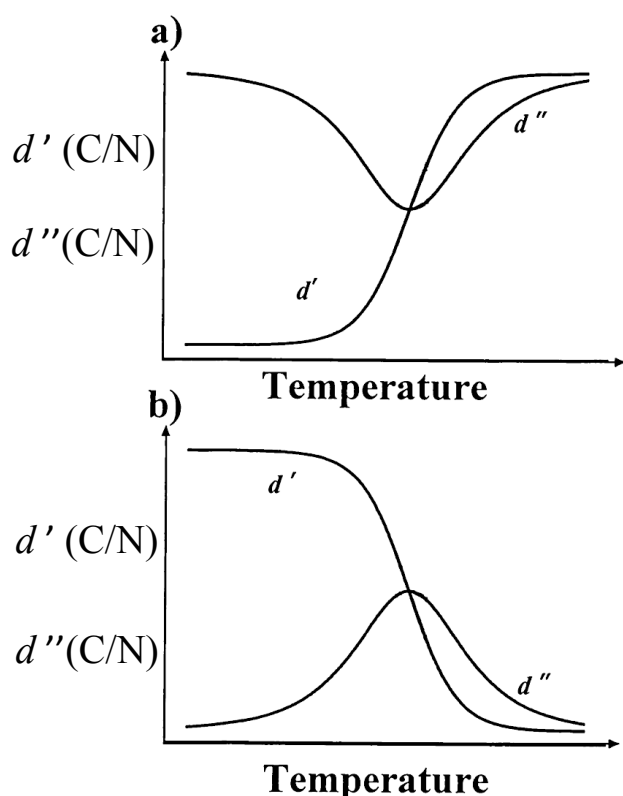


Fig. 4. 圧電温度分散の出現パターン

Patterns of piezoelectric temperature dispersions

圧電温度分散の出現パターン a) 温度上昇とともに圧電率が下がる場合、b) 温度上昇とともに圧電率が上がる場合

Patterns of piezoelectric temperature dispersion: a) when piezoelectric coefficient decreases with increasing temperature and b) when piezoelectric coefficient increases with increasing temperature.

①の場合では、天然セルロース I の結晶が三斜晶の I α と単斜晶の I β の二相で構成される (Wada et al. 1994, Wada et al. 1995) とすれば、それぞれの結晶系に圧電性が存在しなくてはならない。圧電温度分散の出現パターンは、Fig. 4 (鈴木 1998a) に示すように温度上昇に対して圧電率の実数部 d' が右上がりであるパターン I と反対に圧電率の実数部 d' は右下がりであるパターン II が存在し、両者のパターンが組合わさって、見かけの圧電性として観測されとする考え方である。現段階では、それぞれを単独で取り出すことは困難であり、見かけの圧電性から単結晶のみの圧電性を分離出来ない。他方、②の場合では、圧電性を生じる領域として、結晶と非晶の一部を含むことになり木材中の結晶における分極は、温度上昇に対して、負から正への符号変化と右上がりの圧電挙動を示し、非晶の部分は反対に打ち消すような効果があると考えられる。一般的に高分子、特に天然高分子は、結晶形が明瞭でなく多数の結晶が組み合わさったものであるため、単純に結晶の作用だけではない可能性がある。その他、針葉樹材と広葉樹材とでは、組織構造や構成要素に大きな差異が存在し、またヘミセルロースおよびリグニンの構成成分にも違いがある。例えば、ヘミセルロースでは針葉樹材はマンナンが多く、広葉樹材はペントサンが多い、また針葉樹材のリグニンでは、グアイアシル核であり、広葉樹材ではグアイアシル核とシリンギル核が中心である。

木材において①針葉樹材であるヒノキやアガチスでは、圧電率の実数部が -120℃ 付近で符号変換すること、②広葉樹材のシナノキやナトーでは、圧電率の実数部は -100℃ 付近で一旦下がり、その後緩やかに増大すること、さらに③ヒノキやアガチスでは、-125℃ と -30℃ 付近に虚数部 d'' が下に凸のピークが現れ、④シナノキやナトーでは -80℃ 付近に上に凸のピークの出現を明らかにし、樹種による圧電温度分散出現パターンが異なることを示した。また、ラミー繊維において、① -80℃ 付近で負 (進み) から正 (遅れ) へと d' の位相が反転し、また d'' はピークを示して、この温度域でのみ大きな圧電分散・吸収が認められ、②この圧電分散の活性化エネルギーはほぼ 41.9 kJ/mol であることを明らかにしている。

ここで、低温度域では、圧電分極に寄与する構造として双極子の運動が大きい非結晶領域の応答が主となると想定し、非水系セルロース溶剤であるジメチルスルホキシド (DMSO) と無水クロラルを用いた木材成分の膨潤・溶脱させる非晶化処理を行って、圧電温度特性を観測している。そこで -100℃ 付近と -50 ~ 0℃ の範囲内とで、2つの分散・吸収 β_I および β_{II} を認めている (鈴木ら 1992)。 β_I 、 β_{II} は、それぞれ①非結晶部、あるいは②結晶部に起因して生じると考えられる。①の非結晶部に起因して分散が生じると考えた場合、非晶化にともない非結晶部が増加し、分散の強度を大きくする可能性はあるが、元来非結晶部が分散へ与える効果は決して大き

くはなく、さらに、非晶化によって結晶部の分極の総量も減少し、結果的に d'' の値は減少する、逆に②の結晶部による場合は、非晶化によって結晶部自体の量が減少するため、分散の強度も減少すると解釈される。

例えば、一軸系配向高分子のアミロースについても、セルロースと同様 d' が -80°C 付近で負から正へと反転するとともに吸収が認められている (Nishinari and Fukada 1980)。 -70°C 付近の誘電率周波数分散吸収から求めた活性化エネルギーが 41.9kJ/mol であること、結晶化度の増加にともない吸収強度が減少すること、またヘミセルロース内でマンナンでは緩和過程が存在するのに対し、キシランでは存在しないことから、非晶領域における CH_2OH 基の配向分極に基づくことを示している (則元ら 1973, Norimoto and Yamada 1972)。また、低温側に現れる温度分散は無定形領域の分子鎖の化学構造と関係が深くなる傾向を示し、活性化エネルギーが低く、主鎖のミクロブラウン運動は停止したままで起こるセグメントの小さな動き、あるいはより小さな部分の動きに対応するもので側鎖の回転による場合もあると述べている (高柳・芳野 1962)。そのほか、木材実質中の小さな部分の動きに基づくもの (北原・松本 1974) であるとしている。ここで、 -100°C 付近の圧電温度分散の活性化エネルギーの値が約 41.9kJ/mol であることから、グルコース環の 6 位の CH_2OH 基に関与したものであるとした (平井ら 1988)。

そこで、①乾燥状態のラミー繊維では β_{II} は認められず、② β_{II} に相当するヒノキの -25°C 付近での分散の活性化エネルギーが、 β_{I} の場合の活性化エネルギーよりも大きい (Hirai and Yamaguchi 1979) ことから、 β_{II} に関与する構造は、木材中のメチロール基よりも大きな構造単位が関与していると考えられている。

ヘミセルロース、リグニンなどの成分相互の存在状態および性質の相違が樹種による β_{II} の存否に影響すると考えられ、木材中のヘミセルロースやリグニンの含有量を変えると、 -25°C 付近の分散が大きく変化すると予想される。リグニンが圧電緩和に寄与するかどうか、ヒノキ、ホオノキおよびケヤキについて、約 10% のリグニンが減少した 4 時間処理木材の弾性率・誘電率および圧電率の温度特性を (鈴木・平井 1998) で、未処理と比較した。弾性率および誘電率の虚数部のピーク値は、ヒノキ材では処理で約 1/3 に、ホオノキ材では約 2/3 に低下した。ケヤキ材では分散のピークの大きさは約 1/3 に低下した。一方、圧電率の虚数部 d'' のピーク値は、ヒノキ材およびホオノキ材ともに変化せず、未処理とほぼ同じであったが、ケヤキ材の場合では約 1/6 に低下し、未処理で認められた -100°C 付近の圧電率の分散が見られず、それよりも高い温度域、 -25°C 付近で分散が現れた。ホオノキ材では、 -110°C 付近のピーク位置が多少低温度側へ移動する傾向を示した。また、ヒノキ材の場合、圧電率実数部 d' は、未処理で -120°C 付近で負から正へ変化したのに対し、処理後は、常に正で変動した。すでに述べたように圧電分

極で結晶部と非結晶部において分極の度合いが変化すると考える。リグニンの除去により未処理よりも圧電分極発生領域の減少で、結果として①圧電率の増減、あるいは②圧電温度分散の移動が予測される。もし、非結晶部であるリグニンが圧電分極に対して、何も作用していないとすれば、リグニン量の減少によって、圧電率は変化せず、分散の移動も生じないことになる。ところが、圧電率の虚数部のピーク値は変化しないものの、実数部の大きさは変動し、さらに分散が現れる温度は、移動する傾向を示した。

一方、常温以上では 2 つの温度域に温度分散が認められ (鈴木ら 1992)、ここで約 50°C 以下での分散を α_{I} 、 100°C 以上での分散を α_{II} と呼ぶ。相対結晶化度の低下とともに、 α_{I} では低温側に出現温度が移動する明かな傾向を認め、 α_{II} では高温側に出現温度が移動する傾向を認めるものの、結晶化度の低下によってほとんど影響されていない。高温での分散発現に関与する構造については、様々な見解があり、統一されていない。例えば、 100°C 付近の分散に関わるものとして、①電気伝導性の上昇 (Fukada et al. 1967)、②非晶領域中のセルロース主鎖の回転、結晶領域中のセルロース分子運動、近接したセルロース分子鎖同士のずりによる分極 (Hirai and Yamaguchi 1979) を示唆している。また、この温度域での力学的分散は非晶領域のセルロースとヘミセルロースの分子運動に関係する (青木・山田 1977) とした。ヒノキ材について、温度変化による (002) 面の面間隔の変化を求め、 120°C 付近で変曲点を見いだして、圧電温度分散と結びつけることを試みられている (Hirai et al. 1992)。

この現象を結晶領域、それを取り巻く準結晶と非晶領域との 3 相の存在を仮定して、議論を進める。ここで、① α_{I} は結晶化度に対する移動が大きく、回帰直線の傾きが正で、②非晶化によって分散 α_{I} の緩和強度が増大すること、③また、木材に比べ結晶性の良いラミーセルロースの圧電温度分散は、 110°C 付近にのみ大きな分散が認められ、 60°C 付近には分散がほとんど認められない。また、非晶化処理により、この分散挙動は①結晶相と非晶相の相互作用や分子鎖の配向によって現れるか、あるいは、②結晶相の一部が準結晶相への変化で、分子鎖の配向状態が変化し、緩和強度が増加したと考えられる。おもにこの分散 α_{I} は非晶および準結晶相の存在状態にかかわると考えられる。したがって、樹種間で認められた分散 α_{I} の存否と出現温度の変動は、非晶・準結晶領域における化学成分相互の結合力の相違に起因すると想像される。

分散 α_{II} は、結晶の温度変化に対応すると推測でき、このような変化を説明するモデルとして、妥当なのは、Frey-Wyssling が提唱したモデル (Mark 1967) で、エレメンタリーフィブリルはパラクリスタリンのセルロースで包まれ、(101) 面の結合は強く、グルコースや結晶の際に生じた水は (101) 面間に吸蔵されると示唆している。

これらの挙動を説明するため、Fig. 5 に示す (Date et

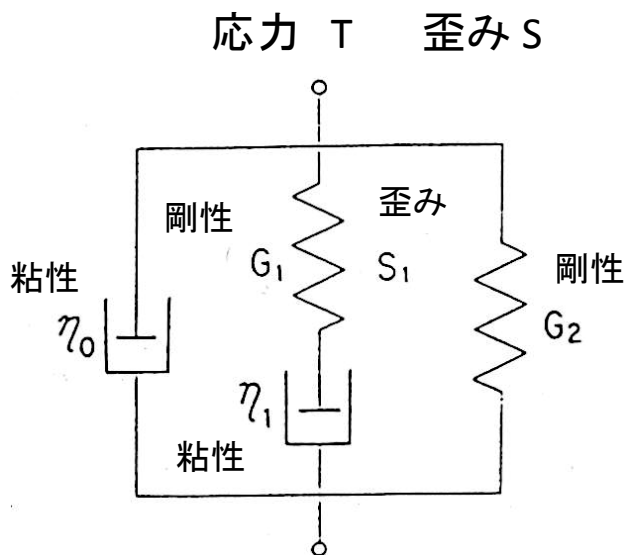


Fig. 5. 圧電緩和の粘弾性モデル

Elastic model of the piezoelectric relaxation

非圧電相中にある圧電結晶を表すモデル

The model describes the piezoelectric crystallinity in embedded non-piezoelectric phase.

al. 1970) 非結晶と準結晶および結晶が並列に接続したモデルで検討した。

$$d'(\omega) = \frac{\kappa\{1+(G_1/G_2)+(\tau_0/\tau_1)\}}{G_2\{[1+(G_1/G_2)+(\tau_0/\tau_1)]^2 + \{\omega\tau_0 - (1/\omega\tau_1)\}^2\}} \quad (1)$$

$$d''(\omega) = \frac{\kappa\{\omega\tau_0 - (1/\omega\tau_1)\}}{G_2\{[1+(G_1/G_2)+(\tau_0/\tau_1)]^2 + \{\omega\tau_0 - (1/\omega\tau_1)\}^2\}} \quad (2)$$

ここで、 $\tau_0 = \eta_0/G_2$ 、 $\tau_1 = \eta_1/G_1$ で、 η は粘性率、 G は剛性率、 ω は角周波数を表す。

緩和時間 τ_0/τ_1 の比を変えて計算した結果(鈴木 1992)、緩和時間の比が大きくなると、虚数部のピークはブロードな形状から鋭い形状へと変化し、配向係数 κ が大きくなると、 d' が負から正へ変化する傾向を示した。この結果からラミー繊維やヒノキにおける圧電率の実数部の符号が $-110 \sim -100^\circ\text{C}$ 付近で負から正へ変化する現象は、緩和時間や配向係数に大きく依存していると考えられる。逆に異なる二相間で分子運動が持つ緩和時間の分布に差異がない、すなわち、緩和時間の比が小さければ、圧電率 d' は符号変化を示さない。したがって、ヒノキにおいては、元々大きく異なる2つの緩和時間が存在したが、緩和時間の差がない部分が増大したため、圧電率の挙動が変化したと考えられる。また、脱リグニン処理木材の弾性率や誘電率の分散の大きさが低下した理由は、脱リグニン処理で木材繊維が一部ルーズになり、この温度域での緩和時間の分布が広がったためと考えられる。

このような樹種による圧電緩和の相違が、①セルロース結晶の量や配向性のみに起因して生じるモデル、②配

向した非結晶領域にも圧電性の存在によって生じるモデルを検討する必要がある。巨視的に均一と見なせる混合体の圧電率が各々の圧電率の和で表せると仮定すれば、木材の圧電率を d 、結晶相の圧電率を d_c 、また配向した非結晶相の圧電率を d_a 、結晶相の体積分率を ϕ_c 、非結晶相の体積分率を ϕ_a として、次式が成立する(鈴木・平井 1998)。

$$d = d_c \cdot \phi_c + d_a \cdot \phi_a \quad (3)$$

脱リグニン処理ヒノキ材の圧電率 d' が、 -120°C 付近で符号変化を生じない理由として、例えば、 $d_c > 0$ および $d_a > 0$ の異なる機構で構成されていると仮定すれば、(3)式から d_a の効果は打ち消され、 d_c のみの効果が現れると考えられる。さらに、ラミー繊維の圧電率の実数部 d' に認められる負から正への符号変化を考慮すると、①の結晶のみの効果だけではなく、配向した非結晶領域にも、圧電性が存在するものと考えられる。

ラミー繊維の圧電率の実数部 d' の値は $-0.5 \sim 4 \times 10^{-14}$ (C/N)、虚数部 d'' の値は -0.2×10^{-14} (C/N)、ヘミセルロースの場合では、実数部が約 0.4×10^{-14} (C/N)、虚数部が約 0.3×10^{-14} (C/N) で、両者を合わせると、ヒノキの圧電率の大きさにほぼ匹敵し、この低温での緩和には、セルロースの非晶領域のみならず、ヘミセルロースの寄与も含まれるものと考えられる(鈴木・平井 1998)。Fig. 6で示したモデルに従えば、セルロースおよびヘミセルロース等の配向した非結晶領域が量的に多く含まれれば、圧電率の実数部および虚数部全体が、正側へシフトする可能性がある(鈴木・平井 1998)。

3.2 化学処理による結晶変化と圧電緩和現象

天然セルロース I は液体アンモニア処理によって、セルロース III へ、アルカリ処理によって I から II へ転移することはよく知られている。アンモニア処理やアルカリ処理による結晶変態の場合、結晶領域だけでなく、その周辺の領域も変化すると考えられる。

アンモニア処理後、シナノキの圧電率の実数部 d' は、温度上昇とともに減少する傾向を示し、一方、ケヤキでは d' の符号は負で変動し、温度上昇とともに右上がりになる傾向を示した。ケヤキの場合、虚数部 d'' の挙動は、アンモニア処理後、 -85°C 付近にややブロードで上に凸のピークが現れた。アンモニア処理後のラミー繊維は、虚数部 d'' が -30°C 付近に分散を示す傾向があった。さらに、圧電率の実数部 d' の符号も温度上昇とともに -50°C 付近で負から正へ変化し、右上がりの傾向であった。処理前後で、ヒノキとシナノキおよびケヤキで圧電挙動が異なるのは、①アンモニア処理後、体積分率で、ヒノキは 3.9%、シナノキでは 12.5%、ケヤキでは 13.1% 減少したことから、アンモニアによる膨潤作用で木材中のリグニンや抽出成分が溶出したこと、また②処理前と処理後の相対結晶化度の比率は、ヒノキで 0.7、シナノキで 1.2、ケヤキで 1.9 となり、アンモニアでセルロースが膨潤後、結晶形 I か

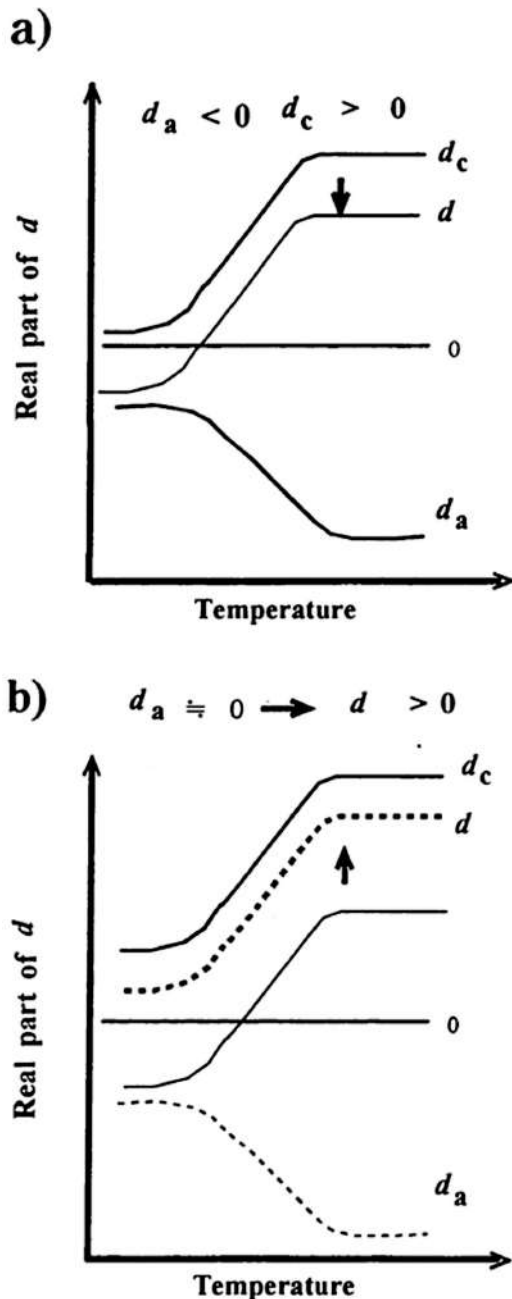


Fig. 6. 木材の圧電緩和モデルのシミュレーション
Simulated patterns for the piezoelectric relaxation of wood

a) 上の実線は d_c を下の実線は d_a を表している。もし、 d_a の方が d_c よりも大きければ温度上昇とともに d は下へ移動する、b) ここで d_a がほとんど 0 に近い場合、 d_c の影響により d は 0 よりも高くなる。
a) : Patterns of the real parts of d . The upper solid line indicates d_a . If d_c increases with temperature, d is positive, and if d_a decreases with increasing temperature, d is negative; d changes from negative to positive with increasing temperature. b) : Patterns of the real parts of d after treatment. The heavy solid line indicates d_c , and the lower broken line indicates d_a . If d_a is nearly equal to zero, d increases with increasing temperature and is positive.

らⅢへ変態した領域が異なるためによると考えられる(鈴木ら 1997)。

圧電率の実数部 d' が主に結晶領域の分極量に能動的に応答するとすれば、結晶量が増加すれば分極を表す d' の値は大きくなり、さらに三酢酸セルロースの圧電挙動(Sasaki and Fukada 1976)と同様、温度上昇に対して右下がりの挙動を示すことから、シナノキやケヤキの場合、未処理のものでは温度上昇とともに圧電率の実数部の増加、アンモニア処理後では圧電率の実数部は温度上昇に対して右下がりになる結果を説明でき、ヒノキでは、主に処理前と処理後の相対結晶化度の比が 0.7 と低下したことに起因していると考えられる。ヒノキ、シナノキおよびケヤキの力学緩和と誘電緩和の見かけの活性化エネルギーは、ほぼ同じ 62.8 ~ 92.1 kJ/mol、圧電緩和の活性化エネルギーは、ヒノキの -110℃ 付近の分散とシナノキ及びケヤキの約 -90℃ 付近の分散との活性化エネルギーとは、37.7 ~ 50.2 kJ/mol とほぼ等しい傾向を示している。

結晶形がⅠからⅢへ変わった時、それぞれに共通することは、圧電率の実数部全体が高温側へ平行移動すると考えられる。これは、コンプライアンスの虚数部 c'' のピークが高温側に移動したことと一致し、誘電率の実数部の値が大きくなり、虚数部のピークが高温側へ移動することとも一致している。したがって、結晶形Ⅲでは、Ⅰに比べ分極に関与する部分の増大により、緩和を含めて圧電率全体が、高温側に移行する。

また、アルカリ処理では、木材中のセルロースの結晶構造がⅠからⅡへ変動しにくいと考えられていて、アンモニア処理ほど結晶構造の変化が見られない。ただし、処理を行うことで、圧電率が大きく増加することが報告されている(平井ら 1993b)。

3.3 含水率と圧電緩和との関係

低温領域での含水率ごとのヒノキおよびカラマツの圧電温度分散の挙動について検討している(鈴木 1998b)。(Fig. 7) ヒノキで含水率の増加とともに -120℃ 付近の分散は高温側へ、-30℃ 付近の分散は、より低温側へと移動することが報告されている(Hirai and Yamaguchi 1979)場合とほぼ同じ挙動を示した。カラマツでは、含水率が 8% 前後で、一旦圧電緩和が大きくなり、それ以上では緩和は小さくなる。しかし、-120℃ 付近の分散は、吸着水の増加に伴い、明瞭に現れない傾向を示した。ヒノキやカラマツにおいて観測された -120℃ 付近の圧電温度分散について、見かけの活性化エネルギーを求めると、約 25.1 kJ/mol で、水素結合のエネルギー 16.7 kJ/mol よりもやや大きい。一方、-60℃ 付近の分散の活性化エネルギーは、約 41.9 kJ/mol となり、メチロール基の回転等に基づくものと推測された。(Norimoto and Yamada 1973)

趙ら(1990)が提唱したように、低温域での誘電緩和について、吸着水そのものの配向に基づくという考え方と吸着水および吸着水と吸着媒分子からなるコンプレッ

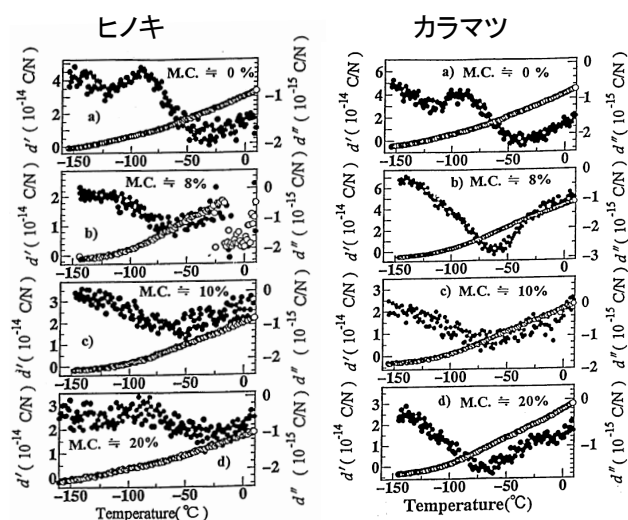


Fig. 7. ヒノキとカラマツ材の含水率による圧電温度分散の変動

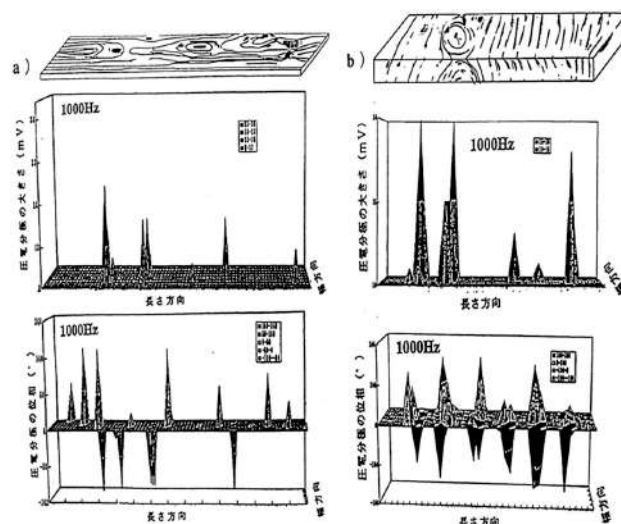
Variations of piezoelectric dispersions with various moisture contents for Hinoki and Karamatsu in a temperature range of -150 to 0°C and frequency of 100Hz .

○: d' , ●: d''

1) はヒノキ材の場合について圧電率 d' と d'' の含水率による変化を示している。2) はカラマツ材の場合を示している。

クスの運動に基づくという考え方、両者が可能である。

Sasaki and Fukada (1976) は、酢酸セルロースの圧電性は、水分子が吸着した場合に大きく変化することを示し、X線回折像にも変化が生じることを報告した。Nishimuraら (1981) は同様にX線回折を用い、木材細胞壁の微細構造についてセルロースI結晶の乱れや大きさが物理的処理、例えば水分によって変化すると述べている。周波数は異なるが、則元や堤らは、5～10% 周辺で誘電特性の変化を報告した (堤・渡辺 1966, 則元・山田 1967)。木村ら (1975) は、無定形セルロースを用い相対湿度 80 % 以上の雰囲気中においた場合、いままである程度の量の水素結合の存在により剛直であったセルロース分子が水分の吸着により、分子間結合が切断されるために分子が動き易くなると推測した。前田ら (1981b,c) は、調湿した竹材について弾性率や誘電率を測定し、低温域での力学温度分散と誘電温度分散の移動を報告した。運動単位は、セルロース、ヘミセルロース、リグニンのある種の立体的な配置で、それらの分子と水素結合している水分子を考えており、運動単位が局在、孤立しておりかつ双極子を有するためとした。さらに含水率4%以下の水は繊維の結晶化度や配向度を高める作用を示唆した。祖父江ら (1992) は、放湿過程における (040) 面について結晶格子ひずみと含水率の関係をX線回折法を用いて報告し、結晶にタイトに結合した非晶領域が水分に能動的に応答した結果、結晶格子歪に間接的に反映したと述べて



ヒノキ材とケヤキ材の圧電分極表面分布

a) ヒノキ b) ケヤキ

Fig. 8. ヒノキ材とケヤキ材の圧電分極表面分布の様子
Polarization distribution on Hinoki and Keyaki surfaces

a) はヒノキ材、b) はケヤキ材の場合を示す。縦軸は圧電分極の大きさとその出現位置、また位相の出現パターンを示している。節周辺で圧電気と位相が変動していることがわかる。

a) : The case of hinoki. b) : The case of keyaki. The vertical axis shows the magnitude of piezoelectric polarization and phase angle. The piezoelectricity and phase varies around the knots of wood.

いる。圧電温度分散の含水率による変化は、①結晶領域に近い微細構造が水分子の作用を受けて、より結晶に近い構造へ変化、あるいは②吸着水によって、非結晶部が再配向して結晶の形態に非常に近いものへ変化したため生じたと考えた。

3.4 非破壊的試験法としての圧電分極測定

木材の圧電温度特性において、樹種ごとで温度特性パターンに変化が現れる特徴を示した。これが木材と他材料との圧電性の違いとして最も大きなものである。この特徴から、逆に木材の微細な構造についての詳細な情報が得られる可能性が大きい。

また、筆者も圧電分極で、局所的に存在する節などの欠点や水分勾配を検出する手法を開発した ((日経産業新聞 1997, 鈴木 1997)。Fig. 8)

Bazhenov は、木材の密度と発生電荷の大きさとの関係について圧電分極に与える含水率の影響 (1961) など、Smetana ら (1971) はベイマツの圧電分極の分布パターンを報告し、また Galligan ら (1963) および Venkateswaran (1973) は、木材の非破壊試験法として圧電効果を検討し木材の非破壊試験法としての圧電効果の応用を検討し、動的振動から局所的な歪みを検出、圧電分極の大きさと

せん断応力の大きさに比例関係があることを見いだした。一方、Knuffel ら (1986, 1988) および Pizzi (1984) は、木材端面を叩いて、木材表面の電荷分布を求め、節や含水率の検出法として、Galligan らの手法をトレースし、非破壊試験法の可能性を求めている。そのほか、圧電性の新しい利用研究分野として、祖父江や中井らが、振動加重下での木材組織の破壊と圧電気との関係について報告し (祖父江 1991, Nakai et al. 1998)、木材の破壊の前駆現象としての利用法を検討している。最近では、木材の力学モデル化から弾性数理解析手法による木材内部の電気弾性場を求める方法が発表され、巨視的視点での解析が行われている (Ishihara et al. 2015, 2016)。従来までは有限要素法による圧電効果の近似解を求める方法のみであったが、応力場による弾性係数を求める手法を適用することで厳密解を求めることが可能になった。これにより、木材の圧電現象を定量的に評価し、例えば節などの欠点の分布検出にも利用可能になった。ただし、局所的な微細構造、結晶系や組織構造との関係や含水率による影響については今後の課題となっている。

4. 圧電緩和現象のモデル化について

二相系モデルで、圧電緩和を生じる領域と生じない領域は、それぞれ圧電相と非圧電相とに大別できる。計算値に与える最も大きな影響は、試料中の圧電相の割合である。ところで木材の微細構造は、セルロースマイクロフィブリルの配向が材内で変動し、その上、結晶、非晶、準結晶領域が存在すること、また、ヘミセルロースやリグニンがセルロースの周囲を緩衝材および充填材として取り囲んでいると考えられる。このような複雑な微細構造を有する木材の圧電相とは、①結晶領域、②結晶領域に準ずる領域、さらに③高度に配向した非晶領域が主に考えられる。

計算の初段階として木材の圧電相の体積分率 ϕ は、相対結晶化度を用い、おおそ 0.3 から 0.5 の範囲であったため、便宜的に 0.3 を用いた。さらに、圧電相の誘電率 ϵ_2 、弾性率 c_2 は低温域では変化せず、一定の値であるとした。ここで用いた初期値 ϵ_2 と c_2 は、結晶セルロース繊維の値として算出した (鈴木・平井 1995)。

観測値で認められた分散出現温度域において計算値をプロットすると、実数部、虚数部それぞれ異なる勾配の直線関係が得られ、一次の回帰で、ほぼ 0.99 と非常に高い相関性を示した。ホオノキでは、観測値 d と計算値 d_2 の関係は、ヒノキやカラマツの場合とは、異なる 2 つの直線の勾配のパターンに差異を示した。ラミー繊維における圧電率の観測値と計算値との関係は、-150 - 0 °C の温度域で直線相関性はかなり良く、実数部および虚数部の場合とも 1 本の直線で相関係数も 0.99 と高い値を示した (鈴木・平井 1995)。

ところで、圧電相が結晶領域のみに相当する部分であるとすれば、低温域での圧電温度分散が見かけの活性化

エネルギーの値から非結晶領域で生じるとした結果 (平井ら 1988) とは一致しない。例えば、ヒノキやカラマツで -120 ~ -100 °C 付近に観測される圧電温度分散は、約 41.9 kJ/mol であり誘電緩和から導き出された結果とほぼ等しい。

この矛盾を解決するためには、圧電相には結晶領域と配向した非結晶領域とが含まれると考えなければならない。つまり、ランダムな配列の非晶領域では、圧電緩和は生じないことから、非晶領域中でも高度に配向した領域や準結晶領域であると推測される。例えば、Sasaki and Fukada (1975) は、延伸した三酢酸セルロースフィルムで、結晶領域の圧電率と配向した非結晶領域の圧電率を結晶化度および配向度から検討し、結晶領域と非晶領域の圧電率を求めている。

圧電緩和を生じさせる圧電相の圧電率 d_2 は、結晶相の圧電率 d_c と配向した非結晶相の圧電率 d_a から、

$$d_2 = \phi_c \cdot d_c + \phi_a \cdot d_a \quad (4)$$

で表される。なお、 ϕ_c は結晶領域の体積分率、 ϕ_a は非結晶領域の体積分率である。(4) 式で、結晶相の圧電率と非結晶相の圧電率が求められる可能性が高い。

5. 木材・セルロースからの圧電材料の開発

例えば、Table. 1 に各種材料の圧電率の大きさを示す (鈴木 1994) が、木材は水晶の 1/20 程度の出力しか持たない。さらに Table. 2 に色々な樹種の圧電率 (鈴木 1994) を示している。このように、樹種により、圧電率の大きさにはバラツキがある。一般的に圧電率の大きい樹種は密度が大きい、ほぼ同程度の密度でも針葉樹材と広葉樹材とでは圧電率の大きさが異なることがあり、

Table 1. 各種材料の圧電率の大きさ
Magnitudes of the piezoelectric constant d of various materials.

Material	d (10^{-12} C/N)
Poly γ -methyl L-glutamate	3
Poly γ -benzyl L-glutamate	4
Cellulose triacetate	0.1
Poly D-propylene Oxide	0.02
Wood	0.1
Poly vinyl fluoride	1
Poly vinyl chloride	3
Nylon 11	3
Poly vinileden fluoride	30
PZT+PDF2	20
PZT+rubber	35
Crystal	4.5
PZT	1200
BaTiO3	1700
ZnO	8.8

Table 2. 色々な樹種の圧電率の大きさ

Magnitudes of the piezoelectric constant d of various wood species.

Species	d (10^{-14} C/N)	Species	d (10^{-14} C/N)
Tuga (<i>Tsuga Sieboldii</i> CARR.)	1.17	Jelutong (<i>Dyera</i> sp.)	0.74
Shirakaba (<i>Betula Platyphylla</i> SUKATCHEV Var. <i>japonica</i> Hara)	0.6	Karas (<i>Aguilaria</i> sp.)	0.39
Hoonoki (<i>Magnolia abovata</i> THUNB.)	0.8	Teraling (<i>Tarrietia</i> sp.)	0.49
Taiwan Hinoki (<i>Charmaecyparis Taiwaneois</i> MASAM. Et SUZUKI.)	0.67	Champaka (<i>Michelia</i> sp.)	0.55
Kiri (<i>Paulownia tomentosa</i> STEUD.)	0.24	Giam (<i>Cotylelobium</i> sp.)	1.42
Hinoki (<i>Charmaecyparis obutusa</i> ENDL.)	0.63	Resak (<i>Vatica</i> sp.)	1.07
Sugi (<i>Cryptomeria japonica</i> D.DON.)	0.33	Light red meranti (<i>Shorea</i> sp.)	0.52
Konara (<i>Quercus serria</i> MURRAY.)	0.57	Balau (1) (<i>shorea</i> sp.)	0.68
Shioji (<i>Fraxinus Mandshurica</i> RUPR.)	0.4	Balau (2) (<i>shorea</i> sp.)	1.03
Borneo Oak (<i>Quercus</i> sp.)	1.21	Buna (<i>Fagus crenata</i> BL.)	1.18
Keledang (<i>Artocarpus</i> sp.)	0.68	Kaki (<i>Diospyros kaki</i> THUNB.)	0.41
Kelat (<i>Engenia</i> sp.)	0.77	Mizunara (<i>Quercus crispula</i> BL.)	0.77
Tochinoki (<i>Aesculus turbinata</i> BL.)	0.32	Isnoki (<i>Distylium racemosum</i> SIEB. ET ZUCC.)	0.84

不均一性ゆえに新規圧電材料としての開発研究は進んでいない。

セルロース誘導体である三酢酸セルロースおよび二酢酸セルロースフィルム、の圧電性について、それぞれの圧電緩和挙動を検討している。さらに木材やシアノエチル化木材フィルムなどのセルロース誘導体フィルムなどの温度分散の観測から緩和現象の基礎的な検討を行った(平井ら 1993a)。

他の合成有機および無機材料では、圧電性の利用が活発であるのに対して、木材などの天然高分子材料の利用報告例は、ほとんど見受けられない。これは、素のままでは合成高分子の圧電出力に対して 1/100 ~ 1/1000 ほどの出力しか持たないため、利用にするのはコストが掛かりすぎるからである。セルロースに様々な化学・物理

処理などを施すと合成高分子の代表 PVDF の出力に匹敵することが明らかにされている。Fig. 9 に示すように、機械的に延伸した PVDF フィルムとシアノエチル化ヒドロキシエチルセルロースフィルムの圧電率はほぼ等しい値を示した (Hirai et al. 1994, 平井ら 1994)。

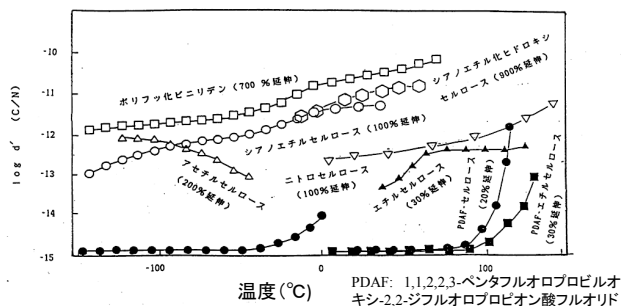


Fig. 9. 各種セルロース誘導体の圧電率の温度による変動
Variation of the piezoelectric temperature dependence of d for various cellulose derivatives
各種セルロース誘導体の圧電率の変動を示す。
The piezoelectric constants d of various cellulose derivatives are dependent on temperature.

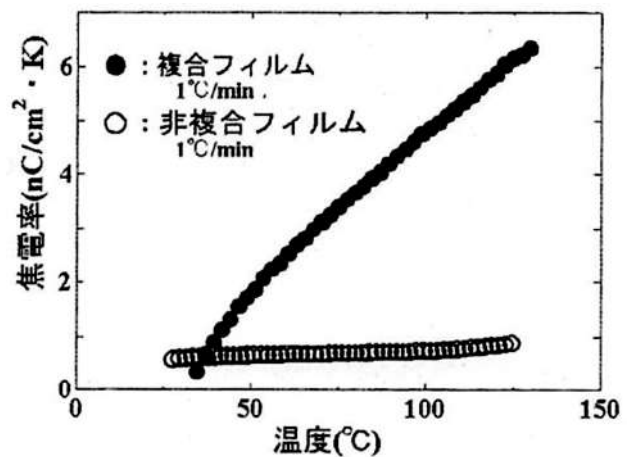


Fig. 10. 複合・非複合フィルムの焦電性の比較
Comparison of pyroelectricity between the composite and non-composite films

複合フィルムと非複合フィルムの焦電性の違い。非複合フィルムとはセルロースのみで複合フィルムはチタン酸バリウムの粉体との複合を示している。

Difference in pyroelectricity between composite film and non-composite film. The non-composite film consists of only a cellulose material, and the composite film consists of a cellulose material and a BaTiO_3 powder.

したがって、逆に不均一性を利用する場合も、その圧電体材料開発の手法となりうる。筆者らは、圧電セラミックスとの複合によるデバイス開発の可能性を見いだした(鈴木・松井 2002)。(Fig. 10)

6. 今後の圧電性に関する研究の展望

木材を含むセルロースなどの圧電研究の方向としては、①高誘電率を示す電子材料、デバイスの開発と②木材自体の圧電気を利用した非破壊的評価方法の開発、さらに③生体活動を行う樹木中における圧電気の解明が挙げられる。

①のデバイス開発分野については、他の合成高分子に比べ遅れており、さらなる研究推進が望まれる。ただし、圧電気出力がようやくポリフッ化ビニリデンのものに匹敵するまでになっており、今後さらに高出力なものが作製できると予測される。

新しい利用面として、振動抑制材料(ダンピング材料)への活用が試みられている(住田 1999)。特に最近では、セルロースナノファイバー(CNF)が注目され、その利用方法に期待されている。筆者らは、CNFを含んだ紙を作製して、その圧電温度特性を検討している(鈴木ら 2018)。CNFについての圧電現象に関する論文や報告はまだ乏しく、さらに逆圧電効果を利用した方法についての報告のみである。CNFは結晶性が高いと言われているが、その配向性などの制御方法は未開拓である。鈴木らは低温度域での圧電率の安定性から紙への混合率との関係について検討している。一様に混合率を上げても、圧電率向上は見られない。これは結晶性の高いCNFを入れても、十分にCNFに応力が伝達できないためであると推測し、バインダーが必要であるとしている。一方、特徴的なのは方向性(配向性)に関係なく圧電性が発生していることであり、今後、材料開発に有用な情報が得られたとしている。

②の非破壊的手法の開発については、まだ欠点および水分検出技術の実用化に至っていない状況で、今後実務面への転換が必要である。その中で、破壊現象と圧電性を組み合わせたものは、新規テーマとして注目される。さらに厳密解を求める手法による木材の圧電性と構造との関係を求める手法が報告されており、今後の展開を期待している。

③の生体である樹木における圧電現象は、ほとんど試みられておらず、全く未知な分野である。逆圧電性の存在をユリの葉を用いて報告している(山城 1994)。ところが、樹木を対象とした生体樹幹部での圧電性については、全く不明である。乾燥した木材で、圧電性が発現することは水を含んだ状態でも分極の効果が樹木の生長と何らかの関係があるとするのが自然な考え方である。したがって、様々な樹木中の生体活動と圧電分極との関わりが大きなテーマとなると思われる。

最後に、圧電性を向上させるには、結晶性が高いこと

とその配向性、さらに結晶部分を結合する物質、接着剤のような作用があって応力を着実に結晶部分に伝達できることが必要となる。ところが、木材は、そのままでその機能を有している不思議な材料である。木材の育種の仕方によっても、性能が異なる材料を生産できるかもしれない。

引用文献

- 青木 務・山田 正(1977) 木材の非晶化過程および非晶化材のクリープ. 木材学会誌, 23, 10-16.
- Bazhenov, V.A. (1961) Piezoelectric properties of wood. New York :Consultants Bureau, 176.
- Bhuiyan, Md. Tariqur Rabbani, Hirai, N. and Sobue, N. (2002) Behavior of piezoelectric, dielectric and elastic constants of wood during about 40 repeated measurements between 100 °C and 220 °C . J. Wood Sci., 48, 1-7.
- Date, M., Takashita, S. and Fukada, E. (1970) Temperature variation of piezoelectric moduli in oriented poly (γ -methyl L-Glutamate) . J. Polymer Sci., A-2, 8, 61-70.
- 深田 栄一(1967) 生体高分子の圧電気. 高分子, 16 (9), 795-800.
- Fukada, E. (1968) Piezoelectricity as a fundamental property of wood. Wood Sci. Tech., 2, 299-307.
- 深田 栄一(1969) 講義 繊維と高分子の電氣的性質 (2) 高分子の圧電性. 繊維と工業, 2, 718-724.
- Fukada, E. and Ando, Y. (1972) Piezoelectricity in oriented DNA films. J. Polymer Sci., A-2, 10, 565-567.
- Fukada, E. and Sasaki, S. (1975) Piezoelectricity of α -chitin. J. Polymer Sci. Polymer Phys. Ed., 13, 1845-1847.
- Fukada, E., Date, M., Hirai, N. and Hara, K. (1967) Temperature variation of complex piezoelectric modulus of wood. Rep. Prog. Polym. Phys. Jpn., 10, 403-406.
- Galligan, W.L. and Bertholf, L.D. (1963) Piezoelectric effect in wood. Forest Prod. J., 13, 517-524.
- 平井 信之(2003) 木材の圧電効果. Cellulose Commun., 10 (3), 119-123.
- 平井 信之・深田 栄一・鈴木 養樹・宮地 康彦(1988) セルロースおよび木材の低温での圧電緩和. 材料, 37, 560-564.
- Hirai, N., Hayamura, S., Suzuki, Y., Miyashima, K. and Matsuyama, S. (1992) Piezoelectric relaxation of wood in high temperature region. Mokuzai Gakkaishi, 38 (9), 820-824.
- 平井 信之・森田 光博・鈴木 養樹(1993) シアノエチル化木粉およびシアノエチルセルロースの電氣的性質. 木材学会誌, 39 (5), 603-609.
- Hirai, N., Ootake, K., Suzuki, K., Sobue, N. and Ito, T. (1994) Cyanoethylated hydroxyethylcellulose with great piezoelectric effect. Mokuzai Gakkaishi, 40 (12), 1398-

- 1399.
- Hirai, N., Sobue, N. and Date, M. (2011) New piezoelectric moduli of wood: d31 and d32. *J. Wood. Sci.*, 57, 1-6.
- 平井 信之・祖父江 信夫・早村 俊二・高橋 俊明 (1993) アルカリ処理木材の圧電性. *材料*, 42, 153-156.
- 平井 信之・祖父 信夫・滝 欽二 (1994) VI. セルロース誘導体の電氣的性質. 高機能性セルロース誘導体の開発, 平成5年度科学研究費補助金(総合研究(A))研究成果報告書(課題番号 05302058) 研究代表者 平井信之, 50-63.
- Hirai, N. and Yamaguchi, A. (1979) Studies on piezoelectric effect of wood. VI. Effect of moisture content on piezoelectric dispersion of wood. *Mokuzai Gakkaishi*, 25 (1), 1-6.
- Ishihara, M., Ootao, Y. and Kameo, Y. (2015) Analytical technique for electroelastic field in piezoelectric bodies belonging to point group D_{∞} . *J. Wood Sci.*, 61, 270-284.
- Ishihara, M., Ootao, Y. and Kameo, Y. (2016) A general solution technique for electroelastic fields in piezoelectric bodies with D_{∞} symmetry in cylindrical coordinates. *J. Wood Sci.*, 62, 29-41.
- 科学朝日 (1988) はいてくすくえあ ピエゾフィルム. 10, 68-73.
- 木村 実・畠 山兵衛・中野 準三 (1975) TBA 法によるリグニンおよびモデルポリマーの力学的挙動. *木材学会誌*, 21, 624-628.
- 北原 龍士・松本 昴 (1974) 木材の力学的損失の温度依存性. *木材学会誌*, 20, 349-354.
- Knuffel, W. (1988) The piezoelectric effect in structural lumber. Part II. The influence of natural defects. *Holzforschung*, 42 (4), 247-252.
- Knuffel, W. and Pizzi, A. (1986) The piezoelectric effect in structural lumber. *Holzforschung*, 40 (3), 157-162.
- 前田 秀篤・志村 幸雄・津田 圭四郎・深田 栄一 (1981a) ケラチン繊維の電気力学的性質に及ぼす水分子の効果, *J. Polymer. Sci. Polymer Phys. Ed.*, 128, 27-31.
- 前田 秀篤・志村 幸雄・津田 圭四郎・深田 栄一 (1981b) 天然繊維の電気力学的性質 (II) - 吸湿した竹の場合 - . 繊維高分子材料研究所研究報告, 130, 33-36.
- 前田 秀篤・志村 幸雄・津田 圭四郎・深田 栄一 (1981c) 天然繊維の電気力学的性質 (III) - 竹のイオンの量を変えた場合 - . 繊維高分子材料研究所研究報告, 130, 37-41.
- Mark R.E. (1967) *Cell Wall Mechanics of Tracheids*. New Haven and London, Yale University Press, pp.277.
- 宮田 清蔵・古川 猛夫 (1988) 強誘電ポリマー. 高分子新素材 onepoint-14, 共立出版.
- 武藤 佳恭 (2013) エネルギーハーベスティング (床発電と温度差発電). *応用物理*, 82, 964-968.
- Nakai, T., Igushi, N. and Ando, K. (1998) Piezoelectric behavior of wood under combined compression and vibration stress I: relation between piezoelectric voltage and microscopic deformation of Sitka spruce (*Picea sitchensis* Carr.). *J. Wood Sci.*, 44, 28-34.
- 日経産業新聞 (1997) 研究ダイジェスト 木材中の水分分布を測定. (1997年9月8日付け).
- Nishimura, H., Okano, T. and Asano, I. (1981) Fine structure of wood cell walls I - Structural features of noncrystalline substances in wood cell wall-. *Mokuzai Gakkaishi*, 27, 611-617.
- Nishinari, K. and Fukada, E. (1980) Viscoelastic, dielectric and piezoelectric behavior of solid amylose. *J. Polym. Sci. Polym. Phys. Ed.*, 18, 1609-1619.
- 則元 京・中坪 文明・山田 正 (1973) リグニンの誘電特性. *材料*, 22, 61-66.
- 則元 京・山田 正 (1967) 木材の剛性率および誘電特性におよぼす含水率の影響. *木材研究*, 41, 36-46.
- Norimoto, M. and Yamada, T. (1972) The dielectric properties of wood VI. On the dielectric properties of the chemical constituents of wood and the dielectric anisotropy of wood. *Wood Research*, 52, 31-43.
- Norimoto, M. and Yamada, T. (1973) On relationship between dielectric properties and crystallinity of cellulose. *Wood Research*, 54, 19-30.
- Pizzi, A. and Eaton, N. (1984) Correlation between molecular forces in the cellulose I crystal and the piezoelectric effect in wood. *Holzforschung und Holzverwertung*, 36 (1), 12-14.
- Sasaki, S. and Fukada, E. (1975) Sign inversion in piezoelectric temperature variation in cellulose triacetate. *Rep. Prog. Polym. Phys. Jpn.*, XVIII, 361-364.
- Sasaki, S. and Fukada, E. (1976) Deformation of the crystal lattice by water absorption and piezoelectricity of cellulose triacetate. *J. Polym. Sci. Polym. Phys. Ed.*, 14, 565-567.
- Shamos, M.H. and Lavine, L.S. (1967) Piezoelectricity as a fundamental property of biological tissues. *Nature*, 21, 267-269.
- Smetana, J.A. and Kelso, P.W. (1971) Piezoelectric charge density measurements on the surface of Douglas-fir. *Wood Sci.*, 3 (3), 161-171.
- 祖父江 信夫 (1991) 圧電現象を利用した木材の破壊機構の解析法の開発に関する基礎研究. 平成2年度科学研究費補助金(一般研究(C))研究成果報告書(課題番号 01560182), 研究代表者 祖父江信夫.
- 祖父江 信夫・柴田 芳孝・水沢 武 (1992) X線測定

- による木材の収縮過程における結晶格子ひずみ. 木材学会誌, 38 (4), 336-341.
- 鈴木 養樹 (1992) 2. 木材及びセルロース誘導体の圧電緩和. 高機能性材料としてのセルロース誘導体の開発のための基礎的研究, 平成3年度科学研究費補助金(一般研究(C))研究成果報告書(課題番号 02660170) 研究代表者平井 信之, 6-16.
- 鈴木 養樹 (1994) V. 木材・セルロースおよびセルロース誘導体の圧電緩和. 高機能性セルロース誘導体の開発, 平成5年度科学研究費補助金(総合研究(A))研究成果報告書(課題番号 05302058), 研究代表者平井 信之, 40-49.
- 鈴木 養樹 (1997) 木材表面の圧電的電位検出による非破壊測定の試み. 木材工業, 52 (1), 20-23.
- 鈴木 養樹 (1998a) 木材の圧電緩和(第4報) 低温度域での圧電緩和に及ぼす吸着水の影響. 木材学会誌, 44 (4), 231-240.
- 鈴木 養樹 (1998b) 低温度域における木材の圧電緩和と二相系モデルによる解析. 東京大学博士論文.
- 鈴木 養樹 (2001) 木材の圧電現象とその利用. 木材工業, 56 (1), 2-6.
- 鈴木 養樹・平井 信之 (1995) 木材の圧電緩和(第2報) 低温度域における圧電緩和に対する二相系モデルの適用. 木材学会誌, 41 (3), 271-280.
- 鈴木 養樹・平井 信之 (1998) 木材の圧電緩和(第3報) 木材の圧電緩和におよぼす脱リグニン処理の影響. 木材学会誌, 44, 162-169.
- 鈴木 養樹・平井 信之・池田 正行 (1992) 木材の圧電緩和(第1報) 圧電緩和に及ぼす樹種および微細構造の影響. 木材学会誌, 38 (1), 20-28
- Suzuki, Y., Kataoka, Y. and Matsui, H. (2003) Electrical properties of composite cyanoethylated pullulan film. J. Wood Sci., 49, 100-103.
- 鈴木 養樹・松井 宏昭 (2002) リサーチトピックス 電子機能性を持つ新しいセルロース材料の開発. 森林総合研究所所報, 13, 3.
- 鈴木 養樹・谷内 博規・田中 良平・平井 信之 (1997) 液体アンモニア処理木材の圧電緩和挙動. 材料, 46, 1323-1328.
- 鈴木 養樹・戸川 英二・櫻川 智史・齊藤 将人 (2018) CNF 包含紙の圧電温度特性について. セルロース学会第25回年次大会講演要旨集, 120-121.
- 住田 雅夫 (1999) 高分子の新展開 平成11年度日本学術会議木研連シンポジウム 21世紀の展望 - 循環型社会の実現を目指して -Part-I, 25-27.
- Tajitsu, Y. (2016) Development of environmentally friendly piezoelectric polymer film actuator having multilayer structure. J. J. Appl. Phys., 55, 04EA07-1-9.
- 高柳 素夫・芳野 政継 (1962) レオロジー入門, 粘弾性吸収法. 東洋ボールドウィン(株), 16.
- 堤 寿一・渡辺 治人 (1966) 木材の誘電的挙動に関する研究(第2報) 含水率が誘電率 ϵ' および誘電損失 ϵ'' に及ぼす影響について. 木材学会誌, 12 (3), 115-118.
- 趙 広傑・則元 京・山田 正・師岡 淳郎 (1990) 木材に吸着した水の誘電緩和. 木材学会誌, 36 (4), 257-263.
- Venkateswaran, A. (1973) Effect of compression on electrical properties of wood and cellulose. Forest Prod. J., 5 (3), 230-234.
- Wada, M., Sugiyama, J. and Okano, T. (1994) The monoclinic phase is dominant in wood cellulose. Mokuzai Gakkaishi, 40 (1), 50-56.
- Wada, M., Sugiyama, J. and Okano, T. (1995) Two crystalline phase ($I \alpha / I \beta$) system of native celluloses in relation to plant phylogenesis. Mokuzai Gakkaishi, 41 (2), 186-192.
- 山城 知信 (1989) カニの甲皮の圧電性. 応用物理, 58 (3), 411-413.
- 山城 知信 (1994) 植物の圧電的性質(IV). 第55回応用物理学会学術講演予稿集 No.3, 1049.
- 保田 岩夫 (1974) 骨の振動とその圧電気現象. 精密機械, 40 (1), 48-52.
- Yasuda, Y., Akamatsu, M., Tani, M., Yoshida, M., Kondo, K. and Iijima, T. (2001) Preparation of lead zirconate titanate thick films by Arc-discharged reactive ion-plating method. Jpn. J. Appl. phys., 40, 5518-5522.

Piezoelectric phenomena of Wood and Cellulose Materials and Utilization

Youki SUZUKI ^{1)*}

Abstract

The piezoelectric effect of wood is explained using practical examples. The mechanisms of piezoelectricity in wood, cellulose, and cellulose derivatives are analyzed based on observations of the relationship between piezoelectric temperature and dielectric and elastic properties. The piezoelectric temperature dispersions characteristics are different in various wood species. Liquid ammonia treatment, delignification treatment, and non-crystalline treatment causes variations in the piezoelectric behaviors. The relationship between the crystallinity and the components of wood chemical structure is analyzed using the two-phase model. The cellulose derivatives are explained in the outline about a highly utilization.

Finally, some recommendations are made, such as the development of device, the development of a non-destruction evaluation method, and the clarification of the piezoelectric behavior in a living tree.

Key words : piezoelectricity, wood, cellulose, cellulose derivatives

Received 25 September 2018, Accepted 17 December 2018

1) Department of Wood Properties and Processing, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

* Department of Wood Properties and Processing, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 JAPAN; e-mail: youki@ffpri.affrc.go.jp

論文 (Original article)

スギ内装材を施工した実験室での揮発性有機化合物濃度の経時変化

松原 恵理^{1)*}

要旨

木材及び木質建材から放散する揮発性の高い化合物はテルペン類であり、木質環境の快適性との関係性も示唆されている。また、テルペン類は、総揮発性有機化合物の室内濃度に影響を与えることが推察されている。これまでの研究報告では、内装木質化直後から長期間にわたって、テルペン類の推移を追跡した研究は見当たらない。そこで、本研究では実験室の床と壁に内装材を施工して、施工翌日から約二年間にわたり室内の揮発性化合物を分析した。定量対象物質は、炭化水素類、アルコール類、カルボニル化合物等の計 51 種として、併せて、ヘキサンからヘキサデカンまでの未知成分の半定量値を算出した。さらに、換気回数及び温度と相対湿度を測定した。室内空気中の化合物分析の結果、内装木質化により実験室内のテルペン類濃度が大幅に増加し、全実験期間を通してテルペン類の放散量が最も多かった。テルペン類の気中濃度は、施工直後と夏期の気温が高い時期には高い値を示すが、施工から約 2 年経過後には、施工翌日に比べて 0.15 % の濃度にまで減衰した。ホルムアルデヒド等の室内濃度指針値が定められている 8 物質については、実験期間中はいずれも指針値以下であった。本実験室の換気回数は 1.1 回/h であり、実験室内は、年間を通して温度は 6 ~ 32 °C、相対湿度は 47 ~ 63 % の範囲内であった。

キーワード：木質内装材、スギ、揮発性有機化合物、テルペン類

1. はじめに

日本には豊富な木材資源があり、木材活用に対する消費者ニーズが高い教育施設や医療・福祉施設等の建築物における木造率の増加傾向が報告されている（内閣府 2011, 林野庁 2018）。また、木造化・内装木質化が人の快適性に及ぼす影響に関する研究として、節の面積率は低いほど見た目の好ましさが増える（松本ら 2016）ことや、事務所の内装に用いることで人に好ましい印象をもたらす（末吉・森川 2016）こと等が報告されている。さらに、内装材の香りと見た目が主観的な疲労感の軽減へと繋がる可能性も示唆されており（Bamba and Azuma 2017）、公共建築物や住居での木材活用が人の身心の健康に及ぼす効果は大きいと考えられる。

建材から放散する「木の香り」は、主に、モノテルペン類（炭素数 10）とセスキテルペン類（炭素数 15）で構成され、木材の化学成分の中では比較的揮発性が高い成分の混合物である。一方で、室内に存在する揮発性有機化合物（Volatile Organic Compound: VOC）に関しては、現在、13 種の物質の指針値と TVOC（総揮発性有機化合物）の暫定目標値が設定されている（厚生労働省 2001）。TVOC 値とは、ヘキサンからヘキサデカンまで（炭素数 6 から 16 まで）に含まれる成分の総和であり、木材由来のテルペン類もその一部に含まれる。そのため、これまでも、木造化や内装木質化が TVOC 値に与える影響について検討されてきた。それらの報告では、無垢材を多用

することにより TVOC 値が増加することが示されており（吉田ら 2004, 樋田ら 2007b, 溝口・堀 2008）、また、テルペン類の放散量に季節変動性があること、木質建材に用いられる樹種が室内の成分組成に影響を与えることが示されている（清水ら 2017, 山下ら 2017）。しかし先行研究はいずれも、内装木質化から時間が経過した後に計測を開始したものであり、施工直後から長期にわたり、テルペン類濃度の経時変化を明らかにし、TVOC 値への影響を追跡した研究は見当たらない。

日本工業規格 JIS A 1965:2015「室内及び試験チャンバー内空气中揮発性有機化合物の TenaxTA® 吸着剤を用いたポンプサンプリング、加熱脱離及び MS 又は MS-FID を用いたガスクロマトグラフィーによる定量」では、VOC 成分の濃度算出において、標準物質が入手可能な場合は、個別の物質で検量線を作成して定量するが、その他の場合は、トルエンの検量線の傾きを用いて定量することと定められている。また、当該規格では、個々の化合物の感度がトルエンとは大幅に異なることがあり、トルエン換算値で表された TVOC は半定量的であるとも注記されている。一般的に α -, β -ピネン、リモネンはテルペン類として個別の標準物質を用いて定量され、その他の成分については個々の成分は同定せず、未知成分群としてトルエン換算により濃度を算出することが多い。また、より化学構造の近い物質を用いた濃度算出方法も報告されている（清水ら 2017, 佐伯ら 2018）。しかし、これまでに

原稿受付：平成 30 年 11 月 8 日 原稿受理：平成 30 年 12 月 21 日

¹⁾ 森林総合研究所 複合材料研究領域

* 森林総合研究所 複合材料研究領域 〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1

異なる標準物質を用いて室内濃度を比較した研究は報告されていない。

そこで本研究では、研究所（つくば市）の実験棟の一室に内装材を施工して、テルペン類を含む VOCs、アルデヒド類の室内濃度を施工直後から二年間にわたり調査するとともに、換気回数及び温度と相対湿度を測定した。

2. 方法

2.1 実験室の概要

研究所（つくば市）の木質耐震・快適性工学実験棟（築 20 年超、鉄筋コンクリート（RC）造、2 階建）の 2 階にある 1 室をモデル実験室として用いた。本実験室内には窓と扉が一つずつある。窓は日除けのブラインドを下しており、揮発性成分捕集日の午前中に 30 分間換気する以外は、常時閉じたままとした。扉は、捕集と年に数回行われる点検のために開閉する程度で、基本的には閉じたままとした。実験室の平面図は Fig.1 に示す通りであり、のべ床面積 11.7 m²、天井高 2550 mm、室容積 29.9 m³ の実験室である。稼働していないドラフトチャンバーが 1 台と流し台が 1 台、壁面に接した形で置かれていたため、これらの場所には、後述する木製フローリング材を施工しなかった。また、天井や床、壁の仕上げ及び下地材は、Table 1 に示す通りである。

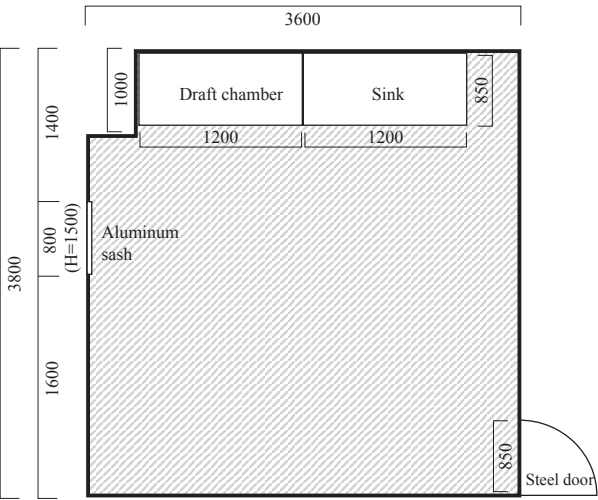


Fig. 1. 実験室の平面図
フローリング材の貼付位置を斜線で示した。

Table 1. 実験室の仕様

	Original finish materials	Added materials
Ceiling	Rock wall acoustic material	
Floor	Vinyl flooring	Sugi flooring
Wall	Underlayment: Polyurethane, Plaster board Finish: Synthetic resin emulsion	Sugi interior panel/ pedestal
Window	Aluminum sash	

実験材料として三重県産スギ材を用いた。製材し栈積みして含水率 20 % 以下まで乾燥後、以下に示す内装材を作製した：フローリング材（120 × 15 × 3600 mm）、実験用に設えた内装木製パネル（800 × 35 × 800 mm）、パネル台座（130 × 35 × 75 mm、凹部：35 × 20 mm）、縁材（15 × 15 × 3600 mm）。これらの工程は三重県内の業者に委託して行った。施工時は、実験室の床に 30 cm 間隔で置いた根太の上に、約 30 枚のフローリング材を敷き、木ねじ（φ 3.3 × 30 mm）で留め付けた。内装木製パネルは、板材の周辺に枠を取り付ける形とした。台座と併せて腰壁ほどの高さになるように設計し、合計 10 枚のパネルを作製して 4 面の壁際に設置した。使用した木材量は、全てを合わせて 17.2 m² であった。施工後の各内装材と成分捕集用機器の写真を Fig. 2 に示す。なお、施工は 2016 年 2 月 27 日に実施した。

2.2 揮発性成分分析

2.2.1. 捕集

内装材施工前の室内の成分組成を把握するために、内装施工日以前の 2016 年 2 月 17 日に一度捕集し分析を行った。また、内装施工翌日以降について、20 日後までは 2 ～ 4 日に 1 度のペースで捕集し、その後は各季節（春・夏・秋・冬）の中で 1、2 度、1 ～ 2 ヶ月半程度の間隔を空けて実施した。Table 2 に全ての捕集日に加えて、施工からの経過日数、捕集時の温度と湿度を示した。

捕集は、測定マニュアル（厚生労働省 2001）に準じて行った。まず、捕集開始 5 時間前（午前 8 時半）に実験室の窓と扉を開けて 30 分間換気をした後、窓と扉を閉め、実験室を締め切った状態で保ち、その後、午後 2 時から捕集を行う作業工程とした。この工程は、全実験日にお

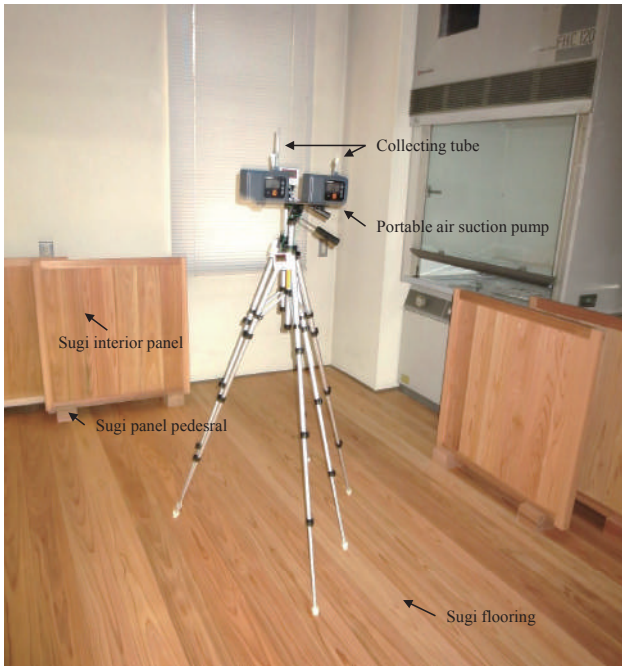


Fig. 2. 内装材と成分捕集用機器

Table 2. 成分捕集日程および捕集時の温度と相対湿度

Year	2016															2017								2018
Month/Day	2/17	2/28	2/29	3/2	3/4	3/6	3/8	3/11	3/14	3/18	4/27	5/24	8/4	9/2	11/14	1/27	3/1	6/26	7/24	9/15	10/31	12/2	2/19	
Elapsed days (day)	Pre	1	2	4	6	8	10	13	16	20	60	87	159	188	261	335	368	485	513	566	612	664	723	
Temperature (°C)	15.5	14.9	13.8	13.1	14.9	15.7	18.8	12.1	9.2	15.4	23.5	27.3	32.2	31.1	17.1	7.5	11.2	28.4	31.5	27.5	20	9.1	9.1	
Humidity (%)	41	43	55.5	35.5	45.5	54	63	52	61	53	54	35	61	52.4	68.3	50.5	48.5	58	59	59	46.5	53	40	

いて統一した。また、実験室内の中央に携帯型空気吸引ポンプ（MP-Σ 30N ないし 300N、いずれも柴田科学（株）社製）と捕集管を取り付けた三脚を設置して、アクティブサンプリング法にて捕集を行った。捕集管の採取口の高さは床から 1.3 m とし、捕集管の種類は二種類である。一つは、Tenax TA 捕集管（揮発性有機化合物捕集用、Perkin Elmer 社製）であり、流速 0.1 L/分にて 30 分間通気（総通気量 3 L）して、成分を捕集した。もう一つは、InertSep mini AERO DNPH カートリッジ（ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド用、GL Sciences 社製）であり、流速 1 L/分にて 30 分間通気（総通気量 30 L）して捕集した。

2.2.2 機器分析

実際の分析については大気化学分析の専門会社に委託して行った。分析委託に先立ち、分析項目及びテルペン類濃度の算出方法について検討した。

本研究での定量対象物質については、Table 3 に示す。族別にみると、脂肪族炭化水素類 11 種、芳香族炭化水素類 12 種、テルペン類 10 種、ハロゲン類 8 種、エステル類 2 種、アルデヒド類・ケトン類 4 種、アルコール類 2 種、ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドとした。

Table 3 に示す脂肪族炭化水素類からアルコール類までの VOCs（モノテルペン類、セスキテルペン類、ジテルペン類を除く）は、加熱脱着装置付きのガスクロマトグラフ質量分析計（TD-GC/MS）にて分析して、個々の標準物質で作成した検量線により気中濃度を算出した。また、ヘキサンからヘキサデカンまでの未知 VOCs のうち、テルペン類以外はトルエン換算にて濃度を算出した。未知 VOCs のうちのテルペン類については、予め、水蒸気蒸留装置を用いて、実験材料と同県産のスギ材からテルペン類を抽出し、その抽出液（精油）を GC/MS で分析することで、個々のテルペン類の化合物情報を収集した。その上で、未知 VOCs の中から上記情報と一致するテルペン類成分を選別して、モノ、セスキ、ジテルペン類のいずれかに分類した。さらに、分類したテルペン類について、二種類の標準物質を用いて検量線を作成して、気中濃度を算出した。一方は、トルエンを用いた検量線で濃度を算出した。他方はテルペン類である α -ピネンと

Table 4. 加熱脱着装置付きガスクロマトグラフ質量分析計（TD-GC/MS）の分析条件

Thermal desorption apparatus	Turbo Matrix ATD (Perkin Elmer Co.)
Sorbent tube	Tenax TA 60/80
Desorption condition	260 °C (10 min)
Analytical sorbent trap	Packed trap tube TENAX
Desorption condition	5 °C –(40 °C /s) –280 °C (45 min)
GC/MS apparatus	6890GC/5973 N MSD (Agilent Technologies, Inc.)
Column	HP-VOC (0.32 mm ϕ $\times$ 60 mm, f.t 1.8 mm)
Oven temperature	35 °C (2 min) –(15 °C /m) –95 °C – (2.5 °C /m) –105 °C –(5 °C /m) –250 °C (5 min)
Measured mass range	SCAN 35-550

Table 5. 高速液体クロマトグラフィー（HPLC）の分析条件

Apparatus	Agilent 1260 Infinity LC System
Column	InterSustain C18 (4.6 mm ϕ $\times$ 250 mm)
Mobile phase	Acetonitrile: Water (52:48) , Gradient
Flow rate	1.2 mL/min
Detection	UV 360 nm

β -オイデスマールを用いた検量線であり、モノテルペン類に分類された成分は α -ピネン、セスキテルペンとジテルペン類に分類された成分は β -オイデスマール換算値とした。定量対象物質の濃度とヘキサンからヘキサデカンまでに含まれる成分（未知テルペン類のトルエン換算値を含む）の濃度を合計したものを TVOC 値とした。本研究で用いた分析条件を Table 4 に示した。

ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドは、DNPH (2,4-ジニトロフェニルヒドラジン) カートリッジに捕集して誘導体化し、アセトニトリルで抽出した後に 5ml に定容した。この試料溶液をクロマトグラフィーにて分析した。標準物質としてアルデヒド・ケトン -DNPH 標準混合試料（GL Sciences 社製）を用いて検量線を作製し、空气中濃度を算出した。本研究で用いた分析条件を Table 5 に示した。

Table 3. 定量対象物質の分類

Family	VOCs
Aliphatic hydrocarbons	n-Hexane
	Heptane
	Octane
	Nonane
	Decane
	Undecane
	Dodecane
	Tridecane
	Tetradecane
	Pentadecane
	Hexadecane
Aromatic hydrocarbons	Benzene
	Toluene
	Ethylbenzene
	Xylene
	Styrene
	m-Etyltoluene
	p-Etyltoluene
	1,3,5-Trimethylbenzene
	o-Etyltoluene
	1,2,4-Trimethylbenzene
Terpenes	1,2,3-Trimethylbenzene
	1,2,4,5-Tetramethylbenzene
	α -Pinene
	β -Pinene
	D-Limonene
	Camphene
	Myrcene
	Camphor
	Borneol
	α -Terpineol
	Cedrol
	β -Eudesmol
	Monoterpenes
	Sesquiterpenes
Halogens	Diterpenes
	Chloroform
	1,2-Dichloroethane
	Trichloroethylene
	1,2-Dichloropropane
	Bromodichloromethane
	Dibromodichloromethane
	Tetrachloroethylene
	p-Dichlobenzene
Esters	Ethyl acetate
	Butyl acetate
Aldehydes/Ketones	Ethyl methyl Ketone
	Methyl isobutyl ketone
	Nonanal
	Decanol
Alcohols	1-Propanol
	1-Butanol
Aldehydes (HPLC)	Formaldehyde
	Acetaldehyde
TVOC	

一部、半定量物質を含む。

2.3 換気回数測定

実験室の換気回数測定は、トレーサーガス発生器を用いた PFT (Perfluorocarbon Tracergas Technique) 法 (金ら 2009) を用いた。トレーサーガスにはヘキサフルオロベンゼンを用い実験室内でトレーサーガスを発生させ、締め切った状態で 24 時間保持した後、空気中のトレーサーガスを捕集して TD-GC/MS に供した。サンプリングには、アクティブサンプリング法を用いた。換気回数測定は、2017 年 9 月と 2018 年 2 月に各 1 回ずつ行った。空間容積等の要素を考慮した以下の式より、換気回数を算出した。

$$N = Sp/V \times C_t$$

N: 換気回数 (回/h)

Sp: トレーサーガス放散速度 ($\mu\text{g/h}$)

V: 部屋の容積 (m^3)

C_t : トレーサーガス供給開始から t 時間後の濃度 ($\mu\text{g/m}^3$)

2.4 温度と相対湿度計測

実験室内の温度と相対湿度は、実験室及び実験室の隣室 (内装材無施工)、廊下の 3 か所で連続して計測した。各々の場所に三脚を立てて三脚の雲台に温湿度計 (T&D (株) 製、TR-72Ui) を常置して、実験期間を通じて記録した。

2.5 統計処理

温度と相対湿度については、平均値±標準誤差で示した。テルペン類の半定量値の比較、テルペン類及びアルデヒド類濃度と温度、相対湿度との関係については、Pearson の積率相関係数を求めた。有意水準は 5 % とした。統計解析ソフトには SPSS Statistics version 25 (IBM 社製) を用いた

3. 結果

3.1 揮発性有機化合物濃度の経時変化

3.1.1 化合物種毎の濃度推移

内装材施工前、及び施工直後から約二年にわたり、実験室内の揮発性有機化合物を捕集して分析した。Table 3 の族別ごとの濃度を Fig. 3 に示した。計測期間を通して最も濃度が高いのはテルペン類であり、特に施工直後は $6,000 \mu\text{g/m}^3$ 以上で、約 2 週間後でも $1,000 \mu\text{g/m}^3$ 以上の高値を示した。施工後約 3 週間が経過する頃には $450 \mu\text{g/m}^3$ 以下となった。施工後半の夏期では、気中濃度が再度増加することを確認した。その他の VOCs について、芳香族化合物類は捕集時期によってはやや高い値を示すことがあったが、アルデヒド類・ケトン類やアルコール類は時期を問わず、ほぼ一定量検出された。脂肪族炭化水素類やエステル類、ハロゲン類は計測期間を通じて全く検出されないか、検出されても極僅かであった。また、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドは夏期に濃度が増加し、冬期に低下する傾向がみられた。さらに、室内濃度指針値が定められている物質 (厚生労働省 2000)

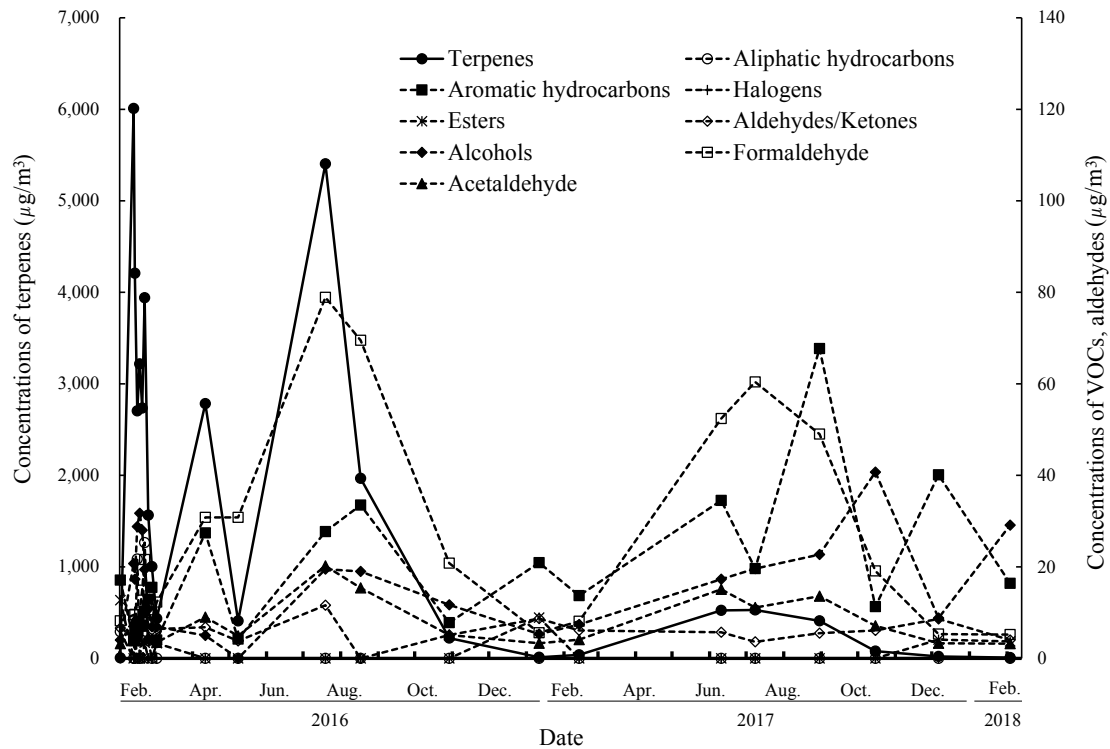


Fig. 3. 揮発性有機化合物（VOCs）とアルデヒド類の気中濃度の経時変化

族別の総濃度を捕集日ごとに示した。

縦軸（左）：テルペン類濃度

縦軸（右）：VOCs 及びアルデヒド類の濃度

横軸：内装施工後の時間経過

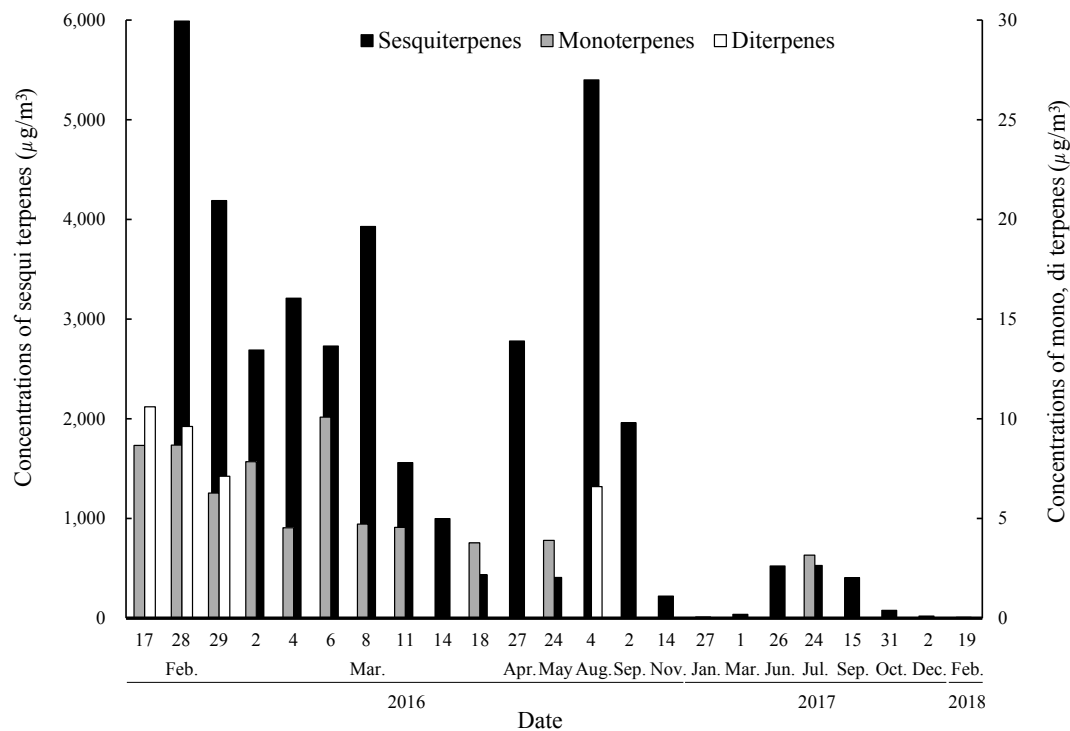


Fig. 4. テルペン類別の気中濃度の経時変化

テルペン類別に算出した濃度を捕集日ごとに示した。

縦軸（左）：セスキテルペン類濃度

縦軸（右）：モノテルペン類とジテルペン類の総和

横軸：捕集日

のうち8物質（テトラデカン、トルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレン、p-ジクロロベンゼン、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド）を分析したが、いずれも計測期間を通じて指針値以下であった。

3.1.2 テルペン類の種類別の濃度推移

α -ピネン等10成分の定量値とモノ、セスキ、ジテルペン類のいずれかに属する成分の半定量値（トルエン換算）の総和を算出して、Fig. 4に示した。類別にみると、セスキテルペン類の気中濃度が最も多く、比率は、モノテルペンとジテルペン類の濃度を合わせても、全期間を通じてセスキテルペン類の1%以下であった。

3.1.3 TVOC値に対するテルペン類の占有割合

TVOC値に対して、モノ、セスキ、ジテルペン類濃度（トルエン換算）の総和が占める割合をTable 6に示した。多少の変動はみられるが、内装材施工後約2ヶ月経過した時点で97.2%、半年で93.5%、1年で49.1%、1年半で72.1%、2年で12.6%となり、時間経過とともにテルペン類の占有割合が減少した。

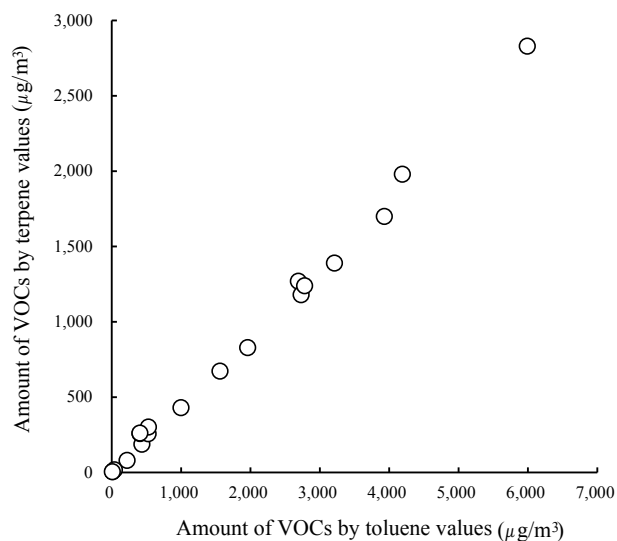


Fig. 5. トルエン換算値とテルペン換算値の関係

3.1.4 トルエン換算値とテルペン換算値の比較

未知テルペン類は、二種類の標準物質を用いて検量線を作成して濃度を算出した。トルエン検量線を用いて換算した濃度と α -ピネンまたは β -オイデスマール検量線を用いて換算した濃度について比較したところ、両者には $r=0.997$ ($p<0.01$) の高い相関関係が認められ (Fig. 5)、トルエン換算値とテルペン換算値の比は 2.1 ± 0.3 であった。

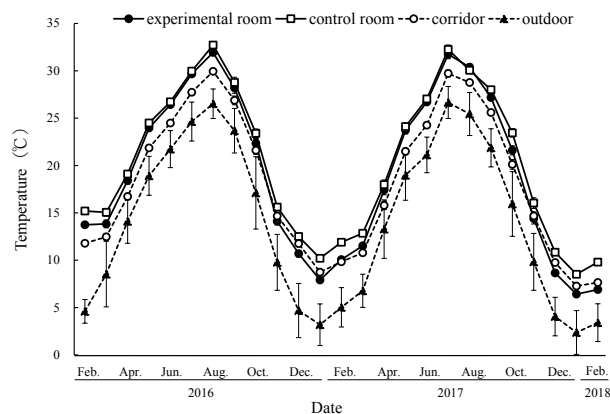


Fig. 6. 温度の経時変化

測定月毎の平均を平均値±標準誤差で示した。
縦軸は温度、横軸：内装施工後の時間経過

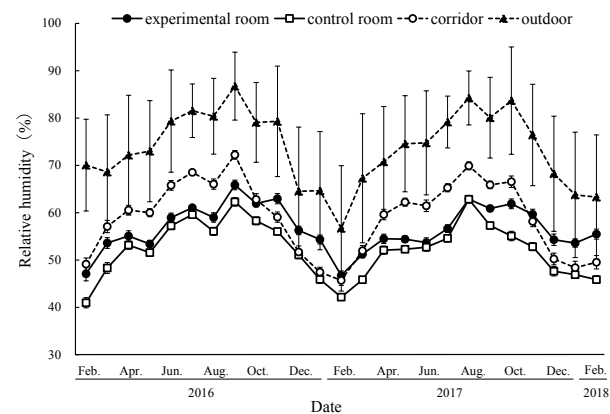


Fig. 7. 相対湿度の経時変化

測定月毎の平均を平均値±標準誤差で示した。
縦軸：相対湿度、横軸：内装施工後の時間経過

Table 6. テルペン濃度が総揮発性有機化合物 (TVOC) 値に占める割合

Year	2016														2017								2018
Month/Day	2/28	2/29	3/2	3/4	3/6	3/8	3/11	3/14	3/18	4/27	5/24	8/4	9/2	11/14	1/27	3/1	6/26	7/24	9/15	10/31	12/2	2/19	
Elapsed days (day)	1	2	4	6	8	10	13	16	20	60	87	159	188	261	335	368	485	513	566	612	664	723	
Total terpenes (μg/m ³)	6009	4208	2703	3218	2735	3940	1565	1003	435	2784	408	5404	1967	221	12	38	524	529	410	78	21	9	
Total terpenes /TVOC × 100 (%)	99	99	97	98	97	97	97	96	92	97	90	97	93	81	19	49	81	82	72	48	23	13	

3.2 換気回数測定

実験室内の換気回数を測定するために、ヘキサフルオロベンゼンをトレーサーガスとして用いて測定した。第一回目の実験は、2017年9月21日の12時20分～翌22日の14時20分までとし、第二回目は2018年2月1日の15時45分～翌2日の16時45分までの間で行なった。2回の測定結果は、1.2回/h(9月)、0.9回/h(2月)であった。また、測定時の室内平均温度は、 28.1 ± 0.5 (°C) (9月) および、 5.7 ± 0.3 (°C) (2月) であり、室外平均温度は 23.0 ± 2.7 (°C) (9月) および、 2.0 ± 1.5 (°C) (2月) であった。

3.3 実験室内温度及び相対湿度の推移

実験室と実験室の隣室、廊下の3か所に温湿度計を設置して、温度と相対湿度を連続して記録した。研究所内苗畑に設置された気象観測装置で測定したデータ(実験室外)を加えて、一ヶ月毎の平均値をFig. 6とFig. 7に示した。室外と廊下に比べて、実験室と隣室の温度や相対湿度は変動が小さいことが分かった。また、計測場所毎の温度(°C)の最大値と最小値は、各々、実験室 31.9 ± 0.7 、 6.4 ± 0.7 、対照室 32.7 ± 0.3 、 8.5 ± 0.2 、廊下 29.9 ± 0.2 、 7.3 ± 0.2 、室外 26.7 ± 1.7 、 2.4 ± 2.3 であり、相対湿度(%)は、実験室 63.0 ± 2.4 、 47.1 ± 2.1 、対照室 62.9 ± 0.6 、 41.0 ± 1.1 、廊下 72.2 ± 0.9 、 45.7 ± 1.1 、室外 84.3 ± 5.7 、 56.7 ± 13.2 であった。

3.4 テルペン類とアルデヒド類の気中濃度と温度・相対湿度との関係

テルペン類とホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの気中濃度について、実験室内の温度と相対湿度との相関性を検討した。温度とホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドに関しては高い相関関係がみられた($r=0.94$: $p<0.01$ 、 $r=0.81$: $p<0.01$)。テルペン類については温度、湿度ともに相関関係は認められなかった。

4. 考察

本研究では、木質内装材施工直後からVOCs及びアルデヒド類、温湿度を測定、約二年にわたり経時的な変化を調査した。また、室内の換気回数を測定した。空気中の成分濃度を分析した結果、ほぼ全実験期間を通じてテルペン類の放散量が最も多く、ホルムアルデヒド等の室内濃度指針値が定められている8物質については、いずれも指針値以下であった。本実験室の換気回数は平均1.1回/hであり、実験室内の温湿度は、年間を通して6～32°C、47～63%の範囲内で推移した。

揮発性有機化合物濃度の経時変化について、多くの先行研究(吉田ら2004、樋田ら2007b、溝口・堀2008、清水ら2017、山下ら2017)で報告されている通り、内装木質化により実験室内のTVOC値が増加し、特に、テルペン類濃度が大幅に増加することが分かった(Fig. 3)。また、

施工直後は最も室内濃度が高く、その後は時間経過に伴い減衰し、施工後半年の夏期には施工直後の濃度に達するまでに再増加するが、一年半が経過した後には増加の程度が小さかった。ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドについては、いずれも室内濃度の指針値以下ではあったが、夏期に濃度が増加して冬期に低下し、気温上昇と低下に伴う季節変動性が推察された。清水ら(2017)の研究で、テルペン類放散量が季節の影響を受けることが報告されており、吉田ら(2004)や山田ら(2005)によると、ホルムアルデヒドは室内の温度変化に依存して低減あるいは上昇し、時間経過による低減効果が小さいことが指摘されている。本研究結果と比較すると、テルペン類の放散は先行研究と同様に温度の影響を受けたと言える一方で、施工から一年以上が経過すると室内濃度の増加が抑えられており、温度上昇以外の影響も示唆された。また、アルデヒド類についても施工半年と施工後一年半ではやや濃度の減衰が見られたが、テルペン類に比べると、本実験期間においては温度による影響の大きさが推察された。吉田ら(2004)は、アセトアルデヒドは時間経過による低減効果が大きいと指摘しており、樋田ら(2007a)は、無垢材や珪藻土等の天然由来材料を多用した住宅の方がアセトアルデヒドの気中濃度が低いことを示唆している。また、Tohmura et al. (2012)は木材にエタノールが添加されることによりアセトアルデヒドの生成が起こることを報告しているが、本実験環境での溶媒使用の実績はなく、内装仕様のいずれかがアセトアルデヒドの放散に影響したものと考えられた。

本実験室の換気回数については、建築基準法で定められている住宅等の換気回数(0.5回/h)の約2倍以上であったことが分かった。機械による強制換気等を使用せず自然換気のみという換気設定としたが、本実験室にはドラフトが室内に設置されており、換気口が開放されたままであったため、実際には通常と比べても換気回数が多かったものと考えられた。そのため、先行研究(清水ら2017、山下ら2017)と比較しても、テルペン類の室内濃度の減衰については比較的早く生じた可能性があり、テルペン類の放散に関しては、季節の変動に加えて、部屋の換気回数も強く影響することが推察された。

テルペン類を組成毎にまとめると、セスキテルペン類が主であり、モノテルペン類とジテルペン類の占める割合はごく僅かであり、全期間を通じてセスキテルペン類の1%以下であることが分かった(Fig. 4)。これまでの多くの先行研究(Ohira et al 2009, Matsubara and Kawai 2014, 清水ら2017, 山下ら2017)で、スギ材から放散する成分として δ -カジネンや α -ムウロレン等のセスキテルペン類が報告されており、本研究結果ともよく一致すると考えられた。また、TVOC値に対するテルペン類の占有割合を算出し、Table 6に示した。本研究では、施工後6ヶ月まではテルペン類の占める割合が90%以上であり、その後は、施工後1年で49.1%、2年経つと12.6%となり、

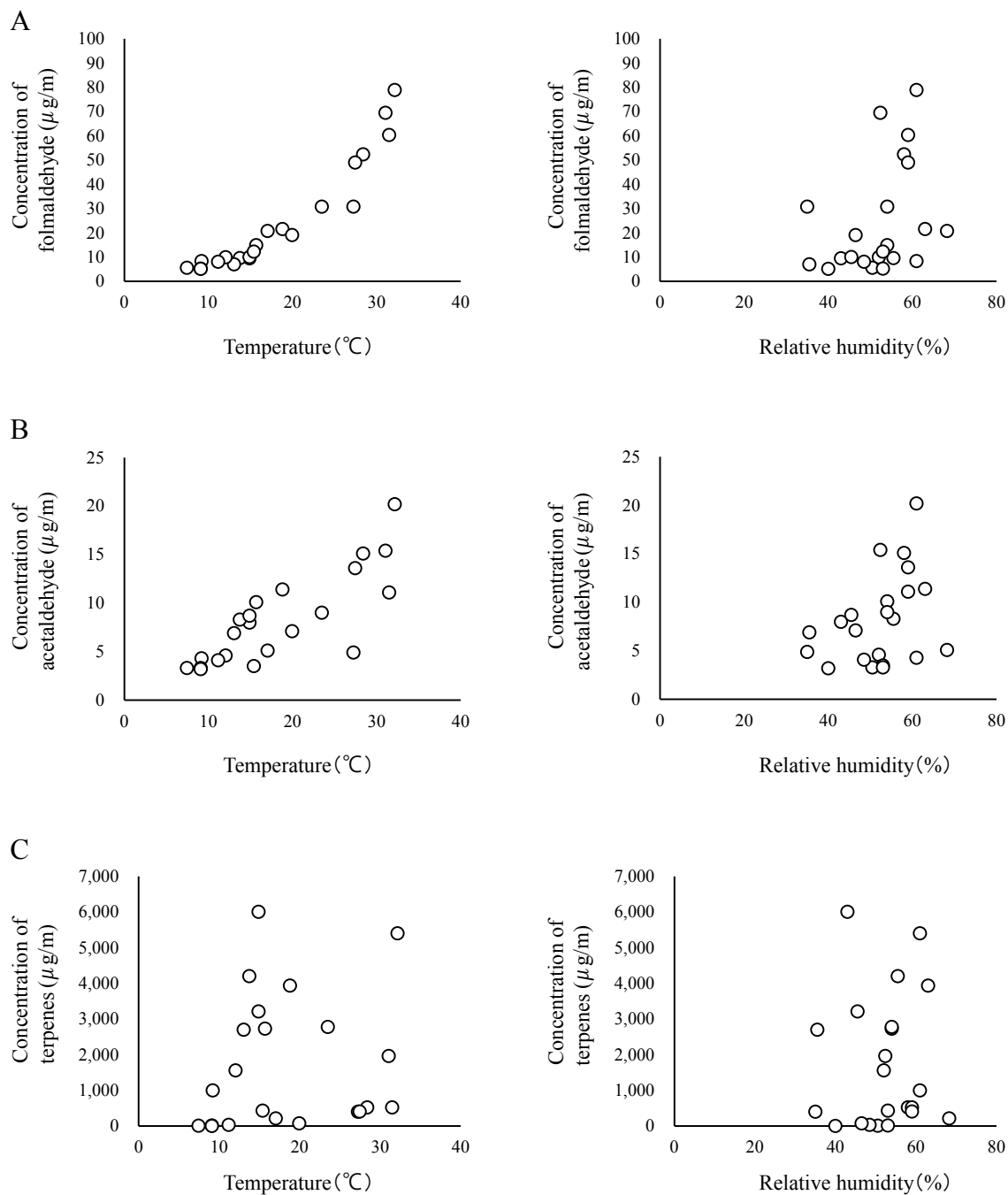


Fig. 8. アルデヒド類とテルペン類の気中濃度と温湿度の関係

A；縦軸：ホルムアルデヒド濃度、横軸：温度ないし相対湿度

B；縦軸：アセトアルデヒド濃度、横軸：温度ないし相対湿度

C；縦軸：テルペン類濃度、横軸：温度ないし相対湿度

TVOC 値に対するテルペン類の割合が徐々に減少することが明らかとなった。山下ら (2017) の研究では、スギやヒノキを構造材として用いた施設において、施工から半年で 94.5 %、1 年後で 84.6 % となり、施工後 1 年が経過しても、主にテルペン類によって TVOC が形成されていると述べられており、本研究結果も少なくとも施工後半年までは、ほぼ同様であったと言える。さらに、未知

テルペン類についてトルエン換算とテルペン類換算で濃度を算出したところ、両者には高い相関関係が認められ (Fig. 5)、濃度比は約 2.1 倍であった。実際の運用上では、簡便性の高いトルエン換算が使われるほうが多いが、個々の化合物の感度がトルエンと異なり、トルエン換算値で表された TVOC 値に対する慎重な意見も報告されている (堀 2010)。本研究で用いた標準物質の妥当性については

検討の余地が残るため、木質環境の的確な把握に向け、未知テルペン類の定量方法については、今後検討していく必要があると考えられた。

実験室及び隣室、廊下で温度と相対湿度を記録し、研究所内の気象観測装置で測定したデータを加えた、一ヶ月毎の平均値を Fig. 6 及び Fig. 7 に示した。特に、相対湿度は、実験室の最大値と最小値との差が最も小さく、内装木質化により室内の湿度環境に影響を及ぼしたことが示唆された。木材の調湿作用についてはよく知られるところであり（則元ら 1997）、本研究で使用了材料も吸放湿性能の高い材料であったことが推察された。また、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒド、テルペン類については、室内の温度と相対湿度との関係を統計的に検証したところ、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドはともに、室内の温度との高い相関関係が認められたが、テルペン類では同様の相関関係が認められなかった（Fig. 8）。Fig. 3 に示す通り、両アルデヒドともに夏期で放散増加がみられ、テルペン類については施工直後の放散量が最も多く、その後は徐々に減衰することが明らかであり、これらの放散特性が相関性に影響したものと考えられた。

5. おわりに

本研究では、内装木質化が室内の揮発性有機化合物等を与える影響について、約二年間にわたり継続的に検証した。テルペン類の放散量は施工直後が最も多く、時間経過に伴う減衰が大きいたことが分かった。「木の香り」は新築やリフォームの直後が最も強く、年月が経つとあまり感じなくなることが多い。本研究では、これらの現象を一部、数値化することができたと考えられる。また、化合物により放散特性が異なる可能性が示唆されることから、施工後しばらくの間と数年以内の夏期には、十分な換気を行う必要がある。建材の種類や施工方法等によって、室内の揮発性有機化合物の組成は大きく変わると考えられるため、今後はより実際の居住空間に近い環境での検証データを蓄積し、木質環境の良さの解明に役立てていきたい。

謝 辞

本研究実施にあたり、材料調達及び加工、内装施工に関して、三浦林商、三浦妃己郎氏、静水舎一級建築士事務所、芝静代氏、NPO 法人もりずむ、藤崎昇氏に多大なご尽力を頂きました。また、揮発性成分の捕集、分析及び換気量測定に関して、(株) MC エバテック、田中浩史氏ならびに分析事業部にご協力を頂きました。実験室仕様や内装材料に関して、複合材料研究領域、宮武敦チーム長に貴重なご助言を頂きました。本研究は、(国研) 森林研究・整備機構森林総合研究所交付金プロジェクト（課題番号 201418）の支援を受けて遂行いたしました。ここに深く感謝いたします。

引用文献

- Bamba, I. and Azuma, K. (2015) Psychological and physiological effects of Japanese cedar indoors after calculation task performance, *J. Hum-Environ.Syst.*, 18 (2), 33-41.
- 樋田 淳平・高塚 早紀・山田 雅章・滝 欽二・吉田 弥明・山田 誠 (2007a) 改正建築基準法に対応した新築住宅における室内空気質の実態調査（第1報）カルボニル化合物気中濃度の実態. *木材学会誌*, 53 (1), 34-39.
- 樋田 淳平・高塚 早紀・山田 雅章・滝 欽二・吉田 弥明・山田 誠 (2007b) 改正建築基準法に対応した新築住宅における室内空気質の実態調査（第2報）VOC 気中濃度の実態. *木材学会誌*, 53 (1), 40-45.
- 堀 雅宏 (2010) 室内環境指標としての総揮発性有機化合物 (TVOC). *Indoor Air*, 13 (1), 9-19.
- 金 勲・田辺 新一・田島 昌樹・村江 行忠 (2009) PET 法を用いた換気量測定と SF₆ 連続供給法 CO₂ 一定濃度法、差圧測定法との比較実験. *日本建築学会環境系論文集*, 74 (635), 47-54.
- 厚生労働省 (2000) “シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会中間報告書 - 第4回～第5回のまとめについて” https://www.mhlw.go.jp/www1/houdou/1212/h1222-1_13.html
- 厚生労働省 (2001) “シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会中間報告書 - 第6回～第7回のまとめについて、別添3：室内空気中化学物質の測定マニュアル” <https://www.mhlw.go.jp/houdou/0107/h0724-1c.html>
- Matsubara, E. and Kawai, S. (2014) VOCs emitted from Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) interior walls induce physiological relaxation. *Build. Environ.*, 72, 125-130.
- 松本 久美子・川等 恒治・斎藤 直人・佐々木 三公子・川端 康弘 (2016) 認知心理学に基づいた木質内装材の好ましさの評価（第1報）. *木材学会誌*, 62 (2), 42-48.
- 溝口 忠・堀 雅宏 (2008) 集合住宅における空気環境改善のためのホルムアルデヒド・VOC・SVOC 測定に関する考察. *Indoor Environment*, 11 (2), 83-92.
- 則元 京・鈴木 正治・佐藤 健・高橋 徹 (1997) 4.1.2 木質住宅と湿度. 今村 祐嗣・川井 秀一・則元 京・平井 卓郎編 “建築に役立つ木材・木質材料学”. (株) 東洋書店, 280-288.
- 内閣府 (2011) “森林と生活に関する世論調査”, <https://survey.gov-online.go.jp/h23/h23-sinrin/index.html>
- Ohira, T., Park, Bum-Jin., Kurosumi, Y. and Miyazaki, Y. (2009) Evaluation of dried-wood odors: comparison between analytical and sensory data on odors from dried sugi (*Cryptomeria japonica*) wood. *J. Wood Sci.*, 55, 144-148.
- 林野庁 (2018) “平成28年度の公共建築物の木造率について”, <http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/riyou/180329.html>
- 佐伯 健太郎・山崎 大・溝口 竣介・梶原 英貴・大平 慎一・戸田 敬 (2018) 花粉飛散マーカーの探索を目

- 的とした加熱脱着装-GC/MSによる花粉由来揮発性有機化合物の同定. *Bunseki Kagaku*, 67 (6), 323-331.
- 清水 邦義・吉村 友里・中川 敏法・松本 清・鷺岡 ゆき・羽賀 栄理子・本傳 晃義・中島 大輔・西城 裕美・藤田 弘毅・渡邊 雄一郎・岡本 元一・井上 伸史・安成 信次・永野 純・山田 祐樹・岡本 剛・大貫 宏一郎・石川 洋哉・藤本 登留 (2017) スギ材を内装材として使用した室内空間における揮発性成分の分析およびその季節変動. *木材学会誌*, 63 (3), 126-130.
- 末吉 修三・森川 岳 (2016) 事務所の内装に使われた木材によってもたらされる視覚的影響聞き取り調査の多次元尺度構成法による解析. *木材学会誌*, 62 (6), 311-316.
- Tohmura, S., Ishikawa, A., Miyamoto, K. and Inoue, A. (2012) Acetaldehyde emission from wood induced by the addition of ethanol. *J. Wood Sci.*, 58, 57-63.
- 山下 里恵・櫻川 智史・斎藤 幸恵・渡邊 拓・安村 基 (2017) 国産材を使用した木造施設における室内空気質の形成. *木材学会誌*, 63 (2), 86-97.
- 山田 裕巳・田辺 新一・林 基哉 (2005) 実験住宅を用いた異なる換気量下におけるホルムアルデヒド長期間放散に関する研究. *J. Environ. Eng., AIJ*, 589, 23-29.
- 吉田 弥明・木村 愛・羽島 友康・山田 誠・滝 欽二・山田 雅章 (2004) スギムク材内装モデル居室における揮発性有機化合物(VOCs)の放散挙動. *木材学会誌*, 50 (3), 168-175.

Temporal changes in volatile compounds in the indoor air of a laboratory finished with Sugi (*Cryptomeria japonica*) interior materials

Eri MATSUBARA ^{1)*}

Abstract

Terpenes are volatile compounds emitted from wood, and they have been suggested to be related to the comfort in a woody environment. Terpenes emission influences the concentration of total volatile organic compounds in the indoor air. Studies on the long-term emission of volatile compounds, including terpenes, from wooden interior finishing installed in buildings are few; therefore, in this study, wooden materials were finished on the floor and wall of a laboratory, and the volatile compounds in the room were analyzed for about two years from the day after finishing. 51 compounds such as hydrocarbons, alcohols and carbonyl compounds were quantified and unidentified compounds between hexane and hexadecane were semiquantitated. In addition, the air change rate in the room, temperature, and relative humidity were measured. Compared with all compounds measured in this study, the volume of emitted terpenes was the largest during almost the complete experimental period. And the concentration of terpenes in the air was higher at immediately after finishing and during summer. After two years, the concentration declined to 0.15 % as compared to the day after finishing. In addition, the eight substances with regard to which the guideline of the indoor air concentration values were defined were below the indoor concentration guideline values. The air change rate per hour in the room was 1.1 times/h. The temperature ranged from 6 °C to 32 °C, and the relative humidity ranged from 47 % to 63 %.

Key words : wood interior materials, *Cryptomeria japonica*, volatile organic compounds, terpenes

Received 8 November 2018, Accepted 21 December 2018

1) Department of Wood-based Materials, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

* Department of Wood-based Materials, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 JAPAN; e-mail: meri@ffpri.affrc.go.jp

短 報 (Short communication)

十勝岳の安政噴火による泥流上に発達した林分の長期動態

石橋 聰^{1)*}、鷹尾 元²⁾、高橋 正義³⁾

要旨

1857年の十勝岳安政噴火に伴う泥流跡に成立した林分における1955年以降61年間の林分動態を検討した。その結果、泥流流下158年後の林分状況は、立木本数358本・ha⁻¹、胸高断面積合計57m²・ha⁻¹、林分材積658.8m³・ha⁻¹で、エゾマツとドロノキが最上層を占め、下層には広葉樹の進界がみられた。林分材積は、泥流流下後148年をピークとしてわずかに減少したが、立木本数は調査期間中一貫して減少し、半減した。これらのことから、当林分の林分発達段階は、個体間競争により密度が減少する若齢段階から二段林的な構造を示す成熟段階に移行しつつあると考えられた。

キーワード：先駆樹種、エゾマツ、更新、林分発達段階、火山泥流

1. はじめに

火山活動は森林に対する自然攪乱の一種であり、その噴出物は森林の成立や動態に影響を及ぼす。火山泥流は火山活動による噴出物のうち火砕物が水分を含み斜面を流下したもの(露崎 2001)であり、その規模によっては大きな森林破壊をもたらす。北海道中央部に位置する活火山十勝岳は、過去、活発な活動を繰り返し、中でも1926年の大正大噴火は大規模な泥流を流下させ、山腹、山麓の森林を破壊し、下流では大きな人的被害を引き起こした。この泥流跡の森林再生経過については国有林が追跡調査しており(旭川営林支局 1990)、この調査結果を用いた泥流流下63年後までの初期林分動態が明らかになっている(及川 1990)。一方、同じ十勝岳には1857年の安政噴火による泥流跡に成立した林分が存在し、火山泥流跡に再生した森林の将来の姿を示している。本報告では、この林分において行われてきた泥流流下後98年目以降61年間の長期林分調査結果を利用して当該期間の林分動態を明らかにする。これにより、火山泥流跡における森林再生動態全貌解明の一助としたい。

2. 調査地およびデータ

2.1 調査地

調査地は北海道森林管理局上川中部森林管理署管内美瑛国有林1070林班い小班(北緯43°28'32"、東経142°39'26")の旧旭川営林局天然生林固定成長量試験地である。旭川営林局天然生林固定成長量試験地は、林分成長量や枯損量を把握し森林施業の基礎とするため、旧旭川

営林局計画課が管内に1950年から1956年にかけて90箇所設けた試験地(旭川営林局 1973)で、当調査地はその内の1箇所である。当調査地とその周辺約50haは「小松原」と呼ばれ、1857(安政4)年の十勝岳の大噴火に伴って発生した泥流上に成立した森林であることが、過去の記録(加藤 1941)や年輪解析(花岡ら 1983, 旭川営林支局 1990)、土壌調査(旭川営林支局 1990)によって確認されている。

調査地は1955(昭和30)年5月に設定され、面積は1ha、形状は100m×100mの正方形である。標高700m、方位は北西、傾斜は5°で山麓緩傾斜地にある。近隣の美瑛のアメダスデータ(1981年～2010年の平均値)によると、年平均気温5.6℃、年降水量909mm、最深積雪深80cmである。地質は安山岩、土壌型は1m型で、林床の大部分は桿高120cm前後のクマイザサが繁茂している。なお、過去、調査地内では伐採などの施業は行われていない。

1955年の設定以降、調査地の調査は旧旭川営林局、旧北海道営林局旭川営林支局によって行われてきたが、1989年の調査を最後に調査が中止され、同年には試験地が廃止されたため、森林総合研究所北海道支所が引き継ぎ、2000年から調査を行ってきた。

2.2 調査データと算出方法

2.2.1 毎木調査

毎木調査は1955年5月の設定時以降、1959年10月、1964年10月、1969年10月、1974年10月、1979年10月、

原稿受付：平成30年9月10日 原稿受理：平成30年10月30日

1) 森林総合研究所 北海道支所

2) 森林総合研究所 森林管理領域

3) 森林総合研究所 森林災害・被害研究拠点

* 森林総合研究所 北海道支所 〒062-8516 北海道札幌市豊平区羊ヶ丘7

本報の一部は、第127回日本森林学会大会(2016年3月29日)において発表した。

1989年7月、2000年9月、2005年10月、2010年9月、2015年9月の11回実施した。調査は調査地内の胸高直径（山側地際から1.3m）5cm以上の全生立木について、番号札による個体識別のうえ樹種の同定および直径巻尺による胸高直径の測定を行った。ただし、各調査時における樹種同定の際、バッコヤナギとオオバヤナギは樹種区別していないため、これらは「ヤナギ類」とした。なお、1955年5月の調査年表記は、成長期間を1959年10月の次回調査との成長期間年数である5年とするため1954年とする。

2.2.2 幹材積

立木の幹材積は、毎木調査により得られた胸高直径と、樹高曲線により算出した樹高により2変数幹材積表（旭川営林局1961）から求めた。樹高曲線は2000年に調査地内で樹高を抽出調査し、トドマツ、エゾマツ（アカエゾマツ含む）、広葉樹別に作成した。

樹高曲線式はNäslund式を使用した。

$$H = 1.3 + \frac{D^2}{(a+bD)^2}$$

ここで、H：樹高（m）、D：胸高直径（cm）、a、bは定数である。樹種区分ごとのパラメータはTable 1に示す。

Table 1. 樹種区分別樹高曲線パラメータ

樹種区分	a	b	決定係数
トドマツ	2.3545415	0.1596080	0.90
エゾマツ (アカエゾマツ含む)	2.4156623	0.1525267	0.85
広葉樹	1.9568497	0.1644576	0.96

2.2.3 用語の定義

本報では立木の胸高直径を6cmごとにくくり「胸高直径階」とし、各階をその中央値で呼称する。たとえば、胸高直径階8cmは5cm以上11cm未満、14cmは11cm以上17cm未満を示し、62cm ≤ は59cm以上を示す。また、径級区分として「小径木」は胸高直径階8cm、14cm、20cm、「中径木」は胸高直径階26cm、32cm、「大径木」は胸高直径階38cm以上とする。

3. 結果と考察

Fig.1に立木本数と林分材積の61年間の推移を示す。立木本数は、ほぼ一貫して減少傾向を示し、61年間で半減した。一方、林分材積は1954年以降全般的には微増したが、2005年の697m³・ha⁻¹をピークにやや減少した。1936年にほぼ同地点で調査した結果（加藤1941）では、立木本数1,000本・ha⁻¹、林分材積418m³・ha⁻¹とされており、立木本数の減少および立木材積の増加傾向は、少なくとも1936年から継続していたとみられる。

Fig.2には1954年、調査期間中間年に最も近い1989年

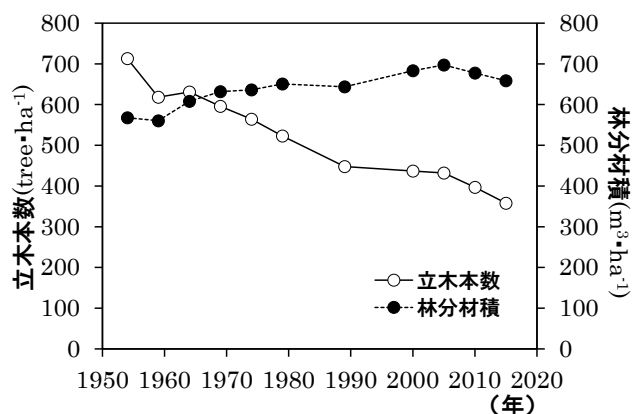


Fig. 1. 立木本数および林分材積の推移

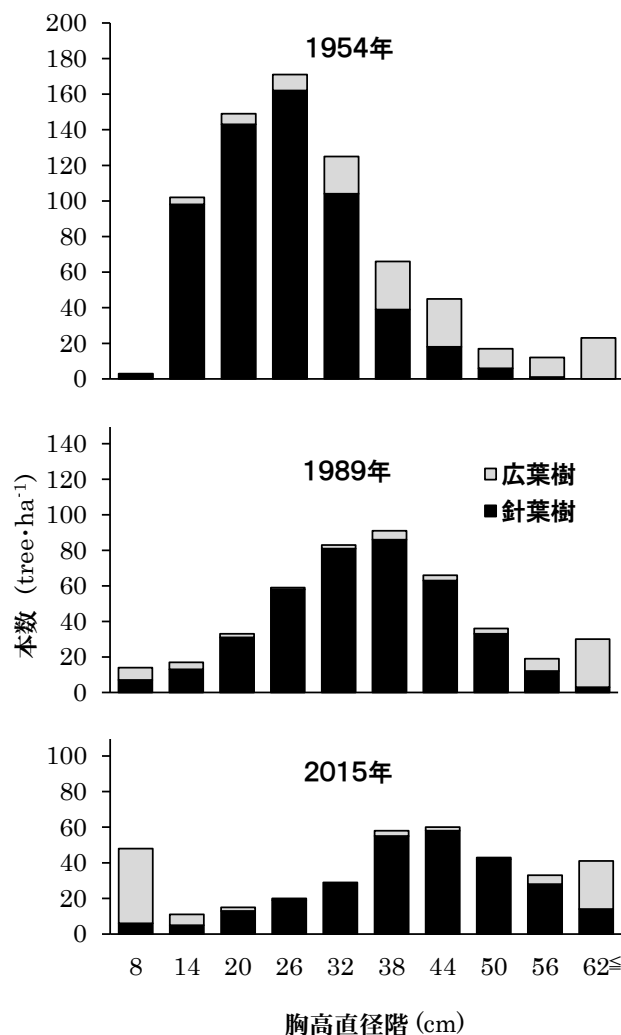


Fig. 2. 胸高直径階本数分布の変化

胸高直径階8cmは5cm以上11cm未満、14cmは11cm以上17cm未満を示す。62cm ≤ は59cm以上である。

および2015年の胸高直径階本数分布の変化を示す。また、Table 2には樹種構成の変化を示す。1954年は44cm階以上では広葉樹の割合が多く、それ以下の直径階では針葉樹の割合が多かった。これら広葉樹はドロノキ、ケ

Table 2. 樹種構成の変化

樹種	本数 (tree・ha ⁻¹)						胸高断面積 (m ² ・ha ⁻¹)						材積 (m ³ ・ha ⁻¹)					
	1954		1989		2015		1954		1989		2015		1954		1989		2015	
トドマツ	142	(20)	102	(23)	59	(16)	9.67	(17)	11.58	(20)	8.35	(15)	96.4	(17)	125.7	(20)	93.2	(14)
エゾマツ	400	(56)	254	(57)	189	(53)	19.94	(36)	25.99	(45)	27.94	(49)	186.7	(33)	281.7	(44)	320.9	(49)
アカエゾマツ	32	(4)	31	(7)	21	(6)	1.85	(3)	2.71	(5)	1.97	(3)	18.0	(3)	28.8	(4)	21.1	(3)
ハリギリ	-	-	-	-	4	(1)	-	-	-	-	0.04	(0)	-	-	-	-	0.2	(0)
ヤチダモ	1	(0)	2	(0)	2	(1)	0.03	(0)	0.11	(0)	0.20	(0)	0.3	(0)	1.0	(0)	2.0	(0)
オヒョウ	-	-	2	(0)	-	-	-	-	0.01	(0)	-	-	-	-	0.0	(0)	-	-
ドロノキ	43	(6)	31	(7)	27	(8)	13.22	(24)	14.22	(25)	15.93	(28)	154.4	(27)	170.9	(27)	194.0	(29)
アカイタヤ	1	(0)	1	(0)	1	(0)	0.02	(0)	0.02	(0)	0.04	(0)	0.1	(0)	0.1	(0)	0.3	(0)
オガラバナ	-	-	6	(1)	27	(8)	-	-	0.06	(0)	0.19	(0)	-	-	0.4	(0)	0.9	(0)
ダケカンバ	14	(2)	7	(2)	6	(2)	1.25	(2)	1.12	(2)	1.23	(2)	12.7	(2)	12.3	(2)	14.0	(2)
ケヤマハンノキ	68	(10)	4	(1)	1	(0)	7.98	(14)	0.52	(1)	0.12	(0)	83.0	(15)	5.6	(1)	1.3	(0)
ミヤマハンノキ	1	(0)	1	(0)	-	-	0.02	(0)	0.03	(0)	-	-	0.1	(0)	0.2	(0)	-	-
コシアブラ	-	-	-	-	1	(0)	-	-	-	-	0.00	(0)	-	-	-	-	0.0	(0)
ナナカマド	1	(0)	1	(0)	16	(4)	0.02	(0)	0.00	(0)	0.07	(0)	0.2	(0)	0.0	(0)	0.3	(0)
ヤナギ類*	10	(1)	6	(1)	4	(1)	1.48	(3)	1.49	(3)	0.91	(2)	15.9	(3)	17.1	(3)	10.4	(2)
計	713		448		358		55.48		57.86		57.00		567.7		643.9		658.8	

* バッコヤナギまたはオオバヤナギ

注1) 端数処理のため計の値が一致しない場合がある。

2) ()内は調査地計に占める割合。単位: %

ヤマハンノキ、ダケカンバ、ヤナギ類等であり、成長の早い先駆樹種が上層を占めたとみられる。また、本数のピークは 26cm 階にあり、8cm 階がほとんどみられない。これは中径木以下の針葉樹の密生による強い閉鎖の下で、進界木がほとんど現れなかったためと考えられる。比較した 3 つの調査年のうち林分材積が最大となった 1989 年では、62cm 階以上を除き 20cm 階以上の直径階において広葉樹が大きく減少した。特にケヤマハンノキは枯死により大きく減少し、2015 年には 1 本となった。一方、針葉樹は 14 ~ 32cm 階で樹木個体間の競争によるとみられる枯死木が発生して本数を減らしたが、38cm 階以上では優勢木の進階により本数が増加した。この結果、全体の分布形状は本数のピークが 38cm 階にある単峰型の分布に変化した。2015 年をみると、50cm 階以上の本数が増加したが、8cm 階を除く 44cm 階以下の本数が減少して、最上層の大径木を主体とする林分となった。一方で 8cm 階では広葉樹本数が増加しており、これはハリギリ、オガラバナ、ナナカマド等の進界によるもので、下層木が発達し始めたといえる。全期間の樹種構成の変化をみると、トドマツは本数が半分以下となり、胸高断面積および林分材積は 1955 年から 1989 年にかけて増加した後、枯死木の発生により減少に転じた。エゾマツの本数はトドマツと同様半分以下となったが、胸高断面積および林分材積は全期間を通じて増加しており、2015 年時点で本数、胸高断面積、材積いずれも当調査地最大の樹種であった。広葉樹ではドロノキがエゾマツと同様本数は減少したが、胸高断面積と林分材積が増加した。ドロノキは、本数割合は少ないものの 2015 年時点で 100cm を超える個体が 4 本（最大胸高直径 121.5cm）あるなど、材積割合では 29% を占めていた。このように、現況はドロノキとエゾマツが主体の林分といえるが、この林分状況に至った要因としては、樹種間の成長速度、耐陰性の違

いや種間競争などのほか、樹種ごとの寿命も影響している可能性が考えられる。すなわち、どちらも成長が早い先駆性広葉樹であるが、ケヤマハンノキは寿命が 100 年前後とドロノキより短い（石塚ら 1988）ため、泥流流下後 158 年を経過した現在、ほぼ消滅したとみられる。また、針葉樹では、ともに幼時耐陰性は大きい（渡邊 1985）が、トドマツは寿命が 150 年前後とエゾマツより短い（石塚ら 1988）ため、枯死木が増加し、衰退が進行していると考えられる。

当調査地は、上述した 1954 年の林分状況や「小松原」という名称の由来（花岡ら 1983）、泥流後の経過年数とトドマツ、エゾマツ、ドロノキの樹齢がほぼ一致した年輪解析の結果（花岡ら 1983, 旭川営林支局 1990）から、泥流流下直後にドロノキ、ダケカンバ、ケヤマハンノキ等の広葉樹先駆樹種とともに、トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツが同時に定着し、更新当初はこれらの樹種が混交、密生した状態で推移したと推察される。このように泥流流下直後から木本植物が侵入する報告例は他にもみられ（露崎 2001）、周辺が森林によって覆われ、種子散布源になっていることが要因とされている（渡邊 1985）。実際に同じ十勝岳の大正噴火（1926 年）による泥流上の経過観察結果（旭川営林支局 1990）では、エゾマツ、アカエゾマツ、ダケカンバ等が泥流流下直後から更新していた。藤森（2002）による林分発達段階では、大きな攪乱を受けた後の天然林の林分発達段階を、林分成立段階、若齢段階、成熟段階、老齢段階に区分している。今回の結果から、当林分は進界により密度が増加する林分成立段階、個体間競争により密度が減少する若齢段階を経て、泥流流下後 158 年を経過した現在は、陽光量の増加によって草本層や低木層が発達して二段林的な構造を示す成熟段階に移行しつつあると考えられる。

4. おわりに

当地は火山泥流上に成立した森林のため古い倒木はみられないが、近年はトドマツを主体とした大径木の枯死による倒木が林床に増えており、今後倒木更新が始まる可能性がある。近年は広葉樹の進界が増えているが、今後どのように次代の更新が図られ、林分が推移していくか興味深い。今後も当調査地の調査を継続するとともに、併せて進界に至る前の更新動態を明らかにすることによって、火山泥流上における林分動態の全貌解明が期待される。

当調査地の設定と長年にわたり調査を継続してきた旧旭川営林局、旧北海道営林局旭川営林支局および当地を維持管理している上川中部森林管理署の職員各位に感謝申し上げます。また、調査等に協力頂いた森林総合研究所北海道支所職員各位に感謝申し上げます。

引用文献

旭川営林局（1961）立木幹材積表．旭川営林局，21pp.

旭川営林局（1973）旭川営林局の林業諸試験．旭川営林局，253pp.

旭川営林支局（1990）十勝岳爆発 60 年後の植生について－大正泥流跡地の植生回復の推移－．旭川営林支局，344pp.

藤森 隆郎（2002）新たな森林管理技術の構築－多様な機能の発揮に向けて－．森林計画学会誌，36（2），99-112.

花岡 正明・酒谷 佑典・東 三郎（1983）十勝岳山麓における地表変動と森林成立に関する考察．日本林学会北海道支部講演集，31，258-261.

石塚 森吉・向出 弘正・岸田 昭雄（1988）樹種の寿命と有利な伐期は？．北方林業会 “天然林施業 Q & A”，北方林業会，107-108.

加藤 知重（1941）十勝岳泥流地帯における植生の推移．御料林，161，13-24.

及川 和雄（1990）十勝岳爆発 60 年後の植生について．日本林学会北海道支部論文集，38，101-103.

露崎 史朗（2001）火山遷移初期動態に関する研究．日本生態学会誌，51，13-22.

渡邊 定元（1985）北海道天然生林の樹木社会学的研究．北海道営林局，196pp.



Photo 1. 泥流流下 158 年後の林相（2015 年 9 月）

上層にエゾマツ、ドロノキが優占する林分である。林床の大部分にクマイザサが繁茂しているが、広葉樹の小径木もみられる。



Photo 2. 林床の巨石（2015 年 9 月）

調査地内および周辺には泥流によって運ばれたとみられる巨石が点在する。

Long-term dynamics of a forest stand on volcanic mudflows originating from the eruption of Mt. Tokachi in 1857

Satoshi ISHIBASHI^{1)*}, Gen TAKAO²⁾ and Masayoshi TAKAHASHI³⁾

Abstract

Stand dynamics of 61 years since 1955 of a forest stand located on volcanic mudflows originating from the eruption of Mt. Tokachi in 1857 were examined. The forest stand had standing tree density of 358 trees $\cdot$ ha⁻¹, basal area of 57 m² $\cdot$ ha⁻¹, and stand volume of 658.8 m³ $\cdot$ ha⁻¹ in 2015, 158 years after the volcanic mudflows occurred. *Picea jezoensis* and *Populus maximowiczii* dominated the upper layer of the stand, and stem of ingrowth of broad-leaved trees had increased. Stand volume increased until 148 years after the volcanic mudflows and then began to decrease. During the past 61 years, the number of trees has decreased by half. Based on the stand development stage after a stand-replacing disturbance, we considered that the forest stand is shifting from the stem exclusion stage to the understory reinitiation stage.

Key words : pioneer tree species, *Picea jezoensis*, regeneration, stand development stage, volcanic mudflows

Received 10 September 2018, Accepted 30 October 2018

1) Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Department of Forest Management, FFPRI

3) Center for Forest Damage and Risk management, FFPRI

* Hokkaido Research Center, FFPRI, 7 Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo, Hokkaido, 062-8516 JAPAN; e-mail: sa9267@ffpri.affrc.go.jp

ノート (Note)

A simple way to store *Calophyllum inophyllum* L. pollenRyo FURUMOTO^{1)*} and Tomoko KATO²⁾**Key words :** in vitro pollen germination, cryopreservation

Calophyllum inophyllum L. is one of the multi-purpose trees in the coastal regions around Northern Australia, Southeast Asia, and Southern India, and it is planted as not only an efficient shore protector but also an ornamental tree (Orwa et al. 2009). The fruit of *C. inophyllum* is rich in oil that is used for the production of some kinds of medicine and cosmetics, and the quality of its timber is suitable for the manufacture of furniture and boat (Orwa et al. 2009). Forest Tree Breeding Center, Japan has a project that focuses on the selection of better lines of *C. inophyllum* and has established some progeny testing stands (Hanaoka 2012). Controlled crossing is one of the most effective techniques to advance the breeding project. For controlled crossing, vigorous pollens have to be put on appropriate stigmas. However, the time often varies between individuals when their pollens and stigmas mature. It is essential for designed controlled crossings to store the pollen of the plant. It has been reported that *C. inophyllum* flowers twice a year in June and October on Yaeyama Islands, Japan (Kato 2013). The interval between flowering seasons is approximately five months. Therefore, the pollens have to be stored for at least 150 d. The purpose of this study was to develop a storage method for *C. inophyllum* pollen.

In June 2017, freshly opened flowers were collected from three individual trees planted in 2010 in Iriomote Tropical Forest Tree Breeding Technical Garden in Iriomote Island, Japan. The pollens were then collected by holding the flowers upside down over a glassine paper and tapping their anthers with a wooden toothpick in the laboratory. The pollen sample from each tree was wrapped in the paper separately. The pollen samples were then placed under six different storage conditions: in the laboratory (room temperature), a refrigerator (5°C), and a freezer (−20°C) with and without silica gel as desiccant to keep them dry. The samples at room temperature were stored for 2, 4, 10, 18 d. The samples at the other conditions were stored for 150 d and 1 yr. Pollen germination rates of each sample were examined after each storing duration.

Before the examination of germination, the samples were placed on a separator shelf above water-saturated filter paper in a sealed box, and were left for 4 h. The pollens were rehydrated in this high-humidity atmosphere. After rehydration, the pollens were placed on 1% solidified agar medium containing 10% sucrose. The pollens on the germination medium were left in a thermostat at 30 °C for 3 h. The conditions of the pollen germination have been determined by our preliminary examination (unpublished data). The experiment was carried out in three replications per tree sample. The pollen grains from each replication were examined under a microscope; a minimum of 100 grains were scored per replication. A pollen grain was scored as germinated if the pollen tube was at least as long as the diameter of the pollen grain. The mean percent germination of pollen from each storage condition was calculated using the germination rate of each replication. The initial pollen germination rate was examined by the same procedure mentioned above without rehydration on the same day of pollen collection. The room temperature was recorded using a thermometer (TR-71U; T&D Corp., Nagano, Japan). Statistical analyses were conducted using the libraries “lme4” and “multcomp” in the statistical package R (version 3.3.3; R Core Team, 2017). We used a generalized liner mixed-effects model with binominal distribution by the glmer function (Bates et al. 2015). In the model, we specified the number of germinated pollens and ungerminated pollens as response variable, storage condition as fixed effects, and the names of individual trees and replications as random effects. The pollen germination rate at each storage condition was compared with the result of the model by Tukey’s all-pair comparison test using the glht function (Hothorn et al. 2008).

The initial pollen germination rates were from 30.7±2.8% to 37.2±7.2% (Table 1). The room temperature ranged from 27 °C to 39 °C from the beginning of the storage period until day 18. The pollens stored at room temperature with or without desiccant lost their germination ability within a few days.

テリハボクの花粉の簡易な貯蔵方法

古本 良^{1)*}、加藤 智子²⁾

Received 31 August 2018, Accepted 30 October 2018

1) Iriomote Tropical Forest Tree Breeding Technical Garden, International Cooperation Department, Forest Tree Breeding Center, Forestry and Forest Products Research Institute

2) Kansai Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center, Forestry and Forest Products Research Institute

* Iriomote Tropical Forest Tree Breeding Technical Garden, International Cooperation Department, Forest Tree Breeding Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Komi, Taketomi-cho, Yaeyama-gun, Okinawa Prefecture, 907-1432 JAPAN; e-mail: Ryo_Furumoto@affrc.go.jp

* 森林総合研究所 林木育種センター海外協力部西表熱帯林育種技術園 〒 907-1432 沖縄県八重山郡竹富町古見地内

The pollens stored at 5 °C without desiccant also lost their viability after 150 d. In contrast, the pollens stored at 5 °C with desiccant and at -20 °C with or without desiccant maintained higher germination rates than that under the other storage conditions. Only the pollens stored at -20 °C with desiccant for 150 d kept the germination rate which was not significantly different from that observed initially ($P < 0.01$). Most of the pollens, irrespective of the storage condition, did not germinate after one year.

The viability of *C. inophyllum* pollen at room temperature decreased in few days in the present study. The pollen should be stored in a freezer (-20 °C) with desiccant immediately after collecting. This method was found to keep the viability of the pollen for 150 d. However, it has been reported that flowering rate of *C. inophyllum* is higher in June than in October in Yaeyama Islands (Kato 2013). The more it flowers, the easier to carry out designed controlled crossings is. Suitable seasons for controlled crossing of *C. inophyllum* seem to be June in Yaeyama Islands. Further study on storing vigorous pollens of the plant for 1 yr is needed.

引用文献

- Bates, D., Machler, M., Bolker, B. and Walker S. (2015) Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48.
- Hanaoka, S. (2012) A review of current research on *Calophyllum inophyllum* L. *Forest Tree Breeding*, 242, 26-38 (in Japanese).
- Hothorn, T., Bretz, F. and Westfall P. (2008) Simultaneous Inference in General Parametric Models. *Biometrical Journal*, 50(3), 346-363.
- Kato, K. (2013) Flowering phenology and pollen germination rate of *Calophyllum inophyllum* L. *Annual Report of Forest Tree Breeding Center, Japan*, 2013 edition, 65-68 (in Japanese).
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R. and Simons, A. (2009) *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0.*, World Agroforestry Centre, Kenya, <http://www.worldagroforestry.org/treedb2/speciesprofile.php?Spid=2>, (accessed 2018-08-24).
- R Core Team (2017) *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Table 1. Effect of storage condition and duration on in vitro pollen germination of three individuals of *Calophyllum inophyllum* L.

Condition	Name of individual	Duration						
		0 d	2 d	4 d	10 d	18 d	150d	1 yr
Initial	475	37.1 ±0.1*						
	604	30.7 ±2.8*						
	809	37.2 ±7.2*						
Room temperature	475		0.3±0.4*	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0 ±0.0		
	604		2.5±1.0*	0.3±0.4	0.0±0.0	0.0 ±0.0		
	809		2.6±0.9*	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0 ±0.0		
Room temperature with silica gel	475		15.2±4.4	3.2±0.5*	0.2±0.3	0.0 ±0.0		
	604		23.9±6.5 ns	3.7±0.7*	0.2±0.3	0.0 ±0.0		
	809		27.7±5.1	10.2±1.6*	0.3±0.4	0.2 ±0.3		
5 °C	475						0.0±0.0	0.0±0.0
	604						0.0±0.0	0.0±0.0
	809						0.7±0.9	0.0±0.0
5 °C with silica gel	475						29.1±6.2*ns	0.0±0.0
	604						15.9±3.3*	0.4±0.5
	809						30.7±3.2*ns	1.8±1.8
-20 °C	475						29.4±7.4 ns	0.0±0.0
	604						25.6±2.3	0.0±0.0
	809						28.9±7.2 ns	0.2±0.2
-20 °C with silica gel	475						34.7±1.2*ns	1.3±0.9
	604						34.8±0.6*ns	8.8±1.5
	809						38.5±4.8*ns	14.6±7.7

Room temperature ranged from 27 to 39 °C from the beginning of storage until day 18. Pollen germination rate (%) is represented as mean ± standard deviation. The values with “*” were significantly different between the individuals in the same storage condition at $P < 0.01$. The values with “ns” were not significantly different from the initial germination rates of the individual at $P < 0.01$.

研究資料 (Research record)

森林総合研究所十日町試験地の気象 100 年報 (1918 年～2017 年)

竹内 由香里^{1)*}、勝島 隆史¹⁾、庭野 昭二²⁾、村上 茂樹³⁾、山野井 克己⁴⁾、
遠藤 八十一²⁾、小南 裕志⁵⁾

要旨

森林総合研究所十日町試験地では、1917 年に林業試験場十日町森林測候所として開設以来、雪氷災害や地球科学の研究の基礎資料とするために、気象および積雪観測が継続されてきた。本報告には 1918 年～2017 年の 100 年間の気温、湿度、降水量、風速および降雪深、積雪深、積雪水量などの観測データをまとめた。

キーワード：気象観測、積雪、長期データ、十日町

1. はじめに

森林総合研究所十日町試験地では、1917 年 3 月に林業試験場十日町森林測候所として開設されて以来、治山治水や雪氷災害防止の基礎資料とするため、また地球科学研究の基礎データとするために気象および積雪の観測が継続されてきた。長期にわたる観測結果は新潟県十日町気象 40 年報（農林省林業試験場十日町試験地 1958）、十日町試験地気象 60 年報（十日町試験地 1978）、新潟県十日町市気象 70 年報（森林総合研究所十日町試験地 1990）、新潟県十日町市気象 80 年報（山野井ら 2000）および新潟県十日町市気象 90 年報（竹内ら 2008）として公表されてきた。本報告は、2008 年からの新たな 10 年間のデータを既刊の研究資料に追加し、1918 年から 2017 年までの 100 年間の観測結果をまとめたものである。

2. 観測および統計の方法

観測は 100 年間一貫して新潟県十日町市にある森林総合研究所十日町試験地（北緯 37° 08′、東経 138° 46′、標高 200 m）の観測露場で行なった。気温、湿度、降水量、風速の各測定高度（地上高）は Table 1 に、気温、湿度、風速に関する統計方法は Table 2 に示した。また日降水量、日降雪深、積雪深、積雪水量の日界（1 日を区切る時刻）または観測時刻を Table 3 に示した。年最大積雪深は、1987 年以前には Table 3 以外の任意時刻に観測した場合もある。積雪水量の観測方法は防災部雪害研究室（1952, 1953）、十日町試験地ら（1967）および山野井ら

（2000）にもとづいて Table 4 にまとめた。根雪（長期積雪）の初終日と日数は気象庁（1973, 2018）にならって次のように決めたが、積雪の有無は Table 3 の観測時刻の積雪深によって決めた。根雪（長期積雪）は、積雪が 30 日以上にわたって継続した場合とし、10 日以上継続した期間が 2 つあり、その間の無積雪日が合計 5 日以内の場合には 2 つの期間を通じて積雪が継続したものとみなした。

気温の日平均値の統計方法は Table 2 に示したように観測の頻度に応じて変更された。統計方法（観測頻度）による日平均気温の差異を調べた結果、1 日の測定回数が 3 回や 2 回（最高気温と最低気温のみ）の場合の日平均気温は、1 時間毎の測定値から得られた日平均気温に比べて高めになることがわかったので、月ごとの補正値を求めた（竹内 2010）が、本報告では既刊の報告と整合をとり、補正していない値を掲載した。

日降雪深は、気象庁の多くの観測地点において積雪（深）計で測定した積雪差日合計とする方法に変更された 2005 年 10 月以降（気象庁 2018）も、当試験地においては降雪板（雪板）に積もった積雪の深さを毎日 9 時にものさしで測定し、前日の日降雪深とする方法を継続した。

Table 20 の月降雨量と月降雪量（降水量の雨雪別積算値）は、1922 年～1987 年については目視観測の記録に基づいて雨と雪それぞれの降水量を自記記録紙から読み取り、集計された（根津 1948, 森林総合研究所十日町試験地 1990）。1988 年～2017 年については、当試験地における降水時の気温と、降水が雪になる降雪頻度の関係を

原稿受付：平成 30 年 8 月 13 日 原稿受理：平成 30 年 10 月 10 日

1) 森林総合研究所 十日町試験地

2) 元森林総合研究所 十日町試験地

3) 森林総合研究所 九州支所

4) 森林総合研究所 北海道支所

5) 森林総合研究所 森林防災研究領域

* 森林総合研究所 十日町試験地 〒 948-0013 新潟県十日町市川原町 614-9

求め、1 時間毎の気温により降水量を降雪量と降雨量に配分して月ごとに集計した（竹内ら 2016）。

日の統計は 1 日について行ない、日界は断らない場合は 24 時である。月の統計は、当該月の 1 日から末日までの 1 ヶ月間について、また旬の統計は当該月の 1 日から 10 日を上旬、11 日から 20 日を中旬、21 日から末日までを下旬として行なった。年の統計は当該年の 1 月から 12 月までの 1 年間について行なった。ただし降雪深や積雪深などの冬季のみ観測する要素は、年をまたいで統計した。その観測期間を本報告では「冬期間」と呼び、例えば 2016 年 10 月から 2017 年 5 月までの冬期間を 2017 年冬期と表記した。累年の統計は、観測開始から 2017 年までの複数年にわたる期間について行なった。平年値は、本報告では 1981 年～2010 年の 30 年間の平均値、30 年最大値は同期間の最大値とした。

用語は気象庁（2018）に準拠するが、以下の用語は既刊の報告（山野井ら 2000, 竹内ら 2008）を踏襲して、「降雪の深さ」は「降雪深」、「積雪の深さ」は「積雪深」、「最深積雪」は「最大積雪深」、「長期積雪」は「根雪」とした。

3. 観測結果

本報告に掲載する観測および統計結果の表と図の一覧を以下に示す。各々の表中の×は欠測や資料なし、－は現象なし、0 は四捨五入して 1 に満たない値を表わす。値の右の「）」は、統計値の対象となる資料の一部が欠けているが許容する資料数（全体数の 80 % 以上）を満たす場合、「）」は許容する資料数を満たさない場合を示す。このような統計値の品質については、気象庁（2018）の「3.1 観測値・統計値の品質」に準拠した。

3.1 累年平均値の一覧

Table 5 気象要素の月別累年平均値

Table 6 気象要素の旬別 100 年平均値(1918～2017 年)

Table 7 気象要素の旬別平年値（1981～2010 年）

3.2 気象要素の月別値一覧

Table 8 月平均気温（日平均気温の月平均値）

Table 9 日最高気温の月平均値

Table 10 日最低気温の月平均値

Table 11 月最高気温（日最高気温の月最高値）

Table 12 月最低気温（日最低気温の月最低値）

Table 13 真冬日および真夏日の月別日数

Table 14 月平均湿度（日平均湿度の月平均値）

Table 15 月平均風速（日平均風速の月平均値）

Table 16 月最大風速とその風向

Table 17 月降水量（日降水量の月積算値）

Table 18 日降水量の月最大値

Table 19 1 時間降水量の月最大値

3.3 雪に関する観測値の一覧

Table 20 月降雨量と月降雪量（降水量の雨雪別積算値）

Table 21 日降雪深の月最大値

Table 22 日降雪深の月積算値

Table 23 日降雪深の階級別日数

Table 24 積雪深の月最大値

Table 25 積雪深の月積算値

Table 26 積雪深の階級別日数

Table 27 積雪水量の月最大値およびその積雪の平均密度

Table 28 積雪水量、積雪深、積雪の平均密度（観測日のうち積雪深が最大時の測定値）

Table 29 雪氷の諸現象の初終日および降雪と根雪の日数

3.4 累年の順位値

Table 30 日最高気温と日最低気温

Table 31 真冬日および真夏日の年間日数

Table 32 日降水量

Table 33 年降水量

Table 34 日降雪深

Table 35 日降雪深の冬期間積算値

Table 36 月別の日降雪深

Table 37 日降雪深の一連続降雪積算値

Table 38 年最大積雪深

Table 39 年最大積雪水量

Table 40 月別の最大積雪深

Table 41 降雪の初終日および冬期間降雪日数

Table 42 根雪の初終日および初終間日数

3.5 主要な観測結果の図

Fig. 1 気象要素（気温、相対湿度、風速、降水量）の月別平年値

Fig. 2 日降雪深積算値の月別平年値および積雪深の旬別平年値

Fig. 3 年平均気温、年降水量、年最大積雪深の変化（1918～2017 年）

Fig. 4 年別の積雪深変化（1918～2017 年）

謝 辞

十日町試験地における気象および積雪観測は、当試験地創設以来 100 年間にわたって多くの職員により継続されてきた。観測やデータの整理と保管に尽力された先輩職員の方々に心からの敬意と謝意を表します。2012 年 4 月から観測およびデータ整理の一部は丸山健治氏（（有）柳電機商会）に支援していただいた。なお、本報告の観測の一部は、森林総合研究所基盤事業費（事項番号：ウ a 113、K13、キ 103、事項名：多雪地帯積雪観測）により行なった。

引用文献

- 防災部雪害研究室 (1952) 積雪の密度資料 . 林業試験集報 , 63, 95-160.
- 防災部雪害研究室 (1953) 雪質調査資料 (雪質, 硬度, 抗剪力, 抗張力) . 林業試験場研究報告 , 62, 59-124.
- 気象庁 (1973) 調査的統計の方法 , 地上気象観測統計指針 , 186pp.
- 気象庁 (2018) 気象観測統計の解説 , 気象観測統計指針 , 1-126.
- 根津 誠一 (1948) 冬期間の降雪量及び降雨量の割合に就て . 雪 , 1, 32-35.
- 農水省林業試験場十日町試験地 (1958) 新潟県十日町気象 40 年報 大正 7 年～昭和 32 年 (1918 ～ 1957) . 林業試験場十日町試験地 , 20pp.
- 森林総合研究所十日町試験地 (1990) 新潟県十日町市の気象 70 年報 1918 ～ 1987 年 (大正 7 年～昭和 62 年) . 森林総合研究所研究報告 , 357, 161-230.
- 竹内 由香里 (2010) 気温の測定頻度による日平均値の比較および長期傾向値への影響 . 森林総合研究所研究報告 , 417, 163-166.
- 竹内 由香里・庭野 昭二・村上 茂樹・山野井 克己・遠藤 八十一・小南 裕志 (2008) 新潟県十日町市の気象 90 年報 (1918 ～ 2007 年) . 森林総合研究所研究報告 , 409, 187-244.
- 竹内 由香里・遠藤 八十一・庭野 昭二 (2016) 降水時の気温で配分した雨雪別降水量の算定 . 森林総合研究所研究報告 , 440, 145-149.
- 十日町試験地 (1978) 十日町試験地気象 60 年報 1918 ～ 1977 (大正 7 年～昭和 52 年) . 林業試験場研究報告 , 301, 131-172.
- 十日町試験地・山形分場多雪地帯林業第二研究室・防災部防災科 (1967) 雪質調査資料 (2) . 林業試験場研究報告 , 199, 1-46.
- 山野井 克己・遠藤 八十一・小南 裕志・庭野 昭二・大関 義男 (2000) 新潟県十日町市の気象 80 年報 1918 ～ 1997 年 (大正 7 年～平成 9 年) . 森林総合研究所研究報告 , 377, 61-99.

Table 1. 測定高度（地上高）
Measurement height

期 間		気温・湿度	降水量	風向・風速
1918.01 ～ 1980.07	(05 ～ 11 月)	1.2 m	0.2 m	10.5 m
	(12 ～ 04 月)	2.4 m	3.5 m	10.5 m
1980.08 ～ 2007.12	通年	2.4 m	3.5 m	10.5 m
2008.01 ～ 2017.12	通年	4.0 m	3.5 m	10.5 m

Table 2. 統計方法
Statistical methods

期 間	日平均気温	日最高・最低気温	日平均湿度	日平均風速	月最大風速
1918.01 ～ 1920.12	2, 4, 6…24 時の 12 回の観測値の 平均	連続した観測値の最 高, 最低 (日界:24 時)	2, 4, 6…24 時の 12 回の観測値の 平均	全 風 程 の 平 均 (日界:22 時)	毎正時の観測値 の最大
1921.01 ～ 1926.11	2, 6, 10…22 時の 6 回の観測値の 平均	連続した観測値の最 高, 最低 (日界:22 時)	2, 6, 10…22 時の 6 回の観測値の 平均	同上	同上
1926.12	同上	連続した観測値の最 高, 最低 (日界:18 時)	同上	同上	同上
1927.01 ～ 1942.03	7, 14, 21 時の観 測値の平均	連続した観測値の最 高, 最低 (日界:21 時)	7, 14, 21 時の観 測値の平均	全 風 程 の 平 均 (日界:21 時)	7, 14, 21 時と臨 時の観測値の最 大
1942.04 ～ 1952.12	最高気温と最低 気温の平均	連続した観測値の最 高, 最低 (日界:10 時)	10 時の観測値	全 風 程 の 平 均 (日界:10 時)	10 時の観測値の 最大
1953.01 ～ 1986.03	同上	連続した観測値の最 高, 最低 (日界:9 時)	9 時の観測値	全 風 程 の 平 均 (日界:9 時)	9 時の観測値の 最大
1986.04 ～ 1990.04	同上	同上	同上	3, 9, 15, 21 時の 観測値の平均	同上
1990.05 ～ 1997.12	1 分毎の観測値 の平均	1 分毎の観測値の最 高, 最低 (日界:24 時)	1 分毎の観測値 の平均	1 分毎の観測値 の平均	同上
1998.01 ～ 2006.10	同上	同上	同上	同上	連続した観測値 の最大
2006.11 ～ 2017.12	同上	同上	同上	同上	1 分毎の観測値 の最大

Table 3. 気象要素の観測時刻または日界
Observation time and date dividing time

期 間	日降水量	日降雪深	積雪深	積雪水量
1918.01 ～ 1926.12	22 時	×	10 時	×
1927.01 ～ 1942.03	21 時	×	14 時	×
1942.04	10 時	×	14 時	×
1942.05 ～ 1952.12	10 時	10 時	10 時	9 ～ 10 時頃
1953.01 ～ 1990.04	9 時	9 時	9 時	9 ～ 10 時頃
1990.05 ～ 2017.12	24 時	9 時	9 時	9 ～ 10 時頃 *

* スノーサンプラーで測定した場合。積雪重量計では 9 時の測定値を採用。

Table 4. 積雪水量の観測方法
Measurement methods for snow-water equivalent

期 間 *	方 法	観測の間隔
1940 ～ 1947	円筒型密度サンプラー	5 日
1948	円筒型密度サンプラー	10 日
1949 ～ 1951	円筒型密度サンプラー	5 日
1952	スノーサンプラー	5 日
1953 ～ 1957	スノーサンプラー	1 日
1958	スノーサンプラー	10 日
1959 ～ 1986	スノーサンプラー	1 日
1987 ～ 2004	スノーサンプラー	1 日 **
2005 ～ 2017	{ スノーサンプラー 積雪重量計	{ 1 日 ** 1 時間

* 例えば 1940 は 1939-1940 年冬期を意味する。

** 休日や不在日は欠測

Table 5. 気象要素の月別累年平均値
Mean meteorological elements during the observation period

要 素	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	通年	統計期間
平均気温 (°C)	-0.2	0.1	2.8	9.0	15.6	19.9	24.0	25.2	20.6	14.2)	8.2	2.7	11.8	1918～2017(100年)
日最高気温 (°C)	2.9	3.7	7.1	14.8	21.5	24.8	28.5	30.1	25.3	19.0)	12.8	6.2	16.4	1918～2017(100年)
日最低気温 (°C)	-3.0	-3.2	-1.2	3.6	9.8	15.2	19.8	20.7	16.5	9.9)	4.0	-0.4	7.6	1918～2017(100年)
平均湿度 (%)	87)	84)	79)	71	70)	76	80	77)	81	82)	84	86	80)	1918～2017(100年)
平均風速 (m s-1)	1.2	1.3	1.3	1.5)	1.7)	1.4)	1.2)	1.3)	1.2)	1.2)	1.2)	1.2)	1.4)	1918～2017(100年)
降水量 (mm)	412.4	276.9	190.3	109.7	107.3	145.1	220.1	173.4	189.3	169.0	217.5	363.6	2574.7	1918～2017(100年)
降雪量 (mm)	365.6	243.4	122.7	15.0	-	-	-	-	-	-	37.8	247.4	1032.0	1922～2017(96年)
降雨量 (mm)	43.9	36.5	67.4	96.6	107.3	145.1	220.1	173.4	189.3	169.0	182.7	112.6	1543.5	1922～2017(96年)
日降雪深の積算 (cm)	443	306	131	6	-	-	-	-	-	-	16	232	1134	1943～2017(75年)
積雪深の積算 (cm)	3790	5012	4604	1344	17	-	-	-	-	-	26	992	15784	1918～2017(100年)
月最大積雪深 (cm)	193	226	198	105	4	-	-	-	-	0	10	94	234	1918～2017(100年)
月最大積雪水量 (mm)	506	726	744	464	-	-	-	-	-	-	-	167	769	1940～2017(78年)
真夏日の日数	-	-	-	0	0	1	12	18	4	0	-	-	36	1918～2017(100年)
真冬日の日数	5	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10	1918～2017(100年)
降水日数	27	24	23	16	15	17	17	14	19	19	22	26	239	1918～1977(60年)

Table 6. 気象要素の旬別 100 年平均值 (1918 ~ 2017 年)

Centennial mean (1918–2017) of principal meteorological elements

月		日平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	日平均湿度 (%)	日降水量 (mm)	積雪深 (cm)
1	上旬	0.2	3.3	-2.6	88	13.6	90
	中旬	-0.2	2.9	-3.1	87	13.5	122
	下旬	-0.4	2.7	-3.3	86	12.9	152
2	上旬	-0.3	3.1	-3.4	84	11.2	172
	中旬	0.1	3.6	-3.2	83	9.6	181
	下旬	1.4	5.1	-2.1	84	11.2	182
3	上旬	1.5	5.5	-2.2	80	7.0	170
	中旬	2.8	7.2	-1.3	77	6.0	153
	下旬	4.0	8.6	-0.2	77	5.4	125
4	上旬	6.6	11.9	1.6	73	4.0	82
	中旬	8.9	14.6	3.4	72	3.4	40
	下旬	11.4	17.5	5.6	68	3.5	12
5	上旬	14.2	20.4	8.2	68	3.5	2
	中旬	15.4	21.2	9.7	70	3.7	0
	下旬	16.9	22.6	11.3	70	3.1	-
6	上旬	18.6	24.1	13.4	72	3.1	-
	中旬	20.0	25.0	15.2	76	4.0	-
	下旬	21.1	25.5	17.0	80	7.4	-
7	上旬	22.6	26.9	18.6	81	8.4	-
	中旬	23.9	28.3	19.8	81	8.2	-
	下旬	25.4	30.3	20.8	77	4.8	-
8	上旬	25.6	30.5	21.0	75	5.4	-
	中旬	25.5	30.5	20.8	76	5.3	-
	下旬	24.6	29.3	20.2	78	6.1	-
9	上旬	23.0	27.7	18.7	80	5.9	-
	中旬	20.9	25.3	16.8	82	6.9	-
	下旬	18.3	22.9	14.1	81	6.0	-
10	上旬	16.4	20.9	12.2	82	5.7	-
	中旬	14.4	19.2	9.9	81	4.8	-
	下旬	12.2	16.9	7.7	81	5.7	-
11	上旬	10.5	15.4	6.0	82	6.1	0
	中旬	8.0	12.4	3.9	84	7.4	0
	下旬	6.3	10.5	2.3	85	8.3	2
12	上旬	4.3	8.1	0.7	85	9.9	9
	中旬	2.7	6.1	-0.4	86	12.3	30
	下旬	1.4	4.6	-1.4	87	12.8	54

Table 7. 気象要素の旬別平年値 (1981～2010 年)

Thirty-year mean (1981–2010) of principal meteorological elements

月		日平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	日平均湿度 (%)	日降水量 (mm)	積雪深 (cm)
1	上旬	0.9	4.0	-1.8	86	14.1	69
	中旬	0.3	3.3	-2.3	87	13.2	104
	下旬	-0.1	3.1	-2.7	86	13.9	132
2	上旬	0.1	3.6	-2.8	84	11.9	158
	中旬	0.5	4.3	-2.7	84	9.7	163
	下旬	1.5	4.9	-1.4	82	18.6	178
3	上旬	1.9	6.1	-1.5	80	7.0	154
	中旬	3.3	8.0	-0.6	76	5.5	136
	下旬	4.4	9.3	0.3	76	4.8	104
4	上旬	7.0	12.7	2.1	72	3.8	66
	中旬	9.6	15.5	4.3	70	3.1	31
	下旬	11.5	17.7	5.9	64	2.9	12
5	上旬	14.6	21.0	8.7	66	3.6	2
	中旬	15.2	20.7	10.0	71	4.1	-
	下旬	17.1	22.8	11.8	70	2.9	-
6	上旬	19.0	24.6	13.9	71	2.3	-
	中旬	20.1	25.1	15.7	76	4.2	-
	下旬	21.0	25.1	17.4	82	8.6	-
7	上旬	22.4	26.5	18.7	82	7.7	-
	中旬	23.4	27.7	19.9	83	9.7	-
	下旬	25.3	30.3	21.1	78	4.3	-
8	上旬	25.5	30.4	21.4	73	4.7	-
	中旬	25.6	30.6	21.4	76	6.7	-
	下旬	24.7	29.5	20.6	78	5.2	-
9	上旬	23.1	27.9	19.2	80	5.5	-
	中旬	20.9	25.3	17.2	83	7.1	-
	下旬	18.5	23.1	14.6	82	5.5	-
10	上旬	16.7	21.3	12.8	83	5.7	-
	中旬	14.6	19.6	10.5	81	4.8	-
	下旬	11.7	16.6	7.7	80	5.6	-
11	上旬	10.3	15.3	6.1	82	6.0	0
	中旬	8.1	12.7	4.2	83	6.7	0
	下旬	6.2	10.7	2.5	83	8.0	2
12	上旬	4.6	8.8	1.2	84	8.6	5
	中旬	2.8	6.4	0.1	86	10.8	18
	下旬	1.8	5.2	-0.9	86	12.4	39

Table 8. 月平均気温（日平均気温の月平均値）
Monthly mean air temperature

(単位：℃)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1918	-1.8	-0.9	1.9	7.1	14.5	18.8	25.5	24.7	20.2	13.8	6.9	1.2	11.0
1919	-0.6	0.3	3.1	9.4	14.7	19.4	23.4	24.2	20.2	14.5	8.6	2.0	11.6
1920	0.6	-0.8	1.9	8.3	14.2	19.8	24.9	25.1	19.9	13.6	9.0	1.8	11.5
1921	0.1	-0.6	1.1	10.3	14.0	18.2	23.6	24.9	19.7	13.2	5.6	0.7	10.9
1922	-3.1	1.9	1.8	10.1	15.2	20.5	24.7	25.7	21.8	14.5	8.1	0.8	11.8
1923	-1.9	-0.4	2.7	7.3	16.2	18.8	22.6	26.2	21.2	13.8	9.1	2.2	11.5
1924	-0.8	0.0	-0.1	8.6	14.1	18.9	26.0	25.7	19.2	12.9	6.9	1.6	11.1
1925	-0.7	-1.5	1.2	5.7	14.8	19.7	23.1	25.3	21.2	13.6	8.5	3.4	11.2
1926	-0.9	0.7	1.8	5.2	15.5	18.5	23.0	24.6	20.6	11.9	6.3	0.7	10.7
1927	-1.0	-2.2	1.6	7.5	14.3	20.0	25.2	24.6	19.2	14.2	8.1	2.3	11.2
1928	-0.2	-0.7	2.4	8.1	16.8	19.4	24.4	25.7	22.8	14.5	8.9	1.8	12.0
1929	-1.5	-1.4	1.4	6.7	13.5	20.5	25.3	25.6	18.9	14.5	8.1	4.9	11.4
1930	-0.6	1.5	4.1	11.4	15.9	20.0	25.3	26.4	19.2	14.0	6.8	2.0	12.2
1931	-0.6	-1.2	2.9	8.3	14.7	19.8	20.9	25.9	20.6	13.1	8.7	2.8	11.3
1932	2.2	0.3	2.5	9.0	16.1	20.2	24.3	25.7	20.3	13.3	8.0	2.9	12.1
1933	-1.2	-1.2	0.9	8.9	17.2	21.0	26.3	25.9	20.4	13.4	7.9	2.7	11.9
1934	-1.4	-0.4	0.8	5.3	13.3	19.9	22.8	23.4	19.7	12.1	6.5	1.6	10.3
1935	-0.3	0.5	2.6	9.6	14.5	19.6	23.6	23.4	19.6	14.1	7.4	1.9	11.4
1936	-2.4	-1.9	0.1	6.2	13.4	20.3	23.2	24.1	21.6	13.4	8.0	2.6	10.7
1937	0.1	1.0	2.4	9.2	14.4	18.5	24.6	25.6	19.7	13.3	8.3	1.0	11.5
1938	-1.4	-1.3	3.0	7.8	16.2	18.9	23.5	25.9	19.7	14.1	7.0	1.4	11.2
1939	-2.0	-1.1	1.7	7.3	14.1	20.2	25.5	24.9	21.5	15.2	8.5	2.2	11.5
1940	-1.9	-1.3	2.2	7.9	15.1	19.9	24.5	23.7	19.7	14.5	9.6	2.8	11.4
1941	0.7	0.0	2.9	8.4	15.8	19.8	22.4	24.5	18.9	13.4	8.7	3.4	11.6
1942	-1.0	-1.7	4.2	9.5	14.0	20.2	25.6	25.0	21.3	13.6	7.0	2.2	11.7
1943	-1.5	-0.8	1.7	6.7	15.0	19.9	25.3	26.0	22.0	14.8	7.6	1.9	11.6
1944	-1.8	-1.8	1.6	5.5	15.4	20.8	23.6	25.6	20.8	14.6	8.5	0.7	11.1
1945	-3.1	-2.9	2.0	7.4	12.2	20.2	21.1	26.2	20.9	15.4	8.6	1.7	10.8
1946	0.3	0.3	2.0	9.4	15.0	21.8	25.5	25.6	20.4	14.9	10.5	1.7	12.3
1947	0.0	-1.3	1.8	7.5	14.4	18.5	24.8	26.0	20.8	13.2	7.0	0.5	11.1
1948	0.3	0.3	2.4	10.1	16.1	21.1	25.1	25.0	20.7	14.6	8.4	5.6	12.5
1949	2.6	2.3	1.6	7.6	16.6	19.2	23.8	25.4	20.9	14.1	7.2	3.2	12.1
1950	1.2	0.7	3.2	10.4	17.3	19.7	24.8	25.7	22.1	13.6	8.3	2.6	12.5
1951	-1.0	1.1	3.5	9.6	16.1	19.2	23.1	26.4	19.1	15.7	8.6	4.4	12.2
1952	0.4	-0.8	3.0	9.4	15.3	19.7	23.7	25.0	20.6	14.6	9.6	2.6	11.9
1953	-0.4	-0.6	4.1	8.4	15.1	20.3	23.4	23.9	20.2	14.7	6.1	4.4	11.6
1954	0.1	1.8	3.6	11.5	15.1	17.7	22.6	25.7	22.9	13.7	9.3	4.1	12.3
1955	-0.4	1.3	4.5	10.1	15.9	20.9	26.0	25.0	20.2	14.8	8.2	4.3	12.6
1956	0.3	-0.6	3.2	8.9	15.9	19.8	23.6	23.3	21.3	14.8	7.8	1.0	11.6
1957	0.2	-0.5	0.7	7.6	14.0	18.7	22.8	25.5	18.9	14.0	8.9	4.5	11.3
1958	-0.1	1.4	2.7	9.5	15.3	20.2	23.4	23.7	20.6	13.8	7.7	5.1	11.9
1959	0.2	2.6	5.1	12.0	16.1	19.3	23.7	25.1	22.1	15.3	9.2	3.7	12.9
1960	0.8	1.6	4.1	9.2	15.7	19.6	23.5	25.9	21.3	14.5	9.8	3.3	12.4
1961	-0.5	-0.4	3.2	9.7	17.2	19.7	26.0	25.9	23.4	16.2	9.3	3.8	12.8
1962	0.2	0.8	3.1	10.0	16.5	18.7	24.9	25.8	21.6	13.6	8.5	4.1	12.3
1963	-1.4	0.1	2.9	10.0	17.0	21.1	24.5	25.1	18.9	13.9	8.7	4.0	12.1
1964	1.4	-0.4	2.9	12.8	16.7	18.8	23.8	26.5	19.3	13.6	7.9	2.5	12.2
1965	0.0	0.1	1.7	6.2	15.8	20.0	22.2	24.6	19.8	13.7	8.3	1.9	11.2
1966	-0.5	0.6	3.9	10.2	14.9	19.0	23.0	25.8	20.6	15.4	8.1	0.8	11.8
1967	-0.6	-0.1	3.6	9.5	17.3	19.9	24.0	24.8	20.8	13.4	7.7	1.9	11.9

Table 8. 月平均気温 (日平均気温の月平均値) (つづき)
Monthly mean air temperature (Continue)

(単位: °C)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1968	-0.2	-1.4	3.0	8.3	14.6	20.0	24.1	24.5	20.3	12.9	9.3	5.3	11.7
1969	-0.1	0.1	2.1	9.4	15.9	19.3	23.9	24.4	20.1	13.7	8.0	1.6	11.5
1970	-1.5	-0.1	-0.4	7.0	17.1	18.9	24.2	25.4	21.3	14.4	7.6	1.1	11.2
1971	-0.3	0.4	2.2	8.7	15.4	19.7	24.1	24.9	19.6	12.9	8.3	2.0	11.5
1972	2.0	1.0	4.5	10.5	15.6	19.9	24.6	24.5	20.3	15.1	8.2	3.4	12.5
1973	2.1	2.0	2.5	12.4	15.4	19.1	25.9	26.8	20.4	13.7	7.5	1.0	12.4
1974	-0.3	-0.2	2.1	8.5	16.6	20.4	22.9	25.6	20.2	14.4	7.0	1.5	11.6
1975	-0.2	-0.1	2.8	10.0	15.6	20.5	24.3	25.7	23.0	14.5	9.1	2.6	12.3
1976	-0.4	1.2	3.5	9.4	16.1	19.7	23.7	23.0	19.4	13.6	6.7	2.2	11.5
1977	-2.0	-0.8	3.6	9.0	15.6	20.6	25.0	24.0	21.8	15.4	10.5	3.8	12.2
1978	0.3	-1.6	2.6	7.7	16.7	21.8	26.9	26.4	20.3	13.7	8.1	3.6	12.2
1979	1.3	2.8	4.1	9.5	14.7	22.0	22.9	25.3	21.0	16.1	9.7	4.9	12.9
1980	0.2	-0.7	1.9	7.6	16.5	21.4	22.7	23.2	19.6	13.5	8.5	2.2	11.4
1981	-1.8	-0.5	2.4	7.4	14.0	19.3	25.2	24.6	19.5	13.2	5.5	3.0	11.0
1982	0.4	-0.2	3.7	10.6	17.4	19.3	22.8	25.4	19.8	14.5	9.5	4.1	12.3
1983	0.4	-0.4	2.9	12.3	16.5	19.1	22.5	25.8	21.4	13.2	7.3	0.9	11.8
1984	-2.0	-2.2	0.3	6.1	13.8	21.1	24.6	26.2	20.1	13.7	7.7	2.8	11.0
1985	-1.7	1.2	3.0	10.0	16.7	19.3	23.7	27.9	20.6	14.4	8.5	1.8	12.1
1986	-1.4	-1.5	3.1	8.1	14.9	19.4	21.9	25.3	20.9	13.0	7.3	3.5	11.2
1987	0.3	1.0	3.6	9.7	16.1	20.5	24.5	25.0	21.3	15.6	8.4	3.6	12.5
1988	1.2	-1.1	2.6	8.7	14.6	19.8	22.4	26.0	20.9	12.9	6.3	3.1	11.4
1989	2.3	1.7	4.7	11.3	15.4	19.2	23.6	25.1	21.1	14.0	10.4	3.4	12.7
1990	0.0	3.9	5.4	11.3	15.5	21.3	24.7	26.3	21.6	14.8	10.7	4.7	13.3
1991	0.5	0.2	3.3	10.4	15.8	21.6	23.6	24.1	21.2	15.1	7.5	3.9	12.3
1992	1.3	0.5	3.9	10.4	13.9	18.9	23.3	25.6	20.1	14.1	8.6	3.6	12.0
1993	1.2	1.2	3.0	8.1	14.4	19.3	22.2	22.6	19.4	13.1	9.4	3.1	11.4
1994	0.2	0.8	2.1	10.5	16.7	20.2	26.0	27.6	22.0	15.9	8.7	2.9	12.8
1995	0.0	0.6	3.5	9.5	15.8	18.7	23.5	25.8	19.0	15.4	6.5	1.4	11.6
1996	0.2	-0.2	2.8	6.7	14.9	20.1	24.1	24.7	19.4	14.0	8.1	3.4	11.5
1997	0.9	0.7	4.0	9.9	16.5	20.5	24.0	25.0	19.7	13.1	9.3	3.7	12.3
1998	0.4	1.7	4.1	13.0	18.0)	20.2	24.7	24.2	22.4	16.8	8.2	3.9	13.1
1999	0.6	0.2	3.7	9.7	15.7	20.2	24.2	26.9	23.0	15.1)	9.2	2.6	12.6
2000	2.0	-0.3	2.7	8.8	16.8	20.4	25.1	26.4	21.8	14.5	8.7	2.6	12.5
2001	-0.5	0.1	2.8	9.1	17.2	20.1	25.6	25.1	20.2	14.5	7.8)	1.9	12.0
2002	1.2	1.4	4.9	12.3	15.4	19.3	24.9	25.1	20.1	14.0	4.7)	1.9	12.1
2003	0.0	0.6	2.4	10.3	17.0	20.7	21.3	23.8	20.7	13.3	10.1	3.2	12.0
2004	0.1	1.9	3.4	10.6	16.7	20.5	25.1	24.5	21.8	15.3]	10.1)	4.3	12.6)
2005	0.0	-0.1	2.0	8.0	14.1)	21.5	23.1	25.0)	21.7	15.3	7.7	0.0	11.5
2006	-1.1	0.3	2.7	6.6	15.2	20.4	22.5	26.3	20.2	15.3	8.9	3.3	11.7
2007	1.5	2.3	3.7	9.2	15.5	20.3	21.9	25.6	23.0	14.4	7.2	3.3	12.3
2008	0.0	-0.6	3.9	10.4	16.3	19.6	24.5	24.4	20.5	15.1	7.8	4.4	12.2
2009	1.0	1.8	4.2	10.6	16.6	20.3	22.9	23.8	19.9	14.6	8.9	3.5	12.3
2010	0.6	1.0	3.0	7.4	15.0	20.7	24.7	27.0	21.5	15.2	8.1	3.8	12.3
2011	-1.4	0.8	1.4	6.7	15.4	20.4	25.0	25.2	21.6	14.0	9.5	1.7	11.7
2012	-1.0	-0.9	2.3	8.2	15.1	19.9	24.6	26.5	23.0	14.8	7.1	1.0	11.7
2013	-0.8	-0.7	3.2	7.6	15.6	21.2	24.0	25.1	20.8	16.2	7.4	2.3	11.8
2014	-0.5	-0.3	2.9	9.3	16.0	21.1	23.6	24.2	19.5	14.1	8.9	1.1	11.7
2015	0.1	0.8	3.6	8.9	17.4	19.8	24.3	24.6	19.1	13.6	9.9	4.2	12.2
2016	0.7	1.3	4.3	12.0	17.9	20.4	23.8	25.0	21.5	14.6	7.6	3.5	12.7
2017	0.4	0.5	3.0	9.4	16.6	18.2	24.6	24.7	19.8	14.3	6.4	1.6	11.6
100年平均値	-0.2	0.1	2.8	9.0	15.6	19.9	24.0	25.2	20.6	14.2)	8.2	2.7	11.8
平年値	0.3	0.5	3.3	9.6	15.7	20.1	23.8	25.4	20.8	14.4)	8.3	3.1	12.1

Table 9. 日最高気温の月平均値

Monthly mean daily maximum air temperature

(単位:℃)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1918	1.6	3.4	6.5	13.1	20.8	24.0	30.7	30.5	25.9	19.0	11.9	4.4	16.0
1919	2.7	4.7	8.5	15.9	21.2	25.0	28.5	29.5	25.4	19.6	13.7	5.7	16.7
1920	4.0	2.7	6.9	14.6	19.4	25.4	30.8	30.4	25.5	19.5	14.1	6.0	16.6
1921	3.5	3.3	5.4	16.6	20.0	23.9	28.6	30.8	24.2	18.2	10.6	5.4	15.9
1922	-0.1	6.6	6.8	17.1	21.4	27.3	29.7	31.0	27.5	20.7	13.5	3.5	17.1
1923	1.7	3.2	8.0	13.8	22.1	24.0	27.2	32.3	26.7	19.4	13.9	6.4	16.6
1924	3.3	3.8	4.0	15.6	20.1	24.4	32.0	32.3	24.5	18.5	12.6	5.1	16.4
1925	2.6	2.2	5.5	11.8	21.6	26.0	28.3	31.4	26.9	19.1	13.4	7.5	16.4
1926	2.5	4.8	6.2	11.5	22.3	24.9	28.1	29.8	25.6	17.7	11.5	4.6	15.8
1927	3.0	1.1	6.1	13.7	20.7	26.2	29.7	29.7	23.6	19.7	12.9	6.6	16.1
1928	3.9	3.2	7.4	14.5	23.2	24.1	29.3	31.5	28.6	19.2	14.0	4.8	17.0
1929	1.5	2.3	6.1	12.1	19.5	26.4	30.1	31.0	23.6	19.1	12.5	9.0	16.1
1930	2.8	5.1	9.0	17.8	21.5	25.2	30.0	31.4	24.7	19.6	11.6	5.2	17.0
1931	2.4	2.3	8.4	14.0	20.4	24.8	24.4	31.0	25.5	17.5	13.7	7.2	16.0
1932	6.4	4.0	6.7	14.6	22.6	24.9	28.8	30.8	25.1	18.8	13.0	6.8	16.9
1933	2.6	3.0	5.0	15.0	24.2	26.7	31.5	31.5	26.3	18.6	13.5	5.8	17.0
1934	1.4	2.1	4.9	10.4	20.0	24.8	26.7	27.9	23.9	17.1	11.6	5.7	14.7
1935	3.6	4.7	6.8	15.9	20.0	24.6	28.2	28.3	23.9	19.5	12.5	5.5	16.1
1936	0.0	0.8	4.2	11.1	18.7	25.1	27.2	28.1	26.1	18.1	12.7	5.8	14.8
1937	2.9	4.4	6.7	14.5	19.7	23.3	28.4	30.3	24.5	18.0	12.2	3.9	15.7
1938	2.0	1.7	7.2	13.5	21.8	23.0	27.2	30.7	24.4	18.8	11.5	4.2	15.5
1939	0.5	1.5	5.2	12.4	19.6	25.5	30.3	29.9	26.4	19.9	13.7	5.8	15.9
1940	0.6	1.9	5.9	13.2	21.9	25.1	29.0	28.6	24.4	20.0	15.0	6.1	16.0
1941	4.0	3.6	6.9	13.8	21.5	24.0	26.2	28.8	23.2	19.3	14.0	6.9	16.0
1942	1.6	1.7	9.1	15.4	19.5	25.5	30.3	29.5	25.8	18.2	11.5	5.4	16.1
1943	1.1	2.3	5.0	11.7	20.9	24.5	30.6	31.4	26.2	19.3	12.6	5.1	15.9
1944	0.8	1.3	4.9	9.7	21.6	25.9	27.8	30.4	26.1	19.2	12.4	2.9	15.3
1945	-0.8	-0.2	5.3	12.2	17.9	24.8	24.6	30.8	24.7	19.5	12.3	4.2	14.6
1946	3.3	3.2	5.7	14.9	19.9	26.8	29.7	30.7	25.2	19.6	14.5	4.4	16.5
1947	2.7	1.4	5.7	12.5	19.8	22.6	29.2	30.7	25.1	17.3	11.3	3.2	15.1
1948	3.7	3.8	5.9	15.7	22.1	25.9	29.4	29.7	24.4	18.4	12.0	9.2	16.7
1949	6.0	5.4	5.8	12.7	22.9	23.8	28.6	30.7	25.2	18.1	11.0	6.0	16.4
1950	4.6	3.7	7.5	15.7	23.0	23.3	29.6	30.5	26.8	17.8	12.2	5.6	16.7
1951	1.6	4.7	7.5	14.7	22.1	24.2	27.4	31.4	23.5	20.2	12.6	7.9	16.5
1952	3.0	2.2	7.2	14.3	21.4	24.4	27.9	29.5	24.4	19.2	13.8	5.7	16.1
1953	2.6	2.5	7.9	13.8	20.8	24.3	27.3	27.8	24.0	19.5	9.4	7.9	15.7
1954	3.1	5.8	7.8	16.9	20.5	21.5	26.8	30.2	27.6	17.9	13.8	7.5	16.6
1955	2.3	5.3	8.4	15.7	21.1	25.8	30.8	30.0	24.8	18.3	13.2	7.9	17.0
1956	3.3	3.0	7.0	14.1	21.3	24.0	27.5	27.2	25.9	19.1	11.6	3.5	15.6
1957	3.3	2.6	4.2	13.0	19.6	23.5	26.6	29.9	23.1	19.0	13.9	8.2	15.6
1958	3.3	5.0	7.1	14.9	21.5	25.3	27.4	27.8	24.5	18.2	11.8	8.7	16.3
1959	3.2	6.3	9.1	17.3	21.5	23.9	28.0	29.8	26.4	19.7	13.6	7.2	17.2
1960	3.6	5.5	8.4	14.4	20.9	24.4	27.8	30.5	25.8	18.8	13.4	6.4	16.7
1961	2.4	2.8	7.1	15.5	23.1	24.1	30.5	30.6	28.1	20.0	13.6	7.1	17.1
1962	2.8	3.5	6.9	15.4	22.5	23.0	29.2	30.6	26.0	17.8	12.4	7.9	16.5
1963	1.9	3.3	6.9	15.3	21.9	25.3	28.6	29.6	23.3	17.9	12.8	7.8	16.2
1964	4.3	2.3	6.5	18.2	22.0	23.1	27.7	31.0	22.8	17.7	12.4	5.4	16.1
1965	3.3	3.1	5.6	11.0	21.9	24.9	26.0	30.2	24.6	19.0	12.8	5.0	15.6
1966	2.6	4.7	7.7	15.3	20.6	23.2	26.9	30.8	24.3	19.8	12.3	3.4	16.0
1967	2.2	3.3	8.2	14.5	23.6	24.8	28.3	29.1	24.6	17.5	11.6	5.2	16.1

Table 9. 日最高気温の月平均値 (つづき)
Monthly mean daily maximum air temperature (Continue)

(単位: °C)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1968	2.7	2.1	7.0	13.4	19.9	25.0	28.6	28.4	24.9	17.0	14.1	8.8	16.0
1969	2.8	3.4	6.0	14.5	21.9	24.3	28.3	28.8	24.4	18.1	12.4	4.8	15.8
1970	1.9	3.2	3.1	12.0	23.7	23.3	28.8	30.1	25.5	18.9	11.4	4.0	15.5
1971	3.0	4.3	6.5	14.6	21.1	24.4	28.5	29.5	23.2	16.9	12.5	5.6	15.8
1972	5.8	4.6	8.5	15.9	20.9	25.2	29.1	29.1	24.7	19.7	12.4	7.0	16.9
1973	5.5	5.6	6.5	18.3	21.2	23.2	31.1	31.9	24.7	18.0	11.3	4.2	16.8
1974	2.3	3.4	6.0	13.7	22.7	25.2	26.6	30.8	24.5	18.5	11.3	4.2	15.8
1975	2.7	3.6	6.9	15.5	20.9	24.9	29.5	31.1	27.9	18.6	13.5	5.7	16.7
1976	2.6	5.1	7.6	15.2	21.7	23.7	28.8	27.1	23.6	18.1	11.5	5.5	15.9
1977	0.8	2.8	7.7	14.4	21.4	25.4	29.9	28.6	26.8	21.0	15.1	7.0	16.7
1978	3.3	1.3	6.6	13.2	22.5	26.4	32.0	31.6	24.1	18.3	11.9	7.1	16.5
1979	4.6	5.9	8.2	14.2	20.3	26.7	27.2	29.7	25.0	20.5	13.7	8.3	17.0
1980	2.8	1.9	5.4	12.7	22.7	25.8	26.1	26.4	23.3	17.1	12.7	4.8	15.1
1981	0.2	2.5	6.1	12.4	19.4	23.4	29.2	28.5	23.2	17.4	8.6	6.3	14.8
1982	3.4	2.9	7.8	16.3	22.8	23.7	27.4	29.3	23.3	19.5	12.9	7.5	16.4
1983	3.1	2.5	6.5	18.0	22.5	23.8	25.9	29.6	25.1	17.2	11.0	4.0	15.8
1984	0.5	0.5	4.0	10.6	19.8	25.6	29.0	31.0	24.2	17.7	11.8	5.9	15.1
1985	1.0	3.9	6.1	15.3	21.9	23.4	27.9	33.2	24.0	18.4	11.9	4.9	16.0
1986	1.4	1.8	6.5	13.1	20.2	24.0	25.2	29.6	25.2	16.6	11.3	6.7	15.1
1987	2.9	4.3	7.5	15.3	21.7	25.8	28.3	29.0	25.5	20.0	12.1	7.5	16.7
1988	4.5	2.0	6.3	14.3	19.9	24.2	25.6	30.5	24.4	17.1	10.4	6.8	15.5
1989	5.6	4.8	8.8	17.4	20.4	23.5	27.7	29.5	24.8	18.8	15.0	6.8	16.9
1990	3.5	7.5	9.8	17.1	21.2	26.4	30.0	31.9	26.8	19.5	15.9	9.4	18.3
1991	3.5	3.6	7.9	17.5	22.3	26.2	28.1	28.8	25.7	18.7	12.3	8.3	16.9
1992	5.2	4.7	8.5	16.5	19.4	24.7	28.5	31.1	25.5	19.4	14.2	7.1	17.1
1993	4.6	5.0	8.3	14.1	20.8	23.3	26.6	27.2	23.9	18.4	14.8	6.9	16.2
1994	3.9	4.3	6.6	17.9	22.8	25.8	31.2	33.7	27.4	21.1	14.5	6.6	18.0
1995	3.0	4.0	7.9	15.6	21.6	23.4	27.9	31.2	24.0	20.7	12.0	4.4	16.3
1996	3.6	3.9	7.5	12.8	21.1	25.0	29.1	30.0	24.6	19.9	12.2	8.3	16.5
1997	4.3	4.9	9.2	16.1	22.6	25.7	28.8	30.1	23.7	18.7	14.4	8.1	17.2
1998	3.5	6.3	9.3	18.5	23.9)	24.6	29.9	28.3	27.2	21.8	13.1	7.9	17.9
1999	3.6	4.5	9.2	15.9	22.3	25.0	28.9	32.1	27.7	20.2)	14.4	6.1	17.5
2000	5.4	3.0	7.4	14.4	22.5	25.3	30.4	32.2	26.8	19.0	14.0	6.8	17.3
2001	2.0	4.1	7.3	16.4	23.6	24.3	30.7	29.9	25.0	19.8	13.3	4.3	16.7
2002	4.0	5.4	10.5	18.9	20.9	24.7	29.7	30.5	25.0	19.2	8.8)	4.7	16.9
2003	3.3	4.9	7.3	16.3	23.3	25.4	25.2	28.1	25.2	18.7	14.7	6.8	16.6
2004	3.7	6.7	9.5	17.8	22.2	26.1	30.1	29.3	26.6	19.9]	14.7)	8.4	17.7)
2005	3.0	3.7	6.8	14.7	20.4	26.7	27.5	29.8)	26.3	19.8	12.4	2.8	16.2
2006	2.0	4.5	7.3	12.0	21.3	25.6	26.2	31.8	25.0	20.6	13.7	6.7	16.4
2007	4.9	6.8	8.5	14.5	21.7	25.3	25.6	30.9	28.8	19.9	12.5	6.8	17.2
2008	2.8	2.9	8.9	16.8	22.2	24.8	29.8	29.7	26.0	21.1	13.4	9.9	17.4
2009	5.3	6.6	10.0	17.1	23.2	26.1	27.6	29.0	25.1	20.5	14.2	7.5	17.7
2010	4.2	5.7	8.0	12.8	21.1	26.3	30.0	32.8	26.5	20.0	13.8	8.6	17.5
2011	1.4	6.4	7.2	13.9	21.9	26.4	30.4	30.6	27.2	19.8	14.4	4.8	17.0
2012	2.0	3.0	7.1	14.8	21.2	25.6	29.6	32.8	28.7	20.4	11.6	4.5	16.8
2013	2.2	3.3	9.5	14.0	22.6	26.7	29.0	30.2	26.6	21.5	12.8	5.7	17.0
2014	3.2	3.5	8.2	16.3	23.0	26.7	28.8	29.6	25.6	20.0	14.0	4.2	16.9
2015	3.1	4.9	9.9	16.0	25.0	25.4	29.6	29.5	23.9	19.9	14.3	8.3	17.5
2016	4.0	6.0	9.8	18.4	24.3	25.8	28.8	30.8	26.2	20.2	12.3	7.8	17.9
2017	3.7	4.4	7.9	16.5	23.4	24.1	29.2	29.5	25.4	18.7	11.7	5.7	16.7
100 年平均値	2.9	3.7	7.1	14.8	21.5	24.8	28.5	30.1	25.3	19.0)	12.8	6.2	16.4
平年値	3.4	4.3	7.8	15.5	21.6	24.9	28.3	30.3	25.4	19.3)	13.0	6.8	16.7

Table 10. 日最低気温の月平均値

Monthly mean daily minimum air temperature

(単位:℃)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1918	-4.7	-5.0	-2.6	1.5	8.6	14.0	20.6	19.5	15.3	9.2	2.8	-1.8	6.5
1919	-3.3	-3.6	-1.6	2.9	8.8	14.4	18.6	19.4	15.9	10.1	3.8	-1.0	7.0
1920	-2.7	-4.3	-2.5	2.2	9.8	14.3	19.5	20.1	15.1	8.4	4.0	-2.2	6.8
1921	-3.8	-4.8	-3.0	4.0	8.8	12.8	19.1	20.0	16.2	9.4	1.8	-3.1	6.5
1922	-6.0	-2.4	-2.4	4.1	9.7	14.0	20.4	21.2	17.4	9.1	3.6	-2.0	7.2
1923	-5.5	-3.7	-1.6	1.2	10.5	13.9	18.8	20.7	16.6	9.1	4.6	-1.3	6.9
1924	-4.9	-3.3	-3.6	2.7	8.4	14.0	20.1	19.8	15.0	8.1	2.4	-1.4	6.4
1925	-3.7	-4.6	-2.7	0.9	8.2	14.0	17.8	19.9	16.8	8.9	4.3	-0.4	6.6
1926	-4.2	-3.3	-2.3	-0.1	9.2	12.4	18.1	20.2	16.6	6.9	2.0	-2.6	6.1
1927	-4.6	-5.9	-2.4	1.7	7.4	13.1	20.5	19.8	14.9	8.7	3.8	-1.7	6.3
1928	-3.9	-4.3	-2.1	1.7	10.1	14.6	19.2	19.9	17.8	10.2	4.2	-1.2	7.2
1929	-4.4	-4.7	-3.1	1.4	7.6	14.3	20.7	20.1	14.9	10.4	4.3	1.0	6.9
1930	-4.1	-2.2	-0.3	5.1	9.4	14.6	21.0	21.5	14.5	9.1	2.5	-0.9	7.5
1931	-3.8	-4.8	-2.7	2.6	7.9	14.1	17.4	20.6	16.2	8.8	4.0	-1.1	6.6
1932	-1.5	-2.9	-1.3	2.7	8.6	15.2	19.4	20.4	16.6	8.7	3.7	-0.3	7.4
1933	-4.8	-5.2	-3.4	2.6	10.2	14.8	21.0	21.1	15.0	9.1	2.9	-0.2	6.9
1934	-4.8	-3.2	-3.5	0.0	6.8	15.1	19.5	19.7	16.4	7.8	2.8	-1.8	6.2
1935	-3.1	-2.9	-1.1	3.4	9.5	14.3	19.2	19.2	16.0	9.7	3.6	-1.5	7.2
1936	-4.9	-4.9	-3.9	1.3	7.9	15.6	19.2	20.4	17.6	9.4	3.6	-0.1	6.8
1937	-2.5	-2.0	-1.6	4.1	8.8	13.4	21.0	21.4	15.7	9.4	4.9	-1.6	7.6
1938	-4.5	-4.5	-0.7	2.4	10.6	14.9	19.6	20.6	15.9	10.1	3.4	-1.0	7.2
1939	-4.7	-3.8	-2.0	2.4	8.7	14.9	20.4	20.1	17.1	11.0	4.4	-0.8	7.3
1940	-4.0	-4.2	-1.3	2.8	8.2	14.0	19.9	18.9	15.3	9.4	4.7	-0.2	7.0
1941	-2.2	-3.2	-0.8	2.9	9.6	15.3	18.8	20.1	15.0	8.1	4.0	0.3	7.3
1942	-3.4	-5.2	-0.4	3.6	8.4	14.9	20.9	20.4	16.9	9.0	2.4	-1.1	7.2
1943	-4.1	-4.0	-1.6	1.7	9.1	15.4	20.0	20.6	17.9	10.2	2.6	-1.3	7.2
1944	-4.3	-5.0	-1.7	1.3	9.2	15.6	19.5	20.7	15.6	10.0	4.5	-1.5	7.0
1945	-5.2	-5.7	-1.7	2.5	6.5	15.6	17.6	21.6	17.1	11.3	4.9	-0.8	7.0
1946	-2.7	-2.7	-1.7	3.9	10.0	16.6	21.3	20.5	15.6	10.1	6.4	-1.1	8.0
1947	-2.7	-4.0	-2.1	2.4	9.0	14.3	20.4	21.3	16.5	9.1	2.6	-2.2	7.1
1948	-3.2	-3.1	-1.2	4.5	10.1	16.3	20.7	20.2	16.9	10.8	4.8	2.1	8.2
1949	-0.6	-0.7	-2.6	2.6	10.3	14.7	19.1	19.8	16.6	10.1	3.3	0.3	7.7
1950	-2.2	-2.4	-1.2	5.2	11.5	16.2	19.9	20.9	17.3	9.3	4.4	-0.5	8.2
1951	-3.6	-2.5	-0.5	4.5	10.1	14.1	18.8	21.3	14.6	11.3	4.7	0.9	7.8
1952	-2.2	-3.9	-1.1	4.6	9.3	15.0	19.5	20.4	16.7	10.0	5.4	-0.4	7.8
1953	-3.4	-3.7	0.3	4.0	9.6	16.2	19.5	20.0	16.5	9.9	2.8	0.9	7.7
1954	-2.9	-2.2	-0.6	6.2	9.7	14.0	18.4	21.1	18.2	9.5	4.7	0.8	8.1
1955	-3.2	-2.8	0.6	4.6	10.7	16.1	21.2	20.0	15.7	11.2	3.1	0.7	8.2
1956	-2.6	-4.1	-0.6	3.7	10.5	15.6	19.7	19.4	16.8	10.5	4.0	-1.4	7.6
1957	-2.8	-3.5	-2.7	2.2	8.5	13.9	19.1	21.2	14.7	9.0	3.9	0.8	7.0
1958	-3.6	-2.2	-1.7	4.2	9.2	15.0	19.3	19.6	16.7	9.4	3.6	1.4	7.6
1959	-2.8	-1.2	1.1	6.8	10.7	14.7	19.5	20.4	17.8	10.9	4.8	0.3	8.6
1960	-2.0	-2.2	-0.1	4.0	10.6	14.8	19.1	21.3	16.7	10.1	6.2	0.1	8.2
1961	-3.4	-3.7	-0.7	4.0	11.4	15.3	21.5	21.2	18.6	12.5	5.0	0.5	8.5
1962	-2.4	-1.9	-0.7	4.5	10.5	14.5	20.5	21.0	17.1	9.3	4.5	0.4	8.1
1963	-4.6	-3.1	-1.0	4.7	12.1	17.0	20.3	20.6	14.6	10.0	4.5	0.2	7.9
1964	-1.5	-3.0	-0.7	7.3	11.5	14.6	20.0	22.0	15.9	9.5	3.5	-0.4	8.2
1965	-3.3	-2.8	-2.1	1.4	9.7	15.0	18.5	19.0	15.1	8.5	3.8	-1.3	6.8
1966	-3.5	-3.5	0.1	5.1	9.2	14.9	19.1	20.7	17.0	11.0	3.9	-1.9	7.7
1967	-3.4	-3.5	-0.9	4.4	11.0	15.0	19.7	20.6	16.9	9.3	3.8	-1.4	7.6

Table 10. 日最低気温の月平均値 (つづき)
Monthly mean daily minimum air temperature (Continue)

(単位:℃)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1968	-3.1	-4.8	-1.0	3.3	9.2	15.0	19.6	20.5	15.7	8.8	4.5	1.8	7.5
1969	-2.9	-3.3	-1.8	4.4	9.8	14.3	19.5	20.0	15.9	9.3	0.2	-1.6	7.0
1970	-4.8	-3.4	-3.9	2.1	10.4	14.4	19.6	20.7	17.1	9.8	3.8	-1.8	7.0
1971	-3.6	-3.6	-2.0	2.8	9.6	15.0	19.7	20.4	16.0	8.9	4.2	-1.5	7.2
1972	-1.7	-2.5	0.5	5.0	10.3	14.6	20.1	19.9	15.9	10.4	4.0	-0.2	8.0
1973	-1.3	-1.6	-1.6	6.5	9.6	14.9	20.6	21.7	16.2	9.5	3.6	-2.1	8.0
1974	-3.0	-3.7	-1.8	3.2	10.5	15.7	19.1	20.5	15.9	10.4	2.7	-1.2	7.4
1975	-3.2	-3.9	-1.2	4.5	10.4	16.0	19.2	20.4	18.0	10.4	4.7	-0.4	7.9
1976	-3.4	-2.8	-0.7	3.5	10.5	15.6	18.6	18.8	15.1	9.2	2.0	-1.2	7.1
1977	-4.8	-4.4	-0.5	3.7	9.8	15.8	20.1	19.3	16.8	9.7	5.8	0.6	7.7
1978	-2.6	-4.5	-1.3	2.2	10.8	17.2	21.8	21.2	16.5	9.2	4.3	0.0	7.9
1979	-2.1	-0.3	0.1	4.8	9.1	17.3	18.6	21.0	16.9	11.7	5.8	1.4	8.7
1980	-2.5	-3.3	-0.6	2.6	10.3	16.9	19.2	20.1	15.9	9.9	4.3	-0.3	7.7
1981	-3.7	-3.5	-1.4	2.4	8.5	15.3	21.1	20.6	15.7	9.1	2.4	-0.2	7.2
1982	-2.7	-3.3	-0.4	4.9	12.1	14.8	18.3	21.4	16.3	9.5	6.1	0.8	8.2
1983	-2.2	-3.3	-0.6	6.6	10.6	14.3	19.2	21.9	17.7	9.2	3.5	-2.1	7.9
1984	-4.5	-4.9	-3.5	1.5	7.9	16.6	21.2	21.5	16.0	9.7	3.6	-0.2	7.1
1985	-4.4	-1.6	-0.1	4.7	11.5	15.2	19.6	22.7	17.2	10.3	5.0	-1.3	8.2
1986	-4.2	-4.8	-0.2	3.1	9.5	14.8	18.6	21.0	16.6	9.3	3.3	0.3	7.3
1987	-2.4	-2.2	-0.2	4.1	10.5	15.3	20.7	21.1	17.1	11.1	4.7	-0.2	8.3
1988	-2.2	-4.2	-1.0	3.2	9.3	15.3	19.1	21.4	17.3	8.8	2.1	-0.5	7.4
1989	-1.1	-1.4	0.7	5.3	10.3	14.9	19.5	20.7	17.3	9.1	5.8	0.1	8.4
1990	-3.6	0.2	0.9	5.5	10.2	17.0	20.5	21.4	17.5	11.0	6.7	1.4	9.1
1991	-1.7	-3.0	-0.2	4.2	9.8	17.5	20.0	20.3	17.8	12.3	3.5	1.0	8.5
1992	-1.4	-2.8	0.2	4.8	8.9	14.0	19.3	21.3	15.8	10.1	4.2	0.7	7.9
1993	-1.3	-1.6	-0.7	3.2	8.4	15.7	18.7	19.3	16.1	8.7	4.9	0.2	7.6
1994	-2.4	-1.7	-1.6	4.3	10.8	15.5	21.8	22.6	17.8	11.7	4.2	-0.2	8.6
1995	-2.3	-1.8	-0.4	4.2	10.6	14.7	20.0	21.6	15.0	11.2	2.2	-0.7	7.9
1996	-2.4	-3.4	-1.0	2.0	9.2	15.8	19.9	19.9	15.0	9.7	4.4	0.4	7.5
1997	-1.6	-2.5	-0.4	4.9	11.1	16.1	20.1	21.0	16.7	8.5	4.7	0.4	8.3
1998	-2.1	-1.8	-0.1	8.4	12.3	16.5	20.3	21.3	18.5	12.9	4.3	0.7	9.3
1999	-1.7	-3.3	-0.4	4.7	9.4	15.9	20.6	22.5	19.3	11.1)	5.0	0.2	8.6
2000	-0.7	-2.6	-1.1	3.8	12.0	16.0	20.6	21.9	18.1	10.6	4.3)	-0.3	8.6
2001	-2.9	-3.3	-0.8	3.4	11.6	16.4	21.0	21.2	16.2	10.2	3.6	0.1	8.1
2002	-1.0	-1.3	0.3	6.5	10.7	14.6	21.1	20.8	16.1	10.2	1.5)	-0.5	8.3
2003	-2.7	-2.9	-1.1	5.2	11.2	16.4	18.1	20.7	17.1	9.0	6.1	0.8	8.2
2004	-2.5	-1.6	-0.8	4.5	11.7	15.5	20.9	20.3	18.4	11.9]	6.1)	0.9	8.5)
2005	-2.1	-3.2	-1.7	2.4	8.3)	17.2	19.7	21.7)	17.9	11.7	4.2	-2.1	7.8
2006	-4.1	-3.5	-0.8	1.9	9.8	16.2	19.9	21.7	16.5	11.3	5.2	0.6	7.9
2007	-0.8	-1.4	-0.2	4.2	9.8	16.1	19.0	21.2	18.8	10.3	3.4	0.9	8.4
2008	-2.0	-3.4	0.2	4.8	10.6	15.1	20.6	20.4	16.5	10.9	3.9	0.6	8.2
2009	-2.2	-1.7	-0.1	5.0	11.0	15.0	19.7	20.0	16.1	10.4	4.9	0.4	8.2
2010	-1.4	-2.2	-0.5	2.8	9.5	15.8	20.9	22.9	18.1	11.6	4.3	0.3	8.5
2011	-3.4	-3.2	-2.2	1.5	9.4	15.9	21.2	21.3	17.2	9.7	5.7	-0.7	7.7
2012	-3.3	-3.8	-1.0	2.9	9.5	15.4	20.7	21.3	18.1	10.4	3.7	-1.5	7.7
2013	-3.0	-3.5	-1.5	2.4	9.7	16.5	20.6	21.3	16.4	12.4	3.4	0.1	7.9
2014	-3.5	-2.9	-0.7	3.1	10.0	16.5	19.9	20.8	15.2	9.8	5.0	-1.3	7.7
2015	-2.2	-1.8	-0.7	3.4	10.5	15.2	20.3	21.0	15.8	9.2	6.7	0.9	8.2
2016	-1.4	-1.8	0.0	6.5	11.7	15.7	20.2	20.7	18.1	10.1	3.7	0.5	8.7
2017	-1.9	-2.1	-0.1	3.5	10.7	13.2	21.1	21.1	15.4	11.1	2.4	-0.8	7.8
100年平均値	-3.0	-3.2	-1.2	3.6	9.8	15.2	19.8	20.7	16.5	9.9)	4.0	-0.4	7.6
平年値	-2.3	-2.6	-0.6	4.2	10.3	15.7	20.0	21.2	17.0	10.3)	4.3	0.1	8.1

Table 11. 月最高気温（日最高気温の月最高値）
Monthly maximum air temperature

(単位：℃)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年最高値	起月日
1918	5.2	8.2	13.9	21.4	25.4	29.6	36.0	35.1	32.5	25.8	17.6	15.7	36.0	07.27
1919	11.0	11.1	16.4	23.3	28.5	31.8	32.6	33.7	32.5	24.7	20.6	15.4	33.7	08.04
1920	9.0	13.4	15.6	25.4	29.4	30.1	33.5	34.0	32.3	25.2	24.2	17.2	34.0	08.22
1921	10.0	11.5	13.0	26.4	25.9	28.4	32.1	35.5	31.1	23.2	19.6	17.6	35.5	08.17
1922	5.4	15.9	14.0	29.1	29.6	33.8	33.8	34.0	33.3	29.5	23.7	8.9	34.0	08.22
1923	7.8	6.8	17.7	26.7	28.2	29.1	31.8	34.5	32.5	26.6	20.7	14.4	34.5	08.30
1924	8.4	14.3	10.2	23.4	28.1	30.6	35.0	36.7	31.6	26.5	20.6	13.2	36.7	08.21
1925	7.7	7.5	10.3	21.0	28.1	30.0	33.7	34.7	33.3	25.3	21.2	15.5	34.7	08.31
1926	6.0	11.5	13.6	18.2	28.7	30.3	34.9	34.1	32.5	25.4	18.2	14.2	34.9	07.17
1927	13.5	5.7	14.1	24.5	27.8	33.3	34.2	34.7	34.3	25.0	20.0	15.8	34.7	08.10
1928	11.4	9.8	15.0	26.9	31.2	29.3	33.5	35.4	33.4	26.7	22.2	14.9	35.4	08.17
1929	9.9	8.8	14.1	23.3	28.7	21.9	33.8	35.9	30.5	28.0	20.1	23.8	35.9	08.17
1930	7.3	11.3	20.3	26.9	27.3	30.3	34.8	34.4	31.9	23.7	23.5	10.6	34.8	07.18
1931	7.1	6.4	18.9	26.4	28.5	31.5	29.0	35.0	33.0	24.7	18.5	17.8	35.0	08.27
1932	12.9	9.6	14.7	21.4	29.2	29.5	33.5	34.4	31.6	27.4	21.7	15.8	34.4	08.04, 08.13
1933	10.3	7.1	12.2	25.7	32.5	33.2	37.8	35.2	33.8	25.5	19.4	14.1	37.8	07.25
1934	4.1	5.9	13.7	18.1	28.1	30.5	33.5	31.9	32.1	26.0	21.2	11.2	33.5	07.04, 07.05
1935	9.5	9.5	18.2	26.9	27.3	32.5	33.4	33.0	32.0	24.9	20.3	16.6	33.4	07.29
1936	5.4	7.5	12.4	18.7	25.6	31.9	35.0	32.5	31.3	23.5	20.6	17.7	35.0	07.23
1937	7.8	16.2	15.0	25.9	26.8	28.2	33.5	32.6	30.0	24.6	19.0	12.8	33.5	07.25
1938	9.5	9.9	14.0	23.3	29.8	29.2	31.0	33.6	33.7	29.3	19.2	13.1	33.7	09.06
1939	6.2	7.0	11.8	22.5	26.6	30.5	33.7	34.2	32.1	26.5	22.5	11.5	34.2	08.04
1940	9.6	8.3	13.0	20.5	29.5	30.5	36.0	32.7	31.7	25.0	24.7	16.2	36.0	07.24
1941	10.0	10.2	16.7	26.7	29.4	30.4	31.8	33.5	29.1	28.5	20.5	14.5	33.5	08.24
1942	5.1	9.0	17.7	32.5	26.5	32.0	33.7	33.5	32.5	23.8	18.6	12.3	33.7	07.26
1943	6.4	8.3	12.2	21.3	28.4	32.3	34.6	33.8	32.5	25.0	20.5	12.1	34.6	07.30
1944	5.4	6.6	10.5	14.3	27.5	33.3	32.1	33.2	31.8	25.9	19.0	12.8	33.3	06.30
1945	2.6	5.8	12.8	18.4	26.8	28.6	30.8	35.3	31.7	29.3	17.7	14.7	35.3	08.27
1946	9.0	9.8	14.3	24.3	25.8	31.4	32.1	32.7	28.8	29.8	19.3	11.3	32.7	08.21
1947	7.7	6.5	13.1	20.6	28.2	29.8	33.6	33.9	31.5	22.6	21.1	14.8	33.9	08.14
1948	12.1	10.0	13.8	22.7	26.8	30.8	34.5	33.5	31.3	27.0	19.7	19.0	34.5	07.10
1949	13.6	11.2	12.2	23.8	29.0	29.8	33.4	36.1	31.0	22.6	20.1	15.7	36.1	08.15
1950	13.7	11.8	15.5	24.4	28.3	29.4	34.1	35.2	32.6	25.7	23.1	11.8	35.2	08.19
1951	7.1	15.2	14.6	24.8	28.7	32.4	31.7	35.0	27.6	29.6	19.3	14.1	35.0	08.24
1952	7.4	6.9	15.0	25.2	26.4	30.1	31.1	32.7	32.2	26.2	21.5	16.9	32.7	08.19
1953	8.7	10.9	15.1	27.8	27.6	29.6	32.1	32.6	29.0	23.0	18.6	18.2	32.6	08.17
1954	9.9	18.2	22.6	25.4	26.4	28.3	32.8	35.4	33.5	23.5	18.8	18.7	35.4	08.16
1955	7.3	12.9	18.4	24.7	27.8	31.0	33.9	34.3	30.4	28.9	19.0	16.9	34.3	08.30
1956	9.8	8.5	15.9	24.8	28.6	30.5	32.9	32.3	33.7	23.7	19.2	11.4	33.7	09.06
1957	8.8	8.4	11.9	20.7	27.2	28.5	31.5	34.1	27.9	24.9	22.8	16.7	34.1	08.24
1958	11.4	14.7	15.1	24.3	29.6	31.1	31.3	32.9	31.7	26.7	19.5	15.1	32.9	08.18
1959	10.2	12.4	21.1	27.0	28.6	28.7	32.1	33.1	32.3	24.8	23.0	18.4	33.1	08.01
1960	13.2	12.2	15.0	25.1	29.1	30.6	32.5	33.7	30.2	24.8	20.0	16.0	33.7	08.04
1961	6.6	7.1	14.0	22.9	29.5	32.1	35.6	34.1	33.7	31.5	19.5	15.7	35.6	07.29
1962	8.3	12.4	11.7	20.6	30.8	29.7	34.0	37.4	35.1	24.5	20.1	15.3	37.4	08.03
1963	5.9	6.4	16.6	24.1	29.0	32.6	33.1	36.6	28.7	23.6	19.2	18.4	36.6	08.10
1964	12.5	6.9	19.0	26.4	28.5	27.3	32.2	33.1	28.3	26.3	24.0	11.1	33.1	08.24
1965	7.3	10.1	13.3	20.2	28.8	30.3	31.8	33.9	30.5	22.6	22.7	14.4	33.9	08.06
1966	8.0	11.8	16.2	24.7	27.3	29.1	32.8	33.6	32.6	24.7	19.5	10.3	33.6	08.24
1967	7.7	12.1	17.2	27.0	28.9	28.5	33.1	32.6	30.2	23.9	20.4	11.1	33.1	07.20

Table 11. 月最高気温 (日最高気温の月最高値) (つづき)
Monthly maximum air temperature (Continue)

(単位: °C)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年最高値	起月日
1968	8.8	11.4	13.6	19.9	26.2	28.3	34.2	31.8	29.5	27.5	20.9	18.5	34.2	07.26
1969	10.5	11.8	15.5	26.8	29.9	30.3	32.5	33.5	31.5	26.5	23.5	12.1	33.5	08.04
1970	6.2	12.4	12.3	19.5	29.8	27.9	33.6	33.8	33.8	27.1	19.4	11.8	33.8	08.22, 09.02
1971	12.5	12.2	16.5	21.2	28.2	31.0	33.4	34.5	27.2	23.2	18.9	12.2	34.5	08.03
1972	12.3	11.0	19.6	28.9	27.0	31.0	34.3	33.0	31.8	24.6	20.2	14.1	34.3	07.20
1973	13.9	11.5	18.8	25.8	27.4	26.9	34.3	35.7	33.5	24.8	20.0	8.8	35.7	08.18
1974	6.9	9.9	10.5	20.8	33.2	33.2	32.1	34.0	33.0	24.0	20.2	10.9	34.0	08.24
1975	8.3	10.3	13.3	28.5	26.3	29.7	34.5	36.0	33.8	26.9	20.1	14.5	36.0	08.19
1976	9.1	15.3	14.6	23.6	28.8	27.7	34.6	32.5	32.8	23.4	24.6	11.1	34.6	07.25
1977	5.0	11.4	13.4	23.2	28.7	30.7	34.1	34.8	33.2	26.0	26.4	14.2	34.8	08.04
1978	11.1	8.1	13.6	24.0	28.6	35.4	35.1	36.6	30.1	25.6	17.5	15.5	36.6	08.02
1979	12.9	17.6	22.2	24.7	27.3	31.4	33.4	35.1	30.9	26.3	22.6	17.5	35.1	08.18
1980	12.0	7.4	13.8	20.5	31.5	31.0	32.0	32.6	32.8	24.2	19.8	15.5	32.8	09.11
1981	4.9	9.9	15.0	23.0	26.9	27.9	33.8	33.1	31.4	22.5	17.0	12.9	33.8	07.30
1982	14.0	10.1	18.8	26.0	30.6	27.8	33.9	33.7	30.5	24.3	19.8	17.9	33.9	07.11
1983	10.5	7.2	13.7	31.5	29.7	29.7	30.0	34.1	31.6	25.3	17.6	12.7	34.1	08.15
1984	4.7	6.1	12.2	19.8	26.3	31.0	34.3	36.2	31.2	26.7	20.9	16.5	36.2	08.15
1985	6.9	10.6	13.3	25.0	28.4	31.4	33.8	36.4	34.3	29.2	21.0	11.9	36.4	08.08
1986	6.9	6.9	12.3	24.8	27.8	27.9	33.0	35.0	34.0	25.2	20.9	14.4	35.0	08.28
1987	10.1	12.5	15.8	28.8	28.1	33.0	34.1	34.7	32.1	28.5	20.1	15.9	34.7	08.08
1988	11.7	9.0	13.1	24.1	30.0	28.6	30.4	33.6	30.3	22.6	17.1	14.1	33.6	08.02
1989	10.5	14.0	19.9	25.9	26.0	31.7	32.9	34.0	30.9	25.1	26.5	17.6	34.0	08.05
1990	14.0	12.6	18.4	25.7	30.0	32.7	33.7	37.8	35.6	25.1	21.6	17.9	37.8	08.23
1991	9.5	11.6	15.9	26.2	31.7	33.4	34.1	34.4	33.6	23.6	19.5	16.1	34.4	08.19
1992	10.0	14.3	15.9	26.4	26.0	30.6	34.0	35.5	33.6	26.6	19.7	17.6	35.5	08.25
1993	11.1	14.3	16.7	27.6	28.3	31.0	32.3	32.5	33.9	23.1	21.9	17.6	33.9	09.04
1994	9.6	12.3	13.2	24.8	28.8	30.7	35.1	38.7	33.8	29.6	21.8	17.0	38.7	08.14
1995	12.4	8.0	16.9	23.8	31.1	30.9	36.0	34.8	28.4	27.8	19.8	11.9	36.0	07.24
1996	10.3	14.5	17.5	27.3	29.0	29.3	35.9	36.2	34.1	26.2	19.9	15.1	36.2	08.14
1997	14.2	15.6	14.8	25.9	27.5	31.0	34.3	37.3	32.6	26.5	21.0	15.1	37.3	08.09
1998	13.5	11.2	19.9	28.6	30.7	30.7)	34.4	34.0	33.1	28.4	21.7	15.9	34.4	07.27
1999	10.2	13.1	18.4	24.3	28.1	30.9	35.6	36.5	31.6	31.2)	19.6	13.2	36.5	08.01
2000	12.3	8.1	14.9	21.1	29.6	31.6	37.1	35.6	36.1	26.1	24.1	14.9	37.1	07.31
2001	9.3	12.2	16.5	24.6	30.8	29.3	34.5	34.6	33.1	25.3	19.4	9.1	34.6	08.02
2002	13.7	10.4	19.3	28.7	27.4	30.8	35.6	35.9	34.3	26.6	14.4)	13.0	35.9	08.10
2003	10.2	9.7	16.1	26.5	30.4	29.2	29.5	32.9	34.2	24.3	24.7	14.1	34.2	09.13
2004	8.3	18.5	20.3	27.9	28.3	32.3	34.6	35.9	32.9	26.3]	23.2)	17.2	35.9)	08.19
2005	10.3	10.0	14.1	27.4	26.7	32.9	33.0	33.7	32.4	28.2	19.1	9.6	33.7	08.02
2006	7.3	11.9	15.4	21.1	30.3	29.5	31.8	37.0	34.4	24.9	21.6	12.1	37.0	08.19
2007	10.3	13.7	18.6	25.0	28.2	29.2	29.5	35.9	35.6	26.0	20.0	13.7	35.9	08.12
2008	9.9	10.0	16.3	27.2	29.9	31.0	34.3	35.4	33.1	26.8	21.8	17.4	35.4	08.03
2009	12.4	15.0	23.8	25.2	31.2	32.1	35.9	32.7	30.5	27.9	24.2	15.7	35.9	07.15
2010	11.5	17.7	20.1	19.6	31.6	31.1	34.0	35.7	35.4	25.7	20.2	17.8	35.7	08.05
2011	6.7	15.5	16.5	21.6	28.2	31.6	34.6	34.6	34.2	25.0	22.3	15.5	34.6	07.20, 08.05
2012	7.0	8.3	19.1	28.0	26.4	30.4	35.7	35.3	34.3	24.3	19.8	11.2	35.7	07.31
2013	9.0	10.2	18.0	24.1	30.7	31.2	32.4	34.2	32.4	31.2	19.4	13.8	34.2	08.18
2014	7.8	12.8	19.8	24.4	30.7	32.9	36.2	35.5	29.8	27.5	22.3	19.5	36.2	07.26
2015	10.6	14.5	20.6	27.7	31.3	29.7	36.8	35.1	27.7	25.5	22.8	17.2	36.8	07.13
2016	11.4	15.3	19.5	27.4	30.2	30.8	32.9	34.7	33.5	27.8	19.5	18.3	34.7	08.29
2017	10.1	9.6	14.4	27.8	30.7	31.7	34.3	34.5	29.4	26.6	21.2	13.0	34.5	08.07
100年最高値	14.2	18.5	23.8	32.5	33.2	35.4	37.8	38.7	36.1	31.5)	26.5	23.8	38.7	1994.08.14
起年日	1997.01	2004.22	1954.27	1942.27	1974.19	1978.17	1933.25	1994.14	2000.01	1961.06	1989.06	1929.17		

Table 12. 月最低気温（日最低気温の月最低値）
Monthly minimum air temperature

(単位：℃)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年最低値	起月日
1918	-9.6	-9.8	-11.2	-4.4	3.9	7.0	18.0	15.0	9.4	0.2	-3.9	-5.9	-11.2	03.04
1919	-6.7	-8.1	-5.8	-2.1	3.6	6.3	12.8	16.7	8.9	4.7	-2.6	-5.7	-8.1	02.06
1920	-8.7	-12.0	-12.3	-3.9	5.4	7.2	12.2	17.1	8.6	1.9	-2.6	-6.8	-12.3	03.08
1921	-9.6	-13.4	-7.8	-4.0	3.6	7.6	16.3	17.1	10.5	2.9	-3.0	-8.7	-13.4	02.22
1922	-12.8	-12.9	-9.1	-2.3	3.6	5.8	16.9	19.2	10.5	3.1	-2.6	-8.6	-12.9	02.02
1923	-9.5	-8.3	-5.7	-4.6	0.6	6.0	13.2	18.6	7.1	4.9	-0.2	-6.3	-9.5	01.12
1924	-10.9	-9.1	-8.8	-3.0	3.0	9.6	12.6	16.0	6.9	0.4	-2.4	-6.3	-10.9	01.26
1925	-9.1	-11.3	-7.8	-5.8	1.2	8.2	10.5	16.2	8.9	1.4	-2.3	-5.5	-11.3	02.05
1926	-13.1	-9.5	-6.3	-5.1	0.4	7.1	10.9	14.3	10.0	2.5	-1.8	-10.5	-13.1	01.30
1927	-9.7	-13.0	-7.1	-2.8	0.2	6.6	18.7	16.8	7.5	0.8	-1.3	-5.5	-13.0	02.05
1928	-14.4	-8.8	-7.1	-2.7	2.7	8.8	13.9	15.6	7.7	3.3	-1.0	-5.6	-14.4	01.23
1929	-11.0	-10.8	-10.9	-2.4	-0.8	10.6	17.6	15.6	8.6	4.4	-2.5	-7.8	-11.0	01.26
1930	-10.2	-6.6	-6.7	-1.2	3.8	9.4	18.1	18.0	9.2	4.7	-2.2	-3.3	-10.2	01.28
1931	-9.6	-12.4	-8.0	-2.8	0.9	7.0	13.4	15.0	10.4	1.4	-1.9	-8.0	-12.4	02.13
1932	-6.8	-9.6	-5.7	-0.9	3.5	11.2	15.2	18.3	9.9	3.3	-0.9	-8.9	-9.6	02.11
1933	-11.7	-12.4	-10.3	-1.6	1.8	6.6	18.4	18.7	8.2	1.8	-1.0	-3.8	-12.4	02.28
1934	-10.2	-8.5	-10.1	-7.2	-2.5	10.6	16.2	15.3	10.1	1.1	-1.1	-6.1	-10.2	01.29
1935	-8.2	-6.9	-5.1	-3.9	2.1	5.0	16.1	14.8	10.0	2.1	-0.6	-7.2	-8.2	01.02
1936	-12.8	-10.5	-10.4	-6.4	1.2	7.8	14.8	15.3	11.7	4.5	-1.9	-4.0	-12.8	01.25
1937	-7.3	-9.7	-8.0	-2.5	1.7	8.2	16.7	15.5	9.2	5.8	-0.4	-4.2	-9.7	02.10
1938	-10.3	-9.2	-6.5	-1.5	3.9	8.4	16.3	17.2	10.5	1.3	-1.5	-5.6	-10.3	01.10
1939	-9.2	-10.9	-7.5	-3.5	3.5	8.8	16.0	16.0	11.5	4.2	-1.6	-7.3	-10.9	02.05
1940	-8.5	-8.3	-7.1	-3.1	2.1	9.0	15.5	13.0	8.6	5.2	-2.5	-3.9	-8.5	01.17
1941	-5.2	-7.8	-6.4	-3.1	0.9	7.1	13.7	16.9	9.1	0.4	-2.6	-4.5	-7.8	02.04
1942	-8.0	-14.9	-5.6	-3.0	2.2	8.1	15.1	13.7	8.6	3.6	-1.9	-5.8	-14.9	02.11
1943	-10.4	-9.5	-7.8	-3.2	2.6	10.6	14.8	11.2	11.2	3.8	-1.8	-5.2	-10.4	01.30
1944	-9.9	-11.7	-8.2	-2.6	2.1	11.5	12.6	14.2	8.1	1.6	-2.1	-5.7	-11.7	02.18
1945	-9.2	-12.7	-5.7	-1.6	1.1	9.6	11.4	19.1	9.9	1.2	-2.3	-4.8	-12.7	02.22
1946	-9.0	-5.8	-8.1	-3.2	3.2	11.0	17.8	16.3	9.5	1.8	1.0	-4.7	-9.0	01.03
1947	-9.7	-7.4	-9.4	-2.8	0.3	9.1	15.2	15.7	9.4	1.4	-2.2	-7.6	-9.7	01.29
1948	-8.3	-9.6	-4.8	-0.3	5.1	9.1	17.6	17.6	9.2	5.1	-1.4	-3.3	-9.6	02.11
1949	-5.0	-3.9	-8.7	-2.1	2.5	11.2	13.7	17.2	12.0	0.9	-2.5	-4.1	-8.7	03.02
1950	-8.7	-6.0	-7.1	-1.3	5.5	12.0	14.8	16.5	10.6	2.9	-3.4	-3.9	-8.7	01.14
1951	-8.7	-8.9	-6.4	-1.1	2.0	10.8	12.9	17.8	8.4	5.4	-2.7	-4.2	-8.9	02.21
1952	-6.8	-9.6	-6.3	-0.6	1.7	10.3	14.5	15.6	11.4	2.7	0.1	-4.6	-9.6	02.04
1953	-9.2	-8.1	-3.7	-1.1	-0.6	12.9	16.6	15.3	10.4	4.0	-1.9	-3.8	-9.2	01.28
1954	-7.7	-7.9	-7.7	-1.6	4.1	9.6	15.9	16.3	10.1	4.1	-1.3	-3.2	-7.9	02.03
1955	-8.1	-10.3	-5.3	-1.5	5.5	8.2	15.8	14.5	7.8	4.2	-0.8	-4.1	-10.3	02.07
1956	-7.5	-10.5	-6.8	-2.7	3.3	8.1	15.3	10.4	8.8	3.2	-2.1	-8.5	-10.5	02.27
1957	-8.6	-10.7	-7.8	-3.5	-0.9	8.7	15.2	14.6	10.1	2.8	-3.6	-3.3	-10.7	02.03
1958	-10.3	-7.1	-10.3	-2.2	3.9	9.2	17.0	16.1	10.4	1.1	-2.5	-2.4	-10.3	01.31, 03.01
1959	-8.4	-7.8	-5.4	-1.2	3.5	9.0	15.7	17.9	11.9	4.9	-2.5	-5.3	-8.4	01.09
1960	-6.4	-8.1	-5.2	-3.2	3.9	8.3	14.9	15.1	6.3	1.8	-2.3	-4.0	-8.1	02.17
1961	-7.7	-8.6	-4.5	-1.1	4.6	8.1	17.6	14.7	11.3	2.3	-1.2	-3.2	-8.6	02.03
1962	-8.1	-6.4	-5.0	-1.7	3.6	8.2	16.5	15.2	8.2	2.9	-2.2	-3.5	-8.1	01.27
1963	-10.1	-6.3	-6.3	-3.2	3.6	12.5	17.2	16.4	8.1	3.8	0.1	-4.4	-10.1	01.23
1964	-5.3	-8.5	-6.1	1.9	4.1	10.2	17.1	20.1	8.2	1.0	-1.4	-5.9	-8.5	02.27
1965	-9.5	-5.7	-8.4	-2.6	0.9	9.4	13.6	12.2	8.8	4.9	-1.2	-7.9	-9.5	01.06
1966	-7.3	-9.7	-3.8	-2.2	1.4	8.9	11.7	12.8	7.2	5.3	-1.9	-5.6	-9.7	02.15
1967	-8.6	-9.1	-7.3	-2.9	4.2	10.5	9.9	16.0	8.7	2.7	-1.6	-9.5	-9.5	12.31

Table 12. 月最低気温 (日最低気温の月最低値) (つづき)
Monthly minimum air temperature (Continue)

(単位: °C)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年最低値	起月日
1968	-8.7	-12.9	-6.3	-2.0	3.8	7.6	12.9	15.3	9.2	2.3	-1.3	-4.3	-12.9	02.24
1969	-7.2	-10.0	-6.8	-2.3	1.6	8.4	14.6	16.4	7.6	3.3	-4.4	-10.5	-10.5	12.31
1970	-10.0	-7.9	-11.5	-4.3	0.9	8.2	15.7	18.3	8.7	1.8	-3.8	-8.9	-11.5	03.13
1971	-8.5	-11.5	-7.3	-1.9	0.8	10.1	15.3	12.2	11.0	2.7	-1.8	-8.2	-11.5	02.12
1972	-9.6	-8.8	-4.8	-5.0	0.6	7.3	16.7	14.1	10.8	5.3	-0.7	-4.5	-9.6	01.07
1973	-5.3	-5.4	-5.0	-0.8	3.0	8.3	17.0	18.0	11.4	2.2	-1.3	-6.5	-6.5	12.30
1974	-9.2	-10.6	-6.5	-1.8	1.4	11.0	15.5	16.3	7.6	2.7	-1.9	-4.5	-10.6	02.15
1975	-8.6	-8.3	-5.3	-1.9	3.7	13.1	13.5	14.7	9.5	5.7	-0.8	-3.6	-8.6	01.05
1976	-7.6	-11.4	-5.6	-3.2	3.1	11.8	13.0	13.6	7.1	2.9	-2.2	-9.3	-11.4	02.13
1977	-9.7	-11.0	-8.5	-3.5	4.2	7.6	17.5	15.0	9.2	3.1	-3.5	-5.5	-11.0	02.08
1978	-9.7	-14.3	-5.3	-4.7	4.3	7.0	17.9	14.5	11.8	2.6	-1.3	-4.6	-14.3	02.17
1979	-8.5	-5.6	-3.6	-1.2	3.0	7.8	13.0	17.3	12.0	4.4	-0.9	-2.1	-8.5	01.29
1980	-7.1	-7.3	-6.1	-2.6	3.0	10.6	15.8	16.1	8.9	2.1	-1.3	-6.2	-7.3	02.09
1981	-8.1	-9.2	-8.1	-4.0	2.3	8.3	17.3	14.7	9.4	3.9	-4.0	-4.0	-9.2	02.18
1982	-8.0	-8.7	-6.4	-1.2	4.5	10.9	13.2	18.3	12.3	2.7	-4.0	-4.0	-8.7	02.06
1983	-5.0	-10.1	-3.5	0.8	4.0	9.2	14.9	18.9	10.9	0.0	-4.3	-10.8	-10.8	12.28
1984	-7.3	-10.0	-9.1	-4.9	3.1	11.5	16.0	16.3	8.5	2.8	-2.2	-5.6	-10.0	02.12
1985	-12.5	-6.1	-5.3	-2.1	5.4	10.7	14.6	19.4	10.9	2.0	-1.4	-5.8	-12.5	01.19
1986	-9.1	-10.9	-5.5	-2.9	4.3	8.6	14.1	18.1	10.9	1.9	-0.9	-2.7	-10.9	02.02
1987	-7.0	-10.5	-4.1	-3.1	3.1	9.1	16.4	19.0	8.5	7.1	0.0	-5.7	-10.5	02.02
1988	-7.0	-12.5	-5.7	-1.3	3.9	9.5	15.4	17.0	13.5	3.8	-2.6	-4.0	-12.5	02.22
1989	-4.9	-5.4	-3.6	-1.2	5.3	9.6	15.1	17.4	11.7	3.8	0.4	-2.0	-5.4	02.12
1990	-9.8	-5.3	-3.3	0.8	4.1	12.8	16.0	15.4	13.2	5.5	-0.1	-1.7	-9.8	01.21
1991	-4.9	-7.9	-4.1	-2.0	0.8	12.8	16.0	12.4	12.0	7.5	-1.7	-3.0	-7.9	02.14
1992	-6.3	-7.9	-4.8	0.7	1.5	11.1	14.0	18.8	9.0	4.4	-1.9	-2.7	-7.9	02.12
1993	-4.8	-5.5	-3.8	-1.4	3.0	10.2	14.3	15.7	8.8	0.4	-0.2	-2.8	-5.5	02.21
1994	-4.5	-5.5	-7.4	-1.3	4.3	9.7	17.9	19.2	12.1	2.8	-2.5	-5.1	-7.4	03.07
1995	-6.0	-5.5	-5.6	-2.3	6.4	7.9	16.6	17.5	9.8	4.2	-1.8	-6.8	-6.8	12.28
1996	-5.7	-9.1	-6.2	-2.5	3.6	7.0	14.9	13.6	8.7	3.5	-0.7	-2.3	-9.1	02.25
1997	-7.3	-5.1	-4.9	-0.2	4.4	12.0	15.3	17.3	8.0	2.8	-0.5	-3.4	-7.3	01.22
1998	-7.2	-7.6	-5.0	-0.7	5.1	8.5	15.2	16.2	15.9	4.6	0.0	-3.0	-7.6	02.19
1999	-6.3	-8.2	-5.7	-1.3	4.4	8.3	16.3	18.9	13.3	3.2)	0.0	-3.7	-8.2	02.05
2000	-6.0	-6.4	-8.1	-0.7	3.7	9.9	16.7	19.6	11.6	3.0	-1.5)	-3.5	-8.3	02.26
2001	-8.2	-7.7	-5.9	-1.7	6.2	9.6	16.0	16.8	6.2	4.2	0.4	-3.8	-8.2	01.20
2002	-6.2	-4.6	-5.2	0.0	6.0	9.2	18.2	15.3	8.0	2.9	-2.5)	-3.6	-6.2	01.20
2003	-7.2	-8.7	-5.1	-0.9	2.7	9.2	14.3	16.6	9.4	4.3	-1.3	-2.9	-8.7	02.13
2004	-6.1	-8.0	-5.5	-0.5	4.6	8.8	17.0	14.4	15.0	5.3]	0.7)	-6.0	-8.0)	02.11
2005	-7.1	-7.4	-7.9	-3.0	2.2	10.4	16.5	17.7	11.1	6.6	-0.8	-7.2	-7.9	03.06
2006	-10.9	-9.8	-3.9	-2.6	2.3	10.6	15.7	18.0	9.5	7.2	-1.3	-2.3	-10.9	01.07
2007	-4.7	-6.3	-3.3	-1.2	4.7	11.5	16.0	16.4	12.9	4.9	-2.3	-2.2	-6.3	02.25
2008	-5.7	-7.1	-3.8	0.2	4.5	10.3	13.5	15.3	9.9	4.2	-0.3	-3.9	-7.1	02.09
2009	-7.7	-6.4	-3.1	0.2	5.2	8.7	17.2	14.4	10.7	5.9	-0.4	-3.3	-7.7	01.25
2010	-3.9	-8.1	-3.8	-3.5	3.2	9.5	18.7	21.6	11.9	1.8	0.3	-3.6	-8.1	02.04
2011	-6.4	-6.6	-5.8	-3.7	3.5	11.1	17.9	18.1	9.2	4.8	0.2	-3.9	-6.6	02.16
2012	-7.5	-8.7	-4.3	-2.7	2.8	10.7	16.9	18.5	11.7	5.1	-0.1	-7.3	-8.7	02.01
2013	-7.3	-7.5	-7.2	-1.0	3.2	11.1	16.2	18.4	9.7	6.4	-1.5	-3.2	-7.5	02.10
2014	-9.9	-7.7	-6.3	-0.5	4.3	12.6	16.8	17.5	9.8	3.6	0.5	-6.4	-9.9	01.15
2015	-7.3	-4.9	-3.8	-1.3	4.2	9.2	15.8	18.5	10.7	5.3	-0.2	-3.4	-7.3	01.21
2016	-5.1	-8.0	-4.4	-0.7	6.3	6.6	17.4	15.5	11.1	2.7	-0.8	-3.8	-8.0	02.08
2017	-5.4	-4.9	-3.9	-1.4	3.4	7.0	16.7	15.9	9.8	4.1	-3.3	-2.8	-5.4	01.15
100年最高値	-14.4	-14.9	-12.3	-7.2	-2.5	5.0	9.9	10.4	6.2	0.0)	-4.4	-10.8	-14.9	1942.02.11
起年日	1928.23	1942.11	1920.08	1934.07	1934.03	1935.01	1967.01	1956.20	2001.23	1983.31	1969.27	1983.28		

Table 13. 真冬日および真夏日の月別日数

Monthly number of days with the maximum air temperature below 0°C and above 30°C

(単位: 日)

真 冬 日						真 夏 日								
年 (冬期)	12 月	1 月	2 月	3 月	合計	年	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	合計
1918	1	6	2	1	10	1918	-	-	-	19	21	5	-	45
1919	-	7	3	-	10	1919	-	-	1	13	16	7	-	37
1920	-	-	2	1	3	1920	-	-	1	21	19	5	-	46
1921	1	1	1	1	4	1921	-	-	-	8	21	1	-	30
1922	2	19	2	-	23	1922	-	-	5	15	24	11	-	55
1923	-	7	1	1	9	1923	-	-	-	7	28	8	-	43
1924	2	2	3	4	11	1924	-	-	1	26	27	3	-	57
1925	-	3	4	-	7	1925	-	-	1	14	23	9	-	47
1926	1	4	2	-	7	1926	-	-	1	8	14	3	-	26
1927	2	10	7	-	19	1927	-	-	5	17	16	2	-	40
1928	1	2	3	-	6	1928	-	1	-	18	25	18	-	62
1929	1	10	6	2	19	1929	-	-	2	17	19	1	-	39
1930	-	3	1	-	4	1930	-	-	1	16	25	4	-	46
1931	-	3	4	1	8	1931	-	-	2	-	22	2	-	26
1932	-	-	1	-	1	1932	-	-	-	13	20	3	-	36
1933	-	5	1	1	7	1933	-	1	4	22	25	8	-	60
1934	-	4	1	1	6	1934	-	-	1	4	10	2	-	17
1935	-	3	1	-	4	1935	-	-	1	10	8	4	-	23
1936	1	17	12	3	33	1936	-	-	2	9	8	4	-	23
1937	-	4	-	2	6	1937	-	-	-	11	22	1	-	34
1938	3	8	7	-	18	1938	-	-	-	7	23	4	-	34
1939	3	17	9	1	30	1939	-	-	1	23	16	8	-	48
1940	-	16	4	-	20	1940	-	-	1	14	13	4	-	32
1941	-	2	4	1	7	1941	-	-	1	4	12	-	-	17
1942	1	8	7	-	16	1942	1	-	1	20	13	2	-	37
1943	-	12	6	1	19	1943	-	-	1	20	27	4	-	52
1944	-	13	8	-	21	1944	-	-	4	11	21	4	-	40
1945	5	20	14	3	42	1945	-	-	-	2	24	3	-	29
1946	3	5	3	2	13	1946	-	-	2	21	27	-	-	50
1947	-	4	8	-	12	1947	-	-	-	16	21	2	-	39
1948	9	2	5	1	17	1948	-	-	3	12	13	4	-	32
1949	-	-	-	-	-	1949	-	-	-	14	20	1	-	35
1950	3	2	3	1	9	1950	-	-	-	17	22	9	-	48
1951	1	10	4	1	16	1951	-	-	2	10	23	-	-	35
1952	-	4	2	-	6	1952	-	-	1	8	12	2	-	23
1953	1	6	8	-	15	1953	-	-	-	7	9	-	-	16
1954	-	6	2	1	9	1954	-	-	-	5	18	11	-	34
1955	1	8	4	-	13	1955	-	-	1	23	16	1	-	41
1956	1	3	7	1	12	1956	-	-	1	7	12	9	-	29
1957	2	4	6	2	14	1957	-	-	-	5	19	-	-	24
1958	-	4	1	2	7	1958	-	-	2	3	6	3	-	14
1959	-	5	1	1	7	1959	-	-	-	5	16	4	-	25
1960	-	5	1	-	6	1960	-	-	1	11	19	2	-	33
1961	2	5	5	1	13	1961	-	-	1	18	18	11	1	49
1962	-	1	2	-	3	1962	-	2	-	14	18	4	-	38
1963	-	6	1	-	7	1963	-	-	3	9	14	-	-	26
1964	-	1	4	-	5	1964	-	-	-	13	23	-	-	36
1965	-	2	4	1	7	1965	-	-	1	4	21	2	-	28
1966	4	6	6	-	16	1966	-	-	-	7	26	5	-	38
1967	2	11	5	-	18	1967	-	-	-	14	14	1	-	29

Table 13. 真冬日および真夏日の月別日数 (つづき)

Monthly number of days with the maximum air temperature below 0°C and above 30°C (Continue)

(単位: 日)

真 冬 日						真 夏 日								合計
年 (冬期)	12 月	1 月	2 月	3 月	合計	年	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	
1968	1	6	5	-	12	1968	-	-	-	14	14	-	-	28
1969	-	4	5	1	10	1969	-	-	1	13	8	5	-	27
1970	2	8	3	8	21	1970	-	-	-	11	22	4	-	37
1971	1	2	4	4	11	1971	-	-	1	11	17	-	-	29
1972	-	-	1	-	1	1972	-	-	2	14	15	4	-	35
1973	-	1	2	-	3	1973	-	-	-	23	26	3	-	52
1974	1	6	2	1	10	1974	-	4	1	7	24	3	-	39
1975	-	5	2	-	7	1975	-	-	-	13	23	13	-	49
1976	-	10	2	-	12	1976	-	-	-	13	8	2	-	23
1977	3	13	11	2	29	1977	-	-	3	17	9	9	-	38
1978	-	2	7	-	9	1978	-	-	9	27	25	1	-	62
1979	1	1	-	-	2	1979	-	-	4	9	15	2	-	30
1980	-	6	7	1	14	1980	-	2	2	3	3	2	-	12
1981	4	16	5	-	25	1981	-	-	-	16	13	1	-	30
1982	-	5	5	-	10	1982	-	1	-	4	12	1	-	18
1983	-	3	4	1	8	1983	1	-	-	1	18	4	-	24
1984	3	11	14	-	28	1984	-	-	2	12	25	2	-	41
1985	5	11	2	1	19	1985	-	-	1	12	31	6	-	50
1986	2	11	6	-	19	1986	-	-	-	6	16	2	-	24
1987	-	6	2	-	8	1987	-	-	5	9	12	3	-	29
1988	-	2	10	-	12	1988	-	1	-	1	23	1	-	26
1989	-	1	1	-	2	1989	-	-	1	14	13	3	-	31
1990	-	3	-	-	3	1990	-	1	4	19	25	5	-	54
1991	-	3	3	-	6	1991	-	2	3	10	10	4	-	29
1992	-	-	-	-	-	1992	-	-	1	10	19	4	-	34
1993	1	-	-	-	1	1993	-	-	1	8	5	1	-	15
1994	-	2	3	-	5	1994	-	-	3	21	28	9	-	61
1995	1	5	1	-	7	1995	-	1	1	11	23	-	-	36
1996	2	3	3	1	9	1996	-	-	-	15	22	1	-	38
1997	-	2	2	-	4	1997	-	-	3	14	14	2	-	33
1998	-	2	-	-	2	1998	-	3	1	16	9	5	-	34
1999	-	2	3	-	5	1999	-	-	2	12	22	11	2	49
2000	-	3	4	1	8	2000	-	-	4	18	30	6	-	58
2001	1	6	-	-	7	2001	-	1	-	22	16	2	-	41
2002	-	1	-	-	1	2002	-	-	2	17	20	5	-	44
2003	1	4	-	1	6	2003	-	1	-	-	13	7	-	21
2004	-	2	-	-	2	2004	-	-	3	16	13	6	-	38
2005	1	2	2	-	5	2005	-	-	4	7	14	7	-	32
2006	6	6	4	1	17	2006	-	1	-	3	24	4	-	32
2007	-	-	-	-	-	2007	-	-	-	-	21	14	-	35
2008	-	4	5	-	9	2008	-	-	3	15	16	6	-	40
2009	1	-	-	-	1	2009	-	1	7	4	13	1	-	26
2010	-	3	2	-	5	2010	-	1	1	17	28	7	-	54
2011	-	7	1	1	9	2011	-	-	5	19	21	13	-	58
2012	1	7	3	-	11	2012	-	-	1	14	27	14	-	56
2013	-	4	6	-	10	2013	-	1	3	11	18	5	2	40
2014	-	1	4	-	5	2014	-	1	5	12	14	-	-	32
2015	2	1	2	-	5	2015	-	2	-	15	13	-	-	30
2016	-	-	-	-	0	2016	-	1	4	9	20	8	-	42
2017	-	4	-	-	4	2017	-	1	1	16	14	-	-	32
100 年平均値	0.9	5.1	3.4	0.6	10.0		0.0	0.3	1.5	12.0	18.0	4.1	0.0	35.6
平年値	0.9	4.0	2.7	0.2	7.8		0.0	0.5	1.7	11.0	18.3	4.3	0.1	35.9

Table 14. 月平均湿度（日平均湿度の月平均値）
Monthly mean relative humidity

(単位：%)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1918	86	81	78	77	70	80	79	78	83	83	84	87	80
1919	87	80	78	71	72	77	81	81	84	82	83	87	80
1920	86	85	80	75	78	78	79	76	79	82	83	86	81
1921	86	81	80	73	78	78	83	82	87	87	84	87	82
1922	89	84	77	72	71	72	80	82	83	78	83	87	80
1923	87	84	80	75	73	81	84	77	83	85	83	87	82
1924	85	86	85	77	74	80	76	76	86	84	83	90	82
1925	88	86	80	80	69	78	80	76	83	83	86	84	81
1926	88	81	80	78	71	73	81	85	86	82	83	87	81
1927	87	88	81	77	71	71	83	84	84	80	83	87	81
1928	86	84	76	72	72	80	77	71	80	85	84	88	79
1929	88	89	81	78	81	72	80	77	85	85	87	85	82
1930	88	83	81	74	69	78	83	79	82	82	83	88	81
1931	88	87	74	74	69	75	86	80	83	86	82	88	81
1932	85	87	83	73	69	78	82	77	86	84	85	86	81
1933	91	87	83	76	72	74	78	82	80	87	85	91	82
1934	89	90	84	76	74	78	88	85	86	84	86	86	84
1935	90	84	78	71	75	76	82	83	88	83	87	88	82
1936	92	89	80	76	73	79	82	85	85	82	80	88	82
1937	91	87	79	74	74	79	82	82	84	86	88	88	83
1938	89	87	82	71	76	84	84	72	82	87	85	92	83
1939	90	86	80	75	77	74	77	75	78	83	84	86	80
1940	92	86	79	71	69	75	81	80	83	82	82	89	81
1941	90	86	81	71	73	82	88	82	84	83	83	88	82
1942	92	91	79	60	75	70	75	75	77	76	79	85	78
1943	87	80	79	70	71	74	64	66	76	73	74	85	75
1944	90	86	76	74	66	70	75	70	73	74	78	86	76
1945	88	88	75	60	66	65	76	63	77	71	76	81	74
1946	75	76	71	65	63	63	68	66	69	67	75	81	70
1947	79	79	72	63	66	72	70	67	73	74	76	78	72
1948	66	66	62	54	57	64	73	68	73	76	79	78	68
1949	75	79	68	62	59	71	70	64	75	79	81	82	72
1950	77	79	72	67	63	78	68	67	67	73	80	83	73
1951	88	76	77	68	63	72	78	64	72	77	81	86	75
1952	88	86	74	74	59	74	80	75	81	77	83	85	78
1953	84	85	87	76	70	84	82	82	85	79	90	89	83
1954	91	80	83	72	70	83	79	76	76	84	84	86	80
1955	87	82	85	72	74	80	74	73	82	88	84	86	80
1956	89	87	84	72	71	80	84	82	79	85	88	89	82
1957	88	91	81	76	77	82	86	76	81	85	88	88	83
1958	88	85	82	78	69	76	86	84	86	85	87	87	83
1959	88	87	79	66	72	78	83	80	79	87	85	89	81
1960	88	85	79	73	75	75	81	73	81	86	89	86	81
1961	90	86	82	72	72	79	79	79	77	87	86	87	81
1962	88	89	80	68	69	80	79	74	79	87	90	84	81
1963	88	82	79	71	80	83	80	77	81	84	83	85	81
1964	92	90	81	79	69	79	86	77	85	82	81	89	82
1965	89	87	81	75	69	77	87	72	83	78	86	88	81
1966	87	86	79	75	69	82	82	71	84	84	84	89	81
1967	89	86	74	73	64	74	83	83	84	83	89	89	81

Table 14. 月平均湿度（日平均湿度の月平均値）（つづき）
Monthly mean relative humidity (Continue)

(単位：%)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1968	89	86	80	77	76	74	73	82	79	88	86	91	82
1969	89	88	82	76	68	74	76	81	83	84	85	87	81
1970	87	86	83	80	63	77	75	79	82	83	90	91	81
1971	88	84	76	67	72	76	81	73	83	85	87	89	80
1972	87	89	85	70	73	70	74	78	78	79	85	91	80
1973	89	81	82	69	70	80	70	73	79	80	81	83	78
1974	87	88	84	74	64	73	85	71	78	83	86	94	81
1975	90	85	78	74	73	79	77	71	74	83	86	90	80
1976	90	86	84	71	67	79	73	80	82	82	83	90	81
1977	×	×	×	77	70	74	76	79	80	83	87	90	80]
1978	×	×	×	73	60	71	68	70	77	76	78	71	72]
1979	74	71	67	60	60	71	77	73	77	76	78	76	72
1980	73	74	67	61	61	73	83	83	82	83	81	76	75
1981	79	76	70	63	64	74	71	71	73	77	75	70	72
1982	72	72	66	56	62	68	71	76	78	72	78	72	70
1983	76	74	69	59	59	62	78	76	78	77	75	77	72
1984	77	75	66	62	65	75	79	71	77	80	82	88	75
1985	89	85	79	70	67	75	76	62	81	82	84	87	78
1986	84	86	77	70	67	73	84	74	78	83	88	86	79
1987	86	85	81	65	63	68	77	77	76	80	84	85	77
1988	87	84	78	70	71	78	82	81	86	84	82	80	80
1989	84	84	77	66	74	77	78	×	88	85	86	93	81
1990	95	88	82	77	77	80	81	78	86	88	83	86	83
1991	93	86	81	70	70	79	84	83	84	87	86	87	83
1992	89	85	81	71	75	77	82	77	80	86	84	88	81
1993	88	87	81	73	73	82	84	85	86	84	84	88	83
1994	85	81	79	63	64	72	76	69	76	80	81	85	76
1995	87	85	78	69	70	78	83	78	82	81	82	89	80
1996	88	84	80	73	72	78	78	75	79	80	84	82	79
1997	85	81	74	70	71	75	77	75	83	77	79	81	77
1998	86	80	74	74	70)	77	76	84	80	81	79	83	79
1999	85	82	75	72	68	74	78	71	79	79)	81	87	77
2000	83	84	76	68	71	75	75	74	78	83	84	82	78
2001	86	82	77	66	66	78	74	76	78	79	80)	88	78
2002	86	80	73	64	76	79	84	82	84	88	87)	90	81
2003	86	84	79	79	68	79	89	88	88	83	90	91	84
2004	90	85	79	69	78	79	82	78	87	87]	84)	85	81)
2005	91	87	82	74)	72]	76	84	85)	82	85	85	89	84)
2006	89	85	79	77	76	78	90	78	84	87	85	90	83
2007	87	81	80	75	71	80	88	80	82	84	87	91	82
2008	91	89	83	73	72	80	82	79	81	80	84	82	81
2009	85	84	77	67	72	79	93	88	87	84	87	91	83
2010	93	90	88	81	76	81	86	85	85	87	86	91	86
2011	95	86	86	74	×	82	81	82	80	85	87	92	85
2012	92	90	85	78	76	78	82	76	79	82	87	92	83
2013	92	89	80	76	69	77	84	83	81	84	84	90	82
2014	89	88	84	67	69	77	84	86	78	82	86	91	82
2015	92	89	82	79	66	79	81	82	86	81	89	89	83
2016	91	87	80	72	69	78	83	82	86	83	86	89	82
2017	91	89	85	74	73	79	85	83	81	88	88	88	84
100 年平均値	87)	84)	79)	71	70)	76	80	77)	81	82)	84	86	80)
平年値	86	83	77	70)	70)	76	81	78)	81	82)	83	85	79)

Table 15. 月平均風速（日平均風速の月平均値）
Monthly mean wind speed

(単位：ms⁻¹)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1918	1.8	1.3	1.7	1.3	2.0	1.4	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.5
1919	1.4	1.3	1.4	1.9	1.9	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.5	1.5
1920	1.3	1.3	1.1	1.3	1.6	1.6	1.4	1.7	1.5	1.2	1.3	1.3	1.4
1921	1.3	1.5	1.4	1.6	1.8	1.5	1.2	1.3	1.1	1.1	1.4	1.1	1.4
1922	1.3	1.5	1.5	1.5	2.2	1.6	1.4	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.5
1923	1.4	1.2	1.3	1.4	2.0	1.3	1.4	1.2	1.3	1.3	1.4	1.3	1.4
1924	1.3	1.4	1.2	1.1	1.8	1.5	1.3	1.4	1.1	1.2	1.4	1.1	1.3
1925	1.2	1.1	1.5	0.9	1.6	1.2	1.3	1.4	1.2	1.1	1.3	1.3	1.3
1926	1.4	1.5	1.3	1.2	1.6	1.4	1.1	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.3
1927	1.0	1.1	1.3	1.0	1.6	1.5	1.0	0.9	0.9	1.1	1.1	1.0	1.1
1928	1.1	1.3	1.2	1.1	1.4	1.3	1.2	1.5	1.1	0.8	1.2	1.1	1.2
1929	1.3	1.3	1.1	1.1	1.4	1.5	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.2
1930	1.0	1.1	1.1	1.5	1.6	1.2	1.0	1.1	1.0	0.9	1.1	0.8	1.1
1931	1.1	0.9	1.3	1.4	1.6	1.5	0.9	0.9	0.9	0.7	0.9	0.7	1.1
1932	0.7	0.8	0.9	1.5	1.7	1.4	1.0	1.2	0.8	0.9	1.1	0.9	1.1
1933	0.8	1.0	1.1	1.1	1.5	1.4	1.0	0.9	1.1	1.0	1.2	1.0	1.1
1934	1.1	1.2	1.3	0.8	0.7	0.9	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.4	0.8
1935	0.6	0.5	0.8	0.8	1.0	0.9	0.7	0.7	0.9	0.9	1.0	0.9	0.8
1936	1.7	1.4	1.4	1.4	1.3	1.5	1.3	1.2	1.0	1.1	1.3	1.0	1.3
1937	0.9	1.1	1.3	1.6	1.7	1.4	1.0	1.1	1.0	0.8	1.0	1.3	1.2
1938	1.2	1.4	0.8	1.3	1.8	1.3	1.2	1.6	1.3	1.0	1.2	1.1	1.3
1939	1.4	1.2	1.1	0.8	1.4	1.4	1.4	1.6	1.4	1.0	1.2	1.0	1.2
1940	1.1	1.1	1.3	1.4	1.7	1.5	1.3	1.4	1.2	1.2	1.2	1.0	1.3
1941	1.0	1.0	1.2	1.6	1.6	1.3	1.1	1.2	1.1	1.1	0.8	0.7	1.1
1942	0.9	1.0	1.1	1.7	1.5	1.4	1.2	1.3	1.2	1.0	1.2	1.0	1.2
1943	1.1	1.0	1.0	1.1	1.5	1.4	1.5	1.4	1.4	1.2	1.0	0.9	1.2
1944	0.8	1.0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.2	1.5	1.2	1.2	1.1	0.8	1.2
1945	0.9	1.4	1.1	1.1	1.5	1.8	1.5	1.4	1.6	2.0	1.3	1.1	1.4
1946	1.0	1.1	1.6	1.5	2.1	1.8	1.7	1.2	1.4	1.4	1.6	1.7	1.5
1947	1.1	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	×	×	×	×	×	1.4	1.4]
1948	1.1	0.8	0.9	1.0	1.5	1.5	0.9	0.8	1.2	1.2	1.1	1.4	1.1
1949	1.7	1.8	1.8	2.6	2.6	1.7	1.8	2.0	1.5	1.5	1.4	1.5	1.8
1950	2.1	1.7	1.7	2.0	2.6	1.8	2.0	1.7	2.1	1.2	1.4	2.0	1.9
1951	1.2	1.7	1.5	2.4	1.7	1.5	1.4	1.7	1.5	1.5	1.7	1.5	1.6
1952	1.5	1.4	1.4	1.7	2.1	1.4	1.2	1.4	1.2	1.7	1.5	1.5	1.5
1953	2.3	1.8	1.8	2.3	2.6	2.1	1.5	1.5	1.4	1.5	1.7	1.5	1.8
1954	1.1	1.4	1.5	2.3	2.6	2.0	1.5	1.4	1.8	1.4	1.5	2.3	1.7
1955	2.1	2.1	1.4	1.7	2.3	1.8	1.8	1.7	1.4	1.5	1.7	1.7	1.8
1956	1.5	1.7	1.5	1.8	2.1	1.8	1.7	1.4	1.5	1.4	1.2	1.5	1.6
1957	1.4	1.7	2.0	1.5	1.8	1.8	1.2	1.7	1.5	1.2	1.2	1.7	1.6
1958	1.7	1.4	1.4	2.1	2.1	1.6	1.4	1.2	1.3	1.3	1.0	1.8	1.5
1959	1.5	1.0	1.6	3.1	2.2	2.3	1.7	1.8	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9
1960	2.6	1.9	2.0	2.7	2.5	2.1	1.8	2.1	1.8	1.8	1.6	2.1	2.1
1961	2.2	2.2	1.3	2.1	2.5	1.9	1.5	1.4	1.8	1.7	2.1	2.1	1.9
1962	2.0	1.8	2.0	2.9	2.4	1.7	1.9	1.8	1.7	1.6	1.6	1.9	1.9
1963	2.2	2.0	1.9	2.3	2.4	1.8	1.4	1.8	2.1	1.8	2.0	1.7	2.0
1964	1.4	1.7	1.8	2.6	2.2	2.0	1.6	1.7	1.5	1.8	1.9	1.0	1.8
1965	1.4	1.6	1.7	1.6	1.8	1.5	1.2	1.6	1.4	1.3	1.4	1.4	1.5
1966	1.7	1.2	1.6	1.8	1.9	1.7	1.3	1.6	1.4	1.2	1.3	0.9	1.5
1967	1.2	1.0	1.0	1.5	1.6	1.5	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	1.2

Table 15. 月平均風速（日平均風速の月平均値）（つづき）
Monthly mean wind speed (Continue)

(単位: ms^{-1})

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1968	1.2	1.2	0.8	1.0	1.8	1.7	1.6	1.3	1.4	1.1	1.2	1.1	1.3
1969	1.0	1.3	1.2	1.5	2.0	1.5	1.4	1.4	1.3	1.4	1.2	1.2	1.4
1970	1.3	1.8	1.7	1.1	1.9	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.4	1.2	1.5
1971	1.2	1.3	1.6	1.5	1.9	1.6	1.5	1.7	1.4	1.3	1.2	1.0	1.4
1972	1.1	1.2	1.1	2.0	1.8	1.9	1.6	1.4	1.4	1.6	1.6	1.2	1.5
1973	1.2	1.4	1.4	×								1.3	1.3]
1974	1.6	1.3	1.2	1.5								×	1.4]
1975	1.2	1.3	1.4	1.3								1.0	1.2]
1976	1.2	1.1	1.0	1.6								1.3	1.2]
1977	1.1	1.3	1.3	1.5								1.2	1.3]
1978	1.2	1.2	1.1	1.3			観	測	中	止		0.9	1.1]
1979	1.0	1.0	1.3	1.8								1.0	1.2]
1980	1.2	1.1	1.1	1.4								1.2	1.2]
1981	1.2	1.2	1.2	1.1								1.1	1.2]
1982	1.1	1.0	1.1	1.7								1.0	1.2]
1983	0.9	1.0	1.1	1.4								0.9	1.1]
1984	0.9	1.5	1.2	1.0								1.1	1.1]
1985	1.2	1.3	1.2	1.5	1.7	1.4	1.4	1.9	×	×	×	1.0	1.4]
1986	1.1	1.1	1.4	1.6	1.9	1.7	1.4	1.6	1.4	1.3	1.2	1.4	1.4
1987	1.5	1.3	1.4	1.7	1.6	1.8	1.3	1.4	1.5	1.4	1.6	1.2	1.5
1988	1.3	1.5	1.4	1.7	1.8	×	×	×	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3]
1989	1.1	1.1	1.3	1.7	1.6	1.4	1.4	1.2	1.0	1.2	1.2	1.0	1.3
1990	1.1	0.9	1.2	1.5	1.5	1.4	1.4	1.7	1.4	1.1	1.2	1.3	1.3
1991	1.3	1.5	1.0	1.4	1.5	1.3	1.1	1.2	1.3	1.0	1.1	×	1.2)
1992	1.1	1.1	1.0	1.5	1.5	1.5	×	×	×	1.1	1.0	1.1	1.2]
1993	1.0	1.2	1.1	1.4	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.2
1994	1.1	1.6	1.1	1.5	1.6	1.3	1.2	1.4	1.2	1.1	1.0	1.1	1.3
1995	1.2	1.0	1.1	1.5	1.3	1.2	1.0	1.2	1.1	1.1	1.2	1.3	1.2
1996	1.2	1.2	1.2	1.1	×	×	1.2	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2)
1997	1.2	1.3	1.1	1.3	1.5	1.4	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.0	1.2
1998	1.2	1.1	1.1	1.3	1.5	1.3	1.1	1.0	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2
1999	1.3	1.3	1.0	1.2	1.4	1.2	1.0]	1.4)	1.1)	1.0]	×	1.1)	1.2]
2000	1.1	1.4	1.3	1.4	1.3	1.0	1.2	×	1.2	1.0	1.0	1.2)	1.2)
2001	1.3	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1)	1.1	1.1
2002	1.2	1.0	1.2	1.4)	1.2]	1.1	1.0	1.2	1.0	1.0	1.1)	0.9	1.1)
2003	1.2	0.9	1.0	1.2	1.4	1.1	0.9	1.0	1.0	1.1	0.9	1.1	1.1
2004	1.2	1.1	1.0	1.2	1.1	1.0	1.1	1.3	1.0	0.9]	1.0)	1.0	1.1)
2005	1.0	1.3	1.1	1.0	1.1)	1.0	0.9	0.9)	1.0	0.8	1.0	1.3)	1.0
2006	1.3	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.7	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0
2007	0.9	1.1	1.2	1.0	1.2	0.8	0.7	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
2008	1.1	1.1	0.8	1.0	1.2	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	1.2	1.0
2009	1.0	1.3	1.2	1.4	1.2	1.2	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1
2010	1.2	1.0	1.1	1.1	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1
2011	1.1	0.9	1.1	1.0	1.4	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1
2012	0.9	1.0	1.0	1.3	1.1	1.1	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
2013	1.0	1.1	1.0	1.2	1.3	1.1	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2014	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.1	0.8	1.0	1.0	0.9	0.9	1.1	1.0
2015	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	0.8	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9
2016	0.9	0.9	0.8	1.2	1.1	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	0.9
2017	1.0	1.2	0.8	1.0	0.9	0.9	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9
100年平均値	1.2	1.3	1.3	1.5)	1.7)	1.4)	1.2)	1.3)	1.2)	1.2)	1.2)	1.2)	1.4)
平年値	1.2	1.2	1.1	1.3	1.4)	1.2)	1.1)	1.2)	1.1)	1.1)	1.1)	1.1)	1.2)

Table 16. 月最大風速とその風向 (1)
Monthly maximum wind speed and the wind direction (1)

(単位: ms⁻¹)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年最大値	起月日
1918	W 7.1	N 5.2	SSE 11.5	SSE 9.2	SSE 8.5	SSE 6.5	SSE 8.2	NNE 14.3	W 6.6	S, NNE 6.4	SSE 9.9	WNW 6.2	NNE 14.3	08/30
1919	SSE 6.4	NNW 6.9	NW 8.8	SSE 8.8	NNE 7.3	SSE 8.6	SSE 6.3	NNE 6.2	S 6.2	NW 7.8	NNE 7.3	NNW 7.6	NW, SSE 8.8	03/26, 04/10
1920	S 5.8	S 9.3	NW 5.6	S 8.2	S 8.8	SSE 9.5	SSE 6.0	SSE 7.6	NNE 6.9	NW 8.5	NNE 7.9	NW 7.4	SSE 9.5	06/16
1921	WSW 6.7	W 8.5	W 7.5	SSE 7.2	SSE 8.8	NNE 6.4	NNE 6.2	NNE 5.3	SSE 6.8	NNE 4.3	NNE 6.3	NW 7.4	SSE 8.8	05/10
1922	S, WNW 7.2	SSE 9.8	SSE 12.1	SSE 7.4	SE 10.0	N 6.9	SE 7.6	N 10.5	N 9.2	SE 6.5	NW 6.2	NW 8.8	SSE 12.1	03/20
1923	NW 6.8	NW 4.3	SE 8.9	SSE 11.3	SE 8.9	NW 5.8	SE 5.7	N 5.5	ESE 8.5	W 9.7	NNW 6.7	S 8.7	SSE 11.3	04/08
1924	N 8.6	NE 8.9	NNW 5.7	SSW 9.3	NNW 7.2	S 7.9	S 5.0	S, ENE 5.5	ENE 5.0	ENE, NNW 5.6	S 7.5	NE 8.6	NE 9.3	02/13
1925	WNW 6.1	NW 5.5	NW 7.3	N 6.2	S 6.8	S 5.8	SSE 4.9	S 8.2	S 8.2	NE 7.0	NE 5.3	NW 6.9	S 8.2	08/17, 09/07
1926	SW 6.7	SSW 8.1	SSW 9.1	NE 6.1	NE 8.8	NE 5.2	S 5.8	ENE 4.5	NNE 6.7	ENE 6.4	ENE 6.1	N 10.4	N 10.4	12/19
1927	ENE 8.3	NE, S 5.8	S 11.0	SSW 9.5	S 6.2	NE, NNW 4.7	NNE 3.4	NE 4.5	NE 3.3	SSW 6.1	NNW 5.9	N 7.6	S 11.0	03/09
1928	SSW 7.0	NNW 6.7	NNW 7.8	NNW 5.6	S 5.4	SSW 7.6	ENE 4.1	SSW 4.5	SSW 5.0	NE 4.0	SSW 7.2	NNE 5.1	NNW 7.8	03/03
1929	NNW 9.0	N 6.5	SSW 5.7	NW 8.2	SSW 5.9	SSW 7.8	SSW 6.4	S 5.2	NE 7.5	NNE 4.7	NW 5.4	NE 6.1	NNW 9.0	01/02
1930	NNE, ENE 4.0	N 6.6	SSW 5.8	S 7.6	SSW 8.4	ENE 4.5	SSW 4.2	SW 5.5	SSE 5.9	NNE 4.7	SSE 5.4	NW 3.2	SSW 8.4	05/01
1931	NNE 8.4	N 5.4	S 5.7	S 5.6	S 6.5	S 6.0	SSE 8.6	NE 3.6	SSE 5.0	S 3.9	NNE 6.9	S 7.8	SSE 8.6	07/26
1932	SSE 4.8	SSE 5.3	S 6.2	SSE 10.2	S 9.9	NE 4.8	NE 4.6	NE 4.7	NE, NNE 3.7	SSE 3.4	NNE 8.4	W 5.5	SSE 10.2	04/18
1933	NNE 6.7	NNE 7.0	NNE 7.3	NNE 5.7	S 8.2	SSE 8.3	NNE 4.1	NNE 4.0	NNE 4.7	NE 5.5	NNW 5.2	NW 7.0	SSE 8.3	06/07
1934	N 6.8	NNE 6.7	SSE 9.2	NNW 5.4	SE 4.0	N 3.6	N 2.3	NNE 6.2	W 4.3	NNE 3.3	WSW 2.9	WSW 1.7	SSE 9.2	03/21
1935	N 2.9	NNE 3.2	S, W 2.4	NW 4.0	S 5.0	S 4.4	NNE 2.7	NNE 3.1	SSE 9.3	NNE 4.0	NNE 4.8	NNE 2.9	SSE 9.3	09/25
1936	NW 5.2	NW 5.8	WNW 7.3	S 10.8	NNE 5.2	N 6.4	NW 4.6	N 6.4	N 4.6	NNW 6.4	N 6.2	N 3.7	S 10.8	04/25
1937	N 5.7	W 5.0	W 7.6	S 8.5	S 5.3	N 5.3	N 4.2	N 4.0	SSE 6.3	N 4.0	NW 6.9	NNW 8.0	S 8.5	04/13
1938	NNW 8.5	S 11.2	N 3.6	WSW 4.8	SSE 7.8	NW 5.1	NNW 5.1	SSE 5.8	SSE 6.3	NNW 5.8	N 5.3	NNW 7.0	S 11.2	02/16
1939	NW 6.1	NW 6.6	SSE 5.6	SSE 6.7	SSE 6.8	SSE 5.1	S 5.7	NNW 8.3	SSE 5.5	N 5.5	NW 6.9	NW 4.7	NNW 8.3	08/05
1940	W 5.2	WNW 5.8	S 10.1	S 6.6	WNW 6.1	SSE 5.3	SSE 5.5	NNW 5.0	N 10.1	W 5.8	SSE 5.7	W, ESE 2.9	S, N 10.1	03/13, 09/12
1941	W 4.0	NW 4.9	SSE 10.1	S 11.8	S 7.9	N 5.3	N 4.4	N 5.3	S 4.4	S 6.3	SSE 10.8	WNW 5.2	S 11.8	04/18
1942	WNW 6.2	NW 3.1	S 7.8	NW 5.3	NNE 3.3	NNE 3.6	NNW 3.3	S 4.5	S 5.8	W 4.0	SSE 4.8	NNW 3.7	S 7.8	03/29

※ Table 2 参照。

Table 16. 月最大風速とその風向 (2)
Monthly maximum wind speed and the wind direction (2)

(単位: ms⁻¹)

年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年最大値	起月日
1943	NW 5.2	NW 5.8	NNW 3.7	NNE 3.3	N 3.8	SSE 6.7	SSE 4.8	S 3.5	S 4.8	S 2.7	WNE,SSW,NNW,SSW 2.2	NW 4.3	SSE 6.7	06/03
1944	W,NNW 2.2	NW 10.2	WNW 3.2	S 3.0	NNE,N 2.5	NNE 2.5	S 3.8	S 4.0	S 3.0	NNW 4.7	N 3.7	W 2.7	NW 10.2	02/05
1945	SW 4.3	NW 6.2	WSW 4.5	SW 2.7	N 5.3	NE 3.7	NNE 3.0	NNE 2.7	SSE 7.8	SSE 11.0	N 2.0	W 2.5	SSE 11.0	10/03
1946	NNW 5.0	S 3.3	NW 6.2	W 3.0	NW 5.8	ENE 4.3	S 7.2	S 4.2	S 3.8	S 7.2	SW 5.7	SW,WNW 4.3	S 7.2	07/30, 10/31
1947	NNW 8.2	NE 4.7	W 5.3	WNW 6.7	NW 4.2	S 5.3	×	×	×	×	×	×	×	×
1948	SW 5.3	SSW 4.2	WNW 5.5	NW 4.7	NW 5.3	SSW 5.0	NNW 4.3	NE 2.0	SSE 3.5	N 3.5	NW 3.8	NW 4.0	WNW 5.5	03/07
1949	SSW 5.0	NW 5.5	NW 7.6	S 9.6	NW 7.6	SW 5.9	NNE 5.5	SSE 7.1	W 3.4	W 8.2	WSW 3.4	S,SSE 4.0	S 9.6	04/21
1950	WNW 8.7	WNW 8.4	SSW 6.5	NE 4.6	S 6.7	N 3.2	N 4.4	SW 5.5	S 8.7	ESE 4.8	WNW 7.1	NW 10.7	NW 10.7	12/31
1951	NNE 4.6	S 13.4	W 5.9	SSW,WNW 8.2	S 6.7	S 7.1	NW 3.6	S 7.6	SE 5.2	NE 5.9	NW 7.4	SSW,NW 4.0	S 13.4	02/22
1952	S 5.0	WSW 4.4	S 6.9	N 4.6	S 8.2	SSW 5.4	N 2.8	NNE 3.4	NE 3.2	SSE 4.8	NNW 5.9	W 6.1	S 8.2	05/30
1953	WNW 7.6	SSW 3.2	WNW 8.2	NNE 5.5	NW 6.9	SSE 10.0	NNE 3.0	SW 3.0	SW 2.8	N 4.8	NNE 6.3	NNE 3.2	SSE 10.0	06/05
1954	SSW,S 3.2	SSW 5.5	SW 4.0	NW 6.9	S 9.3	WNW 4.0	SW 2.4	S 4.2	SSW 6.5	W 6.3	SSW 4.0	NW 6.7	S 9.3	05/09
1955	NNW 7.8	NNW 4.2	N 5.2	SW 4.4	NNE 6.1	WNW 5.7	S 5.7	SSE 5.5	S 3.6	SW 3.8	S 13.5	NW 7.1	S 13.5	11/16
1956	WNW 7.4	NW 4.6	W 4.8	S 7.4	SSE 9.3	SSW 4.4	S 4.8	NW 4.8	S 4.4	NNW 5.0	SSE 3.8	NW 4.2	SSE 9.3	05/10
1957	SW,SSW 3.4	SW,W 4.2	NW,WNW 8.0	S 4.0	W,SW 3.6	SSE 4.2	N 2.6	S 8.4	SSW 3.4	SSW 3.0	SW 3.0	S 9.4	S 9.4	12/13
1958	NW 10.1	WNW,SW 3.4	NNE 4.8	S 7.4	SE 6.1	SW 4.4	NNE 5.5	NNE 4.2	N 5.0	SW 5.4	N 3.2	W 5.7	NW 10.1	01.27
1959	NW 8.4	SSW 3.8	NW 5.5	NNW 8.2	SW 5.9	N 4.9	NW 5.9	ESE 4.6	S 6.1	S 4.9	S 9.3	SW 4.4	S 9.3	11.02
1960	NW 10.1	NW 6.3	WNW 6.6	WNW 7.1	S 5.4	S 10.1	NNE 5.4	SSW 3.9	S 3.9	SSW 3.9	SW 5.9	S 8.2	NW,S 10.1	01.18, 06.04
1961	NW 7.5	NNW 6.6	NNE 4.4	SSW 6.1	S 7.1	S 6.4	SW 4.9	SW 4.1	S 7.8	NNW 7.8	WSW 4.6	WNW 10.9	WNW 10.9	12.25
1962	NW 8.0	WSW 4.9	S 7.5	S 11.7	S 11.8	WNW 4.9	SW 4.9	WNW 5.4	SW,S 3.4	NNE 5.1	SW 4.4	SSW 6.0	S 11.8	05.09
1963	WNW 11.6	WNW 9.5	WNW 9.3	S 8.6	SSW 7.3	SSE 6.6	SSE 3.4	S 6.3	SSW 5.1	SW 5.6	WNW 7.1	NNW 6.3	WNW 11.6	01.21
1964	NNW 3.7	NW 6.8	NW 8.0	SSE 10.1	SSW 6.4	SSW 4.4	SSW,S 2.9	SSW 3.9	SSE 4.4	WNW 5.4	S 4.9	WNW 3.0	SSE 10.1	04.26
1965	S 3.7	NW 4.2	WSW 4.8	WNW 3.2	SSW,NNW 3.7	N 2.7	NNW 2.5	SSW 4.3	W 3.0	S 3.5	S 3.0	W 8.5	W 8.5	12.16
1966	WNW 6.2	SSW 4.8	WNW 6.3	S 4.7	S 4.3	SSE 6.7	N 5.7	SSE 3.2	N 3.2	S,SSW 2.0	SSW 3.5	NNW 4.2	SSE 6.7	06.20
1967	N 4.2	SSW,NNW 3.2	S 4.0	S 4.8	NNW 5.7	NNW 3.7	N 2.0	ESE 2.5	ESE 2.8	S 3.2	NNW,SSW 3.7	WNW, 2.8	NNW 5.7	05.19

※ Table 2 参照。

Table 16. 月最大風速とその風向 (3)
Monthly maximum wind speed and the wind direction (3)

(単位: ms⁻¹)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年最大値	起月日
1968	NW 6.3	NW 4.2	S 7.3	S 3.0	SSE 6.3	SSE 4.7	NNE 3.7	N 2.8	SSW 3.5	N 2.5	S 3.3	SSW 3.0	S 7.3	03.30
1969	WNW 5.3	NW 4.8	W 7.3	S 4.2	WNW 7.5	SSE 3.2	S 3.2	ESE 2.5	N 3.5	N 4.5	WNW 4.0	W 4.7	WNW 7.5	05.26
1970	WSW 5.5	WNW 7.5	S 5.0	S 3.8	SSE 4.7	S 3.3	SSE 5.8	SSE 4.0	N 5.7	N 5.8	SSW 2.8	NW 5.5	WNW 7.5	02.01, 02.02
1971	SW 2.5	SSE 7.7	SSE 7.2	S 3.8	S 5.5	N 4.2	ESE 3.3	SSE 5.0	S 4.7	SSE 3.0	SSW 3.7	SSW 3.3	SSE 7.7	02.23
1972	NW 4.7	SSE 6.8	SSW 3.0	WNW 6.8	S 4.2	S 5.3	SSW 5.2	SSE 6.0	W 6.8	SSE 6.2	SW 4.5	NNW 7.5	NNW 7.5	12.30
1973	SSW 3.3	NW 4.5	NW 4.0	×								SSW 3.3	×	×
1974	NNW 4.7	NNW 4.2	WNW 4.0	S 7.7								×	×	×
1975	NW 4.0	WNW 3.7	SSE,WNW 5.8	SSW 3.7								SSW 3.7	×	×
1976	S 4.2	S 3.8	SSW 2.8	SSE 6.5								W 4.2	×	×
1977	S 3.5	SSW 3.5	S 4.7	SSE 8.7								SSE 3.3	×	×
1978	NW 4.7	WSW 6.7	S 6.3	S 3.8								NW 4.0	×	×
1979	S 5.0	NNW 4.2	W 4.7	SSE 7.7								N 4.2	×	×
1980	W 6.5	SSW 3.5	NNW,SSW 2.7	SSE 9.2								WNW 4.3	×	×
1981	SSW 3.0	NW 5.7	NW 4.3	S 4.5								S 4.2	×	×
1982	WNW 3.3	NNW,WNW 2.5	SW 2.3	SSE 4.7								SSW 2.7	×	×
1983	NNW 4.3	W 4.2	WNW,NW 3.5	SSE 7.3								NNW 4.0	×	×
1984	SSW 3.8	SSE 4.8	S 5.8	WNW 3.2								×	×	×
1985	×	×	×	×								E 4.0	×	×
1986	NW 2.0	S,SE,E 2.0	ESE,NNW 3.3	SSE 5.4	N 3.3	SSE 4.8	NNW 3.3	S 2.0	SSW 2.0	NW 3.7	W 2.7	W 5.5	W 5.5	12.07
1987	NW 7.7	W 4.6	WNW 4.8	NW 6.0	SSW 3.3	S 4.2	SE 3.5	SSE 5.1	SW 3.2	SSE 5.0	N 5.6	NW 5.4	NW 7.7	01.01
1988	W,WNW 3.5	WNW 2.8	NW 2.6	SSE 5.0	W 3.5	×	×	S,NW ×	×	S 2.0	SSW 2.9	NW 4.3	SSE 5.0]	04.18
1989	WNW 5.3	S,WNW 2.6	NW 3.9	NW 4.8	SSE 3.0	SSE 4.1	SSE 3.5	SSW 2.2	NW 3.4	NNW 3.6	S 2.8	NW 5.3	WNW,NW 5.3	01.28, 12.15
1990	N 5.0	S 4.1	WNW 5.1	WNW 3.8	SSE 5.4	SSE 4.8	N 2.1	SE 4.1	NW 3.4	S 2.4	W 4.0	WNW 4.4	SSE 5.4	05.04
1991	S 3.1	NW 5.6	S 2.4	S 4.9	NNW 3.9	SSW 2.3	NNE 2.0	SSW 2.6	SSE 4.1	SSW 1.8	SW 3.2	×	NW 5.6)	02.17
1992	SSW 3.0	N 3.3	SSW 2.4	WNW 5.5	WNW 4.4	SSE 3.9	×	×	×	S 2.4	WNW 4.3	WNW 2.6	WNW 5.5]	04.25

※ Table 2 参照。

Table 16. 月最大風速とその風向 (4)
Monthly maximum wind speed and the wind direction (4)

(単位: ms⁻¹)

年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年最大値	起月日
1993	WNW 5.0	NW,SSE 3.9	WNW 3.1	WNW 4.0	SSW 2.3	S 4.8	NNW 2.3	SSE 2.3	SSE 8.2	SSE 1.9	S 1.6	WNW 3.4	SSE 8.2	09.04
1994	NNW 4.5	WNW 4.4	SSW 2.6	SSE 5.3	SSE 6.3	SSE 2.0	N 2.5	SSE 4.2	SE 2.3	NNW 3.7	S 2.2	NW 4.7	SSE 6.3	05.26
1995	NW 3.1	N,SSW 2.0	SSE 5.1	S 4.8	SSE 3.9	S 2.6	SSE 2.1	N 2.0	SSE 4.1	S 2.3	S 2.4	WNW 4.5	SSE 5.1	03.17
1996	NNW 3.3	W 3.8	WNW 3.3	NW 2.9	×	×	WNW 2.0	W,N 3.0	SSW 2.1	SSW 2.6	SSW 2.1	SSW 2.9	W 3.8	02.06
1997	NW 6.1	N 3.6	S 2.1	S 2.5	SSE,NW 4.1	SSE 4.7	N,SSE 2.5	S 1.6	SE 2.5	SSW,SSE 1.9	SSE 5.6	S 2.3	NW 6.1	01.22
1998	NW 18.1	W 22.0	NW 19.5	S 20.5	S 17.6	W,N 14.0	S 13.5	ENE 13.5	SSW 24.0	S 24.0	W 21.8	NNW 18.5	SSW,S 24.0	09.22, 10.18
1999	NW 18.3	NW 17.0	W 24.2	S,SSE 16.0	NW 23.5	S 14.0	×	×	×	×	×	NNW 21.4	W 24.2	03.22
2000	S 21.4	N 28.2	NNW 22.4	S 24.0	S 23.0	×	N 11.5	×	SSE 14.5	N 13.6	W,S 18.5	W 21.0	N 28.2	02.09
2001	W 18.2	WNW 14.5	W 24.8	NW 17.3	SSE 15.6	S 16.4	NNW 12.0	E 14.0	SW 13.4	SE 13.2	W 14.5	W 16.5	W 24.8	03.05
2002	SSE 19.3	W 19.9	W 18.6	S 15.5	×	SSE 12.8	N 12.0	S 12.2	S 14.1	W 19.3	W 18.5	NNW 14.1	W 19.9	02.19
2003	NW 17.0	W 16.5	WNW 16.8	SSE 18.0	SE 20.0	S 13.7	S 14.0	SE 14.8	SE 13.0	WNW 13.0	NNW 15.5	W 23.1	W 23.1	12.20
2004	W 26.8	WNW 21.0	W 18.5	SE 20.5	SE 15.0	SSE 18.0	WNW 17.0	W 22.0	SSE 24.1	×	W 25.0	W 23.1	W 26.8	01.13
2005	WNW 20.0	W 18.5	NNW 18.1	W 14.9	S 19.8	W 16.2	NW 13.0	WNW 10.5	WNW 16.8	NW 13.0	NNW 17.0	NNW 19.5	WNW 20.0	01.12
2006	NW 21.0	SSE 15.0	WNW 19.0	S 20.5	S 16.9	SSE 15.1	NNW 11.2	N 17.0	S 15.1	×	13.1	WNW 5.8	S 21.9	12.30
2007	NW 8.7	NW 6.7	S 24.8	NW 5.9	SSE 8.9	SSE 4.8	WNW 3.4	SSE 5.6	WNW 4.7	SSE 4.8	WNW 4.8	SSE 5.4	S 24.8	03.13
2008	NW 6.8	WNW 7.6	NW 4.8	SSE 7.2	SSE 6.7	SSE 5.7	NNW 3.8	S 6.3	SE 5.3	S 5.9	NW 5.3	SSE 7.1	WNW 7.6	02.23
2009	NW 5.1	NW 5.7	SSE 7.5	SSE 9.7	NW 6.2	SSE 5.2	SSE 4.6	NNE 4.4	SSE 5.5	NW 6.4	S 6.3	WNW 24.3	WNW 24.3	12.18
2010	WNW 13.1	NNW 6.3	SSE 6.9	NW 6.4	S 7.4	S 4.2	S 4.5	SSE 4.2	S 5.4	S 5.9	WNW 5.8	NNW 6.2	WNW 13.1	01.13
2011	S 21.2	WNW 4.2	NNW 6.6	WNW 5.5	SSE 7.9	SSE 4.1	SSE 5.3	S 4.5	SSE 7.8	SSE 6.8	WNW 5.5	NW 4.6	S 21.2	01.08
2012	NE 4.6	WNW 5.5	NW 4.9	S 11.3	S 6.1	S 5.6	SSE 4.5	NNE 4.6	NNW 6.3	SSE 6.3	WNW 5.6	NW 5.5	S 11.3	04.03
2013	WNW 6.3	WSW 14.4	SSE 7.4	NW 7.7	S 6.2	S 5.6	SE 5.9	NW 4.2	SE 5.1	SE 5.8	S 7.0	NW 6.0	WSW 14.4	02.24
2014	NW 5.9	N 5.6	NNW 5.2	S 5.0	WNW 5.8	SSE 6.1	SW 3.5	S 6.6	S 5.3	SSE 5.0	WNW 6.7	NW 6.4	WNW 6.7	11.13
2015	NW 4.7	WNW 5.6	NW 5.9	SSE 6.3	SSE 5.7	S 5.9	SSE 3.5	S 7.0	SSE 3.9	SSE 6.8	SSE 6.4	SSE 6.2	S 7.0	08.25
2016	NW 5.3	SSE 7.5	WNW 5.3	SSE 7.8	S 7.2	NW 5.3	S 5.4	S 4.5	S 5.2	SSE 7.2	S 5.6	SSE 7.3	SSE 7.8	04.17
2017	NW 6.7	NNW 7.5	NW 4.3	NW 6.2	S 5.2	S 5.0	SE 4.6	SE 4.9	SSE 9.0	NW 5.5	NNW 4.5	WNW 5.1	SSE 9.0	09.18

※ 1998 年 1 月～2006 年 10 月は瞬間風速の月最大値。その他は Table 2 参照。

Table 17. 月降水量（日降水量の月積算値）
Monthly total precipitation

(単位：mm)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	通年
1918	492.6	191.3	185.6	72.3	102.3	154.3	143.1	103.8	205.2	273.6	275.8	336.2	2536.1
1919	421.7	172.6	155.7	145.9	147.4	115.7	172.1	105.4	188.4	158.6	124.3	461.0	2368.8
1920	350.8	229.2	167.4	104.7	130.7	190.1	159.7	104.7	203.4	139.8	187.8	271.8	2240.1
1921	408.2	226.5	239.2	97.9	109.3	90.4	187.6	123.1	247.0	222.8	371.2	394.4	2717.6
1922	485.7	213.9	215.7	98.3	80.2	89.8	132.0	227.8	181.7	126.7	233.9	566.5	2652.2
1923	433.2	254.9	194.3	129.8	186.4	195.5	158.7	17.2	300.0	155.1	162.6	452.6	2640.3
1924	335.6	278.0	272.3	48.2	103.8	115.8	63.7	129.9	272.2	188.3	225.3	297.1	2330.2
1925	392.1	279.5	306.2	110.2	119.6	100.6	135.6	93.3	134.5	102.8	300.4	436.0	2510.8
1926	545.2	235.0	197.1	216.2	55.7	108.0	251.6	392.3	210.4	250.4	194.7	505.7	3162.3
1927	469.6	450.5	217.8	153.7	109.9	51.0	252.8	309.4	171.7	119.2	228.9	480.9	3015.4
1928	452.0	351.5	181.4	108.7	76.5	159.5	88.6	65.9	128.4	161.2	231.1	371.6	2376.4
1929	452.4	444.9	270.5	110.4	194.6	56.4	143.8	133.5	266.8	188.5	236.9	190.2	2688.9
1930	327.6	191.3	112.8	98.7	81.1	190.6	314.5	212.5	145.0	174.5	261.6	335.6	2445.8
1931	329.0	195.8	164.6	163.6	50.1	111.9	313.5	115.9	141.9	143.6	98.0	355.2	2183.1
1932	202.6	244.7	275.3	156.6	44.1	129.1	227.4	185.6	239.4	108.6	217.0	265.0	2295.4
1933	353.5	257.2	193.3	96.6	67.6	83.8	161.1	340.2	164.0	203.7	199.7	517.1	2637.8
1934	693.1	450.1	294.5	97.1	67.5	205.6	437.4	158.7	220.1	152.9	267.3	170.5	3214.8
1935	460.1	173.4	244.3	90.7	175.2	79.9	144.7	218.1	273.3	122.8	231.8	454.6	2668.9
1936	722.1	371.8	189.7	117.9	131.2	152.6	122.4	222.4	152.2	190.9	186.3	263.2	2822.7
1937	354.3	245.3	176.1	151.0	158.3	99.0	216.0	346.6	107.8	200.0	218.8	634.6	2907.8
1938	397.5	411.8	74.1	97.1	132.3	163.8	207.0	173.8	147.2	273.5	237.5	425.8	2741.4
1939	286.4	265.0	165.5	129.8	98.7	55.4	56.3	68.5	165.8	92.4	262.5	306.3	1952.6
1940	768.1	314.3	159.0	98.2	60.1	95.1	273.8	211.7	163.6	102.0	155.7	420.5	2822.1
1941	396.1	189.0	196.7	93.4	127.0	169.6	257.6	41.2	230.1	138.6	107.0	235.0	2181.3
1942	524.1	318.3	94.6	98.4	106.8	124.2	216.6	214.2	139.5	233.9	355.0	329.8	2755.4
1943	503.4	283.4	191.0	81.4	86.3	120.4	80.6	136.1	313.4	243.7	206.1	343.8	2589.6
1944	472.3	381.5	179.0	258.5	95.2	84.3	467.1	118.9	116.2	131.6	176.3	492.8	2973.7
1945	647.0	400.6	392.1	89.4	145.0	140.7	389.2	53.1	213.2	345.0	282.5	509.0	3606.8
1946	351.7	190.8	203.4	77.0	98.5	139.1	141.8	151.7	174.7	214.9	143.2	627.3	2514.1
1947	209.5	334.8	175.1	132.8	142.5	219.7	209.7	76.5	259.4	149.1	231.9	542.9	2683.9
1948	229.4	221.5	144.3	148.7	55.9	94.4	152.1	103.2	325.9	170.3	303.0	179.9	2128.6
1949	302.9	294.5	182.6	182.0	169.9	167.6	63.3	117.8	202.9	183.6	356.9	427.9	2651.9
1950	367.8	248.2	212.3	101.6	86.5	241.1	114.9	177.9	95.7	179.0	236.8	367.1	2428.9
1951	285.8	205.5	193.4	109.1	64.1	75.4	121.9	47.5	104.8	138.6	453.3	354.4	2153.8
1952	374.8	246.1	149.1	165.0	102.9	220.4	328.2	87.2	224.4	113.5	124.8	395.3	2531.7
1953	334.8	277.9	216.0	106.9	107.8	191.2	250.4	402.6	193.8	89.9	343.3	221.2	2735.8
1954	235.5	157.1	159.3	111.0	152.5	132.1	153.1	149.5	110.1	99.5	120.9	279.9	1860.5
1955	397.3	207.1	174.4	88.0	170.8	251.3	124.1	62.2	159.6	300.3	110.6	332.0	2377.7
1956	443.7	316.3	174.7	113.6	115.1	130.6	430.4	159.5	178.7	104.6	218.8	581.5	2967.5
1957	291.2	355.8	242.0	76.8	98.2	105.3	268.0	152.0	139.9	153.9	109.0	259.9	2252.0
1958	356.9	203.6	235.1	144.7	60.2	122.8	346.5	268.7	560.6	227.2	147.1	278.2	2951.6
1959	299.2	155.4	200.4	98.5	128.5	201.3	327.2	121.6	141.3	180.6	136.6	394.4	2385.0
1960	472.2	204.6	184.5	89.0	114.6	98.1	339.9	124.7	212.6	128.3	205.6	415.9	2590.0
1961	378.8	363.1	161.8	114.8	68.8	284.1	218.7	229.2	153.5	308.8	314.0	390.4	2986.0
1962	473.8	301.4	160.9	76.7	129.8	171.3	188.9	132.2	129.1	187.1	115.5	199.4	2266.1
1963	447.4	161.7	183.1	94.2	222.7	190.9	198.0	181.7	107.5	208.5	140.8	216.4	2352.9
1964	190.1	262.5	196.7	127.2	99.9	129.7	579.4	99.2	311.7	209.9	216.2	338.6	2761.1
1965	304.0	328.8	237.2	127.4	86.0	191.1	309.5	45.1	212.6	85.8	370.8	412.8	2711.1
1966	492.5	273.8	238.3	71.6	120.8	176.6	185.7	85.0	319.5	111.1	225.0	417.9	2717.8
1967	528.5	261.7	95.7	99.4	53.0	156.5	213.3	301.4	165.3	155.7	188.3	172.1	2390.9

Table 17. 月降水量（日降水量の月積算値）（つづき）
Monthly total precipitation (Continue)

(単位：mm)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	通年
1968	525.7	377.6	142.5	123.7	89.5	185.1	103.3	148.3	67.7	164.3	162.8	337.8	2428.3
1969	433.1	203.1	164.0	131.5	73.4	91.7	201.0	479.2	302.9	139.3	168.4	439.6	2827.2
1970	320.2	213.8	303.1	74.2	82.1	115.7	96.6	216.2	268.2	164.8	385.8	418.0	2658.7
1971	283.8	226.9	222.3	76.0	99.5	189.8	279.9	167.5	260.9	165.0	223.2	407.8	2602.6
1972	231.2	200.8	188.2	129.0	122.2	127.3	132.6	250.2	137.4	109.6	281.5	283.7	2193.7
1973	289.6	223.1	306.2	92.3	118.8	140.1	83.8	130.0	189.8	131.0	318.1	551.5	2574.3
1974	330.4	218.9	205.2	93.9	108.6	65.8	406.6	92.6	113.7	129.6	240.5	296.2	2302.0
1975	432.1	317.4	158.0	62.5	131.9	161.8	234.8	67.1	132.4	209.6	174.0	209.6	2291.2
1976	533.4	233.0	154.5	131.5	75.5	228.4	154.3	448.4	157.1	200.3	207.7	404.3	2928.4
1977	417.4	335.4	122.1	83.8	101.9	109.5	62.6	154.0	139.9	32.8	113.9	411.2	2084.5
1978	431.4	432.8	211.9	92.0	72.0	373.0	33.5	130.0	126.0	163.5	177.5	251.5	2495.1
1979	239.9	213.8	160.7	144.2	77.0	124.0	303.5	254.5	149.0	201.0	201.0	212.1	2280.7
1980	411.7	389.6	145.7	92.1	160.5	88.0	278.3	234.5	109.0	269.0	161.5	446.9	2786.8
1981	757.5	299.8	210.8	123.5	175.0	255.0	175.5	211.0	156.0	216.0	284.0	212.8	3076.9
1982	335.5	243.4	169.2	151.9	122.5	116.5	121.0	116.0	234.5	95.0	219.0	208.4	2132.9
1983	401.6	335.5	199.7	138.1	66.5	112.0	451.0	290.0	309.5	184.5	206.0	390.1	3084.5
1984	517.4	419.6	209.1	40.7	93.5	129.0	321.0	63.5	84.5	167.0	183.0	468.9	2697.2
1985	419.6	225.0	148.0	88.0	162.5	252.0	316.5	2.0	247.0	136.5	332.0	286.0	2615.1
1986	641.0	299.0	116.0	98.0	87.5	195.5	208.0	76.5	155.0	156.0	201.0	273.5	2507.0
1987	448.0	240.5	189.5	42.0	119.0	78.0	157.0	160.0	69.0	71.0	183.5	201.5	1959.0
1988	391.5	351.5	147.5	68.0	136.0	116.5	286.0	241.5	206.5	194.0	270.5	241.0	2650.5
1989	220.0	225.0	149.0	132.0	141.0	116.5	150.5	102.5	214.5	177.0	184.0	318.5	2130.5
1990	414.5	115.0	162.7	151.5	105.0	180.5	88.5	64.0	277.0	222.5	121.0	251.0	2153.2
1991	483.5	425.0	136.0	51.5	76.0	128.0	265.5	258.0	136.5	257.5	156.0	211.5	2585.0
1992	336.0	319.0	142.5	130.5	110.5	221.5	180.5	112.5	119.5	161.5	146.5	360.5	2341.0
1993	258.0	355.5	172.0	69.0	159.5	181.5	281.5	277.0	167.0	221.5	115.0	311.5	2569.0
1994	275.5	358.5	172.0	30.5	44.5	81.5	83.0	14.0	154.0	131.0	120.5	442.5	1907.5
1995	518.0	294.5	163.0	136.0	81.5	132.5	411.0	156.0	140.0	122.0	270.0	424.5	2849.0
1996	413.5	320.5	226.0	111.0	119.5	162.5	79.5	147.5	197.5	157.0	253.0	215.5	2403.0
1997	407.0	253.5	108.5	125.0	165.5	145.0	316.5	104.0	245.5	160.5	164.0	171.0	2366.0
1998	499.5	214.0	137.0	127.0	129.0	92.0	144.0	485.5	183.0	140.0	230.0	262.5	2643.5
1999	484.0	383.0	138.5	107.5	60.5	217.5	174.5	173.5	254.5	129.5	206.5	492.0	2821.5
2000	264.0	449.5	309.0	88.5	56.0	148.5	147.5	92.5	237.0	159.5	191.5	375.0	2518.5
2001	502.5	231.0	231.0	58.0	104.5	216.5	96.0	224.0	118.5	106.0	185.0	389.0	2462.0
2002	496.5	205.0	127.0	79.5	91.0	109.0	262.5	118.5	112.5	258.0	409.5	263.5	2532.5
2003	326.0	135.5	194.0	165.0	56.5	113.5	180.5	251.0	235.0	118.5	205.0	368.5	2349.0
2004	321.0	308.0	105.0	83.0	251.5	135.5	294.5	137.0	176.5	323.5	134.0	291.5	2561.0
2005	608.0	414.0	253.5	53.5	64.5	240.5	205.5	452.0	169.0	131.5	244.0	749.5	3585.5
2006	467.0	245.5	261.5	164.0	108.0	63.5	484.5	24.0	171.5	219.0	187.0	415.5	2811.0
2007	208.0	167.5	223.0	60.5	150.5	252.0	250.5	152.5	76.0	168.5	208.5	342.5	2260.0
2008	379.5	355.0	169.5	64.5	82.5	110.5	126.5	248.5	281.5	90.0	196.0	255.0	2359.0
2009	259.5	196.0	200.5	114.0	59.0	67.5	219.5	175.0	76.5	145.0	203.0	323.0	2038.5
2010	605.0	226.5	210.0	143.5	100.5	140.5	174.5	186.0	221.5	178.5	192.0	394.0	2772.5
2011	695.0	150.0	275.0	125.0	147.0	217.5	560.0	110.0	227.5	159.5	256.0	458.5	3381.0
2012	477.5	364.0	226.0	141.0	102.5	79.0	191.5	49.0	215.5	131.5	321.5	541.0	2840.0
2013	411.5	318.5	85.0	165.5	71.0	187.0	239.0	339.5	286.0	256.5	248.0	366.0	2973.5
2014	352.5	203.5	284.5	60.5	84.0	104.0	252.0	382.0	88.5	153.5	223.5	746.0	2934.5
2015	446.5	313.0	197.5	146.0	77.5	76.5	127.0	144.0	163.5	75.5	226.5	341.0	2334.5
2016	300.0	240.5	110.5	132.5	82.0	116.0	190.0	238.0	274.0	99.0	150.0	350.0	2282.5
2017	579.0	310.0	162.5	109.5	84.5	94.5	390.0	287.5	166.0	302.5	276.5	348.5	3111.0
100年平均値	412.4	276.9	190.3	109.7	107.3	145.1	220.1	173.4	189.3	169.0	217.5	363.6	2574.7
平年値	422.0	287.0	179.3	99.8	109.3	150.4	221.8	170.5	180.9	166.6	206.7	330.3	2524.7

Table 18. 日降水量の月最大値
Monthly maximum daily precipitation

(単位：mm)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年最大値	起月日
1918	48.5	28.4	30.5	20.1	22.5	30.2	58.5	36.1	40.2	41.8	80.9	46.2	80.9	11.11
1919	47.7	22.5	21.8	39.2	24.4	20.5	24.6	32.2	37.2	29.1	25.6	40.0	47.7	01.20
1920	27.5	23.3	29.9	25.2	28.4	45.2	37.5	38.6	45.6	30.9	31.2	38.2	45.6	09.25
1921	53.6	34.7	27.6	13.5	13.0	27.2	53.0	32.8	39.6	44.8	51.7	73.9	73.9	12.05
1922	54.1	39.7	47.9	37.0	18.1	18.6	40.7	40.8	33.2	25.4	28.7	68.1	68.1	12.18
1923	61.7	40.1	28.7	26.7	27.5	30.3	31.9	12.5	55.6	26.1	26.8	70.9	70.9	12.31
1924	50.1	40.3	29.6	7.0	17.5	24.6	28.6	66.3	43.7	48.4	42.3	37.8	66.3	08.22
1925	58.3	38.1	38.3	27.3	37.3	38.9	58.5	43.1	23.0	22.9	43.8	71.4	71.4	12.18
1926	56.9	41.5	25.3	44.3	21.6	34.8	54.5	52.5	30.9	57.9	24.2	66.6	66.6	12.11
1927	49.5	52.8	34.9	78.8	21.2	23.2	95.3	66.1	35.1	24.9	34.0	53.3	95.3	07.19
1928	53.9	38.1	27.6	40.8	30.3	53.5	20.1	34.8	34.9	56.1	31.4	50.8	56.1	10.08
1929	43.3	46.8	28.0	27.2	44.5	18.4	34.8	26.1	56.5	34.6	32.1	30.1	56.5	09.10
1930	52.5	22.7	27.3	25.3	17.6	58.0	55.9	58.5	29.3	51.4	36.6	40.4	58.5	08.31
1931	45.3	23.8	23.3	29.5	15.0	45.3	151.8	36.5	37.3	24.9	25.5	63.3	151.8	07.09
1932	25.7	44.0	30.8	37.6	14.9	37.8	47.9	50.1	48.1	26.1	41.1	38.2	50.1	08.16
1933	36.3	49.2	23.3	36.9	15.4	22.3	34.7	107.9	48.9	29.8	35.7	48.6	107.9	08.14
1934	80.1	40.4	37.7	20.6	26.9	59.8	103.0	37.4	51.3	39.3	39.1	63.6	103.0	07.10
1935	56.8	26.9	34.3	21.5	46.2	16.1	36.4	71.4	65.9	23.2	46.7	54.6	71.4	08.06
1936	54.0	36.4	22.4	15.4	32.4	88.5	35.1	53.6	35.2	63.3	23.4	40.8	88.5	06.29
1937	41.6	25.5	30.3	33.4	32.4	31.2	51.4	84.9	25.6	38.3	27.3	52.6	84.9	08.08
1938	64.0	35.3	13.5	22.5	35.9	43.6	42.0	123.3	54.3	43.0	37.4	47.0	123.3	08.19
1939	35.9	41.1	31.0	39.7	22.0	13.0	16.2	24.1	54.2	24.6	43.3	38.0	54.2	09.18
1940	56.4	31.6	17.0	21.9	13.4	36.8	66.0	48.8	45.4	24.1	36.1	50.1	66.0	07.08
1941	55.0	32.1	35.6	23.4	40.3	36.5	54.1	13.5	38.6	22.6	23.8	18.9	55.0	01.31
1942	40.5	41.2	15.4	22.6	23.8	53.3	88.2	87.8	25.7	54.5	46.0	40.7	88.2	07.15
1943	58.7	36.3	27.4	17.9	24.2	37.4	38.3	52.9	66.6	35.7	26.3	52.3	66.6	09.04
1944	39.3	39.7	27.4	35.5	22.2	27.7	154.4	49.3	50.6	30.9	26.5	44.7	154.4	07.21
1945	74.3	31.6	39.9	20.0	30.2	44.5	169.0	32.1	28.2	76.4	67.7	62.9	169.0	07.15
1946	50.2	32.5	22.8	21.8	31.0	31.2	30.7	33.6	42.2	43.7	30.1	55.5	55.5	12.13
1947	36.0	38.6	25.8	38.9	35.1	54.7	64.5	25.9	72.1	33.4	35.8	106.6	106.6	12.13
1948	26.5	43.0	20.2	33.6	20.2	29.5	32.7	38.1	78.1	41.9	46.9	22.6	78.1	09.16
1949	40.4	44.0	32.0	38.4	39.7	36.7	15.4	50.7	41.8	43.2	43.3	48.3	50.7	08.31
1950	38.2	32.5	32.3	38.5	18.7	47.2	51.6	48.2	15.8	32.2	40.7	54.5	54.5	12.31
1951	36.9	26.7	44.7	18.6	16.3	18.4	42.8	19.9	14.7	23.9	68.3	32.4	68.3	11.27
1952	38.2	38.3	22.6	47.7	30.3	79.9	76.4	20.3	40.3	24.4	20.5	45.0	79.9	06.30
1953	28.8	37.3	23.4	28.8	42.9	26.5	64.0	104.3	52.1	17.4	46.6	31.2	104.3	08.18
1954	30.9	39.7	29.5	37.3	35.3	19.8	40.1	38.1	40.8	22.7	24.7	45.6	45.6	12.20
1955	46.5	29.1	31.1	18.6	26.1	97.4	36.6	14.9	18.9	59.6	26.0	54.1	97.4	06.29
1956	53.4	37.4	28.1	24.3	22.2	40.1	78.8	28.0	49.0	26.8	38.6	48.2	78.8	07.20
1957	27.3	48.7	34.3	14.3	25.8	27.4	55.3	29.0	22.4	42.4	26.0	35.8	55.3	07.08
1958	32.7	23.4	38.2	29.7	18.1	31.1	127.0	56.8	84.4	44.7	47.0	52.0	127.0	07.25
1959	29.3	29.8	43.1	21.4	25.8	62.0	88.1	34.0	35.6	37.6	35.4	44.0	88.1	07.02
1960	37.0	33.5	24.9	14.8	22.5	23.5	96.3	35.5	55.5	30.2	33.7	54.4	96.3	07.13
1961	51.4	38.9	23.2	24.2	17.3	74.9	73.8	53.7	45.0	48.7	65.6	52.3	74.9	06.30
1962	40.6	41.0	40.3	21.6	30.4	28.8	43.4	41.2	20.1	49.4	17.6	20.4	49.4	10.04
1963	47.4	22.1	57.7	21.6	38.6	44.8	39.9	63.9	24.3	25.6	28.0	36.0	63.9	08.24
1964	23.0	33.9	25.4	21.0	27.5	30.2	77.7	26.0	50.5	36.0	29.2	38.4	77.7	07.08
1965	25.6	31.9	25.8	22.2	26.8	34.6	80.4	26.1	142.5	26.4	40.6	42.1	142.5	09.17
1966	42.6	56.2	33.0	11.7	44.1	64.9	32.1	58.2	82.4	31.1	32.5	43.9	82.4	09.10
1967	55.2	37.3	15.2	30.4	15.6	33.6	41.1	58.8	55.7	31.8	24.5	28.1	58.8	08.27

Table 18. 日降水量の月最大値 (つづき)
Monthly maximum daily precipitation (Continue)

(単位: mm)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年最大値	起月日
1968	51.2	53.2	31.5	27.6	34.3	41.9	25.9	35.5	15.2	24.5	30.9	51.9	53.2	02.01
1969	47.4	24.1	25.8	28.8	36.5	21.1	57.5	144.1	53.6	47.4	29.0	66.3	144.1	08.09
1970	35.3	27.1	31.1	35.2	21.1	26.5	24.9	102.0	37.5	25.6	68.5	51.7	102.0	08.06
1971	27.8	26.8	31.2	14.7	19.6	59.6	63.9	31.9	55.5	46.0	43.4	53.9	63.9	07.26
1972	27.5	23.6	25.3	27.1	33.3	47.6	32.1	62.3	23.9	19.1	40.8	46.8	62.3	08.02
1973	30.2	30.3	36.2	22.0	22.7	35.1	63.6	63.5	32.9	61.0	43.9	64.9	64.9	12.04
1974	23.8	22.0	28.8	15.9	30.1	20.1	105.4	38.0	20.8	29.8	52.8	30.6	105.4	07.03
1975	68.2	23.6	19.4	17.5	36.3	44.0	82.5	27.1	39.6	31.9	30.1	26.2	82.5	07.16
1976	70.5	27.9	34.6	27.2	20.5	42.9	85.4	70.7	32.2	57.9	37.2	42.8	85.4	07.18
1977	45.0	41.7	25.8	20.4	21.0	21.5	20.8	43.8	48.7	8.3	26.7	52.9	52.9	12.20
1978	34.6	59.6	32.1	22.9	38.0	135.5	12.0	62.5	31.0	44.0	46.0	35.0	135.5	06.26
1979	30.0	25.0	32.0	30.5	13.0	31.0	97.0	50.0	26.5	43.0	29.5	32.3	97.0	07.02
1980	53.3	40.0	21.8	24.3	36.5	29.0	39.0	71.5	51.5	39.0	35.0	60.6	71.5	08.16
1981	66.4	44.3	25.8	21.5	42.5	43.5	50.0	110.5	63.5	39.5	50.0	31.7	110.5	08.22
1982	27.5	30.8	23.9	63.9	40.5	44.5	23.0	39.5	116.0	34.0	42.5	31.2	116.0	09.12
1983	61.4	34.5	33.9	36.3	22.5	27.0	80.0	78.5	76.0	31.5	42.5	37.6	80.0	07.20
1984	42.6	37.3	25.2	7.0	32.5	37.0	95.0	24.5	31.5	48.0	26.0	57.6	95.0	07.08
1985	60.4	23.3	21.2	28.5	49.0	70.0	97.0	2.0	49.5	41.0	44.5	38.5	97.0	07.07
1986	60.5	29.0	20.0	16.5	27.5	53.5	52.5	37.5	51.5	31.0	26.0	31.0	60.5	01.10
1987	35.0	27.5	35.5	14.0	42.5	18.5	29.5	48.0	15.0	20.0	34.5	23.5	48.0	08.05
1988	64.5	52.0	23.5	18.0	36.0	39.0	67.5	54.0	39.0	44.0	65.0	29.0	67.5	07.10
1989	23.0	28.5	19.0	33.5	59.0	23.0	55.0	24.0	44.0	37.0	38.5	42.0	59.0	05.26
1990	41.0	23.0	37.1	26.5	21.0	38.5	17.5	21.0	67.5	43.5	23.5	31.0	67.5	09.20
1991	43.5	36.5	17.0	10.5	21.5	30.0	48.0	89.5	32.0	42.0	21.0	×	89.5	08.31
1992	63.5	42.5	36.0	19.0	24.5	69.0	32.5	23.0	46.0	41.5	34.5	55.0	69.0	06.21
1993	28.0	39.5	38.0	10.0	57.5	24.0	103.0	74.5	34.0	46.0	37.0	68.5	103.0	07.10
1994	39.5	41.5	32.0	6.5	12.5	30.0	34.5	5.5	32.0	40.0	30.5	52.0	52.0	12.05
1995	45.5	36.0	20.0	24.5	23.5	29.0	112.5	33.0	46.5	31.0	45.5	52.0	112.5	07.12
1996	54.5	77.0	34.0	22.5	42.0	90.5	31.0	55.0	45.5	33.5	47.5	27.5	90.5	06.25
1997	35.5	29.0	17.0	41.5	22.5	40.5	79.0	30.0	71.0	47.5	29.0	29.0	79.0	07.29
1998	68.5	35.0	24.5	31.0	44.0	18.0	48.0	83.5	120.5	36.0	35.0	57.5	120.5	09.16
1999	69.5	67.0	23.0	22.0	19.5	83.5	55.5	37.5	73.0	37.0	35.5	53.0	83.5	06.30
2000	47.0	50.5	41.0	16.0	18.5	40.5	48.0	38.5	43.5	36.0	37.0	43.5	50.5	02.15
2001	52.5	35.5	28.5	19.0	57.5	41.0	50.5	89.0	39.5	20.0	34.5	47.0	89.0	08.04
2002	69.0	35.0	27.5	29.5	23.0	27.5	94.0	23.0	27.5	91.5	74.5	39.5	94.0	07.10
2003	66.5	31.5	25.0	30.0	26.5	41.5	41.5	37.5	37.5	33.5	33.5	46.5	66.5	01.05
2004	43.0	38.0	22.0	14.5	66.5	39.5	70.5	76.0	27.0	89.0	29.5	30.5	89.0	10.20
2005	66.0	80.5	33.5	14.0	13.5	180.5	56.5	95.5	45.0	31.5	29.5	71.5	180.5	06.28
2006	47.5	26.0	40.5	31.5	26.5	28.0	63.5	12.5	36.5	49.0	42.0	57.0	63.5	07.17
2007	28.0	27.0	35.5	15.0	28.5	64.0	57.0	35.5	40.5	55.0	44.0	46.5	64.0	06.29
2008	62.5	39.5	29.5	20.5	24.5	54.0	39.0	63.0	85.5	24.5	31.0	27.0	85.5	09.06
2009	43.0	28.0	27.0	23.0	21.0	26.0	35.5	32.0	17.5	38.5	46.0	57.0	57.0	12.19
2010	68.0	49.0	25.0	26.0	15.0	57.5	56.0	103.0	57.0	49.0	29.5	68.5	103.0	08.06
2011	50.0	28.0	35.0	27.0	51.0	46.5	203.0	24.0	43.0	20.5	45.5	54.5	203.0	07.28
2012	50.5	44.0	30.5	24.0	32.5	30.5	55.5	26.0	59.5	28.0	39.5	61.5	61.5	12.11, 12.12
2013	37.5	35.5	11.5	30.5	15.5	78.0	28.5	103.5	133.5	92.5	45.5	54.0	133.5	09.16
2014	37.0	62.0	29.5	23.0	31.0	26.5	61.0	54.5	25.0	58.0	43.0	106.5	106.5	12.17
2015	42.0	54.5	41.0	30.0	22.0	25.0	30.5	51.0	31.0	25.5	28.0	48.0	54.5	02.09
2016	31.0	31.0	24.5	41.0	39.0	24.5	39.5	64.5	64.0	24.5	22.5	39.5	64.5	08.30
2017	90.5	40.0	20.5	22.0	14.0	30.0	106.5	74.0	32.5	98.0	46.5	58.0	106.5	07.01
100 年最大値	90.5	80.5	57.7	78.8	66.5	180.5	203.0	144.1	142.5	98.0	80.9	106.6	203.0	2011.07.28
起年日	2017.13	2005.01	1963.24	1927.05	2004.17	2005.28	2011.28	1969.09	1965.17	2002.01	1918.11	1947.13		
30 年最大値	69.5	80.5	41.0	63.9	66.5	180.5	112.5	110.5	120.5	91.5	74.5	71.5	180.5	2005.06.28
起年日	1999.08	2005.01	2000.08	1982.09	2004.17	2005.28	1995.12	1981.22	1998.16	2002.01	2002.09	2005.10		

Table 19. 1時間降水量の月最大値
Monthly maximum hourly precipitation

(単位: mm)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年最大値	起月日
1918	7.4	4.7	6.0	3.2	8.2	21.9	25.3	19.8	20.8	8.3	7.5	4.4	25.3	07.16
1919	4.5	5.7	4.7	10.9	6.3	8.8	24.5	12.2	10.0	11.1	4.3	5.6	24.5	07.19
1920	4.6	4.6	4.2	4.4	4.5	8.4	24.4	11.6	25.4	6.5	6.4	6.8	25.4	09.25
1921	8.3	4.3	5.8	7.6	5.7	7.6	16.0	14.2	17.6	11.7	6.2	8.2	17.6	09.01
1922	9.0	8.2	4.5	6.4	4.1	6.5	13.9	24.9	16.2	11.8	7.4	5.5	24.9	08.15
1923	7.8	5.0	5.3	6.5	7.6	7.6	13.0	12.4	13.7	5.7	5.3	9.0	13.7	09.01
1924	7.0	5.5	4.5	2.1	5.4	7.0	12.6	14.1	16.0	7.0	8.4	6.2	16.0	09.04
1925	6.9	6.9	4.8	4.1	11.8	25.4	11.3	40.3	8.4	5.4	6.6	6.9	40.3	08.04
1926	8.2	5.0	4.7	4.4	6.2	19.8	26.5	16.7	17.8	8.7	5.2	7.8	26.5	07.19
1927	6.7	6.4	4.9	9.9	8.6	11.0	26.7	22.0	10.3	6.3	8.2	6.8	26.7	07.19
1928	8.1	4.2	5.5	6.6	5.3	11.4	9.4	16.6	20.2	8.4	5.7	4.8	20.2	09.02
1929	5.7	7.7	5.0	5.4	5.8	6.6	19.7	16.0	8.4	9.8	6.7	5.7	19.7	07.20
1930	5.5	4.1	4.0	5.0	4.3	8.5	21.2	16.9	8.1	9.3	9.9	5.9	21.2	07.27
1931	5.6	2.7	7.9	6.6	3.6	33.7	18.7	20.5	34.2	7.1	8.5	6.5	34.2	09.04
1932	4.9	5.5	6.0	6.9	3.2	11.4	15.1	13.5	17.9	5.8	4.7	6.1	17.9	09.16
1933	5.4	5.7	3.8	4.6	4.4	11.5	14.3	27.8	13.7	4.8	5.8	5.9	27.8	08.13
1934	8.7	6.6	7.9	3.9	5.6	17.2	31.5	16.8	10.5	5.4	7.3	5.0	31.5	07.10
1935	6.2	3.9	13.3	4.4	6.8	7.9	31.0	16.8	22.2	11.2	7.1	6.3	31.0	07.02
1936	14.2	14.0	3.1	8.6	6.1	8.3	7.9	20.3	8.5	13.6	13.4	5.6	20.3	08.02
1937	4.9	6.5	5.8	5.8	9.0	15.6	20.1	32.2	11.6	6.4	4.6	6.1	32.2	08.07
1938	8.2	6.2	4.3	6.3	12.8	15.8	35.1	94.0	22.1	6.3	3.7	5.0	94.0	08.19
1939	6.0	4.4	4.0	6.7	5.6	7.8	8.1	5.5	11.5	9.8	6.9	5.8	11.5	09.17
1940	7.2	4.9	4.0	5.1	3.8	6.3	20.3	34.8	11.0	5.1	5.1	6.2	34.8	08.18
1941	8.6	3.1	4.4	4.1	10.3	11.0	16.6	7.4	15.7	5.9	8.7	4.4	16.6	07.10
1942	4.7	5.6	3.6	7.3	4.6	12.2	14.5	30.2	6.3	13.1	7.8	5.2	30.2	08.17
1943	5.8	5.8	3.7	3.7	4.9	8.4	23.7	49.9	48.5	9.3	6.7	5.1	49.9	08.03
1944	4.9	4.1	4.2	5.8	7.4	15.0	20.2	26.1	11.3	8.4	4.1	5.7	26.1	08.10
1945	11.7	4.2	6.6	7.8	8.1	7.9	22.9	5.5	6.8	8.1	5.6	5.8	22.9	07.25
1946	6.1	5.6	3.8	4.4	8.2	20.6	11.6	27.0	19.6	6.8	5.9	7.1	27.0	08.10
1947	6.2	4.9	5.8	6.1	5.9	19.6	19.7	17.0	12.6	5.5	7.4	9.6	19.7	07.26
1948	5.7	6.4	4.4	10.9	3.3	12.5	21.7	35.2	19.6	6.8	6.1	5.5	35.2	08.18
1949	5.4	3.9	3.0	5.2	16.7	7.5	6.7	10.0	19.9	5.8	6.3	5.4	19.9	09.19
1950	7.2	5.9	5.3	4.6	9.2	10.0	45.2	15.2	6.4	11.0	7.9	5.0	45.2	07.26
1951	4.5	3.4	3.7	5.6	3.0	3.6	19.4	11.5	8.0	9.2	6.1	6.5	19.4	07.25
1952	5.0	4.2	3.8	8.2	6.3	11.6	35.7	6.5	9.8	6.2	4.4	4.6	35.7	07.12
1953	5.2	4.9	5.5	6.4	7.5	19.3	11.2	26.3	7.5	6.7	5.0	5.5	26.3	08.15
1954	5.3	5.4	4.0	5.0	6.2	4.9	12.8	30.8	7.6	4.1	8.6	4.6	30.8	08.13
1955	5.6	4.3	4.6	3.7	8.8	22.2	13.0	12.8	12.8	12.9	4.6	6.3	22.2	06.29
1956	6.2	4.6	4.7	6.3	5.7	18.5	21.2	23.2	10.5	8.9	5.5	4.9	23.2	08.16
1957	6.2	4.9	3.1	3.1	5.4	8.4	8.7	18.3	7.6	3.9	7.1	4.5	18.3	08.26
1958	4.3	3.4	5.3	9.2	3.3	10.3	20.9	14.4	29.9	4.8	6.1	5.3	29.9	09.10
1959	3.7	3.1	6.2	5.8	6.3	48.2	12.9	7.6	13.7	8.7	6.3	6.0	48.2	06.24
1960	5.0	6.2	3.6	4.5	4.9	9.2	35.8	12.4	25.6	7.2	5.0	9.7	35.8	07.13
1961	8.1	5.6	3.3	5.7	5.3	23.5	22.3	16.6	11.9	10.4	15.3	5.5	23.5	07.01
1962	5.4	4.6	4.6	5.2	11.6	5.5	19.6	22.7	10.6	8.6	6.9	6.6	22.7	08.24
1963	5.5	3.8	7.7	3.4	9.6	14.8	20.8	12.1	4.7	8.3	4.7	5.7	20.8	07.02
1964	3.8	4.5	4.8	4.7	6.7	10.8	18.8	8.3	22.0	5.8	6.1	4.9	22.0	09.10
1965	5.7	4.1	3.1	3.2	3.5	21.7	17.2	21.2	20.8	5.8	8.2	6.9	21.7	06.29
1966	7.7	4.3	4.8	6.8	5.3	10.8	9.0	29.6	43.9	6.2	6.8	6.5	43.9	09.10
1967	6.5	4.4	3.1	7.8	5.8	30.8	20.1	21.0	15.3	8.3	5.0	4.1	30.8	06.04

Table 19. 1 時間降水量の月最大値 (つづき)
Monthly maximum hourly precipitation (Continue)

(単位: mm)

年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年最大値	起月日
1968	4.9	4.6	6.3	4.4	6.0	37.2	15.2	14.5	7.3	5.0	5.7	5.2	37.2	06.19
1969	5.7	4.4	3.0	4.4	7.1	4.1	22.2	29.1	14.6	6.8	4.1	5.8	29.1	08.09
1970	10.6	4.2	4.8	4.7	5.3	6.7	6.4	21.7	13.3	9.1	5.0	6.4	21.7	08.07
1971	5.8	3.6	4.8	3.7	9.0	7.9	23.9	21.8	12.2	8.2	5.5	7.0	23.9	07.26
1972	4.6	×	×	4.7	6.8	12.8	12.8	26.2	16.7	5.4	12.7	6.7	26.2)	07.02
1973	4.8	4.6	8.0	×	6.5	5.5	45.5	17.6	7.0	8.5	4.5	7.6	45.5)	07.02
1974	4.9	4.1	5.5	8.7	5.5	5.0	23.5	5.0	7.0	3.5	5.0	3.3	23.5	07.04
1975	6.0	4.0	5.4	3.7	6.5	15.5	42.0	10.5	19.5	9.5	10.5	5.8	42.0	07.17
1976	6.0	3.9	4.8	9.6	6.5	18.5	10.5	37.5	10.5	11.5	9.5	6.5	37.5	08.13
1977	4.5	4.0	4.5	7.0	5.0	4.5	6.5	9.5	17.5	7.5	8.0	5.5	17.5	09.03
1978	6.5	4.5	5.0	3.5	6.5	22.5	8.0	24.5	8.0	4.5	5.0	4.5	24.5	08.30
1979	4.0	4.5	3.5	9.0	6.0	9.0	17.0	19.5	14.5	14.5	9.0	4.5	19.5	08.12
1980	5.5	3.5	3.0	7.0	7.0	9.5	13.5	16.5	9.5	6.5	6.5	5.0	16.5	08.16
1981	6.5	4.5	6.5	5.0	8.5	19.5	33.0	25.5	10.0	14.5	6.0	4.5	33.0	07.13
1982	5.5	4.0	4.5	8.5	8.0	20.0	21.0	28.5	14.0	6.5	7.0	4.0	28.5	08.08
1983	6.0	5.5	5.0	11.5	9.5	16.5	23.5	33.0	15.0	5.5	9.5	4.5	33.0	08.11
1984	5.5	4.0	3.5	4.0	8.5	11.0	58.0	11.0	9.0	6.5	6.5	8.5	58.0	07.20
1985	8.0	5.5	5.0	4.5	5.0	20.0	15.5	1.0	16.0	10.5	15.5	7.0	20.0	06.30
1986	10.5	5.5	5.0	4.5	7.5	14.0	12.0	11.5	12.0	7.5	7.0	8.0	14.0	06.03
1987	5.0	4.0	4.5	4.0	8.5	11.0	20.5	19.5	6.5	3.5	8.5	6.5	20.5	07.24
1988	6.0	4.5	5.0	2.5	8.5	18.5	12.5	43.5	10.0	7.0	6.5	5.0	43.5	08.25
1989	16.5	4.5	4.0	8.0	10.0	14.0	19.0	6.5	18.0	7.0	10.0	9.5	19.0	07.12
1990	4.5	3.0	2.5	7.0	8.0	8.0	9.5	17.5	31.0	13.5	4.5	5.0	31.0	09.12
1991	6.0	5.5	3.0	5.0	8.5	11.5	15.0	31.0	8.0	9.5	8.0	×	31.0)	08.31
1992	5.0	4.5	5.0	5.5	7.0	38.5	20.0	18.0	12.5	8.0	5.0	8.0	38.5	06.05
1993	6.0	5.5	5.0	2.5	8.5	11.0	24.0	16.0	9.0	8.5	5.5	6.0	24.0	07.10
1994	6.0	6.5	5.0	2.5	8.5	8.0	33.0	3.0	17.0	7.0	6.0	7.5	33.0	07.19
1995	6.0	5.5	4.0	6.5	6.5	22.5	25.5	15.5	8.0	8.5	8.0	(11.0)	25.5	07.12
1996	5.5	9.5	5.5	4.0	9.5	12.5	17.0	30.5	14.0	6.5	6.0	5.0	30.5	08.04
1997	15.5	4.0	4.5	5.5	8.5	20.5	62.0	16.5	8.0	6.5	10.5	4.5	62.0	07.29
1998	7.5	7.0	6.5	7.0	9.0	5.5	25.0	25.0	25.0	7.0	6.5	6.0	25.0	7.23, 8.14, 9.16
1999	6.0	8.5	8.5	3.5	9.0	29.5	22.0	22.5	22.5	5.5	6.0	7.0	29.5	06.30
2000	4.5	5.0	6.0	7.5	8.5	22.0	29.5	32.5	17.5	7.0	6.5	8.0	32.5	08.07
2001	7.5	4.5	6.5	4.0	15.5	10.0	19.0	57.0	11.0	8.5	8.0	6.0	57.0	08.04
2002	6.0	4.5	4.5	4.0	4.5	13.0	13.0	16.5	8.5	17.5	9.0	6.0	17.5	10.01
2003	6.5	4.5	3.5	6.0	6.0	10.5	17.0	21.0	34.0	6.0	6.0	9.0	34.0	09.11
2004	6.5	16.0	4.0	5.0	23.5	25.0	28.5	37.5	15.5	11.0	7.5	9.5	37.5	08.09
2005	7.0	7.0	5.5	4.0	6.5	30.5	21.5	30.0	32.5	10.0	5.5	8.0	32.5	09.03
2006	6.5	5.5	7.0	6.0	9.0	12.0	22.0	8.5	15.0	8.5	5.5	13.5	22.0	07.15
2007	5.5	6.0	6.0	6.0	10.5	28.5	20.0	35.5	15.5	11.5	5.0	5.5	35.5	08.08
2008	5.0	6.0	6.5	5.0	8.0	20.5	28.0	29.5	67.5	6.0	7.5	6.5	67.5	09.06
2009	5.5	4.5	9.0	7.5	5.0	18.5	10.5	31.5	12.0	8.0	7.5	5.5	31.5	08.09
2010	6.0	5.0	8.5	8.5	5.5	17.0	19.5	53.5	20.5	8.5	8.0	9.5	53.5	08.06
2011	6.5	5.0	6.0	7.0	11.0	19.5	98.5	15.0	11.0	6.5	9.5	6.0	98.5	07.29
2012	5.5	9.5	6.0	8.0	7.0	26.5	31.5	17.0	18.0	9.0	7.5	7.5	31.5	07.30
2013	5.5	5.0	4.0	5.5	7.5	15.0	21.0	39.0	35.5	15.0	8.5	5.0	39.0	08.01
2014	5.0	5.0	7.0	3.5	7.5	11.0	30.5	53.0	20.5	10.5	6.5	9.5	53.0	08.22
2015	6.5	6.5	5.0	9.0	12.0	25.0	11.5	20.5	15.0	16.0	7.5	8.0	25.0	06.16
2016	6.5	8.0	5.0	6.0	11.0	7.5	24.0	31.0	14.5	8.0	6.0	7.0	31.0	08.26
2017	6.5	6.5	5.5	5.5	5.0	7.0	30.5	30.0	11.5	12.5	7.0	5.5	30.5	07.03
100 年最大値	16.5	16.0	13.3	11.5	23.5	48.2	98.5	94.0	67.5	17.5	15.5	13.5	98.5	2011.07.29
起年日	1989.01	2004.22	1935.10	1983.28	2004.17	1959.24	2011.29	1938.19	2008.06	2002.01	1985.07	2006.07		
30 年最大値	16.5	16.0	9.0	11.5	23.5	38.5	62.0	57.0	67.5	17.5	15.5	13.5	67.5	2008.09.06
起年日	1989.01	2004.22	2009.17	1983.28	2004.17	1992.05	1997.29	2001.04	2008.06	2002.01	1985.07	2006.07		

Table 20. 月降雨量と月降雪量 (降水量の雨雪別積算値) (1)
Monthly precipitation divided into rain and snow (1)

(単位: mm)

年(冬期)	11 月		12 月		1 月		2 月		3 月		4 月		冬期間 (11～4月)								
	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計						
1918			×			×			×			×			×						
1919			×			×			×			×			×						
1920			×			×			×			×			×						
1921			×			×			×			×			×						
1922	228.2	123.1	351.3	61.2	277.8	339.0	6.3	401.2	407.5	105.0	80.6	185.6	43.0	136.5	179.5	96.0	—	96.0	539.7	1019.2	1558.9
1923	210.6	16.6	227.2	62.0	422.9	484.9	18.9	311.8	330.7	32.9	216.0	248.9	62.7	108.4	171.1	60.6	61.3	121.9	447.7	1137.0	1584.7
1924	148.5	14.8	163.3	172.1	277.7	449.8	23.9	325.4	349.3	26.2	255.8	282.0	45.5	241.0	286.5	49.6	—	49.6	465.8	1114.7	1580.5
1925	225.0	15.4	240.4	97.5	195.8	293.3	13.9	398.3	412.2	17.5	299.1	316.6	61.4	255.5	316.9	66.5	46.2	112.7	481.8	1210.3	1692.1
1926	300.4	—	300.4	136.5	293.9	430.4	43.5	504.0	547.5	28.0	210.9	238.9	40.0	160.5	200.5	146.3	67.0	213.3	694.7	1236.3	1931.0
1927	182.1	13.0	195.1	82.0	430.2	512.2	38.9	458.9	497.8	24.3	452.8	477.1	59.8	158.7	218.5	95.8	55.2	151.0	482.9	1568.8	2051.7
1928	224.6	6.8	231.4	338.0	145.7	483.7	44.9	413.6	458.5	26.9	329.6	356.5	75.7	105.0	180.7	108.1	0.0	108.1	818.2	1000.7	1818.9
1929	231.4	1.7	233.1	70.1	302.4	372.5	16.0	440.1	456.1	14.0	429.9	443.9	51.7	217.4	269.1	106.2	1.5	107.7	489.4	1393.0	1882.4
1930	207.0	30.1	237.1	73.2	110.0	183.2	15.1	312.7	327.8	40.7	149.4	190.1	65.8	43.1	108.9	93.9	—	93.9	495.7	645.3	1141.0
1931	226.1	37.3	263.4	56.9	281.1	338.0	58.8	268.9	327.7	6.1	189.0	195.1	92.1	71.6	163.7	74.1	90.2	164.3	514.1	938.1	1452.2
1932	97.9	—	97.9	152.1	198.2	350.3	96.3	104.8	201.1	25.0	224.8	249.8	50.9	222.9	273.8	156.4	0.0	156.4	578.6	750.7	1329.3
1933	198.7	17.9	216.6	60.9	202.3	263.2	24.5	328.8	353.3	7.1	250.3	257.4	37.8	153.5	191.3	95.4	—	95.4	424.4	952.8	1377.2
1934	190.1	9.2	199.3	117.3	399.8	517.1	—	697.5	697.5	2.5	446.3	448.8	49.3	244.0	293.3	86.7	9.4	96.1	445.9	1806.2	2252.1
1935	204.8	97.4	302.2	76.8	64.6	141.4	58.0	401.6	459.6	46.0	122.0	168.0	96.7	146.6	243.3	87.5	5.3	92.8	569.8	837.5	1407.3
1936	225.2	0.0	225.2	101.9	357.3	459.2	1.8	741.0	742.8	8.9	333.3	342.2	33.1	159.1	192.2	124.1	—	124.1	495.0	1590.7	2085.7
1937	156.0	6.4	162.4	55.4	207.9	263.3	71.9	289.2	361.1	85.4	166.8	252.2	61.6	111.6	173.2	145.6	2.9	148.5	575.9	784.8	1360.7
1938	196.3	6.4	202.7	68.7	532.2	600.9	29.5	409.0	438.5	23.5	390.1	413.6	64.2	6.5	70.7	86.5	—	86.5	468.7	1344.2	1812.9
1939	190.1	46.9	237.0	86.2	317.6	403.8	20.8	283.8	304.6	19.4	243.7	263.1	31.1	132.7	163.8	106.5	17.0	123.5	454.1	1041.7	1495.8
1940	166.0	79.9	245.9	142.8	161.0	303.8	74.2	674.8	749.0	29.4	298.9	328.3	59.6	99.9	159.5	93.1	1.1	94.2	565.1	1315.6	1880.7
1941	172.6	—	172.6	161.3	234.2	395.5	68.5	306.0	374.5	24.5	146.7	171.2	71.0	119.6	190.6	67.0	25.8	92.8	564.9	832.3	1397.2
1942	106.9	—	106.9	126.6	102.2	228.8	27.8	456.7	484.5	6.5	304.8	311.3	74.2	9.8	84.0	92.9	1.2	94.1	434.9	874.7	1309.6

Table 20. 月降雨量と月降雪量 (降水量の雨雪別積算値) (2)
Monthly precipitation divided into rain and snow (2)

(単位: mm)

年(冬期)	11 月			12 月			1 月			2 月			3 月			4 月			冬期間 (11～4月)		
	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計
1943	260.4	84.4	344.8	22.3	289.3	311.6	13.3	468.0	481.3	11.5	257.8	269.3	32.9	144.4	177.3	44.3	26.3	70.6	384.7	1270.2	1654.9
1944	163.8	40.9	204.7	70.1	258.0	328.1	21.8	458.4	480.2	18.4	375.4	393.8	31.5	149.5	181.0	184.5	63.0	247.5	490.1	1345.2	1835.3
1945	171.2	5.3	176.5	44.4	448.0	492.4	5.0	640.8	645.8	—	399.2	399.2	165.3	231.2	396.5	64.4	26.1	90.5	450.3	1750.6	2200.9
1946	276.4	—	276.4	95.6	436.5	532.1	79.3	297.1	376.4	26.3	166.0	192.3	47.9	166.1	214.0	70.9	0.4	71.3	596.4	1066.1	1662.5
1947	140.4	—	140.4	226.5	400.8	627.3	46.8	162.7	209.5	3.8	331.0	334.8	50.1	125.0	175.1	128.1	4.7	132.8	595.7	1024.2	1619.9
1948	145.4	69.7	215.1	79.1	463.8	542.9	20.2	209.2	229.4	37.3	184.2	221.5	76.1	68.2	144.3	148.0	0.0	148.0	506.1	995.1	1501.2
1949	277.8	17.4	295.2	180.6	1.6	182.2	140.1	143.0	283.1	58.2	212.7	270.9	44.1	128.0	172.1	147.2	30.6	177.8	848.0	533.3	1381.3
1950	303.3	49.9	353.2	187.3	223.7	411.0	80.5	278.4	358.9	63.3	184.1	247.4	58.7	161.7	220.4	93.9	5.3	99.2	787.0	903.1	1690.1
1951	129.4	102.3	231.7	74.6	283.3	357.9	23.5	246.7	270.2	25.5	184.1	209.6	73.6	116.7	190.3	105.9	—	105.9	432.5	933.1	1365.6
1952	291.5	134.3	425.8	206.2	139.2	345.4	25.2	345.8	371.0	5.1	240.1	245.2	82.9	64.0	146.9	132.2	29.4	161.6	743.1	952.8	1695.9
1953	123.2	—	123.2	88.1	299.8	387.9	33.3	307.6	340.9	14.4	277.8	292.2	142.8	69.1	211.9	103.1	0.6	103.7	504.9	954.9	1459.8
1954	224.2	111.0	335.2	131.0	96.6	227.6	31.8	205.6	237.4	33.1	126.3	159.4	77.7	84.7	162.4	110.0	—	110.0	607.8	624.2	1232.0
1955	119.8	—	119.8	91.0	198.6	289.6	22.8	378.0	400.8	52.6	147.5	200.1	96.6	81.4	178.0	85.2	1.3	86.5	468.0	806.8	1274.8
1956	109.7	0.0	109.7	200.5	125.0	325.5	22.3	407.9	430.2	25.3	282.1	307.4	92.6	80.3	172.9	102.6	13.8	116.4	553.0	909.1	1462.1
1957	140.9	75.6	216.5	45.4	523.6	569.0	67.9	221.0	288.9	10.8	333.4	344.2	23.9	211.6	235.5	56.0	21.0	77.0	344.9	1386.2	1731.1
1958	107.1	—	107.1	143.0	105.5	248.5	89.6	252.8	342.4	45.4	163.1	208.5	27.3	204.2	231.5	150.7	0.0	150.7	563.1	725.6	1288.7
1959	114.6	30.2	144.8	229.7	55.5	285.2	48.3	248.6	296.9	84.1	67.2	151.3	174.6	28.2	202.8	95.4	—	95.4	746.7	429.7	1176.4
1960	136.3	—	136.3	180.8	215.5	396.3	49.5	403.2	452.7	32.1	171.4	203.5	81.0	106.7	187.7	76.9	15.7	92.6	556.6	912.5	1469.1
1961	153.0	48.6	201.6	108.1	310.0	418.1	32.0	346.0	378.0	32.3	321.4	353.7	61.1	101.9	163.0	114.9	6.2	121.1	501.4	1134.1	1635.5
1962	276.5	29.0	305.5	91.4	292.3	383.7	25.5	444.9	470.4	8.1	298.2	306.3	54.7	105.6	160.3	81.4	0.0	81.4	537.6	1170.0	1707.6
1963	98.5	13.2	111.7	121.7	62.5	184.2	7.3	404.8	412.1	0.1	178.1	178.2	67.8	122.1	189.9	85.9	13.8	99.7	381.3	794.5	1175.8
1964	97.5	39.3	136.8	94.8	122.8	217.6	50.8	141.8	192.6	31.8	230.5	262.3	81.6	118.5	200.1	133.3	—	133.3	489.8	652.9	1142.7
1965	191.7	20.2	211.9	125.8	206.8	332.6	96.9	206.5	303.4	30.7	296.7	327.4	9.6	227.2	236.8	86.8	44.7	131.5	541.5	1002.1	1543.6
1966	324.1	36.5	360.6	116.1	288.5	404.6	33.4	447.1	480.5	88.5	186.1	274.6	99.8	143.0	242.8	69.3	6.8	76.1	731.2	1108.0	1839.2
1967	149.6	67.6	217.2	61.5	348.1	409.6	55.3	452.5	507.8	17.5	243.7	261.2	37.5	60.0	97.5	102.6	2.0	104.6	424.0	1173.9	1597.9

Table 20. 月降雨量と月降雪量 (降水量の雨雪別積算値) (3)
Monthly precipitation divided into rain and snow (3)

(単位: mm)

年(冬期)	11 月		12 月		1 月		2 月		3 月		4 月		冬期間 (11～4月)					
	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計			
1968	183.3	5.1	188.4	21.1	149.4	170.5	22.9	488.2	511.1	22.6	350.7	373.3	47.9	94.6	126.7	424.5	1088.0	1512.5
1969	159.0	2.4	161.4	180.2	152.6	332.8	37.8	385.5	423.3	33.6	169.0	202.6	47.0	116.5	163.5	565.0	852.5	1417.5
1970	118.7	41.3	160.0	65.2	367.7	432.9	41.2	277.6	318.8	59.4	153.2	212.6	9.9	288.5	298.4	368.1	1128.6	1496.7
1971	263.6	111.5	375.1	81.9	348.2	430.1	32.8	250.7	283.5	46.5	183.1	229.6	45.1	171.7	216.8	550.8	1065.2	1616.0
1972	176.6	41.6	218.2	129.3	279.4	408.7	136.2	98.6	234.8	57.0	144.0	201.0	68.4	119.8	188.2	665.4	720.0	1385.4
1973	240.2	39.7	279.9	79.3	208.9	288.2	103.3	189.1	292.4	80.5	137.2	217.7	92.0	205.8	297.8	687.6	780.7	1468.3
1974	146.5	171.6	318.1	12.3	535.2	547.5	18.4	307.6	326.0	21.0	194.8	215.8	47.1	158.1	205.2	336.0	1372.4	1708.4
1975	231.3	9.2	240.5	46.8	248.9	295.7	38.2	390.4	428.6	36.8	274.5	311.3	74.9	86.4	161.3	477.6	1022.7	1500.3
1976	139.8	34.2	174.0	49.9	160.8	210.7	14.5	513.4	527.9	85.0	146.0	231.0	46.8	108.0	154.8	467.8	964.3	1432.1
1977	140.0	67.7	207.7	168.4	224.3	392.7	8.5	406.8	415.3	10.0	324.1	334.1	59.8	62.3	122.1	470.3	1085.2	1555.5
1978	113.9	0.0	113.9	167.5	229.5	397.0	96.6	334.5	431.1	28.8	401.7	430.5	45.2	166.7	211.9	539.2	1137.2	1676.4
1979	177.5	0.0	177.5	74.7	175.6	250.3	33.9	204.5	238.4	124.9	87.6	212.5	64.3	95.6	159.9	615.8	565.3	1181.1
1980	162.0	39.0	201.0	182.0	33.0	215.0	25.0	366.5	391.5	6.5	382.1	388.6	78.7	66.5	145.2	543.7	887.6	1431.3
1981	169.2	—	169.2	88.5	358.8	447.3	0.0	754.3	754.3	6.8	292.6	299.4	65.0	152.0	217.0	451.3	1558.6	2009.9
1982	155.9	105.3	261.2	67.3	144.3	211.6	40.0	292.2	332.2	26.2	217.2	243.4	72.3	95.6	167.9	447.7	913.1	1360.8
1983	167.5	51.5	219.0	74.0	139.5	213.5	37.0	383.5	420.5	7.5	341.0	348.5	80.0	122.0	202.0	497.0	1037.5	1534.5
1984	160.1	58.3	218.4	43.6	347.2	390.8	0.0	514.1	514.1	4.3	415.4	419.7	19.7	188.9	208.6	257.5	1534.6	1792.1
1985	172.0	11.0	183.0	87.4	382.6	470.0	4.1	414.5	418.6	28.1	196.4	224.5	88.0	64.0	152.0	465.6	1071.5	1537.1
1986	225.5	106.5	332.0	33.0	253.0	286.0	2.5	638.5	641.0	9.5	289.5	299.0	29.0	87.0	116.0	370.0	1402.0	1772.0
1987	161.5	39.5	201.0	130.0	143.5	273.5	45.0	403.0	448.0	30.0	210.5	240.5	52.5	137.0	189.5	440.5	954.0	1394.5

※ 1987 年以前は自記記録の降水量 (日降水量とは測定方法が異なる) を目視観測の記録にもとづいて雨雪に分けて集計した。

Table 20. 月降雨量と月降雪量 (降水量の雨雪別積算値) (4)
Monthly precipitation divided into rain and snow (4)

(単位: mm)

年(冬期)	11 月			12 月			1 月			2 月			3 月			4 月			冬期間 (11～4月)		
	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計	雨	雪	合計
1988	149.3	33.7	183.0	76.7	125.3	202.0	59.2	332.3	391.5	23.3	328.2	351.5	36.6	110.9	147.5	49.8	18.2	68.0	394.9	948.6	1343.5
1989	228.0	42.5	270.5	60.9	180.1	241.0	81.8	138.2	220.0	80.4	144.6	225.0	95.9	53.1	149.0	132.0	0.0	132.0	679.0	558.5	1237.5
1990	159.8	24.2	184.0	144.4	174.1	318.5	44.5	370.0	414.5	80.8	34.2	115.0	20.31	21.21	162.7	138.5	13.0	151.5	588.3	636.7	1346.2
1991	120.6	0.4	121.0	139.6	111.4	251.0	51.4	432.1	483.5	57.0	368.0	425.0	76.1	59.9	136.0	49.9	1.6	51.5	494.6	973.4	1468.0
1992	146.0	10.0	156.0	145.5	66.0	211.5	65.7	270.3	336.0	52.4	266.6	319.0	92.6	49.9	142.5	130.4	0.1	130.5	632.6	662.9	1295.5
1993	115.3	31.2	146.5	97.2	263.3	360.5	83.0	175.0	258.0	65.6	289.9	355.5	60.1	111.9	172.0	56.3	12.7	69.0	477.5	884.0	1361.5
1994	104.6	10.4	115.0	94.4	217.1	311.5	52.0	223.5	275.5	47.8	310.7	358.5	63.8	108.2	172.0	29.3	1.2	30.5	391.9	871.1	1263.0
1995	110.7	9.8	120.5	184.9	257.6	442.5	46.8	471.2	518.0	43.3	251.2	294.5	72.1	90.9	163.0	103.8	32.2	136.0	561.6	1112.9	1674.5
1996	229.7	40.3	270.0	151.1	273.4	424.5	50.5	363.0	413.5	7.8	312.7	320.5	76.6	149.4	226.0	41.7	69.3	111.0	557.4	1208.1	1765.5
1997	228.3	24.7	253.0	83.5	132.0	215.5	46.8	360.2	407.0	39.8	213.7	253.5	85.7	22.8	108.5	125.0	0.0	125.0	609.1	753.4	1362.5
1998	164.0	0.0	164.0	98.6	72.4	171.0	42.8	456.7	499.5	67.3	146.7	214.0	69.7	67.3	137.0	104.2	22.8	127.0	546.6	765.9	1312.5
1999	192.0	38.0	230.0	160.2	102.3	262.5	51.2	432.8	484.0	51.3	331.7	383.0	85.7	52.8	138.5	94.1	13.4	107.5	634.5	971.0	1605.5
2000	200.6	5.9	206.5	187.8	304.2	492.0	104.1	159.9	264.0	33.7	415.8	449.5	116.0	193.0	309.0	87.9	0.6	88.5	730.1	1079.4	1809.5
2001	191.5	0.0	191.5	127.6	247.4	375.0	38.6	463.9	502.5	57.2	173.8	231.0	68.5	162.5	231.0	40.1	17.9	58.0	523.5	1065.5	1589.0
2002	161.6	23.4	185.0	94.3	294.7	389.0	114.7	381.8	496.5	23.3	181.7	205.0	91.3	35.7	127.0	79.2	0.3	79.5	564.4	917.6	1482.0
2003	246.8	162.7	409.5	54.5	209.0	263.5	23.6	302.4	326.0	34.3	101.2	135.5	90.3	103.7	194.0	164.5	0.5	165.0	614.0	879.5	1493.5
2004	205.0	0.0	205.0	175.9	192.6	368.5	43.2	277.8	321.0	80.9	227.1	308.0	29.2	75.8	105.0	82.3	0.7	83.0	616.5	774.0	1390.5
2005	133.8	0.2	134.0	125.3	166.2	291.5	33.4	574.6	608.0	34.8	379.2	414.0	79.8	173.7	253.5	52.6	0.9	53.5	459.7	1294.8	1754.5
2006	211.5	32.5	244.0	63.8	685.7	749.5	40.3	426.7	467.0	55.8	189.7	245.5	106.2	153.3	261.5	159.7	4.3	164.0	637.3	1494.2	2131.5
2007	187.0	0.0	187.0	185.2	230.3	415.5	65.7	142.3	208.0	55.2	112.3	167.5	92.8	130.2	223.0	59.5	1.0	60.5	645.4	616.1	1261.5
2008	109.0	99.5	208.5	138.5	204.0	342.5	35.4	344.1	379.5	12.8	342.2	355.0	98.3	71.2	169.5	57.6	6.9	64.5	451.6	1067.9	1519.5
2009	137.3	58.7	196.0	131.1	123.9	255.0	81.4	178.1	259.5	78.0	118.0	196.0	93.7	106.8	200.5	90.6	23.4	114	612.1	608.9	1221.0
2010	188.2	14.8	203.0	71.1	251.9	323.0	55.9	549.1	605.0	47.2	179.3	226.5	104.6	105.4	210	138.3	5.2	143.5	605.3	1105.7	1711.0
2011	191.9	0.1	192.0	190.5	203.5	394.0	7.7	687.3	695.0	29.7	120.3	150.0	33.3	241.7	275	122.2	2.8	125	575.3	1255.7	1831.0
2012	228.7	27.3	256.0	137.6	320.9	458.5	10.0	467.5	477.5	43.5	320.5	364.0	89.0	137	226	86.3	54.7	141	595.1	1327.9	1923.0
2013	302.7	18.8	321.5	82.6	458.4	541.0	10.7	400.8	411.5	32.8	285.7	318.5	33.6	51.4	85	147	18.5	165.5	609.4	1233.6	1843.0
2014	179.8	68.2	248.0	94.7	271.3	366.0	39.6	312.9	352.5	19.6	183.9	203.5	145.3	139.2	284.5	50.7	9.8	60.5	529.7	985.3	1515.0
2015	223.5	0.0	223.5	100.1	645.9	746.0	35.2	411.3	446.5	30.8	282.2	313.0	61.0	136.5	197.5	144.9	1.1	146	595.5	1477.0	2072.5
2016	226.5	0.0	226.5	160.8	180.2	341.0	58.0	242.0	300.0	43.9	196.6	240.5	40.7	69.8	110.5	130.8	1.7	132.5	660.7	690.3	1351.0
2017	148.6	1.4	150.0	158.3	191.7	350.0	85.7	493.3	579.0	60.5	249.5	310.0	59.3	103.2	162.5	109.4	0.1	109.5	621.8	1039.2	1661.0
96年 平均値	182.3	37.8	215.8	112.6	247.4	360.0	43.9	365.6	409.1	36.5	243.4	279.6	67.4	122.7	189.8	96.6	15.0	109.5	538.0	1024.5	1563.8
30年平均 (88～17)	171.1	35.7	205.6	110.5	221.8	332.3	48.0	374.2	422.2	41.4	246.0	287.5	75.6	104.7	179.7	87.1	12.2	99.4	531.9	990.7	1526.7

※ 1987 年以前は自記記録の降水量 (日降水量とは測定方法が異なる) を目視観測の記録にもとづいて雨雪に分けて集計した。

1988 年以降は、1 時間毎の降水量を気温により雨雪に分けて集計した (竹内ら 2016)。データの補足や修正により竹内ら (2016) の Table 2 と数値が異なっている箇所がある。

なお、Table 20 では 1988 年以降の日界を 24 時として集計した。

Table 21. 日降雪深の月最大値
Monthly maximum daily snowfall depth

(単位：cm)

年 (冬期)	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	年最大値	起月日
1918								
1919								
1920								
1921								
1922								
1923								
1924								
1925								
1926								
1927								
1928								
1929								
1930								
1931								
1932								
1933								
1934								
1935								
1936								
1937								
1938								
1939								
1940								
1941								
1942								
1943	7	39	59	49	37	2	59	01.04
1944	8	61	76	49	23	10	76	01.07
1945	3	55	75	50	44	6	75	01.06
1946	-	73	58	53	30	0	73	12.11
1947	-	71	45	55	35	5	71	12.18
1948	19	105	45	60	35	-	105	12.13
1949	34	3	56	50	29	7	56	01.06
1950	3	72	40	45	51	-	72	12.29
1951	34	76	53	42	72	-	76	12.31
1952	44	27	56	58	23	13	58	02.11
1953	-	47	44	45	19	0	47	12.21
1954	13	41	45	56	32	-	56	02.01
1955	-	23	61	37	22	20	61	01.05
1956	-	30	59	52	26	7	59	01.30
1957	12	62	46	71	41	15	71	02.17
1958	-	30	41	32	56	-	56	03.03
1959	2	9	48	39	35	-	48	01.07
1960	-	46	52	30	28	9	52	01.21
1961	10	85	70	55	28	2	85	12.29
1962	6	36	56	45	64	-	64	03.16
1963	1	22	77	30	23	4	77	01.16
1964	5	37	30	51	20	-	51	02.12
1965	-	32	36	44	43	16	44	02.26
1966	5	63	56	82	44	2	82	02.06
1967	28	58	77	60	25	-	77	01.03

Table 21. 日降雪深の月最大値 (つづき)

Monthly maximum daily snowfall depth (Continue)

(単位: cm)

年 (冬期)	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	年最大値	起月日
1968	4	40	68	69	27	-	69	02.01
1969	-	70	62	39	33	5	70	12.31
1970	23	90	53	37	50	-	90	12.13
1971	81	53	49	45	32	-	81	11.29
1972	44	46	37	25	28	29	46	12.12
1973	6	68	32	47	41	-	68	12.13
1974	29	83	37	36	43	2	83	12.04
1975	19	44	93	43	30	4	93	01.11
1976	5	30	105	22	42	-	105	01.20
1977	30	49	70	61	42	-	70	01.05
1978	1	40	53	84	46	-	84	02.02
1979	-	48	43	29	43	-	48	12.29
1980	9	43	76	60	25	0	76	01.15
1981	-	71	88	50	34	-	88	01.12
1982	14	40	36	43	34	7	43	02.01
1983	7	30	78	51	28	-	78	01.09
1984	43	47	58	50	37	5	58	01.16
1985	6	83	84	29	21	0	84	01.16
1986	5	54	86	40	18	5	86	01.25
1987	10	26	43	30	37	11	43	01.09
1988	16	35	57	61	43	6	61	02.16
1989	1	27	45	37	11	-	45	01.28
1990	10	34	66	19	18	8	66	01.25
1991	-	19	40	49	11	-	49	02.01
1992	10	62	63	39	18	-	63	01.18
1993	25	45	35	53	34	2	53	02.25
1994	5	35	50	45	31	-	50	01.19
1995	1	43	54	45	24	19	54	01.13
1996	6	46	74	89	38	30	89	02.01
1997	23	22	52	38	15	-	52	02.21
1998	-	30	63	28	23	2	63	01.21
1999	9	41	64	66	18	5	66	02.02
2000	0	48	43	52	56	-	56	03.08
2001	-	41	66	41	46	-	66	01.15, 01.16
2002	8	35	52	49	13	-	52	01.28
2003	8	34	58	28	26	-	58	01.04
2004	-	34	39	38	28	-	39	01.23
2005	-	27	88	65	38	-	88	01.11
2006	0	88	60	34	38	-	88	12.23
2007	-	38	27	33	33	-	38	12.31
2008	19	60	1	16	5	-	60	12.31
2009	18	27	27	41	20	5	41	02.16
2010	1	64	100	57	16	0	100	01.13
2011	-	61	66	21	34	-	66	01.19
2012	0	47	62	64	20	23	64	02.09
2013	1	56	54	60	23	4	60	02.21
2014	3	31	48	40	40	2	48	01.10
2015	-	85	37	64	42	-	85	12.14
2016	-	41	36	35	24	-	41	12.27
2017	-	28	82	34	31	-	82	01.13
75 年最大値	81	105	105	89	72	30	105	1947.12.13
起年日	1970.29	1947.13	1976.20	*	1951.04	1996.02		1976.01.20
30 年最大値	43	88	100	89	56	30	100	2010.01.13
起年日	1983.26	2005.23	2010.13	*	2000.08	1996.02		

* 1978.02, 1996.01

Table 22. 日降雪深の月積算値
Monthly total daily snowfall depth

(単位：cm)

年 (冬期)	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	冬期間積算値
1918							
1919							
1920							
1921							
1922							
1923							
1924							
1925							
1926							
1927							
1928							
1929							
1930							
1931							
1932							
1933							
1934							
1935							
1936							
1937							
1938							
1939							
1940							
1941							
1942							
1943	17	238	668	339	203	2	1467
1944	13	300	741	511	116	19	1700
1945	3	606	796	430	253	15	2103
1946	-	466	371	229	199	0	1265
1947	-	416	252	513	154	5	1340
1948	36	599	279	277	95	-	1286
1949	43	3	263	263	170	9	751
1950	6	277	276	274	225	0	1058
1951	66	261	383	257	154	-	1121
1952	79	110	376	366	73	23	1027
1953	-	313	382	360	42	0	1097
1954	31	99	255	178	85	-	648
1955	-	121	487	174	80	25	887
1956	-	84	557	446	103	7	1197
1957	31	620	343	475	247	15	1731
1958	-	67	323	210	263	-	863
1959	2	15	341	87	76	-	521
1960	-	177	486	212	117	9	1001
1961	20	346	474	417	93	3	1353
1962	7	226	542	386	128	-	1289
1963	1	65	599	236	83	4	988
1964	9	107	132	327	102	-	677
1965	-	113	247	429	284	39	1112
1966	10	308	567	309	124	2	1320
1967	66	280	674	342	55	-	1417

Table 22. 日降雪深の月積算値 (つづき)
Monthly total daily snowfall depth (Continue)

(単位: cm)

年 (冬期)	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	冬期間積算値
1968	4	211	652	513	103	-	1483
1969	-	131	510	240	154	6	1041
1970	33	451	420	218	413	-	1535
1971	116	297	342	277	220	-	1252
1972	60	254	97	180	139	30	760
1973	11	158	210	206	300	-	885
1974	72	601	429	272	194	2	1570
1975	32	263	562	382	82	4	1325
1976	7	150	736	155	142	-	1190
1977	50	271	635	480	99	-	1535
1978	1	188	428	566	184	-	1367
1979	-	217	251	100	106	-	674
1980	9	28	532	546	89	0	1204
1981	-	385	937	337	138	-	1797
1982	46	123	340	323	111	9	952
1983	12	113	452	397	121	-	1095
1984	48	346	728	581	249	5	1957
1985	6	555	628	225	65	0	1479
1986	11	334	853	438	86	8	1730
1987	21	112	489	255	166	16	1059
1988	23	125	366	460	141	6	1121
1989	2	161	139	138	41	-	481
1990	11	166	530	29	24	9	769
1991	-	48	469	423	38	-	978
1992	10	140	318	287	46	-	801
1993	25	193	175	328	118	2	841
1994	6	178	270	320	134	0	908
1995	1	208	530	298	71	25	1133
1996	6	209	424	362	162	78	1241
1997	23	85	396	237	23	-	764
1998		60	521	172	56	2	811
1999	14	84	457	404	52	5	1016
2000	0	161	233	451	208	-	1053
2001	-	239	510	264	200	-	1213
2002	8	206	376	230	31	-	851
2003	26	230	369	125	116	-	866
2004	-	106	309	259	95	-	769
2005	-	131	637	459	166	-	1393
2006	0	723	541	209	183	-	1656
2007	-	152	98	100	147	-	497
2008	37	121	365	377	61	-	961
2009	19	111	165	122	94	5	516
2010	1	259	547	216	74	0	1097
2011	-	159	820	112	269	-	1360
2012	0	317	650	402	112	31	1512
2013	1	427	481	413	60	4	1386
2014	5	158	410	257	173	2	1005
2015	-	583	379	268	111	-	1341
2016	-	129	230	230	47	-	636
2017	-	127	446	279	66	-	918
75 年平均値	16	232	443	306	131	6	1134
平年値	12	202	439	294	107	6	1060

Table 23. 日降雪深の階級別日数

The number of days classified according to daily snowfall depth

(単位：日)

年 (冬期)	0 ～ 9cm	10 ～ 19cm	20 ～ 29cm	30 ～ 49cm	50 ～ 69cm	70 ～ 99cm	100cm ～	合計
1918								
1919								
1920								
1921								
1922								
1923								
1924								
1925								
1926								
1927								
1928								
1929								
1930								
1931								
1932								
1933								
1934								
1935								
1936								
1937								
1938								
1939								
1940								
1941								
1942								
1943	48	18	14	13	4	-	-	97
1944	43	14	16	20	3	1	-	97
1945	32	16	22	18	8	1	-	97
1946	43	23	7	10	5	1	-	89
1947	53	17	15	12	1	1	-	99
1948	41	15	17	8	3	-	1	85
1949	50	11	10	3	3	-	-	77
1950	40	20	7	10	2	1	-	80
1951	48	16	15	6	1	2	-	88
1952	49	19	12	7	2	-	-	89
1953	52	10	13	14	-	-	-	89
1954	55	13	2	7	1	-	-	78
1955	35	16	11	7	1	-	-	70
1956	25	15	10	13	3	-	-	66
1957	38	19	14	17	5	1	-	94
1958	31	7	10	9	2	-	-	59
1959	21	7	4	7	-	-	-	39
1960	27	19	9	9	1	-	-	65
1961	31	18	10	11	3	2	-	75
1962	31	12	13	15	3	-	-	74
1963	35	19	6	10	-	1	-	71
1964	39	13	8	4	1	-	-	65
1965	35	25	11	10	-	-	-	81
1966	40	9	10	14	3	2	-	78
1967	41	12	11	12	4	2	-	82

Table 23. 日降雪深の階級別日数 (つづき)

The number of days classified according to daily snowfall depth (Continue)

(単位: 日)

年 (冬期)	0 ～ 9cm	10 ～ 19cm	20 ～ 29cm	30 ～ 49cm	50 ～ 69cm	70 ～ 99cm	100cm ～	合計
1968	28	16	13	14	5	-	-	76
1969	36	12	7	7	5	1	-	68
1970	38	18	14	12	5	1	-	88
1971	36	20	12	12	1	1	-	82
1972	38	14	12	4	-	-	-	68
1973	25	18	10	6	1	-	-	60
1974	33	27	13	15	-	3	-	91
1975	37	19	16	8	3	1	-	84
1976	30	18	13	5	3	1	1	71
1977	29	17	6	20	3	1	-	76
1978	26	22	8	14	3	1	-	74
1979	38	4	6	10	-	-	-	58
1980	31	13	9	12	4	1	-	70
1981	23	24	13	15	4	3	-	82
1982	38	21	8	9	-	-	-	76
1983	35	18	6	12	1	1	-	73
1984	45	15	16	24	4	-	-	104
1985	39	13	13	7	6	3	-	81
1986	47	15	9	16	3	5	-	95
1987	36	19	10	13	-	-	-	78
1988	28	19	9	10	3	-	-	69
1989	39	11	5	3	-	-	-	58
1990	26	8	9	4	4	-	-	51
1991	29	14	11	10	-	-	-	64
1992	26	15	4	6	3	-	-	54
1993	33	17	6	9	1	-	-	66
1994	42	13	7	10	1	-	-	73
1995	36	15	9	15	1	-	-	76
1996	46	15	12	10	-	3	-	86
1997	31	17	8	5	1	-	-	62
1998	27	13	6	6	3	-	-	55
1999	30	14	7	8	3	-	-	62
2000	31	15	9	12	2	-	-	69
2001	28	17	13	10	3	-	-	71
2002	30	15	7	8	1	-	-	61
2003	36	16	13	4	1	-	-	70
2004	27	13	11	6	-	-	-	57
2005	30	12	12	13	2	3	-	72
2006	24	16	11	20	4	1	-	76
2007	27	-	6	4	-	-	-	46
2008	33	11	13	5	3	-	-	65
2009	25	14	7	2	-	-	-	48
2010	27	17	6	7	3	1	1	62
2011	30	17	12	12	5	-	-	76
2012	39	15	11	10	9	-	-	84
2013	32	13	14	14	4	-	-	77
2014	33	18	11	11	-	-	-	73
2015	36	12	9	12	3	3	-	75
2016	30	12	7	6	-	-	-	55
2017	34	13	11	7	1	1	-	67
75 年平均値	35	15	10	10	2	1	0	74
平年値	33	15	9	9	2	1	0	69

※日界: 9h

Table 24. 積雪深の月最大値
Monthly maximum snow depth

(単位：cm)

年 (冬期)	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	年最大値	起月日
1918	-	35	146	263	281	265	147	-	281	02.02
1919	2	25	85	195	197	112	27	-	197	02.11
1920	-	-	117	150	174	182	61	-	182	03.07
1921	-	-	95	134	195	165	100	-	195	02.23,02.24
1922	-	47	132	295	291	140	86	-	295	01.23
1923	-	7	183	252	277	295	138	-	295	03.01
1924	-	-	178	185	224	242	164	-	242	03.17
1925	-	2	63	205	241	275	177	0	275	03.21
1926	-	-	124	235	240	174	132	-	240	02.01
1927	-	-	178	276	366	346	186	-	366	02.13
1928	-	-	173	238	260	228	142	-	260	02.20
1929	-	-	102	236	334	295	194	-	334	02.17
1930	-	12	54	145	142	96	-	-	145	01.11
1931	-	1	82	158	180	174	61	-	180	02.25
1932	-	-	75	48	84	83	45	-	84	02.28,02.29
1933	-	2	53	149	220	205	115	-	220	02.27
1934	-	4	145	345	373	380	279	50	380	03.10
1935	-	35	42	193	179	135	47	-	193	01.26
1936	-	1	158	337	370	373	280	57	373	03.06
1937	-	0	45	150	153	83	49	-	153	02.17
1938	-	3	235	322	381	331	180	-	381	02.25
1939	-	8	147	238	312	234	171	-	312	02.10
1940	-	24	52	345	331	290	185	-	345	01.31
1941	-	-	63	182	187	193	64	-	193	03.05
1942	-	-	35	206	265	233	56	-	265	02.21
1943	-	10	83	248	280	276	168	-	280	02.27
1944	-	10	100	255	296	277	214	64	296	02.22
1945	-	3	235	385	425	387	272	95	425	02.26
1946	-	-	160	244	243	223	148	-	244	01.19
1947	-	-	157	175	319	265	192	-	319	02.20
1948	-	26	207	209	252	236	112	-	252	02.07
1949	-	34	25	92	133	105	52	-	133	02.17
1950	-	5	127	139	145	172	78	-	172	03.22
1951	-	48	86	170	188	199	41	-	199	03.05
1952	-	58	47	106	184	155	76	-	184	02.24
1953	-	-	130	172	232	179	56	-	232	02.22
1954	-	15	34	134	165	62	-	-	165	02.02
1955	-	-	59	181	186	135	39	-	186	02.13
1956	-	-	33	183	235	208	89	-	235	02.13
1957	-	12	241	222	294	301	248	12	301	03.14
1958	-	-	38	106	129	181	65	-	181	03.06
1959	-	2	9	97	95	41	-	-	97	01.08
1960	-	-	70	212	175	136	48	-	212	01.30
1961	-	13	160	207	301	244	137	-	301	02.19
1962	-	8	101	238	257	237	135	-	257	02.22
1963	-	1	22	215	203	198	84	-	215	01.31
1964	-	5	52	56	126	88	26	-	126	02.14
1965	-	-	47	81	164	181	132	-	181	03.11
1966	-	5	95	222	275	151	76	-	275	02.07
1967	-	26	119	255	290	235	109	-	290	02.19

Table 24. 積雪深の月最大値 (つづき)
Monthly maximum snow depth (Continue)

(単位: cm)

年 (冬期)	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	年最大値	起月日
1968	-	4	72	229	306	252	147	-	306	02.17,02.18
1969	-	-	34	233	178	181	87	-	233	01.16
1970	-	28	159	222	238	274	207	-	274	03.22
1971	-	81	124	192	261	228	108	-	261	02.11
1972	-	50	91	88	73	87	32	-	91	12.23
1973	-	4	73	76	109	121	30	-	121	03.07
1974	-	39	217	263	301	260	205	-	301	02.13
1975	-	23	71	218	239	260	119	-	260	03.02
1976	-	1	50	282	219	170	93	-	282	01.23
1977	-	42	115	235	315	291	118	-	315	02.06
1978	-	1	89	160	309	284	183	-	309	02.24
1979	-	-	79	114	70	95	-	-	114	01.16
1980	-	10	13	208	305	195	125	-	305	02.18
1981	-	-	165	377	374	367	231	18	377	01.23
1982	-	19	56	125	179	143	34	-	179	02.11
1983	-	7	22	169	229	200	104	-	229	02.14
1984	-	43	122	284	355	367	284	89	367	03.01
1985	-	8	243	297	265	238	145	-	297	01.17
1986	-	3	114	328	307	306	183	-	328	01.27
1987	-	8	43	138	144	189	55	-	189	03.03
1988	-	12	63	92	215	183	86	-	215	02.17
1989	-	2	46	67	81	11	-	-	81	02.04
1990	-	11	38	191	131	30	6	-	191	01.28
1991	-	-	24	144	230	182	80	-	230	02.25
1992	-	10	70	106	145	96	-	-	145	02.26
1993	-	23	77	78	172	152	48	-	172	02.26
1994	-	2	67	113	163	145	87	-	163	02.25
1995	-	1	89	184	226	216	108	-	226	02.22
1996	-	4	87	195	277	240	146	-	277	02.02
1997	-	-	30	142	155	113	8	-	155	02.23
1998	-	-	34	183	182	103	17	-	183	01.29
1999	-	7	36	167	235	190	88	-	235	02.15
2000	-	-	71	84	187	216	111	-	216	03.10
2001	-	-	106	232	199	231	147	-	232	01.17
2002	-	6	74	168	212	144	12	-	212	01.15
2003	-	9	68	123	147	127	37	-	147	02.01
2004	-	-	44	133	151	120	1	-	151	02.08
2005	-	-	55	212	305	268	196	-	305	02.05
2006	-	0	255	313	303	267	206	16	313	01.12
2007	-	-	69	73	81	52	-	-	81	02.03
2008	-	16	31	129	204	190	57	-	204	02.17,02.18
2009	-	18	40	83	77	35	2	-	83	01.15
2010	-	-	112	251	245	165	94	-	251	01.17
2011	-	-	60	302	290	240	177	-	302	01.31
2012	-	-	114	273	302	231	178	-	302	02.11
2013	-	1	133	242	289	251	126	-	289	02.25
2014	-	2	66	156	169	183	64	-	183	03.08
2015	-	-	181	241	297	256	158	-	297	02.10
2016	-	-	56	105	106	112	-	-	112	03.02
2017	-	-	43	170	191	159	78	-	191	02.15
100 年最大値	2	81	255	385	425	387	284	95	425	
起年日	1918.25	1970.30	2005.29	1945.25	1945.26	1945.19	1984.01	1945.01	1945.02.26	
30 年最大値	0		255	377	374	367	284	89	377	
起年日	-		2005.29	1981.23	1981.28	1984.01	1984.01	1984.01	1981.01.23	
100 年平均値	0	10	94	193	226	198	105	4	234	
平年値	0	7	78	173	206	176	86	4	214	

Table 25. 積雪深の月積算値
Monthly total daily snow depth

(単位：cm)

年 (冬期)	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	冬期間積算値
1918	101	1761	6979	6895	6031	1732	-	23499
1919	94	1209	3750	4393	2098	50	-	11594
1920	-	1574	3534	4108	3860	349	-	13425
1921	-	790	1802	3898	3881	748	-	11119
1922	240	2202	6112	5165	3136	583	-	17438
1923	6	2892	6207	6567	6585	1971	-	24228
1924	-	738	4490	4588	5739	2108	-	17663
1925	1	723	3167	5241	6151	2726	-	18009
1926	-	1266	4976	5294	4806	2061	-	18403
1927	-	2143	4318	8000	7633	3106	-	25200
1928	-	971	5475	6114	5993	1650	-	20203
1929	-	1042	4741	7515	7822	3248	-	24368
1930	16	344	2916	3016	1721	-	-	8013
1931	-	810	2836	3906	3593	464	-	11609
1932	-	715	606	1163	1599	135	-	4218
1933	1	677	2541	3781	4827	982	-	12809
1934	2	1434	8298	9442	10102	5211	131	34620
1935	75	585	2267	3582	2682	249	-	9440
1936	-	2282	7730	9860	9793	5314	220	35199
1937	-	345	2052	2889	1727	234	-	7247
1938	-	3022	8254	9081	7946	2728	-	31031
1939	10	1072	5632	6764	5837	2450	-	21765
1940	83	460	4847	8324	6873	2482	-	23069
1941	-	563	2482	4343	2869	348	-	10605
1942	-	170	3703	5819	4494	297	-	14483
1943	25	864	5524	5914	6938	2587	-	21852
1944	17	1146	5496	7144	7289	4562	181	25835
1945	3	2882	9569	10532	10386	5924	598	39894
1946	-	1981	5553	5366	6007	1608	-	20515
1947	-	2432	4109	6929	7261	2752	-	23483
1948	72	3336	5426	5895	5340	944	-	21013
1949	65	59	1598	1844	2437	276	-	6279
1950	10	671	3185	2887	3694	411	-	10858
1951	144	491	4043	4480	3119	159	-	12436
1952	185	579	1913	4084	3586	535	-	10882
1953	-	1053	3363	5712	3658	263	-	14049
1954	75	80	976	2864	860	-	-	4855
1955	-	300	4047	4126	2764	176	-	11413
1956	-	209	2596	5449	4772	745	-	13771
1957	39	3409	5563	6404	8188	4412	19	28034
1958	-	66	1616	2400	2743	244	-	7069
1959	2	27	1824	1171	205	-	-	3229
1960	-	575	3014	4460	3272	272	-	11593
1961	35	732	4607	6185	5881	1245	-	18685
1962	14	756	4032	6321	5921	898	-	17942
1963	1	86	3597	5218	4705	618	-	14225
1964	6	372	716	2293	2138	36	-	5561
1965	-	652	1441	3057	4351	1829	-	11330
1966	11	892	4208	5180	3465	469	-	14225
1967	78	1744	5942	6546	5661	851	-	20822

Table 25. 積雪深の月積算値 (つづき)
Monthly total daily snow depth (Continue)

(単位: cm)

年 (冬期)	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	冬期間積算値
1968	4	459	3671	8052	6574	1691	-	20451
1969	-	101	4986	3651	4416	641	-	13795
1970	87	2159	4957	5412	7271	3534	-	23420
1971	113	2611	3698	5470	5209	913	-	18014
1972	44	1626	1520	1336	1356	49	-	5931
1973	5	713	1284	1693	2273	93	-	6061
1974	251	3882	6529	6929	6960	3148	-	27699
1975	84	1189	4610	5347	5496	1194	-	17920
1976	2	514	4309	5344	3858	876	-	14903
1977	61	692	5538	7678	6025	1297	-	21291
1978	1	776	3555	6907	6965	3079	-	21283
1979	-	506	2065	1366	843	-	-	4780
1980	19	39	3028	6285	5184	1457	-	16012
1981	-	1413	9100	9330	9571	4191	26	33631
1982	89	566	1420	3920	2657	122	-	8774
1983	22	141	2862	4587	4888	896	-	13396
1984	126	1635	6060	8924	10155	6195	494	33589
1985	8	1517	7018	6458	6084	1450	-	22535
1986	7	1397	5520	7789	7430	2974	-	25117
1987	15	220	2207	3197	3568	282	-	9489
1988	21	498	1371	4297	4122	752	-	11061
1989	3	405	624	1040	43	-	-	2115
1990	11	334	2681	2203	240	7	-	5476
1991	-	117	2604	5101	4307	608	-	12737
1992	22	371	1194	2819	1730	-	-	6136
1993	47	771	1357	2933	3191	226	-	8525
1994	2	603	1730	3639	3704	565	-	10243
1995	1	727	3605	5294	4771	1027	-	15425
1996	5	771	2930	6099	5688	2420	-	17913
1997	-	288	1590	3609	2035	8	-	7530
1998	-	133	2247	3759	2101	50	-	8290
1999	9	40	3519	5158	4125	778	-	13629
2000	-	755	1013	3298	4796	946	-	10808
2001	-	707	4410	4837	5343	1525	-	16822
2002	10	876	3344	4511	2815	12	-	11568
2003	33	699	2903	3186	2822	145	-	9788
2004	-	324	1693	3168	2257	1	-	7443
2005	-	292	4367	7243	7156	2990	-	22048
2006	0	3422	8196	7622	6782	3460	32	29514
2007	-	339	1439	1140	522	-	-	3440
2008	54	87	2566	4255	3874	275	-	11111
2009	28	220	1655	1163	280	2	-	3348
2010	-	848	4956	5483	4156	949	-	16392
2011	-	407	5234	6129	6355	2914	-	21039
2012	-	1110	5134	7367	6404	3066	-	23081
2013	-	2210	5300	6366	5897	1178	-	20951
2014	5	813	3241	3925	4041	392	-	12417
2015	-	3114	6419	7017	6537	2384	-	25471
2016	-	235	1446	2417	1318	-	-	5416
2017	-	324	2606	4265	3724	582	-	11501
100 年平均値	26	992	3790	5012	4604	1344	17	15784
平年値	17	684	3206	4535	4040	1095	18	13596

Table 26. 積雪深の階級別日数

The number of days classified according to snow depth

(単位: 日)

年 (冬期)	0 ~ 49cm	50 ~ 99cm	100 ~ 149cm	150 ~ 199cm	200 ~ 249cm	250 ~ 299cm	300 ~ 349cm	350 ~ 399cm	400cm ~	合計
1918	38	13	20	19	48	19	-	-	-	157
1919	25	40	25	28	-	-	-	-	-	118
1920	18	32	56	20	-	-	-	-	-	126
1921	44	30	49	12	-	-	-	-	-	135
1922	34	34	34	26	8	14	-	-	-	150
1923	23	11	19	39	42	16	-	-	-	150
1924	18	10	39	55	9	-	-	-	-	131
1925	31	21	22	47	19	2	-	-	-	142
1926	11	22	34	53	15	-	-	-	-	135
1927	14	31	24	12	33	20	13	1	-	148
1928	17	11	15	51	35	1	-	-	-	130
1929	18	21	26	14	25	37	4	-	-	145
1930	26	38	36	-	-	-	-	-	-	100
1931	46	22	48	17	-	-	-	-	-	133
1932	89	28	-	-	-	-	-	-	-	117
1933	44	14	46	25	2	-	-	-	-	131
1934	11	12	12	7	16	30	40	16	-	144
1935	60	28	33	12	-	-	-	-	-	133
1936	10	14	20	9	19	21	44	15	-	152
1937	50	57	18	1	-	-	-	-	-	126
1938	7	21	16	12	18	41	22	8	-	145
1939	25	9	16	43	39	8	1	-	-	141
1940	46	9	12	14	26	29	12	-	-	148
1941	34	38	26	22	-	-	-	-	-	120
1942	12	21	17	27	22	3	-	-	-	102
1943	23	15	11	48	32	11	-	-	-	140
1944	25	14	13	32	48	22	-	-	-	154
1945	9	13	16	11	13	22	27	40	6	157
1946	10	21	15	64	25	-	-	-	-	135
1947	13	12	43	22	29	21	3	-	-	143
1948	20	9	17	65	28	1	-	-	-	140
1949	26	65	5	-	-	-	-	-	-	96
1950	9	42	54	3	-	-	-	-	-	108
1951	18	18	46	29	-	-	-	-	-	111
1952	45	40	32	17	-	-	-	-	-	134
1953	22	33	31	22	16	-	-	-	-	124
1954	51	23	11	2	-	-	-	-	-	87
1955	18	20	53	17	-	-	-	-	-	108
1956	25	22	24	33	13	-	-	-	-	117
1957	6	9	12	46	31	40	-	-	-	144
1958	27	53	16	3	-	-	-	-	-	99
1959	31	31	-	-	-	-	-	-	-	62
1960	26	30	31	26	2	-	-	-	-	115
1961	16	8	27	43	20	7	1	-	-	122
1962	9	25	15	21	44	1	-	-	-	115
1963	16	16	11	57	4	-	-	-	-	104
1964	47	52	5	-	-	-	-	-	-	104
1965	56	31	51	6	-	-	-	-	-	144
1966	14	36	27	28	10	2	-	-	-	117
1967	23	20	11	31	42	9	-	-	-	136

Table 26. 積雪深の階級別日数 (つづき)

The number of days classified according to snow depth (Continue)

(単位: 日)

年 (冬期)	0 ~ 49cm	50 ~ 99cm	100 ~ 149cm	150 ~ 199cm	200 ~ 249cm	250 ~ 299cm	300 ~ 349cm	350 ~ 399cm	400cm ~	合計
1968	32	21	14	15	24	26	4	-	-	136
1969	9	10	51	34	2	-	-	-	-	106
1970	10	11	31	43	37	10	-	-	-	142
1971	5	39	40	35	16	1	-	-	-	136
1972	60	59	-	-	-	-	-	-	-	119
1973	55	55	4	-	-	-	-	-	-	114
1974	19	7	25	24	69	13	1	-	-	158
1975	18	30	19	36	29	1	-	-	-	133
1976	31	22	28	26	15	4	-	-	-	126
1977	31	11	17	29	25	20	5	-	-	138
1978	8	28	21	23	32	17	2	-	-	131
1979	47	47	1	-	-	-	-	-	-	95
1980	10	13	19	40	14	7	1	-	-	104
1981	11	14	12	11	17	9	48	19	-	141
1982	61	24	35	9	-	-	-	-	-	129
1983	15	11	37	38	4	-	-	-	-	105
1984	25	17	16	16	19	25	39	9	-	166
1985	14	9	11	20	57	15	-	-	-	126
1986	14	27	11	18	24	39	7	-	-	140
1987	29	31	47	4	-	-	-	-	-	111
1988	17	31	32	20	2	-	-	-	-	102
1989	64	7	-	-	-	-	-	-	-	71
1990	37	35	10	4	-	-	-	-	-	86
1991	17	28	23	33	8	-	-	-	-	109
1992	46	45	15	-	-	-	-	-	-	106
1993	48	42	29	3	-	-	-	-	-	122
1994	39	27	48	5	-	-	-	-	-	119
1995	18	26	26	42	11	-	-	-	-	123
1996	23	37	27	28	26	2	-	-	-	143
1997	39	24	34	3	-	-	-	-	-	100
1998	23	27	28	12	-	-	-	-	-	90
1999	11	21	34	36	6	-	-	-	-	108
2000	46	38	23	23	2	-	-	-	-	132
2001	19	21	21	58	10	-	-	-	-	129
2002	24	30	36	18	2	-	-	-	-	110
2003	28	41	51	-	-	-	-	-	-	120
2004	42	37	29	1	-	-	-	-	-	109
2005	14	16	12	24	38	22	1	-	-	127
2006	8	12	14	18	46	40	7	-	-	145
2007	63	21	-	-	-	-	-	-	-	84
2008	12	31	33	22	3	-	-	-	-	101
2009	48	26	-	-	-	-	-	-	-	74
2010	18	20	31	40	15	1	-	-	-	125
2011	16	13	15	30	44	8	1	-	-	127
2012	12	9	23	31	43	14	1	-	-	133
2013	9	17	34	30	35	8	-	-	-	133
2014	27	19	59	16	-	-	-	-	-	121
2015	11	10	20	30	55	16	-	-	-	142
2016	37	50	5	-	-	-	-	-	-	92
2017	37	13	53	19	-	-	-	-	-	122
100 年平均値	27	25	24	22	15	7	3	1	0	123
平年値	29	26	24	17	10	5	3	1	0	115

※根雪のみを対象とした。

Table 27. 積雪水量の月最大値およびその積雪の平均密度

Monthly maximum snow-water equivalent and the mean density of the snowpack

(単位: 積雪水量 mm, 積雪密度 g cm⁻³)

年 (冬期)	12 月		1 月		2 月		3 月		4 月		年最大値	
	積雪水量	密度	積雪水量	密度	積雪水量	密度	積雪水量	密度	積雪水量	密度	積雪水量	起月日
1918												
1919												
1920												
1921												
1922												
1923												
1924												
1925												
1926												
1927												
1928												
1929												
1930												
1931												
1932												
1933												
1934												
1935												
1936												
1937												
1938												
1939												
1940	71	0.30	768	0.26	1012	0.37	1020	0.40	834	0.51	1020	03.05
1941	132	0.22	378	0.33	569	0.46	547	0.45	226	0.50	569	02.28
1942	35	0.27	523	0.34	820	0.38	829	0.44	161	0.50	829	03.06
1943	165	0.31	653	0.29	872	0.42	1063	0.48	691	0.49	1063	03.16
1944	187	0.35	654	0.34	1035	0.38	1079	0.47	1027	0.48	1079	03.26
1945	511	0.23	1062	0.31	1330	0.38	1478	0.42	1212	0.46	1478	03.21
1946	292	0.27	687	0.39	851	0.43	905	0.45	669	0.46	905	03.23
1947	410	0.33	552	0.38	935	0.39	1009	0.48	793	0.50	1009	03.26
1948	398	0.29	613	0.34	773	0.42	837	0.44	279	0.51	837	03.11
1949	-	-	186	0.22	325	0.26	388	0.41	178	0.46	388	03.26
1950	173	0.16	416	0.30	487	0.32	570	0.43	278	0.46	570	03.26
1951	144	0.24	465	0.35	624	0.38	552	0.34	185	0.51	624	02.19
1952	72	0.38	301	0.37	539	0.29	567	0.44	306	0.46	567	03.16
1953	219	0.17	470	0.27	816	0.40	797	0.44	332	0.49	816	02.26
1954	-	-	175	0.16	328	0.37	215	0.45	-	-	328	02.24
1955	105	0.19	539	0.39	695	0.41	602	0.46	267	0.50	695	02.22
1956	40	0.13	398	0.21	800	0.41	847	0.42	498	0.49	847	03.12
1957	552	0.28	757	0.39	1108	0.39	1263	0.43	1202	0.47	1263	03.16
1958	-	-	264	0.28	347	0.40	464	0.25	181	0.42	464	03.06
1959	-	-	224	0.32	233	0.28	84	0.40	-	-	233	02.13
1960	131	0.26	570	0.29	689	0.42	647	0.45	315	0.46	689	02.23
1961	194	0.13	621	0.36	1012	0.43	1003	0.39	739	0.48	1012	02.28
1962	238	0.26	672	0.28	990	0.40	997	0.42	737	0.50	997	03.18
1963	24	0.12	547	0.25	729	0.41	805	0.44	487	0.51	805	03.10
1964	67	0.23	114	0.33	355	0.33	352	0.40	173	0.44	355	02.29
1965	115	0.29	265	0.34	544	0.35	663	0.40	586	0.41	663	03.14
1966	148	0.22	612	0.31	801	0.39	735	0.46	435	0.46	801	02.15
1967	265	0.22	796	0.38	1005	0.44	1007	0.46	619	0.49	1007	03.04

Table 27. 積雪水量の月最大値およびその積雪の平均密度 (つづき)

Monthly maximum snow-water equivalent and the mean density of the snowpack (Continue)

(単位: 積雪水量 mm, 積雪密度 g cm⁻³)

年 (冬期)	12 月		1 月		2 月		3 月		4 月		年最大値	
	積雪水量	密度	積雪水量	密度	積雪水量	密度	積雪水量	密度	積雪水量	密度	積雪水量	起月日
1968	91	0.13	594	0.30	1051	0.40	1093	0.48	757	0.49	1093	03.13
1969	-	-	531	0.37	626	0.40	686	0.43	469	0.47	686	03.19
1970	363	0.26	647	0.33	840	0.43	1082	0.44	979	0.45	1082	03.27
1971	329	0.35	563	0.30	751	0.38	799	0.43	579	0.49	799	03.18
1972	226	0.32	240	0.34	212	0.31	286	0.29	-	-	286	03.15
1973	116	0.29	151	0.18	269	0.37	332	0.36	173	0.41	332	03.10
1974	582	0.33	957	0.38	1084	0.38	1094	0.42	1027	0.48	1094	03.01
1975	191	0.35	616	0.29	889	0.37	953	0.44	609	0.47	953	03.08
1976	111	0.25	679	0.29	824	0.45	730	0.45	503	0.47	824	02.17
1977	153	0.13	626	0.28	1008	0.40	1051	0.36	646	0.53	1051	03.06
1978	229	0.27	519	0.31	1007	0.32	1078	0.40	932	0.48	1078	03.16
1979	99	0.13	270	0.39	251	0.37	210	*	-	-	270	01.30 * : 0.25, 0.32, 0.39
1980	-	-	429	0.21	854	0.37	840	0.43	649	0.48	854	02.25
1981	372	0.24	1184	0.34	1407	0.38	1571	0.43	1217	0.52	1571	03.11
1982	66	0.23	267	0.23	476	**	495	0.43	116	0.46	495	03.05 ** : 0.33, 0.38
1983	19	0.24	389	0.34	697	0.36	732	0.42	507	0.48	732	03.10
1984	247	0.22	823	0.30	1179	0.35	1372	0.44	1226	0.46	1372	03.19
1985	385	0.17	834	0.31	1018	0.40	1026	0.43	693	0.47	1026	03.01
1986	236	0.32	880	0.30	1174	0.39	1190	0.40	932	0.49	1190	03.06
1987	76	0.20	381	0.26	526	0.34	620	0.31	-	-	620	03.03
1988	99	0.14	243	0.29	600	0.37	702	0.38	376	0.37	702	03.10
1989	103	0.29	124	0.27	161	0.40	48	0.44	-	-	161	02.09
1990	57	0.12	426	0.33	431	0.33	190	0.45	-	-	431	02.02
1991	65	0.30	433	0.28	788	0.39	793	0.43	459	0.48	793	03.01
1992	64	0.09	217	0.26	464	0.32	407	0.40	-	-	464	02.27
1993	159	0.33	261	0.31	486	0.26	537	0.32	168	0.42	537	03.03
1994	150	0.33	271	0.22	580	0.38	591	0.43	350	0.44	591	03.07
1995	134	0.23	543	0.30	797	0.38	849	0.42	461	0.44	849	03.07
1996	168	0.23	464	0.24	783	0.40	863	0.36	580	0.39	863	03.06
1997	65	0.20	327	0.22	533	0.42	465	0.44	-	-	533	02.26
1998	32	0.13	377	0.20	524	0.41	448	0.47	-	-	524	02.13
1999	-	-	457	0.35	773	0.45	757	0.44	432	0.45	773	02.25
2000	129	0.21	158	0.19	525	0.29	643	0.41	382	0.48	643	03.15
2001	124	0.13	590	0.35	715	0.43	842	0.44	629	0.45	842	03.15
2002	187	0.37	479	0.28	670	0.37	609	0.43	-	-	670	02.21
2003	-	-	347	0.29	416	0.38	432	0.40	188	0.47	432	03.14
2004	71	0.23	294	0.25	436	0.41	413	0.35	-	-	436	02.18
2005	94	×	698	×	1094	×	1098	×	1052	×	1098	03.18
2006	639	×	1170	×	1370	×	1200	×	1134	×	1370	02.17
2007	111	×	194	×	196	×	103	×	-	×	196	02.04,02.05
2008	31	×	303	×	655	×	688	×	241	×	688	03.08,03.09
2009	102	×	188	×	181	×	130	×	40	×	188	01.19
2010	183	×	715	×	816	×	720	×	491	×	816	02.09
2011	105	×	789	×	889	×	984	×	850	×	984	03.20
2012	249	×	741	×	1098	×	1104	×	1122	×	1122	04.04
2013	419	×	688	×	968	×	948	×	648	×	968	02.28
2014	164	×	402	×	622	×	683	×	317	×	683	03.11
2015	533	×	948	×	1236	×	1168	×	854	×	1236	02.19
2016	110	×	262	×	317	×	362	×	-	×	362	03.03
2017	82	×	506	×	730	×	680	×	354	×	730	02.23
78 年最大値	639		1184		1407		1571		1226		1571	1981.03.11
30 年最大値	639		1184		1407		1571		1226		1571	1981.03.11
78 年平均值	167		506		726		744		464		769	
平年値	139		468		682		684		376		720	

※観測方法は Table 4 参照。2005 年以降は積雪重量計による 9 時の測定値。

Table 28. 積雪水量, 積雪深, 積雪の平均密度. (観測日のうち積雪深が最大時の測定値)

Snow-water equivalent, snow depth and mean density of the snowpack on the day with the maximum snow depth

年(冬期)	積雪水量(mm)	積雪深(cm)	積雪密度(kg m^{-3})
1918			
1919			
1920			
1921			
1922			
1923			
1924			
1925			
1926			
1927			
1928			
1929			
1930			
1931			
1932			
1933			
1934			
1935			
1936			
1937			
1938			
1939			
1940			
1941			
1942			
1943			
1944			
1945			
1946			
1947			
1948			
1949			
1950			
1951			
1952	539	187	288
1953	799	239	334
1954	251	165	152
1955	648	194	334
1956	714	227	315
1957	1233	308	400
1958	464	187	248
1959	100	101	99
1960	567	220	258
1961	921	308	299
1962	969	263	368
1963	547	217	252
1964	283	129	219
1965	627	189	332
1966	733	275	267
1967	952	300	317
1968	968	313	309

Table 28. 積雪水量, 積雪深, 積雪の平均密度. (観測日のうち積雪深が最大時の測定値) (つづき)

Snow-water equivalent, snow depth and mean density of the snowpack on the day with the maximum snow depth (Continue)

年(冬期)	積雪水量(mm)	積雪深(cm)	積雪密度(kgm ⁻³)
1969	515	231	223
1970	810	227	357
1971	720	253	285
1972	286	97	295
1973	308	122	252
1974	1074	298	360
1975	913	264	346
1976	580	267	217
1977	808	317	255
1978	999	317	315
1979	200	106	189
1980	777	306	254
1981	1053	375	281
1982	445	180	247
1983	571	227	252
1984	1217	368	331
1985	687	298	231
1986	807	343	235
1987	620	199	312
1988	538	220	245
1989	153	88	174
1990	377	196	192
1991	774	242	320
1992	460	162	284
1993	486	190	256
1994	557	167	334
1995	787	234	336
1996	863	240	360
1997	484	158	306
1998	377	189	199
1999	709	234	303
2000	639	214	299
2001	474	240	198
2002	589	215	274
2003	386	135	286
2004	420	154	273
2005	873	299	292
2006	1043	305	342
2007	195	75	260
2008	501	204	246
2009	151	79	191
2010	531	239	222
2011	777	309	251
2012	910	293	311
2013	1042	291	358
2014	610	181	337
2015	986	294	335
2016	310	113	274
2017	614	192	320
66年平均値	641	224	279
平年値	592	216	269

Table 29. 雪氷の諸現象の初終日および降雪と根雪の日数

The first and the last days on which snow and ice phenomena were observed, and the number of days with snowfall and continuous snow cover

年（冬期）	霜		結 氷		降雪			根雪		
	初霜	終霜	初氷	終氷	初雪	終雪	降雪日数	初日	終日	初終間日数
1918	11.08	04.25	11.08	04.25	11.05	03.31	98	11.27	05.02	157
1919	10.26	04.29	11.13	04.21	10.24	04.12	85	12.09	04.05	118
1920	11.10	04.29	11.29	04.25	11.25	04.23	87	12.09	04.12	126
1921	10.25	04.10	11.23	04.10	11.22	04.09	94	12.08	04.21	135
1922	10.25	04.16	11.22	04.12	11.09	03.29	80	11.22	04.20	150
1923	10.30	05.05	11.17	04.24	11.20	04.14	94	12.01	04.29	150
1924	11.04	04.24	12.01	04.05	11.16	03.29	93	12.19	04.27	131
1925	10.26	05.01	11.18	04.18	11.10	04.10	105	12.12	05.02	142
1926	10.25	05.01	11.24	04.26	12.13	04.26	90	12.17	04.30	135
1927	10.22	05.12	11.09	04.22	11.15	04.05	88	12.04	04.30	148
1928	10.19	04.25	11.25	04.25	11.23	04.24	78	12.17	04.24	130
1929	11.01	05.06	11.02	05.06	11.12	05.05	97	12.06	04.29	145
1930	11.04	04.27	11.04	04.04	11.22	03.31	69	12.20	03.29	100
1931	11.07	05.03	11.07	04.20	11.12	04.19	89	12.03	04.15	134
1932	10.24	04.26	10.24	04.18	12.01	04.21	80	12.13	04.07	117
1933	11.08	05.07	11.09	04.18	11.08	03.29	93	12.09	04.18	131
1934	10.28	05.04	11.09	05.04	11.28	04.14	99	12.14	05.06	144
1935	10.18	04.19	11.17	04.19	11.11	04.03	81	11.28	04.09	133
1936	10.24	04.27	11.14	04.02	11.11	04.04	100	12.10	05.09	152
1937	11.10	05.09	11.20	04.06	11.23	04.09	88	12.05	04.10	127
1938	11.17	04.26	11.17	04.17	11.20	04.09	85	12.02	04.25	145
1939	10.18	04.25	11.12	04.16	11.13	04.05	101	12.06	04.25	141
1940	11.12	04.05	11.12	04.07	11.26	04.09	95	11.26	04.25	152
1941	11.09	05.15	11.09	04.09	12.01	04.08	83	12.13	04.11	120
1942	10.22	04.24	10.22	04.18	12.11	04.17	72	12.29	04.09	102
1943	10.27	04.24	11.27	04.06	11.09	04.17	98	12.09	04.27	140
1944	11.02	04.27	11.20	04.18	11.19	04.16	97	12.04	05.05	154
1945	10.15	05.14	11.18	05.07	11.13	04.06	101	12.07	05.12	157
1946	10.26	04.30	11.29	04.16	12.02	04.07	83	12.09	04.22	135
1947	10.29	05.05	12.01	04.15	12.05	04.22	94	12.06	04.27	143
1948	10.31	04.29	11.13	04.12	11.18	03.27	85	11.27	04.15	141
1949	11.02	05.04	11.18	04.17	11.28	04.16	75	01.05	04.10	96
1950	11.01	04.15	12.07	04.09	10.31	04.08	83	12.25	04.11	108
1951	10.29	05.05	11.17	04.14	11.14	03.30	90	12.18	04.07	111
1952	11.06	05.09	11.19	04.04	11.26	04.03	88	11.27	04.12	138
1953	11.03	05.03	12.04	04.17	11.13	04.18	90	12.03	04.08	127
1954	11.08	04.16	11.22	04.10	11.11	03.30	72	12.30	03.26	87
1955	11.07	04.23	11.16	04.05	12.13	04.05	69	12.23	04.09	108
1956	11.01	04.30	11.30	04.22	11.09	04.29	74	12.17	04.14	120
1957	10.28	05.04	11.18	05.04	11.16	04.03	100	12.10	05.02	144
1958	11.09	04.20	11.22	04.20	12.09	04.15	69	12.30	04.07	99
1959	10.29	04.24	11.17	04.19	11.19	03.15	54	01.03	03.05	62
1960	11.15	04.24	11.18	04.19	12.06	04.08	82	12.17	04.09	115
1961	10.29	04.28	11.21	04.19	11.27	04.10	85	12.18	04.18	122
1962	11.15	04.29	11.15	×	11.13	04.18	87	12.20	04.13	115
1963	10.22	04.20	11.23	×	11.22	04.10	86	12.31	04.13	104
1964	11.17	×	11.17	×	11.29	03.27	84	12.19	04.02	106
1965	10.27	05.02	11.09	04.11	11.22	04.12	102	12.01	04.23	144
1966	11.19	05.01	11.22	×	11.11	04.18	74	12.16	04.11	117
1967	11.06	04.26	11.21	04.08	11.15	04.05	87	12.01	04.15	136

※日界：24h

Table 29. 雪氷の諸現象の初終日および降雪と根雪の日数 (つづき)

The first and the last days on which snow and ice phenomena were observed, and the number of days with snowfall and continuous snow cover (Continue)

年 (冬期)	霜		結 氷		降雪			根雪		
	初霜	終霜	初氷	終氷	初雪	終雪	降雪日数	初日	終日	初終間日数
1968	10.20	×	11.14	04.08	11.13	03.18	88	12.09	04.22	136
1969	11.19	04.20	11.19	04.20	11.16	04.17	77	12.29	04.13	106
1970	10.14	×	11.07	×	11.24	04.13	100	12.09	04.29	142
1971	10.21	05.02	11.30	04.28	11.11	03.24	93	11.30	04.14	136
1972	11.03	05.03	12.02	05.03	11.08	04.10	75	11.30	03.27	119
1973	11.12	04.28	11.12	04.06	11.21	03.27	72	12.13	04.05	114
1974	10.30	05.07	11.21	04.20	11.18	04.03	104	11.19	04.25	158
1975	10.25	04.20	11.16	04.19	11.13	04.02	90	12.06	04.17	133
1976	11.04	×	11.11	04.11	11.24	04.10	78	12.12	04.15	126
1977	11.02	05.01	11.02	04.22	11.15	04.03	78	11.29	04.19	142
1978	11.13	04.23	11.13	04.23	11.23	04.07	76	12.19	04.28	131
1979	10.31	04.19	11.05	04.19	11.29	04.21	61	12.19	03.23	95
1980	11.16	04.27	11.15	04.26	11.13	04.02	77	01.08	04.20	104
1981	10.24	04.28	11.04	04.19	12.05	04.02	84	12.13	05.02	141
1982	11.13	04.12	11.10	04.12	11.08	04.10	84	11.28	04.05	129
1983	11.03	04.21	×	×	11.24	03.19	70	12.31	04.14	105
1984	10.31	×	10.31	×	11.25	04.08	108	11.27	05.10	166
1985	11.04	×	11.23	×	11.27	04.01	80	12.15	04.19	126
1986	10.28	04.30	11.04	×	11.15	04.11	94	12.09	04.27	140
1987	10.24	04.16	11.24	04.16	11.11	04.14	79	12.20	04.09	111
1988	11.07	04.17	11.07	04.17	11.28	04.09	69	01.05	04.15	102
1989	11.09	04.30	11.21	03.30	11.11	03.19	58	12.16	03.01	76
1990	11.02	04.20	11.26	03.22	11.19	04.06	51	12.19	03.15	87
1991	11.22	04.21	11.22	04.21	11.21	03.20	64	12.24	04.12	110
1992	11.06	04.26	11.06	×	11.24	03.22	54	12.10	03.31	113
1993	11.03	04.13	11.03	04.13	11.26	04.10	66	12.11	04.12	123
1994	10.28	×	×	×	11.24	04.08	73	12.15	04.12	119
1995	10.25	×	11.16	×	11.27	04.03	76	12.15	04.16	123
1996	11.06	×	11.16	×	11.08	04.21	86	12.07	04.27	143
1997	10.28	×	11.20	×	11.13	03.24	62	12.20	04.01	103
1998	11.02	×	11.20	×	12.02	04.01	55	01.05	04.04	90
1999	11.13	×	12.04	×	11.18	04.08	62	12.30	04.16	108
2000	11.11	×	12.08	×	11.17	03.26	69	12.07	04.16	132
2001	11.20	×	11.23	×	11.28	03.31	71	12.12	04.19	129
2002	11.05	×	11.28	×	11.27	03.24	61	12.07	04.01	116
2003	11.20	×	11.20	×	11.05	04.09	70	12.09	04.07	120
2004	11.18	×	11.18	×	12.04	03.18	57	12.08	04.01	116
2005	10.29	×	12.03	×	12.06	03.30	72	12.22	04.27	127
2006	11.21	×	11.21	×	11.16	04.20	73	12.10	05.03	145
2007	11.19	×	11.25	×	12.02	04.05	46	12.29	03.27	89
2008	×	×	×	×	11.18	03.31	65	12.31	04.09	101
2009	×	×	×	×	11.19	04.01	48	12.26	03.16	81
2010	×	×	×	×	11.02	04.15	68	12.15	04.18	125
2011	×	×	×	×	12.09	×	76	12.24	04.29	127
2012	×	×	×	×	11.21	×	84	12.17	04.27	133
2013	×	×	×	×	11.14	×	77	12.07	04.18	133
2014	×	×	×	×	11.11	×	100	12.12	04.18	128
2015	×	×	×	×	11.18	×	75	12.05	04.25	142
2016	×	×	×	×	11.27	×	55	12.25	03.27	94
2017	×	×	×	×	11.09	×	67	12.10	04.11	123
100 年平均値	11.02	04.26]	11.17	04.16]	11.19	04.06)	80.1	12.13	04.15	124.2
平年値	11.06)	04.21]	11.08)	04.11]	11.20	04.02	69.2	12.15	04.12	116.8

※日界：24h

1988 年以降の降雪日数は日降雪深が観測された日数とした。

Table 30. 日最高気温と日最低気温の累年順位値
Centennial rankings of daily maximum and minimum air temperature

順位	日最高気温		日最低気温	
	(℃)	起年月日	(℃)	起年月日
1	38.7	1994.08.14	-14.9	1942.02.11
2	37.8	1990.08.23	-14.4	1928.01.23
3	37.8	1933.07.25	-14.3	1978.02.17
4	37.4	1962.08.03	-13.4	1921.02.22
5	37.3	1997.08.09	-13.1	1926.01.30
6	37.1	2000.07.31	-13.0	1927.02.05
7	37.0	2006.08.19	-12.9	1968.02.24
8	36.7	1924.08.21	-12.9	1922.02.02
9	36.6	1978.08.02	-12.8	1936.01.25
10	36.6	1963.08.10	-12.7	1945.02.22

(統計期間 1918 年 1 月～2017 年 12 月)

Table 32. 日降水量の累年順位値
Centennial ranking of daily precipitation

順位	日降水量 (mm)	起年月日
1	203.0	2011.07.28
2	180.5	2005.06.28
3	169.0	1945.07.15
4	154.4	1944.07.21
5	151.8	1931.07.09
6	144.1	1969.08.09
7	142.5	1965.09.17
8	135.5	1978.06.26
9	133.5	2013.09.16
10	127.0	1958.07.25

(統計期間 1918 年 1 月～2017 年 12 月)

Table 34. 日降雪深の累年順位値
Ranking of the daily snowfall depth over the past 75 years

順位	日降雪深 (cm)	起年月日
1	105	1976.01.20
1	105	1947.12.13
3	100	2010.01.13
4	93	1975.01.11
5	90	1969.12.13
6	89	1996.02.01
7	88	2005.12.23
7	88	2005.01.11
7	88	1981.01.12
10	86	1986.01.25

(統計期間 1942 年 11 月～2017 年 4 月)

Table 31. 真夏日および真冬日の年間日数の累年順位値
Centennial rankings of the annual number of days on which maximum air temperature was below 0℃ and above 30℃

順位	真冬日		真夏日	
	日数	起年	日数	起年
1	42	1945	62	1978
2	33	1936	62	1928
3	30	1939	61	1994
4	29	1977	60	1933
5	28	1984	58	2011
6	25	1981	58	2000
7	23	1922	57	2012
8	21	1970	57	1924
9	21	1944	55	1922
10	20	1940	54	2010
			54	1990

(統計期間 1918 年 1 月～2017 年 12 月)

Table 33. 年降水量の累年順位値
Centennial rankings of annual precipitation

順位	年降水量 (多い順)		年降水量 (少ない順)	
	(mm)	起年	(mm)	起年
1	3606.8	1945	1860.5	1954
2	3559.5	2005	1907.5	1994
3	3381.0	2011	1952.6	1939
4	3214.8	1934	1959.0	1987
5	3162.3	1926	2037.0	2009
6	3114.0	2017	2084.5	1977
7	3084.5	1983	2128.6	1948
8	3076.9	1981	2130.5	1989
9	3015.4	1927	2132.9	1982
10	2986.0	1961	2153.2	1990

(統計期間 1918 年 1 月～2017 年 12 月)

Table 35. 日降雪深の冬期間積算値の累年順位値
Rankings of the total daily snowfall depth during winter over the past 75 years

順位	積算降雪深 (多い順)		順位	積算降雪深 (少ない順)	
	(cm)	起年(冬期)		(cm)	起年(冬期)
1	2103	1945	1	481	1989
2	1957	1984	2	497	2007
3	1797	1981	3	516	2009
4	1731	1957	4	521	1959
5	1730	1986	5	636	2016
6	1700	1944	6	648	1954
7	1656	2006	7	674	1979
8	1570	1974	8	677	1964
9	1535	1977	9	751	1949
9	1535	1970	10	760	1972

(統計期間 1942 年 11 月～2017 年 4 月)

Table 36. 日降雪深の月別累年順位値

Rankings of daily snowfall depth for each month over the past 75 years

(単位: cm)

順位	11 月		12 月		1 月		2 月		3 月		4 月	
	降雪深	起年日	降雪深	起年日	降雪深	起年日	降雪深	起年日	降雪深	起年日	降雪深	起年日
1	81	1970.29	105	1947.13	105	1976.20	89	1996.01	72	1951.04	30	1996.02
2	44	1971.29	90	1969.13	100	2010.13	84	1978.02	64	1962.16	29	1972.01
3	44	1951.27	88	2005.23	93	1975.11	82	1966.06	56	1958.03	23	2012.06
4	43	1983.26	85	2014.14	88	1981.12	71	1957.17	56	2000.08	20	1955.04
5	34	1950.15	85	1960.29	88	2005.11	69	1968.01	51	1950.21	19	1995.02
6	34	1948.28	83	1984.24	86	1986.25	66	1999.02	50	1970.05	16	1965.04
7	30	1976.29	83	1973.04	84	1985.16	65	2005.01	46	1978.12	15	1957.02
8	29	1973.21	76	1950.31	82	2017.13	64	2015.09	46	2001.09	13	1952.02
9	28	1966.30	73	1945.11	78	1983.09	64	2012.09	44	1966.20	11	1987.13
10	25	1992.26	72	1949.29	77	1967.03	61	1988.16	44	1945.07	10	1944.03
					77	1963.16	61	1977.02				

(統計期間 1942 年 11 月～2017 年 4 月)

Table 37. 日降雪深の一連続降雪積算値の累年順位値

Ranking of total daily snowfall depth during the continuous snowfall period over the past 75 years

(降雪深の単位: cm)

順位	降雪深の 積算値	連続降雪の期間					連続降雪 の日数	期間中の日降雪深	
								最大値	平均値
1	1055	1944.	12.24	～	1945.	01.30	38	75	28
2	937	1981.	01.02	～	1981.	01.30	29	88	32
3	771	1968.	01.18	～	1968.	02.13	27	69	29
4	684	2011.	01.09	～	2011.	02.01	24	66	29
5	674	1984.	12.21	～	1985.	01.08	19	83	36
6	662	1986.	01.20	～	1986.	02.12	24	86	28
7	612	1956.	12.09	～	1956.	12.28	20	62	31
8	566	1977.	01.16	～	1977.	02.08	24	61	24
9	523	1962.	01.13	～	1962.	02.03	22	56	24
10	513	1980.	02.05	～	1980.	02.24	20	60	26
11	506	1976.	01.17	～	1976.	01.27	11	105	46
12	477	2005.	12.17	～	2005.	12.31	15	88	32
13	449	1976.	12.26	～	1977.	01.08	14	70	32
14	448	1968.	12.28	～	1969.	01.09	13	70	35
15	444	1978.	01.19	～	1978.	02.05	18	84	25
15	444	1971.	01.22	～	1971.	02.12	22	49	20
17	438	1984.	01.15	～	1984.	01.29	15	58	29
18	429	1947.	12.10	～	1947.	12.20	11	105	39
19	423	2012.	01.22	～	2012.	02.04	14	60	30
20	405	1983.	01.08	～	1983.	01.24	17	78	24

(統計期間 1942 年 11 月～2017 年 4 月)

Table 38. 年最大積雪深の累年順位値

Centennial rankings of annual maximum snow depth

順位	最大積雪深（多い順）			順位	最大積雪深（少ない順）		
	(cm)	起年月日			(cm)	起年月日	
1	425	1945.	02.26	1	81	2007.	02.03
2	381	1938.	02.25	1	81	1989.	02.04
3	380	1934.	03.10	3	83	1905.	01.15
4	377	1981.	01.23	4	84	1932.	02.28-29
5	373	1936.	03.06	5	91	1971.	12.23
6	367	1984.	03.01	6	97	1959.	01.08
7	366	1927.	02.13	7	112	2016.	03.02
8	345	1940.	01.31	8	114	1979.	01.16
9	334	1929.	02.17	9	121	1973.	03.07
10	328	1986.	01.27	10	126	1964.	02.14

(統計期間 1918 年～2017 年)

Table 39. 年最大積雪水量の累年順位値

Rankings of annual maximum snow-water equivalent over the past 78 years

順位	最大積雪水量（多い順）			順位	最大積雪水量（少ない順）		
	(mm)	起年月日			(mm)	起年月日	
1	1571	1981.	03.11	1	161	1989.	02.09
2	1478	1945.	03.21	2	188	2009.	01.19
3	1372	1984.	03.19	3	196	2007.	02.04-05
4	1370	2006.	02.17	4	233	1959.	02.13
5	1263	1957.	03.16	5	270	1979.	01.30
6	1236	2015.	02.19	6	286	1972.	03.15
7	1190	1986.	03.06	7	328	1954.	02.24
8	1122	2012.	04.04	8	332	1973.	03.10
9	1098	2005.	03.18	9	355	1964.	02.29
10	1094	1974.	03.01	10	362	2016.	03.03

(統計期間 1940 年～2017 年)

Table 40. 月最大積雪深の月別累年順位値

Centennial rankings of monthly maximum snow depth

(単位：cm)

順位	11 月		12 月		1 月		2 月		3 月		4 月		5 月	
	積雪深	起年日	積雪深	起年日	積雪深	起年日	積雪深	起年日	積雪深	起年日	積雪深	起年日	積雪深	起年日
1	81	1970. 30	255	2005. 29	385	1945. 25	425	1945. 26	387	1945. 19	284	1984. 1	95	1945. 1
2	58	1951. 29	243	1984. 30	377	1981. 23	381	1938. 25	380	1934. 10	280	1936. 1	89	1984. 1
3	50	1971. 30	241	1956. 26	345	1940. 31	374	1981. 28	373	1936. 6	279	1934. 1	64	1944. 1
4	48	1950. 16	235	1944. 31	345	1934. 27	373	1934. 12	367	1984. 1	272	1945. 1	57	1936. 1
5	47	1921. 23	235	1937. 30	337	1936. 22	370	1936. 13	367	1981. 11	248	1957. 3	50	1934. 1
6	43	1983. 27	217	1973. 26	328	1986. 27	366	1927. 13	346	1927. 3	231	1981. 1	18	1981. 1
7	42	1976. 30	207	1947. 20	322	1938. 13	355	1984. 11	331	1938. 1	214	1944. 1	16	2006. 1
8	39	1973. 22	183	1922. 19	313	2006. 12	334	1929. 17	306	1986. 1	207	1970. 1	12	1957. 1
9	35	1934. 30	181	2014. 19	302	2011. 31	331	1940. 1	301	1957. 14	206	2006. 1	-	-
10	35	1917. 30	178	1926. 26	297	1985. 17	319	1947. 20	295	1929. 16	205	1974. 1	-	-
			178	1923. 31										

(統計期間 1918 年～2017 年)

Table 41. 降雪の初終日および冬期間降雪日数の累年順位値

Centennial rankings of the first and last days and the number of days with snowfall

順位	初 雪		順位	終 雪		順位	降雪日数と起年 (冬期)			
	早い順	遅い順		早い順	遅い順		多い順	順位	少ない順	
1	1918. 10.24	1	1954. 12.13	1	1959. 03.15	1	1929. 05.05	1	108	1984
2	1949. 10.31	1	1925. 12.13	2	2004. 03.18	2	1956. 04.29	2	105	1925
3	2009. 11.02	3	1941. 12.11	3	1968. 03.18	3	1926. 04.26	3	104	1974
4	2002. 11.05	4	2010. 12.09	4	1989. 03.19	4	1928. 04.24	4	102	1965
5	1917. 11.05	4	1957. 12.09	5	1983. 03.19	5	1920. 04.23	5	101	1945
6	1995. 11.08	6	2004. 12.06	6	1991. 03.20	6	1947. 04.22	5	101	1939
7	1981. 11.08	6	1959. 12.06	7	1992. 03.22	7	1996. 04.21	7	100	2014
8	1971. 11.08	8	1980. 12.05	8	2002. 03.24	8	1979. 04.21	7	100	1970
9	1932. 11.08	8	1946. 12.05	9	1997. 03.24	9	1932. 04.21	7	100	1957
10	2016. 11.09	10	2003. 12.04	10	1971. 03.24	10	2006. 04.20	7	100	1936
10	1955. 11.09									
10	1942. 11.09									
10	1921. 11.09									

(統計期間 1917 年 11 月～2017 年 5 月 ただし終雪は 1917 年 11 月～2010 年 5 月)

Table 42. 根雪の初終日および初終間日数の累年順位値

Centennial rankings of the first and last days of continuous snow cover and the number of days on which continuous snow cover was observed

順位	初 日		順位	終 日		順位	初終間日数と起年 (冬期)			
	早い順	遅い順		早い順	遅い順		多い順	順位	少ない順	
1	1973. 11.19	1	1980. 01.08	1	1989. 03.01	1	1945. 05.12	1	166	1984
2	1921. 11.22	2	1998. 01.05	2	1959. 03.05	2	1984. 05.10	2	158	1974
3	1939. 11.26	2	1988. 01.05	3	1990. 03.15	3	1936. 05.09	3	157	1945
4	1983. 11.27	2	1949. 01.05	4	2009. 03.16	4	1934. 05.06	3	157	1918
5	1951. 11.27	5	1959. 01.03	5	1979. 03.23	5	1944. 05.05	5	154	1944
6	1947. 11.27	6	2007. 12.31	6	1954. 03.26	6	2006. 05.03	6	152	1940
7	1917. 11.27	6	1982. 12.31	7	2016. 03.27	7	1981. 05.02	6	152	1936
8	1981. 11.28	6	1962. 12.31	7	2007. 03.27	7	1957. 05.02	8	150	1923
9	1934. 11.28	9	1998. 12.30	7	1972. 03.27	7	1925. 05.02	8	150	1922
10	1976. 11.29	9	1957. 12.30	10	1930. 03.29	7	1918. 05.02	10	148	1927
		9	1953. 12.30							

(統計期間 1917 年 11 月～2017 年 5 月)

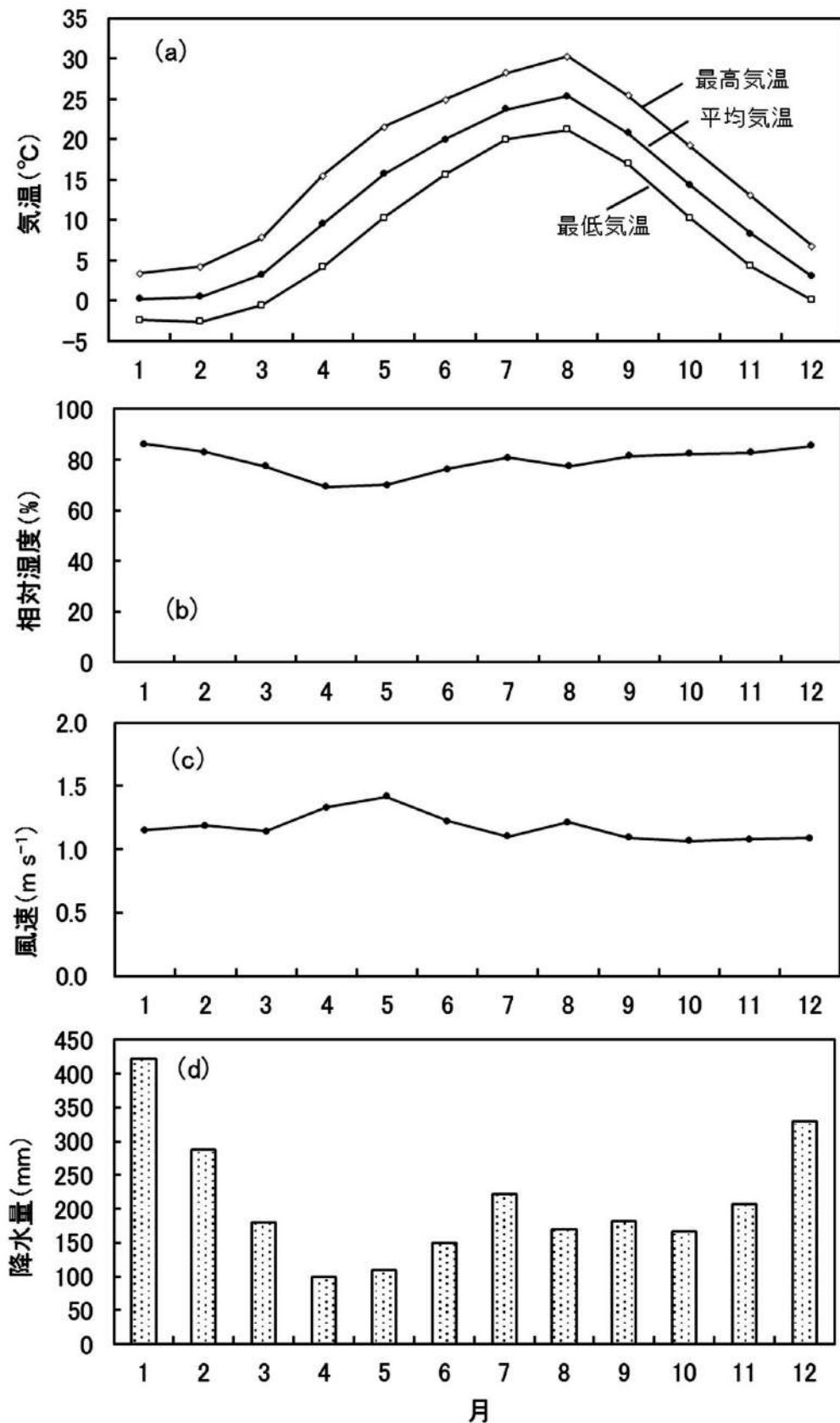


Fig. 1. 気象要素の月別平年値. (a) 気温, (b) 相対湿度, (c) 風速, (d) 降水量
 30-year mean of meteorological elements. (a) Air temperature, (b) relative humidity, (c) wind speed, and (d) precipitation

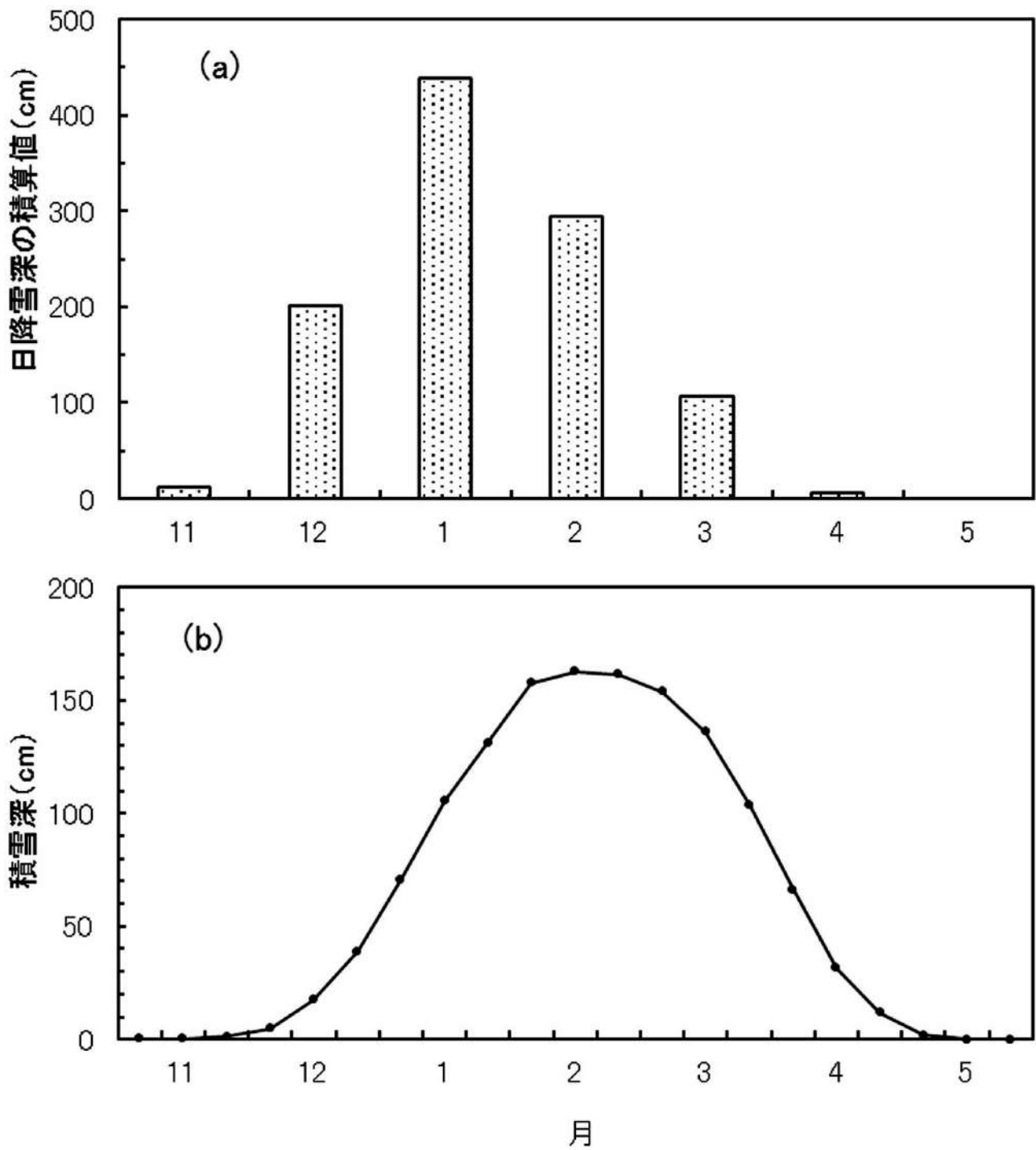


Fig. 2. (a) 日降雪深積算値の月別平年値 (b) 積雪深の旬別平年値
(a) Monthly total daily snowfall depth (30-year mean) , and (b) 30-year mean snow depth

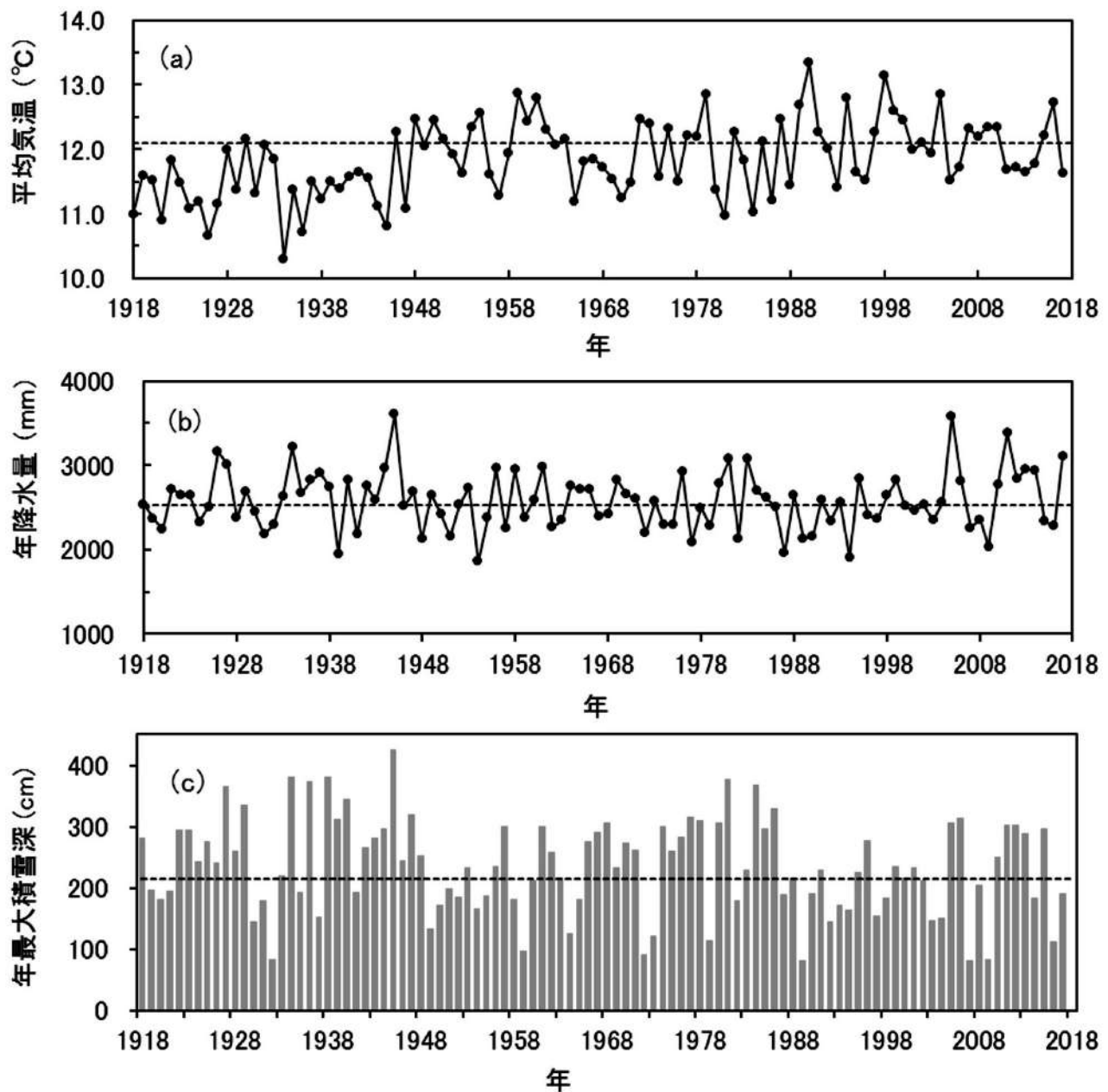


Fig. 3. (a) 年平均気温 (b) 年降水量 (c) 年最大積雪深の変化 (1918～2017 年)

破線はそれぞれの平年値：(a) 12.1°C (b) 2525 mm (c) 214 cm

Variations in (a) annual mean air temperature, (b) annual precipitation and (c) annual maximum snow depth for the period 1918–2017. The broken lines are 30-year mean, respectively: (a) 12.1°C (b) 2525 mm (c) 214 cm.

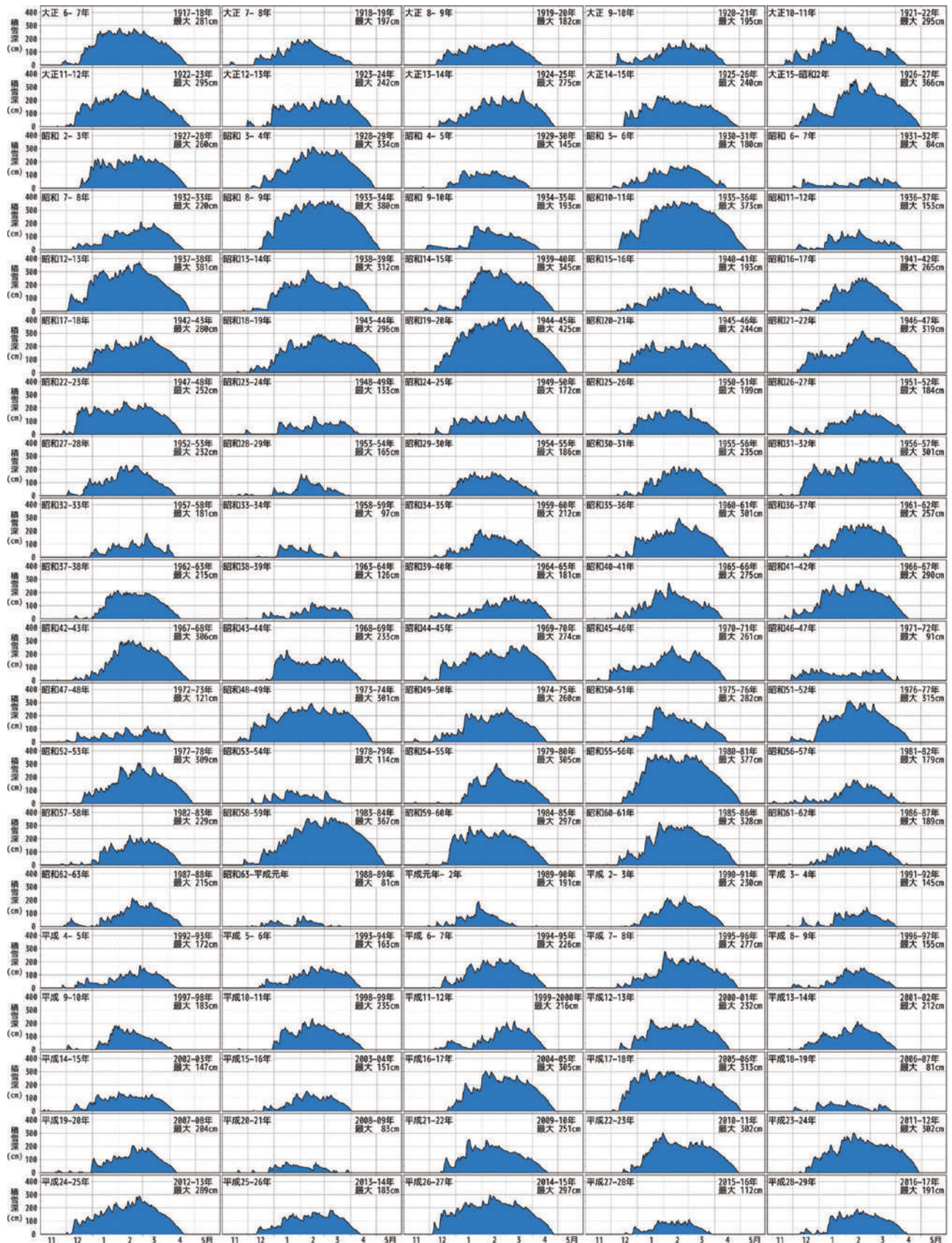


Fig. 4. 年別の積雪深変化 (1918 ～ 2017 年)
Centennial variations in snow depth from 1918 to 2017

Appendix 『新潟県十日町市の気象 90 年報（1918 年～ 2007 年）』（90 年報）の修正または変更箇所

修正箇所	誤	正	補足説明
	期間	1998.01 ～ 2002.04	1998.01 ～ 2007.12
Table 2	最下行	2002.05 ～ 2007.12 …	最下行を削除
			90 年報の Table 16 では 2006.11 ～ 2007.12 の月最大風速は欠測としたが、本報告では 1 分毎の観測値の最大値を記載した。
Table 8	1998 年 8 月	24.4	24.2
	1998 年 年平均	13.2	13.1
	2003 年 1 月	-0.2	0.0
	2003 年 年平均	11.9	12.0
Table 11	2007 年 12 月	13.3	13.7
Table 12	2000 年 2 月	-8.3	-6.4
	2001 年 12 月	-2.9	-3.8
Table 13	2000 年 2 月	5	4
真冬日	2000 年 合計	9	8
Table 14	2001 年 9 月	77	78
	2001 年 年平均	77	78
	2005 年 4 月	73)	74)
	2005 年 6 月	77	76
	2005 年 12 月	90	89
Table 17	2006 年 3 月	260.5	261.5
	2006 年 通年	2810.0	2811.0
Table 19	1998 年 4 月	7.5	7.0
	1998 年 5 月	8.0	9.0
	2007 年 8 月	34.5	35.5
	2007 年 年最大値	34.5	35.5
Table 23	2006 年 10 ～ 19 cm	13	16
	2006 年 合計	73	76
Table 25	2001 年 1 月	4409	4410
	2001 年 冬期積算	16821	16822
Table 26	1999 年 0 ～ 49 cm	9	11
	1999 年 50 ～ 99 cm	23	21
	2006 年 0 ～ 49 cm	13	8
	2006 年 合計	150	145
Table 27	2000 年 4 月積雪水量	-	382
	2000 年 4 月 密度	-	0.48
Table 29	1995 年 降雪日数	96	76
	2000 年 降雪日数	70	69
	2006 年 降雪日数	76	73
	2006 年 根雪初日	12.03	12.10
	2006 年 初終間日数	152	145
Table 42	初終間日数と起年 多い順	6 位 152cm 2006 年 9 位 記載なし	削除 8 位 10 位 148cm 1927 年

Meteorological statistics during the past 100 years from 1918 to 2017 at Tohkamachi Experimental Station, Forestry and Forest Products Research Institute, Japan

Yukari TAKEUCHI^{1)*}, Takafumi KATSUSHIMA¹⁾, Shoji NIWANO¹⁾, Shigeki MURAKAMI²⁾,
Katsumi YAMANOI³⁾, Yasoichi ENDO¹⁾ and Yuji KOMINAMI⁴⁾

Abstract

Meteorological observations have been carried out at Tohkamachi Experimental Station (37° 08' N, 138° 46' E), Niigata Prefecture, since 1918 in order to obtain data for use in disaster prevention and studies on earth science. In this report, we present data such as the air temperature, relative humidity, precipitation, wind speed, snowfall depth, snow depth, and snow–water equivalent obtained over a period of 100 years, i.e., from 1918 to 2017.

Key words : meteorological observation, snowpack, long-term data, Tokamachi

Received 13 August 2018, Accepted 10 October 2018

1) Tohkamachi Experimental Station, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Kyushu Research Center, FFPRI

3) Hokkaido Research Center, FFPRI

4) Department of Disaster Prevention, Meteorology and Hydrology, FFPRI

* Tohkamachi Experimental Station, FFPRI, Kawahara-cho 614-9, Tokamachi, Niigata, 948-0013 JAPAN; e-mail: yukarit@affrc.go.jp

研究資料 (Research record)

ハケ岳の山梨県有林に設置したヤツガタケトウヒ試験区におけるシカ被害を受けた林相の12年間の変化

勝木 俊雄^{1)*}、長池 卓男²⁾、西川 浩己²⁾、田中 智³⁾、岩本 宏二郎¹⁾

要旨

ハケ岳連峰東斜面の山梨県北杜市の県有林において、絶滅危惧種ヤツガタケトウヒの保全のため、1haの試験地を設置し、2005年と2017年に調査をおこなった。この期間中、生存幹本数が2,755本から1,248本に減少、胸高断面積合計(BA)が30.0m²から31.4m²に微増、出現樹種の分類群が37から29に減少した。ニホンジカの被害によって、幹本数と出現樹種数が減少したと考えられた。ヤツガタケトウヒは、2005年に樹皮ガードを取り付けたことで、母樹サイズの胸高直径20cm以上は42本から36本の減少にとどまった。しかし、若木サイズの胸高直径20cm未満が8本から2本に低下し、後継樹が見られないことから、自生地保全のために苗木の増殖が必要と考えられた。

キーワード：獣害、絶滅危惧種、天然更新

1. はじめに

マツ科トウヒ属のヤツガタケトウヒ(ヒメマツハダ *Picea koyamae* Shiras.)は、長野県と山梨県の一部に分布する常緑高木であり、母樹数は2,000以下と推定されている(勝木 2012)。その生育地と個体数の少なさから、国の絶滅危惧IB類に指定されている(環境省自然環境局 2017)。このため、長野県の国有林ではヤツガタケトウヒの生育地を林木遺伝資源保存林や植物群落保護林などの保護林に指定して保全対策をおこなっている(勝木・元島 2012)。山梨県の県有林においても、南アルプス山

域の北杜市白州町やハケ岳山域の北杜市大泉町などにヤツガタケトウヒが分布していることが近年確認されるようになった(勝木・清藤 1999, 勝木ら 2008, 2011, 勝木 2012)。中でも北杜市大泉町の天女山(北緯35°55'15", 東経138°23'57", 標高1,530m)の北北東およそ1.7kmにあるヤツガタケトウヒ集団は、ハケ岳東部最大の個体数が残されており、きわめて貴重だと考えられている(Fig. 1, Photo 1, 勝木ら 2011)。しかし、母樹サイズの個体はニホンジカ(*Cervus nippon* Temminck)による獣害などによって衰退しつつあることに加え、林床にまったく後継樹が

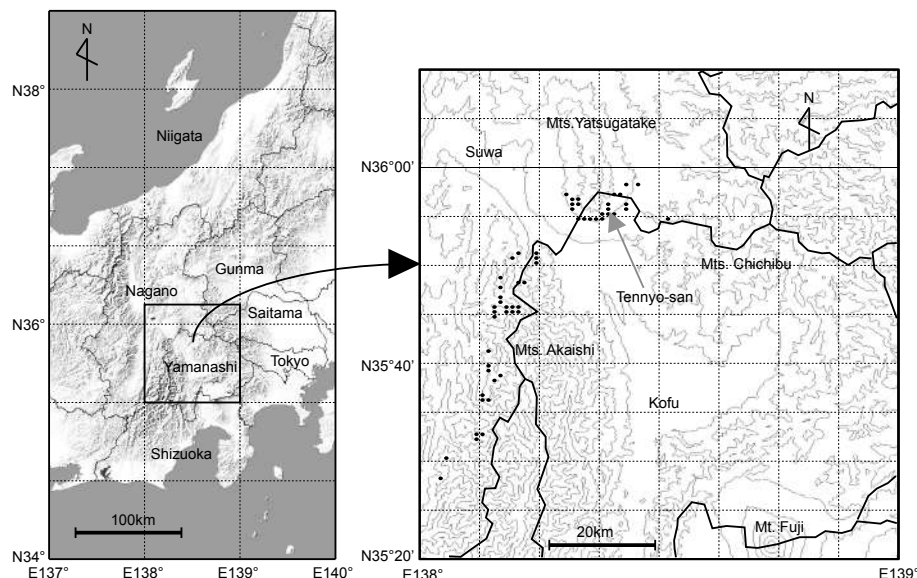


Fig. 1. ヤツガタケトウヒの確認分布地(黒点)と天女山調査地の位置

The confirmed locality of *Picea koyamae* (black dots) and the location of Tennyō-san experiment plot.

原稿受付：平成30年8月7日 原稿受理：平成30年11月14日

1) 森林総合研究所 多摩森林科学園

2) 山梨県森林総合研究所

3) 山梨県植物研究会

* 森林総合研究所 多摩森林科学園 〒193-0843 東京都八王子市廿里町 1833-81

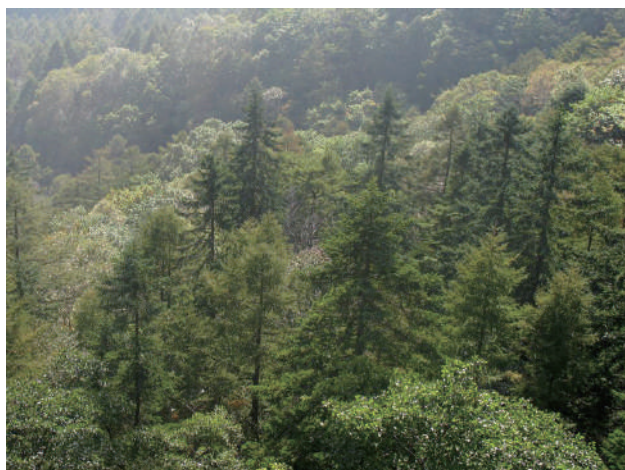


Photo 1. 天女山試験地のヤツガタケトウヒの野生集団
A wild population of *Picea koyamae* at the Tennyosan experiment plot

見られないことから、適切な保全対策を早急におこなう必要が指摘されている（勝木ら 2011）。したがって、ヤツガタケトウヒに対する適切な保全対策を進めるためには、森林の状態を正確に把握することが重要である。そこで筆者らは、2005 年にこのヤツガタケトウヒ集団のもっとも密度が高い部分に 1ha の固定試験地を設置し、シカ被害に対して樹皮ガードを取り付ける対策はおこないつつ、その後の林相の変化を調査している。本報では、設置後 12 年間の林相の変化について報告する。

2. 調査地と方法

調査をおこなった天女山試験地は、山梨県北杜市大泉町の山梨県有林 495 林班に設置された。試験地の中央部は、北緯 35° 56'08"、東経 138° 23'32"、標高 1,740m であった。試験地は、八ヶ岳連峰の権現岳（標高 2,715m）から東に伸びる尾根の中腹に位置し、南東向きの斜面となっている。一帯は八ヶ岳中信高原国定公園第 3 種特別地域に指定されている。山梨県の森林簿によると、495 林班は 1968 年にカラマツ (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carrière) を 2,300 本 ha⁻¹ の密度で植林したことが記録されているが、それ以前の林分状況は明らかではない。周囲では明治時代以降に山火事や盗伐が多かったと伝えられており、サイズ構造から見て、自生のヤツガタケトウヒ等の若齢木が点在していた疎林状の林分にはカラマツが植栽されたものと推測される。この林分は 2005 年に山梨県有林の試験林として指定され、現状が維持されることとなっている。試験地のおよそ 500m 東側には山梨県子牛育成協会が管理する山梨県立八ヶ岳牧場の草地が広がっている。

ヤツガタケトウヒは、胸高直径 20cm 以上が母樹サイズと考えられている（勝木 2012）。試験地を含むおよそ 1km² の範囲内には、母樹サイズのヤツガタケトウヒが 2005 年に 74 個体確認された。また、同じトウヒ属のトウヒ (*Picea jezoensis* (Siebold et Zucc.) Carrière var. *hondoensis* (Mayr) Rehder)、イラモミ (*P. alcoquiana* (Veitch ex

Lindl.) Carrière)、ヒメバラモミ (*P. maximowiczii* Regel ex Carrière) も混在していた。これらトウヒ類については、



Photo 2. 天女山試験地に隣接する八ヶ岳牧場でみられたニホンジカの群
A population of *Cervus nippon* seen at the Yatsugatake Farm



Photo 3. ニホンジカに被害を受けたヤツガタケトウヒの幹
A stem of *Picea koyamae* damaged by *Cervus nippon*



Photo 4. ヤツガタケトウヒに取り付けた樹皮ガード
The bark guard attached for the trunk of *Picea koyamae*

2005年の段階で多くの幹にニホンジカ (Photo 2) による剥皮被害が確認された (Photo 3)。そこで、シカ被害から樹皮を保護するため、樹皮ガード (東工コーセン ザバーン® 製) や金網などを幹に取り付けた (Photo 4)。

林床の大部分は高さ 1m ほどのクマイザサ (*Sasa senanensis* (Franch. et Sav.) Rehder) によって覆われており、木本類の稚樹はわずかであった (Photo 5)。ヤツガタケトウヒの稚樹・若木は確認できなかったが、年によっては実生が発芽しており (Photo 6)、クマイザサを刈り払うことで実生が定着する可能性が高くなることが示されている (勝木ら 2011)。

木本個体の調査は、水平距離 100 × 100m の試験区を 10 × 10m のコードラートに区分し、コードラート毎におこなった。2005 年に樹高 1.3m 以上の木本個体 (除く藤本類) について、株毎にラベルを取り付け、樹種を記録し、胸高直径、コードラート内の位置を測定した。またシカ被害の影響を確認するため、株毎にシカ被害の有無について記録した。さらに樹皮などから樹種が判断出



Photo 5. 天女山試験地の林床を覆うクマイザサ
Sasa senanensis covered with the forest floor in the Tennyō-san experiment plot



Photo 6. 天女山試験地でみられたヤツガタケトウヒの実生
A seedling of *Picea koyamae* seen in the Tennyō-san experiment plot

来る枯死株についても、樹種を記録し、胸高直径を測定した。複数幹からなる株の場合、樹高 1.3m 以上の生存幹の胸高直径をすべて測定し、そのうち 1 本の幹にラベルを取り付けた。12 年後の 2017 年に、コードラート内の位置とラベルを参考に、2005 年データと対応させ、幹毎に生死を確認した。生存幹については、胸高直径を測定してラベルを取り付け、シカ被害があれば記録した。枯死幹については、立ち枯れた状態であればラベルを取り付けた。なお、2005 年データと対応しない幹は新規として取り扱った。

2005 年と 2017 年の木本個体のデータは、まず樹種ごとに生存幹の本数と胸高断面積合計 (BA) を集計し、林分全体および樹種毎の 12 年間の変化について検討した。さらに、保全対象となるヤツガタケトウヒについては、状態 (健全幹・被害幹・枯死幹) を区分した胸高直径階分布を比較し、より詳細に 12 年間の変化について検討した。また、シカ被害の影響について検討するため、試験地全体で状態を区分した幹本数と BA の変化について比較するとともに、主要な樹種の枯死率 (MR (%): Mortality rate, 2005-2017 年間の枯死幹本数 / 2005 年の生存幹本数 × 100)、2005 年と 2017 年の立枯幹率 (SR (%): standing dead stem rate, 各年の立枯幹 BA / 生存幹 BA × 100)、シカ被害率 (DR (%): Damaged rate, 各年のシカ被害幹 BA / 生存幹 BA × 100) を求め、比較した。各樹種の MR については、全体での比率との有意差があるのかカイ二乗検定によって検定した。なお、樹種の和名および学名は『改訂新版 日本の野生植物』(大橋ら 2015 など) にしたがった。

3. 結果と考察

調査の結果、天女山試験地における木本について、全体の幹本数は 2005 年の 2,755 本から 2017 年の 1,248 本と 55% 減少した一方、BA は 2005 年の 30.0m² から 2017 年の 31.4m² と 5% 増加した (Table 1, Fig. 2)。なお、2005 年データとの対応がなく新規とした幹は 48 本で BA が 0.3m² と、いずれも 5% 以下の増加であった。これらの多くは 2005 年に未測定であったと考えられるカラマツであった。出現した樹種について、2005 年は 37 分類群 (36 種・1 雑種) が確認されたが、2017 年にはアズキナシ (*Aria alnifolia* (Siebold et Zucc.) Decne.) やミズメ (*Betula grossa* Siebold et Zucc.) など 8 分類群が消失し 29 分類群となった (Table 1)。なお、カラマツは試験地周囲に自生個体も見られるものの、試験地内の個体はすべて植栽、その他の樹種はすべて自生と考えられた。2005 年に幹本数が上位となった樹種は、トウゴクミツバツツジ (*Rhododendron wadanum* Makino)、サラサドウダン (*Enkianthus campanulatus* (Miq.) G. Nicholson var. *campanulatus*)、カラマツ、ミヤマアオダモ (*Fraxinus apertisquamifera* H. Hara)、ヤハズハンノキ (*Alnus matsumurae* Callier) であったが、このうちトウゴクミツバツツジとサラサドウダンは 2017

Tabel 1. 天女山試験地 (1ha) における樹高 1.3m 以上の木本の樹種毎の 2005 年と 2017 年の幹本数 (SN[†]: Stem number) と胸高断面面積合計 (BA^{††}: Basal area)
Stem number (SN[†]) and basal area (BA^{††}) of each woody taxon over 1.3 m height at the Tennyō-san experiment plot (1 ha) in 2005 and 2017

Japanese name	Scientific name	SN [†] (Num. ha ⁻¹)		BA ^{††} (cm ² ha ⁻¹)	
		2005	2017	2005	2017
ベニバナノツクバネウツギ	<i>Abelia spathulata</i> Siebold et Zucc. var. <i>sanguinea</i> Makino	47	7	153	59
ウラジロモミ	<i>Abies homolepis</i> Siebold et Zucc.	17	4	4,608	1,527
ハウチワカエデ	<i>Acer japonicum</i> Thunb.	2	2	72	236
エンコウカエデ	<i>Acer pictum</i> Thunb. subsp. <i>dissectum</i> (Wesm.) H. Ohashi	1	1	1,007	1,410
ヤハズハンノキ	<i>Alnus matsumurae</i> Callier	79	67	29,220	30,640
アズキナシ	<i>Aria alnifolia</i> (Siebold et Zucc.) Decne.	1	-	25	-
ウラジロノキ	<i>Aria japonica</i> Decne.	42	37	8,580	12,953
ヒロハヘビノボラズ	<i>Berberis amurensis</i> Rupr.	17	13	362	348
ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i> Cham. var. <i>ermanii</i>	19	17	8,299	10,599
ミズメ	<i>Betula grossa</i> Siebold et Zucc.	1	-	19	-
マメザクラ	<i>Cerasus incisa</i> (Thunb.) Loisel. var. <i>incisa</i>	1	-	43	-
ミヤマザクラ	<i>Cerasus maximowiczii</i> (Rupr.) Kom.	31	21	8,049	6,781
タカネザクラ	<i>Cerasus nipponica</i> (Matsum.) Masam. et Suzuki var. <i>nipponica</i>	9	2	3,018	32
ヤツガタケザクラ	<i>Cerasus</i> × <i>miyasakana</i> (H. Kubota) H. Ohba	1	1	24	39
サワラ	<i>Chamaecyparis pisifera</i> (Siebold et Zucc.) Endl.	1	-	17	-
リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i> Siebold et Zucc.	10	5	337	230
ツノハシバミ	<i>Corylus sieboldiana</i> Blume var. <i>sieboldiana</i>	9	-	174	-
ツクバグミ	<i>Elaeagnus montana</i> Makino var. <i>ovata</i> (Maxim.) Araki	9	5	50	71
サラサドウダン	<i>Enkianthus campanulatus</i> (Miq.) G. Nicholson var. <i>campanulatus</i>	454	44	21,458	1,207
ミヤマアオダモ	<i>Fraxinus apertisquamifera</i> H. Hara	169	134	4,669	6,668
ケアオダモ	<i>Fraxinus lanuginosa</i> Koidz. f. <i>lanuginosa</i>	12	8	320	533
アオハダ	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	1	1	44	93
カラマツ	<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carrière	279	252	131,411	173,292
ミヤマイボタ	<i>Ligustrum tschonoskii</i> Decne. var. <i>tschonoskii</i>	24	2	319	37
ズミ	<i>Malus toringo</i> (Siebold) Siebold ex de Vriese	9	7	1,111	1,474
バイカウツギ	<i>Philadelphus satsumi</i> Siebold ex Lindl. et Paxton	1	-	11	-
イラモミ	<i>Picea alcoquiana</i> (Veitch ex Lindl.) Carrière	2	1	15	22
トウヒ	<i>Picea jezoensis</i> (Siebold et Zucc.) Carrière var. <i>hondoensis</i> (Mayr) Rehder	1	1	1,578	2,454
ヤツガタケトウヒ	<i>Picea koyamae</i> Shiras.	51	39	47,627	44,763
アカマツ	<i>Pinus densiflora</i> Siebold et Zucc.	5	3	1,753	1,630
アオナシ	<i>Pyrus ussuriensis</i> Maxim. var. <i>hondoensis</i> (Nakai et Kikuchi) Rehder	1	-	38	-
ミズナラ	<i>Quercus crispula</i> Blume var. <i>crispula</i>	11	4	5,347	2,527
トウゴクミツバツツジ	<i>Rhododendron wadanum</i> Makino	1,356	536	9,798	6,160
ナナカマド	<i>Sorbus commixta</i> Hedl. var. <i>commixta</i>	12	4	842	280
サワフタギ	<i>Symplocos sawafutagi</i> Nagam.	1	-	9	-
コメツガ	<i>Tsuga diversifolia</i> (Maxim.) Mast.	45	24	9,326	7,551
ニシキウツギ	<i>Weigela decora</i> (Nakai) Nakai var. <i>decora</i>	24	6	666	206
total		2,755	1,248	300,394	313,821

年に 60% と 90% と大きく減少した。一方、2005 年に BA が上位であった樹種は、カラムツ、ヤツガタケトウヒ、ヤハズハンノキ、サラサドウダン、トウゴクミツバツツジ、コメツガ (*Tsuga diversifolia* (Maxim.) Mast.)、ウラジロノキ (*Aria japonica* Decne.)、ダケカンバ (*Betula ermanii* Cham. var. *ermanii*) であった。幹本数が大きく減少したサラサドウダンとトウゴクミツバツツジは BA も減少した

が、幹本数の減少が少なかったカラムツとヤハズハンノキ、ウラジロノキ、ダケカンバは BA が増加した。

試験区内全体のシカ被害の状態を BA から見ると、健全幹が 2005 年の 13.1m² から 2017 年の 16.0m² に増加し、被害幹が 2005 年の 16.9m² から 2017 年の 15.4m² に減少し、健全化しているようにも見えた (Fig. 3)。しかし、幹本数で見ると、健全幹は 1,774 本から 712 本に 60% も減少

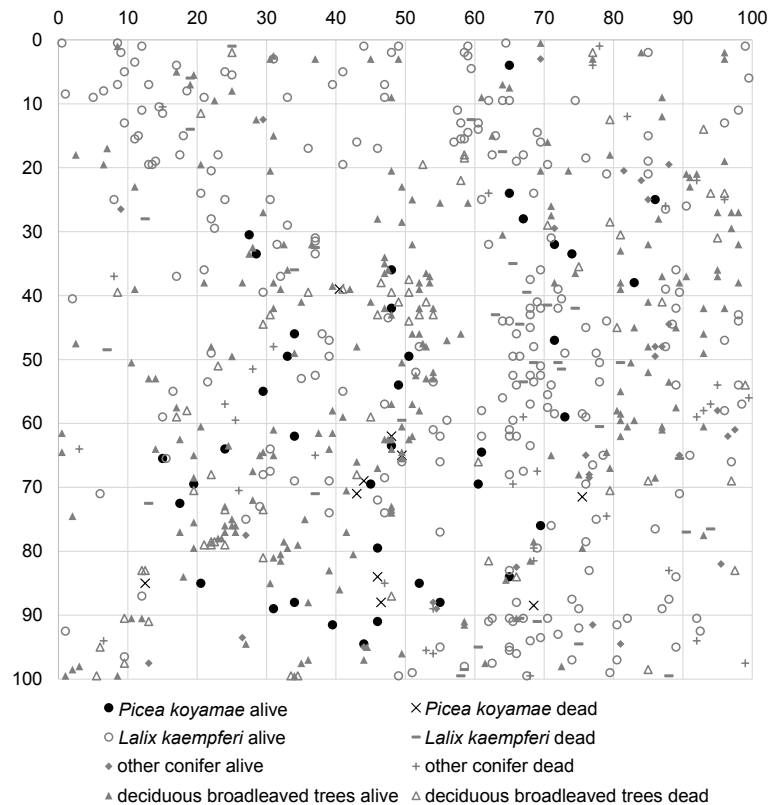


Fig. 2. 天女山試験地におけるヤツガタケトウヒとカラムツ、その他針葉樹、落葉広葉樹の 2017 年の生存個体と 2005-2017 年間の枯死個体の位置

Alive tree in 2017 and dead tree between 2005 and 2017 of *Picea koyamae*, *Lailix kaempferi*, other conifers and deciduous broadleaved trees at the Tenny-san experiment plot (1 ha) .

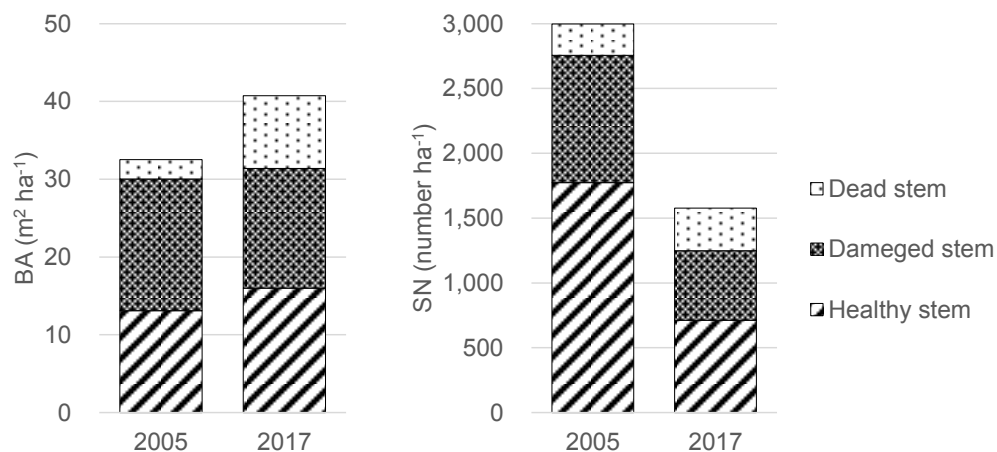


Fig. 3. 天女山試験地における 2005 年と 2017 年の木本の状態毎の胸高断面積と幹本数

Basal area (BA) and stem number (SN) of stem for each condition at the Tenny-san experiment plot (1 ha) in 2005 and 2017

Table 2. 天女山試験地における主要な樹種の枯死率 (MR[†]: Mortality rate, 2017 年の枯死幹本数 / 2005 年の生存幹本数) と 2005 年と 2017 年の立枯幹率 (SR^{††}: standing dead stem rate, 各年の立枯幹 BA / 生存幹 BA) とシカによる被害率 (DR^{†††}: Damaged rate, 各年のシカ被害幹 BA / 生存幹 BA) MR の数字に付した + 記号は有意 ($p < 0.05$) に枯死率に差があることを示す

Mortality rate (MR[†]: dead stem number in 2017 / alive stem number in 2005), standing dead stem rate (SR^{††}: BA of standing dead stem / BA of alive stem) and damaged rate by deer (DR^{†††}: BA of damaged stem / BA of living stem) in 2005 and 2017 of principal woody taxa at the Tenny-san experiment plot (1 ha) + symbols indicate significant ($p < 0.05$) difference in MR

Japanese name	Scientific name	MR [†]	SR ^{††}		DR ^{†††}	
			2005	2017	2005	2017
サラサドウダン	<i>Enkianthus campanulatus</i> var. <i>campanulatus</i>	0.94 ⁺	0.35	23.38	0.77	0.44
ウラジロモミ	<i>Abies homolepis</i>	0.76	1.49	6.86	0.82	0.16
ミズナラ	<i>Quercus crispula</i> var. <i>crispula</i>	0.64	0.41	2.18	0.30	0.81
トウゴクミツバツツジ	<i>Rhododendron wadanum</i>	0.61 ⁺	0.00	0.93	0.11	0.27
コメツガ	<i>Tsuga diversifolia</i>	0.47	0.08	0.65	0.64	0.82
ミヤマザクラ	<i>Cerasus maximowiczii</i>	0.39	0.26	0.80	0.78	0.46
ミヤマアオダモ	<i>Fraxinus apertisquamifera</i>	0.25 ⁻	0.01	0.10	0.69	0.64
ヤツガタケトウヒ	<i>Picea koyamae</i>	0.24 ⁻	0.03	0.25	0.75	0.17
ヤハズハンノキ	<i>Alnus matsumurae</i>	0.15 ⁻	0.01	0.14	0.39	0.23
カラマツ	<i>Larix kaempferi</i>	0.13 ⁻	0.03	0.05	0.56	0.64
ウラジロノキ	<i>Aria japonica</i>	0.12 ⁻	0.00	0.07	0.17	0.29
ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i> var. <i>ermanii</i>	0.11 ⁻	0.00	0.06	0.03	0.00
total		0.56	0.08	0.30	0.56	0.49

しており、よりシカ被害が深刻化していると考えられた。なお、試験地周辺ではツキノワグマ (*Ursus thibetanus* G) やカモシカ (*Capricornis crispus* (Temminck)) も観察されるが、試験地内の木本個体への被害痕からこれらの動物のものとは確認できず、いずれもニホンジカによる被害と考えられた。主要な樹種の MR と SR、DR を比較すると (Table 2)、MR が 70% を超えるサラサドウダンやウラジロモミ (*Abies homolepis* Siebold et Zucc.) などは 30% を超える高い SR が 2005 年から 2017 年でさらに上昇した一方、DR は 2005 年から 2017 年で減少していた。長野県のニホンジカの被害は 1990 年代頃から深刻化したと指摘されており (小山ら 2010)、当試験地の被害も同時期から深刻化したと考えられた。そのため、サラサドウダンなどが選択的にニホンジカによる被害を早くから受け、枯死が進行し、被害を受けにくい樹種の幹のみが生き残ったと考えられた。トウゴクミツバツツジやコメツガなどは、50% 前後の高い MR であるが、2005 年の SR は 10% 以下と低く、2017 年に SR と DR が上昇していた。これらは、サラサドウダンなどよりやや遅れてニホンジカによる被害を受け、枯死が進行しつつあると考えられた。カラマツやウラジロノキなどは、MR が 13% 以下と低く、SR も 7% 以下であった。これらはニホンジカによる被害を受けても、枯死にいたる割合が低いと考えられた。例えばカラマツの DR は 2005 年が 56%、2017 年は 64% と比較的高い値であるが、MR は 13% と全体平均より有意 ($p < 0.05$) に低く、小山ら (2010) のカラマツは被害を受

けても枯れないとの指摘と同じ傾向を示した。このように樹種によってシカ被害の影響は大きく異なり、今後もシカ被害が継続すると、被害を受けて枯死しやすい樹種は消失し、被害を受けても枯死しない樹種だけからなる樹種構成に変化すると予想された。ただし、カラマツの MR でもすでに 10% を超えており、こうした枯れにくい樹種も次第に減少することが危惧された。

低木類や一部の高木類の枯死要因については、森林の発達にともなう密度効果による枯死も検討されなければならない。しかし、2017 年の高木類の密度は、カラマツが 252 本 ha⁻¹、ヤハズハンノキが 67 本 ha⁻¹ などの程度で、林床に直接日光があたるギャップも多く存在していた。林床は高さおよそ 1m のクマイザサがほぼ全体を覆っており、被陰による枯死はほとんどなかったと考えられた。

2005 年のヤツガタケトウヒは、試験地内で 50 本が確認された (Fig. 4)。このうち母樹サイズと考えられる胸高直径 20cm 以上の幹は 42 本であった。胸高直径の最大値は 71.7cm で、20 ~ 40cm の幹が 30 本と最も多いひと山型の直径階分布を示した。また、これらのうちの 76% にあたる 39 本はシカ被害が確認されたほか、すでに枯死していた幹も 4 本あった。一方、2017 年は、24% にあたる 12 本が枯死し、生きている幹は 38 本となった。最大は胸高直径 82.3cm で、2005 年と同様に 20 ~ 40cm の幹が 25 本と最も多いひと山型の直径階分布を示した。また、樹高 1.3m 以上に成長して新規に加わった幹は確認されな

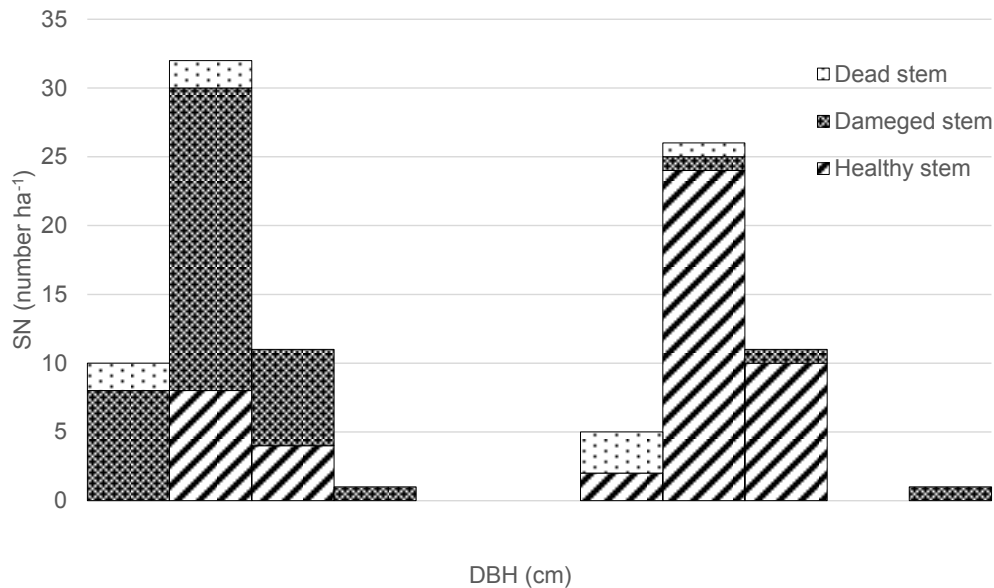


Fig. 4. 天女山試験地における 2005 年と 2017 年のヤツガタケトウヒの状態毎（健全・シカ害・枯死）の胸高直径階別幹本数

The diameter class number by stem state (healthy, damaged and dead) of *Picea koyamae* at Tennyō-san experiment plot (1 ha) in 2005 and 2017

かったことに加え、2005 年に胸高直径 20cm 未満であった幹 8 本は、2017 年に 6 本が枯死、2 本がそのまま 20cm 未満に留まっていた。樹高 1.3m 未満の実生・若木サイズの個体についても、クマイザサによる被陰によって成長できないと考えられている（勝木ら 2011）。この結果、今後も新しく母樹サイズとなる新たな個体が加入する期待は持てないと考えられた。一方、母樹サイズの胸高直径 20cm 以上の幹は 2005 年の 42 本が 2017 に 36 本に減少した。この間 1 年に 1.3% の減少率となり、30 年後の 2047 年にはさらに 8 本減少することが予想された。なお、2017 年に 2005 年以降の新たなシカ被害幹は 4 本しか確認されておらず、被害が確認された幹はいずれも樹皮ガードが外れていた。樹皮ガードをつけた幹への新たな被害は確認されなかったことから、樹皮ガードによるシカ被害防止効果が認められた。また、母樹サイズで枯死した 6 本のうち、5 本は台風が原因と考えられる根返りによって枯死していた。したがって、これら母樹サイズの個体の枯死は、シカ被害および台風などの突発的な被害によって生じたと考えられた。

4. まとめ

天女山試験地の 2017 年における幹密度 1,248 本 ha⁻¹、BA 31.4m² ha⁻¹ は、同じ八ヶ岳の西岳国有林のヤツガタケトウヒの林木遺伝資源保存林における 933 本 ha⁻¹、BA 38.2m² ha⁻¹（勝木ら 2015）と比較すると、より若い発達段階にある数字を示している。西岳国有林のヤツガタケトウヒは 1880 年頃に一斉更新したと考えられており、2014 年の平均胸高直径は 49cm となっている。立地条件が異なるので単純な比較はできないが、天女山試験地のヤツ

ガタケトウヒはさらに若く、通常であれば今後もさらなる成長が見込まれると考えられる。

ただし、天女山試験地では現在ニホンジカによる深刻な被害が進行しており、林分の樹種構成も大きく変化しつつある。Nanami *et al.* (1999) や釜田ら (2008)、石田ら (2010)、阪口ら (2012) で示されているように、このまま放置するとシカの被害を受けにくい樹種が優占する森林、あるいはササ原、草地へ変化することが予想される。幸いなことに、2005 年ごろから山梨県などによってヤツガタケトウヒの樹皮の保護がおこなわれたことで、ヤツガタケトウヒの急激な枯死・消失の恐れは低下した。ただし、後継樹が存在せず、クマイザサが林床を覆っていることから今後の天然更新も期待できない状況であり（Photo 5）、将来のヤツガタケトウヒ集団の消失の恐れはきわめて高いと考えられる。八ヶ岳地域のヤツガタケトウヒは小集団化したことによって、集団

は、充分に実現可能な計画と考えられる。隣接する牧場の影響は定かではないが、試験地周辺は、山梨県内でもシカ密度が最も高い地域の一つであるため、山梨県や北杜市による管理捕獲が実施されているが、未だ高い密度が維持されている（山梨県 2017）。天女山のヤツガタケトウヒ集団に対して、まだ総合的な保全対策は実施されていないため、今後は積極的に検討して進めることに期待したい。

最後に、本調査にあたり協力して頂いた山梨県森林環境部県有林課・みどり自然課、山梨県中北林務環境事務所、山梨県子牛育成協会、森林総合研究所多摩森林科学園の別所康次氏・大中みちる氏、山梨県北杜市の高橋正和氏・堀田文昭氏・久保氏・佐藤美代氏・佐藤英道氏、その他多くの関係した皆様に感謝いたします。

引用文献

- 石田 弘明・黒田 有寿茂・橋本 佳延・澤田 佳宏・江間 薫・服部 保 (2010) ニホンジカが暖温帯夏緑二次林の種多様性と種組成に与える影響。保全生態学研究, 15, 219-229.
- 釜田 淳志・安藤 正規・柴田 勲 (2008) 樹種選択性、選好性樹木の分布および土地利用頻度からみた大台ヶ原におけるニホンジカによる樹木剥皮の発生。日本森林学会誌, 90, 174-181.
- 勝木 俊雄 (2012) 本州産希少トウヒ属樹木の保全に関する研究。東京大学大学院農学生命科学研究科学学位論文, 120pp.
- 勝木 俊雄・明石 浩司・田中 智・岩本 宏二郎・田中 信行 (2008) 気候要因と地質要因を用いたヤツガタケトウヒとヒメバラモミの現在の分布域の推定。森林立地, 50, 25-34.
- 勝木 俊雄・岩本 宏二郎・山本 武郎 (2015) 林木遺伝資源保存林のヤツガタケトウヒ集団は持続可能か?。関東森林研究, 66, 17-20.
- 勝木 俊雄・元島 清人 (2012) 希少種ヤツガタケトウヒとヒメバラモミの保全活動とその評価。関東森林研究, 63 (2), 77-80.
- 勝木 俊雄・清藤 城宏 (1999) 山梨県白州町におけるヤツガタケトウヒとヒメバラモミの集団の実態。日本林学会関東支部大会発表論文集, 50, 69-70.
- Katsuki, T., Shimada, K. and Yoshimaru, H. (2011) Process to extinction and genetic structure of a threatened Japanese conifer species, *Picea koyamae*. Journal of Forest Research, 16, 292-301.
- 勝木 俊雄・田中 智・岩本 宏二郎・大中 みちる・長池 卓男・西川 浩己 (2011) ハケ岳の山梨県有林におけるヤツガタケトウヒの実生発芽と更新阻害要因。関東森林研究, 62, 123-126.
- 環境省自然環境局 (2017) “環境省レッドリスト 2017 の公表について”, <http://www.env.go.jp/press/103881.html>, (参照 2017-07-10)。
- 小山 泰弘・岡田 充弘・山内 仁人 (2010) ニホンジカの食害による森林被害の実態と防除技術の開発。長野県林業総合センター研究報告, 24, 1-24.
- 丸山 エミリオ毅・細井 佳久・勝木 俊雄 (2011) 不定胚形成によるヤツガタケトウヒの個体再生。関東森林研究, 62, 127-130.
- Nanami, S., Kawaguchi, H. and Yamakura, T. (1999) Dioecy-induced spatial patterns of two codominant tree species, *Podocarpus nagi* and *Neolitsea aciculata*. Journal of Ecology, 87, 678-687.
- 大橋 広好・門田 裕一・木原 浩・邑田 仁・米倉 浩司 編 (2015) 改訂新版 日本の野生植物 1. 平凡社, 392pp.
- 阪口 翔太・藤木 大介・井上 みずき・山崎 理正・福島 慶太郎・高柳 敦 (2012) 日本海側冷温帯性針広混交林におけるニホンジカの植物嗜好性。森林研究, 78, 71-80.
- 田村 省二・浦出 俊和・上甫木 昭春 (2015) シカによる生態系被害を受けた大台ヶ原における自然再生の手法に関する研究。ランドスケープ研究, 78, 677-682.
- 山梨県 (2017) “第 2 期山梨県第二種特定鳥獣 (ニホンジカ) 管理計画”, <https://www.pref.yamanashi.jp/midori/documents/2ki-shika.pdf>, (参照 2018-09-20)。

Changes in the state of the forest between 12 years damaged by *Cervus nippon* at an experiment plot for *Picea koyamae* established in the Yamanashi prefectural forest.

Toshio KATSUKI^{1)*}, Takuo NAGAIKE²⁾, Hiroki NISHIKAWA²⁾,
Satoshi TANAKA³⁾ and Kojiro IWAMOTO¹⁾

Abstract

An experiment plot (1 ha) was established in the Yamanashi prefectural forest of Hokuto City on the east slope of Mts. Yatsugatake to preserve the endangered species *Picea koyamae*. Comparative observations of trees in the plot were carried out in 2005 and 2017. During this period, the alive stem number greatly decreased from 2,755 to 1,248, the basal area at breast height (BA) increased from 30.0 m² to 31.4 m², and the number of confirmed taxa decreased from 37 to 29. We guessed that the decreases in number of stems and number of confirmed taxa were due to damage by *Cervus nippon*. The number of mother trees of *P. koyamae* larger than 20 cm in diameter at breast height (DBH) slightly decreased from 42 to 36 due to the positive influence of bark guards attached in 2005. However, it of younger trees smaller than 20 cm in DBH decreased significantly from eight to two. We propose that propagation of seedlings is necessary due to the lack of successful saplings for its *in situ* conservation.

Key words : mammal damage, endangered species, natural regeneration

Received 7 August 2018, Accepted 14 November 2018

1) Tama Forest Science Garden, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Yamanashi Forestry and Forest Products Research Institute

3) The Botanical Society of Yamanashi

* Tama Forest Science Garden, FFPRI, 1833-81 Todori, Hachioji, Tokyo, 193-0843 JAPAN; e-mail: katsuki@ffpri.affrc.go.jp

研究資料 (Research record)

竜ノ口山森林理水試験地観測報告 (2006 年 1 月～2010 年 12 月)

細田 育広^{1)*}、小南 裕志²⁾、深山 貴文²⁾、岡野 通明²⁾、後藤 義明³⁾

要旨

森林総合研究所関西支所の竜ノ口山森林理水試験地の南谷と北谷において観測された 2006～2010 年の日降水量・日流出水量をとりまとめた。日界は日本中央標準時の 24 時である。降水量は山麓の岡山実験林気象観測露場に設置した 3 台の転倒マス型雨量計の時間雨量の平均値を積算した値である。2006 年 8 月 2 日～12 月 10 日は 3 台とも欠測のため貯水型雨量計の値を記載した。流出量は量水堰堤の 60°V ノッチを越流する水位を観測し、流量換算して積算した値である。水位計にはペン記録型のフロート式自記水位計を用い、アナログ水位記録の離散化は手作業でおこなった。南谷では 2008 年の 5 月 29 日と 9 月 26 日に水位計の機械的なトラブルによる欠測が生じた。このためこの両日における南谷の日流出量として推定水位に基づく参考値を記載した。補完値を含めた本報告期間における平均年降水量は 1071.2mm、平均年流出量は南谷で 315.2mm、北谷で 349.9mm であった。2006 年 2・3 月、2004 年の台風で生じた風倒跡地 0.48ha の斜面上部にヒノキ、斜面下部に 4 種類の広葉樹が植栽された。その後植栽地では 2010 年まで年 1 回夏季に下刈りが実施された。しかしながら全体的には本報告期間における流域植生の変化は顕著ではなかった。

キーワード：日流出量、日降水量、並列流域、古生層付加体、温暖寡雨気候

1. はじめに

岡山平野の北東縁を成す温暖寡雨な瀬戸内海式気候下の竜ノ口山国有林内において継続する森林理水試験は 1937 年に開始した。理水とは、水流出調節を意味する(中野 1976)。本試験における最も基本的な常時観測項目は、試験流域の流出水量と降水量である。

試験地設立の経緯は平田(1942)・丸山(1987)・皆見・久武(2005)に詳しい(細田・阿部 2012)。現地事務所は 1935 年 8 月水源涵養試験地として設置され、観測開始翌年に林業試験場高島試験地と改称した(農林省林業試験場関西支場 1964)。1947 年 4 月の林政統一時に大阪支場管轄の分場となり、1952 年 7 月大阪支場の京都移転により京都支場高島分場、1959 年 7 月支場名改称に際して関西支場岡山分場となった。1966 年 4 月岡山分場防災研究室が関西支場に移転し、同支場岡山試験地となり 1985 年 12 月で閉鎖された。1988 年 10 月の組織改変を前に庁舎等は取り壊され、竜ノ口山森林理水試験地(以後、竜ノ口山)の観測を残して試験地は廃止となった。その後、森林総合研究所関西支所が所有する気象観測露場(以降、山麓露場)を含む山麓の区域は旧岡山試験地と呼称されていたが、2006 年 10 月に関西支所岡山実験林と改称され現在に至っている(森林総合研究所関西支所 2017)。このように組織・体制が変化の中で竜ノ口山の観測は

継続されてきた。この間、時代も大きく変化したが、幸いなことに観測開始以来の自記記録紙は諸先輩の努力のお陰で現在関西支所に保管されている。

竜ノ口山の水源涵養試験報告は 1960 年までに 5 回を数えた(武田 1942, 荻原・山本 1944, 中野・大瀧 1950, 白井ら 1954, 白井・星川 1960)。これらはデータ解析を主体とした内容であったが、1961 年に林業試験場の他の流域試験地とともに観測開始からの降水量・流出水量を日単位でまとめた観測報告が刊行された(農林省林業試験場 1961)。以降、観測報告としては同様のデータ表を公表してきた(関西支場防災研究室・岡山試験地 1979, 防災研究室・岡山試験地 1981, 後藤ら 2005, 玉井ら 2008, 2010)。これらの日単位データは、森林総合研究所ホームページ上で森林理水試験地データベースとして公表されている。本報告はそれらに続く 2010 年 12 月までの観測記録を日単位でとりまとめたものである。既報値と合わせて研究・教育・行政に広く役立つことを望む。

ところで 1952 年以降林業試験場(現森林総合研究所)の同種の試験地は森林理水試験地を統一呼称とした(中野 1976)。しかしその後も竜ノ口山で試験地名称に揺らぎがみられるのは事務管理上の登録が「竜ノ口山量水試験地」のためである。その経緯は聞き及んでいないが、国有林内で実施する試験であり、目的は単に水の量を測

原稿受付：平成 30 年 9 月 25 日 原稿受理：平成 30 年 11 月 19 日

1) 森林総合研究所 関西支所

2) 森林総合研究所 森林防災研究領域

3) 森林総合研究所 森林災害・被害研究拠点

* 森林総合研究所 関西支所 〒612-0855 京都市伏見区桃山町永井久太郎 68 番地

ることではなく、森林の水源涵養機能の解明にある。このため、研究上は場所と目的が対象に一致する「竜ノ口山森林理水試験地」を用いている。

なお、竜ノ口山における流域流出水量および山麓露場の気象観測は森林総合研究所が独立行政法人となった平成13年4月以降は5年毎の中期計画の中で基盤事業として位置づけられ、これによる予算を基本として観測を行った。また、前述の通り試験流域は国有林内にある。林野庁近畿中国森林管理局岡山森林管理署のご協力に感謝申し上げる。

2. 試験地の概要

竜ノ口山森林理水試験地は岡山県岡山市中区（北緯34°42′、東経133°58′）に所在し、南北に隣接する北谷（17.3ha, 36～246m）と南谷（22.6ha, 50～257m）の二流域で構成される。北谷右岸と両谷下流部は石英斑岩などの火成岩、それ以外は大部分が硬砂岩優勢で粘板岩が互層する古生層（超丹波帯江尻層）を基岩とする。北谷の谷筋に沿う上流部の硬砂岩には緑色岩（凝灰岩）が顕著に挟在し大きな鞍部を形成している（武田1942, 岸岡・藤枝1984, 細田・谷2016）。

2006～2010年における山麓露場の年平均気温は約15℃、平均年降水量は1071.2mmであった。例年6・7月の梅雨期は多雨傾向であり、8月と冬期の降水量は少ない傾向がある。また、冬期には毎年のように降雪はあるが1cm以上積雪することは希である。2008年1月29日に岡山地方気象台で観測された最深積雪3cmは1997年以来の記録となった（岡山地方気象台2009）。

試験流域の植生は、1980年頃のマツ枯れ以降に成立したコナラ（*Quercus serrata* Murray）優勢な二次林が広く分布し、一部にヒノキ（*Chamaecyparis obtusa* (Siebold et Zucc.) Endl.）を主とする人工林が配置されている（後藤ら2006）。2007年11月に撮影された空中写真に基づく林相別の面積率は、北谷ではコナラ優勢林が93%を占める一方、南谷ではコナラ優勢林30%、多樹種混交林27%、ヒノキ人工林15%、クズ（*Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi）・ネザサ類（主に *Pleioblastus shibuyanensis* Makino ex Nakai var. *basihirsutus* Sad.Suzuki）繁茂疎林15%、常緑樹優勢林6%と多様であった（細田ら2008）。南谷主流路沿いの2004年風倒被災地（後藤ら2006）では、2006年2・3月に植林が行われた。施業地面積0.48haの斜面上部にヒノキ600本/0.28ha、遊歩道に近い斜面下部にコナラ・クヌギ（*Quercus acutissima* Carruth.）・ヤマモミジ（*Acer amoenum* Carrière var. *matsumurae* (Koidz.) K.Ogata）・ヤマザクラ（*Cerasus jamasakura* (Siebold ex Koidz.) H.Ohba）それぞれ100本/0.05haが植栽された（岡山森林管理署2008）。この2006年植栽地では、2010年まで7～8月に年1回下刈りが実施された。2010年秋の植栽木の平均的な樹高はヒノキが1～2m、広葉樹が0.5～1mであり、植栽地は見通しの良い草葎状態で維持された。竜ノ口山

の理水試験は、その初期においては植生を試験設計に合わせて変化させる計画もあった（中野・大瀧1950）。しかし1980年頃のマツ枯れ以降は基本的に国有林の計画的な施業が実施される中で継続されている。各流域とも全体的には混交林であり、平成12年に決定された林政改革大綱（農林水産省2000）以降、水源涵養機能上好ましいとされる林相となっている。しかしそれを実証するデータは不足しており、1980年以降の竜ノ口山で観測される混交林の発達段階（藤森2006）に応じた水流出の変動実態は、この地域で最も長期に亘る記録として大きな意味がある。

なお、試験流域外ではあるが、2010年12月25日、北谷量水堰堤の約80m下流右岸斜面約0.55haで林野火災が発生した。2011年1月5日時点で林床に燃焼痕が認められ、立木の損傷は外見上軽微であった。

3. 観測の方法

3.1 降水量

1937～1985年まで山麓露場は北谷と南谷の境をなす尾根の麓付近にあった。この旧山麓露場と流域内最大15箇所の降水量が1937～1945年に比較観測され、旧山麓露場降水量を流域の降水量とみなせることが確認された（武田1942, 中野・大瀧1950）。さらに1986年の山麓露場移転前に新旧山麓露場の降水量を比較し、その差が約1%であることから特に補正はせずに観測値をそのまま試験流域の降水量としている（後藤ら2005）。本報告の降水量も山麓露場における観測に基づく。降水量を含む山麓露場における観測は2009年3月10日まで主として小南が担当し、以降は細田が引き継いだ。

本報告期間の開始時点における露場の雨量計は4台であった。このうち1台は貯水型雨量計（以降 P_z とする）であり、期間当初の P_z (No.3301, H.OTA TOKYO, 1960年3月製造, 受水口地上高15cm) は2006年10月4日にロートとパイプの連結部近傍が円周方向に半分以上割れていたためガムテープで固定し、2007年5月11日に同型の P_z (No.39, 大田計器製作所, 2007年1月納品, 受水口地上高20cm) で更新した。残る3台は転倒マス型雨量計であり、 P_A は1977年2月製造、 P_B は1993年4月製造のRT-5（池田計器製作所, 1転倒0.5mm, 受水口地上高は順に55cm, 66cm）、 P_C は2004年から使用するHOBORG2M（Onset Computer Co. (以後 Onset), 1転倒0.2mm, 受水口地上高25cm) である。受水口径は P_C が152mm、それ以外は200mmである。いずれもHOBORG Event (Onset) を用いて転倒時刻を記録した。また、欠測回避のため山麓露場内にHOBORH21 (Onset) を用いて10分間隔で記録する新たな気象観測システムを2007年12月19日に設置し、受水口径250mmの P_D (OW-34, 大田計器製作所, 1転倒0.5mm, 2007年12月製造, 受水口地上高77cm) を接続して2008年2月14日に観測を開始した。2010年09月16日にはHOBORH21をHOBORU30-NRC(Onset)に交換した。

各雨量計の配置を Fig. 1 に示す。

本観測報告では、前報（玉井ら 2008）の期間終盤に倣い雨量計 3 台 ($P_{A\sim C}$) の観測値の平均値を降水量とした。ただし、3 台のうち 1 台で欠測が生じた場合は残る 2 台の平均値、2 台で欠測が生じた場合は 1 台の観測値を用い、3 台とも欠測の場合は P_Z 値を用いた。欠測の状況は Fig. 2 に示す通りである。欠測の原因は鳥糞や植物破片の集積による目詰まり、データロガーの電池切れや不具合、信号線の結線不良などである。また、 P_Z 計量インターバル期間において、ある転倒マス型雨量計の値が P_Z 値と比較して概ね 20% 以上差がある場合は、該当雨量計の値は欠測とした。地面直置き P_C では器内におけるトゥクリ

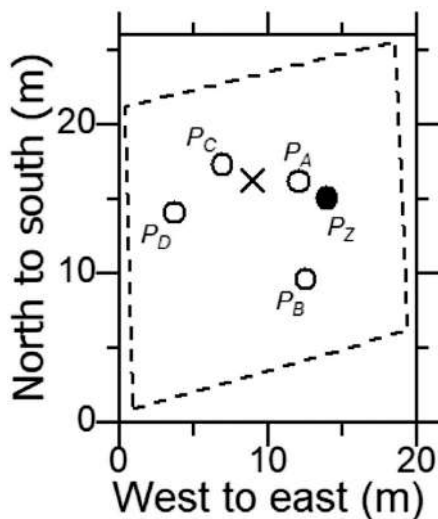


Fig. 1. 岡山実験林気象観測露場における雨量計の配置
Arrangement of rain gauges in the meteorological station of the Okayama Experimental Forest.
 P_Z (●) : 貯水型雨量計 storage-type rain gauge,
 $P_{A\sim D}$ (○) : 転倒マス型雨量計 tipping bucket-type rain gauge, × : 標石 stone marker ($32^{\circ} 42' 32''$ N, $133^{\circ} 57' 42''$ E) .

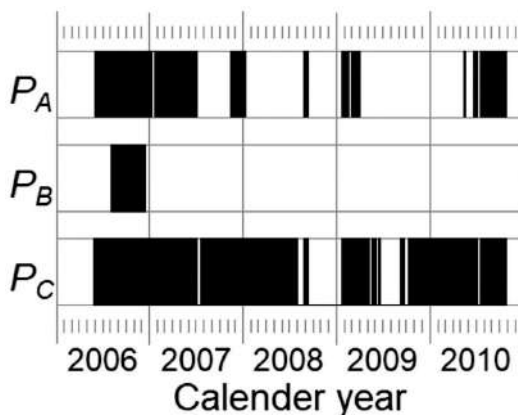


Fig. 2. 各転倒マス型雨量計の欠測期間（黒塗り部分）
Data missing periods for each tipping bucket-type rain gauge (blackened sections) .

バチの営巣、ナメクジの徘徊による転倒マスの動作障害も発生したため欠測が頻発した。 P_A は HOBO EVENT が不調となったため、2010 年 10 月 20 日に RVR-52 (T&D) に交換し、同年 11 月 19 日に RT-5 を RT-5E (池田計器製作所, 受水口径 200mm、1 転倒 0.5mm、2010 年 3 月製造) に交換した。

ところで 1984 年までの観測報告では P_Z が用いられていた。一方、1985 年以降は転倒マス型雨量計の値を P_Z 値で補正した 2003 年を除けば、基本的に単独 (P_A または P_B) または複数台の転倒マス型雨量計の値を報告してきた（後藤ら 2005, 玉井ら 2008）。この間も P_Z による観測は継続されてきており、2004 年以前は一部の期間のデータが見当たらないものの、2009 年 3 月まではほぼ降雨イベント毎、それ以降は 1～2 週間毎に計量されてきた。参考までに 2005～2010 年における P_Z と転倒マス型雨量計の観測値を P_Z 計量のインターバルにおいて合計した値との関係を図 3 に示す。Fig. 3f は 2006 年の $P_{A\sim C}$ 完全欠測期間における P_Z 値と岡山地方気象台の雨量との関係を示す。岡山地方気象台は山麓露場から直線距離で約 6.7km 南西に位置する。その降水量時別値（気象庁 2018）を P_Z 計量のインターバルにおいて合計した値を用いた。

なお、降水量観測に大きな影響は無いと思われるが、2008 年 1 月 25 日に気象露場西側に近接するコナラを主とする雑木林（樹高 12m 前後）、および南～東に繁茂する低木林を 10～15m 幅で伐採除去した。また、2009 年 9 月 16 日（推定）に露場から西南西に約 100m 離れた岡山実験林正門付近の遊歩道北側のモミジバフウ (*Liquidambar styraciflua* L.) の並木計 10 本（高さ 20m 前後）が伐採除去された。

3.2 流出水量

両流域ともに 1937 年の観測開始以来使用する量水堰堤の 60° V ノッチを越流する水位を観測し、流量に換算した。水位の観測は、量水堰堤上流側にある底面の長さ 12m、幅 5m（南谷 6m）の湛水池に隣接し、量水堰堤右岸袖上流側に設置された水位計測池（内法長さ 3m、幅 2m）で行われた。水位計測池は湛水池右岸の 2 分勾配護岸を貫通する上下 2 カ所の通直な連通管（直径約 10cm）で結ばれている（武田 1942）。下端が底面に接する下部連通管は土砂で閉塞していることが多く、土砂浚渫時の水位計測池の水抜き穴としての意味合いが大きい。このため実質的には湛水池と水位計測池の連通管としての機能は上部の 1 本が担う期間が長く、波浪による小刻みな水位変動が適度に抑制されている。2005 年 1 月末から 2 月上旬にかけて両流域の湛水池の土砂浚渫をしており（玉井ら 2008）、本報告期間においては浚渫を要するほどの土砂堆積には至らなかった。

水位は、両流域ともに 1 巻の自記紙で 3 ヶ月記録可能なペン記録型長期自記水位計（ALR-203, 池田計器製作所, 測定範囲 2m, 紙送り 6mm h^{-1} , 水位倍率 1, 1983 年 4 月製

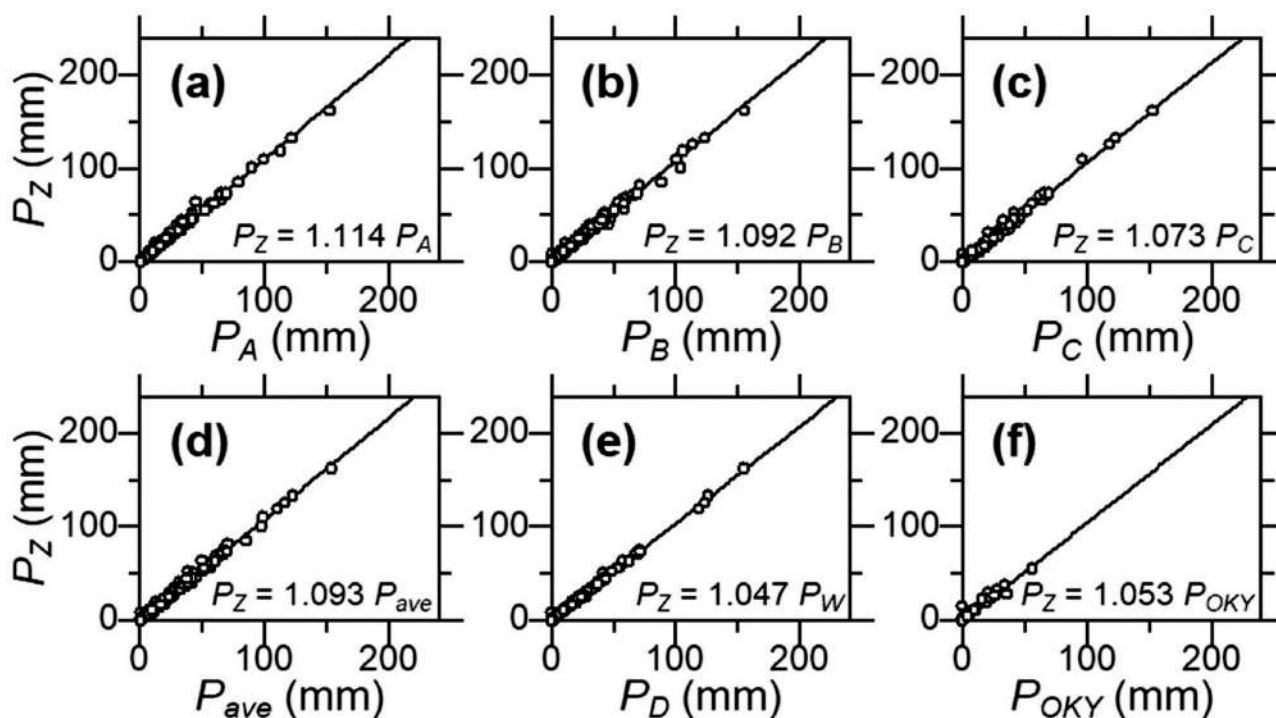


Fig. 3. 2005～2010年における貯水型雨量計と転倒マス型雨量計の値の関係

Relationships between storage-type rain gauge data and tipping bucket-type rain gauge data.

P_Z : 貯水型雨量計 storage-type rain gauge, $P_{A \sim D}$ (a～c, e): 転倒マス型雨量計 tipping bucket-type rain gauge, P_{ave} (d): $P_{A \sim C}$ の時間雨量の平均値に基づく雨量 rainfall based on mean values of hourly $P_{A \sim C}$ data, P_{OKY} (f): $P_{A \sim C}$ の欠測期間における岡山地方気象台の降水量特別値に基づく雨量 rainfall based on hourly data at the Okayama Local Meteorological Office in the period coincident with data missing periods for $P_{A \sim C}$.

造)による観測を基本とした。ALR-203を水位計測池の建屋内に設置し、フロートの上下動を自記紙上のペンで記録した。自記紙上のペン記録は、細田ら(2007)に準じて水位波形が直線とみなせる区間の両端の日時と水位を手作業で読取り離散化した。基本的な読取り時間間隔は、2007年まで5分～1時間、2008年以降は1分～4時間とした。日流出量の計算においては、日界となる24時のほか、読取り区間に1時間以上の間隔がある場合、読取り区間を直線と見なして毎正時の水位を内挿した。水位の最小単位は2007年10月25日まで1mm、それ以降は0.1mmとした。

南谷では、2008年5月29日3時半～12時頃と同年9月26日7時～10時頃、いずれも40cmを超える水位変化を記録できない障害がALR-203に発生した。このため2008年12月25日にALR-203を回収し、測定範囲5mの水位計(池田計器製作所、紙送り6mm h⁻¹)を設置した。さらに2009年2月5日に測定範囲2m・紙送り18mm h⁻¹の水位計(池田計器製作所)に交換し、同年4月6日にオーバーホール済みのALR-203に交換した。欠測期間の南谷の毎正時水位は、欠測期間前後の水位記録と北谷の水位記録との相関関係からFig. 4のように推定された。

ALR-203にはポテンシオメーターが組み込まれており、その出力をデータロガー(B5ポテンシオ4A, ログ電子)に5分間隔で記録した。水位計測池建屋には山麓露

場方面から転がし配線で商用電源の差し込み口が設備されているとともに常時換気して室内の結露を抑制している。B5ポテンシオ4Aの動作電源はこの商用電源を利用してACアダプターによって供給し、B5ポテンシオ4A組込のリチウム電池は停電時のバックアップ電源とした。

北谷のB5ポテンシオ4Aは、2006年2月10日の点検時に故障していたため、同年4月14日にD1ポテンシオA(ログ電子、2006年3月製造)に交換した。2009年6月以降D1ポテンシオAが異常値を記録するようになったため同年7月3日に回収し、同年8月5日にHIOKI 3645(日置電機)に交換した。同年8月18日に電源安定化のため無停電電源装置(BK500JP, APC)を導入した。同年12月13日に水位計測池建屋内裝修繕のためすべての機材を搬出し、同年12月15日の観測再開時に修理済みのD1ポテンシオAに戻した(この日以降、記録間隔は10分とした)。本報告期間においては、誘導雷サージによると思われる停電が水位計測池建屋で数回発生し、ポテンシオメーター出力ロガー故障の原因になったようである。その対策として、2010年10月7日にD1ポテンシオAの外部電源をACアダプターから鉛蓄電池(NP4.5-6, GSユアサ)に変更した。

停電頻度は南谷の方が多く、南谷のB5ポテンシオ4Aの故障が懸念されたので、未然に2007年1月31日にD1ポテンシオA(2007年1月製造)に交換した。しか

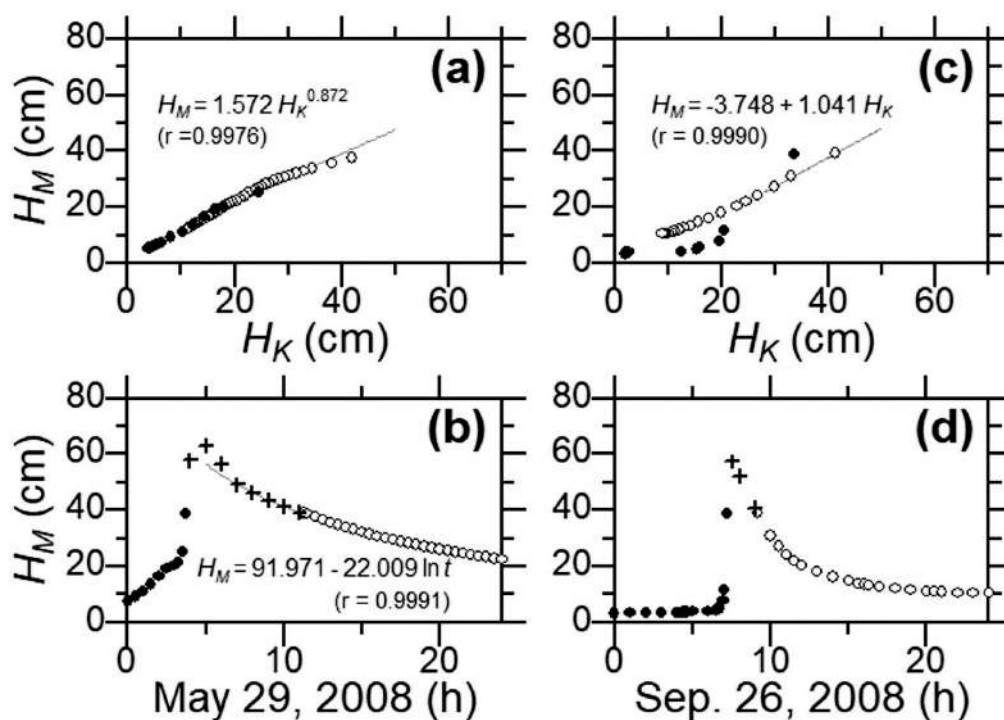


Fig. 4. 南谷における欠測期間（2008年5月29日（a, b）および同年9月26日（c, d））の推定水位

Estimated water stages during data missing periods (May 29 (a, b) and September 26 (c, d) in 2008).

H_M : 南谷水位 water stages of the Minami-dani, H_K : 北谷水位 water stages of the Kita-dani, t : 欠測後の5月29日の時刻 time in hours after the data missing period on May 29 (b), ●: 欠測前の水位 water stages before data missing, ○: 欠測後の水位 water stages after data missing, +: 推定水位 estimated water stages.

し、2008年7月以降異常値を記録するようになったため、水位計オーバーホール後の2009年5月1日にB5ポテンシヨ4Aに戻した。水位計オーバーホールによりポテンシヨメーターはHP-6（緑測器）から46HD-10（栄通信工業）に変更された。同年9月3日にHIOKI 3645に交換するとともに無停電電源装置（BE325-JP, APC）を導入した。同年12月15日、水位計測池建屋内装飾のため機材をすべて搬出し、同年12月17日の観測再開時に修理済みのD1ポテンシヨAに戻した（この日以降、記録間隔は10分）。しかし2010年8月以降、D1ポテンシヨAが異常値を記録するようになったため、同年10月7日に再びHIOKI 3645に交換して2011年を迎えた。

さらに欠測に備えてALR-203とは別に、水位計測池建屋内においてHOBO U20（Onset）による観測を南谷では2008年12月12日～2009年4月22日（5分間隔）、北谷では2009年11月20日～2010年1月22日（10分間隔）の間実施した。また、静電容量式水位計（WT-HR 1000, Intech Instruments Ltd.）による観測を南谷では2009年1月6日、北谷では2009年12月4日（2010年1月5日までWT-HR 500）にそれぞれ開始し、本観測報告期間を通じて継続した（両流域とも10分間隔、ループアラウンドモード）。水位計ポテンシヨメーター出力やU20、WT-HRのデータは、自記紙上のペン記録読取り値の確認や、枝葉などによるノッチの目詰まりで乱れた水位波形の補正

等のため補助的に用いた。

水位データは武田（1942）に示される水位－流量換算式を用いて流量を計算した。前報に倣い、水位を流量換算し、その流量の平均値を用いて台形公式により区間流出量を計算し、日流出量に積算した。ただし本来は読取り区間の水位平均値を流量換算し、それを区間平均流量として区間流出量を計算すべきであろう。前者を流量平均流出量、後者を水位平均流出量として本報告期間の日流出量を比較すると、前者の値が0.3%前後大きい傾向が認められた（Fig. 5）。最大の差は北谷で6%、南谷で7%であり、いずれも日流出量10mm以下で2%以上の差が生じた。両流域ともに20mm以上の日流出量のときの差は概ね1%以下であった。本報告期間における水位観測は主として細田が担当した。

4. 結果

2006年1月～2010年12月の山麓露場降水量と日流出量の日値、およびそれらの月合計値をTable 1にまとめた。降水量における転倒マス型雨量計のデータが無い期間（2006年8月2日～12月10日）の P_z 値は、概ね9～11時に計量された値である。計量後、その日のうちに岡山地方気象台で降雨が記録されなかったときの値を記載した。2006年8月31日夕方から翌9月1日にかけて降雨があったため、2006年8月と9月の月雨量は括弧書き

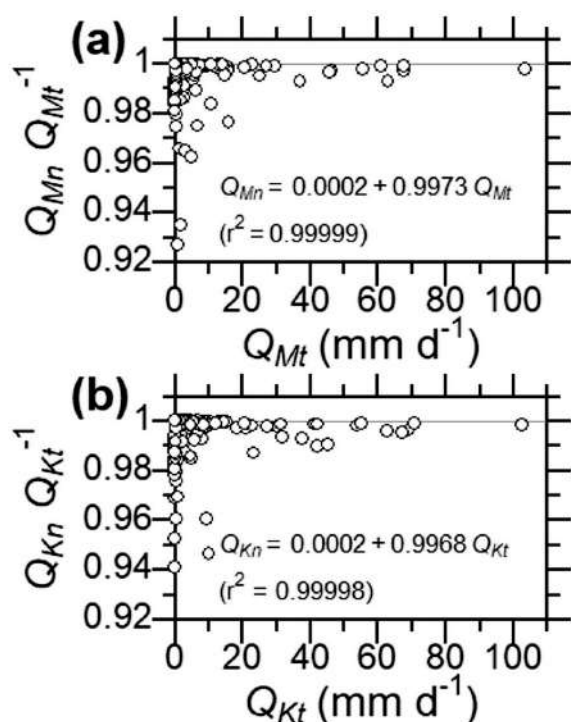


Fig. 5. 2006～2010年における日流出量の計算方法による違い

Differences between daily runoff values based on different calculation methods in the years from 2006 through 2010.

Q_M (a) : 南谷日流出量 daily runoff in the Minamidani, Q_K (b) : 北谷日流出量 daily runoff in the Kitadani, 下付文字 subscript: t : 水位を流量変換した値の平均値で区間流出量を計算 runoff at each interval was calculated using a mean value of flow rates, n : 水位の平均値を流量変換して区間流出量を計算 runoff at each interval was calculated using a flow rate based on a mean value of water stages.

とした。ただし年降水量は 1309.5mm であり、欠測は無い。岡山地方気象台 (2007, 2008) によれば、2006 年は梅雨前線の影響により 6 月に 50mm 以上、7 月に 100mm 以上平年を上回り、岡山の年降水量は 1254mm となった。一方、2007 年は 7 月に梅雨前線と台風の影響で 50mm 以上平年を上回ったが、6 月に 100mm 近く平年を下回り、台風の影響も小さかったため岡山の年降水量は 773mm となった。山麓露場で観測された 2007 年の年降水量 786.2mm は 1937 年以降、1939 年・2005 年に次ぐ 3 番目に少ない記録となった。2008～2010 年もそれぞれ順に 14・16・28 番目に少ない記録であり、本報告の期間は全体的には少雨傾向であった。

水位の欠測が生じた 2008 年 5 月 29 日と同年 9 月 26 日における南谷の日流出量は、Fig. 4 に基づく推定値である。このため負値とし、当該月の月流出量は括弧書きとした。本報告期間における平均年降水量 1071.2mm に対し、補完値を含めた平均年流出量は南谷で 315.2mm、

北谷で 349.9mm であった。これらの値に基づく平均年流出率は南谷で 29.4%、北谷で 32.7% であった。

謝 辞

本報告期間における水位計自記記録紙の読み取りは、2008 年 3 月まで阿部敏夫氏、それ以降は宇野典子氏にして頂き、2006 年 4 月から 2007 年 7 月にかけては島田善子氏にもご支援頂いた。2005 年 3 月まで竜ノ口山の観測を担当された玉井幸治氏には、観測やデータに関する情報を提供して頂いた。近口貞介氏・楢山真司氏には、毎年初夏～晩夏にかけて山麓露場の刈払等にご尽力頂いた。2008 年末から翌年にかけて南谷で借用した測定範囲 5m の自記水位計は坪山良夫水保全研究室長 (当時) に便宜を図って頂いた。また、本報告期間においては 2009 年 3 月まで近藤健二氏、以降は契約事務の変更により入札方式となって岡山県森林組合連合会に、現地の定期的な巡視を委託した。さらに、岡山県の竜ノ口山グリーンシャワー公園事業が 2010 年 3 月末終了となるまでの間、現地業務を担当された植月氏から現地の状況についてたびたび連絡を頂いた。そのほか、需要が減少する中で水位計自記記録紙と記録ペンを提供し続けて頂けていることは、本観測の継続に大きく貢献している。本観測期間においてお世話になった竜ノ口山国有林担当森林官の西尾氏と大町氏、林班沿革簿閲覧に際しお世話になった岡山森林管理署・高見尚志業務課長 (当時) を含め、観測業務の遂行を助けて頂いた方々に感謝申し上げます。なお、植物の学名は YList (米倉・梶田 2003-) の標準名に基づく。

引用文献

- 防災研究室・岡山試験地 (1981) 竜ノ口山量水試験地観測報告. 林業試験場関西支場年報, 22, 56-62.
- 藤森 隆郎 (2006) 森林生態学 持続可能な管理の基礎. 全国林業改良普及協会, 484pp.
- 後藤 義明・玉井 幸治・小南 裕志・深山 貴文 (2005) 竜ノ口山森林理水試験地観測報告 (1981 年 1 月～2000 年 12 月). 森林総合研究所研究報告, 4 (1), 87-133.
- 後藤 義明・玉井 幸治・深山 貴文・小南 裕志・細田 育広 (2006) 竜ノ口山森林理水試験地における広葉樹二次林の階層構造に及ぼす攪乱の影響. 森林総合研究所研究報告, 5 (3), 215-225.
- 平田 徳太郎 (1942) 序. 「武田繁後 (1942): 龍ノ口山水源涵養試験第一回報告」, 農林省山林局, 1-3.
- 細田 育広・阿部 敏夫 (2012) 観測の現場を訪ねて— 33 森林総合研究所 竜ノ口山森林理水試験地. 砂防学会誌, 65 (2), 56-60.
- 細田 育広・小南 裕志・深山 貴文・坪山 良夫・松浦 純生 (2008) 竜ノ口山森林理水試験地の降雨・流出概況— 2007 年 1～12 月—. 平成 19 年度竜ノ口山国有林における山地森林水保全機能調査事業報告書, 近畿中

- 国森林管理局・森林総合研究所関西支所, 86pp.
- 細田 育広・村上 亘・Roy C. Sidle (2007) 水位計自記紙の記録解像度が流出水量の値に及ぼす影響について. 水文・水資源学会誌, 20 (6), 505-518.
- 細田 育広・谷 誠 (2016) 古生層堆積岩小流域の厚い風化基岩層における水分変動が降雨流出応答に及ぼす影響. 地形, 37 (4), 465-492.
- 関西支場防災研究室・岡山試験地 (1979) 竜ノ口山森林理水試験地観測報告 (1959年1月～1977年12月). 林業試験場研究報告, 308, 133-195.
- 岸岡 孝・藤枝 基久 (1984) 各種地文条件が洪水流出に及ぼす影響 寡雨地帯. 山地崩壊及び洪水発生危険地区判定法の確立, 農林水産技術会議事務局研究成果, 157, 123-130.
- 気象庁 (2018) 過去の気象データ・ダウンロード. <http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php> (参照 2018-06-27).
- 丸山 岩三 (1987) 熊沢蕃山・宇野円三郎・平田徳太郎と山本徳三郎一山陽道の山野を背景として (V), 水利科学, 173, 57-80.
- 皆見 和彦・久武 哲也 (2005) 森林の水源涵養論争をめぐって—山本徳三郎論ノート (VII) —, 甲南大学紀要. 文学編, 144, 133-209.
- 中野 秀章 (1976) 森林水文学. 共立出版, 1-17.
- 中野 秀章・大瀧 勇 (1950) 竜ノ口山水源涵養試験第3回報告. 林業試験場研究報告, 44, 31-70.
- 農林水産省 (2000) 林政改革大綱. 20pp.
- 農林省林業試験場 (1961) 森林理水試験地観測報告 (日降水量・日流出量). 農林省林業試験場, 225pp.
- 農林省林業試験場関西支場 (1964) 沿革. 昭和37年度林業試験場関西支場年報, 4, 128.
- 荻原 貞夫・山本 勝市 (1944) 龍ノ口山水源涵養試験第二回報告. 森林治水試験彙報, 20, 1-8.
- 岡山地方气象台 (2007) 岡山県の気象 平成18年の気象概況 (速報). 岡山地方气象台, 42pp.
- 岡山地方气象台 (2008) 岡山県の気象年報平成19年 (2007年). 岡山地方气象台, 63pp.
- 岡山地方气象台 (2009) 岡山県の気象年報平成20年 (2008年). 岡山地方气象台, 53pp.
- 岡山森林管理署 (2008) 竜ノ口山国有林811林班と小班. 林班沿革簿. 岡山森林管理署, 4pp.
- 森林総合研究所関西支所 (2017) 沿革. 森林総合研究所関西支所年報, 58, 63.
- 白井 純郎・近藤 松一・大原 忠一 (1954) 龍ノ口山水源涵養試験第4回報告 伐採による流量変化の総合的考察. 林業試験場研究報告, 68, 95-122.
- 白井 純郎・星川 吉之助 (1960) 竜ノ口山水源涵養試験第5回報告 主として最大流量の林相別比較について. 林業試験場研究報告, 124, 105-154.
- 武田 繁後 (1942) 龍ノ口山水源涵養試験第一回報告. 農林省山林局, 215pp.
- 玉井 幸治・後藤 義明・小南 裕志・深山 貴文・細田 育広 (2008) 竜ノ口山森林理水試験地観測報告 (2001年1月～2005年12月). 森林総合研究所研究報告, 7(3), 125-138.
- 玉井 幸治・後藤 義明・小南 裕志・深山 貴文・細田 育広 (2010) 誤植: 竜ノ口山森林理水試験地観測報告 (2001年1月～2005年12月). 森林総合研究所研究報告, 9(3), 149-151.
- 米倉 浩司・梶田 忠 (2003-) BG Plants 和名—学名インデックス (YList). <http://ylist.info> (参照 2018-07-24).

Table 1. 竜ノ口山森林水試験地における日降水量および日流出水量
Daily precipitation and runoff in the Tatsunokuchi-yama Experimental Watershed.

(単位 Unit: mm)

月 Month	2006 年 1 ~ 6 月					
	1 月 January		2 月 February		3 月 March	
項目 Item	4 月 April		5 月 May		6 月 June	
	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff
日 day	南谷 Minami-dani	北谷 Kita-dani	南谷 Minami-dani	北谷 Kita-dani	南谷 Minami-dani	北谷 Kita-dani
1	0.0	0.038	0.186	0.084	0.161	0.079
2	0.0	0.110	0.154	0.056	0.248	0.150
3	0.0	0.107	0.137	0.043	0.205	0.123
4	0.0	0.104	0.131	0.040	0.257	0.181
5	0.2	0.104	0.131	0.040	0.269	0.196
6	0.0	0.104	0.161	0.065	0.261	0.171
7	0.0	0.104	0.275	0.157	0.240	0.143
8	0.0	0.104	0.212	0.087	0.205	0.111
9	0.0	0.104	0.174	0.059	0.187	0.094
10	0.0	0.104	0.162	0.052	0.222	0.121
11	0.0	0.104	0.148	0.052	0.211	0.110
12	0.1	0.104	0.139	0.049	0.468	0.306
13	5.9	0.122	0.131	0.044	0.398	0.259
14	25.7	0.773	0.131	0.045	0.304	0.179
15	0.0	0.284	0.203	0.110	0.240	0.136
16	0.7	0.178	0.644	0.355	0.891	0.834
17	0.0	0.156	0.357	0.156	1.088	1.360
18	0.0	0.146	0.236	0.094	0.594	0.610
19	0.0	0.139	0.196	0.077	0.563	0.565
20	0.0	0.138	0.851	0.556	0.412	0.383
21	0.0	0.135	0.561	0.297	0.342	0.263
22	0.0	0.131	0.303	0.144	0.504	0.455
23	0.0	0.131	0.227	0.101	1.482	2.021
24	0.0	0.131	0.187	0.080	0.730	0.862
25	0.0	0.131	0.170	0.071	0.442	0.443
26	0.0	0.131	1.349	1.140	0.342	0.292
27	0.0	0.131	0.505	0.378	0.291	0.213
28	0.0	0.131	0.323	0.178	0.265	0.169
29	0.0	0.131	0.037		0.216	0.130
30	0.6	0.131	0.131	0.038	0.192	0.110
31	2.0	0.142	0.142	0.047	0.169	0.088
合計 total	35.2	4.655	8.384	4.610	17.958	18.097
			67.0		120.9	
			81.5		41.688	
			17.958	59.654	91.4	10.577
			13.166	10.577	200.0	121.128
			10.577	10.577	200.0	104.402

Table 1. 竜ノ口山森林理水試験地における日降水量および日流出水量 (つづき)
Daily precipitation and runoff in the Tatsunokuchi-yama Experimental Watershed. (continued)

(単位 Unit: mm)

月 Month	2006 年 7 ~ 12 月												
項目 Item	7 月 July		8 月 August		9 月 September		10 月 October		11 月 November		12 月 December		
日 day	降水量 Precipitation 露場 Meteorological station	流出量 Runoff 南谷北谷 Minami-Kita-dani	降水量 Precipitation 露場 Meteorological station	流出量 Runoff 南谷北谷 Minami-Kita-dani	降水量 Precipitation 露場 Meteorological station	流出量 Runoff 南谷北谷 Minami-Kita-dani	降水量 Precipitation 露場 Meteorological station	流出量 Runoff 南谷北谷 Minami-Kita-dani	降水量 Precipitation 露場 Meteorological station	流出量 Runoff 南谷北谷 Minami-Kita-dani	降水量 Precipitation 露場 Meteorological station	流出量 Runoff 南谷北谷 Minami-Kita-dani	
1	14.0	0.933	0.611	0.424	0.125	0.856	0.280	0.372	0.147	0.162	0.037	0.174	0.065
2	16.5	5.239	5.538	0.393	0.112	0.350	0.084	0.461	0.161	0.162	0.037	0.168	0.064
3	18.5	5.186	8.149	0.367	0.104	0.292	0.067	0.268	0.070	0.162	0.034	0.161	0.058
4	4.0	5.556	7.822	0.349	0.099	0.278	0.068	0.244	0.063	0.155	0.035	0.160	0.059
5	5.5	3.713	4.276	0.340	0.094	0.285	0.115	0.493	0.228	0.154	0.035	0.161	0.059
6	0.0	2.201	2.096	0.337	0.087	6.352	4.834	0.427	0.144	0.156	0.047	0.153	0.057
7	0.0	1.195	0.991	0.333	0.084	2.168	1.109	0.300	0.096	0.157	0.044	0.386	0.227
8	1.0	0.746	0.573	0.319	0.075	0.615	0.215	0.252	0.072	0.155	0.034	0.929	0.476
9	3.5	0.632	0.443	0.310	0.070	0.431	0.123	0.222	0.066	0.153	0.033	0.344	0.155
10	0.0	0.493	0.293	0.305	0.066	0.413	0.124	0.215	0.067	0.149	0.031	0.269	0.106
11	0.0	0.422	0.218	0.311	0.078	0.352	0.100	0.219	0.065	0.447	0.252	0.229	0.093
12	0.0	0.357	0.151	0.482	0.146	0.346	0.105	0.217	0.063	0.187	0.060	0.248	0.098
13	0.3	0.323	0.116	0.425	0.108	6.042	7.031	0.198	0.061	0.170	0.054	11.8	0.833
14	1.3	0.299	0.093	0.346	0.087	2.773	2.703	0.194	0.063	0.170	0.050	1.8	0.636
15	0.6	0.280	0.098	0.315	0.066	0.841	0.568	0.194	0.053	0.157	0.048	0.3	0.398
16	53.6	10.920	9.548	0.306	0.069	0.540	0.285	0.189	0.052	0.153	0.049	0.0	0.310
17	47.5	55.602	37.603	0.303	0.067	0.565	0.292	0.196	0.055	0.154	0.049	1.9	0.283
18	13.8	22.996	12.785	0.652	0.265	0.521	0.229	0.187	0.055	0.189	0.090	0.0	0.229
19	69.0	103.534	68.938	1.017	0.296	0.373	0.125	0.183	0.062	0.666	0.360	0.0	0.208
20	42.0	60.853	31.254	0.408	0.097	0.315	0.097	0.197	0.064	0.571	0.324	0.0	0.206
21	7.8	29.676	13.804	0.333	0.083	0.304	0.078	0.185	0.059	0.249	0.090	0.0	0.206
22	0.0	6.277	4.260	0.318	0.077	0.285	0.073	0.180	0.051	0.206	0.069	0.0	0.200
23	10.8	2.322	1.697	0.297	0.073	0.268	0.067	0.236	0.116	0.187	0.063	0.0	0.189
24	4.0	2.670	2.505	0.284	0.063	0.268	0.062	0.194	0.081	0.215	0.083	0.0	0.175
25	0.4	2.132	1.839	0.291	0.058	0.273	0.059	0.178	0.058	0.187	0.080	0.0	0.170
26	0.0	1.363	0.981	0.287	0.056	0.269	0.056	0.172	0.053	0.259	0.113	8.0	0.213
27	0.0	0.926	0.505	0.290	0.059	0.238	0.054	0.163	0.051	0.413	0.159	0.3	0.250
28	0.0	0.721	0.310	0.294	0.066	0.246	0.064	0.163	0.049	0.301	0.122	0.0	0.191
29	0.0	0.584	0.200	0.282	0.056	0.226	0.074	0.171	0.047	0.212	0.079	0.0	0.175
30	0.0	0.500	0.159	0.282	0.057	0.210	0.060	0.160	0.042	0.189	0.067	0.0	0.170
31	0.0	0.458	0.139	0.534	0.233	0.210	0.060	0.161	0.040	0.189	0.067	0.0	0.165
合計 total	314.1	329.109	217.995	11.534	3.076	27.295	19.201	7.191	2.354	6.847	2.628	53.9	3.724

※イタリックス体の日降水量は貯水量雨量計の値、"|" は貯水期間、月をまたぐ降水があった月合計は括弧書き。 Values by the storage-type rain gauge are denoted in italic type, the symbol "|" indicates storage period, and the total precipitation within the parentheses is not the monthly total.

Table 1. 竜ノ口山森林理水試験地における日降水量および日流出水量 (つづき)
Daily precipitation and runoff in the Tatsunokuchi-yama Experimental Watershed. (continued)

(単位 Unit: mm)

月 Month	2007 年 1 ~ 6 月															
	1 月 January		2 月 February		3 月 March											
項目 Item	4 月 April		5 月 May		6 月 June											
	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff										
日 day	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-Kita-dani										
1	0.1	0.161	0.062	0.146	0.058	0.201	0.101	0.296	0.188	10.0	0.204	0.097	0.193	0.053		
2	3.3	0.179	0.073	0.146	0.057	0.0	0.193	0.094	0.251	0.145	0.2	0.148	0.053	0.160	0.040	
3	0.4	0.177	0.070	0.146	0.057	0.0	0.184	0.088	0.222	0.117	0.0	0.131	0.044	0.1	0.143	0.035
4	0.0	0.166	0.062	0.146	0.057	0.0	0.171	0.081	0.189	0.100	0.0	0.124	0.038	0.1	0.130	0.032
5	0.0	0.159	0.062	0.146	0.057	6.7	0.260	0.148	0.174	0.089	0.0	0.121	0.037	0.0	0.120	0.030
6	0.7	0.154	0.068	0.146	0.057	0.3	0.191	0.098	0.167	0.085	17.6	0.509	0.243	0.0	0.116	0.026
7	3.3	0.184	0.085	0.146	0.055	0.0	0.174	0.088	0.161	0.081	0.3	0.271	0.097	0.0	0.109	0.026
8	0.1	0.171	0.074	0.146	0.054	0.0	0.170	0.082	0.161	0.075	0.0	0.173	0.066	5.1	0.105	0.030
9	0.0	0.161	0.068	0.149	0.060	0.0	0.166	0.079	0.158	0.073	0.0	0.144	0.052	9.8	0.289	0.120
10	0.0	0.161	0.068	0.148	0.061	2.8	0.162	0.079	0.150	0.073	2.3	0.139	0.039	1.3	0.139	0.038
11	0.0	0.160	0.068	0.146	0.057	1.4	0.193	0.101	0.146	0.066	0.2	0.123	0.031	0.1	0.115	0.029
12	0.0	0.151	0.068	0.146	0.057	0.0	0.165	0.076	0.143	0.062	0.0	0.117	0.030	0.0	0.100	0.030
13	0.0	0.146	0.067	0.146	0.057	0.0	0.159	0.068	0.151	0.069	0.0	0.114	0.027	0.0	0.093	0.023
14	0.0	0.146	0.062	0.164	0.075	0.0	0.153	0.068	0.155	0.072	0.0	0.107	0.024	7.2	0.127	0.039
15	0.0	0.143	0.062	0.146	0.059	6.9	0.200	0.111	0.138	0.065	0.0	0.100	0.023	0.1	0.130	0.037
16	2.8	0.141	0.064	0.138	0.052	0.0	0.208	0.116	0.145	0.069	12.8	0.137	0.048	0.0	0.099	0.022
17	10.0	0.385	0.269	0.408	0.269	0.0	0.167	0.089	0.138	0.066	7.8	0.327	0.123	0.0	0.087	0.018
18	0.0	0.206	0.137	2.284	2.048	0.0	0.153	0.077	0.138	0.062	11.6	0.193	0.055	0.0	0.093	0.019
19	0.0	0.194	0.091	0.529	0.411	0.0	0.153	0.073	0.140	0.065	0.4	0.499	0.149	0.1	0.093	0.021
20	0.0	0.185	0.081	0.325	0.183	0.0	0.150	0.071	0.128	0.061	0.0	0.203	0.045	0.0	0.086	0.023
21	0.0	0.178	0.076	0.257	0.123	0.0	0.146	0.068	0.124	0.057	0.0	0.157	0.040	0.0	0.081	0.026
22	0.0	0.172	0.071	0.237	0.114	0.1	0.146	0.068	0.130	0.062	0.0	0.135	0.036	31.2	0.874	0.374
23	0.0	0.161	0.068	1.630	1.577	0.0	0.142	0.065	0.155	0.079	0.0	0.122	0.027	0.0	0.336	0.085
24	0.0	0.161	0.066	0.660	0.621	12.7	0.225	0.143	0.126	0.058	0.0	0.113	0.025	19.7	1.094	0.437
25	0.0	0.161	0.062	0.397	0.286	6.2	1.058	0.967	0.202	0.106	36.0	1.631	0.746	0.0	0.692	0.258
26	3.1	0.172	0.072	0.304	0.181	0.0	0.441	0.371	0.143	0.060	0.0	0.746	0.278	1.6	0.277	0.078
27	0.3	0.172	0.073	0.256	0.140	0.7	0.323	0.218	0.129	0.051	0.0	0.283	0.069	0.0	0.175	0.053
28	0.0	0.161	0.064	0.221	0.111	0.1	0.269	0.163	0.121	0.046	0.0	0.183	0.038	0.0	0.144	0.040
29	0.1	0.157	0.062			0.0	0.235	0.130	0.115	0.041	0.1	0.153	0.038	0.0	0.125	0.032
30	0.0	0.153	0.060			8.1	0.409	0.292	0.111	0.036	17.0	0.320	0.133	0.0	0.112	0.027
31	0.1	0.149	0.057			2.4	0.296	0.200			0.1	0.300	0.101			
合計 total	24.3	5.327	2.392	9.859	6.994	48.4	7.263	4.473	4.707	2.279	116.4	8.027	2.852	76.4	6.437	2.101

(単位 Unit: mm)

Bulletin of FFPRI, Vol.18, No.1, 2019

Table 1. 竜ノ山森林理水試験地における日降水量および日流出水量 (つづき)
Daily precipitation and runoff in the Tatsunokuchi-yama Experimental Watershed. (continued)

(単位 Unit: mm)

月 Month	2008 年 1 ~ 6 月					
	1 月 January		2 月 February		3 月 March	
項目 Item	4 月 April		5 月 May		6 月 June	
	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff
日 day	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-dani Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-dani Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-dani Kita-dani
1	0.0	0.091	0.028	0.114	0.0	0.605
2	0.0	0.075	0.025	0.130	0.0	0.308
3	0.0	0.060	0.024	0.479	0.0	0.205
4	0.0	0.056	0.025	0.322	0.0	0.142
5	0.0	0.055	0.025	0.168	0.0	0.105
6	0.0	0.054	0.025	0.124	0.0	0.088
7	0.0	0.054	0.025	0.100	0.0	1.571
8	0.0	0.053	0.025	0.082	0.0	1.141
9	0.0	0.052	0.025	0.077	0.0	1.164
10	0.0	0.052	0.026	0.073	0.0	8.153
11	3.8	0.054	0.027	0.068	0.0	3.493
12	16.7	0.556	0.375	0.064	0.0	0.924
13	0.0	0.149	0.073	0.060	0.3	0.455
14	0.0	0.089	0.040	0.060	0.0	0.287
15	0.0	0.077	0.034	0.059	0.0	0.195
16	0.0	0.068	0.034	0.057	0.0	0.164
17	0.0	0.062	0.030	0.053	0.0	11.463
18	0.0	0.059	0.028	0.053	0.0	5.203
19	0.0	0.059	0.029	0.052	0.0	1.578
20	7.0	0.111	0.081	0.051	7.6	0.109
21	14.3	0.520	0.484	0.051	2.1	0.188
22	3.6	0.280	0.211	0.050	0.0	0.094
23	8.9	1.042	0.657	0.048	0.0	0.065
24	0.0	0.299	0.176	0.047	24.8	0.647
25	0.0	0.139	0.078	0.047	14.2	4.406
26	0.0	0.101	0.056	0.179	0.0	0.943
27	0.0	0.087	0.047	0.174	0.0	0.342
28	0.9	0.081	0.045	0.088	8.6	0.219
29	11.5	0.376	0.453	0.076	43.7	-25.096
30	1.6	0.515	0.541	0.070	0.0	3.473
31	0.0	0.347	0.253	0.076	14.4	3.448
合計 total	68.3	5.673	4.005	3.069	130.6	40.790
					169.0	(44.595)
					83.2	20.956
						25.019

※負値は Fig. 4 に示す推定水位に基づく補完値であり、当該月の月合計は括弧書きとした。 The negative daily runoff is a complemented value based on estimated water stage, as shown in Fig. 4, and the monthly total runoff including the absolute value of the negative values is denoted in parentheses.

Table 1. 竜ノ口山森林理水試験地における日降水量および日流出水量 (つづき)
Daily precipitation and runoff in the Tatsunokuchi-yama Experimental Watershed. (continued)

(単位 Unit: mm)

月 Month	2008 年 7 ~ 12 月					
項目 Item	7 月 July		8 月 August		9 月 September	
	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff
日 day	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-dani Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-dani Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-dani Kita-dani
1	0.0	0.096	0.045	0.030	0.016	0.022
2	0.0	0.090	0.047	0.030	0.016	0.026
3	0.0	0.080	0.046	0.021	0.010	0.026
4	0.0	0.071	0.042	0.024	0.005	0.017
5	4.6	0.100	0.057	0.154	0.061	0.038
6	0.0	0.078	0.046	0.079	0.035	0.068
7	0.0	0.065	0.048	0.042	0.018	0.375
8	0.0	0.062	0.044	0.026	0.012	0.103
9	0.0	0.056	0.027	0.026	0.008	0.050
10	0.0	0.055	0.025	0.025	0.005	0.046
11	0.0	0.055	0.025	0.017	0.004	0.042
12	0.0	0.056	0.027	0.022	0.003	0.039
13	0.0	0.048	0.027	0.015	0.002	0.205
14	1.3	0.047	0.025	0.014	0.003	0.068
15	0.3	0.053	0.032	0.016	0.003	0.082
16	0.0	0.049	0.032	0.024	0.003	0.098
17	2.6	0.052	0.029	0.020	0.003	0.059
18	0.0	0.076	0.044	0.014	0.004	0.063
19	0.0	0.048	0.041	0.022	0.003	0.134
20	0.0	0.041	0.036	0.016	0.003	0.070
21	0.0	0.033	0.024	0.011	0.003	1.144
22	0.0	0.029	0.025	0.013	0.002	0.245
23	0.0	0.029	0.021	0.091	0.023	0.104
24	0.0	0.026	0.011	0.031	0.014	0.063
25	0.0	0.027	0.013	0.023	0.015	0.055
26	0.0	0.023	0.021	0.045	0.020	-6.842
27	0.0	0.023	0.018	0.084	0.069	0.520
28	13.8	0.084	0.044	0.132	0.066	1.7
29	0.8	0.058	0.049	1.628	0.957	9.1
30	0.0	0.040	0.046	0.263	0.115	1.778
31	0.0	0.030	0.016	0.093	0.036	2.233
合計 total	23.4	1.680	1.033	106.2	3.051	1.537
					167.5	(12.813) 14.831
					81.4	11.506 14.620
					47.5	2.905 1.962
					11.8	1.907 1.531

※負値は Fig. 4 に示す推定水位に基づく補完値であり、当該月の月合計は括弧書きとした。The negative daily runoff is a complemented value based on estimated water stage, as shown in Fig. 4, and the monthly total runoff including the absolute value of the negative values is denoted in parentheses.

Table 1. 竜ノ口山森林水試験地における日降水量および日流出水量 (つづき)
Daily precipitation and runoff in the Tatsunokuchi-yama Experimental Watershed. (continued)

(単位 Unit: mm)

月 Month	2009 年 1 ~ 6 月														
	1 月 January		2 月 February		3 月 March										
項目 Item	1 月 January		2 月 February		3 月 March										
	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff									
日 day	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-dani Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-dani Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-dani Kita-dani									
	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-dani Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-dani Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-dani Kita-dani									
1	0.0	0.045	0.039	0.111	0.114	0.690	1.188	0.082	0.078	0.0	0.108	0.104	0.028	0.029	
2	0.0	0.051	0.039	0.091	0.089	0.0	0.374	0.641	0.088	0.087	0.0	0.097	0.084	0.0	0.025
3	0.0	0.048	0.041	7.2	0.110	0.106	3.0	0.279	0.459	0.0	0.095	0.074	0.6	0.029	0.017
4	0.0	0.047	0.040	0.1	0.156	0.155	0.0	0.241	0.374	6.0	0.106	0.066	0.6	0.036	0.020
5	0.0	0.046	0.039	0.0	0.124	0.126	0.6	0.183	0.281	0.0	0.098	0.064	1.4	0.038	0.025
6	0.0	0.045	0.040	0.0	0.106	0.097	20.7	2.992	4.864	0.0	0.085	0.086	0.0	0.032	0.025
7	0.0	0.042	0.040	0.0	0.093	0.084	0.0	1.898	3.224	0.0	0.079	0.081	6.5	0.024	0.020
8	0.0	0.042	0.040	0.0	0.083	0.077	0.0	0.783	1.278	0.0	0.078	0.074	0.3	0.022	0.017
9	0.0	0.045	0.042	0.6	0.076	0.076	0.0	0.464	0.740	0.0	0.075	0.070	0.0	0.024	0.018
10	0.0	0.041	0.042	0.3	0.077	0.075	0.0	0.321	0.509	0.0	0.072	0.065	8.8	0.067	0.049
11	0.0	0.041	0.039	0.0	0.068	0.070	0.0	0.218	0.357	0.0	0.069	0.060	0.1	0.049	0.042
12	0.0	0.042	0.038	0.0	0.062	0.063	0.0	0.160	0.252	0.0	0.068	0.057	1.5	0.027	0.026
13	0.0	0.041	0.038	3.7	0.061	0.062	22.0	0.510	0.654	0.0	0.066	0.059	1.9	0.023	0.018
14	0.0	0.040	0.038	2.0	0.104	0.106	3.8	4.242	7.166	11.8	0.139	0.140	0.0	0.022	0.013
15	0.0	0.038	0.038	0.3	0.073	0.074	0.0	1.506	2.366	0.3	0.120	0.113	0.0	0.019	0.011
16	0.0	0.040	0.038	0.0	0.065	0.063	0.0	0.728	1.121	0.0	0.091	0.086	0.0	0.229	0.115
17	0.0	0.040	0.037	0.0	0.064	0.056	0.0	0.439	0.684	0.3	0.081	0.074	3.7	0.072	0.033
18	5.1	0.047	0.046	0.0	0.055	0.053	0.0	0.293	0.474	0.0	0.071	0.067	0.0	0.032	0.018
19	0.3	0.066	0.072	16.6	0.125	0.129	0.0	0.235	0.364	0.0	0.065	0.062	0.0	0.026	0.014
20	0.0	0.047	0.050	14.1	3.126	4.281	0.0	0.192	0.269	2.0	0.063	0.055	0.0	0.021	0.011
21	4.9	0.065	0.067	0.0	0.544	1.008	0.0	0.146	0.206	0.6	0.068	0.061	0.2	0.022	0.014
22	10.8	0.111	0.126	20.4	1.042	1.376	3.4	0.166	0.208	0.0	0.055	0.051	0.3	0.047	0.024
23	1.2	0.374	0.349	5.4	4.602	8.329	0.0	0.138	0.179	0.0	0.050	0.042	0.0	0.040	0.023
24	0.0	0.119	0.116	1.0	0.978	1.855	0.0	0.111	0.147	0.0	0.048	0.038	3.9	0.065	0.040
25	0.0	0.084	0.083	20.2	4.212	7.526	0.0	0.105	0.133	47.8	6.445	10.041	0.0	0.046	0.030
26	0.0	0.062	0.071	0.0	1.689	2.854	0.0	0.096	0.117	1.8	2.128	3.566	0.0	0.038	0.027
27	0.0	0.054	0.064	10.0	1.732	3.097	0.0	0.089	0.104	0.0	0.608	0.949	0.0	0.036	0.032
28	0.0	0.050	0.058	0.0	1.525	2.697	0.0	0.083	0.095	3.1	0.312	0.445	0.8	0.036	0.035
29	0.0	0.050	0.057				0.0	0.080	0.088	0.0	0.192	0.256	0.3	0.037	0.042
30	10.6	0.111	0.117				0.0	0.077	0.081	0.0	0.137	0.149	0.0	0.032	0.040
31	0.2	0.224	0.210				0.0	0.078	0.078		0.5	0.031	0.038	0.031	0.038
合計 total	33.1	2.198	2.154	101.9	21.154	34.698	53.5	17.917	28.701	78.8	11.718	17.182	26.4	1.965	1.453
														1.512	0.924

(単位 Unit: mm)

Bulletin of FFPRI, Vol.18, No.1, 2019

Table 1. 竜ノ山森林理水試験地における日降水量および日流出水量 (つづき)

Daily precipitation and runoff in the Tatsunokuchi-yama Experimental Watershed. (continued)

(単位 Unit: mm)

月 Month	2010年1～6月																
	1月 January		2月 February		3月 March												
項目 Item	1月 January		2月 February		3月 March												
	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff											
日 day	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北谷 Minami-Kita-dani											
1	0.0	0.070	0.050	0.204	5.1	0.934	1.717	4.6	0.307	0.388	0.500	0.503	0.238	0.116			
2	0.0	0.069	0.049	0.0	0.208	0.197	0.6	0.841	1.409	14.6	1.818	2.599	0.0	0.208	0.100		
3	0.0	0.067	0.048	0.0	0.111	0.103	0.0	0.476	0.809	0.0	1.149	1.773	0.0	0.341	0.089		
4	0.9	0.068	0.049	0.0	0.087	0.075	4.4	0.324	0.535	0.0	0.726	1.023	0.0	0.306	0.086		
5	0.3	0.066	0.050	0.0	0.075	0.070	0.3	0.358	0.558	0.0	0.572	0.740	0.0	0.289	0.078		
6	0.0	0.060	0.050	0.0	0.072	0.064	16.9	2.978	4.461	0.0	0.443	0.553	0.0	0.275	0.185		
7	0.0	0.060	0.050	0.0	0.070	0.059	4.6	2.759	4.624	0.0	0.334	0.406	3.1	0.288	0.210		
8	0.0	0.060	0.050	0.0	0.070	0.057	0.0	1.260	2.087	0.0	0.255	0.311	0.0	0.247	0.178		
9	0.0	0.060	0.050	0.0	0.069	0.058	30.8	7.384	11.784	0.0	0.223	0.264	0.0	0.219	0.145		
10	0.0	0.060	0.050	11.7	0.163	0.157	1.9	6.835	9.006	0.0	0.211	0.244	17.8	0.411	0.330		
11	0.0	0.059	0.050	10.4	0.889	0.972	0.0	2.326	2.963	11.1	0.305	0.355	3.2	0.590	0.533		
12	0.0	0.060	0.050	0.6	0.818	1.287	0.0	1.081	1.516	54.0	14.774	27.240	0.0	0.373	0.316		
13	0.0	0.057	0.048	0.0	0.348	0.564	0.0	0.638	0.954	0.6	14.062	20.763	0.0	0.268	0.210		
14	0.0	0.056	0.046	0.0	0.214	0.323	0.0	0.394	0.639	0.0	3.336	3.350	0.0	0.212	0.160		
15	0.0	0.057	0.046	3.7	0.189	0.265	2.4	0.329	0.499	0.0	1.401	1.495	0.0	0.197	0.138		
16	0.0	0.059	0.046	0.0	0.155	0.214	0.6	0.306	0.420	8.8	0.935	1.060	0.0	0.176	0.120		
17	0.0	0.060	0.046	0.0	0.125	0.167	0.0	0.199	0.288	0.0	0.866	1.154	0.0	0.165	0.105		
18	0.0	0.060	0.046	0.0	0.119	0.149	0.3	0.173	0.244	0.0	0.640	0.842	0.0	0.160	0.097		
19	0.0	0.060	0.046	0.0	0.110	0.133	0.0	0.162	0.212	3.5	0.529	0.634	10.5	0.243	0.174		
20	0.9	0.061	0.046	0.0	0.100	0.122	1.8	0.148	0.189	8.4	1.136	1.417	0.0	0.211	0.142		
21	0.3	0.064	0.050	0.0	0.093	0.110	5.6	0.231	0.287	0.0	1.095	1.393	0.0	0.179	0.113		
22	0.0	0.057	0.048	0.0	0.089	0.103	0.0	0.141	0.193	23.8	5.417	7.532	0.3	0.164	0.097		
23	0.0	0.056	0.048	0.0	0.086	0.098	21.6	0.637	0.808	0.3	5.752	5.921	90.1	46.319	55.205		
24	0.0	0.056	0.045	0.0	0.082	0.089	13.5	3.886	6.598	0.0	2.259	2.265	19.5	67.567	70.623		
25	0.0	0.056	0.045	0.0	0.081	0.083	17.7	10.214	14.518	0.0	1.111	1.191	0.0	7.572	8.683		
26	0.0	0.056	0.044	14.7	0.163	0.186	0.0	4.668	5.203	0.0	0.724	0.787	0.0	1.748	1.664		
27	0.0	0.056	0.044	2.4	0.473	0.634	0.0	1.549	1.909	16.0	1.144	1.245	0.0	0.774	0.677		
28	6.4	0.093	0.088	10.2	1.817	2.918	0.0	0.858	1.104	0.0	1.280	1.563	0.0	0.487	0.387		
29	0.0	0.068	0.059	0.0	0.542	0.744	2.4	0.542	0.744	2.4	0.931	1.054	0.0	0.391	0.246		
30	0.0	0.065	0.050	0.0	0.355	0.528	0.0	0.355	0.528	0.0	0.648	0.694	0.0	0.326	0.171		
31	3.0	0.070	0.056	0.0	0.304	0.421	0.0	0.304	0.421	0.0	0.0	0.134	0.0	0.274	0.134		
合計 total	11.8	1.926	1.543	65.1	7.091	9.461	128.1	53.290	77.227	148.1	64.383	90.256	144.5	131.675	142.650	22.413	25.569

Table 1. 竜ノ口山森林理水試験地における日降水量および日流出水量 (つづき)
Daily precipitation and runoff in the Tatsunokuchi-yama Experimental Watershed. (continued)

(単位 Unit: mm)

月 Month	2010 年 7 ~ 12 月											
	7 月 July		8 月 August		9 月 September		10 月 October		11 月 November		12 月 December	
項目 Item	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff	降水量 Precipitation	流出量 Runoff
日 day	露場 Meteorological station	南谷北 Minami-Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北 Minami-Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北 Minami-Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北 Minami-Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北 Minami-Kita-dani	露場 Meteorological station	南谷北 Minami-Kita-dani
1	0.0	0.358	0.289	0.065	0.0	0.129	0.038	0.0	0.160	0.090	0.0	0.075
2	3.9	0.321	0.222	0.154	0.0	0.116	0.036	0.0	0.116	0.059	20.7	0.212
3	34.5	6.330	8.470	0.149	0.0	0.112	0.033	14.9	0.257	0.164	2.4	0.517
4	0.1	4.867	5.574	0.140	0.0	0.105	0.036	2.1	0.790	0.544	0.0	0.123
5	0.0	1.483	1.460	0.135	0.0	0.097	0.032	0.0	0.214	0.127	0.0	0.096
6	2.6	0.716	0.661	0.133	0.0	0.093	0.029	0.3	0.135	0.078	0.0	0.090
7	0.0	0.421	0.354	0.174	5.9	0.106	0.035	0.1	0.105	0.065	0.0	0.088
8	0.0	0.301	0.204	0.151	0.5	0.115	0.043	18.1	0.354	0.241	0.3	0.089
9	0.0	0.261	0.149	0.147	0.0	0.086	0.030	19.1	3.668	4.675	0.0	0.087
10	0.4	0.237	0.129	0.149	0.0	0.078	0.020	0.0	0.940	1.229	0.0	0.086
11	7.8	0.304	0.193	0.145	0.0	0.078	0.025	0.0	0.322	0.279	0.0	0.086
12	34.5	4.859	5.630	0.240	0.1	0.070	0.031	0.0	0.210	0.145	5.2	0.103
13	41.3	45.731	62.791	0.166	0.0	0.069	0.036	0.0	0.162	0.093	10.6	0.136
14	23.3	27.082	42.049	0.160	0.0	0.059	0.036	0.0	0.138	0.072	2.4	0.166
15	1.0	10.902	12.118	0.137	26.1	0.106	0.047	0.0	0.122	0.063	0.0	0.120
16	0.0	2.698	2.570	0.130	0.6	0.226	0.091	0.0	0.104	0.053	0.0	0.103
17	0.0	1.117	1.027	0.124	0.0	0.084	0.021	0.0	0.094	0.048	0.0	0.095
18	0.0	0.643	0.521	0.117	0.0	0.076	0.018	0.0	0.092	0.051	0.0	0.092
19	0.0	0.452	0.301	0.110	0.0	0.069	0.015	0.0	0.092	0.052	0.0	0.093
20	0.1	0.345	0.176	0.105	0.1	0.076	0.017	0.0	0.092	0.052	1.1	0.089
21	0.0	0.290	0.125	0.107	0.0	0.073	0.019	0.1	0.096	0.056	16.5	0.365
22	0.0	0.255	0.099	0.109	31.0	0.393	0.197	0.0	0.086	0.049	11.1	0.455
23	0.0	0.232	0.084	0.106	26.9	1.223	0.604	0.0	0.085	0.044	0.0	0.189
24	0.0	0.211	0.073	0.099	0.0	0.181	0.064	6.0	0.119	0.075	0.0	0.139
25	0.0	0.197	0.066	0.098	0.0	0.105	0.036	4.2	0.135	0.098	0.0	0.118
26	0.0	0.187	0.065	0.092	0.0	0.091	0.036	0.1	0.098	0.067	0.0	0.106
27	0.0	0.185	0.065	0.090	56.4	2.872	2.141	0.0	0.077	0.046	0.0	0.103
28	1.5	0.189	0.070	0.088	2.1	1.639	1.530	3.8	0.098	0.069	0.0	0.119
29	1.4	0.218	0.097	0.087	0.0	0.224	0.121	0.0	0.081	0.059	0.0	0.113
30	0.0	0.190	0.081	0.713	7.2	0.212	0.126	0.1	0.086	0.049	4.1	0.129
31	0.0	0.176	0.071	0.227	0.0	0.212	0.126	19.6	0.259	0.208	0.0	0.120
合計 total	152.4	111.758	145.784	52.4	156.9	8.963	5.543	88.5	9.387	9.000	20.3	4.482
				4.744					2.735	1.849	61.8	3.766

Hydrological observation reports in the Tatsunokuchi-yama Experimental Watershed (January 2006–December 2010)

Ikuhiro HOSODA¹⁾*, Yuji KOMINAMI²⁾, Takafumi MIYAMA²⁾,
Michiaki OKANO²⁾ and Yoshiaki GOTO³⁾

Abstract

We compiled daily data of precipitation and runoff observed from 2006 through 2010 in the Minami-dani and the Kita-dani in the Tatsunokuchi-yama Experimental Watershed of the Kansai Research Center of the Forestry and Forest Products Research Institute. Each day was separated at 0:00 JST. Precipitation data were the sum of hourly mean values of three tipping bucket-type rain gauges arranged at a meteorological station in the Okayama Experimental Forest, which is located at the west-northwest foot of Mt. Tatsunokuchi. For the period from August 2 to December 10, 2006, the data of a storage-type rain gauge were employed because the three tipping bucket rain gauges failed to record data. Runoff data were the sum of water flows converted from water stages measured at 60° V-notch gauging weirs. Water stage fluctuations were recorded using a float-type pen recording water level gauges, and the analogue waveforms were digitized manually. At the Minami-dani, data missing because of mechanical malfunction of the gauge occurred during several hours on May 29 and September 26, 2008. Therefore, runoff data based partly on estimated water stages were employed for these days. For the mean annual precipitation of 1071.2 mm, the mean annual runoff was 315.2 mm in the Minami-dani and 349.9 mm in the Kita-dani during the reporting period. In early 2006, Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) was planted in the upper slope and four species of broad-leaved tree were planted in the lower slope in a 0.48 ha tree windfall area that formed in 2004 because of typhoons. Subsequently, weeding in the planted area was conducted once each year in summer until 2010. However, overall, changes of vegetation cover were not conspicuous in both catchments.

Key words : daily runoff, daily precipitation, parallel catchments, Paleozoic accretionary prism, temperate and low-precipitation climate

Received 25 September 2018, Accepted 19 November 2018

1) Kansai Research Center, Forestry Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Department of Disaster Prevention, Meteorology and Hydrology, FFPRI

3) Center for Forest Damage and Risk Management, FFPRI

* Kansai Research Center, FFPRI, 68 Nagaikyutaro, Momoyama, Fushimi, Kyoto, Kyoto, 612-0855 JAPAN

研究資料 (Research record)

四万十川上流の森林流域における 2000～2015年の降水と溪流水の水質モニタリング

酒井 寿夫^{1)*}、山田 毅²⁾、鳥居 厚志³⁾、篠宮 佳樹⁴⁾、稲垣 善之¹⁾、吉永 秀一郎⁵⁾、
野口 享太郎⁶⁾、森下 智陽⁶⁾

要旨

2000年以降、四国の四万十川上流域に位置する高知県高岡郡梼原町の森林において降水と溪流水の水質モニタリングを行ってきた。降水は1カ所で、溪流水は7つの森林流域で採取した。本報告では、2000年から2015年のデータを用い、降水や溪流水成分への降水量の影響について解析し、それらの経年変化の傾向について概観した。降水については、期間降水量が少ないほどECが高く、pHの変動範囲が大きかった。長期的にみると、降水のpH、ECの年平均値および各成分の年流入量には増加減少などの方向性をもった変化は見られなかった。溪流水については、採取日前14日間の積算降水量が増えたと明らかにECが低くなった。また、積算降水量は溪流水のpHに大きく影響することはなかった。長期的にも溪流水のpHの年平均値は安定的に推移していた。一方、溪流水の溶存成分濃度については、2007～2015年にかけて、7つの森林流域すべてにおいて、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} の濃度が低下する傾向にあり、 Cl^- と SO_4^{2-} については明らかな濃度の低下が見られた。この濃度の低下傾向が今後もしばらく続くかどうか注視する必要がある。

キーワード：降水、溪流水、溶存成分濃度、長期的変化

1. はじめに

森林総合研究所では1990年に全国8カ所で酸性雨モニタリングステーションを設置し、1999年までの10年間にわたって降水(林外雨)、林内雨、樹幹流のpH、EC、溶存成分濃度のモニタリングを行ってきた(Matsuura et al. 2001, Yamada et al. 2001, 相澤ら 2003, 酒井ら 2003, 2004, 伊藤・加藤 2004, 金子ら 2004, 山田ら 2004)。しかし、これらの観測地の多くは都市近郊の研究所の構内を利用しているために、分析値は都市の影響を受けたものを含んでおり、都市からより離れた森林域で起きている実態を観測するのに必ずしも最適とはいえなかった。さらに、酸性雨等が森林生態系に及ぼす影響を評価するには、森林から流出する溪流水の水質を明らかにすることも必要であることから、2000年以降は都市からより離れた森林域において降水と溪流水の水質モニタリングを行っていく方針となった。

四国支所では、年降水量の平年値が2500 mmを超える多雨地域としての特徴をもつ四万十川上流(高知県高岡郡梼原町)の森林流域に観測地点を設け、2000年から降水と溪流水の水質モニタリングを行ってきた。現在、

2008年までの降水と溪流水(7地点のうち2地点)の水質データについては森林総合研究所のホームページ内の「森林降水溪流水データベース(FASC-DB)」に公開されている(稲垣ら 2008)。本稿では、未公開となっている地点のデータを含め、2000～2015年までの水質モニタリングデータの概要について報告する。

2. 調査地と方法

2.1 調査地

溪流水の採取は、高知県高岡郡梼原町の下鷹取山および鷹取山国有林(四万十森林管理署管内4048林班および4049林班)の天然林流域(N1～4)、人工林流域(A1～3)で行った(Fig. 1)。四万十川の支流である北川川(M)においても採水を行った。降水については上記の試験流域から約1.3km離れた梼原町中平地区(R)で採取を行った。各流域の面積と森林タイプについてはTable 1に示した。流域面積は5m DEM(国土地理院 2018)とSAGA-GIS ver. 4.1.0(Conrad et al. 2015)を利用して算出した。天然林流域(N1～4)は1990年に植物群落保護林に指定されている林分で(高知営林局 1996)、林冠はモミ(*Abies firma*)が

原稿受付：平成30年10月4日 原稿受理：平成30年11月30日

1) 森林総合研究所 四国支所

2) 森林総合研究所 企画部

3) 森林総合研究所 関西支所

4) 森林総合研究所 震災復興・放射性物質研究拠点

5) 森林総合研究所 多摩森林科学園

6) 森林総合研究所 東北支所

* 森林総合研究所 四国支所 〒780-8077 高知県高知市朝倉西町2-915

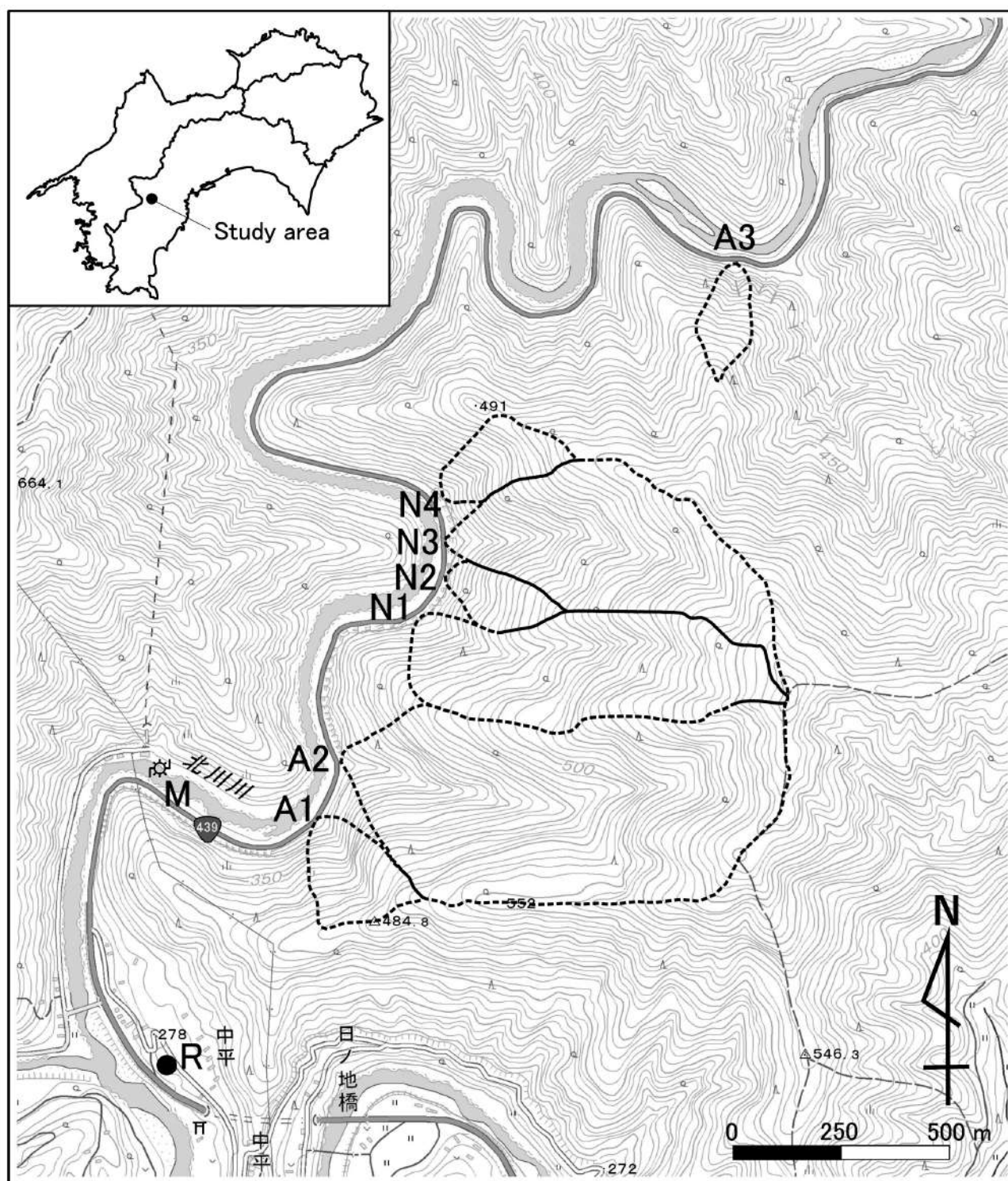


Fig. 1. 降水と渓流水の採水地点

地形図は国土地理院の基本測量成果を利用した。

Rainwater and streamwater sampling locations

Geospatial Information Authority of Japan standard map was used

優占し、それに常緑樹主体の広葉樹が混生する森林である。人工林流域のうち A1、A3 は、全域がスギ (*Cryptomeria japonica*) もしくはヒノキ (*Chamaecyparis obtuse*) の常緑針葉樹林だが、A2 は下流域が常緑針葉樹林、上流域がクヌギ (*Quercus acutissima*) の落葉広葉樹人工林である。試験流域の土壌は褐色森林土で (土じょう部 1976)、地質

は四万十帯に属し、白亜紀の約 1 億 4600 万～8000 万年前に海溝で複雑に変形した地層 (付加体) に由来している (産業技術総合研究所地質調査総合センター 2015)。最寄りの梶原観測所 (梶原町西路、北緯 33°23.4′ 東経 132°55.3′、海拔高 415 m) の年平均気温と年降水量の平年値はそれぞれ 13.3℃、2550 mm であった (気象庁 2018)。

Table 1. 鷹取山国有林における調査対象流域の集水面積と森林タイプ

Catchment area and forest types within the research watersheds in the Takatoriyama National forest

サンプリング地点 Sampling location	集水面積* Catchment area (ha)	森林タイプ (樹種) Forest type (Tree species)
A1	4.5	Planted forest (<i>Cryptomeria japonica</i> , <i>Chamaecyparis obtusa</i>)
A2	39.3	Planted forest (<i>Cryptomeria japonica</i> , <i>Chamaecyparis obtusa</i> , <i>Quercus acutissima</i>)
A3	2.3	Planted forest (<i>Cryptomeria japonica</i> , <i>Chamaecyparis obtusa</i>)
N1	18.5	Natural temperate forest mixed with <i>Abies firma</i> and evergreen broad-leaved trees
N2	2.7	Natural temperate forest mixed with <i>Abies firma</i> and evergreen broad-leaved trees
N3	18.7	Natural temperate forest mixed with <i>Abies firma</i> and evergreen broad-leaved trees
N4	3.6	Natural temperate forest mixed with <i>Abies firma</i> and evergreen broad-leaved trees

*集水面積は 5m の数値標高モデル (国土地理院 2018) と SAGA ver. 4.1.0 (Conrad et al. 2015) を用いて評価した。Catchment area was estimated using 5m DEM (Geographical Survey Institute of Japan 2018) and SAGA ver. 4.1.0 (Conrad et al. 2015) .

2.2 降水と渓流水の採取方法

降水および渓流水の採取は、2000 年 3 月～2009 年 12 月の期間は 2 週間に一度、2010 年 1 月以降は約 3 週間に一度の頻度で行った。渓流水の採取については、各採水地点においてポリエチレン製の 250 mL ボトル (ニッコー J ボトル) を用いて採取した。降水の採水方法は直径 21 cm (2005 年 10 月までは直径 24cm) のポリエチレン製の漏斗 (ニッコー ポリロート ジョイント式) を使い、シリコン栓 (アズワン シリコン栓)、ガラス管 (IWAKI ガラス管)、シリコンチューブ (アズワン ラボランシリコンチューブ) を用いて容量 10 L のポリタンク (ニッコー 平角缶) に連結して貯留した。これらの器具は降雨の採取毎にすべて交換した。なお、2011 年 6 月以降の降水採取については、サンプルに虫の混入を防ぐためナイロン製の網 (NBC メッシュテック 目開き 200 μ m) をロートと柄の結合部に装着して行った。さらに、日光によるタンク内での極端な水温上昇と藻類の発生を抑えるため、キャンプ用の銀マット (厚さ 6 mm) をタンクに巻き付け、ポリタンクの上部にはアルミシールを貼って遮光した。

2.3 分析方法および HCO_3^- 濃度の推定方法について

研究室に持ち帰った降水および渓流水は、pH と電気伝導率 (EC) を測定し、残りの試料は 0.45 μ m のメンブレンフィルター (ADVANTEC C045A047A) でろ過した後、成分分析に供した。 Na^+ 、 NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} の濃度についてはイオンクロマトグラフ法、DIC (溶存無機炭素)、DOC (溶存有機炭素) 濃度については燃焼法または光触媒 TiO_2 酸化法で分析した。pH の測定には東亜ディーケーケー社製の HM-26S (2000～2009 年)、HM-30G (2010～2013 年)、HM-30R (2014 年～) を使い、EC の測定には同社製の CM-40V (2000～2009 年)、CM-25R (2010 年～) を用いた。イオンクロマトグラフ法による溶存イオン濃度の測定には、横河アナリティカルシステムズ IC-7000D (2000～2001

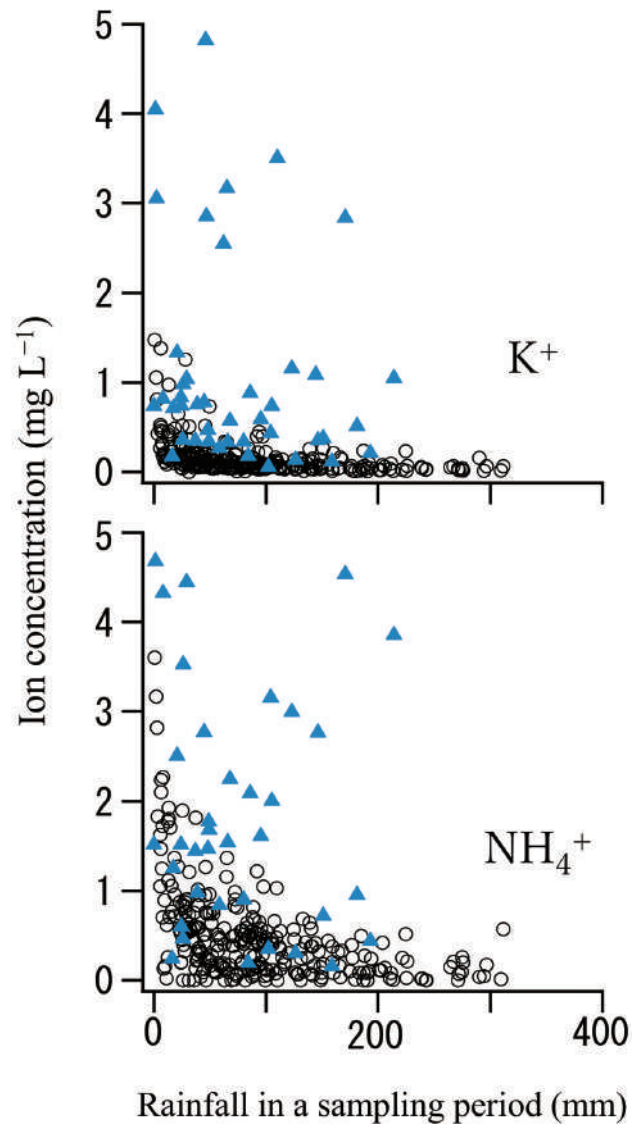


Fig. 2. 降水中の K^+ と NH_4^+ の濃度について降水中に PO_4^{3-} が検出される場合 (▲) と検出されない場合 (○)
 K^+ and NH_4^+ concentrations in rainwater
 Data are labeled to show the presence (▲) or absence (○) of rainwater PO_4^{3-}

Table 2. R1 と R2 の計算に用いた各イオンのモル質量、換算係数および当量伝導率

Molar mass, conversion factor and equivalent conductivity for ions used in the calculation of R1 and R2

Ion	Molar mass ^{*1} (g mol ⁻¹)	Conversion factor ^{*1} from mg L ⁻¹ to meq L ⁻¹	equivalent conductivity ^{*2} (S cm ² eq ⁻¹)
H ⁺	1.008	0.9921	349.81
Na ⁺	22.990	0.04350	50.10
NH ₄ ⁺	18.039	0.05544	73.55
K ⁺	39.098	0.02558	73.50
Ca ²⁺	40.078	0.04990	59.50
Mg ²⁺	24.305	0.08229	53.05
Cl ⁻	35.453	0.02821	76.35
NO ₃ ⁻	62.005	0.01613	71.46
SO ₄ ²⁻	96.064	0.02082	80.02
PO ₄ ³⁻	94.971	0.03159	92.80
HCO ₃ ⁻	61.017	0.01639	44.50

*¹ 出典は日本水道協会 (1993)。換算係数は、1991 年の原子量表に基づくモル質量とイオン価数 (イオン価数/モル質量) から算出されている。この表のモル質量については小数点以下第 4 位を四捨五入して示した。Japan Water Works Association (1993) . The conversion factors (CF) are calculated from the molar mass based on the Standard Atomic Weights 1991 and ionic valency (CF = ionic valency / molar mass) . The molar masses in Table 2 are rounded off to the third decimal places.

*² PO₄³⁻ の当量伝導率については EANET (2010a, b) から、それ以外は日本化学会編 (1966) から引用した。The equivalent conductivity of PO₄³⁻ was cited from EANET (2010a, b) , and the others were quoted from the Chemical Society of Japan (1966) .

年)、ダイオネクス DX-320 (2002～2012 年)、サーモフィッシュャーサイエンティフィック ICS-1600-cation/2100-anion (2013 年～) を使用した。全有機炭素と無機炭素の測定には島津 SUMIGRAPH GCT-12N (2000～2004 年、燃焼法)、平沼産業 TOC-2000 (2005 年～、TiO₂ 酸化法) を使用した。

2009 年 1 月以降の渓流水および pH5.0 を超える降水についてはアルカリ度 (pH4.8) を測定し、HCO₃⁻ 濃度を求めた (EANET 2010a, b)。また、2000～2008 年の降水および渓流水の HCO₃⁻ 濃度 (mg L⁻¹) については、上記 DIC (mg L⁻¹) の分析値と猿橋 (1955) が示した水中の炭酸物質の平衡濃度比と pH の関係を用いて HCO₃⁻ 濃度 (mg L⁻¹) を推定した (半谷・小倉 1995)。

2.4 分析データの QA/QC について

水質モニタリングにおける QA/QC (精度保証/精度管理) のプログラムは、おもに試料採取から分析に至る過程で生じる問題点を改善し、質の高いデータを維持するために行うもので、これにより、過去から現在に至る長期データの比較や他地域とのデータ比較が適切に行えるようになる (EANET 2016)。本報告では、降水 (R)、渓流水 (N1～4、A1～3)、および北川川本流 (M) の各分析値については電気的中性の原理に基づく陽イオン当量濃度の合計 (C) と陰イオン当量濃度の合計 (A) の比較 (R1) と EC の測定値 (ECobs) と当量伝導率による EC の計算値 (ECcal) の比較 (R2) を、次に示す式 (2.4.1) と (2.4.2) により行った (EANET 2010a, b)。Table 2 には R1 と R2 を算出する際に用いたイオンのモル質量 (g mol⁻¹)、

Table 3. 各濃度範囲における R1 と R2 の許容範囲

Allowable R1 and R2 ranges within each concentration range

Cation + Anion (meq L ⁻¹)	R1 (%)	ECobs (mS m ⁻¹)	R2 (%)
<0.05	± 30	<0.5	± 20
0.05-0.1	± 15	0.5-3	± 13
> 0.1	± 8	>3	± 9

換算係数および当量伝導率 (S cm² eq⁻¹) を示した。

$$R1 = (C - A) / (C + A) \times 100 \quad (2.4.1)$$

$$R2 = (ECcal - ECobs) / (ECcal + ECobs) \times 100 \quad (2.4.2)$$

これら R1 と R2 の値がサンプルの濃度により定められた許容範囲 (Table 3) から外れた場合は再分析を行い、改善されない場合は Appendix の QC の欄にそれぞれ R1、R2 と記入した。

また、採取された降水からは PO₄³⁻ が検出されることがあった。とくにロートに鳥の糞が付着していた場合に高い濃度の PO₄³⁻ が検出され、Fig. 2 に示したように、降水から PO₄³⁻ が検出されなかった場合の NH₄⁺、K⁺ の濃度は、期間降水量が増えるほど低くなる双曲線的な分布となったが、採取した降水から PO₄³⁻ が検出された場合は、NH₄⁺、K⁺ の濃度が明らかに高くなっている場合が多かった。このように、降水に PO₄³⁻ が検出される場合は、PO₄³⁻ も含めて降水に由来しない成分 (NH₄⁺、K⁺) の付加が疑われ、PO₄³⁻ が検出された降水のデータ (≥ 0.01mg L⁻¹) については、Appendix の QC の欄に P と記入した。

2.5 採水タンク容量を超えた場合の分析値と期間降水量の取扱いについて

台風など大雨の時にはポリタンクの容量を超えてしまうこと (overflow) があった。このようなケースでは採取できた分について分析を行った。また、そのときの期間降水量については実際に降ったと推定される量に補正し、これを年平均値 (加重平均) や年間流入量の算出に用いた。2000～2009年の期間降水量の補正值については、降水採取タンクの近くに設置した転倒ます型の降雨記録計のデータを用いた。また、2010年以降については、気象庁の梶原観測所 (梶原町西路, 北緯33°23.4′ 東経132°55.3′) と観測地点Rにおける期間降水量がほぼ同程度となることから、梶原観測所のデータをそのまま用いて補間した (気象庁2018)。

2.6 降水中の非海塩由来の成分濃度の計算方法について

降水中の Ca^{2+} と SO_4^{2-} については各採水期間ごとに Na^+ との重量比から非海塩由来 (non-sea-salt) の成分濃度を求め、それぞれ nss-Ca^{2+} 、 nss-SO_4^{2-} と表記した。重量比はそれぞれ $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$: 0.038、 $\text{SO}_4^{2-}/\text{Na}^+$: 0.251 を用いた (酸性雨調査法研究会1993)。

2.7 降水と渓流水の pH、EC、溶存成分濃度の年平均値の計算方法について

降水については、2.4節に記した QA/QC の観点から、(a) EANET が推奨する R1、R2 の許容範囲から外れたデータ、および、(b) PO_4^{3-} が検出されたデータについては、年平均値の計算から除外することがある (釣田ら2017)。しかし、この方法を本報告に適用した場合、2010年以前のデータに除外しなければならないものが多くなり (Table 4)、年平均値として妥当な観測数が得られなくなるため、本報告では、降水について pH、EC および溶存成分の年平均値を算出する場合に限り上記 (a) の許容範囲を緩め、 PO_4^{3-} が検出されなければ、どんな溶存成分濃度 (meq L^{-1}) であっても、 $\text{R1} \leq \pm 30\%$ 、かつ $\text{R2} \leq \pm 20\%$ を満たしていれば、年平均値の算出に用いた (Table 4)。なお、降水 pH の年平均値を算出する際は、一旦、pH を H^+ 濃度に換算してから加重平均値を算出し、それを再び pH に換算する方法で行った (玉置・平木1986a, b)。

渓流水については、2.4節で述べた R1 と R2 の許容範囲、すなわち EANET (2010a) が示す許容範囲内にあるデータを用いて算術平均値を算出した (Table 5)。

2.8 降水による主要な各成分の年間流入量の計算方法

2.6節で算出した降水の各溶存成分濃度の加重平均値と年間の総雨量 (2.5節で示した overflow 時の補正を含めて

Table 4. 降水の pH、EC および溶存成分濃度の年加重平均値
Annual weighted pH and EC averages plus dissolved rainwater ion concentrations

year	Rainfall mm	pH	EC _{obs} mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	nss-Ca ²⁺	nss-SO ₄ ²⁻	N _S ^{*1}	N _{EP} ^{*2}	N _T ^{*3}
				mg L ⁻¹														
2000	2846	4.70	1.43	0.56	0.05	0.11	0.11	0.04	1.19	0.49	1.42	0.00	0.76	0.09	1.28	5	4	25
2001	2196	4.93	1.09	0.31	0.11	0.14	0.39	0.05	0.77	0.67	1.37	0.05	1.48	0.38	1.29	16	15	24
2002	2277	4.82	1.67	0.78	0.37	0.08	0.34	0.09	1.38	0.75	1.44	0.00	1.42	0.31	1.25	18	11	24
2003	2756	4.82	1.25	0.50	0.18	0.08	0.10	0.03	0.82	0.42	0.92	0.00	1.25	0.08	0.80	22	19	24
2004	2854	5.02	1.01	0.60	0.13	0.10	0.22	0.04	1.00	0.32	0.66	0.13	0.98	0.20	0.51	21	12	24
2005	1665	4.79	1.61	0.74	0.42	0.16	0.36	0.07	1.24	0.65	1.22	0.32	1.70	0.34	1.04	17	6	24
2006	3359	4.96	1.23	0.51	0.32	0.16	0.36	0.05	0.84	0.48	1.05	0.29	1.38	0.34	0.92	21	14	24
2007	2394	4.99	1.17	0.58	0.41	0.08	0.27	0.06	0.96	0.42	0.94	0.43	1.55	0.24	0.79	22	8	23
2008	2106	4.85	1.20	0.38	0.39	0.09	0.28	0.04	0.62	0.53	0.96	0.15	1.44	0.26	0.87	23	6	25
2009	2167	4.87	1.20	0.44	0.40	0.06	0.16	0.05	0.72	0.46	0.84	0.71	1.23	0.15	0.73	18	7	25
2010	2497	5.10	1.09	0.31	0.63	0.17	0.20	0.04	0.50	0.43	0.91	1.06	1.19	0.19	0.83	13	8	18
2011	3492	5.15	0.96	0.39	0.20	0.04	0.16	0.05	0.62	0.31	0.60	0.68	0.47	0.14	0.50	18	16	20
2012	2927	4.97	1.33	0.56	0.27	0.07	0.20	0.07	0.91	0.49	0.93	0.66	0.65	0.18	0.79	18	18	18
2013	2185	4.95	1.13	0.40	0.19	0.08	0.18	0.06	0.59	0.48	0.85	0.51	0.75	0.16	0.75	19	16	19
2014	3656	4.93	1.11	0.45	0.12	0.05	0.12	0.06	0.74	0.38	0.77	0.52	0.65	0.10	0.66	18	18	19
2015	2911	4.93	1.09	0.39	0.18	0.11	0.13	0.06	0.62	0.37	0.79	0.45	0.72	0.11	0.70	18	16	18
Average	2643	4.93	1.19	0.48	0.26	0.09	0.21	0.05	0.80	0.45	0.91	0.41	1.03	0.19	0.79			
CV ^{*4} (%)		2.2	15.7	27.0	54.8	38.8	42.6	26.2	29.2	24.9	25.5	80.7	34.2	45.8	27.9			

*¹ N_S: 本報告用に緩和した R1 と R2 の許容範囲内にある降水のサンプル数 (すべての濃度範囲において $\text{R1} \leq \pm 30\%$ と $\text{R2} \leq \pm 20\%$ の条件を満たすサンプルの数)。N_S: Number of rainwater samples within the mitigated allowable ranges in this report ($\text{R1} \leq \pm 30\%$ and $\text{R2} \leq \pm 20\%$ in all concentration ranges) .

*² N_{EP}: EANET (2010b) が推奨する R1 と R2 の許容範囲を満たし、かつ、 $\text{PO}_4^{3-} < 0.01 \text{ mg L}^{-1}$ を満たすサンプルの数。N_{EP}: Number of samples within the allowable ranges for all of R1, R2 (EANET 2010b) and P ($\text{PO}_4^{3-} < 0.01 \text{ mg L}^{-1}$) .

*³ N_T: 年間の全サンプル数。N_T: Total number of samples per year.

*⁴ CV: 変動係数。CV: coefficient of variation.

算出)の積から降水による主要な各成分の年間流入量を算出した (Table 6)。

3. 結果と考察

3.1 降水の成分特性と年流入量の経年変化

観測地点 R における 2000～2015 年の降水の pH 測定値の範囲は 3.86～6.51、EC の範囲は 0.2～19.1 mS m⁻¹であった (EANET が推奨する許容範囲内のデータのみを使用)。とくに期間降水量が 100mm 未満の場合、pH の値は広い範囲となり、期間降水量が多くなるほどその範囲は小さくなった (Fig. 3a)。そして、期間降水量が少ない場合は EC が高くなり (Fig. 3b)、EC が高いほど pH が低

くなるという関係が見られた (Fig. 3c)。このように、降水の pH と EC は採取期間ごとにさまざまな値を示した。一方、年単位で加重平均した降水の pH および EC については、変動係数がそれぞれ 2.2%、15.7%で、それほど大きく変動することなく推移しており、この 16 年の間に上昇または低下といった方向性を持った変化は見られなかった (Table 4)。降水成分の年流入量については、とくに NH₄⁺ の変動が大きいことが特徴であったが、いずれの成分についてもこの 16 年の間に増加減少といった明らかな方向性は見られなかった (Fig. 4)。降水中に含まれる非海塩由来の硫酸イオン (nss-SO₄²⁻) や無機態窒素 (NO₃⁻-N、NH₄⁺-N) の量は大気汚染物質の指標として用いられ

Table 5. 降水による溶存成分の年流入量

Annual input of dissolved rainwater ions

Year	Rainfall mm	Na ⁺	NH ₄ ⁺ -N	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	nss-Ca ²⁺	nss-SO ₄ ²⁻
kg ha ⁻¹ y ⁻¹													
2000	2846	16.1	1.0	3.1	3.3	1.1	33.8	3.2	40.4	0.0	21.5	2.6	36.4
2001	2196	6.9	1.9	3.1	8.6	1.2	16.8	3.3	30.1	1.1	32.5	8.3	28.4
2002	2277	17.7	6.6	1.8	7.7	2.1	31.4	3.9	32.8	0.0	32.4	7.1	28.4
2003	2756	13.7	3.9	2.3	2.7	0.9	22.7	2.6	25.4	0.0	34.4	2.2	21.9
2004	2854	17.2	2.9	3.0	6.3	1.2	28.4	2.1	18.7	3.7	28.1	5.7	14.4
2005	1665	12.3	5.4	2.6	6.1	1.2	20.7	2.4	20.3	5.3	28.3	5.6	17.2
2006	3359	17.0	8.3	5.3	12.2	1.5	28.1	3.7	35.2	9.6	46.4	11.5	30.9
2007	2394	14.0	7.7	1.8	6.4	1.4	23.0	2.3	22.5	10.3	37.2	5.9	19.0
2008	2106	8.1	6.4	1.8	5.8	0.9	13.0	2.5	20.3	3.2	30.4	5.5	18.3
2009	2167	9.5	6.8	1.3	3.6	1.1	15.5	2.3	18.1	15.3	26.6	3.2	15.7
2010	2497	7.6	12.2	4.2	5.0	1.1	12.5	2.4	22.6	26.4	29.7	4.7	20.7
2011	3492	13.5	5.4	1.5	5.4	1.7	21.6	2.5	20.9	23.7	16.2	4.9	17.5
2012	2927	16.5	6.2	2.1	5.8	2.0	26.6	3.2	27.4	19.3	19.0	5.1	23.2
2013	2185	8.8	3.2	1.7	3.9	1.4	12.8	2.3	18.5	11.1	16.5	3.6	16.3
2014	3656	16.5	3.5	1.7	4.4	2.1	27.1	3.1	28.2	19.0	23.8	3.8	24.1
2015	2911	11.3	4.1	3.3	3.7	1.6	18.1	2.4	23.1	13.1	20.9	3.2	20.3
Average	2643	12.7	5.4	2.5	5.6	1.4	21.2	2.7	24.2	10.8	27.1	5.1	21.0
CV (%)		28.3	50.2	41.0	40.5	26.8	29.9	19.3	25.1	84.1	28.2	43.9	27.1

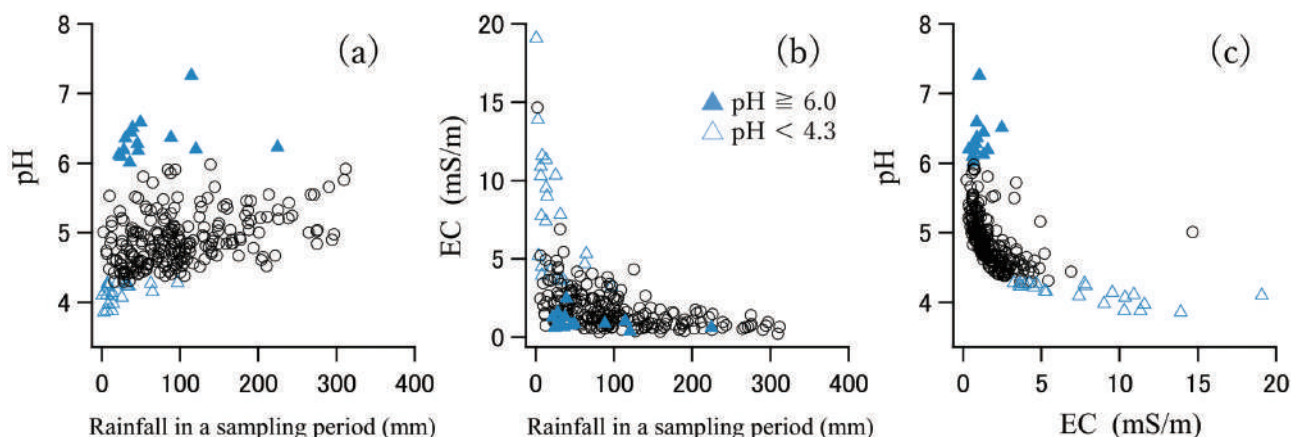


Fig. 3. 降水量が降水の pH、EC に及ぼす影響 (a, b) と降水の pH と EC の関係 (c)

オーバーフローのデータは除外して図示した。

Effects of rainfall quantity on rainwater pH and EC (a, b) , and the relationship between rainwater pH and EC (c)

Overflow data were excluded.

るが、環境省（2014）が公表している全国31カ所における2008～2012年の地点別の5年平均値によると、 nss-SO_4^{2-} の年流入量は最大値、最小値、中央値の順にそれぞれ43.1、5.5、20.0 kg ha^{-1} 、 NO_3^- -Nはそれぞれ7.3、0.7、3.6 kg ha^{-1} 、 NH_4^+ -Nはそれぞれ6.4、1.0、3.2 kg ha^{-1} であった。観測地点Rにおける2008～2012年の nss-SO_4^{2-} の年流入量は15.7～23.2 kg ha^{-1} 、 NO_3^- -Nの年流入量は2.3～3.2 kg ha^{-1} であり、全国31地点の中央値付近のレベルであったが、 NH_4^+ -Nの年流入量は5.4～12.2 kg ha^{-1} であり、全国31地点の5年平均値の最大値を超える年があった（Table 5）。なお、環境省の全国31地点の一つには梶原（北緯33°22′46″東経132°56′06″、海拔高790 m）

があり、観測地点Rから直線距離にして約6 km離れた場所（山地頂上付近の森林を切開した造成地）で降水成分の観測が行われている。ここでの2008～2012年の年流入量の5年平均値（最小値～最大値）は、 nss-SO_4^{2-} : 21.4 (17.6～25.6) kg ha^{-1} 、 NO_3^- -N: 2.6 (2.2～3.3) kg ha^{-1} 、 NH_4^+ -N: 2.3 (1.9～3.0) kg ha^{-1} であり（環境省2014）、観測地点Rと比べて nss-SO_4^{2-} と NO_3^- -Nは同程度だったが、 NH_4^+ -Nについては観測地点Rで明らかに高かった。窒素は森林の物質収支を評価する上で重要な成分であり、 NH_4^+ -Nの年流入量については近隣の発生源（例えば農業活動など）の影響も考慮し（野口・山口2010）、適切に評価していく必要があるだろう。

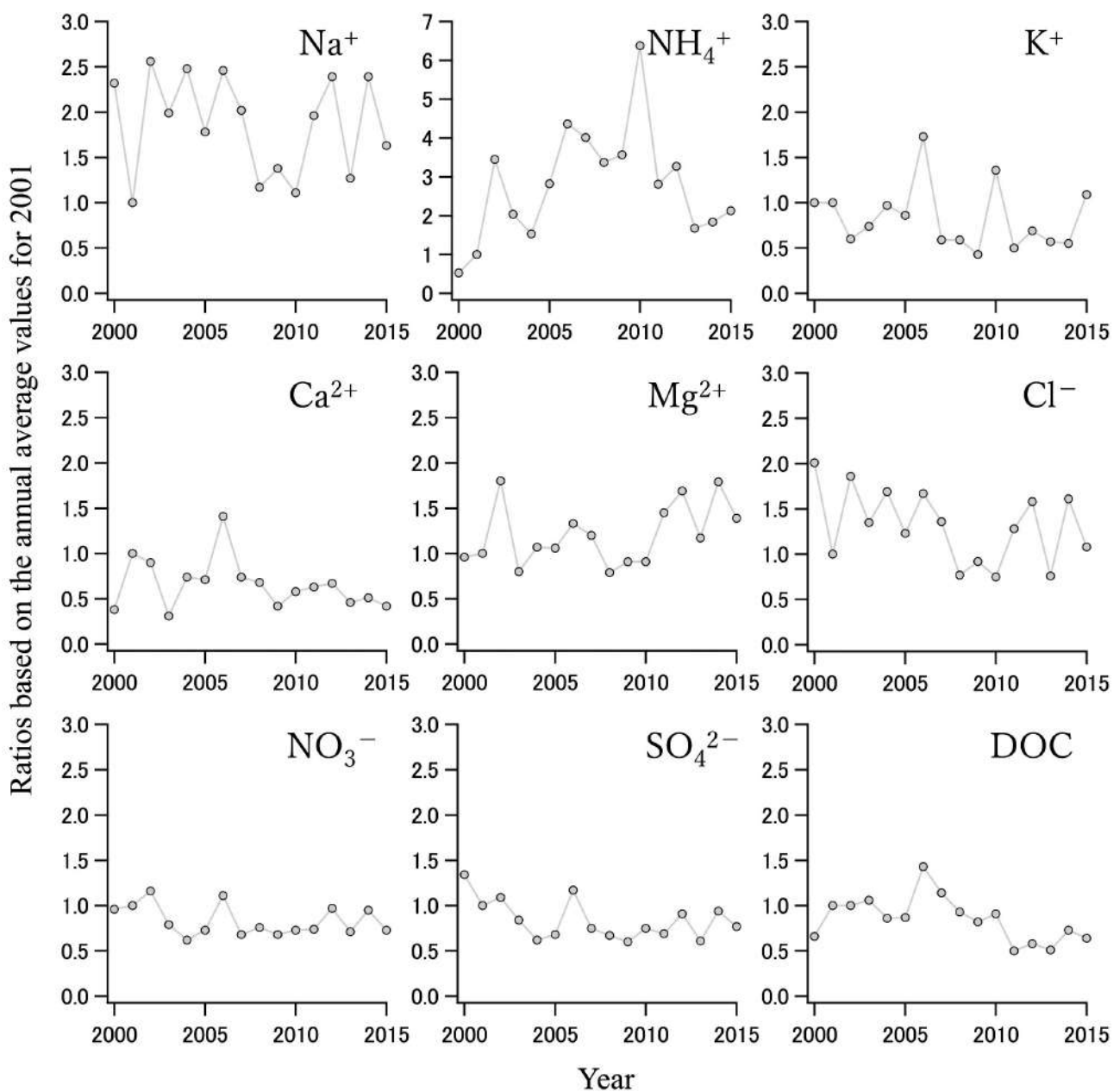


Fig. 4. 2000～2015年における降水成分の年流入量の相対的な変化
Relative changes in annual input of dissolved ions in rainwater from 2000 to 2015.

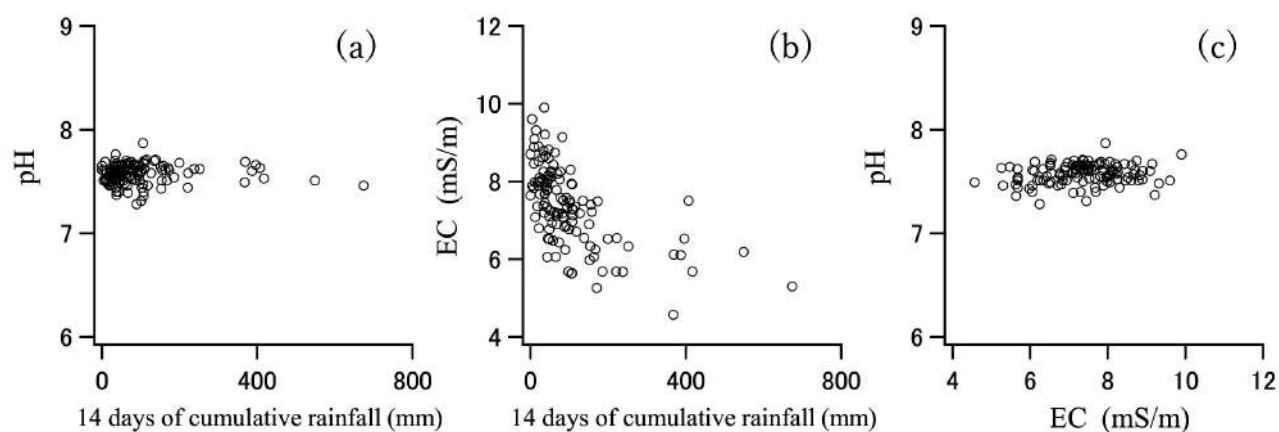


Fig. 5. 降水量が溪流水の pH、EC に及ぼす影響 (a, b) と溪流水の pH と EC の関係 (c)
 Effect of 14 days of cumulative rainfall before the sampling day on streamwater pH and EC (a, b) , and the relationship between streamwater pH and EC (c) .

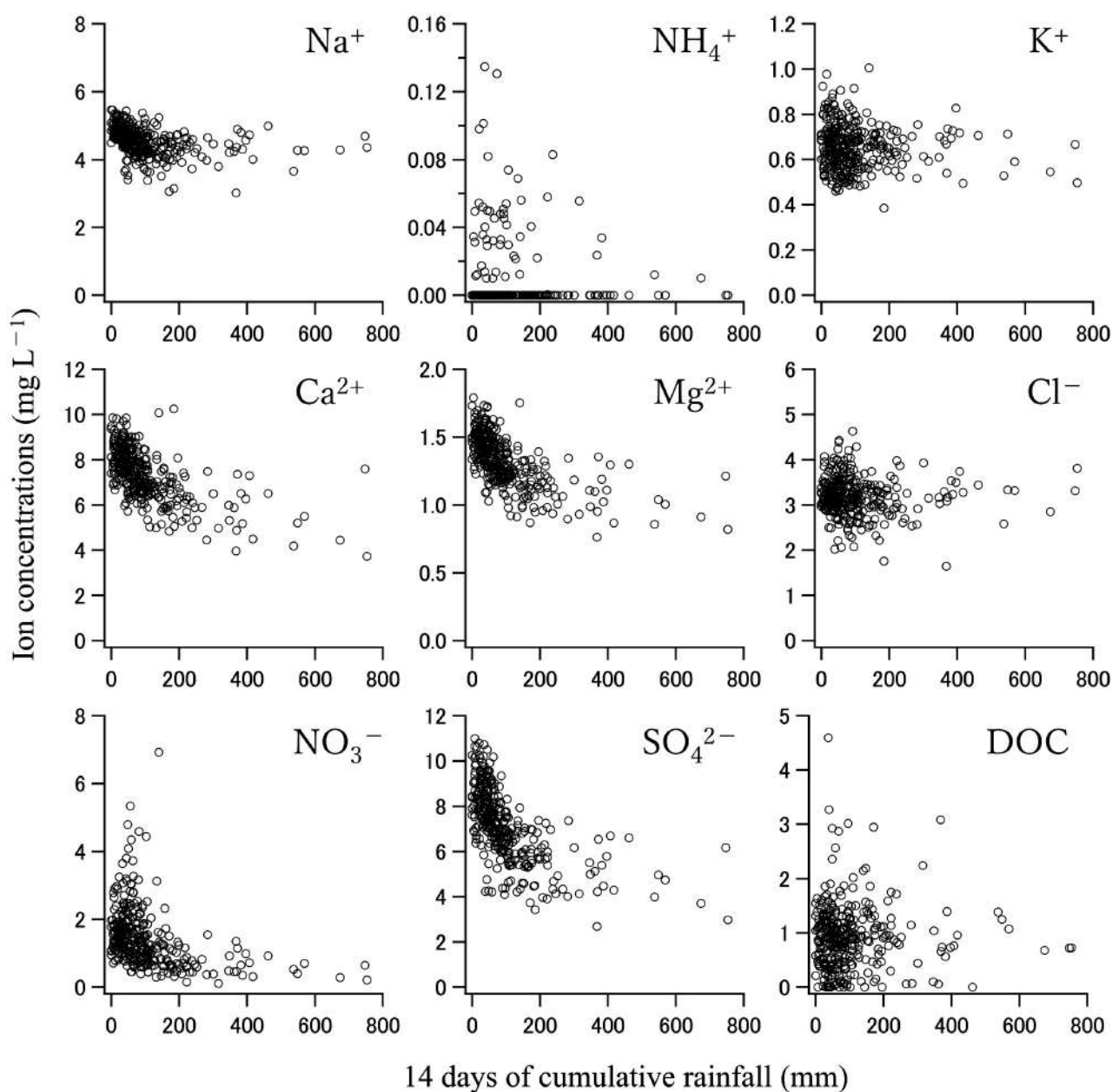


Fig. 6. サンプル日前 14 日間の積算降水量が溪流水の成分濃度に及ぼす影響
 Effects of 14 days of cumulative rainfall before the sampling day on ion concentration

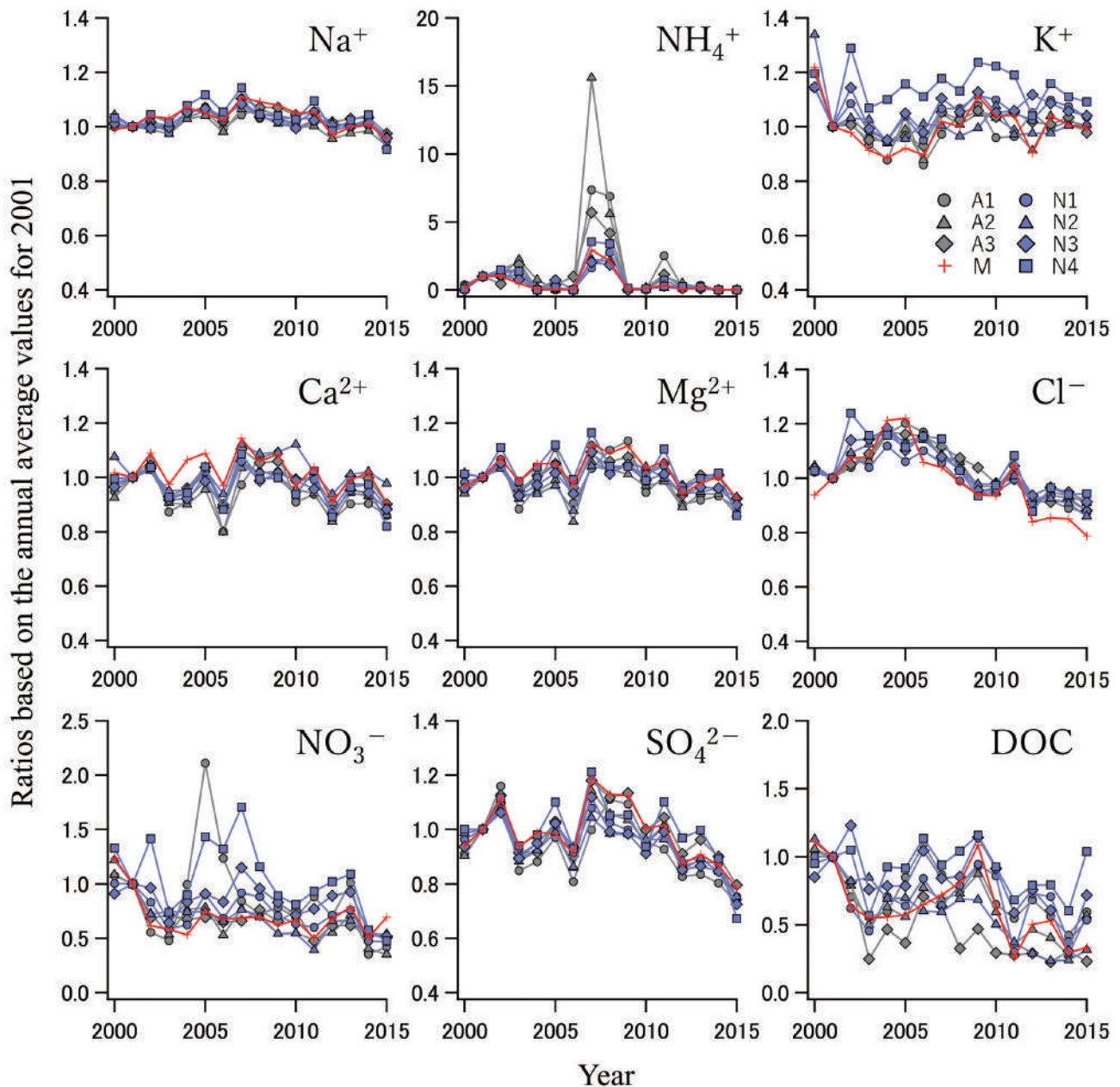


Fig. 7. 2000 ~ 2015 年の7つの森林流域における渓流水質と北川川の水質の経年変化

Relative changes in annual average of ions in streamwater in seven forest watersheds and the Kitagawa River from 2000 to 2015

3.2 渓流水の溶存成分濃度の年平均値の変化

N3における渓流水の個々のサンプルについて、Fig. 5にpH、EC、降水量の相互関係について、Fig. 6に同サンプルの各成分濃度と降水量の関係について示した。7つの森林流域における各分析値と降水量の関係については傾向が似ていたため、この報告ではN3のデータを用いた図のみ示した。なお、図中の「14日積算降水量」は採取日を起算日として14日間の積算降水量を梶原観測所の日降水量データを用いて算出した（気象庁 2018）。積算日数については3、7、10、14日間で検討し、10日以上になると積算降水量とECの関係が明瞭に分離することから、この報告においては14日間を用いること

にした。

渓流水（N3）については積算降水量の増加がpHに及ぼす影響はあまり明瞭ではなかった（Fig. 5a）。また、降水の場合とは異なり降水量の増加によりECの値が変化しても渓流水のpHの値はあまり変化しなかった（Fig. 5c）。渓流水のECの値は降水量が増加するほど明らかに小さくなった（Fig. 5b）。これは降水量の増加により渓流水の成分濃度が薄まることを示している。しかし、その薄まり方は成分の種類によって異なり、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} のように積算降水量が0～300mmの範囲において濃度の減少が明瞭な成分と Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- のように濃度の減少があまり明瞭ではない成分があることがわかった（Fig. 6）。

また、 NO_3^- は、基本的には積算降水量の増加とともに濃度の減少が見られるタイプのイオンと考えられるが、積算降水量が100mm前後となる時に 4 mg L^{-1} 以上の高濃度で検出される場合があり、篠宮ら(2007)が同地点の経時観測において示したように、まとまった雨があるときに NO_3^- が生態系から大きく流出する現象をとらえていると考えられた。DOCと積算降水量の間に明瞭な関係は見られなかったものの、濃度の変動幅は大きかった。

Fig. 7には鷹取山における7つの森林流域(A1~3、N1~4)と北川川(M)で採取した渓流水の2000~2015年における成分濃度の経年変化を2001年を1としたときの比率で示した。特徴的だったのは、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} の年平均値の相対的な変化の傾向が7つの森林流域すべてにおいて似ており、しかも、それが本流である北川川(M)とも連動していることであった。 K^+ 、 NO_3^- については一部の森林流域(とくにN4)で連動していなかったものの、それ以外の森林流域ではおおむね相対的な変化の傾向は似ていた。DOCの変化パターンは森林流域によって異なっていた。 NH_4^+ は2007~2008年に人工林の流域で相対的に高い濃度の流出が見られたが、原因については不明である。一方、この16年間の長期的な濃度変化については、2007年以降、7つの森林流域すべてにおいて Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} の濃度に低下傾向がみられ、とくに Cl^- と SO_4^{2-} については濃度の低下が顕著であった(Fig. 7)。こうした傾向が今後どのように推移していくのか、現在継続中のモニタリングにより確認できるであろう。また長期的な観測を続けることにより、降水や渓流水の水質の変動要因がより明らかになることに期待したい。

謝 辞

鷹取山国有林におけるモニタリングの継続に際し、四国森林管理局、四万十森林管理署、梶原森林事務所、高知県須崎土木事務所ならびに森林総合研究所立地環境研究領域、四国支所の皆様にご協力いただいた。試料の分析では、森林総合研究所四国支所非常勤職員として勤務していた桑野雅子氏、金城倫子氏にご協力いただいた。これらの方々に深謝する。本研究は、森林総合研究所交付金プロジェクト「酸性雨等の森林・溪流への影響モニタリング(2000~2004年)」、「森林流域の水質モニタリングとフラックスの広域評価(2005~2008年)」および森林総合研究所基盤事業「森林における降雨・渓流水質モニタリング(事業番号キ108)」によって行われた。

引用文献

相澤 州平・岡本 透・池田 重人(2003) 東北地方内陸部森林地帯における降水中の溶存成分濃度の季節変化および溶存成分負荷量. 森林総合研究所研究報告, 2, 157-164.

Conrad, O., Bechtel, B., Bock, M., Dietrich, H., Fischer, E.,

Gerlitz, L., Wehberg, J., Wichmann, V., and Boehner, J. (2015) System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4. Geoscientific Model Development, 8, 1991-2007.

土じょう部(1976) 林野土壌の分類 1975. 林業試験場研究報告, 280, 1-28.

EANET (2016) Quality assurance/Quality control (QA/QC) Guidebook for Acid Deposition Monitoring Network in East Asia. Acid Deposition and Oxidant Research Center (ADORC), 103pp, Niigata, Japan.

EANET (2010a) Technical Manual for Monitoring on Island Aquatic Environment in East Asia. Acid Deposition and Oxidant Research Center (ADORC), 126pp, Niigata, Japan.

EANET (2010b) Technical Manual for Wet Deposition Monitoring in East Asia. Acid Deposition and Oxidant Research Center (ADORC), 113pp, Niigata, Japan.

半谷 高久・小倉 紀雄(1985) 水質調査法, 第2版. 丸善, 265-270.

稲垣 昌宏・池田 重人・金子 真司・高橋 正通(2008) 森林降水渓流水水質データベース(FASC-DB)の構築. 森林科学, 54, 53-55.

伊藤 優子・加藤 正樹(2004) 酸性雨等の森林生態系への影響モニタリング—森林総合研究所(つくば市)における降水の調査—. 森林総合研究所研究報告, 3, 267-275.

金子 真司・荒木 誠・古澤 仁美(2004) 酸性雨等の森林生態系への影響モニタリング—関西スギ林における酸性降下物—. 森林総合研究所研究報告, 3, 277-296.

環境省(2014) 越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング報告書(平成20~24年度), 137-238, <https://www.env.go.jp/air/acidrain/monitoring/rep3.html>.

気象庁(2018) “過去の気象データ検索”, <http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>.

高知営林局(1996) 保護林への誘い—生きた植物図鑑—, 高知営林局, 59pp.

国土地理院(2018) “基盤地図情報サイト”, <http://www.gsi.go.jp/kiban/index.html>.

Matsuura, Y., Sanada, M., Takahashi, M., Sakai, Y. and Tanaka, N. (2001) Long-term monitoring study on rain, throughfall, and stemflow chemistry in evergreen coniferous forests in Hokkaido, northern Japan. Water, Air, and Soil Pollution, 130, 1661-1666.

日本化学会編(1966) 化学便覧 基礎編 II. 丸善, 1042.

日本水道協会(1993) 上水試験方法, 1993年版. 厚生省生活衛生局水道環境部監修, 日本水道協会, 770.

野口 泉・山口 高志(2010) 大気からの窒素成分沈着. 地球環境, 15 (2), 111-120.

酒井 寿夫・仙石 鐵也・原 光好・森 澤猛・埴田 宏・岩本 宏二郎・荒井 國幸・小澤 孝弘(2004) 酸性雨等の森林生態系への影響モニタリング—木曽御

- 岳山の亜高山帯針葉樹林における降水の調査一. 森林総合研究所研究報告, 3, 297-317.
- 酒井 寿夫・森澤 猛・仙石 鐵也(2003) 御岳山における7年間の降雨・降雪のpH, ECと溶存成分の特性. 森林立地 45 (1), 21-27.
- 酸性雨調査法研究会(1993) 酸性雨調査法. ぎょうせい, 267-268.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2015) 20万分の1日本シームレス地質図 2015年5月29日版. 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 猿橋 勝子(1955) 天然水中の物質代謝の研究(第2報) 水中の炭酸物質の平衡濃度比について. 日本化学雑誌, 76, 1294-1308.
- 篠宮 佳樹・山田 毅・鳥居 厚志(2007) 四万十川源流部の森林流域における降雨イベント時の溪流水質変動とL-Q法への適合度. 森林立地, 49 (2), 133-144.
- 玉置 元則・平木 隆年(1986a) わが国各地における雨水pHの年平均値(1). 環境技術, 15, 188-192.
- 玉置 元則・平木 隆年(1986b) わが国各地における雨水pHの年平均値(2). 環境技術, 15, 215-220.
- 釣田 竜也・大貫 靖浩(2017) 九州の鹿北流域試験地3号沢における2001～2014年の雨水と溪流水の水質. 森林総合研究所研究報告, 16, 29-60.
- 山田 毅・森貞 和仁・酒井 敦・吉永 秀一郎・平井 敬三・加藤 正樹・吉田 桂子・岩川 雄幸・三浦 覚・稲垣 善之・篠宮 佳樹・竹内 郁雄・田淵 隆一・酒井 武・倉本 恵生・森 茂太・大黒 正・川崎 達郎・松村 直人・小谷 英司・吉田 実・宮本 知子・都築 伸行・山田 茂樹・今富 裕樹・峰尾 一彦・山崎 三郎・井上 大成・田端 雅進・阿部 恭久・弘田 孝行・門田 春夫(2004) 酸性雨等の森林生態系への影響モニタリングー四国ヒノキ林における降水および林分の調査一. 森林総合研究所研究報告, 3, 365-407.
- Yamada, T., Yoshinaga, S., Morisada, K. and Hirai, K. (2001) Sulfate and nitrate loads on forest ecosystem in Kochi in southwest of Japan. Water, Air, and Soil Pollution, 130, 1115-1120.

Table 6a. 渓流水の pH、EC および溶存成分の年平均値 (単純平均)

Annual simple averages of pH, EC, and dissolved ion concentrations in streamwater

Sampling location	Year	pH	EC _{obs}	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	N _E ^{*1}	N _T ^{*2}
			mS m ⁻¹					mg L ⁻¹							
A1	2000	7.67	6.93	4.37	0.00	0.58	7.58	0.93	2.57	0.77	6.88	24.40	0.79	19	19
	2001	7.65	7.28	4.37	0.00	0.51	8.00	0.98	2.52	0.72	7.55	25.94	0.77	24	24
	2002	7.72	8.04	4.43	0.01	0.52	8.52	1.04	2.62	0.40	8.75	27.92	0.54	24	24
	2003	7.61	6.92	4.29	0.01	0.48	6.99	0.87	2.72	0.34	6.41	24.16	0.43	23	24
	2004	7.63	7.25	4.53	0.00	0.45	7.28	0.95	2.93	0.72	6.66	30.28	0.46	14	24
	2005	7.64	7.80	4.62	0.00	0.53	8.10	1.09	3.03	1.52	7.33	31.66	0.65	15	23
	2006	7.63	6.90	4.35	0.00	0.44	6.42	0.89	2.94	0.89	6.10	25.80	0.83	12	21
	2007	7.67	7.36	4.56	0.03	0.50	7.79	1.01	2.70	0.61	7.54	28.38	0.66	18	19
	2008	7.69	7.91	4.66	0.03	0.53	8.59	1.08	2.67	0.52	8.38	29.75	0.57	24	24
	2009	7.68	7.96	4.55	0.00	0.55	8.73	1.11	2.44	0.56	8.26	30.75	0.71	24	24
	2010	7.58	6.88	4.35	0.00	0.49	7.28	0.93	2.44	0.50	7.21	26.07	0.50	19	19
	2011	7.58	7.10	4.44	0.01	0.49	7.50	0.98	2.56	0.63	7.00	27.33	0.42	19	19
	2012	7.53	6.71	4.44	0.00	0.54	6.75	0.88	2.36	0.51	6.24	26.67	0.52	18	18
	2013	7.56	6.75	4.36	0.00	0.51	7.22	0.90	2.31	0.73	6.30	25.73	0.43	18	18
	2014	7.67	6.66	4.39	0.00	0.52	7.23	0.91	2.24	0.25	6.07	26.67	0.32	18	19
	2015	7.65	6.36	4.21	0.00	0.51	6.88	0.87	2.20	0.30	5.51	25.64	0.46	18	18
	Average	7.64	7.22	4.43	0.01	0.51	7.64	0.97	2.56	0.60	7.12	27.30	0.57		
	CV (%)	0.7	6.9	2.7	165.4	7.0	8.7	8.2	9.3	46.3	12.7	8.0	26.2		
A2	2000	7.68	8.25	4.67	0.00	0.69	9.42	1.33	2.46	1.13	8.27	30.56	0.99	19	19
	2001	7.71	8.85	4.68	0.00	0.60	10.18	1.41	2.35	1.04	9.15	33.58	0.93	24	24
	2002	7.70	9.43	4.63	0.00	0.62	10.43	1.47	2.48	0.76	10.13	33.77	0.73	24	24
	2003	7.69	8.47	4.55	0.01	0.59	9.24	1.30	2.50	0.56	8.21	31.48	0.47	23	24
	2004	7.67	8.57	4.81	0.00	0.57	9.17	1.34	2.73	0.80	8.41	37.74	0.59	19	24
	2005	7.72	9.05	4.87	0.00	0.60	9.72	1.39	2.67	0.82	9.29	38.61	0.52	21	24
	2006	7.68	8.12	4.59	0.00	0.53	8.13	1.18	2.70	0.55	7.87	32.30	0.72	20	24
	2007	7.72	9.43	4.98	0.05	0.63	10.53	1.49	2.54	0.80	10.43	36.74	0.64	23	24
	2008	7.72	9.24	4.87	0.02	0.61	10.44	1.45	2.49	0.74	9.68	35.67	0.68	23	24
	2009	7.71	8.98	4.73	0.00	0.63	10.20	1.42	2.25	0.57	9.48	35.17	0.81	24	24
	2010	7.65	8.55	4.66	0.00	0.62	9.72	1.36	2.23	0.57	8.72	34.26	0.55	19	19
	2011	7.64	8.34	4.69	0.00	0.60	9.59	1.39	2.33	0.51	9.30	33.95	0.33	19	19
	2012	7.57	7.83	4.47	0.00	0.55	8.52	1.25	2.14	0.58	7.79	32.08	0.43	18	18
	2013	7.60	8.07	4.56	0.00	0.63	9.61	1.32	2.23	0.74	8.16	32.69	0.38	18	18
	2014	7.65	8.01	4.61	0.00	0.61	9.48	1.32	2.20	0.42	7.75	33.44	0.26	19	19
	2015	7.67	7.59	4.35	0.00	0.60	8.76	1.22	2.13	0.37	6.86	31.62	0.53	18	18
	Average	7.68	8.60	4.68	0.01	0.61	9.62	1.36	2.41	0.69	8.80	34.05	0.61		
	CV (%)	0.6	6.4	3.3	217.9	6.0	7.1	6.3	8.0	29.7	10.8	6.6	33.5		
A3	2001	7.75	9.59	4.18	0.01	0.48	12.23	1.32	2.42	0.94	9.81	37.16	0.56	19	19
	2002	7.78	10.32	4.25	0.00	0.48	12.76	1.38	2.55	0.64	11.04	38.20	0.46	24	24
	2003	7.72	9.43	4.19	0.01	0.45	11.37	1.26	2.64	0.66	8.97	35.63	0.14	21	24
	2004	7.72	9.64	4.39	0.00	0.45	11.75	1.33	2.84	0.63	8.99	43.20	0.26	19	24
	2005	7.77	10.28	4.45	0.00	0.46	12.68	1.39	2.82	0.65	10.10	46.13	0.21	23	24
	2006	7.74	9.46	4.26	0.01	0.44	11.00	1.27	2.80	0.61	8.86	39.72	0.40	21	24
	2007	7.75	10.64	4.61	0.03	0.50	13.51	1.47	2.71	0.62	11.57	43.58	0.35	24	24
	2008	7.76	10.26	4.47	0.02	0.49	12.88	1.40	2.61	0.71	10.97	40.02	0.18	24	24
	2009	7.73	10.31	4.47	0.00	0.51	12.96	1.42	2.52	0.61	11.12	40.38	0.26	24	24
	2010	7.72	9.64	4.35	0.00	0.50	12.15	1.35	2.38	0.70	9.80	38.98	0.16	19	19
	2011	7.71	9.49	4.40	0.01	0.50	12.23	1.39	2.42	0.45	10.24	40.12	0.16	19	19
	2012	7.63	8.89	4.24	0.00	0.49	11.04	1.28	2.22	0.58	8.93	37.87	0.16	18	18
	2013	7.63	9.08	4.30	0.00	0.48	12.28	1.33	2.21	0.58	9.43	39.13	0.13	19	19
	2014	7.63	9.17	4.32	0.00	0.49	12.20	1.33	2.23	0.49	8.83	39.09	0.17	19	19
	2015	7.65	8.66	4.07	0.00	0.47	11.04	1.22	2.14	0.48	7.81	36.34	0.13	18	18
	Average	7.72	9.71	4.34	0.01	0.48	12.20	1.35	2.52	0.63	9.86	39.83	0.25		
	CV (%)	0.7	5.9	3.1	152.7	4.0	6.1	4.9	9.1	18.0	10.6	6.8	52.0		
N1	2000	7.81	9.59	5.30	0.00	0.77	11.04	1.55	3.38	1.46	8.82	35.12	1.11	19	19
	2001	7.79	9.83	5.28	0.01	0.67	11.29	1.57	3.28	1.45	9.15	36.85	1.11	24	24
	2002	7.78	10.53	5.37	0.01	0.73	11.65	1.66	3.57	1.21	10.01	38.49	0.69	24	24
	2003	7.75	9.49	5.16	0.01	0.66	10.38	1.48	3.41	0.85	8.30	35.54	0.50	22	24
	2004	7.74	9.81	5.56	0.00	0.64	10.64	1.57	3.67	0.90	8.68	43.48	0.78	18	24
	2005	7.80	10.46	5.66	0.00	0.70	11.52	1.65	3.48	1.31	9.35	45.88	0.71	22	24
	2006	7.78	9.65	5.38	0.00	0.64	10.00	1.48	3.61	0.99	8.37	39.16	0.93	21	24
	2007	7.81	10.62	5.82	0.02	0.72	11.92	1.71	3.47	1.33	9.88	42.91	0.71	22	24
	2008	7.75	10.19	5.44	0.04	0.72	11.48	1.63	3.25	1.28	9.38	39.53	0.87	24	24
	2009	7.76	10.16	5.42	0.00	0.75	11.52	1.64	3.09	1.02	9.14	40.48	1.05	24	24
	2010	7.74	9.72	5.34	0.00	0.74	11.15	1.59	3.11	0.92	8.69	39.77	0.95	19	19
	2011	7.71	9.67	5.57	0.01	0.71	11.19	1.64	3.27	0.87	9.23	40.55	0.33	19	19
	2012	7.66	8.97	5.19	0.00	0.69	9.97	1.52	2.98	1.03	7.91	37.29	0.81	18	18
	2013	7.65	9.22	5.30	0.00	0.74	11.01	1.56	3.07	1.10	8.11	38.33	0.78	18	18
	2014	7.71	9.25	5.41	0.00	0.72	11.01	1.58	3.05	0.69	7.99	39.64	0.42	19	19
	2015	7.73	8.78	4.99	0.00	0.70	10.04	1.45	2.89	0.68	6.89	36.44	0.59	18	18
	Average	7.75	9.79	5.39	0.01	0.71	11.03	1.58	3.29	1.08	8.81	39.37	0.78		
	CV (%)	0.6	5.4	3.6	140.5	5.2	5.4	4.5	7.1	22.5	8.9	7.2	29.2		

*¹ N_E: EANET (2010a) が推奨する R1 と R2 の許容範囲内にある渓流水のサンプル数。N_E: Number of streamwater samples within the allowable ranges for R1, R2 (EANET 2010a).

*² N_T: 年間の全サンプル数。N_T: Total number of samples per year.

Table 6b. 渓流水の pH、EC および溶存成分の年平均値 (単純平均)

Annual simple averages of pH, EC, and dissolved ion concentrations in streamwater

Sampling location	Year	pH	EC _{obs} mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	N _E ^{*1}	N _T ^{*2}
N2	2000	7.38	6.07	4.47	0.00	0.55	5.42	1.09	3.09	0.66	5.70	19.64	0.92	19	19
	2001	7.42	5.89	4.28	0.01	0.41	5.03	1.08	2.95	0.54	5.78	18.68	0.81	24	24
	2002	7.44	6.22	4.30	0.02	0.42	5.16	1.11	3.23	0.39	6.22	19.45	0.67	24	24
	2003	7.39	5.86	4.28	0.02	0.42	4.79	1.01	3.32	0.41	5.10	18.26	0.69	23	24
	2004	7.45	5.95	4.51	0.00	0.39	4.80	1.01	3.50	0.40	5.33	22.17	0.57	19	24
	2005	7.56	6.22	4.59	0.00	0.39	5.18	1.04	3.32	0.41	5.72	24.18	0.57	23	24
	2006	7.37	6.01	4.44	0.00	0.41	4.73	0.94	3.37	0.36	4.99	21.23	0.49	17	20
	2007	7.25	6.39	4.67	0.03	0.41	5.65	1.12	3.21	0.42	6.02	22.70	0.48	24	24
	2008	7.32	6.31	4.49	0.03	0.40	5.47	1.11	3.05	0.38	5.68	21.53	0.56	24	24
	2009	7.27	6.27	4.43	0.00	0.41	5.50	1.13	2.89	0.30	5.68	22.39	0.56	24	24
	2010	7.46	6.10	4.41	0.00	0.44	5.64	1.12	2.89	0.30	5.56	22.42	0.41	19	19
	2011	7.58	5.72	4.41	0.00	0.40	5.13	1.07	2.98	0.21	5.57	21.31	0.30	19	19
	2012	7.50	5.61	4.33	0.00	0.40	4.72	1.01	2.73	0.36	5.11	21.16	0.23	18	18
	2013	7.51	5.58	4.30	0.00	0.40	5.09	1.02	2.73	0.36	5.16	20.58	0.19	18	18
	2014	7.39	5.56	4.37	0.00	0.41	5.14	1.03	2.68	0.29	4.89	21.24	0.19	19	19
	2015	7.26	5.59	4.14	0.00	0.41	4.92	1.00	2.54	0.29	4.36	20.83	0.26	18	18
	Average	7.41	5.98	4.40	0.01	0.42	5.17	1.06	3.04	0.38	5.47	21.10	0.51		
	CV (%)	1.3	4.6	2.9	135.0	8.7	5.9	5.0	8.9	27.1	8.4	7.1	43.0		
N3	2000	7.61	7.26	4.50	0.00	0.71	7.33	1.28	3.18	1.54	7.04	23.61	0.92	19	19
	2001	7.64	7.53	4.45	0.01	0.62	7.59	1.33	3.07	1.69	7.52	24.93	1.08	25	25
	2002	7.64	8.00	4.43	0.01	0.71	7.85	1.40	3.50	1.63	7.98	25.42	1.33	24	24
	2003	7.59	7.32	4.44	0.01	0.61	6.97	1.24	3.51	1.09	6.73	22.96	0.82	23	24
	2004	7.58	7.50	4.69	0.00	0.59	7.01	1.30	3.63	1.41	7.14	28.36	0.85	19	24
	2005	7.64	7.97	4.75	0.01	0.65	7.49	1.35	3.38	1.53	7.69	30.68	0.85	23	24
	2006	7.59	7.55	4.60	0.00	0.61	6.75	1.25	3.53	1.41	7.02	26.38	1.13	18	24
	2007	7.59	8.14	4.82	0.02	0.68	8.05	1.46	3.31	1.94	8.42	28.21	0.91	24	24
	2008	7.62	7.73	4.62	0.02	0.65	7.50	1.35	3.17	1.62	7.46	26.63	0.92	24	24
	2009	7.58	7.76	4.55	0.00	0.70	7.72	1.40	2.93	1.40	7.40	27.75	1.24	24	24
	2010	7.55	7.29	4.43	0.00	0.65	7.51	1.32	2.94	1.21	6.85	27.29	0.99	19	19
	2011	7.45	7.18	4.55	0.00	0.66	7.27	1.35	3.21	1.30	7.45	26.59	0.64	20	20
	2012	7.44	6.78	4.48	0.00	0.69	6.58	1.25	2.87	1.51	6.41	25.89	0.82	18	18
	2013	7.47	6.94	4.47	0.00	0.67	7.24	1.28	2.96	1.57	6.51	25.46	0.66	18	18
	2014	7.50	6.81	4.51	0.00	0.65	7.16	1.28	2.91	0.94	6.36	26.10	0.33	19	19
	2015	7.51	6.62	4.27	0.00	0.64	6.71	1.20	2.80	0.88	5.45	25.14	0.78	18	18
	Average	7.57	7.44	4.54	0.01	0.66	7.33	1.32	3.19	1.43	7.15	26.37	0.91		
	CV (%)	0.9	6.0	2.9	128.0	5.4	5.6	5.0	8.2	19.1	9.8	7.0	26.3		
N4	2000	7.88	11.85	5.23	0.00	0.83	15.04	1.92	3.64	1.44	13.59	42.55	1.44	19	19
	2001	7.87	11.87	5.07	0.01	0.69	15.12	1.90	3.55	1.08	13.57	43.25	1.52	24	24
	2002	7.85	12.97	5.29	0.01	0.90	15.68	2.11	4.40	1.53	15.15	43.48	1.60	24	24
	2003	7.82	11.67	5.14	0.01	0.74	14.01	1.87	4.11	0.80	12.76	40.78	0.86	23	24
	2004	7.84	11.95	5.47	0.00	0.76	14.27	1.97	4.11	0.97	13.31	50.42	1.40	24	24
	2005	7.90	13.07	5.66	0.00	0.80	15.71	2.13	3.96	1.55	14.95	54.57	1.39	23	24
	2006	7.85	11.73	5.35	0.00	0.77	13.33	1.88	4.10	1.43	12.62	45.00	1.72	19	24
	2007	7.88	13.42	5.79	0.03	0.82	16.41	2.21	4.06	1.85	16.44	49.63	1.43	22	24
	2008	7.83	12.31	5.30	0.03	0.79	15.03	1.98	3.65	1.25	14.27	45.23	1.58	23	24
	2009	7.85	12.18	5.28	0.00	0.86	15.10	1.97	3.32	0.96	14.30	45.79	1.76	24	24
	2010	7.72	11.34	5.20	0.00	0.85	14.18	1.88	3.46	0.88	12.72	44.09	1.40	19	19
	2011	7.76	12.20	5.55	0.00	0.83	15.49	2.10	3.84	1.01	14.96	47.63	1.04	19	19
	2012	7.65	10.47	4.99	0.00	0.72	12.93	1.80	3.12	1.10	13.15	42.89	1.20	18	18
	2013	7.64	11.23	5.18	0.00	0.81	14.58	1.89	3.42	1.18	13.55	43.28	1.20	18	18
	2014	7.68	11.14	5.29	0.00	0.77	14.73	1.93	3.34	0.62	12.14	45.80	0.91	19	19
	2015	7.72	9.99	4.64	0.00	0.76	12.39	1.63	3.35	0.52	9.14	40.17	1.58	18	18
	Average	7.80	11.90	5.29	0.01	0.79	14.69	1.96	3.73	1.15	13.63	45.44	1.39		
	CV (%)	1.1	7.4	4.9	149.6	6.4	7.1	6.9	9.8	30.6	11.7	8.0	18.8		
M	2000	8.29	8.61	3.23	0.00	0.49	12.28	1.14	2.11	0.91	5.37	38.98	1.01	19	19
	2001	8.09	8.73	3.26	0.02	0.40	12.08	1.18	2.25	0.74	5.71	39.16	0.91	24	24
	2002	8.04	9.69	3.38	0.02	0.40	13.16	1.26	2.42	0.45	6.37	42.35	0.58	24	24
	2003	8.02	8.79	3.36	0.01	0.37	11.76	1.16	2.43	0.43	5.35	38.88	0.50	22	24
	2004	8.06	9.49	3.49	0.00	0.36	12.86	1.24	2.73	0.39	5.65	49.59	0.51	14	24
	2005	8.02	9.75	3.42	0.00	0.37	13.15	1.24	2.75	0.55	5.64	49.50	0.52	18	24
	2006	8.08	8.96	3.33	0.00	0.36	11.72	1.15	2.39	0.50	5.21	43.54	0.59	16	24
	2007	8.18	9.95	3.61	0.06	0.41	13.81	1.32	2.34	0.51	6.80	47.60	0.65	19	24
	2008	8.12	9.40	3.56	0.04	0.40	12.80	1.28	2.22	0.51	6.46	42.99	0.74	23	24
	2009	8.13	9.50	3.52	0.00	0.45	13.10	1.31	2.12	0.46	6.42	43.48	0.99	24	24
	2010	7.89	8.69	3.42	0.00	0.42	11.70	1.22	2.11	0.49	5.73	39.86	0.58	19	19
	2011	7.76	8.80	3.43	0.01	0.42	12.53	1.25	2.36	0.37	5.81	42.22	0.23	19	19
	2012	7.70	8.01	3.15	0.00	0.37	11.02	1.11	1.89	0.50	4.99	39.39	0.46	18	18
	2013	7.79	8.37	3.25	0.00	0.42	11.97	1.15	1.92	0.58	5.19	39.81	0.48	19	19
	2014	7.91	8.34	3.28	0.00	0.41	12.29	1.18	1.92	0.37	4.96	41.19	0.27	19	19
	2015	7.86	7.88	3.12	0.00	0.40	10.94	1.09	1.77	0.51	4.49	37.42	0.30	18	18
	Average	8.00	8.95	3.37	0.01	0.41	12.35	1.21	2.23	0.52	5.68	42.07	0.60		
	CV (%)	2.0	6.9	4.1	156.6	8.4	6.3	5.7	12.3	25.7	10.8	8.7	39.0		

*¹ N_E: EANET (2010a) が推奨する R1 と R2 の許容範囲内にある渓流水のサンプル数。N_E: Number of streamwater samples within the allowable ranges for R1, R2 (EANET 2010a) .

*² N_T: 年間の全サンプル数。N_T: Total number of samples per year.

Appendix 1a. 四万十川上流域の採水地点 R における降水分析データ

Analytical rainwater data at sampling location R in the upper reaches of the Shimanto River

Date	Rainfall [†] mm	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻ mg L ⁻¹	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μ eq L ⁻¹	Anion μ eq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC [*]
2000/1/6	32.6	7.23	8.22	0.74	14.72	5.66	0.92	0.57	1.42	1.22	9.92	4.06	n/a	n/a	1.09	0.46	11.78	40.7	17.8	R1,R2,P
2000/1/20	45.9	7.16	7.57	0.86	23.44	4.82	0.76	0.58	1.51	1.23	9.54	4.83	n/a	n/a	1.55	0.46	15.20	53.8	33.5	R1,R2,P
2000/2/7	62.1	6.99	6.06	0.64	10.87	2.55	0.69	0.51	0.90	1.10	6.25	3.37	n/a	n/a	0.77	0.31	8.20	42.6	15.0	R1,R2,P
2000/2/21	0.0	4.83	5.19	4.21	1.52	0.73	0.95	0.63	7.19	3.15	0.96	3.99	n/a	n/a	0.40	0.37	5.60	4.4	3.8	P
2000/3/3	7.0	6.32	12.53	3.49	19.95	7.25	2.66	0.74	4.89	7.70	17.54	14.06	n/a	n/a	1.64	1.11	20.81	19.3	24.8	R1,R2,P
2000/3/24	144.3	7.56	3.93	0.61	7.43	1.08	0.44	0.12	0.94	0.87	2.13	2.52	21.01	3.45	0.50	0.50	6.43	-0.6	24.1	R2,P
2000/4/17	110.2	9.37	7.19	1.82	25.02	3.50	2.02	0.55	2.72	1.52	7.16	7.28	76.58	0.73	1.70	1.73	21.76	-0.9	50.3	R2,P
2000/4/27	65.6	6.53	1.51	0.44	1.54	0.33	0.35	0.07	0.97	1.01	0.49	1.83	1.92	0.17	0.14	0.13	1.85	2.9	10.0	P
2000/5/15	26.0	7.00	5.01	1.70	3.53	0.98	2.35	0.40	3.00	2.68	1.06	5.36	7.81	1.56	0.44	0.40	5.60	5.2	5.5	P
2000/5/29	84.0	6.00	0.71	0.08	0.20	0.18	0.57	n.d.	0.47	0.86	0.12	1.41	n.d.	1.26	0.05	0.06	0.81	-10.9	6.5	R1,P
2000/6/12	158.7	5.49	0.47	0.03	0.16	0.11	0.19	n.d.	0.38	0.55	0.14	0.81	n.d.	1.04	0.03	0.04	0.58	-23.2	10.4	R1,P
2000/6/26	126.5	6.01	0.48	n.d.	0.31	0.14	0.12	n.d.	0.34	0.46	0.27	0.73	n.d.	1.25	0.03	0.04	0.55	-19.9	6.7	R1,P
2000/7/10	192.2	4.86	0.70	0.02	0.10	0.09	0.05	n.d.	0.63	0.65	n.d.	0.95	n.d.	0.95	0.02	0.05	0.92	-31.7	14.1	R1
2000/7/25	16.2	5.42	1.06	0.38	0.24	0.18	0.66	0.01	0.91	0.55	0.11	1.69	n.d.	1.87	0.07	0.07	1.12	-0.8	2.8	P
2000/8/7	(436.0)	5.42	0.97	0.95	0.01	0.12	0.10	0.07	1.71	0.40	n.d.	0.71	n.d.	0.00	0.06	0.07	0.96	-7.4	-0.4	
2000/8/22	24.4	4.42	2.13	0.31	0.20	0.38	0.45	n.d.	0.72	1.00	n.d.	3.08	n.d.	2.39	0.09	0.10	2.46	-3.0	7.2	
2000/9/4	43.7	5.02	1.13	0.75	0.09	0.11	0.24	0.05	1.47	0.66	n.d.	1.15	n.d.	1.65	0.07	0.08	1.23	-6.9	4.0	
2000/9/18	(497.0)	5.01	0.94	0.61	0.02	0.07	0.08	0.06	1.25	0.31	0.21	0.83	n.d.	0.00	0.05	0.06	1.05	-14.5	5.6	R1,P
2000/10/3	(349.0)	4.40	1.97	0.07	0.04	0.06	0.08	n.d.	0.53	0.52	n.d.	2.18	n.d.	1.38	0.05	0.07	1.99	-15.3	0.4	R1
2000/10/18	38.4	4.69	1.59	0.61	0.29	0.22	0.19	0.07	1.24	0.80	n.d.	1.88	n.d.	1.57	0.08	0.09	1.76	-1.9	5.1	
2000/11/6	(250.0)	5.85	0.70	0.29	0.38	0.22	0.07	0.02	0.73	0.50	0.25	0.91	n.d.	1.42	0.05	0.06	0.78	-9.3	5.2	R1,P
2000/11/21	44.6	7.08	2.69	0.55	2.77	0.78	0.33	0.09	1.19	1.23	1.30	1.86	5.72	2.79	0.22	0.23	3.04	-1.3	6.1	P
2000/12/5	24.1	4.86	1.73	0.22	1.51	0.83	0.24	0.05	0.75	1.24	1.18	1.75	n.d.	2.16	0.14	0.11	2.33	11.3	14.8	R1,P
2000/12/18	20.5	5.43	2.56	0.56	2.50	1.33	0.83	0.22	1.32	1.38	2.27	3.54	0.95	3.76	0.26	0.22	3.63	8.4	17.3	R1,P
2001/1/9	46.7	7.29	8.42	2.95	9.24	2.85	1.16	0.55	4.89	2.23	3.88	5.31	22.43	8.72	0.82	0.77	10.50	2.7	11.0	P
2001/1/23	51.4	4.59	2.28	0.92	0.28	0.04	0.59	0.12	1.68	1.35	n.d.	2.32	n.d.	1.37	0.12	0.12	2.34	1.5	1.4	
2001/2/6	95.3	6.64	2.07	0.55	1.61	0.59	1.18	0.17	0.91	1.22	0.93	2.06	4.90	3.63	0.20	0.20	2.63	0.8	11.9	P
2001/2/20	31.8	4.76	3.41	2.12	0.59	0.10	1.11	0.30	3.42	2.19	n.d.	3.98	n.d.	2.34	0.22	0.21	3.44	2.3	0.4	
2001/3/6	80.0	5.09	2.82	2.02	0.90	0.34	0.78	0.30	3.47	1.23	0.40	3.08	0.17	2.09	0.22	0.20	3.05	5.0	3.9	P
2001/3/21	39.3	6.51	2.47	1.20	0.23	0.21	1.99	0.27	2.03	2.15	n.d.	3.01	1.56	3.19	0.19	0.18	2.41	3.1	-1.2	
2001/4/10	42.8	5.52	1.86	0.50	0.31	0.25	1.33	0.19	0.99	1.91	n.d.	3.30	n.d.	2.66	0.13	0.13	1.85	1.0	-0.5	
2001/4/23	37.2	5.03	1.57	0.38	0.13	0.27	1.05	0.16	0.92	1.80	n.d.	2.49	n.d.	0.00	0.11	0.11	1.71	-0.6	4.5	
2001/5/8	193.1	6.12	0.94	0.37	0.44	0.21	0.18	0.08	0.85	0.75	0.20	1.12	n.d.	0.00	0.06	0.07	0.93	-3.1	-0.6	P
2001/5/22	24.4	5.72	0.94	0.18	0.60	0.74	0.38	0.07	0.62	0.69	0.66	1.02	1.06	2.41	0.09	0.09	1.29	-0.8	15.7	P
2001/6/5	69.2	5.01	0.68	0.05	n.d.	0.13	0.23	0.00	0.41	0.52	n.d.	1.08	n.d.	0.46	0.03	0.04	0.77	-22.3	6.7	R1
2001/6/20	160.1	5.35	0.57	0.10	0.08	0.21	0.17	0.04	0.47	0.44	n.d.	0.98	n.d.	1.15	0.03	0.04	0.63	-15.6	5.0	R1
2001/7/3	110.0	5.09	0.47	n.d.	n.d.	0.10	0.12	0.01	0.34	n.d.	n.d.	0.74	n.d.	0.50	0.02	0.02	0.54	-18.1	7.1	
2001/7/24	148.8	5.03	0.61	0.05	n.d.	0.14	0.22	n.d.	0.44	n.d.	n.d.	0.96	n.d.	1.62	0.03	0.03	0.68	-11.1	5.5	
2001/8/7	26.1	4.88	1.36	0.63	n.d.	0.28	0.43	0.07	1.06	1.05	n.d.	1.49	n.d.	4.04	0.08	0.08	1.40	-1.8	1.6	
2001/8/21	130.8	5.08	0.57	0.14	n.d.	0.15	0.18	0.01	0.53	0.43	n.d.	0.76	n.d.	1.23	0.03	0.04	0.69	-15.1	9.5	R1
2001/9/4	66.4	4.70	1.25	0.08	0.09	0.04	0.49	0.02	0.56	1.22	n.d.	1.17	n.d.	1.78	0.06	0.06	1.36	-3.8	4.5	
2001/9/26	(432.5)	5.64	0.20	0.01	n.d.	0.01	0.11	n.d.	0.36	n.d.	n.d.	0.35	n.d.	1.14	0.01	0.02	0.25	-33.5	11.1	R1
2001/10/10	83.9	4.96	0.75	0.08	0.11	0.17	0.20	0.00	0.44	0.39	n.d.	0.93	n.d.	1.88	0.03	0.04	0.83	-4.2	4.9	
2001/10/24	146.2	6.45	1.94	0.32	2.76	0.35	0.01	n.d.	0.42	0.12	0.46	0.79	4.93	2.31	0.18	0.13	2.01	17.1	1.8	R1,P
2001/11/7	105.8	4.73	1.22	0.35	0.11	0.06	0.22	0.04	0.60	0.39	n.d.	1.21	n.d.	1.41	0.06	0.05	1.24	6.9	0.6	
2001/11/21	1.4	6.65	5.51	1.34	4.68	4.05	2.17	0.53	1.73	4.51	3.66	7.15	6.97	11.63	0.57	0.50	7.50	6.8	15.3	R2,P
2001/12/4	31.8	4.40	2.31	0.55	0.56	0.08	0.37	0.07	1.01	0.75	n.d.	2.44	n.d.	2.54	0.12	0.09	2.59	13.8	5.8	R1
2001/12/20	41.0	4.66	2.05	1.09	0.33	0.06	0.34	0.12	1.88	1.15	n.d.	1.44	n.d.	1.78	0.12	0.10	2.07	6.5	0.6	
2002/1/8	25.3	4.07	10.34	6.33	1.90	0.52	1.62	0.85	11.25	6.77	n.d.	8.10	n.d.	4.88	0.63	0.60	10.61	2.8	1.3	
2002/1/22	40.4	4.50	3.35	1.49	0.95	0.13	0.72	0.19	2.64	1.42	n.d.	2.85	n.d.	1.52	0.20	0.16	3.34	13.1	-0.1	R1
2002/2/7	45.2	4.59	2.35	0.88	0.43	0.06	0.44	0.11	1.50	1.63	n.d.	1.43	n.d.	2.36	0.12	0.10	2.20	9.8	-3.4	R1
2002/2/19	18.2	4.60	4.55	2.32	1.37	0.19	1.44	0.33	4.02	3.08	n.d.	4.68	n.d.	2.30	0.31	0.26	4.54	7.9	-0.1	
2002/3/5	45.8	4.40	2.71	0.12	0.51	0.11	0.34	0.03	0.26	0.97	n.d.	2.40	n.d.	2.94	0.10	0.07	2.32	13.7	-7.7	R1
2002/3/19	46.1	4.52	3.00	1.25	0.76	0.13	0.46	0.15	2.06	1.17	n.d.	3.05	n.d.	0.79	0.17	0.14	2.95	8.1	-0.9	R1
2002/4/9	144.4	5.66	0.93	0.37	0.41	0.06	0.38	0.05	0.64	0.63	n.d.	1.00	n.d.	0.74	0.07	0.05	0.85	14.7	-4.7	R1
2002/4/23	78.8	5.18	1.58	0.75	0.56	0.08	0.48	0.10	1.38	1.10	n.d.	1.55	n.d.	0.17	0.10	0.09	1.51	8.0	-2.5	R1
2002/5/8	104.7	4.56	2.39	0.70	0.46	0.09	0.15	0.08	1.32	0.94	n.d.	2.24	n.d.	1.53	0.10	0.10	2.16	0.3	-5.1	
2002/5/28	120.4	6.20	0.38	0.06	0.31	0.05	0.14	0.01	0.11	0.31	n.d.	0.46	n.d.	1.18	0.03	0.02	0.35	24.9	-3.9	
2002/6/11	39.3	4.90	1.41	0.18	0.84	0.10	0.45	0.03	0.36	0.79	n.d.	2.14	n.d.	2.52	0.09	0.07	1.51	16.6	3.3	R1
2002/6/25	90.1	4.99	0.71	0.04	0.08	0.05	0.19	0.01	0.09	0.40	n.d.	0.59	n.d.	1.43	0.03	0.02	0.63	13.5	-5.9	
2002/7/9	214.2	6.69	2.63	0.32	3.85	1.05	0.04	0.01	0.62	0.20	0.52	0.83	6.87	2.83	0.26	0.17	2.81	21.3	3.3	R1,P
2002/7/23	165.6	4.85	1.26	0.70	0.16	0.05	0.34	0.08	1.28	0.37	n.d.	1.05	n.d.	1.01	0.08	0.06	1.34	9.9	3.4	R1
2002/8/6	190.5	5.46	1.13	1.24	n.d.	0.05	0.19	0.12	2.28	n.d.	n.d.	0.56	n.d.	1.25	0.08	0				

Appendix 1b. 四万十川上流域の採水地点 R における降水分析データ

Analytical rainwater data at sampling location R in the upper reaches of the Shimanto River

Date	Rainfall [†] mm	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻ mg L ⁻¹	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μ eq L ⁻¹	Anion μ eq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
2003/1/21	6.5	3.88	10.30	2.59	2.24	0.46	1.61	0.36	3.81	8.50	n.d.	9.43	n.d.	6.04	0.49	0.44	10.15	5.2	-0.8	
2003/2/4	73.8	4.77	1.60	0.93	0.07	0.06	0.17	0.08	1.52	0.39	n.d.	1.10	n.d.	1.30	0.08	0.07	1.47	3.8	-4.1	
2003/2/18	38.0	4.53	1.94	0.33	0.22	0.09	0.19	0.03	0.51	1.13	n.d.	1.30	n.d.	2.17	0.07	0.06	1.73	8.0	-5.7	R1
2003/3/4	85.5	4.44	2.29	0.39	0.28	0.09	0.15	0.04	0.72	0.73	n.d.	1.94	n.d.	1.89	0.08	0.07	2.10	5.9	-4.3	
2003/3/18	89.4	4.70	1.17	0.11	0.06	0.05	0.10	0.01	0.17	0.43	n.d.	0.71	n.d.	1.92	0.03	0.03	0.99	13.8	-8.4	
2003/4/7	98.0	4.72	1.34	0.18	0.39	0.09	0.17	0.03	0.32	0.68	n.d.	1.42	n.d.	1.75	0.06	0.05	1.32	10.8	-0.6	R1
2003/4/21	84.2	5.01	1.09	0.42	0.12	0.08	0.19	0.04	0.69	0.47	n.d.	1.16	n.d.	1.79	0.05	0.05	0.96	-1.7	-6.2	
2003/5/8	101.3	4.64	1.49	0.32	0.06	0.06	0.15	0.03	0.55	0.55	n.d.	1.34	n.d.	1.40	0.05	0.05	1.36	-0.8	-4.5	
2003/5/22	(245.8)	5.09	0.62	0.17	0.01	0.02	0.04	0.01	0.27	0.17	n.d.	0.41	n.d.	0.00	0.02	0.02	0.49	1.2	-11.9	
2003/6/4	243.2	5.25	0.77	0.57	n.d.	0.03	0.04	0.03	0.91	0.16	n.d.	0.39	n.d.	0.00	0.04	0.04	0.63	-1.1	-9.9	
2003/6/19	205.8	4.65	1.55	0.53	0.14	0.06	0.10	0.04	0.87	0.46	n.d.	1.19	n.d.	1.31	0.06	0.06	1.45	5.1	-3.4	
2003/7/3	167.6	4.85	1.08	0.13	0.33	0.14	0.06	0.01	0.26	0.35	n.d.	1.10	n.d.	1.80	0.05	0.04	0.98	11.7	-4.7	
2003/7/17	93.7	5.91	0.75	0.08	0.65	0.45	0.02	n.d.	0.17	0.31	n.d.	1.01	n.d.	2.28	0.05	0.03	0.66	26.7	-6.8	R1
2003/8/1	94.6	4.49	1.77	0.14	0.19	0.03	0.12	n.d.	0.28	0.41	n.d.	1.60	n.d.	0.98	0.06	0.05	1.65	7.4	-3.7	
2003/8/14	(254.4)	5.14	1.01	0.90	0.09	0.06	0.03	0.04	1.48	0.18	n.d.	0.47	n.d.	0.00	0.06	0.05	0.94	2.9	-3.5	
2003/9/4	81.4	5.21	0.33	0.04	n.d.	0.01	0.03	n.d.	0.07	0.09	n.d.	0.13	n.d.	2.39	0.01	0.01	0.28	22.1	-7.8	
2003/9/18	179.4	5.60	0.34	0.15	0.01	0.01	0.02	n.d.	0.24	0.08	n.d.	0.11	n.d.	0.00	0.01	0.01	0.21	2.2	-23.1	R2
2003/10/8	49.6	4.99	0.92	0.21	0.22	0.24	0.11	n.d.	0.40	0.26	n.d.	1.09	n.d.	2.44	0.04	0.04	0.87	6.1	-3.0	
2003/10/22	155.5	5.38	0.75	0.44	0.44	0.08	0.03	n.d.	0.72	0.21	n.d.	0.58	n.d.	2.05	0.05	0.04	0.72	17.8	-2.3	R1
2003/11/12	109.5	6.07	0.82	0.20	1.03	0.13	0.01	n.d.	0.29	0.42	n.d.	0.73	n.d.	2.39	0.07	0.03	0.75	40.1	-4.4	R1
2003/11/26	24.0	4.63	1.64	0.70	0.20	0.05	0.16	0.05	1.11	1.07	n.d.	0.84	n.d.	3.59	0.08	0.07	1.63	8.4	-0.4	R1
2003/12/10	174.8	4.67	1.61	0.83	0.10	0.04	0.09	0.05	1.42	0.36	n.d.	0.95	n.d.	1.72	0.07	0.07	1.53	5.0	-2.7	
2003/12/24	28.7	4.43	4.47	3.26	0.66	0.28	0.57	0.35	5.16	2.14	n.d.	2.85	n.d.	1.77	0.28	0.24	4.48	7.8	0.1	
2004/1/7	5.9	4.35	0.97	7.40	1.63	0.53	2.35	0.94	12.53	7.14	n.d.	6.73	n.d.	3.60	0.66	0.61	9.68	4.4	81.9	R2
2004/1/21	26.3	4.49	4.87	4.27	0.40	0.30	0.86	0.47	7.29	1.40	n.d.	2.55	n.d.	1.43	0.33	0.28	4.89	7.8	0.2	
2004/2/5	12.7	4.09	7.40	3.79	1.12	0.42	1.08	0.46	6.15	4.77	n.d.	4.25	n.d.	3.50	0.41	0.34	7.28	9.5	-0.8	R1
2004/2/20	0.7	4.10	19.09	15.26	3.60	1.47	5.29	2.10	26.55	13.72	n.d.	17.31	n.d.	0.00	1.42	1.33	20.50	3.1	3.6	
2004/3/4	72.6	4.66	2.48	0.73	0.90	0.19	0.79	0.11	1.11	1.14	n.d.	3.12	n.d.	1.59	0.16	0.11	2.50	15.6	0.3	R1
2004/3/24	62.6	4.80	2.32	1.34	0.40	0.15	0.92	0.18	2.24	1.35	n.d.	2.32	n.d.	1.86	0.16	0.13	2.41	9.3	1.9	R1
2004/4/6	88.3	5.28	0.89	0.42	0.13	0.10	0.34	0.04	0.68	0.43	n.d.	0.83	0.22	1.00	0.05	0.05	0.82	6.4	-4.3	
2004/4/21	92.7	5.36	0.81	0.25	0.41	0.22	0.14	0.01	0.40	0.36	n.d.	0.78	0.24	1.01	0.05	0.04	0.74	16.5	-4.7	R1
2004/5/14	(243.6)	5.09	0.52	0.14	0.04	0.10	0.13	0.01	0.25	0.20	n.d.	0.46	0.11	0.57	0.03	0.02	0.55	10.6	2.7	
2004/5/31	151.2	6.06	0.73	0.12	0.72	0.38	0.04	0.00	0.21	0.22	0.27	0.60	1.29	1.17	0.06	0.05	0.78	5.7	3.0	P
2004/6/11	71.3	4.98	0.58	0.10	0.01	0.04	0.21	0.02	0.19	0.26	n.d.	0.41	n.d.	1.11	0.03	0.02	0.61	21.2	2.6	
2004/6/28	(247.8)	5.10	0.75	0.43	0.05	0.08	0.17	0.03	0.73	0.18	n.d.	0.44	0.19	0.50	0.04	0.04	0.73	8.0	-0.9	
2004/7/12	99.3	4.70	1.38	0.72	0.13	0.05	0.31	0.05	1.17	0.44	n.d.	0.97	n.d.	1.29	0.08	0.06	1.49	13.7	3.8	R1
2004/7/26	7.6	4.22	4.51	0.32	1.72	0.30	1.14	0.08	0.51	3.21	n.d.	5.79	n.d.	4.80	0.24	0.19	4.74	12.7	2.5	R1
2004/8/9	(249.5)	5.07	0.59	0.10	0.05	0.10	0.11	0.01	0.19	0.24	n.d.	0.38	0.13	1.01	0.02	0.02	0.54	11.5	-5.0	
2004/8/27	(244.2)	5.50	0.87	0.83	0.09	0.18	0.11	0.03	1.33	0.13	n.d.	0.33	0.19	0.92	0.06	0.05	0.78	6.4	-5.8	
2004/9/13	(245.7)	5.10	1.37	1.47	0.01	0.09	0.17	0.08	2.43	0.07	n.d.	0.49	0.14	1.02	0.09	0.08	1.33	4.2	-1.7	
2004/9/27	87.5	4.76	1.06	0.29	0.04	0.11	0.27	0.02	0.45	0.41	n.d.	0.59	n.d.	1.53	0.05	0.03	1.03	22.9	-1.0	R1
2004/10/12	238.6	5.21	0.63	0.44	0.02	0.06	0.13	0.02	0.75	0.11	n.d.	0.23	0.07	1.10	0.04	0.03	0.59	10.4	-3.1	
2004/10/25	242.4	5.50	0.31	0.21	n.d.	0.03	0.45	0.03	0.35	0.07	n.d.	0.13	n.d.	1.72	0.04	0.01	0.41	46.2	13.2	R1
2004/11/8	78.7	5.48	0.59	0.22	0.46	0.07	0.12	0.01	0.38	0.33	n.d.	0.47	0.48	0.58	0.05	0.03	0.64	17.0	3.9	R1
2004/11/22	149.3	4.85	1.23	0.77	0.08	0.06	0.25	0.06	1.25	0.22	n.d.	0.60	n.d.	0.81	0.07	0.05	1.20	16.2	-1.1	R1
2004/12/6	127.5	5.37	0.38	0.19	0.07	0.03	0.12	0.02	0.31	0.10	n.d.	0.16	0.26	0.77	0.02	0.02	0.39	15.2	0.7	
2004/12/21	7.7	4.26	3.94	0.99	0.70	0.19	0.76	0.14	1.71	2.08	n.d.	2.91	n.d.	3.18	0.19	0.14	3.83	14.6	-1.5	R1
2005/1/7	44.0	4.47	2.86	1.06	0.51	0.11	0.67	0.11	1.78	1.33	n.d.	1.53	n.d.	0.72	0.15	0.10	2.67	19.4	-3.4	R1
2005/1/21	13.3	3.88	11.33	5.00	1.80	0.45	1.34	0.61	8.15	8.18	n.d.	7.34	n.d.	2.08	0.58	0.51	11.07	5.8	-1.2	
2005/2/7	52.7	4.44	4.19	2.53	0.80	0.22	0.55	0.26	4.60	1.31	n.d.	2.09	n.d.	0.66	0.24	0.19	3.94	11.4	-3.0	R1
2005/2/18	48.6	6.01	0.99	0.15	1.77	0.34	0.30	0.02	0.21	0.45	0.53	0.77	2.32	1.50	0.13	0.08	1.50	22.0	20.8	R1,R2,P
2005/3/7	79.1	4.74	1.28	0.24	0.21	0.04	0.42	0.04	0.31	0.60	n.d.	1.02	n.d.	1.42	0.06	0.04	1.22	24.3	-2.3	R1
2005/3/23	131.6	4.62	1.28	0.37	0.35	0.13	0.44	0.05	0.65	0.60	n.d.	1.35	n.d.	2.20	0.09	0.06	1.67	22.5	13.2	R1
2005/4/6	49.8	4.60	2.45	0.79	0.75	0.18	0.73	0.11	1.31	1.26	n.d.	2.30	n.d.	2.80	0.15	0.11	2.46	17.9	0.2	R1
2005/4/26	67.4	4.82	1.34	0.49	0.17	0.15	0.50	0.06	0.78	0.44	n.d.	1.14	n.d.	2.28	0.08	0.05	1.32	20.5	-1.0	R1
2005/5/10	135.0	5.50	0.56	0.08	0.43	0.10	0.11	0.01	0.12	0.16	n.d.	0.55	0.36	1.44	0.04	0.02	0.52	25.1	-4.3	R1
2005/5/24	28.3	4.40	2.63	0.54	0.58	0.15	0.73	0.08	0.96	1.05	n.d.	2.33	n.d.	1.59	0.14	0.09	2.73	21.0	1.9	R1
2005/6/6	24.2	6.10	0.61	0.15	0.52	0.33	0.20	0.02	0.19	0.25	n.d.	0.66	1.30	2.64	0.06	0.04	0.68	11.7	5.8	R1
2005/6/21	39.8	4.43	2.34	0.50	0.36	0.09	0.57	0.06	0.75	0.56	n.d.	2.27	n.d.	1.76	0.11	0.08	2.36	19.3	0.5	R1
2005/7/5	123.1	6.60	2.37	0.16	3.00	1.15	0.11	0.01	0.28	0.79	0.23	2.71	5.40	4.48	0.21	0.17	2.58	9.5	4.3	R1,P
2005/7/19	151.2	4.99	0.80	0.05	0.18	0.26	0.20	0.01	0.09	0.17	n.d.	0.74	n.d.	1.11	0.04	0.02	0.72	32.1	-5.7	R1
2005/8/9	45.8	5.00	1.49	0.14	0.95	0.52	0.40	0.03	0.22	0.72	n.d.	2.10	0.13	2.96	0.10	0.06	1.48	24.5	-0.1	R1
2005/8/22	63.8	4.97	0.81	0.11	0.12	0.06	0.25	0.01	0.19	0.22	n.d.	0.48	n.d.	1.76	0.04	0.02	0.68	32.9	-8.5	R1

Appendix 1c. 四万十川上流域の採水地点 R における降水分析データ

Analytical rainwater data at sampling location R in the upper reaches of the Shimanto River

Date	Rainfall ¹⁾ mm	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻ mg L ⁻¹	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μ eq L ⁻¹	Anion μ eq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC ²⁾
2006/1/25	53.8	4.96	0.99	0.31	0.09	0.06	0.26	0.03	0.54	0.20	n.d.	0.64	n.d.	1.44	0.05	0.03	0.83	18.6	-8.3	R1
2006/2/8	47.5	4.59	1.84	0.44	0.25	0.27	0.13	0.03	0.65	0.54	n.d.	1.35	n.d.	1.42	0.07	0.06	1.62	14.4	-6.3	R1
2006/2/22	56.1	4.49	2.27	0.52	0.39	0.20	0.56	0.06	0.71	0.83	n.d.	1.97	n.d.	1.80	0.11	0.07	2.20	21.1	-1.6	R1
2006/3/8	108.5	4.84	1.41	0.79	0.08	0.16	0.36	0.06	1.34	0.40	n.d.	0.79	n.d.	1.62	0.08	0.06	1.34	14.0	-2.8	R1
2006/3/22	65.0	5.72	3.38	0.90	1.37	0.33	2.44	0.21	1.40	3.72	n.d.	5.80	0.48	5.24	0.26	0.23	3.43	7.3	0.7	
2006/4/12	(327.0)	5.15	1.33	0.42	0.47	0.12	0.61	0.07	0.66	0.76	n.d.	1.71	0.18	1.09	0.09	0.07	1.29	13.2	-1.5	R1
2006/4/25	98.5	5.04	0.66	0.03	0.05	0.08	0.27	0.02	0.09	0.27	n.d.	0.49	0.11	0.91	0.03	0.02	0.59	22.4	-5.6	
2006/5/11	290.4	5.66	0.48	0.35	0.04	0.16	0.21	0.02	0.35	0.16	n.d.	0.42	0.24	1.68	0.04	0.03	0.45	17.9	-2.4	R1
2006/5/24	166.4	4.90	0.84	0.23	0.03	0.16	0.27	0.03	0.34	0.29	n.d.	0.61	n.d.	1.06	0.04	0.03	0.83	24.1	-0.2	R1
2006/6/13	96.9	4.28	3.24	0.78	0.29	0.40	0.73	0.12	1.37	1.17	n.d.	3.04	n.d.	3.14	0.16	0.12	3.39	13.5	2.2	R1
2006/6/27	(396.0)	5.36	3.82	0.05	0.02	0.13	0.13	0.01	0.09	0.10	n.d.	0.28	0.17	0.86	0.02	0.01	0.33	17.0	-84.2	R2
2006/7/13	188.1	5.04	0.77	0.17	0.27	0.07	0.24	0.02	0.31	0.27	n.d.	0.71	0.07	1.02	0.05	0.03	0.78	23.3	0.5	R1
2006/7/25	224.5	6.23	0.61	0.09	0.52	0.23	0.00	n.d.	0.09	0.16	n.d.	0.54	0.92	0.75	0.04	0.03	0.49	10.8	-11.1	
2006/8/9	8.8	4.59	1.43	0.33	0.13	0.17	0.69	0.04	0.43	0.97	n.d.	0.83	n.d.	4.65	0.09	0.05	1.61	32.5	6.2	R1
2006/8/23	(522.5)	5.70	0.99	0.66	0.54	0.19	0.12	0.02	1.17	0.21	n.d.	0.59	0.85	1.24	0.07	0.06	0.95	8.2	-1.7	R1
2006/9/5	84.6	4.45	1.98	0.09	0.50	0.06	0.51	0.02	0.17	0.79	n.d.	1.83	n.d.	1.81	0.10	0.06	2.05	26.3	1.9	R1
2006/9/20	(396.0)	4.95	1.04	0.67	0.03	0.06	0.28	0.04	1.18	0.16	n.d.	0.51	n.d.	0.81	0.06	0.05	1.02	13.5	-0.8	R1
2006/10/4	15.6	4.43	2.66	0.51	1.05	0.23	0.76	0.07	0.67	1.94	n.d.	2.69	n.d.	2.76	0.17	0.11	2.95	22.3	5.1	R1
2006/10/19	12.5	5.10	0.75	0.13	0.26	0.15	0.28	0.01	0.30	0.51	n.d.	0.35	0.19	2.73	0.05	0.03	0.72	26.9	-1.7	R1
2006/11/7	8.1	7.21	4.24	1.18	4.32	0.82	0.15	0.02	2.02	1.05	0.54	3.01	11.69	6.10	0.32	0.35	4.30	-3.5	0.7	P
2006/11/21	38.6	5.07	1.10	0.36	0.59	0.21	0.25	0.02	0.58	0.61	n.d.	0.87	0.19	1.36	0.08	0.05	1.09	23.2	-0.5	R1
2006/12/8	89.5	4.80	1.11	0.36	0.15	0.15	0.38	0.03	0.61	0.49	n.d.	0.73	n.d.	1.17	0.07	0.04	1.16	23.6	2.0	R1
2006/12/21	32.7	4.23	3.59	0.52	0.55	0.19	1.15	0.08	0.83	1.36	n.d.	2.82	n.d.	3.96	0.18	0.10	3.60	26.7	0.1	R1
2007/1/10	31.6	4.24	7.84	5.53	1.21	0.51	1.50	0.65	10.12	2.47	n.d.	6.32	n.d.	2.10	0.51	0.46	8.04	5.1	1.2	
2007/1/23	11.5	4.93	1.42	0.29	0.62	0.08	0.70	0.05	0.31	0.95	n.d.	1.71	n.d.	2.37	0.10	0.06	1.43	25.0	0.4	R1
2007/2/7	2.7	3.86	13.90	4.90	2.82	0.81	3.07	0.79	7.14	16.83	n.d.	11.91	n.d.	4.53	0.74	0.72	13.88	1.7	-0.1	
2007/2/21	74.1	4.43	2.47	0.66	0.81	0.10	0.26	0.08	0.98	1.14	n.d.	2.38	n.d.	1.53	0.13	0.10	2.63	16.2	3.2	R1
2007/3/12	72.9	4.89	1.11	0.45	0.26	0.06	0.21	0.05	0.60	0.46	n.d.	0.73	n.d.	1.76	0.06	0.04	1.05	22.6	-2.9	R1
2007/3/28	107.4	4.77	1.38	0.21	0.66	0.07	0.31	0.03	0.31	0.55	n.d.	1.29	n.d.	1.21	0.08	0.04	1.37	29.8	-0.3	R1
2007/4/10	12.6	5.16	4.92	2.32	1.77	0.40	2.76	0.49	3.69	4.13	n.d.	7.70	0.25	2.54	0.39	0.34	5.15	8.1	2.3	R1
2007/4/24	52.7	5.81	1.56	0.62	0.74	0.14	0.78	0.12	0.82	0.81	n.d.	2.34	0.78	1.65	0.12	0.10	1.52	11.0	-1.3	R1
2007/5/9	97.0	5.51	0.63	0.11	0.44	0.04	0.14	0.02	0.14	0.32	n.d.	0.69	0.38	1.12	0.04	0.03	0.58	16.7	-4.1	R1
2007/5/23	38.7	6.02	1.45	0.27	0.98	0.75	0.47	0.05	0.46	0.64	0.27	1.99	1.63	2.50	0.11	0.10	1.50	6.6	1.6	P
2007/6/13	87.5	4.92	0.99	0.35	0.12	0.04	0.29	0.04	0.53	0.20	n.d.	0.83	n.d.	1.25	0.05	0.04	0.93	18.9	-2.9	R1
2007/6/26	89.7	5.05	0.90	0.22	0.68	0.10	0.16	0.01	0.35	0.54	n.d.	0.81	0.15	1.56	0.07	0.04	0.99	27.9	4.5	R1
2007/7/10	(338.0)	5.15	0.53	0.05	0.27	0.03	0.16	0.01	0.09	0.16	n.d.	0.42	0.30	1.47	0.03	0.02	0.55	28.6	2.5	R1
2007/7/18	(524.0)	5.58	1.80	0.06	0.10	0.01	0.04	n.d.	0.11	0.03	n.d.	0.03	0.36	1.03	0.01	0.01	0.22	12.7	-78.3	R2
2007/7/26	22.9	4.45	2.21	0.12	0.87	0.16	0.29	0.02	0.24	0.72	n.d.	2.43	n.d.	2.38	0.11	0.07	2.28	22.6	1.6	R1
2007/8/9	225.8	5.20	1.47	1.49	0.21	0.07	0.20	0.13	2.73	0.02	n.d.	0.59	0.34	0.90	0.11	0.10	1.47	5.2	0.1	
2007/8/29	23.2	5.31	1.03	0.54	0.57	0.33	0.25	0.05	0.82	0.50	n.d.	0.72	0.44	2.69	0.08	0.05	1.06	22.8	1.8	R1
2007/9/12	37.2	6.44	1.31	0.32	1.82	0.14	0.11	0.01	0.49	0.75	n.d.	1.61	3.76	4.42	0.12	0.12	1.62	1.5	10.7	
2007/9/26	(402.0)	5.46	0.53	0.51	0.11	0.03	0.14	0.03	0.81	n.d.	n.d.	0.16	0.64	1.44	0.04	0.04	0.58	6.2	4.6	
2007/10/11	97.1	4.96	0.99	0.32	0.45	0.07	0.33	0.03	0.40	0.67	n.d.	0.77	n.d.	2.10	0.07	0.04	1.05	29.8	2.9	R1
2007/10/25	5.7	4.74	2.46	0.85	1.05	0.26	0.73	0.11	0.99	1.64	n.d.	3.12	n.d.	3.94	0.17	0.12	2.48	16.2	0.4	R1
2007/11/13	30.2	6.36	0.87	0.33	0.91	0.19	0.11	0.02	0.51	0.39	n.d.	0.52	4.20	2.36	0.08	0.10	1.08	-13.1	11.1	R1
2007/11/27	0.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
2007/12/10	9.6	4.48	3.43	1.23	0.89	0.21	1.00	0.15	1.63	1.90	n.d.	4.10	n.d.	2.12	0.20	0.16	3.43	11.3	0.1	R1
2007/12/25	36.9	4.50	2.35	0.79	0.60	0.08	0.49	0.09	0.83	1.58	n.d.	2.16	n.d.	2.05	0.13	0.09	2.44	17.1	1.8	R1
2008/1/8	83.1	4.59	3.49	2.65	0.64	0.11	0.59	0.31	4.52	0.92	n.d.	2.65	n.d.	2.26	0.23	0.20	3.58	8.4	1.3	R1
2008/1/22	82.4	4.58	1.20	0.14	0.58	0.09	0.38	0.03	0.23	0.54	n.d.	1.53	n.d.	1.60	0.09	0.05	1.69	30.3	16.9	R1
2008/2/6	69.6	4.59	1.77	0.45	0.38	0.04	0.29	0.04	0.59	1.01	n.d.	0.99	n.d.	0.82	0.09	0.05	1.67	23.1	-2.9	R1
2008/2/19	6.2	4.70	5.20	2.70	1.47	1.38	2.28	0.37	4.25	6.59	n.d.	5.13	n.d.	2.99	0.40	0.33	5.50	8.9	2.8	R1
2008/3/5	46.2	5.50	3.26	1.78	1.26	0.22	2.07	0.29	2.03	3.09	n.d.	4.97	0.49	1.44	0.28	0.22	3.45	13.0	2.9	R1
2008/3/18	27.8	4.34	3.72	1.45	0.87	0.16	0.63	0.18	2.54	1.08	n.d.	3.72	n.d.	2.52	0.21	0.17	3.84	10.8	1.6	R1
2008/4/4	140.3	4.70	1.51	0.46	0.38	0.04	0.38	0.06	0.74	0.62	n.d.	1.17	n.d.	1.24	0.09	0.06	1.52	21.4	0.3	R1
2008/4/9	25.3	5.21	0.86	0.22	0.45	0.04	0.18	0.03	0.33	0.45	n.d.	0.75	0.24	1.13	0.05	0.04	0.78	18.5	-4.5	R1
2008/4/21	72.4	4.71	1.25	0.27	0.50	0.07	0.31	0.04	0.42	0.54	n.d.	1.16	n.d.	1.13	0.08	0.04	1.41	27.7	5.7	R1
2008/5/8	50.7	4.88	0.84	0.20	0.17	0.06	0.33	0.02	0.31	0.33	n.d.	0.68	n.d.	1.84	0.05	0.03	0.91	28.9	3.7	R1
2008/5/22	77.4	4.89	1.34	0.48	0.55	0.10	0.39	0.06	0.70	0.54	n.d.	1.32	n.d.	1.57	0.09	0.06	1.37	23.7	1.1	R1
2008/6/5	264.5	5.00	0.53	0.09	0.15	0.05	0.11	0.01	0.15	0.20	n.d.	0.29	0.15	1.14	0.03	0.02	0.58	29.6	5.2	
2008/6/19	93.0	5.08	0.72	0.05	0.43	0.06	0.20	n.d.	0.08	0.31	n.d.	0.87	0.13	1.13	0.05	0.03	0.75	24.5	2.1	R1
2008/7/7	193.7	4.78	0.96	0.08	0.24	0.04	0.22	0.01	0.15	0.32	n.d.	0.76	n.d.	1.62	0.05	0.03	0.97	29.2	0.1	R1
2008/7/23	62.3	5.18	0.57	0.14	0.14	0.13	0.12	0.01	0.22	0.18	n.d.	0.38	0.15	2.77	0.03	0.02	0.5			

Appendix 1d. 四万十川上流域の採水地点 R における降水分析データ

Analytical rainwater data at sampling location R in the upper reaches of the Shimanto River

Date	Rainfall [†] mm	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μ eq L ⁻¹	Anion μ eq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC [*]
2009/1/9	6.3	4.11	10.91	7.74	2.10	0.50	1.41	0.99	11.84	8.49	n.d.	7.61	n.d.	3.95	0.70	0.63	10.98	5.0	0.3	
2009/1/27	64.8	4.15	5.32	1.67	1.15	0.15	0.55	0.20	2.91	2.27	n.d.	3.73	n.d.	2.53	0.25	0.20	5.08	12.9	-2.3	R1
2009/2/9	49.2	5.54	1.28	0.44	1.68	0.34	0.12	0.04	0.70	0.47	0.53	1.10	6.10	1.63	0.13	0.17	1.98	-11.2	21.7	R1,R2,P
2009/2/23	112.7	4.73	1.76	0.87	0.55	0.07	0.34	0.10	1.42	0.46	n.d.	1.44	n.d.	1.78	0.11	0.08	1.82	19.2	1.7	R1
2009/3/9	81.5	4.76	1.04	0.15	0.45	0.06	0.19	0.02	0.26	0.47	n.d.	0.77	n.d.	2.21	0.06	0.03	1.14	33.1	4.2	R1
2009/3/23	124.6	5.23	1.12	0.58	0.57	0.08	0.37	0.07	0.88	0.45	n.d.	1.03	1.22	1.25	0.09	0.07	1.22	9.3	4.2	R1
2009/4/13	15.8	4.30	3.66	0.88	0.77	0.17	0.60	0.15	1.41	1.45	n.d.	3.49	n.d.	4.37	0.18	0.14	3.57	13.1	-1.2	R1
2009/4/27	70.1	5.35	0.83	0.39	0.49	0.12	0.18	0.04	0.58	0.39	n.d.	0.69	1.32	1.85	0.06	0.06	0.92	4.5	5.0	
2009/5/11	39.8	5.00	1.01	0.18	0.59	0.05	0.35	0.04	0.30	0.57	n.d.	1.17	0.92	1.63	0.07	0.06	1.15	11.7	6.4	R1
2009/5/25	25.7	4.83	1.62	0.54	0.84	0.08	0.29	0.06	0.85	0.85	n.d.	1.85	n.d.	1.48	0.11	0.08	1.69	16.6	2.2	R1
2009/6/8	71.8	5.00	1.21	0.28	0.83	0.10	0.26	0.04	0.47	0.84	n.d.	1.07	0.81	2.02	0.09	0.06	1.30	16.5	3.5	R1
2009/6/24	141.1	4.80	0.93	0.10	0.38	0.04	0.19	0.01	0.17	0.32	n.d.	0.72	n.d.	1.53	0.05	0.03	0.99	35.4	3.2	R1
2009/7/8	164.4	5.04	0.66	0.09	0.32	0.04	0.15	0.01	0.15	0.21	n.d.	0.44	0.71	0.68	0.04	0.03	0.70	17.1	3.5	R1
2009/7/22	88.2	5.86	0.57	0.08	0.70	0.16	0.05	0.01	0.14	0.24	n.d.	0.47	1.73	1.87	0.05	0.05	0.67	5.4	8.1	
2009/8/5	116.4	4.56	1.62	0.29	0.20	0.03	0.05	0.02	0.45	0.31	n.d.	1.00	n.d.	1.21	0.06	0.04	1.43	18.4	-6.2	R1
2009/8/12	(422.5)	5.65	0.20	0.07	0.10	0.01	0.01	0.00	0.12	0.01	n.d.	0.02	0.96	0.27	0.01	0.02	0.24	-24.4	8.4	
2009/8/27	17.3	6.08	1.49	0.71	1.25	0.71	0.15	0.20	0.94	0.51	0.34	1.57	n.d.	3.90	0.14	0.08	1.58	29.6	2.9	R1,P
2009/9/10	39.4	4.69	2.07	0.81	1.01	0.17	0.14	0.07	1.22	0.98	n.d.	1.80	0.51	2.76	0.13	0.10	2.11	14.4	1.0	R1
2009/9/25	3.3	4.16	5.20	0.68	1.83	0.43	0.43	0.08	0.98	2.36	n.d.	6.23	0.98	5.00	0.24	0.21	5.13	6.1	-0.7	
2009/10/5	133.9	5.14	0.45	0.08	0.10	0.01	0.01	0.00	0.11	0.13	n.d.	0.18	n.d.	1.48	0.02	0.01	0.38	31.8	-7.8	R1
2009/10/9	73.8	5.34	0.23	0.02	0.05	0.01	0.10	0.00	0.03	0.08	n.d.	0.07	n.d.	1.54	0.01	0.00	0.24	57.0	2.6	R1
2009/10/23	0.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
2009/11/6	37.1	6.44	1.63	1.06	1.45	0.35	0.11	0.07	1.61	0.53	0.32	1.09	3.46	2.01	0.15	0.14	1.90	1.0	7.6	P
2009/11/24	190.5	5.18	0.41	0.10	0.08	0.01	0.05	0.00	0.14	0.10	n.d.	0.14	0.61	1.26	0.02	0.02	0.41	0.0	0.2	
2009/12/8	13.8	4.61	2.24	0.67	0.71	0.14	0.56	0.13	0.97	1.41	n.d.	2.49	n.d.	1.52	0.13	0.10	2.32	13.7	1.7	R1
2009/12/22	62.5	4.27	6.47	2.56	0.58	0.12	0.24	0.28	4.43	1.75	n.d.	1.98	n.d.	1.55	0.24	0.19	4.36	9.5	-3.4	R1
2010/1/6	13.3	4.14	9.53	7.99	1.93	0.98	2.79	1.37	13.49	8.23	n.d.	9.92	n.d.	4.91	0.80	0.72	12.16	5.5	12.1	
2010/1/20	7.0	4.27	7.75	5.47	1.25	0.32	1.65	0.72	8.28	8.09	n.d.	4.39	n.d.	2.74	0.51	0.46	7.87	5.6	0.8	
2010/2/4	80.8	4.38	2.67	0.48	0.51	0.05	0.34	0.06	0.74	0.80	n.d.	2.28	n.d.	1.13	0.11	0.08	2.53	16.7	-2.7	R1
2010/2/18	53.5	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
2010/3/5	104.5	4.65	1.66	0.46	0.42	0.06	0.36	0.04	0.66	0.50	n.d.	1.20	n.d.	1.21	0.09	0.05	1.58	26.2	-2.2	R1
2010/3/19	112.5	4.79	1.07	0.22	0.35	0.04	0.24	0.02	0.31	0.44	n.d.	0.82	n.d.	1.44	0.06	0.03	1.09	28.8	1.1	R1
2010/4/6	132.9	4.81	1.87	0.46	0.69	0.09	0.53	0.10	0.71	0.80	n.d.	2.09	n.d.	1.01	0.11	0.08	1.73	17.9	-3.9	R1
2010/4/30	311.5	5.92	0.65	0.22	0.57	0.06	0.17	0.04	0.34	0.25	n.d.	0.52	1.63	0.20	0.06	0.05	0.71	4.3	4.1	
2010/5/20	88.5	6.37	0.89	0.26	0.82	0.15	0.30	0.05	0.38	0.49	n.d.	0.75	2.03	1.08	0.08	0.07	0.95	8.0	3.6	
2010/6/4	185.1	5.46	0.58	0.11	0.49	0.05	0.10	0.01	0.20	0.21	n.d.	0.36	1.02	2.11	0.04	0.03	0.59	12.7	0.8	
2010/6/24	202.5	5.22	0.55	0.06	0.11	0.02	0.05	n.d.	0.09	n.d.	n.d.	0.37	0.71	0.92	0.02	0.02	0.42	-10.6	-13.6	
2010/7/16	(414.0)	6.34	0.78	0.06	1.13	0.48	0.01	n.d.	0.14	0.24	n.d.	0.72	1.93	1.59	0.08	0.05	0.90	17.9	7.6	R1
2010/8/5	170.6	7.41	3.95	0.36	4.53	2.84	0.04	0.01	0.65	0.12	1.02	0.55	19.22	6.05	0.34	0.38	4.43	-5.0	5.7	P
2010/8/24	64.9	7.47	5.04	0.45	7.25	3.17	0.06	0.01	0.78	0.18	1.63	0.54	34.77	8.41	0.51	0.66	6.97	-13.0	16.0	R1,R2,P
2010/9/9	105.0	6.90	1.73	0.70	2.00	0.74	0.07	0.05	1.11	0.13	0.74	0.43	4.47	4.74	0.17	0.14	2.03	9.3	7.9	R1,P
2010/10/5	181.2	6.67	0.93	0.21	0.95	0.51	0.05	0.01	0.29	2.04	0.24	0.47	5.08	2.22	0.08	0.14	1.37	-28.5	19.6	R1,P
2010/10/22	103.9	7.04	2.65	0.43	3.16	0.44	0.19	0.03	0.56	5.23	0.32	0.74	5.49	1.19	0.22	0.22	2.88	0.3	4.2	P
2010/11/16	87.1	5.05	1.56	0.83	0.54	0.12	0.26	0.08	1.49	0.58	n.d.	1.03	0.63	1.19	0.10	0.08	1.45	7.9	-3.7	
2010/12/7	77.9	5.27	1.01	0.28	0.18	0.04	0.20	0.04	0.41	0.42	n.d.	0.60	0.61	0.83	0.04	0.04	0.69	0.9	-19.1	
2011/1/5	79.9	4.51	1.70	0.54	0.41	0.05	0.20	0.07	0.91	0.85	n.d.	1.24	n.d.	0.05	0.09	0.07	1.96	18.3	7.2	R1
2011/1/24	2.0	5.01	14.67	11.13	3.17	1.05	7.51	1.77	16.75	20.20	n.d.	18.55	n.d.	3.98	1.22	1.18	16.28	1.4	5.2	
2011/2/15	72.2	4.65	4.05	1.88	0.99	0.20	0.51	0.23	3.05	2.22	n.d.	2.80	n.d.	0.70	0.21	0.18	3.26	7.3	-10.8	
2011/3/15	85.8	6.82	2.38	0.69	2.09	0.88	0.55	0.13	1.03	1.51	0.60	2.09	5.69	2.10	0.21	0.21	2.73	-0.7	6.8	P
2011/3/28	51.3	4.85	3.03	1.57	0.64	0.13	0.68	0.22	2.59	1.50	n.d.	2.45	n.d.	2.92	0.17	0.15	2.56	7.8	-8.5	
2011/4/20	57.0	4.47	3.90	0.95	0.51	0.10	0.33	0.13	1.53	0.68	n.d.	2.69	n.d.	0.08	0.13	0.11	2.62	9.4	-19.7	R1
2011/5/10	159.1	4.84	1.76	0.39	0.38	0.04	0.41	0.08	0.59	0.63	n.d.	1.70	n.d.	0.62	0.08	0.06	1.39	12.8	-11.7	R1
2011/6/2	275.9	5.04	0.82	0.15	0.20	0.02	0.08	0.02	0.23	0.23	n.d.	0.50	0.41	0.33	0.03	0.03	0.66	9.2	-11.3	
2011/6/18	(348.5)	5.38	0.73	0.04	0.21	0.05	0.09	0.01	0.07	0.37	n.d.	0.49	0.51	0.48	0.02	0.03	0.46	-3.8	-22.7	R2
2011/6/30	267.3	5.55	0.64	0.29	0.21	0.06	0.06	0.04	0.44	0.12	n.d.	0.34	0.81	0.08	0.03	0.03	0.52	0.3	-10.7	
2011/7/13	92.8	4.84	1.33	0.09	0.43	0.06	0.06	0.04	0.45	0.32	n.d.	1.14	n.d.	0.73	0.05	0.04	1.07	9.6	-10.9	
2011/7/23	(542.0)	5.84	0.53	0.49	0.07	0.02	0.21	0.04	0.77	0.01	n.d.	0.12	1.12	0.66	0.04	0.04	0.54	-2.1	0.6	
2011/8/5	53.2	4.66	1.88	0.37	0.10	0.04	0.11	0.05	0.51	0.85	n.d.	1.22	n.d.	1.62	0.05	0.05	1.35	0.7	-16.3	
2011/8/25	114.3	7.26	1.03	0.34	0.25	0.14	0.28	0.07	0.63	0.36	n.d.	0.92	1.42	0.00	0.05	0.07	0.75	-11.3	-15.5	R1
2011/9/22	(807.5)	6.04	0.30	0.15	0.12	0.03	0.05	0.01	0.24	0.03	n.d.	0.08	1.02	0.40	0.02	0.03	0.28	-17.2	-2.5	
2011/10/5	11.1	4.85	1.50	0.67	0.02	0.17	0.21	0.10	1.01	0.52	n.d.	1.10	n.d.	1.23	0.07	0.06	1.24	6.0	-9.5	
2011/10/29	225.2	5.33	0.48	0.09	0.02	0.01	0.06	0.01	0.13	0.14	n.d.	0.30	0.51	0.01	0.01	0.02	0.35	-18.6	-15.4	
2011/11/14	31.3	4.81	2.62	1.87	n.d.	n.d.	0.32	0.21	2.99	0.98	n.d.	1.05	n.d.	0.						

Appendix 1e. 四万十川上流域の採水地点 R における降水分析データ

Analytical rainwater data at sampling location R in the upper reaches of the Shimanto River

Date	Rainfall [†] mm	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻ mg L ⁻¹	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μ eq L ⁻¹	Anion μ eq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC [*]
2012/6/25	(534.0)	6.35	0.39	0.09	0.53	0.12	0.03	0.01	0.14	0.24	n.d.	0.19	1.42	0.46	0.04	0.04	0.48	5.6	10.4	
2012/7/13	296.6	4.98	0.96	0.16	0.17	0.07	0.12	0.03	0.22	0.25	n.d.	0.64	0.71	0.04	0.04	0.04	0.77	2.3	-11.3	
2012/7/30	100.1	4.60	1.84	0.45	0.11	0.04	0.10	0.06	0.64	0.63	n.d.	1.24	n.d.	1.37	0.06	0.05	1.50	6.8	-10.3	
2012/8/23	239.0	5.43	0.97	0.84	0.02	0.04	0.18	0.08	1.36	0.06	n.d.	0.47	0.71	1.32	0.06	0.06	0.85	-2.1	-6.6	
2012/9/12	187.1	5.32	0.88	0.57	0.09	0.03	0.20	0.05	0.89	0.12	n.d.	0.43	0.69	0.55	0.05	0.05	0.74	2.0	-8.3	
2012/10/9	(423.0)	5.86	0.92	0.95	0.07	0.04	0.12	0.11	1.53	0.01	n.d.	0.32	1.12	0.08	0.06	0.07	0.84	-4.8	-4.9	
2012/10/29	55.9	5.38	0.89	0.44	0.08	0.04	0.16	0.06	0.74	0.37	n.d.	0.71	0.81	0.71	0.04	0.06	0.73	-14.2	-9.4	
2012/11/12	9.7	5.53	2.02	1.77	0.16	0.11	0.46	0.21	2.56	1.82	n.d.	1.53	0.31	1.55	0.13	0.14	1.84	-2.6	-4.7	
2012/12/7	99.5	4.89	2.53	1.40	0.48	0.23	0.38	n.d.	2.49	1.30	n.d.	1.93	n.d.	0.85	0.13	0.13	2.11	-2.5	-9.0	
2012/12/26	94.4	4.72	3.41	1.95	0.51	0.09	0.74	0.26	3.47	1.98	n.d.	2.74	n.d.	1.47	0.19	0.19	3.08	1.5	-5.1	
2013/1/18	84.2	5.91	0.70	0.18	0.48	0.26	0.11	0.04	0.29	0.90	n.d.	0.53	1.14	0.87	0.05	0.05	0.72	-1.2	1.4	
2013/2/8	18.8	4.27	4.23	0.73	0.96	0.10	0.35	0.11	1.19	1.81	n.d.	4.06	n.d.	0.91	0.17	0.15	3.72	6.3	-6.4	
2013/2/25	92.6	4.74	1.43	0.16	0.16	0.03	0.14	0.03	0.24	0.28	n.d.	1.05	n.d.	0.00	0.04	0.03	1.05	14.1	-15.2	
2013/3/15	57.9	4.55	2.69	0.77	0.48	0.11	0.46	0.13	1.15	1.12	n.d.	2.30	n.d.	1.75	0.12	0.10	2.31	11.4	-7.6	R1
2013/4/5	90.0	5.03	2.12	0.98	0.28	0.09	0.72	0.19	1.53	1.00	n.d.	1.63	0.71	1.23	0.12	0.10	1.73	7.1	-10.1	
2013/4/25	176.6	4.93	1.53	0.63	0.40	0.06	0.42	0.11	0.98	0.89	n.d.	1.30	0.61	0.61	0.09	0.08	1.46	7.7	-2.3	
2013/5/14	36.0	4.73	1.42	0.26	0.00	0.05	0.23	0.05	0.43	0.42	n.d.	1.19	n.d.	1.45	0.05	0.04	1.14	3.4	-10.6	
2013/6/5	99.3	4.92	1.06	0.50	0.00	0.03	0.22	0.07	0.81	0.37	n.d.	0.61	n.d.	0.77	0.05	0.04	0.94	10.3	-5.9	
2013/6/27	221.4	4.67	1.27	0.05	0.25	0.02	0.08	0.01	0.12	0.44	n.d.	1.11	n.d.	1.11	0.04	0.03	1.15	12.6	-4.8	
2013/7/17	141.4	4.88	0.81	0.13	0.05	0.15	0.06	0.04	0.25	0.35	n.d.	0.71	n.d.	1.22	0.03	0.03	0.79	7.9	-1.5	
2013/8/9	28.3	6.19	1.58	0.20	0.83	1.25	0.17	0.05	0.38	2.75	n.d.	1.59	1.32	3.34	0.10	0.11	1.47	-4.6	-3.3	
2013/8/27	62.2	5.32	0.58	0.07	0.19	0.05	0.10	0.02	0.12	0.27	n.d.	0.42	0.61	1.20	0.03	0.03	0.47	-0.9	-10.1	
2013/9/6	274.7	5.02	0.72	0.22	0.09	0.02	0.05	0.03	n.d.	0.15	n.d.	0.61	0.41	0.50	0.03	0.02	0.60	14.6	-9.4	
2013/9/17	35.7	6.01	0.65	0.09	0.58	0.21	0.10	0.06	0.15	0.28	n.d.	0.85	1.42	1.73	0.05	0.05	0.69	2.0	3.3	
2013/10/10	271.3	5.55	0.66	0.53	n.d.	0.03	0.08	0.06	0.84	0.13	n.d.	0.26	0.81	0.11	0.04	0.04	0.57	-10.8	-7.9	
2013/10/22	46.2	6.18	0.77	0.33	n.d.	0.19	0.58	0.08	0.53	0.29	n.d.	0.66	1.87	0.00	0.06	0.06	0.73	-6.6	-2.2	
2013/10/30	309.6	5.76	0.21	0.17	0.01	0.02	0.09	0.02	0.24	0.11	n.d.	0.03	0.98	0.55	0.02	0.02	0.28	-19.0	14.0	
2013/11/18	30.3	4.27	3.63	0.57	0.53	0.08	0.22	0.07	0.81	1.14	n.d.	3.02	n.d.	0.80	0.13	0.10	3.13	9.6	-7.4	R1
2013/12/13	109.0	4.62	3.00	1.82	0.48	0.11	0.26	0.23	2.81	1.19	n.d.	1.87	n.d.	0.89	0.16	0.14	2.68	9.0	-5.6	R1
2014/1/7	90.9	4.61	3.22	2.10	0.47	0.11	0.43	0.27	3.74	2.05	n.d.	1.63	n.d.	0.88	0.19	0.17	3.08	4.4	-2.2	
2014/1/27	28.3	4.30	4.35	1.31	0.90	0.12	0.45	0.19	2.17	2.99	n.d.	3.19	n.d.	1.37	0.20	0.18	3.97	5.8	-4.5	
2014/2/20	116.4	4.89	1.18	0.23	0.18	0.05	0.25	0.05	0.38	0.57	n.d.	0.88	n.d.	0.18	0.05	0.04	0.97	13.3	-10.1	
2014/3/14	136.8	4.79	1.40	0.29	0.26	0.09	0.15	0.05	0.48	0.60	n.d.	1.27	n.d.	0.90	0.06	0.05	1.20	6.7	-7.6	
2014/4/3	100.3	4.43	2.53	0.29	0.55	0.08	0.15	0.05	0.50	0.85	n.d.	2.57	n.d.	1.19	0.09	0.08	2.29	7.2	-4.9	
2014/4/23	95.0	4.54	2.74	0.35	0.58	0.10	0.55	0.10	0.64	1.90	n.d.	2.71	n.d.	0.80	0.11	0.11	2.35	4.0	-7.8	
2014/5/9	40.1	4.96	1.55	0.86	0.33	0.10	0.26	0.12	1.50	0.55	n.d.	1.33	n.d.	0.71	0.09	0.08	1.46	7.7	-3.0	
2014/5/27	149.7	5.14	0.62	0.14	0.03	0.04	0.10	0.03	0.24	0.18	n.d.	0.62	0.43	0.39	0.02	0.03	0.55	-13.2	-5.7	
2014/6/17	183.3	5.25	0.48	0.07	0.08	0.02	0.07	0.01	0.12	0.20	n.d.	0.52	0.61	0.49	0.02	0.03	0.45	-19.1	-2.5	
2014/7/9	294.2	4.90	0.72	0.07	0.05	0.01	0.07	0.01	0.06	0.25	n.d.	0.55	0.20	0.49	0.02	0.02	0.65	4.4	-5.4	
2014/7/24	148.4	5.10	0.88	0.39	0.15	0.03	n.d.	n.d.	0.64	0.23	n.d.	0.63	0.59	0.57	0.03	0.04	0.74	-13.4	-8.7	
2014/8/12	(1236.5)	5.69	0.33	0.26	0.01	0.02	0.05	0.03	0.34	0.02	n.d.	0.15	1.02	0.77	0.02	0.03	0.34	-21.7	1.1	
2014/8/27	271.9	5.67	0.75	0.12	0.07	0.02	0.08	0.02	0.20	0.13	n.d.	0.50	0.31	0.59	0.02	0.02	0.33	-13.5	-39.0	R2
2014/9/18	210.8	4.52	1.64	0.05	0.02	0.03	0.10	0.01	0.10	0.24	n.d.	1.26	n.d.	0.38	0.04	0.03	1.37	10.3	-9.0	
2014/10/9	112.8	4.86	1.15	0.33	0.13	0.04	0.14	0.05	0.48	0.42	n.d.	0.69	n.d.	0.31	0.05	0.03	0.94	14.9	-10.0	
2014/10/30	211.5	5.23	0.97	0.79	0.08	0.09	0.07	0.09	1.44	0.12	n.d.	0.40	0.85	0.25	0.06	0.06	0.94	-5.8	-1.7	
2014/11/20	44.9	4.50	2.98	1.40	0.13	0.08	0.43	0.18	2.44	0.92	n.d.	1.98	n.d.	0.81	0.14	0.13	2.64	4.6	-6.1	
2014/12/2	58.8	4.54	2.74	1.32	0.16	0.08	0.25	0.16	2.17	0.61	n.d.	1.78	n.d.	0.81	0.12	0.11	2.35	6.4	-7.7	
2014/12/22	125.5	4.51	4.34	2.77	0.46	0.13	0.26	0.34	4.91	1.47	n.d.	2.18	n.d.	1.13	0.22	0.21	3.69	3.0	-8.1	
2015/1/15	91.7	4.53	3.82	1.56	1.22	0.40	0.44	0.23	2.96	2.06	n.d.	3.29	n.d.	1.39	0.22	0.19	3.59	7.7	-3.1	
2015/2/6	97.6	4.58	3.25	0.87	1.05	0.09	0.23	0.12	1.42	1.90	n.d.	2.98	n.d.	1.22	0.15	0.13	2.69	4.7	-9.5	
2015/2/27	59.7	4.56	2.39	0.72	0.46	0.07	0.38	0.11	1.07	1.06	n.d.	1.86	n.d.	0.86	0.11	0.09	2.14	14.1	-5.6	R1
2015/3/20	203.9	4.61	1.74	0.43	0.42	0.07	0.24	0.07	0.67	0.64	n.d.	1.36	n.d.	0.82	0.09	0.06	1.68	20.2	-1.7	R1
2015/4/8	105.7	4.38	2.59	0.36	0.40	0.06	0.13	0.04	0.61	0.71	n.d.	2.42	n.d.	0.68	0.09	0.08	2.38	6.9	-4.3	
2015/4/30	131.2	4.94	1.09	0.46	0.25	0.06	0.14	0.06	0.75	0.41	n.d.	0.87	0.51	0.43	0.06	0.05	1.07	4.1	-0.8	
2015/5/20	142.7	4.93	0.77	0.09	0.16	0.03	0.09	0.02	1.14	0.34	n.d.	0.61	0.41	0.46	0.03	0.03	0.74	4.3	-2.3	
2015/6/8	139.4	4.83	0.63	0.05	0.07	0.03	0.09	0.01	0.07	0.26	n.d.	0.53	n.d.	0.98	0.03	0.02	0.73	22.2	7.0	
2015/7/2	(366.5)	5.04	0.62	0.04	0.10	0.10	0.07	0.01	0.06	0.21	n.d.	0.45	0.51	0.27	0.02	0.02	0.56	1.3	-5.6	
2015/7/24	(355.0)	6.10	0.47	0.28	n.d.	0.28	0.08	0.04	0.43	n.d.	n.d.	0.23	1.02	1.02	0.03	0.03	0.39	-9.7	-9.9	
2015/8/11	63.1	4.76	1.43	0.44	n.d.	0.34	0.17	0.08	0.68	0.31	n.d.	1.30	n.d.	2.01	0.06	0.05	1.24	7.8	-6.9	
2015/8/26	187.0	5.14	0.91	0.72	n.d.	0.24	0.09	0.08	1.17	0.01	n.d.	0.50	0.79	0.55	0.06	0.06	0.91	-0.9	0.2	
2015/9/25	(441.0)	5.09	0.56	0.13	0.02	0.04	0.06	0.02	0.21	0.12	n.d.	0.25	0.61	0.38	0.02	0.02	0.50	-4.0	-5.8	
2015/10/15	60.7	4.90	1.07	0.23	0.16	0.06	0.14	0.05	0.35	0.30	n.d.	0.99	n.d.	1.25	0.04	0.04	0.91	11.6	-8.5	
2015/11/4	45.5	6.28	0.80	0.35	0.25	0.16	0.29	0.06	0.48	0.35	n.d.	0.43	1.42	0.98	0.05	0.05	0.66	1.1	-9.9	
2015/11/18	126.1	5.45																		

Appendix 2a. 四万十川上流域の採水地点 A1 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location A1 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2000/3/24	7.52	6.16	3.73	n.d.	0.54	6.44	0.82	2.58	0.72	n.d.	6.25	19.55	0.64	0.56	0.54	6.29	2.7	1.0	
2000/4/17	7.73	7.47	4.45	n.d.	0.63	8.38	1.04	2.67	0.49	n.d.	8.25	23.95	0.74	0.71	0.65	7.78	4.8	2.0	
2000/4/27	7.74	7.76	4.58	0.01	0.66	9.19	1.14	2.65	0.63	n.d.	8.50	26.87	0.16	0.77	0.70	8.37	4.5	3.8	
2000/5/15	7.72	8.10	4.67	n.d.	0.60	9.20	1.12	2.59	1.53	0.22	8.10	29.78	0.92	0.77	0.76	8.67	0.5	3.4	
2000/5/29	7.67	7.71	4.39	n.d.	0.60	8.79	1.07	2.56	2.60	0.14	7.33	28.84	0.81	0.73	0.74	8.36	-0.7	4.0	
2000/6/12	7.61	6.04	3.81	n.d.	0.52	6.30	0.77	2.57	0.56	0.12	6.05	20.14	0.15	0.56	0.54	6.27	1.4	1.9	
2000/6/26	7.64	6.76	4.33	0.01	0.54	7.36	0.92	2.53	0.48	n.d.	6.99	24.30	0.88	0.65	0.62	7.18	1.8	3.0	
2000/7/10	7.62	6.34	4.20	n.d.	0.51	6.91	0.85	2.63	0.46	0.12	6.31	24.09	0.67	0.61	0.61	6.90	-0.1	4.2	
2000/7/25	7.64	7.60	4.65	n.d.	0.58	8.57	1.06	2.53	1.03	n.d.	8.07	28.19	0.83	0.73	0.72	8.19	0.9	3.7	
2000/8/7	7.66	5.93	4.12	0.00	0.53	6.14	0.75	2.59	0.39	n.d.	5.39	19.70	0.87	0.56	0.51	6.09	4.4	1.3	
2000/8/22	7.70	7.13	4.65	n.d.	0.78	7.97	0.95	2.71	0.58	n.d.	7.40	25.48	0.87	0.70	0.66	7.69	3.0	3.7	
2000/9/4	7.71	7.68	4.70	n.d.	0.61	8.48	1.02	2.56	1.18	n.d.	8.26	26.62	0.80	0.73	0.70	8.11	1.9	2.7	
2000/9/18	7.66	5.28	4.06	n.d.	0.49	5.27	0.67	2.65	0.31	n.d.	4.29	19.03	0.77	0.51	0.48	5.55	2.7	2.5	
2000/10/3	7.70	6.24	4.34	n.d.	0.54	6.59	0.82	2.51	0.44	0.19	5.40	22.78	0.69	0.60	0.57	6.57	2.5	2.6	
2000/10/18	7.72	6.93	4.46	n.d.	0.61	7.41	0.91	2.51	0.46	0.25	6.43	24.57	1.43	0.65	0.62	7.22	2.5	2.0	
2000/11/6	7.66	5.87	4.14	n.d.	0.56	6.22	0.78	2.53	0.43	n.d.	4.99	22.43	0.85	0.57	0.55	6.25	1.7	3.2	
2000/11/21	7.74	7.08	4.52	n.d.	0.60	7.82	0.96	2.49	0.63	n.d.	6.82	24.98	1.05	0.68	0.63	7.40	3.7	2.2	
2000/12/5	7.64	7.51	4.54	0.02	0.58	8.06	0.99	2.49	0.82	n.d.	7.60	25.54	0.84	0.70	0.66	7.69	2.7	1.2	
2000/12/18	7.69	8.01	4.69	n.d.	0.62	8.98	1.10	2.58	0.94	n.d.	8.35	26.80	1.10	0.76	0.70	8.30	3.9	1.8	
2001/1/9	7.65	8.04	4.55	n.d.	0.58	9.01	1.11	2.66	1.15	n.d.	8.71	25.63	1.05	0.75	0.70	8.29	4.1	1.5	
2001/1/23	7.53	6.57	4.20	0.04	0.19	7.02	0.87	2.51	0.84	n.d.	6.62	20.41	1.00	0.61	0.56	6.66	4.7	0.7	
2001/2/6	7.64	6.42	4.14	n.d.	0.44	6.75	0.82	2.64	0.58	n.d.	6.45	21.85	0.74	0.60	0.58	6.65	1.7	1.8	
2001/2/20	7.67	7.10	4.50	n.d.	0.45	7.97	0.97	2.60	0.60	n.d.	7.64	23.59	0.70	0.68	0.63	7.48	4.2	2.6	
2001/3/6	7.68	6.46	4.18	0.01	0.51	6.91	0.86	2.60	0.58	n.d.	6.68	21.76	0.81	0.61	0.58	6.77	2.8	2.3	
2001/3/21	7.74	7.11	4.28	n.d.	0.57	7.84	0.97	2.60	0.59	n.d.	7.49	24.86	0.71	0.67	0.65	7.48	2.0	2.6	
2001/4/10	7.70	8.07	4.69	n.d.	0.59	9.07	1.12	2.53	0.93	n.d.	9.04	31.42	0.39	0.76	0.79	8.77	-1.6	4.1	
2001/4/23	7.64	8.24	4.80	n.d.	0.60	9.62	1.20	2.65	1.72	n.d.	9.25	28.66	0.46	0.80	0.76	8.94	2.4	4.1	
2001/5/8	7.60	6.15	3.84	n.d.	0.71	6.66	0.83	2.79	0.52	n.d.	5.92	20.99	0.58	0.59	0.55	6.49	2.8	2.7	
2001/5/22	7.65	7.59	4.44	n.d.	0.55	8.63	1.03	2.55	0.73	n.d.	8.00	27.95	0.73	0.72	0.71	8.09	1.0	3.2	
2001/6/5	7.67	7.97	4.60	n.d.	0.54	9.15	1.10	2.51	0.82	n.d.	8.39	29.08	0.67	0.76	0.74	8.46	1.7	3.0	
2001/6/20	7.62	6.78	4.20	n.d.	0.50	7.55	0.92	2.33	1.59	n.d.	6.28	23.94	0.38	0.65	0.61	7.13	2.7	2.5	
2001/7/3	7.60	7.01	4.31	n.d.	0.48	7.99	0.97	2.60	0.50	n.d.	7.38	25.21	0.00	0.68	0.65	7.51	2.2	3.4	
2001/7/24	7.52	7.11	4.42	n.d.	0.53	7.67	0.93	2.50	0.57	n.d.	7.48	26.64	1.26	0.67	0.67	7.54	-0.5	2.9	
2001/8/7	7.60	7.97	4.69	n.d.	0.54	8.86	1.09	2.46	0.98	n.d.	8.85	28.73	0.40	0.75	0.74	8.44	0.6	2.9	
2001/8/21	7.57	7.08	4.14	n.d.	0.51	7.82	0.96	2.20	2.19	n.d.	7.08	23.80	1.56	0.66	0.63	7.38	2.1	2.1	
2001/9/4	7.69	8.48	4.73	n.d.	0.51	9.55	1.16	2.44	0.82	n.d.	9.59	30.28	0.98	0.79	0.78	8.90	0.8	2.4	
2001/9/26	7.72	6.92	4.62	n.d.	0.48	7.44	0.91	2.48	0.32	n.d.	6.78	26.06	0.55	0.66	0.64	7.31	1.2	2.7	
2001/10/10	7.72	6.58	4.15	n.d.	0.44	7.09	0.87	2.35	0.66	n.d.	6.25	24.22	0.78	0.62	0.60	6.86	1.1	2.1	
2001/10/24	7.70	6.45	4.25	n.d.	0.50	6.85	0.82	2.56	n.d.	n.d.	5.96	25.49	0.72	0.61	0.61	6.82	-0.6	2.8	
2001/11/7	7.65	6.52	3.93	n.d.	0.47	6.57	0.80	2.39	n.d.	n.d.	5.84	24.60	0.93	0.58	0.59	6.53	-1.3	0.1	
2001/11/21	7.71	7.54	4.45	n.d.	0.52	8.15	0.99	2.43	0.09	n.d.	7.46	28.01	0.69	0.70	0.68	7.74	0.8	1.3	
2001/12/4	7.72	8.22	4.46	0.05	0.53	8.80	1.07	2.52	n.d.	n.d.	8.63	30.50	0.79	0.74	0.75	8.38	-0.9	1.0	
2001/12/20	7.71	8.43	4.40	n.d.	0.48	9.07	1.11	2.53	0.49	n.d.	9.41	28.93	1.49	0.75	0.75	8.51	-0.1	0.5	
2002/1/8	7.67	8.74	4.52	0.05	0.47	9.43	1.17	2.57	0.30	n.d.	10.49	29.56	0.89	0.78	0.78	8.89	-0.1	0.9	
2002/1/22	7.68	9.49	4.58	n.d.	0.49	9.90	1.25	2.81	0.90	n.d.	10.78	30.97	0.72	0.81	0.83	9.34	-1.1	-0.8	
2002/2/7	7.70	9.36	4.77	n.d.	0.53	10.11	1.25	2.57	0.13	n.d.	10.94	32.93	0.71	0.83	0.84	9.48	-0.8	0.6	
2002/2/19	7.79	9.78	4.86	n.d.	0.54	10.54	1.32	2.62	0.36	n.d.	11.64	33.05	0.41	0.86	0.86	9.82	-0.2	0.2	
2002/3/5	7.77	9.62	4.58	0.03	0.53	10.01	1.23	2.47	0.39	n.d.	11.07	33.97	0.80	0.81	0.86	9.52	-2.9	-0.5	
2002/3/19	7.72	8.36	4.69	n.d.	0.52	9.05	1.15	2.64	0.32	n.d.	9.49	26.37	0.65	0.76	0.71	8.42	3.6	0.3	
2002/4/9	7.74	6.90	3.88	n.d.	0.49	6.94	0.85	2.57	0.12	n.d.	7.14	21.21	0.17	0.60	0.57	6.67	2.3	-1.7	
2002/4/23	7.70	7.27	3.89	n.d.	0.50	7.41	0.91	2.59	0.22	n.d.	7.35	23.35	0.33	0.63	0.61	7.05	1.1	-1.5	
2002/5/8	7.74	6.32	3.79	n.d.	0.48	6.15	0.77	2.67	n.d.	n.d.	6.38	23.25	0.80	0.55	0.59	6.41	-3.7	0.7	
2002/5/28	7.78	7.22	4.41	n.d.	0.54	7.28	0.93	2.65	n.d.	n.d.	8.04	25.64	0.73	0.65	0.66	7.41	-1.3	1.3	
2002/6/11	7.87	8.32	4.48	n.d.	0.66	8.91	1.09	2.47	0.86	n.d.	9.09	29.71	0.98	0.75	0.76	8.54	-0.9	1.3	
2002/6/25	7.92	8.86	4.49	n.d.	0.62	9.54	1.16	2.36	0.97	n.d.	9.40	32.26	0.77	0.78	0.81	8.97	-1.5	0.6	
2002/7/9	7.58	6.09	3.65	n.d.	0.46	6.10	0.74	2.41	0.27	n.d.	5.59	21.12	0.97	0.54	0.53	6.04	0.1	-0.4	
2002/7/23	7.68	6.20	3.94	n.d.	0.47	6.05	0.74	2.66	0.13	n.d.	5.91	21.10	0.70	0.55	0.55	6.18	0.0	-0.2	
2002/8/6	7.72	6.88	4.22	n.d.	0.49	6.84	0.84	2.58	n.d.	n.d.	6.75	25.49	0.43	0.61	0.63	6.95	-2.0	0.5	
2002/8/27	7.70	7.68	4.46	n.d.	0.56	8.06	0.99	2.61	0.39	n.d.	7.93	28.10	0.34	0.69	0.71	7.88	-1.0	1.3	
2002/9/10	7.72	6.70	4.39	n.d.	0.50	6.84	0.82	2.67	n.d.	n.d.	6.17	24.90	0.64	0.61	0.61	6.86	0.0	1.2	
2002/9/24	7.74	7.43	4.57	n.d.	0.52	7.85	0.97	2.70	n.d.	n.d.	7.63	26.64	0.57	0.68	0.67	7.64	0.9	1.4	
2002/10/8	7.72	7.58	4.39	n.d.	0.50	8.11	0.97	2.65	0.31	n.d.	7.59	27.02	0.55	0.69	0.68	7.72	0.5	0.9	
2002/10/22	7.78	8.21	4.63	n.d.	0.52	9.00	1.08	2.64	0.33	n.d.	9.01	29.59	0.39	0.75	0.75	8.51	0.0	1.8	
2002/11/5	7.65	8.58	4.66	n.d.	0.50	9.55	1.15	2.72	0.65	n.d.	10.02	29.44	0.37	0.79	0.78	8.92	0.5	2.0	
2002/11/19	7.74	9.07	5.01	0.04	0.53	10.20	1.24	2.60	0.52	n.d.	10.75	31.39	0.00	0.84	0.82	9.48	1.5	2.2	
2002/12/3	7.58	9.48	4.82	0.04	0.51	10.60	1.29	2.79	1.30	n.d.	11.35	31.79	0.00	0.86	0.86	9.83	0.2	1.8	
2002/12/17	7.66	8.84																	

Appendix 2b. 四万十川上流域の採水地点 A1 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location A1 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2003/2/18	7.62	7.78	4.21	n.d.	0.43	7.84	0.95	2.61	0.48	n.d.	7.67	27.82	0.05	0.66	0.70	7.67	-2.5	-0.7	
2003/3/4	7.56	7.07	4.13	n.d.	0.46	7.33	0.87	2.77	0.38	n.d.	6.66	23.52	0.02	0.63	0.61	7.01	1.7	-0.4	
2003/3/18	7.57	6.17	3.88	n.d.	0.46	6.14	0.74	2.82	0.25	n.d.	5.73	19.97	0.38	0.55	0.53	6.13	1.6	-0.4	
2003/4/7	7.65	6.45	3.99	0.03	0.46	6.55	0.78	2.77	0.23	n.d.	6.03	22.47	0.09	0.58	0.58	6.52	0.2	0.6	
2003/4/21	7.61	7.13	4.30	n.d.	0.51	7.28	0.88	2.67	0.22	n.d.	7.08	24.00	0.09	0.64	0.62	7.11	1.3	-0.1	
2003/5/8	7.64	7.40	4.41	n.d.	0.54	7.58	0.95	2.48	0.74	n.d.	7.13	26.56	0.54	0.66	0.67	7.47	-0.3	0.5	
2003/5/22	7.68	6.51	4.26	n.d.	0.46	6.22	0.77	2.73	0.05	n.d.	5.85	22.09	0.52	0.57	0.56	6.38	0.8	-1.0	
2003/6/4	7.57	5.94	4.17	n.d.	0.46	5.40	0.69	2.81	n.d.	n.d.	4.87	20.82	0.36	0.52	0.52	5.83	-0.3	-0.9	
2003/6/19	7.54	4.81	3.52	n.d.	0.43	4.25	0.53	2.69	0.21	n.d.	3.63	16.94	0.57	0.42	0.43	4.78	-1.5	-0.3	
2003/7/3	7.59	5.92	4.05	0.04	0.44	5.60	0.69	2.84	0.16	n.d.	4.57	21.40	0.20	0.53	0.53	5.90	-0.2	-0.2	
2003/7/17	7.68	6.33	4.17	0.05	0.47	6.18	0.77	2.81	0.24	n.d.	5.31	22.05	1.16	0.57	0.56	6.31	1.1	-0.1	
2003/8/1	7.60	6.94	4.32	n.d.	0.48	6.81	0.84	2.71	0.46	n.d.	6.13	22.88	1.10	0.61	0.59	6.75	1.9	-1.4	
2003/8/14	7.55	5.69	3.94	0.04	0.47	5.23	0.68	2.47	0.33	n.d.	4.16	21.13	1.11	0.50	0.51	5.62	-0.5	-0.6	
2003/9/4	7.68	6.98	4.42	n.d.	0.47	6.54	0.85	2.79	0.24	n.d.	6.19	15.56	2.84	0.60	0.47	6.16	12.6	-6.2	R1
2003/9/18	7.66	6.52	4.35	0.02	0.57	6.49	0.83	2.79	0.26	n.d.	5.32	23.46	0.60	0.60	0.58	6.58	1.6	0.5	
2003/10/8	7.68	7.74	4.49	n.d.	0.50	7.69	0.97	2.72	0.54	n.d.	7.27	27.68	0.44	0.67	0.69	7.65	-1.4	-0.6	
2003/10/22	7.63	6.87	4.42	n.d.	0.47	6.98	0.88	2.74	0.30	n.d.	5.99	23.72	0.60	0.62	0.60	6.86	2.4	-0.1	
2003/11/12	7.69	7.05	4.58	n.d.	0.54	7.49	0.94	2.75	0.53	n.d.	6.36	26.68	0.10	0.66	0.66	7.40	0.7	2.4	
2003/11/26	7.64	7.72	4.82	n.d.	0.51	8.37	1.06	2.73	0.62	n.d.	7.78	26.47	0.40	0.73	0.68	7.98	3.2	1.7	
2003/12/10	7.58	7.04	4.18	n.d.	0.42	6.53	0.82	2.78	0.25	n.d.	6.23	24.72	0.43	0.59	0.62	6.76	-2.6	-2.1	
2003/12/24	7.53	7.57	4.76	n.d.	0.48	8.00	1.00	2.81	0.28	n.d.	6.86	29.17	0.02	0.70	0.70	7.85	-0.3	1.8	
2004/1/7	7.56	8.18	4.72	n.d.	0.46	8.32	1.03	2.70	0.37	n.d.	8.36	31.00	0.00	0.72	0.76	8.32	-3.2	0.8	
2004/1/21	7.58	8.26	4.46	n.d.	0.39	8.07	1.04	2.89	1.15	n.d.	8.19	29.82	0.32	0.69	0.76	8.19	-4.6	-0.4	
2004/2/5	7.56	8.48	4.50	n.d.	0.38	8.56	1.11	2.93	1.38	n.d.	8.86	29.77	0.29	0.72	0.78	8.52	-3.6	0.2	
2004/2/20	7.68	8.64	4.81	n.d.	0.44	9.54	1.23	2.88	1.26	n.d.	9.84	36.55	0.31	0.80	0.91	9.57	-6.3	5.1	
2004/3/4	7.60	6.93	4.31	n.d.	0.37	7.16	0.95	2.90	1.30	n.d.	6.56	27.52	0.55	0.63	0.69	7.43	-4.4	3.5	
2004/3/24	7.63	8.06	4.49	n.d.	0.43	8.20	1.05	3.01	2.09	n.d.	7.63	30.73	0.80	0.70	0.78	8.35	-5.3	1.8	
2004/4/6	7.69	6.93	4.25	n.d.	0.42	6.89	0.90	2.92	0.31	n.d.	6.87	27.57	0.55	0.61	0.68	7.26	-5.3	2.4	
2004/4/21	7.60	6.51	4.08	n.d.	0.45	6.37	0.83	2.89	0.29	n.d.	6.35	28.95	0.78	0.57	0.69	7.05	-9.3	4.0	R1
2004/5/14	7.48	4.69	3.29	n.d.	0.31	3.41	0.46	2.85	0.16	n.d.	3.76	19.12	0.62	0.36	0.47	4.64	-13.9	-0.5	R1
2004/5/31	7.65	6.90	4.40	n.d.	0.45	6.50	0.84	2.80	n.d.	n.d.	6.57	29.73	0.56	0.60	0.70	7.21	-8.2	2.2	R1
2004/6/11	7.70	7.28	4.46	n.d.	0.48	7.42	0.94	2.56	0.63	n.d.	6.90	31.86	1.42	0.65	0.75	7.77	-6.7	3.3	
2004/6/28	7.70	6.48	4.49	n.d.	0.59	6.14	0.81	2.95	0.12	n.d.	5.98	30.27	0.65	0.58	0.71	7.12	-9.5	4.7	R1
2004/7/12	7.67	7.02	4.50	n.d.	0.45	6.67	0.93	2.76	0.26	n.d.	6.49	31.65	0.54	0.62	0.74	7.47	-8.8	3.1	R1
2004/7/26	7.66	7.64	4.81	n.d.	0.53	7.80	1.00	2.80	0.60	n.d.	7.83	33.85	0.54	0.69	0.81	8.35	-7.5	4.4	
2004/8/9	7.63	6.03	4.38	n.d.	0.42	5.67	0.74	2.88	0.14	n.d.	5.09	29.79	0.37	0.55	0.68	6.70	-10.8	5.3	R1
2004/8/27	7.59	6.06	4.30	n.d.	0.42	5.66	0.75	2.90	0.08	n.d.	4.93	29.97	0.06	0.54	0.68	6.66	-11.1	4.8	R1
2004/9/13	7.46	4.18	3.86	n.d.	0.36	2.57	0.40	3.23	0.08	n.d.	2.10	18.05	0.25	0.34	0.43	4.22	-12.2	0.5	R1
2004/9/27	7.63	6.17	4.82	n.d.	0.50	5.87	0.84	3.25	0.09	n.d.	4.40	29.36	0.27	0.58	0.67	6.84	-6.5	5.1	
2004/10/12	7.70	6.39	4.73	n.d.	0.46	6.09	0.83	3.19	0.10	n.d.	4.71	29.81	0.50	0.59	0.68	6.95	-7.0	4.2	
2004/10/25	7.60	5.96	4.51	n.d.	0.46	5.33	0.75	3.13	0.04	n.d.	3.85	31.02	0.49	0.54	0.68	6.56	-11.7	4.8	R1
2004/11/8	7.65	6.38	4.52	n.d.	0.50	6.21	0.83	3.04	0.16	n.d.	4.54	31.00	0.25	0.59	0.69	6.98	-8.1	4.5	R1
2004/11/22	7.59	6.38	4.53	n.d.	0.49	6.45	0.83	2.98	0.20	n.d.	4.49	31.27	0.48	0.60	0.69	7.05	-7.2	5.0	
2004/12/6	7.55	5.38	4.05	n.d.	0.43	5.05	0.64	3.00	0.13	n.d.	3.50	24.54	0.19	0.49	0.56	5.78	-6.6	3.6	
2004/12/21	7.62	6.73	4.44	n.d.	0.48	6.55	0.85	2.95	0.40	n.d.	5.07	30.27	0.17	0.60	0.69	7.11	-6.9	2.7	
2005/1/7	7.52	6.90	4.38	n.d.	0.42	6.74	0.87	2.91	0.94	n.d.	5.67	25.10	0.52	0.61	0.63	6.93	-1.4	0.2	
2005/2/7	7.41	8.30	4.62	n.d.	0.40	8.10	1.09	5.37	2.00	n.d.	6.80	24.59	1.05	0.70	0.73	8.27	-1.7	-0.2	
2005/2/18	7.57	6.27	3.99	n.d.	0.39	5.66	0.72	2.86	0.40	n.d.	5.14	13.23	1.11	0.53	0.41	5.43	12.3	-7.2	R1
2005/3/7	7.61	6.70	4.32	n.d.	0.42	6.46	0.83	3.01	0.20	n.d.	5.90	13.37	0.85	0.59	0.43	5.93	15.6	-6.1	R1
2005/3/23	7.61	6.70	3.53	n.d.	0.39	4.37	0.56	2.84	0.22	n.d.	4.23	22.41	0.59	0.43	0.54	5.36	-11.5	-11.1	R1
2005/4/6	7.54	6.71	4.40	n.d.	0.47	6.41	0.83	3.00	0.11	n.d.	5.91	30.85	0.63	0.59	0.72	7.21	-9.5	3.6	R1
2005/4/26	7.68	6.96	4.59	n.d.	0.49	7.15	0.92	2.92	0.30	n.d.	6.57	32.18	0.11	0.65	0.75	7.72	-7.6	5.2	
2005/5/10	7.61	6.18	4.20	n.d.	0.45	6.14	0.79	2.98	0.15	n.d.	5.34	28.31	0.72	0.57	0.66	6.78	-7.8	4.7	
2005/5/24	7.67	7.18	4.46	n.d.	0.54	7.04	0.95	2.81	0.34	n.d.	6.66	32.66	0.19	0.64	0.76	7.72	-8.7	3.6	R1
2005/6/6	7.69	7.69	4.68	n.d.	0.56	8.02	1.05	2.64	1.14	n.d.	7.05	35.37	0.30	0.70	0.82	8.42	-7.5	4.5	
2005/6/21	7.75	8.53	4.95	n.d.	0.62	8.74	1.14	2.40	1.70	n.d.	7.97	39.87	1.07	0.76	0.91	9.24	-9.1	4.0	R1
2005/7/5	7.55	6.83	4.32	n.d.	0.58	6.84	0.87	2.37	3.72	n.d.	4.50	29.76	1.09	0.62	0.71	7.32	-7.0	3.5	
2005/7/19	7.68	6.78	4.37	n.d.	0.52	6.65	0.89	2.86	0.21	n.d.	6.41	29.89	0.38	0.61	0.71	7.30	-7.5	3.7	
2005/8/9	7.63	7.77	4.75	n.d.	0.59	7.89	1.04	2.58	2.23	n.d.	6.89	33.87	0.50	0.70	0.81	8.37	-7.1	3.7	
2005/8/22	7.66	8.65	4.96	n.d.	0.64	9.13	1.16	2.46	5.39	n.d.	7.21	28.96	1.08	0.78	0.78	8.89	0.2	1.4	
2005/9/15	7.61	6.20	4.48	n.d.	0.52	5.95	0.80	2.94	0.09	n.d.	5.03	20.76	0.58	0.57	0.53	6.18	3.8	-0.1	
2005/9/28	7.66	7.94	4.80	n.d.	0.59	7.90	1.04	2.68	0.34	n.d.	8.18	33.15	1.04	0.70	0.79	8.35	-6.1	2.5	
2005/10/11	8.28	10.10	5.27	n.d.	0.64	13.15	1.47	2.76	0.68	n.d.	10.42	20.08	0.47	1.02	0.63	9.69	23.4	-2.1	R1
2005/10/25	7.78	9.81	5.22	n.d.	0.69	10.65	1.42	2.65	0.67	n.d.	11.73	23.85	0.43	0.89	0.72	9.39	10.6	-2.2	R1
2005/11/8	7.71	7.65	5.11	n.d.	0.70	9.51	1.45	3.28	1.56	n.d.	8.20	38.54	0.68	0.83	0.92	9.76	-4.9	12.1	
2005/11/22	7.66	9.78	4.83	n.d.	0.52	10.89	1.49	2.68	0.62	n.d.	11.74	40.66	0.00	0.89	1.00	10.60	-5.7	4.0	
2005/12/9																			

Appendix 2c. 四万十川上流域の採水地点 A1 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location A1 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2006/2/8	7.61	7.69	4.55	n.d.	0.46	7.97	1.11	3.33	1.02	n.d.	7.57	24.98	0.94	0.70	0.68	7.85	1.6	1.0	
2006/2/22	7.60	7.12	4.22	n.d.	0.52	6.34	0.93	2.93	0.30	n.d.	6.81	30.66	1.06	0.59	0.73	7.34	-10.8	1.5	R1
2006/3/8	7.63	7.04	4.28	n.d.	0.47	6.65	0.91	2.98	0.14	n.d.	6.84	29.34	0.71	0.60	0.71	7.33	-8.0	2.0	
2006/3/22	7.65	7.07	4.32	n.d.	0.50	5.91	0.87	2.93	0.21	n.d.	6.72	29.69	0.86	0.57	0.71	7.11	-11.4	0.3	R1
2006/4/12	7.40	4.57	3.52	n.d.	0.36	3.41	0.46	3.10	0.12	n.d.	3.52	17.04	0.61	0.37	0.44	4.56	-8.8	-0.1	R1
2006/4/25	7.55	6.61	4.33	n.d.	0.47	5.94	0.82	3.02	0.13	n.d.	6.08	27.24	0.72	0.56	0.66	6.82	-7.9	1.5	
2006/5/11	7.48	4.38	3.39	n.d.	0.39	2.82	0.41	2.79	0.12	n.d.	2.98	16.67	0.56	0.33	0.42	4.16	-11.2	-2.6	R1
2006/5/24	7.62	5.77	4.12	n.d.	0.43	5.07	0.69	2.96	0.04	n.d.	4.78	29.39	1.09	0.50	0.67	6.37	-14.2	4.9	R1
2006/6/13	7.56	5.97	4.19	n.d.	0.46	5.31	0.74	2.96	0.38	n.d.	4.85	30.48	0.53	0.52	0.69	6.61	-14.0	5.1	R1
2006/6/27	7.47	4.81	3.75	n.d.	0.32	3.49	0.50	2.92	0.04	n.d.	3.54	17.52	0.80	0.39	0.44	4.64	-6.9	-1.8	
2006/7/13	7.62	5.95	4.24	n.d.	0.41	4.74	0.66	2.88	0.12	n.d.	4.86	21.41	0.75	0.49	0.54	5.70	-4.8	-2.1	
2006/7/25	7.62	5.41	3.95	n.d.	0.42	4.49	0.60	2.86	0.09	n.d.	4.05	19.87	0.68	0.46	0.49	5.28	-3.8	-1.2	
2006/8/9	7.70	6.54	4.44	n.d.	0.48	5.99	0.78	2.88	0.33	n.d.	5.65	24.39	0.40	0.57	0.60	6.56	-3.0	0.1	
2006/8/23	7.55	4.74	4.00	n.d.	0.42	3.30	0.46	2.91	0.05	n.d.	2.98	20.15	0.02	0.39	0.48	4.73	-10.1	-0.1	R1
2006/9/5	7.62	5.91	4.25	n.d.	0.43	5.02	0.69	2.76	0.18	n.d.	4.24	26.90	0.27	0.50	0.61	6.08	-9.6	1.4	R1
2006/9/20	7.61	5.25	4.10	n.d.	0.41	4.36	0.58	2.78	0.08	n.d.	3.35	23.82	0.00	0.45	0.54	5.42	-8.6	1.6	R1
2006/10/4	7.62	6.30	4.48	n.d.	0.45	5.72	0.77	2.76	0.30	n.d.	4.76	26.23	0.44	0.56	0.61	6.43	-4.9	1.0	
2006/10/19	7.70	6.63	4.43	n.d.	0.45	6.04	0.80	2.66	1.01	n.d.	4.97	27.59	1.18	0.57	0.65	6.72	-6.2	0.7	
2006/12/8	7.60	8.19	4.34	n.d.	0.49	7.83	1.04	3.17	6.31	n.d.	6.24	25.76	1.06	0.68	0.74	8.15	-4.6	-0.3	
2007/2/21	7.56	6.46	4.11	n.d.	0.41	6.89	0.90	2.86	1.69	n.d.	6.38	22.57	0.80	0.61	0.61	6.93	-0.3	3.5	
2007/3/12	7.57	6.04	3.81	n.d.	0.36	5.91	0.76	2.70	1.17	n.d.	5.08	19.14	0.42	0.53	0.51	5.95	1.7	-0.8	
2007/3/28	7.57	6.22	4.06	0.04	0.45	6.24	0.82	2.82	0.42	n.d.	6.00	19.44	0.39	0.57	0.53	6.27	3.6	0.4	
2007/4/10	7.66	6.94	4.27	0.06	0.45	7.25	0.95	2.75	0.52	n.d.	7.19	25.82	0.67	0.64	0.66	7.34	-1.4	2.8	
2007/5/9	7.68	6.95	4.35	0.08	0.51	7.21	0.95	2.73	0.42	n.d.	7.68	21.67	0.68	0.64	0.60	7.13	3.6	1.3	
2007/5/23	7.68	7.31	3.74	0.02	0.39	6.67	0.82	2.55	0.60	n.d.	7.19	29.29	0.64	0.57	0.71	7.19	-10.7	-0.8	R1
2007/6/26	7.66	7.35	4.73	0.03	0.55	8.38	1.09	2.59	1.34	n.d.	7.65	30.12	0.76	0.73	0.75	8.29	-1.2	6.0	
2007/7/10	7.61	5.72	4.61	0.04	0.51	6.22	0.81	2.94	0.14	n.d.	5.20	22.22	1.49	0.59	0.56	6.45	3.1	6.0	
2007/7/26	7.72	6.53	4.39	0.11	0.52	6.17	0.83	2.63	0.13	n.d.	5.80	27.75	0.35	0.59	0.65	6.86	-5.3	2.5	
2007/8/9	7.66	6.29	4.14	0.04	0.47	6.10	0.79	2.68	0.08	n.d.	5.25	25.86	0.57	0.56	0.61	6.51	-4.0	1.7	
2007/8/29	7.75	7.54	4.57	0.04	0.54	7.86	1.01	2.66	0.29	n.d.	7.56	26.75	0.67	0.69	0.68	7.70	1.0	1.1	
2007/9/12	7.73	8.13	4.86	0.04	0.56	8.53	1.10	2.62	0.58	n.d.	8.47	29.33	1.00	0.74	0.74	8.38	0.3	1.5	
2007/9/26	7.72	6.99	4.62	n.d.	0.52	7.24	0.93	2.64	0.15	n.d.	6.16	30.35	0.14	0.65	0.70	7.49	-3.7	3.4	
2007/10/11	7.72	7.00	4.50	0.05	0.53	7.43	0.96	2.53	0.39	n.d.	6.32	32.26	0.97	0.66	0.74	7.72	-5.4	4.9	
2007/10/25	7.70	7.79	4.62	n.d.	0.48	8.02	1.03	2.60	0.27	n.d.	7.52	34.64	0.80	0.70	0.80	8.30	-6.9	3.2	
2007/11/13	7.76	8.57	4.97	n.d.	0.52	9.44	1.20	2.67	0.41	n.d.	9.72	34.56	1.26	0.80	0.85	9.27	-3.1	3.9	
2007/11/27	7.64	9.05	5.38	n.d.	0.55	10.29	1.35	2.72	0.73	n.d.	10.65	34.94	0.05	0.87	0.88	9.91	-0.6	4.6	
2007/12/10	7.55	9.22	5.08	n.d.	0.49	10.50	1.34	2.78	1.02	n.d.	11.50	32.92	0.43	0.87	0.87	9.94	-0.3	3.7	
2007/12/25	7.71	9.74	5.10	0.04	0.52	10.54	1.39	2.77	1.13	n.d.	11.57	40.59	0.48	0.88	1.00	10.58	-6.6	4.1	
2008/1/8	7.64	9.34	5.01	0.04	0.50	10.21	1.34	3.06	2.43	n.d.	9.98	31.68	0.07	0.85	0.85	9.73	0.0	2.0	
2008/1/22	7.65	7.96	4.62	0.05	0.48	8.59	1.10	2.77	0.89	n.d.	8.11	27.33	0.72	0.73	0.71	8.19	1.8	1.4	
2008/2/6	7.48	6.87	3.80	0.03	0.39	6.37	0.81	2.64	0.52	n.d.	6.96	23.65	0.48	0.56	0.62	6.67	-4.6	-1.4	
2008/2/19	7.71	8.17	4.73	n.d.	0.47	8.90	1.14	2.71	0.23	n.d.	9.53	30.30	0.00	0.76	0.78	8.67	-1.3	3.0	
2008/3/5	7.66	8.60	5.27	0.02	0.52	10.29	1.32	2.76	0.31	n.d.	10.63	32.98	0.00	0.87	0.84	9.69	1.2	6.0	
2008/3/18	7.73	8.93	4.81	n.d.	0.51	9.43	1.21	2.69	0.39	n.d.	10.78	32.53	0.00	0.79	0.84	9.27	-2.9	1.9	
2008/4/4	7.68	7.30	4.30	n.d.	0.49	7.71	0.98	2.71	0.17	n.d.	7.88	27.26	0.61	0.67	0.69	7.65	-1.8	2.4	
2008/4/21	7.77	7.54	4.58	n.d.	0.55	8.31	1.05	2.73	0.21	n.d.	8.28	30.74	0.05	0.71	0.76	8.26	-2.8	4.6	
2008/5/8	7.74	8.56	4.90	0.03	0.60	9.38	1.20	2.71	0.28	n.d.	9.81	32.56	0.00	0.80	0.82	9.13	-1.4	3.2	
2008/5/22	7.69	8.99	4.85	n.d.	0.64	9.85	1.24	2.62	0.41	n.d.	10.12	32.09	0.35	0.82	0.82	9.28	0.2	1.6	
2008/6/5	7.58	5.40	3.75	0.05	0.45	5.11	0.66	2.66	0.28	n.d.	4.74	20.95	1.50	0.49	0.52	5.65	-3.4	2.3	
2008/6/19	7.66	6.85	4.81	0.03	0.52	7.70	0.94	2.79	0.18	n.d.	7.12	25.57	0.33	0.69	0.65	7.53	2.7	4.7	
2008/7/7	7.66	6.44	4.99	n.d.	0.54	7.38	0.91	2.85	0.18	n.d.	6.31	23.13	0.00	0.67	0.59	7.15	6.4	5.3	
2008/7/23	7.72	7.97	4.63	n.d.	0.53	8.25	1.00	2.61	0.30	n.d.	8.23	29.89	0.95	0.71	0.74	8.14	-2.2	1.1	
2008/8/6	7.64	9.02	5.13	0.04	0.61	9.93	1.20	2.63	0.98	n.d.	9.95	32.69	0.81	0.84	0.83	9.44	0.1	2.3	
2008/8/20	7.76	10.30	5.47	n.d.	0.67	11.21	1.36	2.65	1.08	n.d.	11.62	35.28	0.08	0.93	0.91	10.45	0.8	0.7	
2008/9/4	7.79	10.03	5.12	0.06	0.73	11.24	1.38	2.44	1.33	n.d.	11.68	38.58	1.58	0.92	0.97	10.66	-2.4	3.0	
2008/9/22	7.66	7.01	4.24	0.03	0.48	7.34	0.90	2.63	0.38	n.d.	6.77	25.91	1.24	0.64	0.65	7.23	-0.6	1.5	
2008/10/6	7.68	5.91	3.96	0.16	0.48	5.97	0.76	2.55	0.67	n.d.	4.58	23.79	1.20	0.55	0.57	6.25	-1.3	2.8	
2008/10/22	7.78	7.50	4.59	0.07	0.54	8.34	1.03	2.61	0.19	n.d.	7.18	31.75	0.36	0.72	0.75	8.15	-1.9	4.2	
2008/11/6	7.59	8.00	4.77	0.04	0.56	9.04	1.13	2.60	0.19	n.d.	8.21	32.68	1.08	0.77	0.78	8.67	-1.0	4.0	
2008/11/20	7.75	7.15	4.30	0.02	0.50	7.77	0.97	2.54	0.28	n.d.	6.68	29.38	0.75	0.67	0.70	7.60	-2.1	3.1	
2008/12/4	7.76	7.57	4.45	n.d.	0.52	8.25	1.01	2.56	0.24	n.d.	7.11	30.86	0.85	0.70	0.73	7.98	-2.0	2.6	
2008/12/19	7.72	8.46	4.47	0.03	0.53	9.55	1.20	2.57	0.38	n.d.	8.94	32.45	0.67	0.80	0.80	8.97	0.1	2.9	
2009/1/9	7.71	9.50	5.01	n.d.	0.52	11.15	1.41	2.55	0.35	n.d.	11.19	36.60	0.86	0.90	0.91	10.24	-0.4	3.8	
2009/1/27	7.68	9.16	4.75	n.d.	0.49	10.78	1.37	2.50	0.44	n.d.	10.42	35.69	0.89	0.87	0.88	9.86	-0.5	3.7	
2009/2/9	7.74	8.32	4.51	n.d.	0.51	9.24	1.16	2.48	0.30	n.d.	8.82	32.12	0.09	0.77	0.78	8.71	-1.3	2.3	
2009/2/23	7.42	5.39	3.50	n.d.	0.44	5.36	0.68	2.60	0.52	n.d.	5.09	18.51							

Appendix 2d. 四万十川上流域の採水地点 A1 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location A1 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2009/5/11	7.80	8.87	4.93	n.d.	0.63	10.17	1.27	2.46	0.52	n.d.	10.34	34.83	0.65	0.84	0.86	9.62	-1.3	4.0	
2009/5/25	7.87	9.96	5.24	n.d.	0.67	11.82	1.46	2.52	0.87	n.d.	12.45	38.98	1.29	0.96	0.98	10.97	-1.4	4.8	
2009/6/8	7.82	10.31	5.17	n.d.	0.68	12.03	1.49	2.24	0.94	n.d.	11.16	40.57	1.00	0.97	0.98	10.89	-0.5	2.7	
2009/6/24	7.82	8.33	4.39	n.d.	0.65	9.23	1.15	2.01	1.07	n.d.	7.30	33.25	2.23	0.76	0.77	8.52	-0.5	1.1	
2009/7/8	7.68	7.28	4.25	n.d.	0.56	7.65	0.98	2.43	0.19	n.d.	6.80	28.34	0.56	0.66	0.68	7.48	-1.2	1.3	
2009/7/22	7.63	6.92	4.06	n.d.	0.59	7.47	0.96	2.03	1.78	n.d.	5.40	26.78	1.21	0.64	0.64	7.13	0.5	1.5	
2009/8/12	7.61	5.56	4.26	n.d.	0.50	5.01	0.69	2.52	0.08	n.d.	4.08	22.20	0.04	0.51	0.52	5.66	-1.6	0.9	
2009/8/27	7.70	7.70	4.73	n.d.	0.57	7.98	1.03	2.41	0.17	n.d.	7.18	31.11	0.67	0.70	0.73	7.96	-1.9	1.7	
2009/9/10	7.76	8.74	4.90	n.d.	0.62	9.32	1.20	2.37	0.48	n.d.	9.47	33.12	0.52	0.79	0.81	9.03	-1.3	1.7	
2009/9/25	7.77	9.76	5.29	n.d.	0.66	10.97	1.40	2.44	0.71	n.d.	10.93	37.67	1.03	0.91	0.93	10.32	-0.9	2.8	
2009/10/9	7.70	6.62	4.15	n.d.	0.50	7.02	0.88	2.37	0.32	n.d.	5.99	26.81	0.83	0.62	0.64	6.97	-1.6	2.6	
2009/10/23	7.73	7.86	4.64	n.d.	0.52	8.65	1.12	2.53	0.60	n.d.	8.35	30.65	0.78	0.74	0.76	8.41	-1.2	3.4	
2009/11/6	7.72	8.59	4.76	n.d.	0.54	9.69	1.27	2.44	1.24	n.d.	9.13	32.57	1.17	0.81	0.81	9.14	-0.2	3.1	
2009/11/24	7.44	7.12	4.34	n.d.	0.49	7.27	0.95	2.41	0.28	n.d.	6.58	27.30	0.00	0.64	0.66	7.25	-1.1	0.9	
2009/12/8	7.56	7.31	4.41	n.d.	0.47	7.84	1.03	2.55	0.81	n.d.	7.85	27.21	0.15	0.68	0.69	7.76	-1.1	3.0	
2009/12/22	7.63	7.67	4.45	n.d.	0.46	8.25	1.09	2.67	0.71	n.d.	8.38	27.76	0.45	0.71	0.72	8.06	-0.7	2.5	
2010/1/6	7.60	8.06	4.57	n.d.	0.44	8.77	1.15	2.55	0.54	n.d.	9.07	29.74	1.02	0.74	0.76	8.48	-1.0	2.5	
2010/1/20	7.69	8.29	4.39	n.d.	0.42	9.05	1.17	2.43	0.96	n.d.	9.17	30.26	0.93	0.75	0.77	8.60	-1.4	1.9	
2010/2/4	7.68	6.77	4.19	n.d.	0.44	7.09	0.93	2.54	0.39	n.d.	7.15	24.95	0.33	0.62	0.64	7.11	-0.9	2.5	
2010/2/18	7.73	7.42	4.49	n.d.	0.51	8.25	1.07	2.71	0.31	n.d.	8.55	28.12	0.00	0.71	0.72	8.09	-0.9	4.3	
2010/3/5	7.63	6.41	4.05	n.d.	0.49	6.68	0.85	2.56	0.22	n.d.	6.31	24.49	0.86	0.59	0.61	6.75	-1.3	2.6	
2010/3/19	7.69	6.44	4.18	n.d.	0.49	6.96	0.85	2.59	0.18	n.d.	6.27	24.92	0.52	0.61	0.62	6.88	-0.3	3.3	
2010/4/6	7.52	6.40	4.09	n.d.	0.49	6.50	0.81	2.43	0.12	n.d.	5.80	24.55	0.71	0.58	0.59	6.56	-1.1	1.3	
2010/4/30	7.45	5.18	3.99	n.d.	0.47	5.71	0.72	2.56	0.16	n.d.	5.11	21.90	0.84	0.53	0.54	5.99	-1.0	7.2	
2010/5/20	7.68	6.83	4.54	n.d.	0.55	7.82	0.97	2.32	0.30	n.d.	7.04	28.61	0.68	0.68	0.69	7.63	-0.4	5.5	
2010/6/4	7.46	7.03	4.52	n.d.	0.53	7.30	0.91	2.59	0.15	n.d.	6.80	26.99	0.00	0.65	0.66	7.33	-0.7	2.1	
2010/6/24	7.35	6.16	4.10	n.d.	0.48	6.12	0.77	2.34	0.22	n.d.	5.02	23.18	0.00	0.56	0.55	6.20	0.5	0.3	
2010/7/16	7.70	5.91	4.08	n.d.	0.46	5.71	0.72	2.53	0.18	n.d.	4.71	22.81	0.38	0.53	0.55	6.00	-1.2	0.8	
2010/8/5	7.73	6.52	4.28	n.d.	0.50	6.50	0.83	2.30	0.28	0.26	5.20	25.38	0.00	0.59	0.60	6.64	-0.9	0.9	
2010/8/24	7.59	7.03	4.56	n.d.	0.54	7.35	0.94	2.48	0.42	n.d.	6.96	27.76	0.30	0.66	0.68	7.46	-1.5	2.9	
2010/9/9	7.50	7.15	4.52	n.d.	0.57	7.71	0.98	2.18	1.97	n.d.	6.15	28.21	0.72	0.68	0.68	7.59	-0.6	3.0	
2010/10/5	7.48	6.00	4.04	n.d.	0.45	5.96	0.77	2.13	0.46	n.d.	4.91	23.09	1.34	0.55	0.55	6.09	0.0	0.7	
2010/10/22	7.71	7.41	4.59	n.d.	0.51	7.65	0.98	2.46	0.50	n.d.	6.76	27.82	0.26	0.67	0.67	7.54	0.1	0.8	
2010/11/16	7.42	7.80	4.67	n.d.	0.48	8.40	1.09	2.44	1.06	n.d.	17.24	22.11	0.53	0.72	0.81	9.21	-5.4	8.3	
2010/12/7	7.43	8.00	4.72	n.d.	0.46	8.86	1.11	2.24	1.05	n.d.	8.81	30.41	0.00	0.75	0.76	8.52	-0.7	3.2	
2011/1/5	7.66	8.26	4.65	n.d.	0.44	9.07	1.17	2.63	0.77	n.d.	9.68	29.83	0.07	0.76	0.78	8.74	-0.9	2.8	
2011/1/24	7.50	8.59	4.70	0.08	0.41	9.65	1.25	2.49	1.20	n.d.	9.98	30.96	0.43	0.80	0.80	9.14	0.0	3.1	
2011/2/15	7.60	9.02	4.72	n.d.	0.44	10.40	1.35	4.08	3.48	n.d.	9.77	28.30	1.08	0.85	0.84	9.76	0.5	4.0	
2011/3/15	7.52	6.73	4.27	0.03	0.45	7.67	0.99	2.54	1.06	n.d.	7.55	26.23	0.04	0.66	0.68	7.58	-1.0	5.9	
2011/3/28	7.55	8.21	4.59	0.02	0.41	9.08	1.16	2.57	0.95	n.d.	10.48	28.82	0.00	0.76	0.78	8.80	-1.2	3.4	
2011/4/20	7.63	8.34	4.60	n.d.	0.53	9.69	1.26	2.47	1.86	n.d.	8.84	31.51	0.96	0.80	0.80	9.05	0.1	4.1	
2011/5/10	7.55	6.25	4.00	n.d.	0.44	6.52	0.85	2.47	0.62	n.d.	5.94	23.88	0.01	0.58	0.59	6.60	-1.2	2.7	
2011/6/2	7.52	6.07	3.94	n.d.	0.47	5.87	0.78	2.49	0.18	n.d.	5.65	22.54	0.01	0.54	0.56	6.17	-1.8	0.9	
2011/6/18	7.38	5.18	3.83	n.d.	0.59	4.70	0.61	2.67	0.11	n.d.	4.20	19.46	0.68	0.47	0.48	5.32	-1.7	1.3	
2011/6/30	7.44	5.87	4.13	0.02	0.48	5.67	0.74	2.48	n.d.	n.d.	4.85	23.03	0.62	0.54	0.55	6.03	-1.0	1.3	
2011/7/13	7.57	7.03	4.44	n.d.	0.53	7.15	0.92	2.46	0.19	n.d.	6.55	27.18	0.55	0.64	0.65	7.22	-1.2	1.3	
2011/8/5	7.66	7.07	4.54	0.03	0.56	7.09	0.94	2.46	0.22	n.d.	6.25	28.06	0.39	0.64	0.66	7.27	-1.4	1.4	
2011/8/25	7.65	7.66	4.76	n.d.	0.71	8.01	1.04	2.62	0.36	n.d.	7.20	30.38	0.00	0.71	0.73	8.02	-1.2	2.3	
2011/9/22	7.53	5.12	4.17	n.d.	0.44	4.39	0.62	2.22	0.06	n.d.	2.98	20.74	0.16	0.46	0.47	5.06	-0.3	-0.6	
2011/10/5	7.59	6.88	4.69	0.02	0.54	7.12	0.94	2.47	0.15	n.d.	5.91	28.95	0.54	0.65	0.67	7.30	-1.4	3.0	
2011/10/28	7.58	6.59	4.40	n.d.	0.45	6.48	0.87	2.32	0.18	n.d.	5.32	27.15	0.42	0.60	0.62	6.73	-2.2	1.1	
2011/11/14	7.62	7.23	4.79	n.d.	0.50	7.94	1.05	2.33	0.26	n.d.	7.26	30.87	0.06	0.70	0.73	7.94	-1.6	4.7	
2011/12/9	7.70	7.11	4.60	n.d.	0.49	7.51	0.98	2.41	0.17	n.d.	6.57	29.04	0.97	0.67	0.68	7.50	-1.1	2.7	
2011/12/27	7.69	7.65	4.59	n.d.	0.47	8.51	1.11	2.40	0.22	n.d.	8.10	32.27	0.97	0.73	0.77	8.35	-2.8	4.3	
2012/1/12	7.63	8.63	5.02	n.d.	0.49	9.31	1.23	2.40	0.28	n.d.	9.25	34.31	0.27	0.80	0.83	9.08	-1.9	2.5	
2012/2/9	7.48	6.54	4.19	n.d.	0.41	6.74	0.89	2.30	0.40	n.d.	6.51	25.07	0.38	0.60	0.62	6.84	-1.3	2.2	
2012/2/24	7.41	5.84	3.90	n.d.	0.42	5.66	0.75	2.33	0.23	n.d.	5.57	21.41	0.92	0.52	0.54	5.96	-1.1	1.0	
2012/3/20	7.54	6.14	4.02	0.02	0.45	5.97	0.80	2.38	0.19	n.d.	6.00	24.46	0.99	0.55	0.60	6.41	-4.0	2.1	
2012/4/10	7.53	6.71	4.30	n.d.	0.52	6.44	0.86	2.40	0.16	n.d.	6.35	25.93	0.76	0.59	0.63	6.81	-2.9	0.7	
2012/5/11	7.60	6.81	4.34	n.d.	0.48	6.47	0.86	2.39	0.14	n.d.	6.26	26.44	1.21	0.59	0.63	6.83	-3.2	0.2	
2012/6/1	7.58	7.39	5.79	n.d.	1.69	8.38	1.10	3.23	0.37	n.d.	8.34	31.87	0.04	0.80	0.79	9.00	0.6	9.8	
2012/6/13	7.63	8.30	4.83	n.d.	0.56	8.38	1.09	2.03	0.50	n.d.	7.73	32.09	0.75	0.73	0.75	8.25	-1.3	-0.3	
2012/6/25	7.29	4.96	3.95	n.d.	0.47	4.21	0.59	2.51	0.17	n.d.	4.17	19.46	0.18	0.44	0.48	5.13	-4.0	1.7	
2012/7/13	7.41	4.88	3.75	n.d.	0.42	4.02	0.55	2.18	0.11	n.d.	3.38	19.15	1.09	0.42	0.45	4.78	-3.2	-1.1	
2012/7/30	7.49	6.19	4.56	n.d.	0.61	5.92	0.81	2.43	0.36	n.d.	5.46	26.63	0.93	0.58	0.62	6.63	-4.1	3.5	
2012/8/23	7.55	6.56	4.23	n.d.	0.48	6.07	0.84	1.98	1.32	n.d.	4.41	25.83	0.13	0.57	0.59	6.38	-2.1	-1.4	
2012/9/12	7.45	6.08	4.48	n.d.															

Appendix 2e. 四万十川上流域の採水地点 A1 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location A1 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2012/12/7	7.64	7.56	4.52	n.d.	0.41	8.41	1.02	2.34	1.75	n.d.	7.76	28.46	0.69	0.71	0.72	8.08	-0.8	3.3	
2012/12/26	7.50	7.09	4.40	n.d.	0.39	7.67	0.92	2.36	0.62	n.d.	7.39	27.05	0.00	0.66	0.67	7.50	-1.1	2.8	
2013/1/18	7.61	6.56	4.10	n.d.	0.38	6.91	0.83	2.31	0.56	n.d.	6.28	25.10	0.00	0.60	0.62	6.82	-1.3	1.9	
2013/2/8	7.53	5.56	3.71	n.d.	0.39	5.62	0.70	2.32	0.50	n.d.	5.08	20.50	0.00	0.51	0.52	5.75	-0.6	1.7	
2013/2/25	7.76	5.94	3.99	n.d.	0.42	6.15	0.78	2.36	0.27	n.d.	5.69	23.09	0.59	0.56	0.57	6.29	-1.1	2.8	
2013/3/15	7.65	6.69	4.34	n.d.	0.46	7.51	0.94	2.30	0.21	n.d.	6.80	26.78	0.00	0.65	0.65	7.28	0.3	4.2	
2013/4/5	7.48	7.28	4.46	0.01	0.51	7.86	0.98	2.33	0.42	n.d.	7.72	27.48	0.00	0.68	0.68	7.67	-0.2	2.6	
2013/4/25	7.57	5.74	3.57	n.d.	0.43	5.37	0.68	2.34	0.56	n.d.	4.94	19.43	0.00	0.49	0.50	5.56	-0.6	-1.6	
2013/6/5	7.67	8.48	4.95	0.01	0.58	9.78	1.19	2.27	0.66	n.d.	9.52	32.57	1.03	0.82	0.81	9.14	0.6	3.8	
2013/6/27	7.41	4.95	3.72	n.d.	0.44	5.08	0.64	2.33	0.24	n.d.	4.28	18.67	0.09	0.48	0.46	5.29	1.6	3.3	
2013/7/17	7.57	7.06	4.53	n.d.	0.52	7.85	0.94	2.32	0.64	n.d.	7.16	28.06	0.75	0.68	0.68	7.64	-0.4	3.9	
2013/8/9	7.56	8.87	5.24	n.d.	0.84	9.75	1.18	2.29	2.43	n.d.	8.07	32.39	0.62	0.83	0.80	9.19	1.8	1.8	
2013/8/27	7.57	9.19	5.21	n.d.	0.67	10.47	1.27	2.25	4.30	n.d.	8.79	32.03	1.26	0.87	0.84	9.71	1.8	2.7	
2013/9/6	7.50	5.72	4.15	n.d.	0.47	5.58	0.72	2.59	0.30	n.d.	4.87	21.05	1.29	0.53	0.52	5.90	0.6	1.6	
2013/9/17	7.36	6.80	4.42	n.d.	0.50	7.25	0.91	2.30	0.48	n.d.	6.83	26.23	0.09	0.64	0.64	7.21	-0.3	2.9	
2013/10/10	7.53	5.27	3.79	n.d.	0.44	5.06	0.64	2.15	0.24	n.d.	3.27	20.50	0.36	0.48	0.47	5.23	1.4	-0.4	
2013/10/22	7.60	6.75	4.45	n.d.	0.50	7.18	0.89	2.32	0.41	n.d.	5.91	26.23	0.11	0.64	0.63	7.03	1.0	2.0	
2013/10/30	7.65	6.30	4.50	n.d.	0.50	6.32	0.81	2.43	0.13	n.d.	4.86	24.86	0.02	0.59	0.58	6.47	1.0	1.3	
2013/11/18	7.52	6.84	4.64	n.d.	0.53	7.87	0.99	2.13	0.31	n.d.	6.38	28.98	1.10	0.69	0.67	7.55	1.3	5.0	
2013/12/13	7.48	7.50	4.66	n.d.	0.50	8.40	1.06	2.26	0.44	n.d.	7.04	29.13	0.45	0.72	0.69	7.91	2.0	2.6	
2014/1/7	7.59	7.55	4.52	n.d.	0.50	8.25	1.03	2.57	0.26	n.d.	5.50	28.98	0.46	0.71	0.67	7.59	2.9	0.3	
2014/1/27	7.65	8.13	4.83	n.d.	0.50	9.38	1.18	2.63	0.59	n.d.	6.51	24.46	0.20	0.79	0.62	7.95	11.9	-1.1	R1
2014/2/20	7.62	6.38	4.22	n.d.	0.47	7.18	0.90	2.65	0.48	n.d.	4.60	24.86	0.41	0.63	0.59	6.74	3.5	2.7	
2014/3/14	7.50	5.81	3.79	n.d.	0.45	6.04	0.74	2.37	0.36	n.d.	5.92	21.66	0.43	0.54	0.55	6.14	-1.1	2.8	
2014/4/3	7.42	5.85	3.93	n.d.	0.45	5.99	0.73	2.34	0.24	n.d.	5.59	22.27	0.46	0.54	0.55	6.13	-0.9	2.3	
2014/4/23	7.72	6.82	4.18	n.d.	0.50	7.26	0.90	2.30	0.33	n.d.	6.96	26.08	0.58	0.63	0.64	7.15	-0.9	2.3	
2014/5/9	7.71	7.82	4.81	n.d.	0.59	9.09	1.12	2.32	0.24	n.d.	8.89	31.11	0.25	0.77	0.76	8.63	0.4	4.9	
2014/5/27	7.74	7.03	4.27	n.d.	0.49	7.61	0.91	2.25	0.47	n.d.	7.09	27.15	0.29	0.65	0.66	7.38	-0.8	2.4	
2014/6/17	7.65	6.61	4.29	n.d.	0.50	7.33	0.88	2.31	0.24	n.d.	6.36	26.99	0.31	0.64	0.64	7.14	-0.5	3.9	
2014/7/9	7.61	5.70	4.00	n.d.	0.48	5.98	0.72	2.36	0.17	n.d.	5.10	22.72	0.08	0.54	0.55	6.09	-0.3	3.3	
2014/7/24	7.65	6.66	4.64	n.d.	0.54	7.43	0.90	2.36	0.33	n.d.	6.55	26.38	0.37	0.66	0.64	7.27	1.5	4.4	
2014/8/12	7.73	5.26	4.37	n.d.	0.46	4.73	0.65	2.19	0.04	n.d.	3.16	21.50	0.46	0.49	0.48	5.30	1.2	0.4	
2014/8/27	7.70	5.80	4.39	n.d.	0.50	5.92	0.77	2.14	0.10	n.d.	3.83	24.46	0.07	0.56	0.54	6.04	1.8	2.0	
2014/9/18	7.60	6.52	4.49	n.d.	0.55	6.74	0.87	2.06	0.10	n.d.	5.42	25.93	0.22	0.62	0.60	6.71	1.6	1.5	
2014/10/9	7.70	7.10	4.73	n.d.	0.64	8.04	1.06	2.08	0.30	n.d.	7.10	29.65	0.42	0.71	0.70	7.83	0.9	4.9	
2014/10/30	7.72	7.29	4.59	n.d.	0.58	7.65	1.01	1.87	0.20	n.d.	5.88	29.59	0.22	0.68	0.66	7.39	1.2	0.7	
2014/11/20	7.76	7.12	4.54	n.d.	0.54	8.24	1.07	1.79	0.21	n.d.	6.50	31.57	0.13	0.71	0.71	7.80	0.3	4.6	
2014/12/2	7.87	7.95	5.06	n.d.	0.62	9.41	1.22	2.14	0.30	n.d.	8.39	32.94	0.25	0.81	0.78	8.84	1.7	5.3	
2014/12/22	7.69	6.52	4.27	n.d.	0.52	7.28	0.93	2.21	0.21	n.d.	6.33	26.23	0.44	0.64	0.63	7.06	0.9	4.0	
2015/1/15	7.86	7.16	4.41	n.d.	0.53	8.08	1.03	2.47	0.57	n.d.	6.28	28.37	0.05	0.69	0.67	7.62	1.4	3.1	
2015/2/6	7.89	6.90	4.33	n.d.	0.52	7.52	0.96	2.23	0.31	n.d.	6.72	27.15	0.16	0.66	0.65	7.31	0.3	2.9	
2015/2/27	7.81	8.05	4.61	n.d.	0.59	9.31	1.26	2.39	0.33	n.d.	8.50	31.32	0.65	0.78	0.76	8.68	1.3	3.8	
2015/3/20	7.57	4.90	3.72	n.d.	0.50	5.28	0.69	2.29	0.27	n.d.	4.49	19.49	0.62	0.50	0.48	5.47	1.4	5.5	
2015/4/8	7.75	6.00	3.99	n.d.	0.49	6.55	0.82	2.24	0.17	n.d.	5.64	24.16	0.47	0.58	0.58	6.47	0.1	3.8	
2015/4/30	7.67	6.79	4.42	n.d.	0.56	7.57	0.93	2.19	0.28	n.d.	6.38	27.15	0.85	0.66	0.64	7.27	1.3	3.4	
2015/5/20	7.66	6.62	4.23	n.d.	0.53	7.39	0.90	2.25	0.36	n.d.	6.24	26.69	0.72	0.64	0.64	7.12	0.3	3.6	
2015/6/8	7.61	6.22	4.02	n.d.	0.48	6.96	0.85	2.21	0.32	n.d.	5.60	25.62	0.09	0.60	0.60	6.72	0.0	3.9	
2015/7/2	7.43	5.03	3.57	n.d.	0.43	4.62	0.58	2.19	0.12	n.d.	3.55	19.06	1.09	0.45	0.45	4.95	-0.5	-0.8	
2015/7/24	7.59	5.10	3.90	n.d.	0.45	5.32	0.67	2.21	0.22	n.d.	3.80	21.50	0.00	0.50	0.50	5.51	0.4	3.9	
2015/8/11	7.61	6.75	4.60	n.d.	0.57	7.43	0.92	2.16	0.24	n.d.	6.15	27.76	0.14	0.66	0.65	7.26	1.0	3.6	
2015/8/26	7.65	5.95	3.95	n.d.	0.49	5.92	0.75	2.14	0.37	n.d.	4.17	22.97	0.12	0.54	0.53	5.91	1.1	-0.3	
2015/9/25	7.44	5.62	3.82	n.d.	0.44	4.64	0.60	2.18	0.12	n.d.	2.91	20.74	0.28	0.46	0.46	5.04	-0.6	-5.5	
2015/10/15	7.67	6.54	4.50	n.d.	0.50	7.25	0.91	2.12	0.17	n.d.	5.45	28.21	0.22	0.64	0.64	7.06	0.5	3.9	
2015/11/4	7.65	7.24	4.63	n.d.	0.52	8.14	1.02	2.10	0.52	n.d.	6.75	29.59	0.55	0.71	0.69	7.77	0.9	3.5	
2015/11/18	7.60	6.74	4.27	n.d.	0.57	7.46	0.93	1.98	0.57	n.d.	5.19	27.76	1.36	0.65	0.63	7.04	1.7	2.2	
2015/12/8	7.69	6.27	4.31	n.d.	0.49	7.15	0.90	2.13	0.30	n.d.	5.74	26.54	0.42	0.63	0.62	6.93	0.9	5.0	
2015/12/24	7.59	6.58	4.49	n.d.	0.52	7.33	0.92	2.18	0.19	n.d.	5.68	27.45	0.38	0.65	0.63	7.10	1.4	3.8	

* 分析値の品質管理: R1 はイオンバランス、R2 は電気伝導率比較が EANET (2010a) の推奨する許容範囲から外れていることを示す。Data quality control abbreviations: R1 and R2 indicate an analytical value that is outside the allowable range for respective R1 (ion balance) and R2 (comparison of electric conductivity) recommendations (EANET 2010a).

表中の n.d. は検出限界以下、n/a は欠測値を示す。Table abbreviations: n.d. indicates that it is below the detection limit; n/a indicates a missing value.

Appendix 3a. 四万十川上流域の採水地点 A2 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location A2 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2000/3/24	7.65	7.76	4.19	n.d.	0.72	9.02	1.24	2.84	1.97	n.d.	7.75	26.88	1.47	0.75	0.71	8.36	2.7	3.7	
2000/4/17	7.78	9.22	4.81	n.d.	0.72	10.91	1.50	2.49	0.93	n.d.	10.14	33.37	0.13	0.90	0.84	9.85	3.0	3.3	
2000/4/27	7.77	9.26	4.84	n.d.	0.72	11.64	1.61	2.49	1.33	n.d.	9.70	35.78	0.07	0.94	0.88	10.26	3.4	5.1	
2000/5/15	7.74	9.96	5.18	n.d.	0.72	11.53	1.56	2.46	1.25	n.d.	11.01	36.94	1.50	0.95	0.92	10.57	1.2	3.0	
2000/5/29	7.72	9.77	5.06	n.d.	0.74	11.55	1.56	2.39	2.12	n.d.	10.38	37.34	1.57	0.94	0.93	10.57	0.8	3.9	
2000/6/12	7.70	8.01	4.32	n.d.	0.64	9.20	1.25	2.27	1.04	n.d.	7.65	30.88	1.71	0.77	0.75	8.47	1.3	2.8	
2000/6/26	7.67	8.34	4.64	n.d.	0.64	9.50	1.32	2.33	1.00	n.d.	8.20	33.19	0.98	0.80	0.80	8.93	0.3	3.4	
2000/7/10	7.64	7.77	4.50	n.d.	0.64	8.98	1.24	2.31	0.85	n.d.	7.42	30.74	0.74	0.76	0.74	8.38	1.7	3.8	
2000/7/25	7.27	6.56	4.81	n.d.	0.52	5.97	1.26	3.07	0.99	n.d.	6.10	21.70	0.04	0.62	0.59	6.85	3.3	2.1	
2000/8/7	7.66	6.92	4.27	n.d.	0.68	7.52	1.05	2.43	0.74	n.d.	6.28	25.97	0.54	0.66	0.64	7.30	2.1	2.7	
2000/8/22	7.67	8.78	4.91	n.d.	0.85	10.24	1.39	2.47	1.30	n.d.	8.68	32.32	0.70	0.86	0.80	9.36	3.6	3.2	
2000/9/4	7.68	9.28	5.16	n.d.	0.86	11.30	1.55	2.51	1.86	n.d.	9.48	33.65	1.09	0.94	0.85	10.11	5.0	4.3	
2000/9/18	7.63	5.99	4.06	n.d.	0.58	6.38	0.93	2.39	0.63	n.d.	5.00	22.87	1.08	0.59	0.56	6.38	2.6	3.2	
2000/10/3	7.73	7.30	4.46	n.d.	0.70	8.10	1.15	2.24	0.88	0.41	6.63	26.83	1.24	0.71	0.67	7.78	3.1	3.2	
2000/10/18	7.73	8.30	4.80	n.d.	0.71	9.20	1.29	2.35	0.97	n.d.	8.25	32.19	1.23	0.79	0.78	8.82	0.7	3.0	
2000/11/6	7.74	7.11	4.34	n.d.	0.65	7.98	1.13	2.30	0.69	n.d.	6.37	28.20	1.13	0.70	0.67	7.62	1.8	3.5	
2000/11/21	7.79	8.52	4.77	n.d.	0.70	9.75	1.37	2.45	0.97	n.d.	8.56	29.36	1.55	0.82	0.74	8.87	5.1	2.0	
2000/12/5	7.69	8.83	4.81	n.d.	0.68	9.74	1.35	2.44	0.99	n.d.	9.41	30.55	1.09	0.82	0.78	9.09	2.6	1.5	
2000/12/18	7.74	9.12	4.86	0.02	0.68	10.45	1.44	2.48	1.01	n.d.	10.11	31.90	0.86	0.87	0.82	9.59	3.0	2.5	
2001/1/9	7.71	9.57	4.84	n.d.	0.63	11.07	1.54	2.58	1.11	n.d.	11.22	31.38	1.10	0.91	0.84	9.97	3.9	2.1	
2001/1/23	7.66	8.87	4.78	n.d.	0.50	10.40	1.45	2.61	1.20	n.d.	9.94	30.35	1.21	0.86	0.80	9.43	3.7	3.0	
2001/2/6	7.75	8.55	4.79	n.d.	0.53	9.82	1.36	2.46	0.85	n.d.	9.22	30.35	1.22	0.82	0.77	9.03	3.2	2.7	
2001/2/20	7.76	8.98	4.91	0.03	0.50	10.74	1.47	2.54	0.90	n.d.	10.41	31.72	0.75	0.88	0.82	9.71	3.6	3.9	
2001/3/6	7.75	8.51	4.54	n.d.	0.57	9.74	1.35	2.66	0.90	n.d.	9.02	34.17	0.51	0.81	0.84	9.25	-1.7	4.2	
2001/3/21	7.80	9.08	4.83	n.d.	0.63	10.51	1.44	2.56	0.87	n.d.	9.91	36.28	0.18	0.87	0.89	9.87	-1.0	4.2	
2001/4/10	7.80	10.01	5.22	n.d.	0.67	11.72	1.57	2.46	1.05	n.d.	11.19	39.20	0.68	0.96	0.96	10.80	-0.2	3.8	
2001/4/23	7.77	10.09	5.18	n.d.	0.69	11.87	1.63	2.51	1.07	n.d.	11.46	37.23	0.71	0.97	0.94	10.78	1.7	3.3	
2001/5/8	7.68	7.40	4.02	n.d.	0.58	8.61	1.19	2.40	0.93	n.d.	6.67	28.71	1.45	0.72	0.69	7.89	1.8	3.2	
2001/5/22	7.66	9.30	4.87	n.d.	0.68	10.79	1.45	2.39	1.15	n.d.	9.40	36.74	1.73	0.89	0.88	9.92	0.2	3.2	
2001/6/5	7.69	9.58	5.05	n.d.	0.63	11.36	1.53	2.40	1.15	n.d.	10.13	35.84	0.82	0.93	0.88	10.21	2.4	3.2	
2001/6/20	7.70	7.98	4.24	n.d.	0.60	9.26	1.26	2.03	1.62	n.d.	7.39	30.43	1.23	0.77	0.74	8.41	2.0	2.6	
2001/7/3	7.60	8.76	4.80	n.d.	0.60	10.70	1.45	2.38	1.00	n.d.	8.72	33.38	0.00	0.88	0.81	9.48	3.9	4.0	
2001/7/24	7.72	9.14	4.91	n.d.	0.67	10.55	1.43	2.32	1.21	n.d.	9.06	36.21	0.91	0.87	0.87	9.74	0.5	3.2	
2001/8/7	7.63	9.90	5.15	n.d.	0.71	11.51	1.57	2.34	1.44	n.d.	9.86	37.84	0.85	0.95	0.91	10.43	1.6	2.6	
2001/8/21	7.58	7.13	3.78	n.d.	0.64	8.01	1.11	1.77	3.31	n.d.	6.03	26.10	1.95	0.67	0.66	7.48	1.2	2.4	
2001/9/4	7.73	9.69	4.87	n.d.	0.67	11.37	1.57	2.11	1.71	n.d.	9.67	38.42	0.52	0.93	0.92	10.31	0.4	3.1	
2001/9/26	7.67	8.10	4.63	n.d.	0.55	9.12	1.29	2.32	0.74	n.d.	8.11	31.23	0.71	0.78	0.76	8.60	1.2	3.0	
2001/10/10	7.70	7.66	4.29	n.d.	0.54	8.67	1.23	2.07	0.92	n.d.	7.16	31.31	0.76	0.73	0.74	8.18	-0.1	3.3	
2001/10/24	7.72	7.90	4.57	n.d.	0.61	9.00	1.25	2.22	0.16	n.d.	7.48	32.47	0.94	0.77	0.75	8.44	0.9	3.3	
2001/11/7	7.75	8.07	4.21	n.d.	0.56	8.71	1.23	2.10	0.20	n.d.	7.35	32.13	0.91	0.73	0.74	8.19	-0.6	0.7	
2001/11/21	7.74	8.95	4.67	n.d.	0.59	10.09	1.44	2.24	0.58	n.d.	9.35	33.79	1.10	0.84	0.82	9.32	1.2	2.0	
2001/12/4	7.71	9.56	4.59	0.05	0.61	10.31	1.49	2.45	0.42	n.d.	10.14	35.05	1.13	0.86	0.86	9.67	-0.4	0.6	
2001/12/20	7.69	9.50	4.53	n.d.	0.54	10.35	1.48	2.46	0.55	n.d.	10.78	35.71	1.02	0.85	0.89	9.80	-2.2	1.6	
2002/1/8	7.65	9.81	4.74	0.09	0.55	10.89	1.55	2.59	0.76	n.d.	11.82	34.30	1.26	0.90	0.89	10.20	0.1	1.9	
2002/1/22	7.70	10.28	4.65	n.d.	0.56	11.09	1.58	2.79	1.06	n.d.	11.78	34.73	0.98	0.90	0.91	10.32	-0.6	0.2	
2002/2/7	7.67	10.21	4.73	n.d.	0.55	11.17	1.60	2.54	0.69	n.d.	11.84	35.69	0.84	0.91	0.91	10.35	-0.3	0.7	
2002/2/19	7.67	10.53	4.86	n.d.	0.55	11.53	1.66	2.58	0.94	n.d.	12.73	36.70	0.26	0.94	0.95	10.77	-0.9	1.1	
2002/3/5	7.67	10.01	4.49	n.d.	0.56	10.66	1.50	2.39	1.07	n.d.	11.28	34.10	1.07	0.86	0.88	9.91	-0.8	-0.5	
2002/3/19	7.73	10.59	5.27	n.d.	0.63	11.89	1.73	2.54	0.74	n.d.	12.46	33.40	0.96	0.98	0.89	10.70	4.8	0.5	
2002/4/9	7.73	9.37	4.49	n.d.	0.64	10.10	1.43	2.48	0.56	n.d.	9.69	30.69	0.50	0.83	0.78	9.17	3.1	-1.1	
2002/4/23	7.69	9.59	4.43	n.d.	0.65	10.47	1.47	2.50	0.65	n.d.	9.74	31.75	1.40	0.85	0.80	9.39	2.9	-1.1	
2002/5/8	7.69	8.65	4.32	n.d.	0.64	9.35	1.30	2.45	0.35	n.d.	8.47	34.17	0.67	0.78	0.81	8.88	-2.1	1.3	
2002/5/28	7.72	8.93	4.56	n.d.	0.63	9.71	1.37	2.41	0.38	n.d.	9.34	33.75	0.69	0.81	0.82	9.17	-0.6	1.3	
2002/6/11	7.73	9.89	4.75	n.d.	0.73	11.17	1.55	2.22	2.00	n.d.	9.97	35.96	1.18	0.91	0.89	10.16	1.1	1.3	
2002/6/25	7.86	10.06	4.59	n.d.	0.71	11.27	1.56	1.99	1.53	n.d.	9.70	39.48	0.88	0.91	0.93	10.26	-1.2	1.0	
2002/7/9	7.61	6.90	3.60	n.d.	0.62	7.49	1.03	1.82	0.65	n.d.	5.83	26.63	2.05	0.63	0.62	6.96	0.9	0.4	
2002/7/23	7.72	7.68	4.17	n.d.	0.64	8.04	1.14	2.40	0.51	n.d.	7.21	28.38	0.59	0.69	0.69	7.77	0.2	0.6	
2002/8/6	7.63	8.26	4.43	n.d.	0.65	8.72	1.23	2.39	0.39	n.d.	7.94	30.65	0.79	0.75	0.74	8.33	0.3	0.4	
2002/8/27	7.69	9.39	4.77	n.d.	0.72	10.49	1.47	2.40	0.55	n.d.	9.29	35.90	0.55	0.87	0.86	9.68	0.7	1.5	
2002/9/10	7.69	7.88	4.56	n.d.	0.60	8.43	1.18	2.48	0.16	n.d.	7.58	29.36	0.55	0.73	0.71	8.09	1.4	1.3	
2002/9/24	7.75	8.90	4.80	n.d.	0.66	9.95	1.43	2.52	0.21	n.d.	9.47	32.29	0.77	0.84	0.80	9.25	2.3	1.9	
2002/10/8	7.80	9.24	4.68	n.d.	0.64	10.38	1.42	2.50	0.62	n.d.	9.56	34.77	0.48	0.85	0.85	9.58	0.3	1.8	
2002/10/22	7.80	9.92	4.88	n.d.	0.65	11.30	1.56	2.48	0.58	n.d.	10.70	35.75	0.46	0.92	0.89	10.21	1.8	1.4	
2002/11/5	7.70	9.89	4.76	n.d.	0.60	11.39	1.59	2.86	0.96	n.d.	11.55	36.02	0.22	0.92	0.93	10.50	-0.3	3.0	
2002/11/19	7.74	10.21	5.00	n.d.	0.61	11.84	1.67	2.63	0.85	n.d.	12.00	35.87	0.37	0.96	0.93	10.73	1.9	2.5	
2002/12/3	7.61	10.37	4.80	n.d.	0.60	11.69	1.63	2.78	1.11	n.d.	11.96	35.89	0.00	0.94	0.93	10.68	0.4</		

Appendix 3b. 四万十川上流域の採水地点 A2 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location A2 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2003/2/18	7.68	9.88	5.00	n.d.	0.54	11.43	1.57	2.66	0.54	n.d.	11.00	35.72	0.09	0.93	0.90	10.34	1.8	2.3	
2003/3/4	7.66	8.80	4.46	n.d.	0.52	9.86	1.35	2.87	0.54	n.d.	8.37	31.69	0.39	0.81	0.78	8.97	1.7	1.0	
2003/3/18	7.69	8.13	4.35	n.d.	0.53	8.92	1.22	2.82	0.35	n.d.	7.73	29.53	0.35	0.75	0.73	8.32	1.2	1.2	
2003/4/7	7.75	8.39	4.49	0.03	0.56	9.33	1.27	2.77	0.38	n.d.	8.12	30.37	0.30	0.78	0.75	8.63	2.0	1.4	
2003/4/21	7.76	9.07	4.75	n.d.	0.62	9.98	1.36	2.65	0.47	n.d.	8.94	32.87	0.50	0.83	0.81	9.22	1.6	0.8	
2003/5/8	7.69	9.00	4.61	n.d.	0.65	9.96	1.37	2.24	0.80	n.d.	8.50	35.19	0.69	0.83	0.83	9.24	-0.2	1.3	
2003/5/22	7.74	7.58	4.34	n.d.	0.55	7.76	1.09	2.55	0.30	n.d.	6.90	27.90	0.33	0.68	0.68	7.60	0.1	0.1	
2003/6/4	7.68	6.66	4.13	n.d.	0.54	6.46	0.97	2.52	0.08	n.d.	5.75	24.17	0.48	0.60	0.59	6.62	0.6	-0.3	
2003/6/19	7.59	5.37	3.42	0.02	0.50	5.22	0.76	2.07	0.28	n.d.	4.05	20.79	0.63	0.49	0.49	5.40	-0.2	0.3	
2003/7/3	7.69	7.28	4.30	0.04	0.55	7.55	1.09	2.38	0.32	n.d.	5.94	28.71	0.01	0.67	0.67	7.41	0.2	0.9	
2003/7/17	7.75	7.99	4.53	0.04	0.62	8.44	1.21	2.37	0.50	n.d.	6.98	33.33	0.33	0.74	0.77	8.31	-2.1	2.0	
2003/8/1	7.74	8.92	4.74	n.d.	0.67	9.48	1.34	2.31	0.79	n.d.	8.21	28.34	1.28	0.81	0.71	8.58	6.1	-1.9	
2003/8/14	7.55	5.35	3.25	0.02	0.57	5.30	0.79	1.49	0.69	n.d.	3.59	21.49	2.22	0.49	0.48	5.31	0.7	-0.4	
2003/9/4	7.77	8.67	4.93	0.11	0.72	9.29	1.33	2.46	0.86	n.d.	8.05	18.89	4.05	0.81	0.56	7.94	18.3	-4.4	R1
2003/9/18	7.73	8.25	4.70	n.d.	0.76	8.88	1.27	2.45	0.58	n.d.	7.31	31.88	0.53	0.77	0.75	8.49	1.2	1.5	
2003/10/8	7.73	9.32	4.83	n.d.	0.79	10.06	1.43	2.46	0.85	n.d.	9.59	36.24	0.01	0.85	0.88	9.68	-1.5	1.9	
2003/10/22	7.79	8.69	4.81	n.d.	0.62	9.67	1.35	2.46	0.48	n.d.	8.23	33.73	0.54	0.82	0.80	9.04	1.1	2.0	
2003/11/12	7.76	9.05	4.95	n.d.	0.66	10.29	1.46	2.46	0.79	n.d.	8.44	35.17	0.57	0.87	0.83	9.49	1.8	2.4	
2003/11/26	7.72	9.51	5.11	n.d.	0.62	10.96	1.54	2.48	0.92	n.d.	9.86	35.39	0.48	0.91	0.87	10.02	2.3	2.6	
2003/12/10	7.65	8.52	4.38	0.02	0.49	8.78	1.22	2.53	0.59	n.d.	8.11	31.85	0.25	0.74	0.77	8.48	-1.9	-0.2	
2003/12/24	7.62	9.11	5.00	n.d.	0.54	10.35	1.45	2.61	0.64	n.d.	9.00	35.29	0.28	0.87	0.85	9.61	1.0	2.7	
2004/1/7	7.56	9.42	4.91	n.d.	0.51	10.43	1.46	2.58	0.70	n.d.	10.30	37.80	0.24	0.87	0.92	10.01	-2.8	3.1	
2004/1/21	7.65	9.84	4.92	n.d.	0.47	10.62	1.51	2.79	0.79	n.d.	10.68	43.86	0.34	0.88	1.03	10.64	-8.0	3.9	
2004/2/5	7.58	9.86	5.08	n.d.	0.48	10.78	1.53	2.81	0.98	n.d.	10.86	35.92	0.29	0.90	0.91	10.21	-0.7	1.8	
2004/2/20	7.67	9.90	5.26	0.05	0.54	11.28	1.61	2.71	0.88	n.d.	11.42	41.39	0.34	0.94	1.01	10.93	-3.4	4.9	
2004/3/4	7.73	9.67	4.82	n.d.	0.47	10.27	1.50	2.88	1.29	n.d.	10.64	39.51	0.62	0.86	0.97	10.27	-6.2	3.0	
2004/3/24	7.75	9.96	4.99	n.d.	0.55	10.96	1.56	2.86	1.35	n.d.	10.63	40.31	0.65	0.91	0.98	10.61	-4.1	3.1	
2004/4/6	7.76	9.35	4.78	n.d.	0.53	10.21	1.44	2.74	0.82	n.d.	9.76	39.90	0.77	0.85	0.95	10.02	-5.5	3.5	
2004/4/21	7.71	8.49	4.53	n.d.	0.58	9.09	1.29	2.74	1.11	n.d.	8.13	37.54	1.03	0.77	0.88	9.17	-6.6	3.8	
2004/5/14	7.55	5.90	3.53	n.d.	0.41	5.28	0.77	2.63	0.94	n.d.	4.96	24.99	0.71	0.49	0.60	6.07	-10.2	1.5	R1
2004/5/31	7.72	8.31	4.62	n.d.	0.62	8.54	1.23	2.59	0.73	n.d.	7.99	37.87	0.78	0.74	0.87	8.93	-7.9	3.6	
2004/6/11	7.74	8.35	4.60	n.d.	0.62	9.14	1.30	2.24	1.27	n.d.	8.04	37.21	1.24	0.78	0.86	9.08	-5.0	4.2	
2004/6/28	7.71	7.66	4.80	n.d.	0.62	8.18	1.20	2.75	0.63	n.d.	7.26	35.20	0.77	0.73	0.82	8.56	-5.5	5.5	
2004/7/12	7.72	8.70	4.88	n.d.	0.63	9.15	1.33	2.53	0.90	n.d.	8.14	40.29	0.30	0.79	0.92	9.42	-7.1	4.0	
2004/7/26	7.69	9.53	5.24	n.d.	0.71	10.59	1.50	2.58	1.29	n.d.	9.58	43.44	0.49	0.90	1.01	10.54	-5.6	5.0	
2004/8/9	7.64	6.86	4.40	n.d.	0.52	6.95	1.02	2.48	0.55	n.d.	5.84	35.30	0.54	0.64	0.78	7.71	-10.1	5.8	R1
2004/8/27	7.68	7.29	4.49	n.d.	0.52	7.56	1.09	2.50	0.50	n.d.	6.09	37.25	0.43	0.68	0.82	8.13	-9.4	5.4	R1
2004/9/13	7.43	4.63	3.91	n.d.	0.48	3.67	0.64	3.09	0.26	n.d.	2.66	20.11	0.62	0.42	0.48	4.91	-6.6	3.0	
2004/9/27	7.68	7.57	4.98	n.d.	0.64	8.01	1.23	2.86	0.52	n.d.	6.06	35.71	0.54	0.73	0.80	8.41	-4.4	5.3	
2004/10/12	7.67	7.75	4.86	n.d.	0.57	8.13	1.22	2.90	0.47	n.d.	6.60	37.60	0.40	0.73	0.84	8.64	-7.0	5.4	
2004/10/25	7.62	6.59	4.35	n.d.	0.59	6.00	1.02	2.80	0.26	n.d.	5.06	32.83	0.71	0.59	0.73	7.16	-10.6	4.1	R1
2004/11/8	7.67	7.69	4.79	n.d.	0.62	8.12	1.27	2.76	0.35	n.d.	6.68	38.40	0.73	0.73	0.85	8.68	-7.4	6.0	
2004/11/22	7.62	7.73	4.73	n.d.	0.57	8.31	1.27	2.70	0.36	n.d.	6.57	37.61	0.55	0.74	0.84	8.62	-6.1	5.4	
2004/12/6	7.55	6.64	4.10	n.d.	0.52	6.25	0.96	2.57	0.49	n.d.	4.93	30.90	0.81	0.58	0.69	6.95	-8.4	2.3	R1
2004/12/21	7.59	8.46	4.77	n.d.	0.57	8.74	1.31	2.72	0.47	n.d.	7.84	37.34	0.42	0.77	0.86	8.98	-5.7	3.0	
2005/1/7	7.63	8.83	4.78	n.d.	0.52	9.32	1.37	2.73	0.54	n.d.	8.96	33.37	0.76	0.80	0.82	9.08	-1.3	1.4	
2005/1/21	7.76	9.22	4.89	n.d.	0.50	9.74	1.43	2.80	0.53	n.d.	10.01	34.06	0.54	0.83	0.85	9.49	-1.5	1.5	
2005/2/7	7.50	9.21	4.73	n.d.	0.48	9.61	1.42	3.17	0.88	n.d.	9.23	32.98	0.26	0.81	0.84	9.32	-1.4	0.6	
2005/2/18	7.74	8.57	4.48	n.d.	0.51	8.87	1.27	2.73	0.82	n.d.	7.98	33.71	0.76	0.75	0.81	8.73	-3.5	0.9	
2005/3/7	7.64	8.69	4.67	n.d.	0.48	9.12	1.32	2.69	0.50	n.d.	8.69	34.30	0.94	0.78	0.83	8.98	-3.0	1.6	
2005/3/23	7.59	8.69	3.74	n.d.	0.46	6.23	0.90	2.51	0.95	n.d.	5.41	29.75	0.79	0.56	0.69	6.86	-10.2	-11.7	R1
2005/4/6	7.67	8.38	4.74	n.d.	0.55	8.70	1.25	2.70	0.44	n.d.	8.05	38.72	0.57	0.76	0.89	9.07	-7.8	3.9	
2005/4/26	7.74	9.07	5.10	n.d.	0.63	10.02	1.45	2.69	0.72	n.d.	9.23	43.28	0.59	0.86	0.99	10.19	-7.2	5.8	
2005/5/10	7.71	8.18	4.78	n.d.	0.60	8.95	1.28	2.67	0.62	n.d.	7.73	39.60	0.66	0.77	0.90	9.19	-7.2	5.8	
2005/5/24	7.78	9.19	4.97	n.d.	0.65	9.89	1.43	2.57	0.81	n.d.	9.15	43.38	0.61	0.84	0.99	10.10	-7.8	4.7	
2005/6/6	7.74	9.73	5.22	n.d.	0.68	10.75	1.54	2.57	0.96	n.d.	10.09	45.19	0.00	0.91	1.04	10.77	-6.8	5.1	
2005/6/21	7.77	10.28	5.32	n.d.	0.73	11.46	1.62	2.55	1.06	n.d.	10.62	49.03	0.00	0.96	1.11	11.42	-7.7	5.3	
2005/7/5	7.66	8.34	4.43	n.d.	0.72	9.08	1.29	2.09	1.97	n.d.	7.70	37.65	1.33	0.77	0.87	9.06	-6.0	4.2	
2005/7/19	7.79	8.53	4.77	n.d.	0.69	9.20	1.29	2.55	0.81	n.d.	8.04	39.72	0.69	0.79	0.90	9.34	-6.7	4.5	
2005/8/9	7.67	9.78	5.29	n.d.	0.76	10.92	1.53	2.56	1.38	0.19	10.13	44.99	0.48	0.92	1.05	10.94	-6.5	5.6	
2005/8/22	7.69	10.16	5.25	n.d.	0.80	11.54	1.61	2.43	3.07	n.d.	10.04	29.36	1.01	0.96	0.81	10.12	8.4	-0.2	R1
2005/9/15	7.63	7.35	4.64	n.d.	0.63	7.49	1.12	2.65	0.43	n.d.	6.76	22.68	0.72	0.68	0.59	7.24	7.0	-0.7	
2005/9/28	7.96	9.06	4.97	n.d.	0.65	9.91	1.35	2.59	0.64	n.d.	8.67	42.27	0.61	0.84	0.96	9.90	-6.6	4.4	
2005/10/11	7.68	9.58	5.25	n.d.	0.67	10.11	1.45	2.62	0.91	n.d.	9.78	15.54	0.43	0.87	0.55	8.34	22.8	-6.9	R1
2005/10/25	7.73	9.67	4.76	n.d.	0.59	10.07	1.42	2.60	1.03	n.d.	10.86	40.10	0.31	0.84	0.97	10.17	-7.3	2.5	
2005/11/8	7.77	8.48	4.63	n.d.	0.60	8.95	1.30	2.54	1.01	n.d.	8.85	35.51	0.44	0.77	0.85	9.			

Appendix 3c. 四万十川上流域の採水地点 A2 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location A2 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2006/1/25	7.74	9.64	5.10	n.d.	0.49	10.53	1.55	2.96	0.54	n.d.	11.14	37.53	1.16	0.89	0.94	10.30	-2.8	3.3	
2006/2/8	7.79	9.87	5.13	n.d.	0.53	11.08	1.61	3.19	0.63	n.d.	11.32	37.15	0.86	0.92	0.94	10.57	-1.2	3.4	
2006/2/22	7.74	9.74	4.80	n.d.	0.55	10.03	1.46	2.91	0.51	n.d.	10.22	42.58	1.16	0.84	1.00	10.26	-8.5	2.6	R1
2006/3/8	7.75	8.95	4.63	n.d.	0.52	9.10	1.31	2.88	0.41	n.d.	9.10	38.47	0.80	0.78	0.91	9.37	-7.8	2.3	
2006/3/22	7.73	8.88	4.59	n.d.	0.49	9.02	1.33	2.78	0.54	n.d.	8.95	38.43	0.72	0.77	0.90	9.30	-7.9	2.3	
2006/4/12	7.47	5.64	3.64	n.d.	0.46	4.95	0.73	2.91	0.48	n.d.	4.86	16.96	0.69	0.48	0.47	5.40	0.9	-2.2	
2006/4/25	7.70	7.93	4.54	n.d.	0.54	7.86	1.14	2.85	0.37	n.d.	7.72	34.39	0.65	0.70	0.81	8.37	-7.5	2.7	
2006/5/11	7.57	5.27	3.45	n.d.	0.42	4.44	0.67	2.46	0.38	n.d.	3.88	20.88	1.08	0.44	0.50	5.18	-6.5	-0.8	
2006/5/24	7.68	7.03	4.36	n.d.	0.54	6.81	1.00	2.69	0.36	n.d.	6.05	37.02	0.64	0.63	0.81	7.84	-13.1	5.5	R1
2006/6/13	7.72	8.19	4.78	n.d.	0.60	8.55	1.23	2.74	0.48	n.d.	8.09	40.72	1.85	0.75	0.92	9.20	-10.1	5.8	R1
2006/6/27	7.56	5.93	3.89	n.d.	0.49	5.45	0.81	2.40	0.20	n.d.	4.74	22.60	0.96	0.52	0.54	5.89	-1.8	-0.3	
2006/7/13	7.68	7.26	4.41	n.d.	0.56	6.97	1.03	2.49	0.43	n.d.	6.26	27.74	0.68	0.64	0.66	7.24	-1.8	-0.1	
2006/7/25	7.67	6.60	4.18	n.d.	0.52	6.15	0.90	2.46	0.38	n.d.	5.32	25.41	0.53	0.58	0.60	6.54	-2.3	-0.4	
2006/8/9	7.76	8.28	4.80	n.d.	0.65	8.37	1.17	2.60	0.64	n.d.	7.41	32.18	0.55	0.74	0.77	8.38	-1.8	0.6	
2006/8/23	7.56	5.40	3.76	n.d.	0.44	4.42	0.71	2.29	0.28	n.d.	3.89	23.54	0.54	0.45	0.54	5.42	-8.2	0.2	R1
2006/9/5	7.66	7.42	4.55	n.d.	0.60	7.21	1.05	2.47	0.40	n.d.	6.01	32.36	0.37	0.66	0.73	7.64	-5.3	1.5	
2006/9/20	7.66	6.19	4.14	n.d.	0.49	5.57	0.83	2.38	0.28	n.d.	4.41	27.19	0.93	0.54	0.61	6.28	-6.1	0.7	
2006/10/4	7.67	7.97	4.79	n.d.	0.56	8.08	1.14	2.55	0.45	n.d.	6.88	33.22	0.47	0.72	0.77	8.22	-3.2	1.5	
2006/10/19	7.72	8.48	4.88	n.d.	0.55	8.60	1.24	2.54	0.60	n.d.	8.17	33.96	0.43	0.76	0.81	8.71	-3.2	1.4	
2006/11/7	7.70	9.23	5.04	n.d.	0.60	9.58	1.34	2.64	0.70	n.d.	9.38	38.81	0.00	0.82	0.92	9.68	-5.4	2.4	
2006/11/21	7.73	9.63	5.14	n.d.	0.61	9.10	1.36	2.80	0.94	n.d.	9.91	38.96	0.79	0.80	0.94	9.73	-7.7	0.5	
2006/12/8	7.69	9.65	4.81	n.d.	0.56	10.08	1.44	3.10	1.27	n.d.	9.93	36.84	1.38	0.85	0.92	9.93	-4.1	1.4	
2006/12/21	7.71	9.67	4.94	n.d.	0.51	9.90	1.41	2.71	0.75	n.d.	11.01	37.76	0.00	0.84	0.94	9.99	-5.6	1.6	
2007/1/10	7.69	9.92	5.09	n.d.	0.47	9.44	1.52	3.06	0.97	n.d.	12.27	34.73	0.61	0.83	0.93	10.01	-5.5	0.5	
2007/1/23	7.73	10.27	5.11	0.04	0.56	11.15	1.59	2.72	0.84	n.d.	12.03	31.03	0.45	0.93	0.85	10.19	4.4	-0.4	
2007/2/7	7.53	10.27	5.28	0.06	0.58	11.79	1.67	2.64	0.87	n.d.	12.84	34.24	0.68	0.97	0.92	10.82	3.0	2.6	
2007/2/21	7.74	9.24	5.00	n.d.	0.56	11.14	1.57	2.78	0.95	n.d.	11.72	36.01	0.53	0.92	0.93	10.48	-0.6	6.3	
2007/3/12	7.72	9.91	4.90	n.d.	0.54	11.04	1.53	2.62	0.61	n.d.	11.75	32.93	0.60	0.90	0.87	10.11	2.0	1.0	
2007/3/28	7.84	8.76	4.57	0.04	0.56	9.75	1.37	2.52	0.78	n.d.	9.44	28.33	0.59	0.81	0.74	8.88	4.5	0.7	
2007/4/10	7.77	9.64	5.01	0.13	0.58	10.93	1.52	2.58	0.52	n.d.	11.26	39.22	0.67	0.91	0.96	10.52	-2.5	4.4	
2007/4/24	7.78	10.22	5.31	0.09	0.65	11.80	1.65	2.60	0.98	n.d.	11.99	40.45	0.73	0.98	1.00	11.16	-1.2	4.4	
2007/5/9	7.70	9.11	4.62	0.41	0.96	10.10	1.41	2.43	0.77	n.d.	9.53	31.51	1.04	0.87	0.80	9.47	4.3	1.9	
2007/5/23	7.73	10.10	4.47	n.d.	0.54	10.16	1.37	2.36	0.75	n.d.	10.90	40.42	0.73	0.83	0.97	10.05	-7.8	-0.3	
2007/6/13	7.70	10.32	5.21	0.06	0.67	11.79	1.61	2.49	1.41	n.d.	11.55	43.72	0.62	0.97	1.05	11.30	-4.1	4.5	
2007/6/26	7.75	9.84	5.49	0.11	0.76	12.19	1.67	2.43	1.09	n.d.	10.95	42.48	0.00	1.01	1.01	11.31	0.0	6.9	
2007/7/10	7.69	6.88	4.73	0.06	0.62	8.18	1.15	2.52	0.42	n.d.	6.46	30.23	1.13	0.73	0.71	7.98	1.4	7.4	
2007/7/26	7.73	7.78	4.63	0.13	0.66	7.95	1.16	2.44	0.48	n.d.	7.41	34.71	1.23	0.72	0.80	8.40	-5.4	3.8	
2007/8/9	7.71	7.40	4.53	0.07	0.60	7.85	1.14	2.48	0.35	n.d.	6.56	31.11	0.55	0.70	0.72	7.89	-1.4	3.2	
2007/8/29	7.72	9.28	4.94	n.d.	0.70	10.05	1.40	2.47	0.89	n.d.	9.26	31.40	0.30	0.85	0.79	9.28	3.5	0.0	
2007/9/12	7.73	9.89	5.26	0.03	0.75	11.04	1.55	2.44	1.23	n.d.	10.30	37.45	0.88	0.93	0.92	10.37	0.6	2.4	
2007/9/26	7.76	8.41	4.86	n.d.	0.66	9.20	1.29	2.43	0.56	n.d.	7.79	39.02	0.18	0.79	0.88	9.21	-5.1	4.6	
2007/10/11	7.79	8.36	4.71	n.d.	0.67	9.39	1.32	2.18	0.78	n.d.	7.60	41.79	1.45	0.80	0.92	9.39	-6.9	5.8	
2007/10/25	7.75	9.46	4.66	n.d.	0.57	10.05	1.41	2.39	0.65	n.d.	9.93	40.84	0.13	0.83	0.95	9.94	-6.7	2.5	
2007/11/13	7.76	10.08	5.25	n.d.	0.64	11.65	1.67	2.50	0.84	n.d.	11.45	50.72	0.90	0.96	1.15	11.70	-9.0	7.4	R1
2007/11/27	7.66	10.27	5.44	n.d.	0.65	12.15	1.73	2.54	0.78	n.d.	12.41	39.27	0.07	1.00	0.99	11.24	0.8	4.5	
2007/12/10	7.69	10.62	5.55	n.d.	0.63	12.80	1.84	2.67	0.78	n.d.	13.31	39.24	1.55	1.05	1.01	11.68	1.9	4.7	
2007/12/25	7.68	10.85	5.27	n.d.	0.61	12.27	1.73	2.73	0.97	n.d.	12.72	44.98	0.05	1.00	1.09	11.76	-4.5	4.0	
2008/1/8	7.66	9.80	4.88	0.05	0.55	11.47	1.65	3.48	1.37	n.d.	10.83	34.81	1.41	0.94	0.92	10.56	1.1	3.8	
2008/1/22	7.72	9.07	4.61	0.06	0.55	10.34	1.47	2.73	0.75	n.d.	9.54	32.53	1.20	0.85	0.82	9.48	2.0	2.2	
2008/2/6	7.65	8.90	4.20	n.d.	0.46	8.98	1.26	2.51	0.52	n.d.	9.54	32.18	0.10	0.75	0.81	8.75	-3.8	-0.8	
2008/2/19	7.71	9.60	5.02	n.d.	0.51	10.80	1.54	2.57	0.46	n.d.	11.39	35.96	0.00	0.90	0.91	10.20	-0.5	3.0	
2008/3/5	7.76	9.97	5.40	n.d.	0.56	12.24	1.76	2.66	0.57	n.d.	12.56	35.59	0.00	1.00	0.93	11.01	3.9	5.0	
2008/3/18	7.73	11.16	5.77	n.d.	0.63	12.13	1.74	3.52	1.06	n.d.	11.23	41.70	1.13	1.02	1.03	11.53	-0.9	1.6	
2008/4/4	7.73	8.82	4.64	0.05	0.55	9.83	1.37	2.53	0.41	n.d.	9.71	34.26	1.11	0.82	0.84	9.36	-1.2	3.0	
2008/4/21	7.76	8.95	4.78	0.06	0.60	10.17	1.41	2.55	0.50	n.d.	9.66	36.03	0.24	0.85	0.87	9.66	-1.2	3.8	
2008/5/8	7.71	9.73	5.17	n.d.	0.65	11.06	1.55	2.54	0.68	n.d.	10.83	37.12	0.64	0.92	0.92	10.35	0.2	3.1	
2008/5/22	7.75	10.05	5.03	n.d.	0.66	11.17	1.56	2.43	0.77	n.d.	10.88	37.39	0.66	0.92	0.92	10.37	0.1	1.6	
2008/6/5	7.70	5.97	3.60	0.05	0.50	6.10	0.85	1.91	0.41	n.d.	5.02	24.68	1.22	0.55	0.57	6.18	-2.0	1.7	
2008/6/19	7.63	8.28	5.10	0.04	0.64	10.14	1.37	2.46	0.57	n.d.	8.60	32.55	0.86	0.86	0.79	9.26	4.1	5.6	
2008/7/7	7.67	7.89	4.25	n.d.	0.54	7.74	1.08	2.27	0.30	n.d.	7.13	12.46	0.34	0.67	0.42	6.42	23.0	-10.3	R1
2008/7/23	7.70	9.38	4.92	n.d.	0.66	10.30	1.39	2.35	0.98	n.d.	9.31	37.21	0.66	0.86	0.89	9.74	-1.5	1.9	
2008/8/6	7.63	10.14	5.30	0.02	0.73	11.53	1.56	2.46	1.31	n.d.	10.54	38.19	0.63	0.95	0.94	10.63	1.0	2.4	
2008/8/20	7.72	11.16	5.59	n.d.	0.78	12.28	1.69	2.49	1.27	n.d.	11.46	39.52	0.12	1.01	0.98	11.22	1.9	0.3	
2008/9/4	7.76	10.83	5.26	n.d.	0.76	12.44	1.68	2.26	1.95	n.d.	11.42	42.97	1.18	1.01	1.04	11.46	-1.5	2.8	
2008/9/22	7.71	8.20	4.48	n.d.	0.62	8.98	1.21	2.25	0.75	n.d.	8.05	31.24	0.81	0.76	0.76	8.48	0.2	1.7	
2008/10/6	7.77	6.99	4.04	0.06	0.58	7.54	1.03	1.94											

Appendix 3d. 四万十川上流域の採水地点 A2 における溪流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location A2 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2008/12/19	7.72	9.65	4.95	n.d.	0.58	11.26	1.57	2.37	0.55	n.d.	10.49	38.19	0.54	0.92	0.92	10.32	0.1	3.4	
2009/1/9	7.73	10.06	5.05	n.d.	0.57	11.74	1.64	2.42	0.60	n.d.	11.91	37.76	0.11	0.96	0.94	10.74	0.6	3.3	
2009/1/27	7.83	9.68	4.79	n.d.	0.53	11.38	1.59	2.44	0.61	n.d.	11.14	36.42	1.12	0.92	0.91	10.33	0.7	3.2	
2009/2/9	7.78	9.63	4.79	n.d.	0.55	11.06	1.54	2.29	0.49	n.d.	10.81	37.21	0.98	0.90	0.91	10.17	-0.4	2.7	
2009/2/23	7.51	6.34	3.60	n.d.	0.53	6.90	0.96	2.32	0.57	n.d.	6.10	23.91	1.39	0.59	0.59	6.68	0.0	2.6	
2009/3/9	7.59	8.25	4.57	n.d.	0.57	9.47	1.30	2.41	0.37	n.d.	8.53	32.88	0.09	0.79	0.79	8.86	0.2	3.6	
2009/3/23	7.59	7.52	4.11	n.d.	0.55	8.22	1.13	2.22	0.35	n.d.	7.04	29.28	0.84	0.70	0.69	7.76	0.1	1.6	
2009/4/13	7.76	9.45	4.99	n.d.	0.62	10.72	1.48	2.43	0.36	n.d.	10.18	36.66	0.90	0.89	0.89	9.97	0.2	2.7	
2009/4/27	7.84	9.53	4.82	n.d.	0.61	10.67	1.47	2.27	0.58	n.d.	10.56	37.70	0.68	0.88	0.91	10.04	-1.8	2.6	
2009/5/11	7.78	9.86	5.10	n.d.	0.69	11.51	1.57	2.31	0.65	n.d.	11.25	39.53	0.17	0.94	0.96	10.68	-0.8	4.0	
2009/5/25	7.84	10.45	5.40	n.d.	0.72	12.33	1.69	2.45	0.88	n.d.	12.71	40.57	0.77	1.01	1.01	11.42	-0.2	4.4	
2009/6/8	7.80	10.70	5.26	n.d.	0.71	12.37	1.70	2.19	0.84	n.d.	11.18	42.46	0.63	1.00	1.00	11.22	0.0	2.4	
2009/6/24	7.78	9.23	4.57	n.d.	0.72	10.54	1.43	1.78	0.82	n.d.	8.46	37.70	1.59	0.86	0.86	9.52	0.2	1.6	
2009/7/8	7.64	7.27	4.54	n.d.	0.65	9.53	1.32	2.14	0.40	n.d.	8.26	34.71	0.11	0.80	0.81	8.93	-0.6	10.2	
2009/7/22	7.71	7.61	3.98	n.d.	0.70	8.54	1.17	1.54	1.40	n.d.	6.10	30.56	2.52	0.71	0.69	7.79	1.4	1.1	
2009/8/12	7.58	6.08	3.94	n.d.	0.59	5.82	0.89	2.19	0.20	n.d.	4.78	20.07	1.10	0.55	0.49	5.84	5.4	-2.0	
2009/8/27	7.72	8.87	4.88	n.d.	0.71	9.65	1.38	2.33	0.35	n.d.	8.31	34.83	1.07	0.83	0.82	9.13	0.6	1.4	
2009/9/10	7.75	9.50	5.00	n.d.	0.70	10.28	1.46	2.29	0.67	n.d.	9.35	36.66	0.05	0.87	0.87	9.72	-0.2	1.1	
2009/9/25	7.60	10.15	5.32	n.d.	0.74	11.47	1.61	2.36	0.87	n.d.	10.71	39.35	0.57	0.96	0.95	10.67	0.4	2.5	
2009/10/9	7.79	8.22	4.42	n.d.	0.65	9.09	1.26	2.05	0.44	n.d.	7.54	33.49	0.88	0.77	0.77	8.52	-0.3	1.8	
2009/10/23	7.75	9.52	4.96	n.d.	0.65	10.80	1.52	2.29	0.50	n.d.	10.51	36.72	0.90	0.90	0.89	10.05	0.1	2.7	
2009/11/6	7.77	10.01	5.08	n.d.	0.67	11.54	1.64	2.34	0.46	n.d.	11.53	38.63	0.96	0.95	0.95	10.67	0.1	3.2	
2009/11/24	7.54	8.72	4.61	n.d.	0.61	9.61	1.37	2.15	0.29	n.d.	8.65	34.22	0.57	0.81	0.81	9.00	0.1	1.6	
2009/12/8	7.68	9.44	4.94	n.d.	0.61	10.84	1.54	2.41	0.43	n.d.	10.96	36.60	0.65	0.90	0.90	10.14	-0.3	3.6	
2009/12/22	7.76	9.54	4.70	n.d.	0.55	10.74	1.53	2.49	0.43	n.d.	10.85	36.23	0.92	0.88	0.90	10.02	-0.9	2.5	
2010/1/6	7.71	9.80	4.88	n.d.	0.54	11.38	1.61	2.45	0.42	n.d.	11.33	36.60	0.52	0.93	0.91	10.38	0.8	2.9	
2010/1/20	7.78	10.18	5.04	n.d.	0.56	11.90	1.66	2.30	0.55	n.d.	11.89	38.49	1.16	0.96	0.95	10.81	0.6	3.0	
2010/2/4	7.73	9.19	4.71	n.d.	0.58	10.74	1.51	2.50	0.56	n.d.	10.46	35.06	0.08	0.88	0.87	9.89	0.5	3.7	
2010/2/18	7.76	9.58	4.93	n.d.	0.59	11.41	1.59	2.48	0.57	n.d.	11.47	37.21	0.11	0.93	0.93	10.49	0.1	4.6	
2010/3/5	7.73	8.47	4.53	n.d.	0.61	9.62	1.32	2.26	0.48	n.d.	8.58	33.73	1.13	0.80	0.80	8.97	-0.1	2.9	
2010/3/19	7.76	7.98	4.36	n.d.	0.54	8.89	1.23	2.28	0.39	n.d.	8.04	31.23	0.07	0.75	0.75	8.39	-0.1	2.5	
2010/4/6	7.64	7.53	4.44	n.d.	0.58	8.80	1.23	2.32	0.36	n.d.	7.64	31.17	0.87	0.75	0.74	8.31	0.5	5.0	
2010/4/30	7.49	6.63	4.14	n.d.	0.53	7.37	1.04	2.25	0.33	n.d.	6.41	27.27	0.09	0.65	0.65	7.22	-0.2	4.3	
2010/5/20	7.63	7.82	4.55	n.d.	0.64	9.20	1.28	1.93	0.75	n.d.	7.47	33.67	0.94	0.78	0.77	8.60	0.3	4.8	
2010/6/4	7.70	8.21	4.68	n.d.	0.61	8.93	1.26	2.35	0.51	n.d.	8.14	32.33	0.05	0.77	0.77	8.62	-0.4	2.4	
2010/6/24	7.46	7.72	4.38	n.d.	0.61	8.31	1.16	1.99	0.46	n.d.	6.51	31.60	1.12	0.72	0.72	7.91	-0.1	1.2	
2010/7/16	7.63	7.33	4.38	n.d.	0.60	7.83	1.10	2.09	0.42	n.d.	6.28	30.01	0.68	0.69	0.69	7.61	-0.1	1.8	
2010/8/5	7.79	8.01	4.54	n.d.	0.69	8.53	1.24	2.06	0.53	n.d.	6.60	32.39	0.98	0.74	0.74	8.16	0.5	0.9	
2010/8/24	7.63	8.90	4.98	n.d.	0.77	9.92	1.41	2.30	0.82	n.d.	8.74	36.19	0.78	0.85	0.85	9.48	-0.4	3.1	
2010/9/9	7.63	9.19	4.89	n.d.	0.79	10.47	1.48	2.10	1.27	n.d.	9.07	37.82	0.90	0.88	0.89	9.84	-0.7	3.4	
2010/10/5	7.55	8.00	4.45	n.d.	0.68	8.80	1.24	1.90	0.66	n.d.	6.90	32.94	0.56	0.75	0.75	8.29	0.3	1.8	
2010/10/22	7.72	9.00	5.00	n.d.	0.70	10.32	1.45	2.31	0.57	n.d.	8.97	36.66	0.38	0.87	0.86	9.65	0.4	3.5	
2010/11/16	7.42	9.13	4.94	n.d.	0.64	11.09	1.58	2.33	0.64	n.d.	10.83	38.25	0.07	0.92	0.93	10.35	-0.7	6.3	
2010/12/7	7.58	9.86	4.79	n.d.	0.60	11.09	1.54	2.15	0.57	n.d.	10.32	38.37	0.00	0.90	0.91	10.17	-0.5	1.5	
2011/1/5	7.61	9.19	4.89	n.d.	0.56	11.03	1.55	2.55	0.74	n.d.	11.93	35.81	0.07	0.90	0.92	10.36	-0.8	6.0	
2011/1/24	7.58	8.89	5.03	n.d.	0.55	11.58	1.61	2.31	0.67	n.d.	12.43	36.48	0.30	0.94	0.93	10.65	0.6	9.0	
2011/2/15	7.67	9.94	5.01	0.02	0.56	11.91	1.67	3.00	1.13	n.d.	12.73	36.30	0.27	0.97	0.96	11.02	0.2	5.1	
2011/3/15	7.64	10.10	5.09	n.d.	0.57	11.75	1.63	2.37	0.56	n.d.	12.80	38.80	0.09	0.96	0.98	10.96	-1.1	4.1	
2011/3/28	7.68	10.26	5.27	n.d.	0.56	12.33	1.73	2.43	0.59	n.d.	13.25	38.98	0.03	1.00	0.99	11.31	0.4	4.9	
2011/4/20	7.67	9.91	5.25	n.d.	0.67	12.37	1.74	2.38	0.75	n.d.	13.08	40.08	0.00	1.01	1.01	11.41	-0.1	7.0	
2011/5/10	7.68	9.34	5.16	n.d.	0.72	11.74	1.64	2.44	0.43	n.d.	12.14	40.02	0.62	0.96	0.98	10.98	-1.1	8.1	
2011/6/2	7.63	6.98	4.25	n.d.	0.62	8.35	1.17	2.29	0.31	n.d.	7.16	30.38	0.77	0.71	0.72	7.97	-0.2	6.6	
2011/6/18	7.56	5.73	3.67	n.d.	0.51	5.91	0.85	2.13	0.22	n.d.	4.89	23.18	0.68	0.54	0.55	6.02	-0.7	2.4	
2011/6/30	7.47	6.50	4.16	n.d.	0.58	7.07	1.04	2.20	0.06	n.d.	5.87	28.06	1.32	0.63	0.64	7.07	-0.8	4.2	
2011/7/13	7.59	8.23	4.65	n.d.	0.68	9.10	1.30	2.25	0.55	n.d.	7.90	33.73	0.27	0.78	0.79	8.74	-0.6	3.0	
2011/8/5	7.64	8.29	4.68	n.d.	0.72	8.78	1.31	2.23	0.50	n.d.	7.69	33.55	0.00	0.77	0.78	8.60	-0.8	1.9	
2011/8/25	7.71	8.25	4.96	0.03	0.76	10.01	1.46	2.35	0.86	n.d.	8.78	36.60	0.09	0.86	0.86	9.58	-0.4	7.5	
2011/9/22	7.49	5.12	3.81	n.d.	0.48	4.77	0.76	2.01	0.15	n.d.	3.58	21.35	1.04	0.48	0.48	5.28	-0.5	1.5	
2011/10/5	7.68	8.01	4.49	n.d.	0.60	8.52	1.26	2.35	0.46	n.d.	7.74	32.64	0.42	0.74	0.77	8.40	-2.0	2.4	
2011/10/28	7.63	7.44	4.28	n.d.	0.50	8.01	1.21	2.15	0.25	n.d.	6.98	31.90	0.01	0.70	0.73	7.92	-2.4	3.1	
2011/11/14	7.72	8.71	4.95	n.d.	0.61	9.78	1.48	2.25	0.69	n.d.	9.22	36.51	0.40	0.84	0.86	9.51	-1.4	4.4	
2011/12/9	7.72	8.28	4.72	0.01	0.56	9.39	1.41	2.37	0.25	n.d.	8.46	34.65	0.00	0.80	0.81	9.02	-0.6	4.3	
2011/12/27	7.73	9.25	4.76	n.d.	0.53	9.79	1.51	2.27	0.45	n.d.	10.00	36.05	0.00	0.83	0.87	9.54	-2.2	1.5	
2012/1/12	7.64	9.64	4.97	n.d.	0.51	10.50	1.60	2.29	0.48	n.d.	11.26	36.60	0.55	0.88	0.91	10.09	-1.2	2.3	
2012/2/9	7.56	8.36	4.13	0.02	0.44	9.06	1.35	2.23	0.45	n.d.	9.05	32.13	0.70	0.76	0.79	8.66	-1.9	1.7	
2012/2/24	7.58	7.07	4.07	0.01	0.47	7.62	1.14	2.09	0.38	n.d.	7.23	27.94	0.59	0.66	0.				

Appendix 3e. 四万十川上流域の採水地点 A2 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location A2 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2012/6/13	7.63	9.29	4.86	n.d.	0.66	9.74	1.44	1.80	1.26	n.d.	8.27	36.66	0.00	0.83	0.84	9.29	-0.7	0.0	
2012/6/25	7.44	4.83	3.41	n.d.	0.49	4.42	0.69	1.96	0.25	n.d.	4.13	20.13	0.57	0.44	0.48	5.06	-4.0	2.3	
2012/7/13	7.37	5.40	3.75	n.d.	0.45	5.12	0.80	1.79	0.23	n.d.	4.16	23.24	0.04	0.50	0.52	5.58	-2.5	1.6	
2012/7/30	7.66	7.87	4.61	n.d.	0.59	7.82	1.19	2.07	0.63	n.d.	6.92	32.27	0.02	0.70	0.74	7.98	-2.6	0.7	
2012/8/23	7.58	7.92	4.29	n.d.	0.63	7.92	1.21	1.74	1.27	0.08	5.69	32.88	1.79	0.70	0.73	7.83	-2.3	-0.6	
2012/9/12	7.56	6.41	4.42	n.d.	0.60	7.20	1.13	1.95	0.40	n.d.	5.29	29.73	0.25	0.66	0.66	7.23	0.1	6.0	
2012/10/9	7.58	7.69	4.62	n.d.	0.57	7.97	1.27	2.19	0.51	n.d.	7.00	32.09	0.00	0.72	0.74	8.07	-1.6	2.4	
2012/10/29	7.61	8.08	4.65	n.d.	0.53	9.55	1.28	2.18	0.55	n.d.	8.15	34.71	0.10	0.80	0.81	8.93	-0.7	5.0	
2012/11/12	7.64	8.30	4.76	n.d.	0.57	10.18	1.37	2.40	0.86	n.d.	9.30	35.38	0.31	0.84	0.86	9.51	-0.7	6.8	
2012/12/7	7.59	8.29	4.65	n.d.	0.50	10.94	1.49	2.45	0.47	n.d.	10.46	35.99	1.18	0.88	0.88	9.96	0.0	9.1	
2012/12/26	7.59	8.93	4.53	n.d.	0.49	10.63	1.44	2.43	0.64	n.d.	10.04	34.83	0.34	0.86	0.86	9.67	0.0	4.0	
2013/1/18	7.64	8.21	4.44	n.d.	0.46	10.12	1.36	2.29	0.72	n.d.	9.12	33.75	0.79	0.82	0.82	9.21	0.2	5.8	
2013/2/8	7.64	7.23	4.27	n.d.	0.51	9.47	1.29	2.30	0.61	n.d.	8.31	32.64	0.01	0.78	0.78	8.73	-0.3	9.4	
2013/2/25	7.67	7.56	4.37	n.d.	0.51	9.35	1.28	2.33	0.36	n.d.	8.41	32.21	0.00	0.77	0.77	8.68	0.0	6.9	
2013/3/15	7.73	8.61	4.68	n.d.	0.54	10.50	1.43	2.31	0.08	n.d.	9.28	35.44	0.00	0.86	0.84	9.50	1.1	4.9	
2013/4/5	7.51	9.15	4.78	n.d.	0.61	10.93	1.48	2.24	0.21	n.d.	9.56	36.60	0.00	0.89	0.87	9.81	1.4	3.5	
2013/4/25	7.67	6.20	3.81	n.d.	0.54	7.63	1.03	2.20	0.26	n.d.	5.81	26.43	0.07	0.65	0.62	7.05	2.0	6.4	
2013/6/5	7.68	9.81	5.17	n.d.	0.72	12.31	1.64	2.12	1.25	n.d.	10.52	39.65	0.22	0.99	0.95	10.88	2.2	5.2	
2013/6/27	7.43	5.65	3.84	n.d.	0.56	6.85	0.94	2.12	0.44	n.d.	5.31	24.10	0.00	0.60	0.57	6.53	2.4	7.3	
2013/7/17	7.62	8.77	4.75	n.d.	0.69	9.86	1.33	2.22	0.95	n.d.	8.27	34.59	0.79	0.83	0.82	9.16	0.5	2.2	
2013/8/9	7.64	9.79	5.30	n.d.	0.83	11.91	1.60	2.30	1.70	n.d.	10.48	39.04	0.97	0.98	0.95	10.83	1.4	5.1	
2013/8/27	7.66	9.75	5.28	0.01	0.92	12.60	1.71	2.26	3.38	n.d.	10.49	39.65	1.26	1.02	0.99	11.33	1.8	7.5	
2013/9/6	7.51	6.80	4.10	n.d.	0.68	7.05	1.05	2.24	0.70	n.d.	6.25	25.91	0.96	0.63	0.63	7.07	0.4	1.9	
2013/9/17	7.54	8.48	4.74	n.d.	0.73	9.92	1.40	2.23	0.72	n.d.	9.09	31.17	0.43	0.84	0.77	9.08	3.8	3.4	
2013/10/10	7.52	6.38	4.02	n.d.	0.57	6.84	0.96	1.98	0.40	n.d.	4.60	26.23	0.00	0.61	0.59	6.59	1.9	1.6	
2013/10/22	7.59	8.56	4.86	n.d.	0.67	9.97	1.38	2.24	0.56	n.d.	8.36	34.59	0.24	0.84	0.81	9.21	1.6	3.7	
2013/10/30	7.62	6.79	4.36	n.d.	0.55	7.30	1.06	2.33	0.27	n.d.	5.83	26.84	0.09	0.66	0.63	7.15	1.8	2.6	
2013/11/18	7.51	8.53	4.74	n.d.	0.63	9.89	1.41	2.12	0.38	n.d.	8.31	34.34	0.64	0.83	0.80	9.09	1.8	3.2	
2013/12/13	7.55	9.01	4.64	n.d.	0.61	10.43	1.48	2.32	0.41	n.d.	8.95	35.32	0.30	0.86	0.84	9.48	1.3	2.6	
2014/1/7	7.66	9.23	4.76	n.d.	0.57	10.75	1.50	2.52	0.53	n.d.	7.27	36.72	0.76	0.88	0.83	9.49	2.8	1.4	
2014/1/27	7.63	9.22	4.94	n.d.	0.59	11.31	1.58	2.57	0.75	n.d.	7.98	35.99	0.85	0.92	0.84	9.83	4.7	3.2	
2014/2/20	7.53	8.30	4.58	n.d.	0.56	10.46	1.44	2.55	0.50	n.d.	6.63	34.69	0.63	0.85	0.79	9.08	4.1	4.5	
2014/3/14	7.48	6.94	3.95	n.d.	0.51	8.12	1.09	2.18	0.35	n.d.	7.34	28.67	0.08	0.68	0.69	7.67	-0.7	5.0	
2014/4/3	7.44	8.15	4.55	n.d.	0.58	9.73	1.30	2.25	0.27	n.d.	8.79	34.16	0.35	0.81	0.81	9.03	-0.3	5.1	
2014/4/23	7.73	8.70	4.77	n.d.	0.64	10.64	1.43	2.22	0.44	n.d.	9.72	37.33	0.43	0.87	0.88	9.82	-0.6	6.0	
2014/5/9	7.70	9.21	5.11	n.d.	0.70	11.57	1.56	2.26	0.57	n.d.	10.69	39.04	0.04	0.95	0.94	10.55	0.6	6.8	
2014/5/27	7.78	9.13	4.71	n.d.	0.65	10.84	1.42	2.04	0.65	n.d.	9.47	37.41	0.30	0.88	0.88	9.81	0.0	3.6	
2014/6/17	7.68	8.02	4.60	n.d.	0.61	9.72	1.29	2.20	0.46	n.d.	8.38	34.28	0.31	0.81	0.81	8.99	0.1	5.7	
2014/7/9	7.63	6.66	4.29	n.d.	0.58	8.10	1.09	2.12	0.33	n.d.	6.35	29.28	0.04	0.70	0.68	7.62	1.3	6.7	
2014/7/24	7.67	7.98	4.90	n.d.	0.69	9.73	1.31	2.24	0.71	n.d.	8.16	32.76	0.10	0.82	0.78	8.97	2.6	5.8	
2014/8/12	7.66	5.26	3.89	n.d.	0.54	4.82	0.79	1.99	0.14	n.d.	3.55	20.86	0.08	0.49	0.47	5.28	1.5	0.2	
2014/8/27	7.65	6.53	4.39	n.d.	0.61	7.05	1.07	2.01	0.22	n.d.	4.95	28.12	0.10	0.65	0.62	6.97	1.8	3.3	
2014/9/18	7.68	7.26	4.67	n.d.	0.63	8.24	1.20	2.01	0.44	n.d.	6.42	30.95	0.00	0.73	0.70	7.92	1.7	4.3	
2014/10/9	7.68	7.88	4.76	n.d.	0.68	9.48	1.36	2.05	0.51	n.d.	7.72	34.77	0.24	0.81	0.80	8.89	0.8	6.0	
2014/10/30	7.69	8.04	4.71	n.d.	0.61	9.27	1.33	1.91	0.28	n.d.	7.33	34.47	0.28	0.79	0.78	8.65	1.1	3.7	
2014/11/20	7.71	8.79	4.65	n.d.	0.58	10.08	1.45	1.81	0.28	n.d.	8.68	36.36	0.25	0.84	0.83	9.27	0.4	2.6	
2014/12/2	7.76	9.01	5.08	n.d.	0.68	11.39	1.64	2.40	0.28	n.d.	10.14	37.52	0.11	0.94	0.90	10.31	2.4	6.7	
2014/12/22	7.68	7.94	4.22	n.d.	0.55	8.88	1.27	2.42	0.30	n.d.	7.70	32.03	0.00	0.75	0.76	8.39	-0.9	2.8	
2015/1/15	7.70	7.01	4.05	n.d.	0.56	8.70	1.22	2.64	0.56	n.d.	6.36	29.89	0.93	0.72	0.71	7.97	1.3	6.4	
2015/2/6	7.75	7.84	4.55	n.d.	0.52	9.80	1.36	2.27	0.29	n.d.	8.85	33.86	0.18	0.81	0.81	9.06	0.3	7.2	
2015/2/27	7.76	8.88	4.55	n.d.	0.52	10.17	1.42	2.41	0.54	n.d.	8.85	34.28	0.24	0.84	0.82	9.29	0.8	2.2	
2015/3/20	7.63	6.27	3.97	n.d.	0.56	7.01	0.97	2.36	0.28	n.d.	5.47	24.81	0.33	0.62	0.59	6.74	2.1	3.6	
2015/4/8	7.72	7.46	4.32	n.d.	0.59	8.83	1.21	2.18	0.28	n.d.	7.16	31.42	0.70	0.74	0.73	8.19	0.9	4.6	
2015/4/30	7.65	8.16	4.66	n.d.	0.63	9.60	1.31	2.20	0.41	n.d.	7.85	34.16	0.16	0.81	0.79	8.88	0.8	4.2	
2015/5/20	7.72	7.87	4.40	n.d.	0.65	9.38	1.27	2.11	0.48	n.d.	7.27	33.25	0.61	0.78	0.76	8.57	1.1	4.2	
2015/6/8	7.66	7.86	4.43	n.d.	0.64	9.38	1.27	2.06	0.55	n.d.	7.31	33.43	0.87	0.78	0.77	8.59	0.9	4.4	
2015/7/2	7.51	6.00	3.68	n.d.	0.49	6.13	0.86	2.00	0.23	n.d.	4.45	23.83	0.51	0.55	0.54	6.03	0.6	0.2	
2015/7/24	7.63	6.50	3.99	n.d.	0.53	6.86	0.97	1.93	0.23	n.d.	4.68	27.15	0.27	0.61	0.60	6.63	0.7	1.0	
2015/8/11	7.73	8.35	4.88	n.d.	0.72	9.80	1.35	2.06	0.66	n.d.	7.63	35.99	0.69	0.83	0.82	9.11	0.8	4.4	
2015/8/26	7.67	6.88	4.05	n.d.	0.62	7.27	1.02	1.95	0.36	n.d.	4.95	28.06	0.80	0.64	0.62	6.93	1.2	0.4	
2015/9/25	7.53	5.79	3.74	n.d.	0.52	5.90	0.86	1.91	0.17	n.d.	3.97	24.28	0.46	0.54	0.54	5.90	0.3	1.0	
2015/10/15	7.72	8.19	4.69	n.d.	0.60	9.41	1.32	2.05	0.36	n.d.	7.56	34.65	0.22	0.80	0.79	8.77	0.5	3.4	
2015/11/4	7.68	9.29	4.86	n.d.	0.64	10.68	1.50	2.16	0.43	n.d.	9.07	37.21	0.00	0.88	0.87	9.75	1.0	2.4	
2015/11/18	7.61	8.00	4.24	n.d.	0.74	9.42	1.31	1.90	0.21	n.d.	6.43	34.77	1.48	0.78	0.76	8.47	1.3	2.9	
2015/12/8	7.69	8.33	4.67	n.d.	0.61	10.19	1.42	2.07	0.30	n.d.	8.43	35.69	0.50	0.84	0.82	9.27	1.2	5.3	
2015/12/24	7.71	7.93	4.56	n.d.	0.61	9.19	1.30	2.15	0.24	n.d.	7.24	32.37	0.55	0.78	0.75	8.46	2.2	3.3	

* 分析値

Appendix 4a. 四万十川上流域の採水地点 A3 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location A3 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2001/3/21	7.89	10.03	4.33	n.d.	0.55	12.98	1.36	2.46	1.00	n.d.	10.60	41.17	0.12	0.96	0.98	10.91	-1.0	4.2	
2001/4/10	7.86	10.56	4.45	n.d.	0.56	13.74	1.43	2.52	0.89	n.d.	11.68	41.97	0.22	1.01	1.02	11.43	-0.3	4.0	
2001/4/23	7.82	10.80	4.44	n.d.	0.56	14.10	1.46	2.61	0.73	n.d.	11.99	41.61	0.01	1.03	1.02	11.58	0.7	3.5	
2001/5/8	7.68	8.13	3.74	n.d.	0.44	10.39	1.16	2.53	1.09	n.d.	7.83	29.72	0.35	0.79	0.74	8.63	3.2	3.0	
2001/5/22	7.71	9.90	4.22	n.d.	0.51	12.86	1.36	2.48	0.99	n.d.	10.44	38.61	0.86	0.95	0.94	10.63	0.7	3.6	
2001/6/5	7.74	10.30	4.43	n.d.	0.50	13.53	1.41	2.54	0.85	n.d.	11.21	38.58	0.70	1.00	0.95	11.02	2.3	3.4	
2001/6/20	7.66	8.74	3.96	n.d.	0.42	11.07	1.19	2.43	1.32	n.d.	8.75	32.46	0.55	0.83	0.80	9.25	1.8	2.8	
2001/7/3	7.68	9.45	4.22	n.d.	0.49	13.03	1.40	2.46	0.98	n.d.	9.70	36.60	0.00	0.96	0.89	10.42	4.0	4.9	
2001/7/24	7.64	9.76	4.30	n.d.	0.51	12.59	1.35	2.40	0.85	n.d.	10.22	38.30	0.45	0.94	0.92	10.47	1.0	3.5	
2001/8/7	7.65	10.35	4.40	n.d.	0.48	13.42	1.42	2.46	0.83	n.d.	11.22	39.46	0.43	0.99	0.96	11.03	1.4	3.2	
2001/8/21	7.61	8.42	3.75	n.d.	0.47	10.21	1.12	2.24	2.51	n.d.	7.96	30.32	1.24	0.78	0.77	8.73	0.7	1.8	
2001/9/4	7.74	10.25	4.33	n.d.	0.47	13.07	1.39	2.45	1.18	n.d.	11.02	39.21	0.44	0.97	0.96	10.88	0.4	3.0	
2001/9/26	7.71	9.25	4.25	n.d.	0.39	11.91	1.33	2.42	1.00	n.d.	9.06	37.02	0.31	0.90	0.88	9.96	1.1	3.7	
2001/10/10	7.72	8.39	3.89	n.d.	0.37	10.57	1.18	2.24	1.17	n.d.	7.78	33.63	0.51	0.80	0.80	8.94	0.5	3.2	
2001/10/24	7.72	8.40	4.07	n.d.	0.46	10.55	1.20	2.31	0.43	n.d.	7.77	33.36	0.98	0.81	0.78	8.90	2.1	2.9	
2001/11/7	7.80	8.78	3.86	n.d.	0.45	10.46	1.18	2.19	0.55	n.d.	7.70	33.88	0.85	0.80	0.79	8.84	0.8	0.3	
2001/11/21	7.84	9.81	4.26	n.d.	0.49	12.39	1.37	2.36	0.52	n.d.	9.45	38.93	0.80	0.93	0.91	10.28	1.0	2.3	
2001/12/4	7.86	10.30	4.20	0.07	0.49	12.46	1.38	2.44	0.31	n.d.	10.62	40.11	0.48	0.93	0.95	10.59	-1.0	1.4	
2001/12/20	7.89	10.61	4.23	0.04	0.48	13.09	1.40	2.53	0.57	n.d.	11.32	41.11	1.34	0.97	0.99	11.02	-1.1	1.9	
2002/1/8	7.88	11.00	4.37	0.06	0.49	13.84	1.46	2.59	n.d.	n.d.	12.60	42.19	1.68	1.02	1.03	11.55	-0.5	2.4	
2002/1/22	7.87	11.35	4.29	n.d.	0.49	13.74	1.47	2.62	0.59	n.d.	12.31	43.02	0.29	1.01	1.04	11.57	-1.9	1.0	
2002/2/7	7.84	11.35	4.43	n.d.	0.52	13.94	1.49	2.60	0.55	n.d.	12.62	43.14	0.17	1.02	1.05	11.72	-1.4	1.6	
2002/2/19	7.90	11.63	4.44	n.d.	0.51	14.39	1.53	2.59	0.53	n.d.	13.13	44.68	0.00	1.05	1.09	12.07	-1.7	1.9	
2002/3/5	7.86	10.70	4.11	n.d.	0.47	12.74	1.34	2.75	1.05	n.d.	11.63	35.53	0.86	0.94	0.92	10.59	1.0	-0.5	
2002/3/19	7.90	11.58	4.80	n.d.	0.53	14.68	1.59	2.61	0.43	n.d.	13.57	38.32	0.35	1.09	0.99	11.86	4.5	1.2	
2002/4/9	7.85	10.04	4.11	n.d.	0.47	11.94	1.32	2.50	0.78	n.d.	11.13	33.26	2.07	0.89	0.86	10.01	2.0	-0.1	
2002/4/23	7.84	10.17	4.05	n.d.	0.47	12.09	1.31	2.44	0.77	n.d.	10.99	34.69	0.71	0.90	0.88	10.11	1.2	-0.3	
2002/5/8	7.84	9.38	3.99	n.d.	0.47	11.30	1.26	2.41	0.68	n.d.	9.76	36.95	0.19	0.85	0.89	9.78	-2.0	2.1	
2002/5/28	7.89	10.04	4.24	n.d.	0.49	12.33	1.38	2.45	0.58	n.d.	10.71	37.72	0.37	0.93	0.92	10.41	0.3	1.8	
2002/6/11	7.92	10.39	4.21	n.d.	0.50	12.90	1.39	2.37	1.24	n.d.	11.12	38.14	0.68	0.95	0.94	10.74	0.5	1.6	
2002/6/25	7.87	10.36	4.09	n.d.	0.46	12.58	1.34	2.40	1.04	n.d.	10.98	38.44	0.77	0.93	0.94	10.57	-0.8	1.0	
2002/7/9	7.38	8.37	3.74	n.d.	0.43	9.78	1.16	2.24	0.88	n.d.	8.19	31.05	0.47	0.76	0.76	8.52	0.0	0.9	
2002/7/23	7.62	8.57	3.88	n.d.	0.47	10.09	1.21	2.44	0.61	n.d.	8.04	32.09	0.58	0.78	0.77	8.73	0.7	0.9	
2002/8/6	7.64	9.29	4.00	n.d.	0.46	11.07	1.26	2.51	0.49	n.d.	8.92	36.87	0.10	0.84	0.87	9.57	-1.6	1.5	
2002/8/27	7.61	10.05	4.22	n.d.	0.49	12.45	1.37	2.52	0.58	n.d.	10.54	37.47	0.41	0.93	0.91	10.41	0.9	1.7	
2002/9/10	7.56	8.94	4.14	n.d.	0.43	10.91	1.25	2.59	0.60	n.d.	8.29	35.37	0.00	0.84	0.84	9.36	0.2	2.3	
2002/9/24	7.75	9.86	4.32	n.d.	0.48	12.49	1.38	2.66	n.d.	n.d.	10.07	37.18	0.48	0.94	0.89	10.30	2.3	2.2	
2002/10/8	7.77	10.02	4.20	n.d.	0.45	12.44	1.33	2.59	0.65	n.d.	10.39	39.03	0.31	0.92	0.94	10.49	-0.8	2.3	
2002/10/22	7.82	10.51	4.37	n.d.	0.50	13.41	1.42	2.68	0.65	n.d.	11.38	39.92	0.03	0.99	0.98	11.11	0.6	2.8	
2002/11/5	7.81	10.69	4.37	n.d.	0.48	13.70	1.43	2.70	0.82	n.d.	11.80	40.36	0.19	1.00	1.00	11.32	0.3	2.9	
2002/11/19	7.89	11.06	4.57	n.d.	0.51	14.32	1.49	2.63	0.57	n.d.	12.10	40.21	0.26	1.05	0.99	11.58	2.7	2.3	
2002/12/3	7.68	11.42	4.44	n.d.	0.50	14.51	1.50	2.66	0.58	n.d.	12.66	40.62	0.00	1.05	1.01	11.73	1.9	1.4	
2002/12/17	7.81	11.01	4.53	n.d.	0.49	14.55	1.48	2.64	0.79	n.d.	12.06	40.54	0.00	1.06	1.00	11.67	2.7	2.9	
2003/1/7	7.81	11.25	4.57	n.d.	0.48	14.26	1.46	2.61	0.51	n.d.	12.20	43.05	0.00	1.04	1.04	11.75	0.1	2.2	
2003/1/21	7.80	11.38	4.68	0.03	0.49	14.56	1.51	2.62	0.55	n.d.	12.87	41.58	0.00	1.07	1.03	11.92	1.8	2.3	
2003/2/4	7.78	10.75	4.44	n.d.	0.47	13.29	1.40	2.56	0.66	n.d.	11.54	39.15	0.00	0.98	0.96	11.02	1.0	1.2	
2003/2/18	7.81	10.92	4.41	n.d.	0.46	13.34	1.38	2.59	0.61	n.d.	12.02	40.00	0.27	0.98	0.99	11.16	-0.3	1.1	
2003/3/4	7.77	9.70	3.99	0.01	0.41	11.19	1.18	2.70	0.84	n.d.	9.58	35.56	0.00	0.84	0.87	9.66	-1.9	-0.2	
2003/3/18	7.74	9.11	4.08	n.d.	0.44	11.02	1.21	2.70	0.78	n.d.	8.91	33.84	0.00	0.84	0.83	9.40	0.5	1.5	
2003/4/7	7.83	9.71	4.29	0.03	0.46	12.05	1.30	2.67	0.74	n.d.	9.80	35.68	0.00	0.91	0.88	10.07	1.8	1.8	
2003/4/21	7.78	9.93	4.34	0.03	0.48	12.15	1.33	2.63	0.63	n.d.	9.97	36.11	0.03	0.92	0.88	10.17	2.0	1.2	
2003/5/8	7.74	9.46	4.22	n.d.	0.46	11.36	1.26	2.54	1.08	n.d.	9.29	34.97	0.17	0.87	0.86	9.70	0.6	1.2	
2003/5/22	7.75	8.92	4.10	n.d.	0.44	10.43	1.20	2.71	0.55	n.d.	7.98	33.51	0.00	0.81	0.80	9.02	0.5	0.5	
2003/6/4	7.64	8.15	3.95	n.d.	0.42	9.20	1.14	2.78	0.49	n.d.	6.68	31.56	0.00	0.74	0.74	8.24	-0.5	0.5	
2003/6/19	7.62	7.45	3.70	n.d.	0.40	8.49	0.99	2.70	0.63	n.d.	6.14	28.31	0.25	0.68	0.68	7.58	-0.1	0.8	
2003/7/3	7.57	8.21	3.95	0.03	0.42	9.66	1.13	2.73	0.57	n.d.	6.78	31.76	0.00	0.76	0.75	8.41	0.8	1.2	
2003/7/17	7.51	8.61	4.05	0.04	0.44	10.11	1.18	2.68	0.59	n.d.	7.49	31.98	0.45	0.79	0.77	8.73	1.7	0.7	
2003/8/1	7.58	9.39	4.18	0.02	0.44	11.15	1.25	2.68	0.59	n.d.	8.64	27.59	0.99	0.85	0.72	8.95	8.7	-2.4	R1
2003/8/14	7.49	6.31	3.25	0.03	0.42	6.81	0.85	2.02	1.51	n.d.	4.31	24.17	0.99	0.56	0.57	6.28	-0.3	-0.2	
2003/9/4	7.65	9.58	4.41	0.15	0.52	11.91	1.36	2.83	0.47	n.d.	8.90	22.85	3.89	0.92	0.65	9.06	17.4	-2.8	R1
2003/9/18	7.66	8.88	4.16	0.02	0.51	10.75	1.26	2.66	0.58	n.d.	7.40	35.13	0.01	0.84	0.81	9.19	1.3	1.7	
2003/10/8	7.79	10.10	4.34	n.d.	0.48	12.34	1.35	2.73	0.48	n.d.	9.69	39.97	0.00	0.93	0.94	10.46	-0.8	1.8	
2003/10/22	7.81	9.32	4.33	n.d.	0.47	11.52	1.30	2.65	0.57	n.d.	8.29	34.46	0.53	0.88	0.82	9.55	3.5	1.2	
2003/11/12	7.83	9.62	4.49	0.02	0.48	12.26	1.36	2.69	0.71	n.d.	8.99	30.91	1.41	0.93	0.78	9.72	8.8	0.5	R1
2003/11/26	7.75	10.29	4.33	n.d.	0.45	12.25	1.32	2.70	0.56	n.d.	9.91	38.85	0.27	0.92	0.93	10.37	-0.5	0.4	
2003/12/10	7.79	9.43	4.11	n.d.															

Appendix 4b. 四万十川上流域の採水地点 A3 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location A3 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2004/2/20	7.91	11.38	4.90	n.d.	0.51	14.72	1.59	2.92	0.40	n.d.	12.45	52.59	0.31	1.09	1.21	12.81	-5.2	5.9	
2004/3/4	7.89	11.13	4.62	n.d.	0.46	13.59	1.47	2.90	0.76	n.d.	11.97	48.03	0.50	1.01	1.13	11.98	-5.5	3.7	
2004/3/24	7.87	11.24	4.72	n.d.	0.48	14.29	1.52	2.96	0.87	n.d.	12.35	48.05	0.44	1.06	1.14	12.33	-3.9	4.6	
2004/4/6	7.87	10.64	4.52	n.d.	0.46	13.15	1.42	2.79	0.75	n.d.	11.32	46.34	0.31	0.98	1.09	11.55	-5.0	4.1	
2004/4/21	7.75	9.83	4.10	n.d.	0.39	11.31	1.23	2.72	0.95	n.d.	9.73	44.30	0.55	0.85	1.02	10.41	-8.9	2.9	R1
2004/5/14	7.61	7.41	3.56	n.d.	0.36	7.72	0.98	2.60	0.79	n.d.	6.22	32.65	0.46	0.63	0.75	7.63	-8.7	1.5	R1
2004/5/31	7.71	9.50	4.25	n.d.	0.44	11.22	1.27	2.80	0.57	n.d.	9.04	44.07	0.24	0.86	1.00	10.29	-7.4	4.0	
2004/6/11	7.68	9.43	4.22	n.d.	0.43	11.43	1.27	2.53	1.24	n.d.	8.90	42.32	0.88	0.87	0.97	10.21	-5.5	4.0	
2004/6/28	7.66	8.84	4.23	n.d.	0.42	10.43	1.24	2.82	0.54	n.d.	8.06	41.69	0.35	0.82	0.94	9.69	-7.0	4.6	
2004/7/12	7.66	9.62	4.36	n.d.	0.43	11.45	1.29	2.72	0.57	n.d.	9.12	37.70	0.42	0.88	0.89	9.92	-0.9	1.5	
2004/7/26	7.56	10.14	4.61	n.d.	0.48	12.80	1.42	2.87	0.52	n.d.	10.59	45.24	0.24	0.97	1.05	11.26	-4.1	5.2	
2004/8/9	7.65	7.96	4.02	n.d.	0.41	9.19	1.12	2.65	0.66	n.d.	6.53	40.38	0.18	0.74	0.88	8.85	-9.1	5.3	R1
2004/8/27	7.62	8.27	4.16	n.d.	0.41	9.50	1.16	2.52	0.57	n.d.	6.45	42.42	0.36	0.76	0.91	9.09	-8.9	4.7	R1
2004/9/13	7.58	6.15	3.83	n.d.	0.44	6.32	0.96	3.05	0.67	n.d.	3.37	30.36	0.43	0.57	0.66	6.72	-7.5	4.4	
2004/9/27	7.50	8.51	4.25	n.d.	0.45	10.20	1.25	2.91	0.61	n.d.	6.59	30.82	0.02	0.81	0.73	8.63	4.8	0.7	
2004/10/12	7.65	8.71	4.40	n.d.	0.44	10.75	1.30	2.97	0.55	n.d.	6.96	42.68	0.11	0.85	0.94	9.78	-5.1	5.8	
2004/10/25	7.66	7.98	4.04	n.d.	0.44	9.08	1.18	2.93	0.65	n.d.	5.62	41.12	0.13	0.74	0.88	8.81	-9.1	5.0	R1
2004/11/8	7.72	8.73	4.24	n.d.	0.45	10.77	1.25	2.84	0.65	n.d.	6.78	45.66	0.17	0.84	0.98	9.90	-7.9	6.3	
2004/11/22	7.74	8.75	4.30	n.d.	0.47	10.98	1.27	2.82	0.66	n.d.	6.65	45.66	0.26	0.85	0.98	9.96	-6.9	6.5	
2004/12/6	7.64	7.74	3.85	n.d.	0.43	8.79	1.06	2.70	0.83	n.d.	5.35	37.78	0.16	0.70	0.82	8.32	-7.6	3.6	
2004/12/21	7.69	9.62	4.35	n.d.	0.47	11.62	1.31	2.84	0.58	n.d.	7.97	44.97	0.00	0.89	0.99	10.35	-5.5	3.6	
2005/1/7	7.57	10.17	4.46	0.05	0.47	12.41	1.37	2.90	0.53	n.d.	9.16	39.85	0.00	0.94	0.93	10.48	0.3	1.5	
2005/1/21	7.65	10.71	4.55	n.d.	0.46	13.05	1.42	2.93	0.44	n.d.	10.00	42.24	0.85	0.98	0.99	11.00	-0.6	1.3	
2005/2/7	7.68	10.86	4.44	n.d.	0.44	12.90	1.40	2.98	0.52	n.d.	10.26	41.40	0.00	0.96	0.98	10.92	-1.1	0.3	
2005/2/18	7.84	9.76	4.21	n.d.	0.42	11.63	1.24	2.79	0.75	n.d.	8.90	40.57	0.33	0.88	0.94	10.12	-3.5	1.8	
2005/3/7	7.80	9.98	4.39	n.d.	0.45	12.13	1.32	2.79	0.59	n.d.	9.31	41.21	0.41	0.92	0.96	10.45	-2.2	2.3	
2005/3/23	7.72	9.98	4.35	n.d.	0.39	9.02	1.02	2.66	0.96	n.d.	6.58	37.02	0.00	0.70	0.83	8.47	-8.6	-8.2	R1
2005/4/6	7.69	9.58	4.31	n.d.	0.46	11.54	1.30	2.80	0.58	0.28	8.60	46.18	0.38	0.88	1.03	10.57	-7.9	4.9	
2005/4/26	7.77	10.21	4.63	n.d.	0.48	13.06	1.44	2.89	0.57	n.d.	10.14	50.94	0.00	0.98	1.14	11.70	-7.2	6.8	
2005/5/10	7.74	9.32	4.41	n.d.	0.46	11.78	1.32	2.80	0.73	n.d.	8.83	45.79	0.43	0.90	1.03	10.62	-6.5	6.5	
2005/5/24	7.82	10.20	4.46	n.d.	0.48	12.58	1.39	2.80	0.55	n.d.	10.01	49.57	0.00	0.95	1.11	11.35	-7.8	5.4	
2005/6/6	7.79	10.44	4.50	n.d.	0.48	13.04	1.44	2.85	0.46	n.d.	10.72	49.75	0.00	0.98	1.13	11.65	-7.1	5.5	
2005/6/21	7.77	10.85	4.60	n.d.	0.49	13.62	1.47	2.83	0.43	n.d.	11.37	51.42	0.22	1.01	1.17	12.08	-7.0	5.4	
2005/7/5	7.60	9.06	4.08	n.d.	0.45	10.92	1.20	2.68	1.33	n.d.	8.33	41.13	0.29	0.83	0.94	9.86	-6.3	4.2	
2005/7/19	7.76	9.51	4.25	n.d.	0.46	11.52	1.31	2.71	0.63	n.d.	8.88	45.69	0.07	0.88	1.02	10.47	-7.4	4.8	
2005/8/9	7.73	10.41	4.56	n.d.	0.48	13.25	1.44	2.83	0.52	n.d.	10.90	50.34	0.25	0.99	1.14	11.80	-7.0	6.3	
2005/8/22	7.76	10.73	4.60	n.d.	0.49	13.50	1.46	2.77	0.91	n.d.	11.11	48.74	0.24	1.01	1.12	11.85	-5.5	5.0	
2005/9/15	7.90	9.54	4.26	n.d.	0.46	12.40	1.34	2.75	0.64	n.d.	7.89	45.73	0.61	0.93	1.00	10.60	-3.9	5.3	
2005/9/28	7.86	10.43	4.43	n.d.	0.46	13.30	1.44	2.74	0.55	n.d.	9.84	49.49	0.36	0.99	1.10	11.53	-5.5	5.0	
2005/10/11	7.71	10.50	4.58	n.d.	0.47	12.97	1.43	2.82	0.58	n.d.	10.76	46.13	0.00	0.98	1.07	11.39	-4.5	4.1	
2005/10/25	7.80	10.89	4.38	n.d.	0.43	13.13	1.39	2.85	0.50	n.d.	11.66	48.01	0.02	0.97	1.12	11.66	-7.0	3.4	
2005/11/8	7.76	9.68	4.42	n.d.	0.45	11.89	1.33	2.80	1.14	n.d.	9.65	41.62	0.00	0.91	0.98	10.54	-3.9	4.2	
2005/11/22	7.84	10.86	4.74	n.d.	0.46	13.61	1.49	2.84	0.64	n.d.	11.64	47.50	0.00	1.02	1.11	11.90	-4.3	4.6	
2005/12/9	7.94	11.28	4.53	n.d.	0.46	13.63	1.46	2.81	0.60	n.d.	12.04	49.58	0.17	1.01	1.15	12.06	-6.6	3.3	
2005/12/21	7.89	11.38	4.61	n.d.	0.47	13.88	1.49	2.87	0.67	n.d.	12.19	48.03	0.10	1.03	1.13	12.10	-4.8	3.0	
2006/1/12	7.84	11.35	4.76	n.d.	0.47	13.92	1.51	2.87	0.53	n.d.	12.17	42.33	2.07	1.04	1.04	11.71	0.1	1.6	
2006/1/25	7.86	11.03	4.82	n.d.	0.46	13.94	1.52	2.94	0.58	n.d.	12.30	45.89	0.65	1.04	1.10	12.04	-2.7	4.4	
2006/2/8	7.84	11.00	4.85	n.d.	0.48	14.28	1.54	3.11	0.63	n.d.	12.53	44.31	0.94	1.06	1.09	12.12	-1.1	4.8	
2006/2/22	7.79	10.80	4.44	n.d.	0.46	12.71	1.39	2.83	0.59	n.d.	11.23	48.27	0.41	0.95	1.11	11.50	-7.8	3.1	
2006/3/8	7.83	10.21	4.33	n.d.	0.44	11.93	1.34	2.80	0.61	n.d.	10.25	45.25	0.39	0.90	1.04	10.83	-7.1	3.0	
2006/3/22	7.83	10.14	4.41	n.d.	0.46	11.77	1.35	2.85	0.73	n.d.	10.41	45.38	0.68	0.90	1.05	10.87	-7.7	3.5	
2006/4/12	7.62	7.41	3.78	n.d.	0.44	7.72	1.05	2.91	0.82	n.d.	5.81	32.93	0.73	0.65	0.76	7.75	-7.7	2.2	
2006/4/25	7.74	9.39	4.26	n.d.	0.46	10.75	1.28	2.83	0.76	n.d.	8.89	41.91	0.51	0.84	0.96	10.00	-7.0	3.1	
2006/5/11	7.68	7.03	3.59	n.d.	0.40	7.30	0.99	2.67	0.69	n.d.	5.04	38.20	1.11	0.61	0.82	7.74	-14.4	4.8	R1
2006/5/24	7.68	8.18	3.99	n.d.	0.43	9.20	1.15	2.84	0.63	n.d.	6.77	44.49	0.09	0.74	0.96	9.24	-13.1	6.1	R1
2006/6/13	7.73	9.85	4.40	n.d.	0.49	11.82	1.36	2.95	0.57	n.d.	9.86	53.98	0.74	0.91	1.18	11.44	-13.2	7.5	R1
2006/6/27	7.62	7.36	3.77	n.d.	0.43	8.12	1.03	2.75	0.54	n.d.	5.48	28.15	0.00	0.66	0.66	7.38	0.2	0.2	
2006/7/13	7.60	8.17	3.94	n.d.	0.42	9.11	1.12	2.75	0.62	n.d.	6.73	30.81	0.56	0.73	0.73	8.17	-0.2	0.0	
2006/7/25	7.61	7.72	3.84	n.d.	0.42	8.57	1.06	2.73	0.62	n.d.	5.83	29.34	0.11	0.69	0.69	7.70	0.3	-0.2	
2006/8/9	7.77	9.45	4.29	n.d.	0.46	11.17	1.28	2.85	0.44	n.d.	8.35	37.35	0.00	0.86	0.87	9.68	-0.7	1.2	
2006/8/23	7.62	6.99	3.73	n.d.	0.40	7.30	0.98	2.55	0.63	n.d.	4.69	30.82	0.07	0.62	0.68	7.13	-5.2	1.0	
2006/9/5	7.61	8.64	3.95	0.12	0.45	9.42	1.13	2.68	0.60	n.d.	7.15	38.25	0.18	0.75	0.86	8.91	-6.7	1.5	
2006/9/20	7.66	7.42	3.84	n.d.	0.40	8.07	1.02	2.60	0.53	n.d.	4.80	33.04	0.19	0.66	0.72	7.58	-4.3	1.1	
2006/10/4	7.65	9.10	4.27	n.d.	0.45	10.64	1.24	2.76	0.47	n.d.	7.58	38.47	0.05	0.83	0.87	9.44	-2.6	1.8	
2006/10/19	7.82	9.75	4.27	n.d.	0.42	11.25	1.29	2.72	0.43	n.d.	9.09	40.93	0.18	0.86	0.94	10.05	-4.4	1.5	
2006/11/7	7.84	10.40	4.41	n.d.	0.43	12.26	1.36	2.80	0.42										

Appendix 4c. 四万十川上流域の採水地点 A3 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location A3 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2007/1/23	7.87	11.64	4.72	n.d.	0.51	14.67	1.56	2.85	0.43	n.d.	12.86	45.38	0.21	1.08	1.10	12.28	-0.9	2.7	
2007/2/7	7.71	11.72	4.82	n.d.	0.53	15.16	1.61	2.88	0.36	n.d.	13.50	44.86	0.23	1.11	1.10	12.53	0.4	3.4	
2007/2/21	7.88	11.06	4.70	n.d.	0.51	14.63	1.53	2.81	0.79	n.d.	12.57	45.07	0.02	1.07	1.09	12.21	-0.9	5.0	
2007/3/12	7.81	11.59	4.69	n.d.	0.52	14.48	1.53	2.75	0.58	n.d.	13.02	41.34	0.59	1.07	1.04	11.93	1.4	1.4	
2007/3/28	7.73	10.45	4.39	0.06	0.48	13.03	1.39	2.64	0.99	n.d.	11.12	33.47	0.34	0.97	0.87	10.52	5.5	0.4	
2007/4/10	7.86	11.22	4.70	0.14	0.52	14.32	1.53	2.69	0.56	n.d.	12.84	46.56	0.36	1.07	1.12	12.28	-2.3	4.5	
2007/4/24	7.80	11.41	4.83	0.11	0.54	14.81	1.58	2.78	0.65	n.d.	13.41	46.70	0.00	1.10	1.13	12.60	-1.5	5.0	
2007/5/9	7.77	10.68	4.52	0.08	0.50	13.56	1.45	2.68	0.88	n.d.	11.83	38.25	0.32	1.01	0.96	11.21	2.4	2.4	
2007/5/23	7.77	11.28	4.20	n.d.	0.44	13.13	1.35	2.63	0.54	n.d.	12.83	46.70	0.33	0.96	1.12	11.66	-7.5	1.6	
2007/6/13	7.78	11.39	4.66	0.03	0.49	14.67	1.53	2.70	0.57	n.d.	13.52	48.45	0.07	1.08	1.16	12.58	-3.8	5.0	
2007/6/26	7.69	10.94	4.94	0.06	0.53	15.16	1.61	2.72	0.84	n.d.	12.92	46.66	0.49	1.12	1.12	12.65	-0.1	7.2	
2007/7/10	7.62	8.00	4.55	0.04	0.50	10.79	1.34	2.63	0.81	n.d.	7.33	38.33	0.63	0.86	0.87	9.57	-0.4	8.9	
2007/7/26	7.61	9.25	4.18	0.03	0.47	10.99	1.28	2.55	0.59	n.d.	8.70	40.66	0.76	0.85	0.93	9.87	-4.4	3.2	
2007/8/9	7.68	8.71	4.15	0.05	0.46	10.70	1.26	2.59	0.58	n.d.	7.74	37.52	0.59	0.83	0.86	9.39	-1.5	3.8	
2007/8/29	7.71	10.27	4.64	0.06	0.52	13.44	1.48	2.71	0.46	n.d.	10.75	33.86	0.19	1.01	0.86	10.67	7.9	1.9	
2007/9/12	7.75	10.58	4.55	n.d.	0.50	13.27	1.43	2.66	0.54	n.d.	11.35	41.79	0.62	0.99	1.01	11.23	-0.7	3.0	
2007/9/26	7.67	9.37	4.34	n.d.	0.49	11.56	1.31	2.54	0.65	n.d.	8.69	41.85	0.02	0.89	0.95	10.17	-3.4	4.1	
2007/10/11	7.67	9.02	4.29	0.07	0.49	11.31	1.29	2.48	1.10	n.d.	8.38	45.43	1.06	0.87	1.01	10.35	-7.1	6.9	
2007/10/25	7.79	10.27	4.54	n.d.	0.48	12.59	1.39	2.59	0.58	n.d.	10.37	49.00	0.21	0.95	1.10	11.35	-7.3	5.0	
2007/11/13	7.85	10.82	4.80	0.04	0.57	13.88	1.51	2.76	0.50	n.d.	11.77	46.94	0.99	1.04	1.10	11.99	-2.7	5.1	
2007/11/27	7.77	11.09	4.94	n.d.	0.54	14.89	1.62	2.77	0.44	n.d.	12.65	44.36	0.03	1.10	1.08	12.30	1.3	5.2	
2007/12/10	7.73	11.53	5.01	0.03	0.53	15.22	1.64	2.81	0.45	n.d.	13.29	45.53	0.00	1.13	1.11	12.64	0.8	4.6	
2007/12/25	7.80	11.77	4.73	n.d.	0.52	14.68	1.57	2.73	0.40	n.d.	13.31	51.89	0.39	1.08	1.21	12.81	-5.7	4.2	
2008/1/8	7.78	11.10	4.65	0.04	0.50	14.33	1.50	2.88	1.03	n.d.	12.12	40.78	0.00	1.06	1.02	11.77	1.8	2.9	
2008/1/22	7.80	10.31	4.61	0.06	0.50	13.55	1.44	2.84	1.03	n.d.	11.34	37.46	0.21	1.01	0.95	11.13	3.3	3.8	
2008/2/6	7.66	10.04	4.06	n.d.	0.42	11.42	1.22	2.52	0.73	n.d.	10.62	37.64	0.00	0.86	0.92	10.03	-3.6	-0.1	
2008/2/19	7.84	10.97	4.76	0.02	0.50	14.13	1.51	2.64	0.55	n.d.	12.41	43.59	0.00	1.05	1.06	11.88	-0.3	4.0	
2008/3/5	7.81	11.13	5.11	0.04	0.54	15.51	1.64	2.73	0.54	n.d.	13.32	43.27	0.00	1.15	1.07	12.58	3.4	6.1	
2008/3/18	7.83	11.25	4.58	n.d.	0.50	14.01	1.48	2.69	0.53	n.d.	13.15	42.61	0.00	1.03	1.06	11.84	-1.1	2.6	
2008/4/4	7.83	10.07	4.38	0.05	0.48	12.62	1.38	2.56	0.66	n.d.	11.03	40.35	0.81	0.95	0.97	10.82	-1.3	3.6	
2008/4/21	7.82	10.38	4.49	0.05	0.49	13.03	1.42	2.59	0.67	n.d.	11.18	41.05	0.00	0.98	0.99	11.07	-0.6	3.2	
2008/5/8	7.76	10.83	4.72	0.05	0.51	14.05	1.52	2.64	0.58	n.d.	12.36	43.06	0.00	1.05	1.05	11.82	0.0	4.4	
2008/5/22	7.83	11.07	4.63	n.d.	0.51	14.01	1.50	2.64	0.59	n.d.	12.71	43.18	0.00	1.04	1.06	11.82	-0.9	3.3	
2008/6/5	7.68	7.90	3.77	0.04	0.43	9.30	1.08	2.50	0.85	n.d.	7.19	31.96	0.00	0.73	0.76	8.32	-1.9	2.6	
2008/6/19	7.62	9.45	4.83	0.04	0.50	13.09	1.45	2.70	0.83	n.d.	10.24	36.84	0.07	1.00	0.91	10.75	4.8	6.4	
2008/7/7	7.65	9.03	3.96	n.d.	0.42	10.39	1.16	2.49	0.74	n.d.	8.54	35.55	0.00	0.80	0.84	9.17	-2.8	0.8	
2008/7/23	7.70	10.27	4.40	n.d.	0.46	12.62	1.36	2.60	0.67	n.d.	10.77	39.31	0.00	0.95	0.95	10.69	-0.4	2.0	
2008/8/6	7.63	10.79	4.67	0.02	0.50	13.87	1.48	2.71	0.57	n.d.	12.15	40.99	0.35	1.03	1.01	11.55	1.0	3.4	
2008/8/20	7.77	11.78	4.59	n.d.	0.50	13.50	1.46	2.72	0.45	n.d.	13.01	42.26	0.12	1.01	1.05	11.63	-2.0	-0.6	
2008/9/4	7.80	11.33	4.67	n.d.	0.50	14.16	1.51	2.69	0.84	n.d.	13.41	43.31	0.07	1.05	1.08	12.05	-1.5	3.1	
2008/9/22	7.65	9.40	4.21	n.d.	0.47	11.39	1.28	2.47	1.15	n.d.	9.46	34.07	0.77	0.87	0.84	9.67	1.5	1.4	
2008/10/6	7.72	8.36	3.91	0.08	0.47	9.99	1.14	2.37	0.92	n.d.	7.22	33.34	0.44	0.78	0.78	8.69	0.0	1.9	
2008/10/22	7.74	9.73	4.38	0.08	0.51	12.15	1.37	2.54	0.70	n.d.	9.46	40.14	0.44	0.93	0.94	10.42	-0.6	3.4	
2008/11/6	7.70	10.23	4.50	n.d.	0.52	12.94	1.42	2.54	0.63	n.d.	10.33	42.41	0.61	0.97	0.99	10.97	-1.1	3.5	
2008/11/20	7.80	9.85	4.36	n.d.	0.50	12.26	1.35	2.45	0.68	n.d.	9.67	40.59	0.44	0.92	0.95	10.45	-1.2	2.9	
2008/12/4	7.90	10.34	4.48	n.d.	0.51	13.11	1.40	2.47	0.61	n.d.	10.15	43.43	0.03	0.98	1.00	11.04	-1.3	3.3	
2008/12/19	7.83	10.71	4.64	n.d.	0.52	13.80	1.49	2.56	0.57	n.d.	11.29	43.35	0.00	1.03	1.03	11.52	0.0	3.6	
2009/1/9	7.84	11.19	4.70	n.d.	0.53	14.43	1.55	2.64	0.42	n.d.	12.49	44.35	0.47	1.07	1.07	12.02	-0.1	3.6	
2009/1/27	7.83	11.23	4.72	n.d.	0.53	14.60	1.56	2.65	0.51	n.d.	12.87	43.80	0.38	1.08	1.07	12.11	0.3	3.8	
2009/2/9	7.85	10.94	4.59	n.d.	0.52	13.96	1.48	2.55	0.59	n.d.	12.35	42.64	0.03	1.03	1.04	11.67	-0.3	3.2	
2009/2/23	7.66	8.09	3.82	n.d.	0.45	10.06	1.11	2.58	1.07	n.d.	8.11	30.54	0.06	0.77	0.76	8.64	0.7	3.3	
2009/3/9	7.64	9.55	4.37	n.d.	0.50	12.11	1.34	2.53	0.75	n.d.	10.12	37.70	0.00	0.92	0.91	10.30	0.3	3.8	
2009/3/23	7.65	8.83	4.01	n.d.	0.46	10.67	1.19	2.44	0.71	n.d.	8.49	34.40	0.56	0.82	0.82	9.18	-0.2	2.0	
2009/4/13	7.79	10.66	4.55	n.d.	0.52	13.48	1.47	2.55	0.53	n.d.	11.53	42.64	0.00	1.00	1.02	11.37	-0.7	3.2	
2009/4/27	7.86	10.95	4.58	n.d.	0.51	13.82	1.47	2.55	0.56	n.d.	12.53	42.70	0.06	1.02	1.04	11.66	-0.9	3.1	
2009/5/11	7.76	11.16	4.73	n.d.	0.54	14.33	1.54	2.70	0.59	n.d.	13.79	43.92	0.12	1.06	1.09	12.21	-1.5	4.5	
2009/5/25	7.85	11.44	4.87	n.d.	0.55	15.00	1.60	2.76	0.55	n.d.	14.78	44.04	0.40	1.11	1.12	12.65	-0.5	5.0	
2009/6/8	7.79	11.56	4.76	n.d.	0.52	14.71	1.56	2.59	0.46	n.d.	13.55	44.59	0.01	1.08	1.09	12.31	-0.5	3.1	
2009/6/24	7.75	10.18	4.33	n.d.	0.49	12.63	1.36	2.46	0.91	n.d.	10.83	38.49	0.63	0.94	0.94	10.62	0.1	2.1	
2009/7/8	7.65	9.76	4.27	n.d.	0.50	11.94	1.34	2.36	0.59	n.d.	9.80	38.19	0.17	0.90	0.91	10.15	-0.1	2.0	
2009/7/22	7.60	8.84	4.01	n.d.	0.48	10.85	1.21	2.25	1.27	n.d.	8.48	33.49	1.15	0.83	0.81	9.20	1.1	2.0	
2009/8/12	7.63	8.02	4.00	n.d.	0.47	9.05	1.18	2.45	0.52	n.d.	6.16	32.13	0.53	0.73	0.73	8.12	0.2	0.6	
2009/8/27	7.60	10.23	4.53	n.d.	0.52	12.79	1.45	2.46	0.42	n.d.	9.93	40.20	0.05	0.97	0.94	10.68	1.4	2.2	
2009/9/10	7.67	10.74	4.58	n.d.	0.52	13.29	1.46	2.53	0.46	n.d.	11.24	41.79	0.48	1.00	1.00	11.20	-0.1	2.1	
2009/9/25	7.61	11.16	4.73	n.d.	0.54	14.24	1.54	2.62	0.43	n.d.	12.51	43.92	0.00	1.06	1.06				

Appendix 4d. 四万十川上流域の採水地点 A3 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location A3 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2009/12/22	7.80	10.66	4.50	n.d.	0.49	13.33	1.44	2.51	0.48	n.d.	11.68	42.15	0.06	0.99	1.01	11.28	-1.0	2.8	
2010/1/6	7.80	11.08	4.69	n.d.	0.51	14.32	1.53	2.49	0.44	n.d.	12.26	43.19	0.11	1.06	1.04	11.82	0.8	3.2	
2010/1/20	7.92	11.53	4.75	n.d.	0.52	15.24	1.58	2.46	0.48	n.d.	12.89	46.18	0.00	1.11	1.10	12.45	0.3	3.8	
2010/2/4	7.85	10.73	4.60	n.d.	0.51	13.94	1.48	2.59	0.75	n.d.	12.46	41.73	0.00	1.03	1.03	11.65	0.1	4.1	
2010/2/18	7.81	10.91	4.69	n.d.	0.52	14.26	1.53	2.63	0.71	n.d.	13.25	42.09	0.06	1.05	1.05	11.95	0.2	4.5	
2010/3/5	7.82	9.78	4.32	n.d.	0.48	12.49	1.33	2.34	0.82	n.d.	10.08	38.43	0.00	0.93	0.92	10.40	0.7	3.1	
2010/3/19	7.86	9.56	4.39	n.d.	0.48	12.25	1.33	2.37	0.76	n.d.	9.79	38.25	0.00	0.92	0.91	10.29	0.8	3.7	
2010/4/6	7.72	9.17	4.18	n.d.	0.49	11.38	1.30	2.29	0.72	n.d.	8.80	36.66	0.63	0.87	0.86	9.67	0.5	2.7	
2010/4/30	7.55	8.33	3.81	0.01	0.45	9.80	1.17	2.39	0.69	n.d.	7.34	34.22	0.28	0.76	0.79	8.65	-1.9	1.9	
2010/5/20	7.59	8.89	4.28	n.d.	0.49	11.61	1.30	2.29	0.72	n.d.	8.95	38.55	0.01	0.88	0.89	9.92	-0.5	5.5	
2010/6/4	7.80	9.52	4.35	n.d.	0.49	11.68	1.33	2.53	0.64	n.d.	9.45	38.80	0.00	0.89	0.91	10.11	-1.1	3.0	
2010/6/24	7.56	8.75	4.10	n.d.	0.48	10.50	1.21	2.21	0.74	n.d.	7.58	34.83	0.00	0.81	0.80	9.00	0.7	1.4	
2010/7/16	7.60	8.15	4.01	n.d.	0.48	9.72	1.16	2.34	0.68	n.d.	7.25	32.88	0.05	0.77	0.77	8.54	0.0	2.3	
2010/8/5	7.74	8.77	4.11	n.d.	0.49	10.40	1.23	2.17	1.00	n.d.	7.40	35.50	0.29	0.81	0.81	9.02	-0.1	1.4	
2010/8/24	7.66	9.56	4.38	n.d.	0.51	11.67	1.34	2.47	0.56	n.d.	9.63	38.49	0.32	0.90	0.91	10.11	-0.8	2.8	
2010/9/9	7.66	8.70	4.33	n.d.	0.51	11.87	1.33	2.33	0.93	n.d.	9.83	38.37	0.15	0.90	0.91	10.19	-0.6	7.9	
2010/10/5	7.57	8.74	4.09	n.d.	0.48	10.62	1.20	2.07	0.97	n.d.	7.53	35.32	0.67	0.82	0.81	9.04	0.5	1.7	
2010/10/22	7.87	9.86	4.50	n.d.	0.53	12.28	1.39	2.47	0.60	n.d.	9.83	40.14	0.55	0.94	0.94	10.50	-0.3	3.1	
2010/11/16	7.44	10.24	4.61	n.d.	0.51	13.37	1.45	2.47	0.50	n.d.	11.05	43.92	0.00	1.00	1.03	11.34	-1.3	5.1	
2010/12/7	7.79	10.84	4.54	n.d.	0.49	13.40	1.42	2.30	0.55	n.d.	10.93	43.07	0.00	1.00	1.01	11.20	-0.6	1.6	
2011/1/5	7.67	10.65	4.65	n.d.	0.51	14.18	1.51	2.52	0.52	n.d.	12.56	44.41	0.08	1.05	1.07	11.91	-1.0	5.6	
2011/1/24	7.67	10.63	4.77	n.d.	0.52	14.86	1.55	2.48	0.43	n.d.	12.90	44.78	0.00	1.09	1.08	12.23	0.5	7.0	
2011/2/15	7.72	11.00	4.77	n.d.	0.52	14.87	1.57	2.77	0.72	n.d.	13.22	43.98	0.12	1.09	1.09	12.33	0.3	5.7	
2011/3/15	7.98	11.56	4.74	0.08	0.50	14.78	1.53	2.50	0.49	n.d.	13.82	46.18	0.00	1.09	1.12	12.48	-1.7	3.8	
2011/3/28	7.77	11.69	4.85	n.d.	0.52	15.21	1.60	2.54	0.48	n.d.	14.25	45.51	0.00	1.11	1.12	12.67	-0.3	4.0	
2011/4/20	7.79	10.44	4.79	n.d.	0.58	15.39	1.61	2.47	n.d.	n.d.	14.02	46.97	0.39	1.12	1.13	12.72	-0.3	9.9	
2011/5/10	7.69	10.47	4.72	n.d.	0.54	14.77	1.56	2.53	0.56	n.d.	14.28	44.59	0.37	1.08	1.11	12.44	-1.1	8.6	
2011/6/2	7.59	8.53	4.59	n.d.	0.69	9.07	1.29	2.82	0.33	n.d.	7.45	36.36	0.01	0.78	0.84	8.92	-3.7	2.3	
2011/6/18	7.57	7.39	3.74	0.01	0.45	9.05	1.10	2.27	0.36	n.d.	6.67	31.72	1.33	0.72	0.73	8.03	-0.8	4.1	
2011/6/30	7.62	8.02	3.94	n.d.	0.47	9.85	1.19	2.31	0.49	n.d.	7.10	33.86	0.00	0.77	0.78	8.60	-0.2	3.5	
2011/7/13	7.68	8.28	4.21	n.d.	0.50	11.51	1.33	2.35	0.50	n.d.	9.22	38.25	0.02	0.88	0.89	9.90	-0.8	8.9	
2011/8/5	7.69	9.45	4.18	n.d.	0.51	11.27	1.31	2.39	0.57	n.d.	8.92	37.94	0.00	0.87	0.88	9.76	-1.1	1.6	
2011/8/25	7.69	9.40	4.42	n.d.	0.52	12.54	1.42	2.47	0.44	n.d.	10.08	40.51	0.00	0.95	0.95	10.62	-0.1	6.1	
2011/9/22	7.60	6.48	3.70	n.d.	0.45	7.67	1.05	2.06	0.45	n.d.	4.42	30.26	0.08	0.64	0.65	7.07	-0.9	4.3	
2011/10/5	7.74	9.27	4.10	n.d.	0.47	11.27	1.30	2.43	0.45	n.d.	8.78	38.80	0.00	0.86	0.89	9.77	-2.0	2.6	
2011/10/28	7.76	8.68	4.12	n.d.	0.44	10.14	1.24	2.13	0.43	n.d.	7.48	36.78	0.06	0.80	0.83	8.97	-1.7	1.6	
2011/11/14	7.76	9.06	4.45	n.d.	0.46	11.95	1.39	2.29	0.38	n.d.	9.70	40.87	0.47	0.92	0.94	10.34	-1.4	6.6	
2011/12/9	7.71	9.17	4.40	0.01	0.46	11.75	1.37	2.25	0.48	n.d.	9.23	39.12	0.00	0.90	0.90	10.07	-0.1	4.7	
2011/12/27	7.73	10.09	4.52	0.02	0.45	12.33	1.45	2.31	0.38	n.d.	10.43	41.48	0.00	0.94	0.97	10.68	-1.3	2.8	
2012/1/12	7.73	10.69	4.63	n.d.	0.49	13.10	1.49	2.37	0.38	n.d.	11.35	43.49	0.00	0.99	1.02	11.26	-1.6	2.6	
2012/2/9	7.69	9.93	4.42	0.02	0.46	12.20	1.40	2.34	0.66	n.d.	10.53	39.59	0.27	0.93	0.94	10.51	-0.8	2.8	
2012/2/24	7.60	8.37	3.79	n.d.	0.40	10.01	1.14	2.19	0.77	n.d.	8.40	33.25	0.08	0.77	0.79	8.76	-1.6	2.3	
2012/3/20	7.63	9.40	4.17	n.d.	0.45	10.72	1.27	2.16	0.57	n.d.	9.28	37.82	0.51	0.83	0.88	9.57	-3.0	0.9	
2012/4/10	7.62	8.69	4.23	n.d.	0.45	10.96	1.31	2.13	0.56	n.d.	9.21	38.55	0.39	0.85	0.89	9.70	-2.5	5.5	
2012/5/11	7.62	8.81	4.51	n.d.	0.81	10.71	1.29	2.39	0.32	n.d.	8.73	37.88	0.03	0.86	0.88	9.65	-1.0	4.6	
2012/6/1	7.66	9.48	4.45	n.d.	0.48	12.28	1.43	2.27	0.43	n.d.	10.60	42.09	0.00	0.94	0.98	10.70	-2.4	6.1	
2012/6/13	7.68	10.42	4.68	n.d.	0.64	12.32	1.44	2.32	0.58	n.d.	10.15	42.40	0.00	0.95	0.98	10.78	-1.4	1.7	
2012/6/25	7.51	6.32	3.67	n.d.	0.46	7.04	0.96	2.22	0.60	n.d.	5.71	27.39	0.01	0.60	0.64	6.89	-3.1	4.3	
2012/7/13	7.48	6.95	3.78	n.d.	0.54	7.40	0.99	2.00	0.51	n.d.	5.29	29.59	0.00	0.63	0.66	7.09	-2.4	1.0	
2012/7/30	7.64	8.60	4.14	n.d.	0.44	9.59	1.22	2.16	0.49	n.d.	7.60	34.16	0.00	0.77	0.79	8.64	-1.1	0.3	
2012/8/23	7.52	8.22	3.95	n.d.	0.44	9.59	1.20	1.86	1.26	n.d.	6.53	35.01	1.37	0.76	0.78	8.51	-1.4	1.7	
2012/9/12	7.60	7.83	4.15	n.d.	0.46	9.58	1.24	2.09	0.57	n.d.	6.98	35.32	0.05	0.77	0.79	8.64	-1.3	4.9	
2012/10/9	7.62	8.19	4.35	n.d.	0.47	10.53	1.31	2.26	0.54	n.d.	8.07	37.27	0.00	0.83	0.85	9.35	-1.0	6.6	
2012/10/29	7.74	9.18	4.22	n.d.	0.43	12.32	1.25	2.23	0.50	n.d.	9.46	40.38	0.00	0.91	0.93	10.27	-0.9	5.6	
2012/11/12	7.69	9.82	4.33	n.d.	0.43	13.03	1.32	2.30	0.51	n.d.	10.34	42.09	0.00	0.96	0.98	10.82	-1.0	4.8	
2012/12/7	7.65	9.53	4.44	n.d.	0.45	13.75	1.38	2.36	0.50	n.d.	11.24	43.25	0.18	1.00	1.02	11.33	-0.7	8.6	
2012/12/26	7.60	9.51	4.44	n.d.	0.45	13.63	1.36	2.39	0.63	n.d.	11.22	42.09	0.04	1.00	1.00	11.22	-0.2	8.3	
2013/1/18	7.76	9.17	4.33	n.d.	0.44	12.99	1.32	2.27	0.55	n.d.	10.19	40.26	0.00	0.96	0.94	10.65	0.6	7.5	
2013/2/8	7.71	8.57	4.20	n.d.	0.47	12.26	1.27	2.22	0.58	n.d.	9.69	38.74	0.00	0.91	0.91	10.18	0.1	8.6	
2013/2/25	7.80	8.68	4.21	n.d.	0.47	12.16	1.29	2.14	0.58	n.d.	9.47	38.86	0.00	0.91	0.90	10.12	0.2	7.6	
2013/3/15	7.80	9.00	4.40	n.d.	0.48	13.20	1.37	2.19	0.00	n.d.	10.20	41.54	0.00	0.98	0.95	10.77	1.1	8.9	
2013/4/5	7.51	10.29	4.46	n.d.	0.50	13.52	1.42	2.22	0.47	n.d.	11.15	42.09	0.07	1.00	0.99	11.16	0.3	4.0	
2013/4/25	7.71	8.20	3.85	n.d.	0.44	10.42	1.12	2.21	0.51	n.d.	7.56	33.06	0.00	0.79	0.77	8.71	1.3	3.0	
2013/5/14	7.67	10.03	4.31	n.d.	0.45	13.17	1.36	2.17	0.59	n.d.	11.01	48.13	0.97	0.97	1.09	11.41	-5.9	6.4	
2013/6/5	7.65	9.55	4.71	n.d.	0.51	14.59	1.49	2.26	0.54	n.d.	11.92	42.88	0.25	1.07	1.02	11.77	2.2	10.4	
2013/6/27	7.54	7.01	3.81	n.d.	0.44	9.54	1.06	2.14	0.82	n.d.	6.76								

Appendix 4e. 四万十川上流域の採水地点 A3 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location A3 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2013/9/17	7.57	9.50	4.41	n.d.	0.50	12.77	1.38	2.25	0.71	n.d.	10.42	39.77	0.00	0.96	0.94	10.65	0.6	5.7	
2013/10/10	7.47	7.37	3.91	n.d.	0.47	9.40	1.14	2.04	0.75	n.d.	5.72	32.33	0.00	0.74	0.72	8.07	1.8	4.5	
2013/10/22	7.48	9.25	4.42	n.d.	0.51	12.50	1.40	2.25	0.58	n.d.	9.47	39.65	0.09	0.94	0.92	10.40	1.3	5.9	
2013/10/30	7.53	7.86	4.13	n.d.	0.48	9.97	1.25	2.34	0.56	n.d.	6.77	33.73	0.00	0.79	0.77	8.65	1.5	4.8	
2013/11/18	7.51	9.22	4.42	n.d.	0.53	12.92	1.39	2.16	0.52	n.d.	9.30	41.42	0.00	0.96	0.94	10.60	1.2	7.0	
2013/12/13	7.56	10.21	4.47	0.01	0.51	13.19	1.43	2.20	0.51	n.d.	9.92	41.97	0.48	0.98	0.96	10.86	1.0	3.1	
2014/1/7	7.63	10.48	4.56	n.d.	0.51	13.68	1.45	2.55	0.51	n.d.	7.92	43.19	0.21	1.01	0.95	10.86	3.1	1.8	
2014/1/27	7.62	10.25	4.71	n.d.	0.53	14.60	1.52	2.60	0.47	n.d.	8.51	44.47	0.59	1.07	0.99	11.40	4.1	5.3	
2014/2/20	7.53	9.71	4.54	n.d.	0.52	13.64	1.43	2.60	0.67	n.d.	7.83	40.93	0.49	1.01	0.92	10.69	4.7	4.8	
2014/3/14	7.48	8.22	3.93	n.d.	0.44	10.84	1.15	2.28	0.75	n.d.	8.77	34.16	0.30	0.82	0.82	9.19	0.0	5.6	
2014/4/3	7.47	9.26	4.23	n.d.	0.48	12.16	1.29	2.22	0.56	n.d.	9.89	38.39	0.11	0.91	0.91	10.18	0.1	4.7	
2014/4/23	7.79	10.13	4.42	n.d.	0.50	13.27	1.40	2.25	0.56	n.d.	11.13	41.48	0.34	0.98	0.98	11.04	-0.1	4.3	
2014/5/9	7.75	10.02	4.61	n.d.	0.53	14.25	1.49	2.30	0.49	n.d.	11.94	43.62	0.21	1.05	1.04	11.71	0.5	7.8	
2014/5/27	7.79	10.20	4.43	n.d.	0.49	13.49	1.38	2.24	0.64	n.d.	11.27	41.97	0.00	0.99	1.00	11.16	-0.2	4.5	
2014/6/17	7.66	8.99	4.30	n.d.	0.47	12.33	1.32	2.25	0.60	n.d.	9.89	39.65	0.00	0.92	0.93	10.36	-0.3	7.1	
2014/7/9	7.56	8.11	4.12	n.d.	0.48	10.85	1.21	2.22	0.68	n.d.	7.79	34.57	0.00	0.83	0.80	9.11	1.8	5.8	
2014/7/24	7.57	9.15	4.46	n.d.	0.51	12.55	1.37	2.38	0.59	n.d.	9.44	39.45	0.06	0.95	0.92	10.42	1.4	6.5	
2014/8/12	7.71	6.89	3.79	n.d.	0.46	7.89	1.06	2.05	0.35	n.d.	4.55	29.22	0.32	0.66	0.64	7.09	1.6	1.4	
2014/8/27	7.52	7.65	3.99	n.d.	0.48	9.70	1.17	2.03	0.36	n.d.	5.58	33.67	0.15	0.77	0.73	8.22	2.3	3.6	
2014/9/18	7.46	8.52	4.14	n.d.	0.49	10.63	1.29	2.03	0.28	n.d.	7.23	37.52	0.18	0.83	0.83	9.13	0.1	3.4	
2014/10/9	7.59	8.93	4.33	n.d.	0.51	12.13	1.33	2.14	0.50	n.d.	8.80	39.71	0.00	0.92	0.90	10.10	0.7	6.2	
2014/10/30	7.68	9.15	4.25	n.d.	0.49	11.77	1.30	1.94	0.35	n.d.	8.10	39.61	0.01	0.89	0.88	9.78	0.8	3.3	
2014/11/20	7.68	9.26	4.37	n.d.	0.48	12.57	1.40	1.95	0.23	n.d.	9.20	41.48	0.06	0.94	0.93	10.39	0.8	5.8	
2014/12/2	7.74	9.94	4.71	n.d.	0.54	13.84	1.48	2.21	0.30	n.d.	10.79	42.40	0.12	1.03	0.99	11.29	2.2	6.3	
2014/12/22	7.65	9.30	4.19	n.d.	0.48	11.54	1.25	2.17	0.50	n.d.	9.14	37.27	0.09	0.87	0.87	9.74	0.2	2.3	
2015/1/15	7.65	8.62	3.95	n.d.	0.46	11.11	1.18	2.52	0.73	n.d.	7.92	34.83	0.00	0.83	0.82	9.25	1.0	3.5	
2015/2/6	7.68	8.97	4.37	n.d.	0.49	12.64	1.36	2.11	0.35	n.d.	9.90	40.26	0.05	0.95	0.93	10.47	0.7	7.7	
2015/2/27	7.74	9.92	4.39	n.d.	0.49	12.72	1.36	2.30	0.33	n.d.	9.95	40.14	0.00	0.95	0.94	10.54	0.8	3.0	
2015/3/20	7.66	7.78	3.80	n.d.	0.45	9.57	1.08	2.17	0.50	n.d.	6.75	31.11	0.02	0.74	0.72	8.15	1.6	2.3	
2015/4/8	7.68	8.82	4.09	n.d.	0.45	11.43	1.24	2.09	0.54	n.d.	8.35	37.21	0.00	0.86	0.85	9.53	0.6	3.9	
2015/4/30	7.64	9.38	4.19	n.d.	0.47	12.03	1.31	2.05	0.42	n.d.	8.90	39.22	0.43	0.90	0.89	9.98	0.5	3.1	
2015/5/20	7.71	9.22	4.18	n.d.	0.46	12.12	1.29	2.17	0.52	n.d.	9.03	38.86	0.55	0.90	0.89	10.02	0.6	4.2	
2015/6/8	7.65	8.86	4.11	n.d.	0.46	11.89	1.27	2.11	0.56	n.d.	8.92	37.88	0.07	0.89	0.88	9.84	0.7	5.2	
2015/7/2	7.53	7.13	3.59	n.d.	0.42	8.16	0.99	2.02	0.43	n.d.	5.53	28.67	0.48	0.66	0.65	7.21	0.5	0.6	
2015/7/24	7.60	7.55	3.78	n.d.	0.45	9.11	1.07	2.11	0.45	n.d.	5.57	32.03	0.09	0.72	0.71	7.85	0.8	1.9	
2015/8/11	7.66	9.46	4.27	n.d.	0.50	11.99	1.32	2.15	0.30	n.d.	8.47	39.96	0.14	0.90	0.90	9.98	0.5	2.7	
2015/8/26	7.47	7.45	3.67	n.d.	0.44	8.65	1.00	2.00	0.73	n.d.	5.50	29.34	0.07	0.69	0.66	7.46	1.6	0.1	
2015/9/25	7.44	7.03	3.72	n.d.	0.43	7.84	1.02	2.01	0.44	n.d.	4.49	29.83	0.00	0.65	0.65	7.07	0.1	0.3	
2015/10/15	7.72	9.24	4.27	n.d.	0.47	11.80	1.30	2.14	0.38	n.d.	8.04	39.59	0.14	0.89	0.88	9.82	0.6	3.1	
2015/11/4	7.73	9.96	4.45	n.d.	0.52	12.94	1.39	2.22	0.34	n.d.	9.48	42.09	0.06	0.97	0.96	10.68	0.6	3.5	
2015/11/18	7.58	8.29	3.86	n.d.	0.45	10.53	1.13	2.03	0.64	n.d.	6.65	34.65	0.01	0.80	0.77	8.69	1.5	2.4	
2015/12/8	7.76	9.38	4.36	n.d.	0.50	12.48	1.34	2.12	0.42	n.d.	9.02	40.32	0.00	0.94	0.92	10.28	1.1	4.6	
2015/12/24	7.75	8.86	4.24	n.d.	0.49	11.67	1.28	2.14	0.48	n.d.	8.05	38.13	0.22	0.89	0.86	9.68	1.4	4.4	

* 分析値の品質管理：R1 はイオンバランス、R2 は電気伝導率比較が EANET (2010a) の推奨する許容範囲から外れていることを示す。Data quality control abbreviations: R1 and R2 indicate an analytical value that is outside the allowable range for respective R1 (ion balance) and R2 (comparison of electric conductivity) recommendations (EANET 2010a).
 表中の n.d. は検出限界以下、n/a は欠測値を示す。Table abbreviations: n.d. indicates that it is below the detection limit; n/a indicates a missing value.

Appendix 5a. 四万十川上流域の採水地点 N1 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N1 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2000/3/24	7.64	7.77	4.15	n.d.	0.62	8.57	1.21	3.50	1.39	n.d.	6.83	25.88	1.12	0.72	0.69	8.04	2.6	1.7	
2000/4/17	7.85	10.26	5.50	n.d.	0.74	12.14	1.69	3.59	1.03	n.d.	10.16	37.61	0.11	1.00	0.95	11.01	2.9	3.5	
2000/4/27	7.80	9.66	5.22	n.d.	0.81	11.80	1.64	3.46	1.39	n.d.	8.92	36.13	0.48	0.97	0.90	10.54	4.0	4.3	
2000/5/15	7.87	11.18	5.94	n.d.	0.73	13.10	1.78	3.54	1.44	n.d.	11.09	42.35	1.37	1.08	1.05	11.96	1.3	3.4	
2000/5/29	7.82	9.78	5.27	n.d.	0.79	11.40	1.54	3.33	2.01	n.d.	8.64	35.84	0.15	0.95	0.89	10.36	2.8	2.9	
2000/6/12	7.82	8.48	4.52	n.d.	0.71	9.80	1.33	3.26	1.09	n.d.	7.11	32.94	1.55	0.81	0.80	9.02	1.0	3.1	
2000/6/26	7.81	9.82	5.34	n.d.	0.78	11.39	1.57	3.39	1.36	n.d.	9.10	38.55	0.65	0.95	0.94	10.60	0.6	3.8	
2000/7/10	7.79	9.39	5.21	n.d.	0.75	10.91	1.51	3.42	1.16	n.d.	8.67	34.37	1.06	0.91	0.86	10.00	3.2	3.1	
2000/7/25	7.77	10.68	5.79	n.d.	0.84	12.49	1.72	3.37	2.73	n.d.	9.89	40.20	1.16	1.04	1.00	11.50	1.7	3.7	
2000/8/7	7.82	8.62	5.09	n.d.	0.85	9.66	1.37	3.48	1.01	n.d.	7.75	28.64	2.01	0.84	0.75	8.99	5.9	2.1	
2000/8/22	7.82	10.49	5.73	n.d.	0.94	12.27	1.69	3.41	2.18	n.d.	9.95	38.47	0.83	1.03	0.97	11.26	2.8	3.5	
2000/9/4	7.84	10.68	5.76	n.d.	0.86	12.97	1.79	3.34	2.93	n.d.	9.96	38.67	1.32	1.07	0.98	11.59	4.1	4.1	
2000/9/18	7.78	7.53	4.89	0.02	0.70	8.27	1.24	3.32	0.66	n.d.	6.23	27.37	1.43	0.75	0.68	8.03	4.5	3.2	
2000/10/3	7.82	8.46	4.94	n.d.	0.71	9.54	1.38	2.97	1.27	n.d.	7.50	30.60	1.64	0.82	0.76	8.91	3.8	2.6	
2000/10/18	7.87	9.91	5.48	n.d.	0.80	10.69	1.53	3.30	1.36	n.d.	9.30	36.98	1.23	0.92	0.91	10.30	0.2	1.9	
2000/11/6	7.83	8.73	5.14	n.d.	0.77	9.79	1.42	3.25	0.92	n.d.	7.46	33.53	1.08	0.85	0.81	9.29	2.3	3.1	
2000/11/21	7.84	9.81	5.42	n.d.	0.77	11.25	1.60	3.31	1.38	n.d.	8.94	34.94	1.56	0.95	0.87	10.28	4.1	2.3	
2000/12/5	7.75	10.30	5.52	n.d.	0.73	11.52	1.64	3.38	1.19	n.d.	9.91	36.30	1.14	0.97	0.92	10.64	2.8	1.6	
2000/12/18	7.77	10.59	5.68	0.02	0.71	12.21	1.72	3.60	1.15	n.d.	10.20	37.94	1.28	1.02	0.95	11.13	3.2	2.5	
2001/1/9	7.78	10.89	5.75	0.02	0.65	12.73	1.79	3.91	1.34	n.d.	10.78	37.34	1.87	1.05	0.97	11.46	4.1	2.5	
2001/1/23	7.72	9.88	5.45	n.d.	0.54	11.45	1.61	3.63	1.48	n.d.	9.78	33.26	1.18	0.95	0.87	10.40	4.4	2.6	
2001/2/6	7.80	9.30	5.31	0.02	0.57	10.77	1.50	3.33	1.02	n.d.	9.13	34.07	1.24	0.91	0.86	9.96	2.7	3.4	
2001/2/20	7.78	10.27	6.18	0.08	0.62	12.38	1.72	3.81	1.03	n.d.	11.63	36.57	1.04	1.05	0.97	11.47	4.1	5.5	
2001/3/6	7.79	9.47	5.01	n.d.	0.59	10.86	1.52	3.59	1.04	n.d.	9.13	36.43	0.99	0.90	0.91	10.16	-0.3	3.5	
2001/3/21	7.84	10.36	5.47	n.d.	0.65	11.98	1.66	3.52	0.98	n.d.	10.17	38.31	0.84	0.99	0.95	10.95	1.7	2.8	
2001/4/10	7.85	11.11	6.07	n.d.	0.75	12.96	1.76	3.45	1.22	n.d.	11.16	40.94	1.17	1.07	1.02	11.81	2.6	3.1	
2001/4/23	7.80	11.21	5.90	n.d.	0.72	13.09	1.80	3.52	1.32	n.d.	10.69	43.64	0.28	1.08	1.06	11.97	0.9	3.3	
2001/5/8	7.72	7.33	4.36	n.d.	0.72	8.19	1.15	3.54	0.83	n.d.	6.39	26.58	1.82	0.71	0.68	7.88	2.1	3.6	
2001/5/22	7.81	9.98	5.35	n.d.	0.70	11.62	1.57	3.12	1.31	n.d.	8.98	39.20	1.54	0.96	0.94	10.61	1.1	3.1	
2001/6/5	7.82	10.63	5.67	n.d.	0.72	12.63	1.71	3.30	1.28	n.d.	9.94	40.95	0.78	1.04	0.99	11.37	2.2	3.4	
2001/6/20	7.77	7.96	4.32	n.d.	0.64	9.08	1.25	2.76	1.95	n.d.	6.40	30.59	0.77	0.76	0.74	8.42	1.1	2.8	
2001/7/3	7.82	10.24	5.50	n.d.	0.72	12.65	1.72	3.33	1.42	n.d.	9.44	38.80	0.40	1.03	0.95	11.12	4.1	4.1	
2001/7/24	7.81	10.62	5.63	n.d.	0.80	12.34	1.68	3.25	1.84	n.d.	9.74	41.88	0.94	1.02	1.01	11.36	0.4	3.4	
2001/8/7	7.82	11.44	6.03	n.d.	0.80	13.41	1.81	3.24	2.56	n.d.	10.50	43.95	0.77	1.10	1.07	12.19	1.4	3.2	
2001/8/21	7.61	6.68	3.64	n.d.	0.67	7.00	0.99	2.34	4.56	n.d.	4.73	20.94	2.54	0.61	0.58	6.78	2.1	0.7	
2001/9/4	7.80	10.07	5.16	n.d.	0.72	11.54	1.59	2.85	3.07	n.d.	8.46	38.54	0.94	0.95	0.94	10.57	0.6	2.4	
2001/9/26	7.76	9.96	5.52	n.d.	0.66	11.36	1.60	3.27	1.26	n.d.	9.52	37.20	1.03	0.96	0.92	10.55	1.9	2.9	
2001/10/10	7.79	8.09	4.49	n.d.	0.64	9.12	1.29	2.63	1.60	n.d.	6.51	30.95	1.38	0.77	0.74	8.47	2.0	2.3	
2001/10/24	7.80	9.04	5.04	n.d.	0.71	10.42	1.48	3.12	0.60	n.d.	7.90	36.35	0.77	0.88	0.86	9.68	1.2	3.4	
2001/11/7	7.81	9.33	4.72	n.d.	0.64	10.15	1.48	2.99	0.65	n.d.	7.87	34.98	1.48	0.85	0.83	9.39	1.0	0.3	
2001/11/21	7.81	10.37	5.37	0.06	0.66	11.60	1.68	3.24	0.88	n.d.	9.76	39.42	0.97	0.97	0.95	10.79	0.8	2.0	
2001/12/4	7.81	10.84	5.39	0.09	0.68	11.68	1.70	3.54	0.71	n.d.	10.38	41.43	0.85	0.98	1.01	11.15	-1.3	1.4	
2001/12/20	7.78	10.84	5.30	0.06	0.60	11.85	1.70	3.46	0.86	n.d.	10.73	42.20	1.05	0.98	1.03	11.26	-2.3	1.9	
2002/1/8	7.76	11.17	5.60	0.06	0.60	12.51	1.80	3.52	0.58	n.d.	11.58	42.69	1.05	1.03	1.05	11.72	-0.7	2.4	
2002/1/22	7.79	11.61	5.68	n.d.	0.63	12.63	1.80	4.08	1.29	n.d.	11.08	41.80	0.64	1.04	1.05	11.81	-0.5	0.9	
2002/2/7	7.73	11.43	5.65	n.d.	0.61	12.44	1.80	3.68	1.09	n.d.	11.44	42.30	0.26	1.03	1.05	11.73	-1.1	1.3	
2002/2/19	7.83	11.76	5.82	0.06	0.60	12.85	1.86	3.78	1.19	n.d.	11.92	41.06	0.27	1.07	1.05	11.96	0.9	0.9	
2002/3/5	7.77	11.37	5.75	n.d.	0.63	12.13	1.73	3.45	1.30	n.d.	11.04	40.38	0.90	1.01	1.01	11.41	0.2	0.2	
2002/3/19	7.79	11.78	6.32	n.d.	0.71	13.30	1.96	3.83	1.08	n.d.	12.39	39.55	0.42	1.12	1.03	12.21	4.0	1.8	
2002/4/9	7.77	10.03	4.97	n.d.	0.70	10.76	1.53	3.63	0.82	n.d.	9.26	33.33	0.64	0.90	0.85	9.93	2.4	-0.5	
2002/4/23	7.77	10.16	4.88	n.d.	0.71	10.99	1.53	3.52	0.76	n.d.	9.17	34.57	1.12	0.90	0.87	10.02	2.0	-0.7	
2002/5/8	7.78	9.49	4.74	n.d.	0.75	10.32	1.46	3.65	0.46	n.d.	8.77	36.73	0.41	0.86	0.89	9.85	-2.0	1.9	
2002/5/28	7.79	10.57	5.32	0.06	0.76	11.44	1.66	3.55	0.71	n.d.	10.26	40.78	0.44	0.96	0.99	10.98	-1.6	1.9	
2002/6/11	7.82	10.38	5.31	0.11	0.87	11.59	1.62	3.13	2.47	n.d.	9.34	38.16	1.90	0.97	0.95	10.81	1.2	2.0	
2002/6/25	7.97	9.76	4.79	n.d.	0.78	10.60	1.50	2.76	2.23	n.d.	7.95	37.19	1.21	0.88	0.89	9.88	-0.5	0.6	
2002/7/9	7.66	6.91	3.74	0.04	0.81	7.53	1.08	2.60	0.95	n.d.	5.71	25.40	1.92	0.65	0.62	7.16	2.0	1.8	
2002/7/23	7.80	9.14	4.88	n.d.	0.81	9.79	1.39	3.58	0.60	n.d.	8.18	33.59	0.81	0.84	0.83	9.38	0.3	1.3	
2002/8/6	7.75	10.06	5.28	n.d.	0.84	10.77	1.54	3.58	0.87	n.d.	9.30	36.66	0.89	0.92	0.91	10.28	0.3	1.1	
2002/8/27	7.74	10.92	5.51	n.d.	0.90	12.22	1.72	3.51	1.35	n.d.	9.99	40.13	0.92	1.01	0.99	11.25	1.4	1.5	
2002/9/10	7.80	9.72	5.47	n.d.	0.79	10.69	1.54	3.61	0.73	n.d.	9.08	37.90	0.69	0.92	0.92	10.32	-0.3	3.0	
2002/9/24	7.80	10.50	5.53	n.d.	0.81	11.89	1.72	3.56	1.22	n.d.	9.88	39.50	0.42	1.00	0.97	11.07	1.2	2.7	
2002/10/8	7.85	10.49	5.30	n.d.	0.76	11.88	1.66	3.45	1.27	n.d.	9.65	40.96	0.30	0.98	0.99	11.04	-0.5	2.5	
2002/10/22	7.86	11.05	5.71	n.d.	0.78	12.61	1.79	3.47	1.55	n.d.	10.44	41.08	0.58	1.04	1.01	11.58	1.5	2.3	
2002/11/5	7.76	10.83	5.37	n.d.	0.66	12.22	1.72	4.02	2.15	n.d.	10.56	38.26	0.53	1.00	0.99	11.34	0.3	2.3	
2002/11/19	7.76	11.31	5.88	n.d.	0.70	13.03	1.86	3.69	1.37	n.d.	11.42	41.78	0.00	1.08	1.05	12.00	1.3	3.0	
2002/12/3	7.67	11.61	5.72	n.d.	0.67	12.98													

Appendix 5b. 四万十川上流域の採水地点 N1 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N1 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2003/2/18	7.77	10.86	5.79	n.d.	0.60	12.46	1.73	3.65	0.75	n.d.	10.28	39.85	0.00	1.03	0.98	11.32	2.4	2.1	
2003/3/4	7.68	9.30	4.89	n.d.	0.56	10.37	1.43	3.66	0.77	n.d.	7.62	33.07	0.63	0.86	0.82	9.43	2.7	0.7	
2003/3/18	7.75	8.87	4.67	n.d.	0.59	9.71	1.36	3.83	0.54	n.d.	7.42	31.86	0.25	0.81	0.79	9.05	1.3	1.0	
2003/4/7	7.78	9.33	4.87	0.02	0.60	10.42	1.45	3.73	0.56	n.d.	8.13	33.33	0.40	0.87	0.83	9.56	2.2	1.2	
2003/4/21	7.85	10.51	5.49	n.d.	0.71	11.70	1.60	3.69	0.50	n.d.	9.57	38.27	0.33	0.97	0.94	10.74	1.8	1.1	
2003/5/8	7.78	9.10	4.83	n.d.	0.73	9.93	1.37	2.79	1.19	n.d.	7.41	33.65	1.52	0.84	0.80	9.17	2.0	0.4	
2003/5/22	7.84	9.49	5.26	n.d.	0.70	10.12	1.46	3.66	0.32	n.d.	8.39	38.37	0.00	0.87	0.91	9.94	-2.2	2.3	
2003/6/4	7.80	8.59	5.07	n.d.	0.68	8.73	1.34	3.65	0.22	n.d.	7.38	31.78	0.38	0.78	0.78	8.77	0.2	1.0	
2003/6/19	7.63	5.46	3.44	n.d.	0.61	5.23	0.79	2.63	0.40	n.d.	3.78	19.60	1.43	0.49	0.48	5.43	1.1	-0.2	
2003/7/3	7.77	8.72	4.93	0.04	0.70	9.41	1.39	3.43	0.50	n.d.	6.97	33.36	0.29	0.82	0.80	9.02	1.4	1.7	
2003/7/17	7.80	9.34	5.06	0.06	0.76	10.21	1.47	3.37	0.92	n.d.	7.72	37.35	-0.40	0.87	0.88	9.79	-0.5	2.3	
2003/8/1	7.83	10.12	5.32	n.d.	0.80	10.96	1.56	3.20	1.45	n.d.	8.35	24.88	1.26	0.93	0.70	9.31	14.3	-4.2	R1
2003/8/14	7.50	4.62	2.85	0.02	0.61	4.38	0.68	1.40	1.44	n.d.	2.68	17.20	2.54	0.42	0.40	4.51	1.9	-1.2	
2003/9/4	7.83	10.34	5.94	0.17	0.89	11.44	1.66	3.55	1.57	n.d.	9.34	40.43	0.99	1.00	0.98	11.10	0.8	3.6	
2003/9/18	7.81	9.63	5.52	n.d.	0.85	10.54	1.54	3.54	0.96	n.d.	8.13	38.11	0.44	0.91	0.91	10.17	0.3	2.7	
2003/10/8	7.79	10.63	5.68	n.d.	0.71	11.62	1.65	3.44	1.62	n.d.	9.60	40.48	0.29	0.98	0.99	11.03	-0.2	1.8	
2003/10/22	7.86	9.99	5.64	n.d.	0.71	11.31	1.61	3.45	0.88	n.d.	8.70	28.33	2.65	0.96	0.76	9.79	11.9	-1.0	R1
2003/11/12	7.82	10.12	5.62	n.d.	0.75	11.62	1.67	3.35	1.24	n.d.	8.60	39.39	0.49	0.98	0.94	10.72	2.2	2.9	
2003/11/26	7.79	10.75	5.54	n.d.	0.63	11.60	1.64	3.42	1.25	n.d.	9.58	40.17	0.34	0.97	0.97	10.90	-0.2	0.7	
2003/12/10	7.72	9.95	5.21	n.d.	0.56	10.47	1.50	3.46	0.59	n.d.	8.76	36.67	0.42	0.89	0.89	9.96	-0.2	0.0	
2003/12/24	7.70	10.43	5.90	n.d.	0.61	11.98	1.71	3.61	0.70	n.d.	9.39	40.69	0.30	1.01	0.98	11.09	1.8	3.1	
2004/1/7	7.70	10.86	5.84	n.d.	0.57	12.02	1.71	3.58	0.78	n.d.	10.34	44.37	0.49	1.01	1.06	11.51	-2.3	2.9	
2004/1/21	7.74	11.17	5.78	n.d.	0.53	11.84	1.71	4.01	0.95	n.d.	10.53	44.11	0.22	1.00	1.07	11.57	-3.6	1.7	
2004/2/5	7.69	11.36	6.20	n.d.	0.56	12.81	1.85	3.86	0.87	n.d.	11.06	45.38	0.22	1.08	1.10	12.15	-1.0	3.4	
2004/2/20	7.79	11.55	6.46	n.d.	0.57	13.52	1.95	3.77	0.81	n.d.	11.59	52.44	0.38	1.13	1.22	13.04	-3.8	6.1	
2004/3/4	7.79	11.08	5.79	n.d.	0.54	12.12	1.74	4.16	1.66	n.d.	10.42	44.76	0.78	1.01	1.09	11.81	-3.8	3.2	
2004/3/24	7.80	10.88	5.88	n.d.	0.61	11.92	1.70	3.92	1.73	n.d.	10.04	45.40	0.80	1.01	1.09	11.70	-4.1	3.6	
2004/4/6	7.84	10.39	5.46	n.d.	0.58	11.41	1.62	3.78	0.98	n.d.	9.89	43.80	0.54	0.95	1.05	11.16	-4.6	3.6	
2004/4/21	7.77	9.47	4.93	n.d.	0.64	9.98	1.39	3.72	0.78	n.d.	8.11	42.17	1.06	0.84	0.98	10.09	-7.4	3.1	
2004/5/14	7.66	6.74	3.95	n.d.	0.54	6.30	0.94	3.64	0.34	n.d.	5.21	28.49	0.86	0.58	0.68	7.01	-8.5	2.0	R1
2004/5/31	7.86	10.27	5.41	n.d.	0.70	10.70	1.52	3.64	0.77	n.d.	9.42	46.39	0.81	0.91	1.07	10.98	-8.0	3.3	R1
2004/6/11	7.82	8.96	5.00	n.d.	0.70	9.69	1.39	2.84	1.60	n.d.	7.73	39.62	2.76	0.83	0.92	9.68	-4.7	3.9	
2004/6/28	7.85	9.58	5.36	n.d.	0.70	9.54	1.44	3.57	0.79	n.d.	8.46	44.89	0.74	0.85	1.03	10.31	-9.6	3.6	R1
2004/7/12	7.84	10.20	5.63	n.d.	0.81	11.05	1.60	3.46	1.54	n.d.	9.07	22.67	0.32	0.95	0.68	9.45	16.3	-3.8	R1
2004/7/26	7.77	11.18	6.18	n.d.	0.89	12.57	1.78	3.60	2.11	n.d.	10.29	49.69	0.87	1.06	1.16	12.38	-4.5	5.1	
2004/8/9	7.77	8.28	5.11	n.d.	0.69	8.62	1.29	3.40	0.67	n.d.	6.88	41.84	0.66	0.78	0.94	9.37	-9.3	6.2	R1
2004/8/27	7.80	8.99	5.37	n.d.	0.72	9.67	1.42	3.33	0.67	n.d.	7.20	43.99	0.62	0.85	0.98	10.00	-6.8	5.3	
2004/9/13	7.57	5.83	4.72	n.d.	0.54	5.03	0.90	3.74	0.10	n.d.	3.30	26.14	0.98	0.54	0.60	6.29	-5.2	3.8	
2004/9/27	7.73	9.15	5.59	n.d.	0.80	9.81	1.54	3.72	0.79	n.d.	7.60	43.42	0.80	0.88	0.99	10.28	-5.8	5.8	
2004/10/12	7.79	9.23	5.56	n.d.	0.72	9.95	1.57	3.75	0.77	n.d.	8.00	44.33	1.02	0.89	1.01	10.45	-6.6	6.2	
2004/10/25	7.73	8.42	5.31	n.d.	0.67	8.41	1.39	3.71	0.31	n.d.	6.90	41.84	0.45	0.78	0.94	9.43	-9.1	5.6	R1
2004/11/8	7.74	9.15	5.54	n.d.	0.69	10.01	1.55	3.61	0.52	n.d.	7.87	46.13	0.66	0.89	1.03	10.50	-7.6	6.9	
2004/11/22	7.71	9.26	5.47	n.d.	0.64	10.26	1.57	3.62	0.47	n.d.	7.79	43.83	0.65	0.90	0.99	10.38	-5.0	5.7	
2004/12/6	7.59	7.97	4.74	n.d.	0.61	8.25	1.27	3.47	0.24	n.d.	5.97	38.37	0.72	0.74	0.86	8.72	-7.3	4.5	
2004/12/21	7.61	10.05	5.64	n.d.	0.63	10.65	1.61	3.61	0.44	n.d.	8.61	44.69	0.55	0.93	1.02	10.74	-4.9	3.3	
2005/1/7	7.60	10.22	5.65	0.02	0.57	10.97	1.63	3.67	0.56	n.d.	9.23	39.59	0.79	0.94	0.95	10.60	-0.5	1.8	
2005/1/21	7.74	10.64	5.77	n.d.	0.53	11.58	1.71	3.70	0.59	n.d.	9.79	40.99	1.05	0.98	0.99	11.03	-0.3	1.8	
2005/2/7	7.56	10.44	5.54	n.d.	0.50	10.73	1.60	4.29	0.84	n.d.	9.30	36.62	0.48	0.92	0.93	10.43	-0.4	0.0	
2005/2/18	7.71	9.36	5.13	n.d.	0.58	9.77	1.42	3.69	0.79	n.d.	7.79	37.13	0.66	0.84	0.89	9.64	-2.6	1.5	
2005/3/7	7.73	10.07	5.49	n.d.	0.54	11.10	1.63	3.64	0.41	n.d.	9.26	40.66	0.70	0.94	0.97	10.64	-1.5	2.8	
2005/4/6	7.73	9.92	5.51	n.d.	0.61	10.67	1.57	3.63	0.31	n.d.	8.97	48.32	0.47	0.92	1.09	11.00	-8.4	5.2	R1
2005/4/26	7.71	10.45	5.97	n.d.	0.71	11.91	1.74	3.64	0.68	n.d.	9.74	50.87	0.89	1.01	1.15	11.92	-6.2	6.6	
2005/5/10	7.72	9.49	5.40	n.d.	0.71	10.86	1.58	3.57	0.46	n.d.	8.42	46.70	0.66	0.93	1.05	10.85	-6.3	6.7	
2005/5/24	7.80	10.69	5.78	n.d.	0.76	11.79	1.72	3.48	0.91	n.d.	9.49	51.30	1.04	1.00	1.15	11.83	-7.0	5.1	
2005/6/6	7.85	11.15	6.07	n.d.	0.80	12.53	1.80	3.46	1.28	n.d.	10.04	54.12	0.52	1.06	1.21	12.49	-6.9	5.7	
2005/6/21	7.74	11.62	6.31	n.d.	0.99	13.06	1.86	3.49	1.89	n.d.	10.16	55.40	0.40	1.10	1.25	12.95	-6.1	5.4	
2005/7/5	7.67	8.31	4.50	n.d.	0.79	8.91	1.27	2.78	2.44	n.d.	6.16	37.33	1.56	0.77	0.86	8.96	-5.7	3.8	
2005/7/19	7.86	9.99	5.49	n.d.	0.83	10.86	1.55	3.42	1.09	n.d.	8.77	46.29	0.67	0.93	1.06	10.95	-6.3	4.6	
2005/8/9	8.19	11.92	6.17	n.d.	0.89	13.89	1.81	3.41	2.21	n.d.	10.22	58.56	0.54	1.13	1.30	13.39	-7.0	5.8	
2005/8/22	7.76	10.73	5.68	n.d.	0.89	12.04	1.69	2.90	5.34	n.d.	8.14	46.90	1.40	1.01	1.11	11.74	-4.5	4.5	
2005/9/15	7.71	9.05	5.43	n.d.	0.77	9.59	1.43	3.44	0.71	0.36	8.19	39.09	0.71	0.85	0.93	9.95	-4.4	4.7	
2005/9/28	8.00	10.91	5.91	n.d.	0.77	12.62	1.70	3.39	1.20	n.d.	9.90	51.74	1.08	1.05	1.17	12.21	-5.5	5.6	
2005/10/11	8.17	11.69	6.09	n.d.	0.79	14.22	1.87	3.38	1.62	n.d.	10.11	57.15	0.43	1.15	1.27	13.28	-5.0	6.4	
2005/10/25	7.81	11.22	5.97	n.d.	0.66	12.49	1.78	3.45	1.62	n.d.	10.73	48.19	0.00	1.05	1.14	12.14	-4.1	4.0	
2005/11/8	7.78	9.13	4.55	n.d.	0.53	8.16	1.09	2.67	0.79	n.d.	7.93	31.50	0.46	0.71	0.77	8.27	-4.1	-4.9	
2005/11/22	7.77	10.83	6.04	n.d.	0.65	12.33	1.82	3											

Appendix 5c. 四万十川上流域の採水地点 N1 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N1 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2006/2/8	7.81	10.55	5.87	n.d.	0.56	11.81	1.73	4.19	1.19	n.d.	10.48	39.39	1.35	1.00	1.00	11.31	0.0	3.5	
2006/2/22	7.66	10.62	5.45	n.d.	0.57	11.14	1.60	3.80	0.87	n.d.	9.62	45.39	1.13	0.94	1.07	11.13	-6.3	2.4	
2006/3/8	7.84	10.23	5.30	n.d.	0.57	10.73	1.54	3.78	0.49	n.d.	9.48	44.28	0.99	0.91	1.04	10.80	-6.7	2.7	
2006/3/22	7.76	10.09	5.21	n.d.	0.59	10.61	1.56	3.72	0.71	n.d.	9.30	44.34	0.63	0.90	1.04	10.74	-7.1	3.1	
2006/4/12	7.62	6.73	4.36	n.d.	0.55	6.07	0.95	3.70	0.26	n.d.	5.41	28.26	1.07	0.58	0.68	7.06	-7.9	2.4	
2006/4/25	7.79	9.68	5.29	n.d.	0.64	10.04	1.50	3.96	0.35	n.d.	9.03	42.05	0.97	0.87	0.99	10.37	-6.6	3.5	
2006/5/11	7.58	6.02	3.99	n.d.	0.51	5.32	0.83	3.39	0.18	n.d.	4.33	30.27	2.04	0.52	0.68	6.59	-13.6	4.5	R1
2006/5/24	7.80	8.75	5.10	n.d.	0.66	8.89	1.35	3.62	0.30	n.d.	7.61	45.26	1.43	0.79	1.01	9.85	-11.9	5.9	R1
2006/6/13	7.80	9.74	5.36	n.d.	0.75	10.29	1.53	3.65	0.65	n.d.	9.04	53.09	1.23	0.89	1.17	11.27	-13.6	7.3	R1
2006/6/27	7.70	7.32	4.57	n.d.	0.60	7.06	1.08	3.34	0.19	n.d.	5.52	27.69	0.88	0.66	0.67	7.36	-0.8	0.2	
2006/7/13	7.81	9.06	5.20	n.d.	0.75	9.20	1.37	3.38	0.68	n.d.	7.57	34.46	0.86	0.82	0.83	9.19	-0.7	0.7	
2006/7/25	7.81	8.29	4.98	n.d.	0.70	8.22	1.24	3.33	0.52	n.d.	6.57	32.00	0.93	0.75	0.76	8.40	-1.1	0.7	
2006/8/9	7.80	10.48	5.97	n.d.	0.87	11.03	1.61	3.63	1.51	n.d.	8.89	39.97	1.04	0.96	0.97	10.79	-0.1	1.5	
2006/8/23	7.79	6.81	4.54	n.d.	0.61	6.10	0.96	3.12	0.31	n.d.	4.55	30.12	0.81	0.60	0.68	7.00	-6.6	1.4	
2006/9/5	7.78	9.26	4.90	n.d.	0.72	9.10	1.34	3.29	0.79	n.d.	7.41	39.41	0.98	0.80	0.91	9.40	-6.4	0.8	
2006/9/20	7.82	7.85	4.95	n.d.	0.61	7.50	1.17	3.28	0.33	n.d.	5.47	33.55	0.61	0.70	0.76	8.03	-4.1	1.2	
2006/10/4	7.81	9.96	5.67	n.d.	0.72	10.25	1.54	3.43	1.15	n.d.	8.37	39.96	0.78	0.90	0.94	10.26	-2.3	1.5	
2006/10/19	7.83	10.47	5.87	n.d.	0.70	10.99	1.64	3.43	1.45	n.d.	9.06	42.63	0.79	0.96	1.01	10.91	-2.6	2.1	
2006/11/7	7.81	11.00	5.97	n.d.	0.70	11.59	1.72	3.49	1.81	n.d.	9.71	44.74	0.48	1.00	1.06	11.46	-3.2	2.1	
2006/11/21	7.76	11.18	6.01	n.d.	0.69	12.08	1.77	3.81	2.52	n.d.	9.46	45.31	0.86	1.03	1.09	11.79	-2.9	2.6	
2006/12/8	7.76	10.00	5.25	n.d.	0.62	10.43	1.51	3.77	2.61	n.d.	7.99	38.36	1.45	0.89	0.94	10.26	-2.9	1.3	
2006/12/21	7.78	10.94	5.70	n.d.	0.59	11.43	1.69	3.52	1.43	n.d.	10.03	45.04	0.90	0.97	1.07	11.37	-4.7	1.9	
2007/1/10	7.77	11.23	5.99	n.d.	0.54	11.55	1.79	4.12	1.34	n.d.	11.34	42.59	0.50	1.00	1.07	11.65	-3.6	1.9	
2007/1/23	7.79	11.52	6.05	n.d.	0.60	12.72	1.86	3.69	1.17	n.d.	11.03	42.84	0.40	1.07	1.05	11.91	0.6	1.7	
2007/2/7	7.67	11.57	6.21	0.05	0.61	13.09	1.90	3.55	0.99	n.d.	11.54	42.36	0.42	1.10	1.05	12.10	2.2	2.2	
2007/2/21	7.78	10.74	5.84	n.d.	0.61	12.24	1.78	3.77	1.65	n.d.	10.11	40.29	0.81	1.03	1.00	11.43	1.1	3.1	
2007/3/12	7.82	11.02	5.77	0.04	0.59	12.29	1.77	3.63	1.22	n.d.	10.56	38.79	0.46	1.03	0.98	11.32	2.5	1.3	
2007/3/28	7.75	9.39	5.09	0.05	0.62	10.39	1.49	3.45	1.35	n.d.	8.42	31.08	0.97	0.88	0.80	9.55	4.6	0.9	
2007/4/10	7.85	11.12	5.95	0.08	0.66	12.75	1.80	3.52	0.89	n.d.	10.88	47.85	0.57	1.06	1.12	12.19	-2.7	4.6	
2007/4/24	7.83	11.20	6.01	n.d.	0.72	12.51	1.77	3.49	1.47	n.d.	10.40	44.07	0.73	1.05	1.06	11.80	-0.5	2.6	
2007/5/9	7.85	9.71	5.26	n.d.	0.70	11.15	1.55	3.40	1.15	n.d.	8.61	36.07	0.76	0.93	0.88	10.19	2.5	2.4	
2007/5/23	7.83	11.20	5.40	0.03	0.65	11.69	1.60	3.28	1.06	n.d.	10.23	51.22	0.63	0.97	1.16	11.75	-9.1	2.4	R1
2007/6/13	7.87	11.49	5.81	0.03	0.73	13.07	1.79	3.39	1.34	n.d.	10.78	53.45	0.49	1.07	1.22	12.66	-6.3	4.8	
2007/6/26	7.81	10.47	6.07	0.05	0.89	13.16	1.79	3.30	1.67	n.d.	9.63	48.09	1.10	1.09	1.11	12.21	-0.7	7.7	
2007/7/10	7.77	8.18	5.59	n.d.	0.80	9.86	1.44	3.53	0.53	n.d.	7.22	38.77	0.83	0.87	0.89	9.78	-1.1	8.9	
2007/7/26	7.83	9.58	5.42	0.07	0.83	9.98	1.48	3.32	0.79	n.d.	8.92	42.48	0.15	0.88	0.99	10.36	-5.8	3.9	
2007/8/9	7.83	9.29	5.54	0.04	0.80	10.11	1.52	3.50	0.59	n.d.	8.50	36.92	0.62	0.89	0.89	9.97	0.2	3.5	
2007/8/29	7.84	11.10	6.27	0.07	0.91	12.32	1.78	3.37	1.72	n.d.	10.09	36.99	0.63	1.06	0.94	11.30	6.1	0.9	
2007/9/12	7.91	11.32	6.10	n.d.	0.87	12.63	1.82	3.27	2.49	n.d.	10.19	44.87	0.92	1.07	1.08	12.00	-0.6	2.9	
2007/9/26	7.82	10.10	5.77	n.d.	0.81	11.28	1.61	3.28	1.11	n.d.	8.82	45.13	0.98	0.97	1.03	11.06	-3.3	4.5	
2007/10/11	7.86	9.00	5.10	n.d.	0.77	10.05	1.43	2.86	1.68	n.d.	7.13	42.84	1.76	0.86	0.96	9.99	-5.3	5.2	
2007/10/25	7.81	10.83	5.55	n.d.	0.66	11.70	1.65	3.32	1.22	n.d.	9.93	48.02	0.05	0.98	1.11	11.54	-6.2	3.2	
2007/11/13	7.87	11.27	5.81	n.d.	0.67	12.67	1.79	3.35	1.65	n.d.	10.72	46.39	0.60	1.05	1.10	12.02	-2.5	3.2	
2007/11/27	7.74	11.52	6.53	n.d.	0.73	13.38	1.95	3.47	1.47	n.d.	11.26	42.02	1.14	1.13	1.04	12.24	3.9	3.0	
2007/12/10	7.75	11.75	6.54	n.d.	0.69	13.99	2.02	3.57	1.30	n.d.	11.88	34.94	0.63	1.17	0.94	12.04	10.7	1.2	R1
2007/12/25	7.75	11.99	6.23	n.d.	0.66	13.42	1.90	3.67	1.80	n.d.	11.34	52.20	0.79	1.11	1.22	12.99	-4.7	4.0	
2008/1/8	7.68	10.60	5.58	0.03	0.61	11.66	1.69	4.00	3.04	n.d.	9.36	36.78	0.70	0.98	0.96	11.00	1.1	1.9	
2008/1/22	7.72	9.25	5.05	0.06	0.61	10.47	1.49	3.52	1.80	n.d.	8.00	32.65	1.53	0.88	0.83	9.68	3.1	2.3	
2008/2/6	7.63	9.50	4.74	n.d.	0.52	9.93	1.41	3.36	0.90	n.d.	8.84	35.82	0.64	0.83	0.88	9.61	-2.9	0.6	
2008/2/19	7.70	10.91	5.95	0.04	0.60	12.71	1.83	3.53	0.75	n.d.	11.11	41.70	0.17	1.06	1.03	11.74	1.7	3.7	
2008/3/5	7.76	11.10	6.42	0.05	0.65	13.54	1.95	3.66	0.98	n.d.	11.60	43.27	0.01	1.13	1.07	12.40	2.9	5.5	
2008/3/18	7.77	10.31	5.00	n.d.	0.55	11.35	1.62	2.60	0.62	n.d.	12.40	38.50	0.36	0.93	0.97	10.78	-2.2	2.2	
2008/4/4	7.76	9.98	5.29	0.06	0.63	11.02	1.60	3.50	0.60	n.d.	9.74	38.78	1.00	0.93	0.95	10.54	-0.9	2.7	
2008/4/21	7.79	10.25	5.42	0.04	0.69	11.51	1.64	3.44	0.63	n.d.	9.68	40.63	0.64	0.96	0.97	10.85	-0.5	2.8	
2008/5/8	7.75	11.08	6.04	0.10	0.78	12.98	1.84	3.55	0.81	n.d.	11.07	37.30	0.00	1.09	0.95	11.58	6.5	2.2	
2008/5/22	7.79	10.98	5.67	n.d.	0.75	12.21	1.73	3.22	1.03	n.d.	10.16	43.13	1.66	1.02	1.03	11.41	-0.4	1.9	
2008/6/5	7.71	6.48	3.85	0.07	0.68	6.48	0.95	2.76	0.59	n.d.	4.82	25.78	2.09	0.59	0.61	6.68	-1.6	1.5	
2008/6/19	7.75	9.50	5.86	0.04	0.83	11.92	1.69	3.36	0.73	n.d.	9.14	38.08	1.51	1.01	0.92	10.83	4.7	6.6	
2008/7/7	7.75	9.16	4.81	n.d.	0.73	9.44	1.34	3.11	0.64	n.d.	7.75	35.37	1.15	0.81	0.84	9.19	-1.8	0.2	
2008/7/23	7.80	10.82	5.65	n.d.	0.85	11.93	1.68	3.17	1.75	n.d.	9.67	42.34	1.26	1.00	1.01	11.25	-0.6	1.9	
2008/8/6	7.75	11.67	6.21	0.03	0.92	13.45	1.87	3.34	2.42	n.d.	10.73	45.56	0.61	1.12	1.10	12.46	0.8	3.3	
2008/8/20	7.75	12.10	6.12	n.d.	0.91	13.26	1.85	3.26	2.63	n.d.	11.07	45.94	1.17	1.10	1.12	12.45	-0.6	1.4	
2008/9/4	7.78	11.52	5.79	0.03	0.89	12.96	1.81	2.89	3.78	n.d.	9.93	44.26	0.86	1.07	1.07	12.02	-0.1	2.1	
2008/9/22	7.82	9.26	4.94	n.d.	0.78	10.15	1.42	3.07	1.50	n.d.	7.90	35.21	1.29	0.86	0.85	9.58	0.4	1.7	
2008/10/6	7.76	7.84	4.39	0.09	0.73	8.42	1.20	2.73	0.96	n.d.	5.25	32.41	1.07	0.73	0.73	8.09	0.0	1.6	
2008/10/22	7.77																		

Appendix 5d. 四万十川上流域の採水地点 N1 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N1 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
							mg L ⁻¹												
2009/1/9	7.73	11.30	6.00	n.d.	0.65	13.05	1.86	3.29	0.81	n.d.	11.00	44.41	0.57	1.08	1.06	11.99	0.9	3.0	
2009/1/27	7.68	11.00	5.74	n.d.	0.62	12.89	1.83	3.45	1.18	n.d.	10.71	42.70	1.01	1.06	1.04	11.78	1.0	3.4	
2009/2/9	7.83	10.72	5.57	n.d.	0.63	12.24	1.73	3.20	0.92	n.d.	10.23	41.73	0.90	1.01	1.00	11.27	0.5	2.5	
2009/2/23	7.48	6.64	3.74	n.d.	0.59	7.05	1.02	3.27	1.05	n.d.	5.25	23.18	1.31	0.61	0.60	6.86	1.3	1.6	
2009/3/9	7.66	9.49	5.12	n.d.	0.66	10.94	1.55	3.24	0.51	n.d.	8.69	38.19	0.44	0.91	0.91	10.15	0.3	3.4	
2009/3/23	7.67	8.52	4.54	n.d.	0.64	9.42	1.33	3.02	0.56	n.d.	7.02	33.55	0.87	0.79	0.79	8.82	0.2	1.7	
2009/4/13	7.85	11.08	5.86	n.d.	0.73	12.78	1.79	3.28	0.64	n.d.	10.59	44.53	1.04	1.06	1.05	11.78	0.2	3.1	
2009/4/27	7.88	10.62	5.50	n.d.	0.70	12.16	1.70	3.05	1.06	n.d.	9.97	43.07	0.99	1.00	1.02	11.26	-0.6	2.9	
2009/5/11	7.82	10.98	5.82	n.d.	0.81	12.86	1.78	3.19	1.06	n.d.	10.72	44.65	0.97	1.06	1.06	11.87	0.0	3.9	
2009/5/25	7.83	11.81	6.19	n.d.	0.84	13.88	1.92	3.27	1.41	n.d.	11.68	47.70	1.03	1.14	1.14	12.76	0.0	3.9	
2009/6/8	7.82	11.53	5.98	n.d.	0.85	13.47	1.85	2.91	1.57	n.d.	9.92	47.46	1.15	1.11	1.09	12.19	0.7	2.8	
2009/6/24	7.84	8.73	4.53	n.d.	0.81	9.72	1.35	2.43	1.45	n.d.	6.15	35.26	2.12	0.81	0.80	8.90	1.0	1.0	
2009/7/8	7.77	9.82	5.14	n.d.	0.83	11.04	1.54	2.98	0.61	n.d.	8.13	40.44	0.14	0.92	0.93	10.24	-0.2	2.1	
2009/7/22	7.73	7.60	4.09	n.d.	0.83	8.33	1.18	2.21	2.25	n.d.	5.14	29.28	2.57	0.71	0.69	7.77	1.9	1.1	
2009/8/12	7.72	7.69	4.96	n.d.	0.79	7.53	1.19	3.15	0.24	n.d.	5.80	29.95	1.46	0.71	0.70	7.84	0.4	1.0	
2009/8/27	7.79	10.72	5.82	n.d.	0.90	11.93	1.73	3.12	0.74	n.d.	9.47	42.70	1.23	1.01	1.00	11.19	0.9	2.1	
2009/9/10	7.77	11.35	5.98	n.d.	0.91	12.65	1.82	3.08	1.56	n.d.	10.06	44.65	0.07	1.06	1.05	11.80	0.6	2.0	
2009/9/25	7.72	11.89	6.33	n.d.	0.93	13.61	1.94	3.21	1.86	n.d.	10.91	47.64	1.30	1.14	1.13	12.64	0.4	3.1	
2009/10/9	7.82	8.92	4.73	n.d.	0.77	10.13	1.40	2.73	1.08	n.d.	7.11	36.66	1.46	0.85	0.84	9.37	0.2	2.4	
2009/10/23	7.83	10.91	5.82	n.d.	0.77	12.48	1.79	3.13	1.03	n.d.	10.27	44.10	0.47	1.04	1.04	11.62	0.1	3.2	
2009/11/6	7.82	11.34	5.93	n.d.	0.77	12.96	1.87	3.13	0.98	n.d.	10.66	45.69	1.03	1.08	1.07	12.00	0.2	2.8	
2009/11/24	7.59	9.91	5.37	n.d.	0.71	11.09	1.60	3.04	0.51	n.d.	8.93	39.53	1.13	0.94	0.93	10.38	0.5	2.3	
2009/12/8	7.74	10.78	5.81	n.d.	0.69	12.46	1.79	3.32	0.70	n.d.	10.82	43.31	0.74	1.04	1.04	11.63	0.0	3.8	
2009/12/22	7.78	10.56	5.52	n.d.	0.61	11.84	1.71	3.36	0.80	n.d.	10.22	41.18	1.17	0.99	1.00	11.10	-0.4	2.5	
2010/1/6	7.76	10.95	5.77	n.d.	0.60	12.58	1.80	3.33	0.73	n.d.	10.67	42.21	0.28	1.04	1.02	11.55	1.1	2.7	
2010/1/20	7.86	11.37	5.98	n.d.	0.61	13.22	1.85	3.20	0.82	n.d.	11.21	45.08	0.37	1.09	1.08	12.09	0.6	3.1	
2010/2/4	7.77	10.07	5.38	n.d.	0.62	11.67	1.66	3.56	1.09	n.d.	9.93	38.31	1.12	0.97	0.95	10.82	0.9	3.6	
2010/2/18	7.80	10.42	5.52	n.d.	0.63	12.04	1.71	3.44	0.86	n.d.	10.75	41.12	0.71	1.00	1.01	11.28	-0.5	3.9	
2010/3/5	7.76	9.30	4.98	n.d.	0.68	10.63	1.49	3.15	0.60	n.d.	8.30	37.21	1.33	0.89	0.88	9.86	0.3	2.9	
2010/3/19	7.82	9.45	5.00	n.d.	0.63	10.65	1.52	3.26	0.45	n.d.	8.68	37.33	1.39	0.89	0.89	9.96	-0.1	2.6	
2010/4/6	7.75	9.54	5.09	0.03	0.68	10.58	1.53	3.15	0.40	n.d.	8.41	37.76	0.56	0.89	0.89	9.94	0.3	2.0	
2010/4/30	7.47	7.94	4.81	n.d.	0.64	9.17	1.35	3.27	0.25	n.d.	7.22	33.79	0.56	0.79	0.80	8.88	-0.4	5.6	
2010/5/20	7.67	8.40	5.15	n.d.	0.93	9.97	1.42	2.83	0.80	n.d.	6.94	37.76	1.59	0.86	0.86	9.49	0.4	6.1	
2010/6/4	7.83	10.02	5.53	n.d.	0.77	11.17	1.61	3.32	0.63	n.d.	9.15	40.38	0.89	0.95	0.96	10.63	-0.3	2.9	
2010/6/24	7.69	9.06	4.98	n.d.	0.78	9.84	1.41	2.85	0.60	n.d.	6.96	36.54	1.58	0.84	0.83	9.27	0.6	1.2	
2010/7/16	7.62	8.89	4.96	n.d.	0.81	9.81	1.42	3.04	0.61	n.d.	7.10	36.48	1.05	0.84	0.84	9.33	0.1	2.4	
2010/8/5	7.90	9.42	5.17	n.d.	0.85	10.16	1.47	2.81	1.04	n.d.	7.11	38.00	2.26	0.87	0.87	9.63	0.5	1.1	
2010/8/24	7.64	10.47	5.81	n.d.	0.92	12.07	1.73	3.22	1.44	n.d.	9.35	43.86	1.00	1.02	1.03	11.39	-0.3	4.2	
2010/9/9	7.67	8.51	5.40	n.d.	0.93	11.58	1.65	2.74	2.15	n.d.	8.29	42.03	1.06	0.97	0.97	10.79	-0.1	11.8	
2010/10/5	7.71	8.86	4.80	n.d.	0.79	9.85	1.42	2.55	1.27	n.d.	6.53	35.50	1.44	0.84	0.81	9.11	1.6	1.4	
2010/10/22	7.97	10.76	5.76	n.d.	0.80	12.18	1.71	3.17	1.07	n.d.	9.26	44.41	0.50	1.02	1.03	11.36	-0.4	2.7	
2010/11/16	7.50	10.33	5.80	n.d.	0.71	12.47	1.79	3.15	1.37	n.d.	9.96	44.53	0.00	1.04	1.05	11.63	-0.4	5.9	
2010/12/7	7.84	10.89	5.58	n.d.	0.67	12.15	1.71	3.00	1.28	n.d.	9.35	43.25	0.45	1.01	1.01	11.20	-0.1	1.4	
2011/1/5	7.72	10.37	5.78	n.d.	0.60	12.55	1.78	3.49	0.92	n.d.	10.89	43.43	0.69	1.04	1.05	11.71	-0.6	6.1	
2011/1/24	7.78	10.60	6.03	0.04	0.59	13.22	1.87	3.20	0.82	n.d.	11.22	45.75	0.43	1.09	1.09	12.17	0.3	6.9	
2011/2/15	7.79	11.08	6.04	0.03	0.59	13.11	1.85	4.34	1.78	n.d.	10.84	42.58	0.00	1.09	1.07	12.19	0.5	4.8	
2011/3/15	7.79	11.52	6.06	n.d.	0.64	13.02	1.83	3.36	0.97	n.d.	11.42	45.69	0.56	1.08	1.10	12.17	-0.8	2.8	
2011/3/28	7.56	11.66	6.12	n.d.	0.62	13.37	1.89	3.42	1.05	n.d.	11.70	45.81	0.05	1.10	1.11	12.39	-0.1	3.1	
2011/4/20	7.78	10.90	6.41	n.d.	0.74	13.86	1.94	3.23	1.20	n.d.	11.57	49.23	0.00	1.15	1.16	12.85	-0.4	8.2	
2011/5/10	7.76	10.54	6.06	n.d.	0.82	12.93	1.79	3.45	1.05	n.d.	11.21	46.00	0.50	1.08	1.10	12.18	-1.1	7.2	
2011/6/2	7.63	8.23	4.94	n.d.	0.75	9.79	1.40	3.35	0.35	n.d.	7.74	35.56	0.89	0.84	0.84	9.38	-0.4	6.5	
2011/6/18	7.42	6.48	4.21	0.01	0.67	7.20	1.08	2.97	0.05	n.d.	5.28	28.00	0.00	0.65	0.65	7.22	-0.4	5.4	
2011/6/30	7.63	8.09	5.03	n.d.	0.80	9.23	1.38	3.24	0.37	n.d.	7.21	34.77	0.62	0.81	0.82	9.06	-0.3	5.7	
2011/7/13	7.77	9.73	5.47	n.d.	0.89	11.23	1.62	3.14	1.01	n.d.	8.92	40.81	0.00	0.95	0.96	10.66	-0.3	4.5	
2011/8/5	7.66	9.89	5.35	n.d.	0.89	10.53	1.58	3.03	0.98	n.d.	8.42	38.98	1.04	0.91	0.92	10.16	-0.3	1.3	
2011/8/25	7.89	9.88	5.80	0.05	0.94	12.19	1.77	3.16	1.65	n.d.	9.35	44.10	0.00	1.03	1.03	11.49	0.0	7.6	
2011/9/22	7.66	6.45	4.82	0.01	0.60	6.62	1.10	2.86	0.17	n.d.	4.19	29.24	0.08	0.65	0.65	7.08	-0.2	4.7	
2011/10/5	7.76	9.86	5.63	0.03	0.76	10.65	1.62	3.37	0.97	n.d.	9.39	38.98	0.74	0.93	0.94	10.50	-0.7	3.1	
2011/10/28	7.78	9.10	5.36	n.d.	0.64	9.85	1.54	3.01	0.62	n.d.	7.92	38.49	0.00	0.87	0.89	9.73	-1.3	3.4	
2011/11/14	7.75	9.87	5.75	n.d.	0.69	11.22	1.73	3.08	1.48	n.d.	9.32	41.66	0.00	0.97	0.99	10.90	-0.9	4.9	
2011/12/9	7.71	9.01	5.46	0.01	0.64	10.73	1.66	3.25	0.42	n.d.	8.78	39.71	0.53	0.93	0.93	10.33	-0.3	6.8	
2011/12/27	7.68	10.47	5.60	n.d.	0.55	11.31	1.76	3.17	0.71	n.d.	9.94	41.60	0.22	0.97	0.99	10.91	-1.2	2.0	
2012/1/12	7.70	10.84	5.88	n.d.	0.57	11.74	1.82	3.20	0.72	n.d.	10.46	43.37	0.00	1.01	1.03	11.34	-1.2	2.3	
2012/2/9	7.61	9.38	5.01	0.02	0.51	9.99	1.55	3.18	0.94	n.d.	8.62	35.87	0.00	0.86	0.87	9.68	-0.9	1.6	
2012/2/24	7.65	7.68	4.41	n.d.	0.52	8.19	1.27	2.95	0.61	n.d.	6.71	29.40	0.99	0.72	0.71	8.01	0.3	2.1	
2012/3/20	7.69	9.13	5.19	n.d.	0.93	9.57	1.49	3											

Appendix 5e. 四万十川上流域の採水地点 N1 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N1 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2012/6/25	7.55	5.51	3.90	n.d.	0.56	5.32	0.89	2.57	0.31	n.d.	4.49	19.56	1.43	0.52	0.49	5.69	3.1	1.6	
2012/7/13	7.58	6.51	4.37	n.d.	0.60	6.60	1.06	2.64	0.27	n.d.	4.83	28.67	1.06	0.62	0.65	6.98	-2.2	3.5	
2012/7/30	7.63	9.61	5.42	n.d.	0.88	9.78	1.52	3.00	1.14	0.02	7.79	39.10	0.75	0.87	0.91	9.85	-2.0	1.2	
2012/8/23	7.62	8.20	4.69	n.d.	0.78	8.81	1.41	2.19	2.26	n.d.	5.31	35.38	2.42	0.78	0.79	8.60	-0.6	2.4	
2012/9/12	7.57	7.50	4.77	n.d.	0.76	8.50	1.40	2.55	0.91	n.d.	5.75	34.83	1.09	0.77	0.78	8.47	-0.7	6.1	
2012/10/9	7.69	8.89	5.48	n.d.	0.72	9.87	1.64	3.02	0.90	n.d.	8.14	39.04	0.81	0.88	0.91	9.94	-1.4	5.6	
2012/10/29	7.71	9.78	5.45	n.d.	0.66	11.40	1.61	2.90	1.56	n.d.	8.62	41.42	1.49	0.96	0.97	10.66	-0.5	4.3	
2012/11/12	7.72	9.72	5.56	n.d.	0.67	11.85	1.67	3.31	2.07	n.d.	8.90	41.54	0.84	0.99	0.99	11.05	-0.3	6.4	
2012/12/7	7.69	9.85	5.41	n.d.	0.57	11.82	1.68	3.20	1.39	n.d.	9.45	40.38	0.00	0.98	0.97	10.90	0.3	5.1	
2012/12/26	7.64	9.25	5.28	n.d.	0.53	11.44	1.61	3.35	1.35	n.d.	9.23	38.74	0.35	0.95	0.94	10.59	0.2	6.8	
2013/1/18	7.71	8.69	5.06	n.d.	0.51	10.92	1.54	3.16	1.03	n.d.	8.47	37.82	0.00	0.91	0.90	10.08	0.2	7.4	
2013/2/8	7.69	8.26	4.79	n.d.	0.54	10.36	1.48	3.12	0.88	n.d.	7.88	36.05	0.00	0.86	0.86	9.58	0.2	7.4	
2013/2/25	7.73	8.86	5.06	n.d.	0.57	11.00	1.57	3.08	0.57	n.d.	8.63	38.43	0.38	0.91	0.91	10.13	0.4	6.7	
2013/3/15	7.77	9.72	5.50	n.d.	0.62	12.11	1.70	3.14	0.14	n.d.	9.21	42.03	0.17	1.00	0.97	10.95	1.4	5.9	
2013/4/5	7.62	10.59	5.57	n.d.	0.68	12.37	1.73	3.03	0.55	n.d.	9.26	43.31	0.24	1.02	1.00	11.19	1.1	2.7	
2013/4/25	7.76	7.03	4.28	n.d.	0.64	8.87	1.25	3.15	0.31	n.d.	5.80	31.11	0.78	0.75	0.72	8.18	1.6	7.6	
2013/6/5	7.75	9.98	5.84	n.d.	0.83	13.34	1.81	2.94	1.36	n.d.	9.19	45.14	1.14	1.09	1.04	11.80	2.6	8.3	
2013/6/27	7.52	6.63	4.26	n.d.	0.73	7.75	1.11	3.05	0.45	n.d.	5.14	27.33	1.50	0.68	0.65	7.41	2.5	5.6	
2013/7/17	7.69	10.64	5.68	n.d.	0.89	12.00	1.66	2.99	1.61	n.d.	8.88	42.09	1.33	1.01	0.99	11.07	1.0	2.0	
2013/8/9	7.74	11.73	6.29	n.d.	1.01	14.04	1.92	3.07	2.57	n.d.	10.09	47.58	0.00	1.16	1.12	12.68	1.8	3.9	
2013/8/27	7.58	11.20	5.94	n.d.	1.00	13.42	1.84	2.86	5.21	n.d.	8.90	43.19	1.76	1.11	1.06	12.12	2.2	3.9	
2013/9/6	7.62	8.02	4.75	n.d.	0.82	8.37	1.24	3.07	0.80	n.d.	6.65	30.68	1.13	0.75	0.74	8.31	0.4	1.8	
2013/9/17	7.70	9.96	5.51	n.d.	0.84	11.44	1.63	2.92	1.23	n.d.	9.10	40.26	1.16	0.97	0.95	10.69	0.7	3.5	
2013/10/10	7.53	7.43	4.82	n.d.	0.74	8.22	1.19	3.18	0.42	n.d.	5.16	31.11	0.72	0.74	0.71	8.01	1.6	3.8	
2013/10/22	7.53	9.60	5.72	n.d.	0.79	11.59	1.63	3.06	0.87	n.d.	8.81	40.51	0.07	0.98	0.95	10.73	1.8	5.6	
2013/10/30	7.57	8.40	5.25	n.d.	0.69	9.35	1.40	3.17	0.39	n.d.	7.39	33.43	0.97	0.83	0.80	9.06	1.9	3.8	
2013/11/18	7.56	9.15	5.66	0.02	0.73	11.52	1.68	2.93	0.80	n.d.	8.91	40.75	1.64	0.98	0.95	10.71	1.6	7.9	
2013/12/13	7.63	10.04	5.40	n.d.	0.68	11.45	1.68	3.34	0.64	n.d.	8.59	39.04	1.12	0.96	0.92	10.51	2.0	2.3	
2014/1/7	7.72	10.41	5.63	n.d.	0.66	12.11	1.74	3.54	0.59	n.d.	7.10	43.56	1.16	1.01	0.97	10.90	1.9	2.3	
2014/1/27	7.65	9.77	5.94	n.d.	0.66	12.82	1.84	3.62	0.76	n.d.	7.58	43.80	0.86	1.07	0.99	11.35	3.7	7.5	
2014/2/20	7.58	9.30	5.22	n.d.	0.62	11.31	1.60	3.48	0.65	n.d.	6.26	38.43	0.69	0.94	0.87	9.98	3.9	3.5	
2014/3/14	7.54	7.79	4.26	n.d.	0.59	8.83	1.25	3.14	0.47	n.d.	6.87	30.99	0.37	0.74	0.75	8.34	-0.2	3.4	
2014/4/3	7.55	9.33	5.26	n.d.	0.67	11.27	1.56	3.08	0.29	n.d.	9.08	39.96	0.05	0.94	0.94	10.43	0.1	5.6	
2014/4/23	7.82	10.04	5.61	n.d.	0.75	12.37	1.72	3.02	0.52	n.d.	9.77	44.23	0.13	1.02	1.02	11.35	0.0	6.1	
2014/5/9	7.79	10.33	6.04	n.d.	0.79	13.28	1.84	3.03	0.67	n.d.	10.38	46.36	0.05	1.10	1.07	12.05	1.1	7.7	
2014/5/27	7.84	9.67	5.22	n.d.	0.76	11.72	1.59	2.73	0.71	n.d.	8.60	42.09	0.74	0.96	0.96	10.63	0.2	4.7	
2014/6/17	7.75	9.75	5.49	n.d.	0.78	11.79	1.62	3.01	0.57	n.d.	9.03	42.09	0.48	0.98	0.97	10.84	0.4	5.3	
2014/7/9	7.73	8.20	4.99	n.d.	0.79	9.95	1.39	2.98	0.39	n.d.	6.98	35.99	0.19	0.85	0.83	9.27	1.4	6.1	
2014/7/24	7.77	9.55	5.87	n.d.	0.91	11.91	1.65	3.08	1.27	n.d.	9.21	41.12	0.02	1.01	0.97	11.05	1.8	7.3	
2014/8/12	7.81	6.93	5.01	n.d.	0.70	6.82	1.12	2.76	0.19	n.d.	4.93	27.94	0.78	0.67	0.64	7.21	2.1	2.0	
2014/8/27	7.72	8.16	5.31	n.d.	0.78	9.17	1.40	2.84	0.38	n.d.	6.42	34.47	0.72	0.82	0.78	8.88	2.4	4.2	
2014/9/18	7.68	9.25	5.51	n.d.	0.77	10.38	1.55	2.81	0.83	n.d.	7.85	39.04	0.23	0.90	0.90	9.96	0.5	3.7	
2014/10/9	7.69	9.17	5.35	n.d.	0.78	10.79	1.58	2.68	1.14	n.d.	7.87	38.74	0.59	0.92	0.89	10.05	1.6	4.6	
2014/10/30	7.71	9.53	5.58	n.d.	0.72	11.01	1.63	2.67	0.79	n.d.	8.25	40.99	0.25	0.94	0.93	10.36	0.7	4.2	
2014/11/20	7.69	9.84	5.63	n.d.	0.67	11.60	1.71	2.64	0.93	n.d.	8.71	47.83	0.03	0.98	1.05	11.16	-3.6	6.3	
2014/12/2	7.74	9.62	5.94	n.d.	0.76	12.07	1.78	3.17	1.11	n.d.	9.27	41.42	0.37	1.03	0.98	11.18	2.4	7.5	
2014/12/22	7.72	9.12	4.88	n.d.	0.58	9.93	1.47	3.56	0.84	n.d.	7.74	34.16	0.22	0.84	0.84	9.41	0.5	1.6	
2015/1/15	7.62	7.58	4.46	n.d.	0.59	8.79	1.29	3.89	1.48	n.d.	5.74	29.28	2.46	0.75	0.73	8.36	1.4	4.9	
2015/2/6	7.66	8.75	5.34	n.d.	0.61	11.31	1.64	3.08	0.43	n.d.	9.00	39.65	0.12	0.95	0.93	10.46	0.9	8.9	
2015/2/27	7.79	9.87	5.39	n.d.	0.62	11.22	1.61	3.33	0.90	n.d.	8.31	39.04	0.39	0.94	0.92	10.38	1.2	2.5	
2015/3/20	7.65	7.54	4.36	n.d.	0.63	8.23	1.19	3.23	0.29	n.d.	5.56	29.28	0.09	0.71	0.69	7.82	1.6	1.8	
2015/4/8	7.75	8.83	4.98	n.d.	0.69	10.63	1.51	2.94	0.42	n.d.	7.62	37.76	0.78	0.89	0.87	9.73	1.2	4.9	
2015/4/30	7.72	10.03	5.51	n.d.	0.75	11.77	1.66	2.99	0.45	n.d.	8.58	42.09	0.56	0.98	0.96	10.75	1.2	3.5	
2015/5/20	7.80	9.22	4.91	n.d.	0.75	10.51	1.48	2.79	0.62	n.d.	6.89	38.00	0.41	0.88	0.86	9.57	1.4	1.9	
2015/6/8	7.75	9.09	4.87	n.d.	0.76	10.63	1.49	2.73	0.76	n.d.	7.09	38.49	0.63	0.88	0.87	9.68	1.0	3.1	
2015/7/2	7.56	7.20	4.25	n.d.	0.66	7.52	1.10	2.83	0.29	n.d.	4.82	28.47	0.42	0.67	0.65	7.28	1.2	0.6	
2015/7/24	7.81	7.80	4.68	n.d.	0.71	8.53	1.24	2.72	0.40	n.d.	5.40	32.57	0.48	0.75	0.73	8.13	1.4	2.1	
2015/8/11	7.76	10.57	5.80	n.d.	0.88	11.89	1.68	2.79	1.29	n.d.	8.30	43.52	1.16	1.01	0.99	11.00	1.0	2.0	
2015/8/26	7.78	7.72	4.38	n.d.	0.76	8.16	1.18	2.61	0.73	n.d.	4.97	30.50	0.15	0.71	0.69	7.73	1.8	0.1	
2015/9/25	7.64	7.33	4.60	n.d.	0.68	7.47	1.13	2.62	0.24	n.d.	4.30	31.05	0.44	0.68	0.68	7.42	0.5	0.6	
2015/10/15	7.82	9.61	5.58	n.d.	0.71	11.30	1.64	2.82	0.73	n.d.	8.28	41.12	0.29	0.96	0.94	10.49	1.2	4.4	
2015/11/4	7.77	10.33	5.64	n.d.	0.71	12.00	1.73	2.78	1.42	n.d.	8.54	43.01	0.73	1.00	0.98	11.00	1.0	3.2	
2015/11/18	7.68	8.06	4.60	n.d.	0.74	9.56	1.37	2.29	0.73	n.d.	5.44	35.69	1.19	0.81	0.77	8.67	2.2	3.6	
2015/12/8	7.76	9.54	5.22	n.d.	0.63	10.58	1.55	2.72	0.56	n.d.	7.76	37.94	0.38	0.90	0.87	9.79	1.7	1.3	
2015/12/24	7.78	9.00	5.34	n.d.	0.67	10.63	1.54	2.81	0.48	n.d.	7.36	38.49	0.02	0.91	0.87	9.81	2.0	4.3	

* 分析値の品質管理: R1 はイオンバランス、R2 は電気伝導率比較が EANET (2010a) の推奨する許容範囲から外れていることを示す。Data quality control abbreviations: R1 and R2 indicate an analytical value that is outside the allowable range for respective R1 (ion balance) and R2 (comparison of electric conductivity) recommendations (EANET 2010a).

Appendix 6a. 四万十川上流域の採水地点 N2 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N2 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2000/3/24	7.28	5.02	4.03	0.03	0.94	4.11	0.84	3.57	0.76	n.d.	5.17	12.68	0.80	0.47	0.43	5.29	5.1	2.6	
2000/4/17	7.38	5.68	4.23	n.d.	0.48	4.90	1.03	3.14	0.63	n.d.	6.09	17.21	0.05	0.53	0.51	5.94	1.8	2.2	
2000/4/27	7.38	5.83	4.35	n.d.	0.51	5.31	1.13	3.11	0.81	n.d.	5.80	17.06	0.12	0.56	0.50	6.09	5.6	2.2	
2000/5/15	7.35	6.52	4.68	n.d.	0.47	5.71	1.19	3.12	0.64	n.d.	6.53	21.18	1.93	0.60	0.58	6.70	1.4	1.4	
2000/5/29	7.35	6.10	4.43	n.d.	0.50	5.35	1.10	3.02	0.77	n.d.	5.88	19.77	0.07	0.56	0.54	6.29	1.7	1.5	
2000/6/12	7.38	5.42	4.03	n.d.	0.45	4.68	0.98	3.01	0.55	n.d.	4.65	18.50	1.01	0.50	0.49	5.62	0.7	1.8	
2000/6/26	7.34	5.96	4.39	n.d.	0.47	5.31	1.13	3.08	0.60	n.d.	5.35	20.75	0.31	0.56	0.55	6.25	1.1	2.4	
2000/7/10	7.35	5.87	4.39	n.d.	0.47	5.27	1.11	2.95	0.55	n.d.	5.24	20.17	0.91	0.56	0.53	6.14	2.3	2.2	
2000/7/25	7.63	9.21	4.96	n.d.	0.74	10.62	1.47	2.37	1.77	n.d.	9.23	34.89	1.28	0.89	0.86	9.81	1.5	3.2	
2000/8/7	7.37	5.69	4.35	n.d.	0.54	4.96	1.02	3.06	0.42	n.d.	4.82	17.91	1.23	0.53	0.49	5.79	4.7	0.8	
2000/8/22	7.38	6.59	5.06	n.d.	0.74	5.98	1.24	3.25	0.69	n.d.	6.04	21.78	1.09	0.64	0.59	6.93	4.4	2.5	
2000/9/4	7.38	6.94	5.07	n.d.	0.53	6.55	1.37	3.05	0.87	n.d.	6.04	24.29	0.96	0.67	0.62	7.28	3.8	2.4	
2000/9/18	7.40	5.15	4.22	n.d.	0.50	4.42	0.92	3.83	0.44	0.19	4.11	16.50	1.17	0.49	0.48	5.55	1.6	3.7	
2000/10/3	7.43	5.85	4.56	n.d.	0.50	5.07	1.05	2.90	0.48	n.d.	4.83	20.70	1.49	0.55	0.53	6.05	2.0	1.7	
2000/10/18	7.41	6.20	4.66	n.d.	0.55	5.20	1.09	2.97	0.45	n.d.	5.35	21.02	0.97	0.57	0.55	6.25	1.7	0.4	
2000/11/6	7.44	5.63	4.39	n.d.	0.55	4.82	1.01	2.94	0.44	0.21	4.65	19.46	0.89	0.53	0.51	5.87	1.5	2.1	
2000/11/21	7.38	5.81	4.41	n.d.	0.53	4.91	1.03	2.93	0.63	n.d.	5.62	17.20	1.21	0.54	0.49	5.86	4.2	0.5	
2000/12/5	7.34	5.74	4.26	0.01	0.50	4.68	0.98	3.03	0.59	n.d.	6.33	15.00	1.10	0.51	0.47	5.71	4.1	-0.2	
2000/12/18	7.30	6.05	4.38	0.02	0.49	5.09	1.07	3.36	0.52	n.d.	6.59	17.09	0.90	0.55	0.52	6.16	2.4	0.9	
2001/1/9	7.31	5.80	4.25	0.01	0.41	4.90	1.03	3.30	0.53	n.d.	6.87	13.70	1.09	0.53	0.47	5.83	5.6	0.2	
2001/1/23	7.36	5.42	4.36	0.02	0.34	4.52	0.95	3.16	0.60	n.d.	6.77	13.98	0.69	0.50	0.47	5.68	3.6	2.3	
2001/2/6	7.38	5.37	4.14	n.d.	0.30	4.45	0.93	2.93	0.54	n.d.	5.68	14.97	0.87	0.49	0.45	5.42	3.4	0.5	
2001/2/20	7.34	5.47	4.05	n.d.	0.30	4.68	0.98	3.01	0.52	n.d.	6.25	14.92	1.09	0.50	0.47	5.60	3.2	1.2	
2001/3/6	7.41	5.30	3.95	n.d.	0.39	4.41	0.95	2.99	0.59	n.d.	5.72	16.73	0.46	0.48	0.49	5.55	-0.7	2.3	
2001/3/21	7.45	5.79	4.17	n.d.	0.41	4.88	1.04	3.02	0.57	n.d.	6.21	16.57	1.10	0.52	0.50	5.85	2.5	0.5	
2001/4/10	7.43	6.24	4.48	n.d.	0.46	5.30	1.15	3.01	0.59	n.d.	6.65	18.57	1.12	0.57	0.54	6.32	2.6	0.6	
2001/4/23	7.42	6.23	4.44	n.d.	0.42	5.41	1.17	3.13	0.50	n.d.	6.69	18.57	0.56	0.57	0.54	6.37	2.7	1.1	
2001/5/8	7.41	5.28	3.87	n.d.	0.48	4.52	0.98	2.93	0.53	n.d.	4.61	17.08	1.02	0.49	0.47	5.41	2.1	1.2	
2001/5/22	7.34	6.19	4.46	n.d.	0.49	5.47	1.15	2.87	0.55	n.d.	5.76	21.60	0.84	0.57	0.56	6.41	1.0	1.8	
2001/6/5	7.33	6.44	4.57	n.d.	0.44	5.80	1.23	2.85	0.49	n.d.	6.00	21.35	0.22	0.60	0.56	6.56	3.2	1.0	
2001/6/20	7.38	5.84	4.18	n.d.	0.40	5.22	1.12	2.57	0.85	n.d.	4.89	19.95	0.64	0.54	0.51	5.95	2.8	0.9	
2001/7/3	7.39	6.08	4.47	n.d.	0.43	5.71	1.21	2.98	0.59	n.d.	5.56	19.86	0.10	0.59	0.53	6.37	4.9	2.3	
2001/7/24	7.37	6.30	4.59	n.d.	0.49	5.50	1.18	2.95	0.69	n.d.	5.68	21.52	0.75	0.58	0.57	6.47	1.6	1.3	
2001/8/7	7.37	6.78	4.91	n.d.	0.48	5.80	1.26	2.94	0.84	n.d.	6.40	22.88	0.51	0.62	0.60	6.90	1.2	0.9	
2001/8/21	7.39	5.63	3.97	n.d.	0.48	4.90	1.06	2.54	1.41	n.d.	4.45	19.58	1.18	0.52	0.51	5.75	0.8	1.1	
2001/9/4	7.48	6.50	4.60	n.d.	0.41	5.80	1.25	2.78	0.66	n.d.	5.62	23.46	1.24	0.60	0.59	6.67	1.0	1.3	
2001/9/26	7.52	6.04	4.51	n.d.	0.36	5.14	1.09	2.98	0.45	n.d.	5.52	21.17	0.62	0.55	0.55	6.21	-0.2	1.4	
2001/10/10	7.60	5.69	4.21	n.d.	0.38	5.03	1.08	2.68	0.46	n.d.	4.55	21.36	1.03	0.53	0.53	5.90	0.4	1.8	
2001/10/24	7.57	5.70	4.45	0.05	0.46	4.95	1.05	3.03	0.04	n.d.	4.86	20.17	0.37	0.54	0.52	5.95	2.2	2.1	
2001/11/7	7.49	5.46	3.89	n.d.	0.39	4.37	0.93	2.78	0.08	n.d.	4.77	17.30	0.96	0.47	0.46	5.29	1.2	-1.6	
2001/11/21	7.45	5.73	4.10	0.06	0.38	4.56	0.98	2.90	0.31	n.d.	5.85	17.66	0.91	0.50	0.50	5.70	0.1	-0.3	
2001/12/4	7.43	6.14	4.17	0.10	0.40	4.92	1.06	3.32	0.34	n.d.	6.42	18.44	1.12	0.53	0.54	6.12	-0.4	-0.1	
2001/12/20	7.49	5.82	3.99	0.06	0.34	4.57	1.00	3.17	0.32	n.d.	6.89	16.90	1.08	0.50	0.51	5.85	-1.9	0.3	
2002/1/8	7.41	5.86	4.00	0.14	0.33	4.81	1.03	3.20	0.23	n.d.	7.23	16.86	0.95	0.51	0.52	6.02	-0.6	1.3	
2002/1/22	7.41	6.25	4.17	0.07	0.36	4.97	1.08	3.61	0.39	n.d.	7.08	18.02	0.64	0.53	0.55	6.27	-1.8	0.2	
2002/2/7	7.48	5.97	4.20	n.d.	0.36	4.68	1.05	3.33	0.29	n.d.	7.20	16.97	0.83	0.51	0.53	6.02	-1.4	0.4	
2002/2/19	7.46	6.06	4.06	n.d.	0.33	4.78	1.06	3.28	0.46	n.d.	7.31	17.22	0.31	0.51	0.53	6.06	-2.3	0.0	
2002/3/5	7.37	6.02	4.09	n.d.	0.38	4.78	1.04	2.90	0.38	n.d.	6.12	16.77	1.15	0.51	0.49	5.75	2.2	-2.3	
2002/3/19	7.54	6.29	4.70	n.d.	0.40	5.23	1.18	3.25	0.33	n.d.	7.43	17.85	0.18	0.57	0.54	6.44	2.6	1.2	
2002/4/9	7.59	5.87	3.90	n.d.	0.40	4.72	1.03	3.07	0.31	n.d.	5.60	17.12	0.12	0.50	0.49	5.65	1.2	-1.9	
2002/4/23	7.55	6.24	4.05	n.d.	0.43	5.18	1.13	3.07	0.30	n.d.	5.63	20.08	0.36	0.54	0.54	6.09	0.1	-1.2	
2002/5/8	7.58	5.69	3.93	n.d.	0.44	4.50	1.03	3.21	0.14	n.d.	5.22	20.09	0.61	0.49	0.53	5.77	-3.9	0.7	
2002/5/28	7.66	6.07	4.23	0.07	0.44	4.95	1.11	3.13	0.26	n.d.	5.96	20.29	0.55	0.54	0.55	6.16	-1.1	0.8	
2002/6/11	7.60	6.56	4.44	n.d.	0.48	5.50	1.20	2.85	0.85	n.d.	6.34	21.28	1.16	0.58	0.58	6.54	0.3	-0.2	
2002/6/25	7.54	6.81	4.45	0.05	0.45	5.73	1.26	2.64	0.68	n.d.	5.95	24.51	1.08	0.60	0.61	6.75	-1.2	-0.4	
2002/7/9	7.27	5.19	3.61	0.05	0.49	4.36	0.95	2.42	0.25	n.d.	3.74	17.83	1.64	0.47	0.44	5.08	2.8	-1.0	
2002/7/23	7.43	5.86	4.08	n.d.	0.46	4.71	1.01	3.27	0.23	n.d.	4.95	20.05	0.52	0.51	0.53	5.83	-2.0	-0.2	
2002/8/6	7.43	6.38	4.44	n.d.	0.50	5.26	1.10	3.28	0.40	n.d.	5.47	22.24	0.43	0.56	0.58	6.39	-1.6	0.1	
2002/8/27	7.35	6.88	4.74	n.d.	0.52	6.01	1.28	3.23	0.48	n.d.	5.87	23.42	0.65	0.62	0.60	6.91	1.6	0.2	
2002/9/10	7.43	6.38	4.69	n.d.	0.48	5.49	1.12	3.39	0.31	n.d.	5.41	21.54	0.90	0.58	0.57	6.47	1.4	0.7	
2002/9/24	7.36	6.42	4.66	n.d.	0.49	5.62	1.18	3.36	0.20	n.d.	6.16	19.98	0.90	0.59	0.55	6.52	3.4	0.8	
2002/10/8	7.40	6.60	4.64	n.d.	0.46	5.70	1.18	3.37	0.36	n.d.	6.03	22.72	0.78	0.59	0.60	6.73	-0.3	1.0	
2002/10/22	7.49	6.79	4.80	n.d.	0.46	5.85	1.23	3.31	0.19	n.d.	6.67	23.52	0.45	0.61	0.62	6.97	-0.6	1.3	
2002/11/5	7.32	6.21	4.26	n.d.	0.37	5.13	1.08	3.51	0.55	n.d.	7.06	18.09	0.43	0.54	0.55	6.31	-1.1	0.8	
2002/11/19	7.34	6.33	4.50	n.d.	0.40	5.45	1.14	3.33	0.56	n.d.	7.08	17.85	0.25	0.57	0.54	6.44	2.6	0.8	
2002/12/3	7.19	6.55	4.29	n.d.	0.38	5.50	1.15	3.86	0.68	n.d.	7.17	16.94	0.52	0.57	0.55	6.48	1.7	-0.5	
2002/12/17	7.30																		

Appendix 6b. 四万十川上流域の採水地点 N2 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N2 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2003/2/18	7.33	5.88	4.30	n.d.	0.33	4.84	1.01	3.16	0.40	n.d.	6.09	15.90	0.52	0.52	0.48	5.78	3.7	-0.8	
2003/3/4	7.31	5.56	4.07	n.d.	0.35	4.52	0.96	3.33	0.45	n.d.	5.04	16.22	0.24	0.49	0.47	5.51	1.9	-0.5	
2003/3/18	7.34	5.33	3.81	n.d.	0.36	4.27	0.91	3.46	0.31	n.d.	4.50	15.51	0.35	0.46	0.45	5.23	1.3	-1.0	
2003/4/7	7.38	5.50	3.98	0.02	0.39	4.48	0.96	3.44	0.32	n.d.	4.82	16.20	0.56	0.49	0.47	5.46	2.0	-0.3	
2003/4/21	7.44	6.01	4.22	0.03	0.40	4.97	1.05	3.42	0.30	n.d.	5.31	18.74	0.64	0.53	0.52	5.96	1.0	-0.4	
2003/5/8	7.43	6.25	4.38	n.d.	0.42	5.16	1.10	2.84	0.64	n.d.	5.26	20.87	0.76	0.55	0.54	6.13	0.7	-1.0	
2003/5/22	7.44	5.87	4.25	n.d.	0.43	4.69	0.99	3.46	0.16	n.d.	4.76	18.73	0.21	0.51	0.51	5.75	0.5	-1.0	
2003/6/4	7.39	5.73	4.25	n.d.	0.46	4.53	0.95	3.59	0.13	n.d.	4.29	19.12	0.20	0.50	0.51	5.67	-0.5	-0.5	
2003/6/19	7.48	4.74	3.70	n.d.	0.45	3.53	0.74	3.26	0.14	n.d.	3.07	15.40	0.40	0.41	0.41	4.62	-0.1	-1.3	
2003/7/3	7.37	5.88	4.33	0.04	0.47	4.91	1.02	3.43	0.22	n.d.	4.03	19.87	0.66	0.53	0.51	5.83	2.0	-0.4	
2003/7/17	7.40	6.08	4.43	0.03	0.46	5.09	1.05	3.35	0.39	n.d.	4.33	21.11	3.54	0.55	0.54	6.06	0.9	-0.1	
2003/8/1	7.43	6.57	4.66	n.d.	0.47	5.51	1.15	3.20	0.52	n.d.	4.94	14.98	1.45	0.58	0.45	5.91	13.3	-5.3	R1
2003/8/14	7.40	4.82	3.62	0.04	0.54	3.85	0.80	2.07	0.38	n.d.	2.95	18.05	1.61	0.43	0.42	4.70	1.2	-1.3	
2003/9/4	7.43	6.80	5.07	0.19	0.58	6.06	1.25	3.50	0.73	n.d.	5.47	24.78	0.79	0.65	0.63	7.19	1.6	2.8	
2003/9/18	7.33	6.32	4.69	0.03	0.53	5.30	1.11	3.46	0.44	n.d.	4.70	20.27	0.76	0.57	0.53	6.25	3.6	-0.6	
2003/10/8	7.47	6.48	4.74	n.d.	0.48	5.44	1.15	3.43	0.65	n.d.	5.96	20.30	0.68	0.58	0.56	6.53	1.7	0.3	
2003/10/22	7.50	6.11	4.67	n.d.	0.45	5.17	1.07	3.47	0.35	n.d.	5.08	20.17	0.60	0.56	0.54	6.21	1.8	0.8	
2003/11/12	7.56	6.21	4.66	n.d.	0.49	5.37	1.13	3.31	0.57	n.d.	5.23	20.99	0.41	0.58	0.56	6.38	1.8	1.3	
2003/11/26	7.38	6.20	4.34	n.d.	0.40	4.95	1.03	3.38	0.71	n.d.	5.91	18.64	0.45	0.53	0.54	6.09	-0.4	-0.9	
2003/12/10	7.45	5.66	4.11	n.d.	0.34	4.37	0.90	3.50	0.37	n.d.	5.26	16.53	0.56	0.48	0.49	5.53	-0.6	-1.2	
2003/12/24	7.41	5.84	4.50	n.d.	0.36	4.85	1.01	3.53	0.39	n.d.	5.69	17.40	0.38	0.53	0.51	5.95	2.0	0.9	
2004/1/7	7.36	5.91	4.30	n.d.	0.33	4.67	0.97	3.51	0.45	n.d.	6.47	18.24	0.20	0.51	0.54	6.03	-3.0	1.0	
2004/1/21	7.42	6.03	4.26	n.d.	0.27	4.69	0.98	3.65	0.38	n.d.	6.62	18.01	0.46	0.51	0.54	6.05	-3.4	0.1	
2004/2/5	7.38	6.06	4.20	n.d.	0.30	4.54	0.99	3.66	0.57	n.d.	6.86	17.72	0.38	0.50	0.55	6.04	-4.6	-0.1	
2004/2/20	7.51	6.10	4.56	0.03	0.34	5.02	1.11	3.64	0.55	n.d.	7.13	21.41	0.68	0.55	0.61	6.64	-5.2	4.3	
2004/3/4	7.48	5.87	4.23	n.d.	0.27	4.71	0.98	3.53	0.53	n.d.	6.48	19.40	0.39	0.51	0.56	6.12	-5.1	2.1	
2004/3/24	7.40	6.35	4.55	n.d.	0.34	5.28	1.10	3.57	0.79	n.d.	6.33	21.50	0.78	0.56	0.60	6.59	-3.1	1.9	
2004/4/6	7.52	6.03	4.29	n.d.	0.33	4.84	1.03	3.36	0.58	n.d.	5.92	20.84	0.60	0.52	0.57	6.18	-4.4	1.2	
2004/4/21	7.53	5.87	4.11	n.d.	0.36	4.85	0.98	3.40	0.41	n.d.	5.03	24.29	0.75	0.51	0.61	6.22	-8.4	2.9	R1
2004/5/14	7.40	4.69	3.41	n.d.	0.30	3.20	0.67	3.47	0.18	n.d.	3.47	17.48	0.50	0.37	0.46	4.66	-10.7	-0.3	R1
2004/5/31	7.50	6.25	4.53	n.d.	0.39	5.11	1.07	3.50	0.29	n.d.	5.39	25.83	0.76	0.55	0.64	6.62	-7.5	2.8	
2004/6/11	7.45	6.32	4.57	n.d.	0.47	5.41	1.16	2.94	0.48	n.d.	5.16	25.82	1.29	0.58	0.62	6.63	-3.7	2.4	
2004/6/28	7.51	6.17	4.51	n.d.	0.42	4.86	1.05	3.54	0.26	n.d.	4.89	26.24	0.71	0.54	0.64	6.48	-8.6	2.5	R1
2004/7/12	7.45	6.54	4.83	n.d.	0.45	5.35	1.16	3.41	0.47	n.d.	5.19	27.11	0.43	0.58	0.66	6.86	-5.8	2.4	
2004/7/26	7.51	6.93	5.18	n.d.	0.52	5.85	1.26	3.53	0.76	n.d.	6.13	28.66	0.53	0.63	0.71	7.48	-5.5	3.8	
2004/8/9	7.48	5.64	4.45	n.d.	0.41	4.59	0.95	3.41	0.17	n.d.	4.24	26.01	0.35	0.51	0.61	6.18	-9.1	4.6	R1
2004/8/27	7.50	6.02	4.59	n.d.	0.40	5.08	1.04	3.30	0.13	n.d.	4.16	18.47	0.80	0.55	0.48	5.81	6.2	-1.8	
2004/9/13	7.46	4.50	4.26	n.d.	0.42	3.01	0.66	3.81	0.05	n.d.	2.42	18.45	0.64	0.40	0.46	4.77	-7.0	2.9	
2004/9/27	7.45	6.31	5.09	n.d.	0.48	5.36	1.12	3.60	0.28	n.d.	4.27	27.65	0.01	0.59	0.65	6.82	-4.4	3.9	
2004/10/12	7.50	6.14	4.93	n.d.	0.43	5.00	1.06	3.63	0.33	n.d.	4.58	27.35	0.38	0.56	0.65	6.68	-7.3	4.2	
2004/10/25	7.47	5.58	4.41	n.d.	0.42	4.14	0.87	3.55	0.10	n.d.	4.24	24.32	0.68	0.48	0.59	5.90	-10.1	2.8	R1
2004/11/8	7.42	5.64	4.58	n.d.	0.41	4.67	0.93	3.49	0.23	n.d.	4.67	22.84	0.50	0.52	0.57	6.09	-5.0	3.8	
2004/11/22	7.44	5.40	4.43	0.01	0.39	4.46	0.89	3.44	0.29	n.d.	4.64	21.34	0.47	0.50	0.55	5.86	-4.7	4.1	
2004/12/6	7.39	4.85	3.95	n.d.	0.38	3.65	0.74	3.34	0.14	n.d.	3.66	18.97	0.74	0.42	0.48	5.07	-6.5	2.2	
2004/12/21	7.38	5.73	4.41	n.d.	0.41	4.50	0.93	3.52	0.37	n.d.	5.24	21.69	0.71	0.50	0.57	6.04	-6.2	2.6	
2005/1/7	7.37	5.68	4.30	0.01	0.33	4.50	0.89	3.45	0.33	n.d.	5.80	17.00	0.48	0.49	0.50	5.72	-0.8	0.3	
2005/1/21	7.40	5.71	4.24	n.d.	0.29	4.43	0.89	3.52	0.31	n.d.	6.23	14.81	0.78	0.49	0.48	5.59	1.0	-1.0	
2005/2/7	7.18	5.85	4.27	n.d.	0.29	4.42	0.90	4.07	0.51	n.d.	6.04	15.46	0.76	0.49	0.50	5.76	-1.5	-0.8	
2005/2/18	7.48	5.67	4.19	n.d.	0.31	4.42	0.88	3.18	0.38	n.d.	5.29	19.61	0.21	0.48	0.53	5.71	-4.4	0.3	
2005/3/7	7.49	5.51	4.15	n.d.	0.30	4.41	0.89	3.36	0.22	n.d.	5.55	17.63	0.89	0.48	0.50	5.62	-2.2	1.0	
2005/3/23	7.45	5.51	3.65	n.d.	0.34	3.67	0.75	3.16	0.24	n.d.	4.03	18.73	0.38	0.41	0.48	5.02	-8.0	-4.6	R1
2005/4/6	7.39	5.58	4.20	n.d.	0.35	4.45	0.91	3.41	0.17	n.d.	5.14	22.01	0.53	0.49	0.57	5.92	-7.4	2.9	
2005/4/26	7.56	6.23	4.66	n.d.	0.40	5.42	1.09	3.37	0.25	n.d.	5.74	27.37	0.19	0.57	0.67	6.88	-7.6	5.0	
2005/5/10	7.48	5.73	4.40	n.d.	0.38	4.87	1.00	3.27	0.20	n.d.	4.87	24.13	1.13	0.53	0.59	6.21	-5.9	4.0	
2005/5/24	7.55	6.27	4.62	n.d.	0.42	5.25	1.09	3.21	0.34	n.d.	5.63	26.66	0.16	0.56	0.65	6.74	-7.1	3.6	
2005/6/6	7.63	6.64	4.88	n.d.	0.48	5.61	1.19	3.20	0.47	n.d.	6.01	28.60	0.42	0.60	0.69	7.17	-6.9	3.9	
2005/6/21	7.62	6.96	5.05	n.d.	0.54	5.97	1.26	3.15	0.65	n.d.	6.16	30.15	0.65	0.63	0.72	7.50	-6.5	3.7	
2005/7/5	7.41	5.98	4.38	n.d.	0.42	5.04	1.05	2.79	0.72	n.d.	4.65	24.98	1.09	0.54	0.60	6.27	-5.1	2.3	
2005/7/19	7.60	6.21	4.58	n.d.	0.48	5.06	1.07	3.30	0.47	0.33	4.96	26.20	0.58	0.55	0.64	6.66	-7.7	3.5	
2005/8/9	8.41	7.88	5.07	n.d.	0.53	7.85	1.31	3.31	0.79	n.d.	6.19	37.56	0.93	0.73	0.85	8.68	-7.4	4.8	
2005/8/22	7.68	6.94	5.18	n.d.	0.53	5.96	1.25	3.11	1.00	0.32	5.79	29.97	1.32	0.64	0.73	7.57	-6.4	4.4	
2005/9/15	7.52	6.06	4.70	n.d.	0.40	5.02	1.04	3.29	0.20	n.d.	4.78	22.77	0.81	0.55	0.57	6.23	-1.6	1.4	
2005/9/28	7.63	6.74	5.05	n.d.	0.47	5.46	1.15	3.21	0.25	n.d.	5.46	29.75	0.37	0.60	0.70	7.11	-7.5	2.7	
2005/10/11	7.98	8.14	5.33	n.d.	0.46	7.93	1.39	3.27	0.34	n.d.	6.01	38.54	0.35	0.75	0.85	8.77	-6.2	3.7	
2005/10/25	7.54	6.40	4.72	n.d.	0.34	5.25	1.08	3.32	0.24	n.d.	6.54	24.26	0.25	0.56	0.63	6.73	-5.6	2.5	
2005/11/8	7.48	5.49	4.40	n.d.	0.35	4.28	0.89	3.17	0.34	n.d.	5.10	20.47	0.40	0.49	0.54	5.75	-4.8	2.3	
2005/11/22	7.44	5.77																	

Appendix 6c. 四万十川上流域の採水地点 N2 における溪流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N2 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
							mg L ⁻¹												
2006/1/25	7.48	5.64	4.36	n.d.	0.28	4.39	0.94	3.52	0.20	n.d.	6.59	15.99	0.46	0.49	0.50	5.76	-0.9	1.1	
2006/4/12	7.29	4.54	3.65	n.d.	0.47	3.18	0.63	3.55	0.19	n.d.	3.57	15.81	0.95	0.38	0.44	4.64	-6.8	1.1	
2006/4/25	7.48	6.21	4.28	n.d.	0.43	5.15	0.99	3.44	0.22	n.d.	5.28	24.26	0.61	0.54	0.61	6.39	-6.3	1.5	
2006/5/11	7.22	4.20	3.49	n.d.	0.43	2.72	0.57	3.31	0.13	n.d.	2.88	17.29	1.90	0.35	0.44	4.37	-11.9	2.0	R1
2006/5/24	7.38	5.75	4.24	n.d.	0.45	4.50	0.92	3.40	0.17	n.d.	4.53	26.90	1.42	0.50	0.63	6.22	-12.1	3.9	R1
2006/6/13	7.36	6.65	4.64	n.d.	0.47	5.73	1.15	3.40	0.26	n.d.	5.44	33.28	0.75	0.59	0.76	7.40	-12.1	5.3	R1
2006/6/27	7.41	5.08	3.99	n.d.	0.41	3.71	0.77	3.37	0.09	n.d.	3.46	17.30	0.69	0.43	0.45	4.96	-2.2	-1.2	
2006/7/13	7.25	6.17	4.49	n.d.	0.49	5.01	1.02	3.24	0.25	n.d.	4.47	21.08	0.78	0.54	0.53	6.01	0.7	-1.3	
2006/7/25	7.40	5.77	4.28	n.d.	0.49	4.53	0.93	3.28	0.25	n.d.	3.99	19.87	0.27	0.50	0.51	5.63	-0.4	-1.3	
2006/8/9	7.33	6.99	4.88	n.d.	0.46	6.10	1.17	3.34	0.43	n.d.	5.29	25.56	0.51	0.62	0.63	6.99	-0.4	0.0	
2006/8/23	7.47	4.89	4.08	n.d.	0.45	3.35	0.70	3.25	0.09	n.d.	3.08	19.62	0.62	0.41	0.48	4.93	-7.2	0.4	
2006/9/5	7.22	6.48	4.64	n.d.	0.49	5.18	1.05	3.19	0.27	n.d.	4.31	25.25	0.75	0.56	0.60	6.38	-3.3	-0.8	
2006/9/20	7.52	5.64	4.38	n.d.	0.46	4.19	0.86	3.21	0.13	n.d.	3.55	22.73	0.01	0.48	0.54	5.62	-5.6	-0.2	
2006/10/4	7.32	6.94	4.96	n.d.	0.47	5.94	1.16	3.30	0.32	n.d.	4.79	26.53	0.01	0.62	0.63	6.92	-1.0	-0.1	
2006/10/19	7.46	6.58	4.75	n.d.	0.44	5.25	1.04	3.28	0.41	n.d.	5.49	25.05	0.57	0.57	0.62	6.63	-4.9	0.4	
2006/11/7	7.39	6.49	4.82	n.d.	0.40	5.20	1.02	3.36	0.40	n.d.	6.20	23.28	0.07	0.56	0.61	6.62	-4.1	1.0	
2006/11/21	7.25	6.62	4.68	n.d.	0.39	5.19	1.00	3.49	0.76	n.d.	6.25	22.59	0.01	0.56	0.61	6.60	-4.8	-0.1	
2006/12/8	7.28	6.36	4.47	n.d.	0.35	4.99	0.94	3.61	1.43	n.d.	5.62	19.29	0.64	0.53	0.56	6.22	-2.7	-1.1	
2006/12/21	7.28	6.09	4.38	n.d.	0.33	4.73	0.90	3.32	0.45	n.d.	6.22	20.82	0.38	0.51	0.57	6.14	-5.7	0.4	
2007/1/10	7.22	6.04	4.37	n.d.	0.29	4.52	0.92	3.57	0.31	n.d.	6.89	17.48	0.63	0.50	0.54	5.98	-3.6	-0.5	
2007/1/23	7.37	6.25	4.34	0.04	0.34	5.28	0.99	3.37	0.32	n.d.	6.63	18.44	0.57	0.54	0.54	6.24	0.4	-0.1	
2007/2/7	7.15	6.14	4.36	0.08	0.34	5.39	1.05	3.36	0.22	n.d.	6.87	16.93	0.41	0.56	0.52	6.24	3.6	0.8	
2007/2/21	7.24	5.87	4.34	n.d.	0.34	5.12	1.00	3.25	0.54	n.d.	6.10	17.68	0.66	0.54	0.52	6.04	1.7	1.4	
2007/3/12	7.30	5.93	4.24	0.04	0.33	5.01	0.98	3.21	0.46	n.d.	6.32	16.07	0.56	0.53	0.49	5.89	3.2	-0.4	
2007/3/28	7.48	5.70	4.05	0.05	0.37	4.96	0.98	3.09	0.61	n.d.	5.26	16.41	0.64	0.52	0.48	5.68	4.1	-0.1	
2007/4/10	7.31	6.15	4.52	0.04	0.37	5.51	1.08	3.28	0.32	n.d.	6.59	21.93	0.73	0.57	0.59	6.62	-1.9	3.7	
2007/4/24	7.23	6.63	4.54	n.d.	0.38	5.90	1.16	3.15	0.70	n.d.	6.16	22.26	0.51	0.60	0.59	6.73	0.4	0.8	
2007/5/9	7.33	6.19	4.28	0.03	0.40	5.55	1.11	3.10	0.52	n.d.	5.45	19.60	0.54	0.57	0.53	6.22	3.3	0.2	
2007/5/23	7.26	6.73	4.23	n.d.	0.34	5.64	1.09	2.92	0.33	n.d.	6.04	24.68	0.51	0.56	0.62	6.61	-4.6	-0.9	
2007/6/13	7.24	6.99	4.84	0.03	0.40	6.56	1.29	3.01	0.42	n.d.	6.33	28.18	0.45	0.66	0.69	7.46	-2.1	3.3	
2007/6/26	7.26	6.73	5.06	0.06	0.45	6.83	1.37	3.06	0.51	n.d.	5.90	28.09	0.73	0.69	0.68	7.59	0.8	6.0	
2007/7/10	7.20	5.50	4.82	0.06	0.51	5.33	1.10	3.42	0.19	n.d.	4.43	22.92	0.25	0.58	0.57	6.40	1.3	7.6	
2007/7/26	7.24	6.33	4.65	n.d.	0.47	5.42	1.09	3.15	0.35	n.d.	4.98	25.44	0.69	0.57	0.62	6.59	-3.4	2.0	
2007/8/9	7.12	6.26	4.73	0.04	0.48	5.50	1.13	3.23	0.19	n.d.	4.74	22.60	0.72	0.59	0.56	6.42	2.1	1.3	
2007/8/29	7.23	7.14	5.35	n.d.	0.50	6.69	1.32	3.25	0.43	n.d.	6.13	22.56	0.06	0.69	0.60	7.25	7.2	0.7	
2007/9/12	7.28	7.44	5.23	n.d.	0.50	6.81	1.34	3.09	0.51	n.d.	6.26	30.73	0.55	0.69	0.73	7.85	-2.8	2.7	
2007/9/26	7.33	6.92	5.10	n.d.	0.52	6.33	1.28	3.21	0.31	n.d.	5.28	33.22	0.00	0.66	0.75	7.68	-6.6	5.2	
2007/10/11	7.21	6.45	4.79	0.06	0.50	5.83	1.20	2.90	0.33	n.d.	4.63	31.10	0.00	0.61	0.69	7.12	-6.1	4.9	
2007/10/25	7.20	6.42	4.76	n.d.	0.40	5.48	1.07	3.09	0.31	n.d.	5.90	23.63	0.73	0.58	0.60	6.62	-2.0	1.5	
2007/11/13	7.26	6.32	4.77	0.04	0.39	5.46	1.08	3.17	0.42	n.d.	6.64	23.12	0.26	0.58	0.61	6.75	-2.7	3.3	
2007/11/27	7.24	6.35	5.00	n.d.	0.39	5.49	1.11	3.21	0.50	n.d.	6.92	21.72	0.12	0.59	0.60	6.76	-0.5	3.2	
2007/12/10	7.13	6.31	4.90	n.d.	0.38	5.47	1.10	3.32	0.56	n.d.	7.15	17.38	0.91	0.59	0.54	6.48	4.4	1.3	
2007/12/25	7.24	6.50	4.73	0.09	0.50	5.53	1.08	3.55	0.58	n.d.	6.96	22.68	0.41	0.59	0.63	6.92	-3.1	3.2	
2008/1/8	7.22	6.07	4.42	0.03	0.34	5.00	1.02	3.25	0.84	n.d.	6.19	16.80	0.75	0.54	0.51	6.02	2.5	-0.4	
2008/1/22	7.21	5.78	4.17	0.03	0.34	4.85	0.97	3.07	0.67	n.d.	5.66	16.84	0.28	0.51	0.49	5.76	2.3	-0.2	
2008/2/6	7.28	5.45	3.77	n.d.	0.30	4.23	0.85	2.99	0.30	n.d.	5.46	16.51	0.16	0.45	0.47	5.30	-2.2	-1.4	
2008/2/19	7.31	5.88	4.43	0.03	0.33	5.10	1.03	3.16	0.27	n.d.	6.68	18.70	0.24	0.54	0.54	6.19	0.3	2.6	
2008/3/5	7.30	6.05	4.79	0.04	0.35	5.59	1.14	3.30	0.34	n.d.	7.03	19.34	0.00	0.59	0.56	6.62	2.6	4.5	
2008/3/18	7.35	6.34	4.29	n.d.	0.33	5.29	1.09	3.09	0.39	n.d.	6.57	20.13	0.46	0.55	0.56	6.32	-1.0	-0.2	
2008/4/4	7.32	5.74	4.10	0.04	0.34	4.83	0.99	3.11	0.27	n.d.	5.60	18.10	0.86	0.51	0.51	5.79	0.6	0.5	
2008/4/21	7.33	6.19	4.35	0.03	0.38	5.32	1.09	3.10	0.26	n.d.	5.57	21.37	0.55	0.56	0.56	6.27	-0.2	0.7	
2008/5/8	7.28	6.55	4.69	n.d.	0.40	5.76	1.19	3.10	0.28	n.d.	6.29	22.21	0.12	0.60	0.59	6.70	1.1	1.1	
2008/5/22	7.34	6.87	4.60	0.03	0.41	6.08	1.22	2.93	0.39	n.d.	6.15	25.42	0.91	0.62	0.63	6.99	-1.4	0.8	
2008/6/5	7.19	4.88	3.72	0.07	0.41	3.73	0.81	2.88	0.27	n.d.	3.67	15.52	0.29	0.43	0.42	4.77	1.4	-1.1	
2008/6/19	7.25	6.33	5.05	n.d.	0.46	6.25	1.26	3.20	0.29	n.d.	5.42	22.66	1.06	0.65	0.58	6.87	5.5	4.1	
2008/7/7	7.24	6.19	4.26	n.d.	0.40	5.02	1.02	3.00	0.21	n.d.	4.70	20.57	1.57	0.53	0.52	5.90	0.7	-2.4	
2008/7/23	7.36	7.05	4.83	n.d.	0.43	6.29	1.24	3.04	0.52	n.d.	5.79	25.48	0.71	0.64	0.63	7.08	0.4	0.2	
2008/8/6	7.27	7.45	5.20	0.03	0.47	6.80	1.35	3.15	0.58	n.d.	6.58	26.19	1.11	0.69	0.66	7.59	1.9	1.0	
2008/8/20	7.57	7.98	5.08	n.d.	0.45	6.71	1.32	3.09	0.54	n.d.	6.90	27.48	0.00	0.68	0.69	7.64	-1.0	-2.2	
2008/9/4	7.46	7.82	5.16	0.02	0.46	7.15	1.42	2.76	0.71	n.d.	6.43	30.24	0.60	0.71	0.72	7.92	-0.6	0.6	
2008/9/22	7.32	6.39	4.49	0.04	0.44	5.63	1.13	3.03	0.32	n.d.	4.89	22.44	0.75	0.58	0.56	6.38	2.0	-0.1	
2008/10/6	7.43	5.74	4.21	0.07	0.49	4.85	1.01	2.96	0.18	n.d.	3.42	22.60	0.91	0.52	0.53	5.80	-0.3	0.5	
2008/10/22	7.23	6.60	4.69	0.09	0.45	6.00	1.21	3.02	0.25	n.d.	4.99	23.74	0.56	0.62	0.58	6.70	3.1	0.7	
2008/11/6	7.34	6.41	4.66	0.04	0.41	5.84	1.14	3.05	0.28	n.d.	5.64	24.00	0.67	0.60	0.60	6.72	-0.1	2.3	
2008/11/20	7.33	5.67	4.11	0.02	0.37	4.77	0.97	2.87	0.27	n.d.	5.13	20.36	0.59	0.51	0.53	5.81	-1.8	1.2	
2008/12/4	7.35	5.94	4.25	0.03	0.37	5.11	1.03	2.90	0.33	n.d.	5.45	20.67	0.16	0.54	0.54	6.05</			

Appendix 6d. 四万十川上流域の採水地点 N2 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N2 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2009/2/23	7.09	4.62	3.43	n.d.	0.34	3.87	0.82	2.86	0.44	n.d.	4.34	14.21	0.84	0.42	0.41	4.75	0.9	1.4	
2009/3/9	7.14	5.55	4.05	n.d.	0.36	4.78	1.00	3.05	0.20	n.d.	5.03	18.97	0.12	0.51	0.51	5.71	0.1	1.4	
2009/3/23	7.26	5.36	3.86	n.d.	0.36	4.48	0.93	2.90	0.25	n.d.	4.60	18.36	0.18	0.48	0.48	5.41	-0.5	0.5	
2009/4/13	7.40	6.52	4.47	n.d.	0.39	5.79	1.18	3.02	0.26	n.d.	6.13	23.06	0.00	0.59	0.59	6.67	-0.4	1.1	
2009/4/27	7.46	6.46	4.35	n.d.	0.38	5.87	1.12	2.88	0.44	n.d.	6.36	23.36	0.55	0.58	0.60	6.69	-1.6	1.8	
2009/5/11	7.38	6.66	4.55	n.d.	0.41	6.14	1.24	2.88	0.39	n.d.	6.43	24.71	0.31	0.62	0.63	6.97	-0.7	2.3	
2009/5/25	7.33	7.05	4.84	n.d.	0.42	6.54	1.34	2.84	0.42	n.d.	6.99	25.93	0.67	0.66	0.66	7.38	0.0	2.3	
2009/6/8	7.35	7.18	4.82	n.d.	0.42	6.69	1.34	2.61	0.40	n.d.	6.12	27.65	1.01	0.66	0.66	7.35	0.3	1.2	
2009/6/24	7.26	6.45	4.40	n.d.	0.45	5.78	1.21	2.38	0.39	n.d.	4.74	25.13	1.39	0.59	0.58	6.47	0.6	0.2	
2009/7/8	7.22	6.45	4.39	n.d.	0.45	5.86	1.21	2.84	0.15	n.d.	4.78	25.19	0.84	0.59	0.59	6.57	0.0	1.0	
2009/7/22	7.16	5.93	4.22	n.d.	0.47	5.18	1.10	2.48	0.31	n.d.	4.19	22.63	1.03	0.54	0.53	5.95	1.1	0.1	
2009/8/12	7.24	5.47	4.27	n.d.	0.51	4.22	0.91	3.05	0.11	n.d.	3.75	19.70	0.95	0.48	0.49	5.41	-0.5	-0.5	
2009/8/27	7.13	7.25	4.94	n.d.	0.49	6.58	1.34	2.99	0.28	n.d.	5.38	27.94	0.01	0.67	0.66	7.32	0.5	0.5	
2009/9/10	7.25	7.32	5.00	n.d.	0.48	6.55	1.33	2.91	0.41	n.d.	6.00	27.33	0.13	0.67	0.66	7.37	0.3	0.4	
2009/9/25	7.23	7.70	5.28	n.d.	0.49	7.09	1.44	3.04	0.37	n.d.	6.49	29.52	0.81	0.71	0.71	7.91	0.2	1.3	
2009/10/9	7.38	6.03	4.36	n.d.	0.45	5.21	1.09	2.77	0.19	n.d.	4.49	22.98	1.16	0.55	0.55	6.10	-0.1	0.6	
2009/10/23	7.23	6.44	4.68	n.d.	0.41	5.62	1.14	2.96	0.22	n.d.	6.23	22.57	0.82	0.59	0.59	6.61	0.1	1.3	
2009/11/6	7.24	6.45	4.67	n.d.	0.40	5.53	1.13	2.92	0.26	n.d.	6.60	22.02	0.65	0.58	0.58	6.59	-0.2	1.1	
2009/11/24	7.16	5.72	4.25	n.d.	0.37	4.84	1.00	2.90	0.22	n.d.	5.30	19.95	0.06	0.52	0.52	5.86	-0.4	1.2	
2009/12/8	7.26	6.02	4.42	n.d.	0.36	5.12	1.05	3.12	0.25	n.d.	6.53	19.58	0.04	0.54	0.55	6.23	-0.5	1.7	
2009/12/22	7.27	5.86	4.21	n.d.	0.34	4.80	0.99	2.95	0.28	n.d.	6.23	18.73	0.02	0.51	0.52	5.91	-1.1	0.4	
2010/1/6	7.27	5.99	4.28	n.d.	0.32	4.99	1.02	2.94	0.21	n.d.	6.57	18.30	0.01	0.53	0.52	6.01	0.5	0.2	
2010/1/20	7.25	6.08	4.35	n.d.	0.34	5.28	1.07	2.91	0.26	n.d.	6.87	19.22	0.17	0.55	0.54	6.25	0.5	1.4	
2010/2/4	7.35	5.76	4.12	n.d.	0.33	5.03	1.03	2.98	0.38	n.d.	6.30	18.18	0.18	0.52	0.52	5.96	0.4	1.7	
2010/2/18	7.34	5.95	4.20	n.d.	0.34	5.24	1.07	3.05	0.35	n.d.	6.54	19.70	0.42	0.54	0.55	6.23	-0.9	2.3	
2010/3/5	7.39	5.64	4.05	n.d.	0.37	5.01	1.01	2.86	0.27	n.d.	4.92	19.86	0.05	0.52	0.51	5.80	0.6	1.4	
2010/3/19	7.32	5.45	3.99	n.d.	0.35	4.64	0.95	2.99	0.22	n.d.	4.94	18.30	0.09	0.49	0.49	5.56	0.1	1.0	
2010/4/6	7.39	5.36	4.05	n.d.	0.41	4.31	0.95	3.03	0.22	n.d.	4.59	17.89	0.00	0.48	0.48	5.41	0.2	0.4	
2010/4/30	7.36	4.96	3.90	0.01	0.40	4.22	0.90	3.10	0.18	n.d.	4.26	18.06	0.12	0.46	0.47	5.29	-1.1	3.2	
2010/5/20	7.43	5.84	4.34	n.d.	0.43	5.43	1.13	2.49	0.39	n.d.	4.70	23.85	0.52	0.56	0.57	6.23	-0.2	3.3	
2010/6/4	7.56	6.42	4.61	n.d.	0.45	5.80	1.20	3.10	0.28	n.d.	5.56	24.34	0.05	0.60	0.61	6.74	-0.6	2.4	
2010/6/24	7.38	6.06	4.33	n.d.	0.46	5.19	1.08	2.79	0.22	n.d.	4.34	22.53	0.92	0.55	0.54	6.04	0.6	-0.2	
2010/7/16	7.56	8.01	4.59	n.d.	0.82	11.40	1.53	2.72	0.45	n.d.	8.40	34.22	1.78	0.92	0.82	9.74	5.5	9.8	
2010/8/5	7.45	6.66	4.69	n.d.	0.52	5.84	1.22	2.76	0.34	n.d.	4.51	26.35	0.24	0.61	0.61	6.69	0.0	0.2	
2010/8/24	7.55	6.68	4.93	n.d.	0.50	6.32	1.29	3.00	0.40	n.d.	5.55	27.45	0.77	0.65	0.66	7.23	-0.6	3.9	
2010/9/9	7.57	6.30	4.92	n.d.	0.53	6.64	1.35	2.64	0.45	n.d.	5.44	29.40	0.37	0.67	0.68	7.40	-0.5	8.0	
2010/10/5	7.39	5.83	4.30	0.01	0.45	4.97	1.03	2.56	0.21	n.d.	4.12	19.40	0.60	0.53	0.48	5.63	5.2	-1.7	
2010/10/22	7.71	7.11	5.08	n.d.	0.48	6.61	1.34	3.16	0.21	n.d.	5.72	27.61	0.41	0.67	0.66	7.42	0.7	2.1	
2010/11/16	7.62	5.66	4.69	n.d.	0.56	5.22	1.06	3.05	0.28	n.d.	6.33	21.15	1.00	0.57	0.57	6.43	-0.2	6.4	
2010/12/7	7.91	6.17	4.28	n.d.	0.35	5.03	1.02	2.70	0.31	n.d.	5.95	20.19	0.05	0.53	0.54	6.02	-0.6	-1.3	
2011/1/5	7.49	5.26	4.31	n.d.	0.33	5.04	1.03	3.08	0.20	n.d.	6.93	18.36	0.31	0.53	0.54	6.13	-0.3	7.6	
2011/1/24	7.64	5.31	4.31	0.02	0.32	5.08	1.03	2.90	0.16	n.d.	6.80	18.85	0.00	0.54	0.53	6.12	0.1	7.1	
2011/2/15	7.55	5.64	4.32	n.d.	0.32	5.13	1.04	3.39	0.68	n.d.	6.62	17.69	0.99	0.54	0.53	6.18	0.3	4.6	
2011/3/15	7.62	6.43	4.34	n.d.	0.33	5.38	1.10	2.88	0.19	n.d.	6.64	21.17	0.02	0.56	0.57	6.38	-1.1	-0.4	
2011/3/28	7.49	6.19	4.30	n.d.	0.32	5.25	1.07	2.96	0.21	n.d.	6.75	19.60	0.11	0.55	0.55	6.24	-0.3	0.4	
2011/4/20	7.49	5.84	4.51	n.d.	0.36	5.82	1.21	2.84	n.d.	n.d.	6.58	23.22	0.00	0.59	0.60	6.71	-0.2	6.9	
2011/5/10	7.64	5.69	4.73	n.d.	0.42	6.28	1.30	3.11	0.19	n.d.	7.03	23.85	0.00	0.64	0.63	7.14	0.7	11.3	
2011/6/2	7.65	5.36	3.98	n.d.	0.40	4.89	1.02	2.98	0.15	n.d.	4.50	20.68	0.08	0.51	0.52	5.76	-0.7	3.6	
2011/6/18	7.46	4.70	3.78	n.d.	0.41	3.87	0.83	3.04	n.d.	n.d.	3.46	17.57	1.13	0.44	0.45	4.93	-1.0	2.4	
2011/6/30	7.52	5.44	4.23	0.02	0.46	4.72	1.01	3.02	n.d.	n.d.	4.00	21.41	1.10	0.51	0.52	5.73	-0.4	2.6	
2011/7/13	7.67	5.83	4.64	n.d.	0.48	5.83	1.21	2.90	0.26	n.d.	4.96	25.62	0.43	0.60	0.61	6.71	-0.4	7.0	
2011/8/5	7.68	6.90	4.77	n.d.	0.51	6.14	1.27	2.92	0.30	n.d.	5.07	27.45	0.01	0.63	0.64	7.02	-0.9	0.9	
2011/8/25	7.63	6.89	4.99	n.d.	0.51	6.57	1.34	2.97	0.37	n.d.	5.56	28.67	0.56	0.67	0.68	7.42	-0.6	3.7	
2011/9/22	7.52	4.78	4.16	n.d.	0.45	3.61	0.78	2.80	0.08	n.d.	3.31	18.18	0.09	0.44	0.45	4.89	-1.1	1.2	
2011/10/5	7.57	6.28	4.53	n.d.	0.44	5.26	1.08	3.14	0.29	n.d.	5.48	23.24	0.36	0.56	0.59	6.42	-2.5	1.1	
2011/10/28	7.60	5.47	4.41	n.d.	0.40	4.57	0.99	2.81	0.16	n.d.	4.68	20.86	0.00	0.51	0.52	5.75	-1.0	2.5	
2011/11/14	7.59	5.78	4.83	n.d.	0.40	5.13	1.11	2.95	0.40	n.d.	5.90	21.47	0.00	0.57	0.56	6.36	0.3	4.8	
2011/12/9	7.58	5.24	4.38	n.d.	0.37	4.54	0.98	2.91	0.21	n.d.	5.34	19.40	0.23	0.51	0.51	5.76	-0.7	4.7	
2011/12/27	7.55	5.67	4.31	n.d.	0.35	4.38	0.95	2.94	0.19	n.d.	6.24	17.63	0.33	0.49	0.50	5.70	-1.2	0.3	
2012/1/12	7.49	6.02	4.36	0.01	0.32	4.57	0.99	2.94	0.20	n.d.	6.54	18.24	0.04	0.51	0.52	5.88	-1.2	-1.1	
2012/2/9	7.45	5.33	4.04	0.01	n.d.	4.25	0.93	2.76	0.28	n.d.	5.77	17.45	0.82	0.46	0.49	5.41	-2.5	0.8	
2012/2/24	7.47	4.71	3.52	n.d.	0.29	3.63	0.80	2.70	0.20	n.d.	4.66	15.05	0.06	0.41	0.42	4.73	-1.9	0.2	
2012/3/20	7.46	5.32	3.95	n.d.	0.37	4.07	0.92	2.77	0.17	n.d.	5.02	18.10	0.00	0.46	0.48	5.31	-2.4	-0.1	
2012/4/10	7.48	5.31	4.20	n.d.	0.38	4.53	1.02	2.86	0.13	n.d.	5.28	20.07	0.02	0.50	0.52	5.75	-2.0	4.0	
2012/5/11	7.52	5.61	4.56	n.d.	0.75	4.74	1.04	3.09	0.17	n.d.	5.01	21.66	0.26	0.54	0.55	6.10	-0.9	4.2	
2012/6/1	7.61	6.22	4.75	n.d.	0.41	5.64	1.23	2.68	0.34	n.d.	5.93	25.07	0.00	0.60	0.62	6.76	-1.3	4.1	
2012/6/13	7.56	6.84	4.80	n.d.	0.48	5.70	1.24												

Appendix 6e. 四万十川上流域の採水地点 N2 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N2 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2012/8/23	7.56	6.26	4.64	n.d.	0.51	5.66	1.25	2.15	0.73	n.d.	3.84	28.30	0.00	0.60	0.62	6.59	-1.3	2.5	
2012/9/12	7.55	6.01	4.57	n.d.	0.51	5.04	1.14	2.46	0.28	n.d.	3.90	25.62	0.61	0.56	0.58	6.17	-1.6	1.3	
2012/10/9	7.60	5.95	4.65	n.d.	0.44	4.98	1.10	2.73	0.37	n.d.	4.65	23.85	0.56	0.55	0.57	6.20	-1.6	2.1	
2012/10/29	7.56	5.83	4.47	n.d.	0.37	5.28	1.00	2.66	0.48	n.d.	5.66	22.77	0.00	0.55	0.57	6.28	-2.2	3.7	
2012/11/12	7.67	5.52	4.47	n.d.	0.35	5.20	0.98	2.81	0.62	n.d.	6.06	21.35	0.00	0.54	0.57	6.26	-1.9	6.3	
2012/12/7	7.52	5.39	4.19	n.d.	0.33	4.69	0.90	2.86	0.60	n.d.	6.51	17.89	0.04	0.50	0.52	5.84	-2.0	4.0	
2012/12/26	7.41	4.92	4.03	n.d.	0.30	4.61	0.88	2.84	0.51	n.d.	6.33	17.45	0.34	0.49	0.51	5.69	-2.1	7.2	
2013/1/18	7.54	5.07	3.84	n.d.	0.30	4.46	0.87	2.74	0.45	n.d.	5.62	16.96	0.00	0.47	0.48	5.41	-1.1	3.2	
2013/2/8	7.38	4.67	3.74	n.d.	0.32	4.34	0.87	2.73	0.40	n.d.	5.23	16.96	0.09	0.46	0.47	5.29	-1.1	6.2	
2013/2/25	7.68	4.77	3.80	n.d.	0.33	4.40	0.89	2.72	0.25	n.d.	5.26	16.88	0.26	0.47	0.47	5.31	0.0	5.3	
2013/3/15	7.67	5.30	4.06	n.d.	0.35	4.87	0.97	2.75	0.37	n.d.	5.96	18.71	0.07	0.51	0.51	5.81	-0.5	4.6	
2013/4/5	7.43	6.08	4.23	n.d.	0.37	5.30	1.06	2.71	0.40	n.d.	5.94	20.80	0.00	0.55	0.55	6.17	-0.2	0.7	
2013/4/25	7.20	4.56	3.71	0.01	0.40	4.34	0.89	2.76	0.51	n.d.	4.49	17.14	0.11	0.46	0.46	5.22	0.2	6.7	
2013/6/5	7.30	6.59	4.88	n.d.	0.42	6.63	1.31	2.57	0.44	n.d.	5.78	26.90	0.00	0.66	0.64	7.21	1.6	4.5	
2013/6/27	7.55	4.26	3.73	n.d.	0.43	3.97	0.82	2.68	0.20	n.d.	3.45	16.47	0.00	0.44	0.42	4.81	2.1	6.1	
2013/7/17	7.52	6.73	4.66	n.d.	0.45	6.02	1.19	2.66	0.41	n.d.	5.18	25.25	0.74	0.61	0.60	6.74	0.8	0.1	
2013/8/9	7.56	7.06	5.09	n.d.	0.47	6.58	1.30	2.76	0.60	n.d.	6.27	26.78	0.36	0.67	0.66	7.38	0.9	2.2	
2013/8/27	7.57	7.00	5.28	n.d.	0.48	6.98	1.37	2.74	0.76	n.d.	6.36	28.18	0.07	0.70	0.68	7.71	1.4	4.8	
2013/9/6	7.51	5.22	4.10	n.d.	0.43	4.17	0.86	2.83	0.25	n.d.	4.24	18.06	0.73	0.47	0.47	5.25	0.0	0.3	
2013/9/17	7.72	5.88	4.58	0.01	0.41	5.53	1.10	2.74	0.28	n.d.	5.75	22.81	0.00	0.58	0.58	6.45	0.1	4.6	
2013/10/10	7.44	4.97	4.11	n.d.	0.44	4.25	0.88	2.76	0.17	n.d.	3.28	19.03	0.63	0.47	0.46	5.17	1.5	2.0	
2013/10/22	7.44	5.99	4.67	n.d.	0.44	5.65	1.12	2.79	0.25	n.d.	5.12	23.36	0.00	0.59	0.57	6.45	1.4	3.7	
2013/10/30	7.54	5.18	4.28	n.d.	0.42	4.40	0.89	2.91	0.14	n.d.	4.38	18.50	0.17	0.49	0.48	5.43	1.2	2.4	
2013/11/18	7.62	5.61	4.44	n.d.	0.39	4.99	1.00	2.62	0.30	n.d.	5.30	19.95	0.02	0.53	0.52	5.89	1.7	2.5	
2013/12/13	7.54	5.57	4.18	n.d.	0.37	4.72	0.94	2.67	0.31	n.d.	5.36	17.69	0.18	0.50	0.48	5.59	2.3	0.2	
2014/1/7	7.59	5.71	4.17	n.d.	0.35	4.90	0.98	3.06	0.20	n.d.	4.48	18.38	0.45	0.52	0.48	5.63	3.2	-0.7	
2014/1/27	7.73	5.56	4.35	n.d.	0.36	5.14	1.04	3.13	0.19	n.d.	4.84	18.91	0.30	0.54	0.50	5.88	3.7	2.8	
2014/2/20	7.62	5.08	4.05	n.d.	0.37	4.84	0.98	3.01	0.31	n.d.	4.05	17.89	0.63	0.51	0.47	5.48	4.2	3.8	
2014/3/14	7.58	4.38	3.57	n.d.	0.34	3.89	0.80	2.76	0.35	n.d.	4.73	15.19	0.30	0.42	0.43	4.88	-0.8	5.4	
2014/4/3	7.58	5.33	3.97	n.d.	0.35	4.69	0.94	2.75	0.26	n.d.	5.25	18.91	0.24	0.49	0.50	5.61	-0.8	2.6	
2014/4/23	7.40	5.40	4.25	n.d.	0.39	5.32	1.07	2.66	0.23	n.d.	5.62	21.55	0.44	0.55	0.55	6.16	0.0	6.6	
2014/5/9	7.32	5.43	4.54	n.d.	0.41	5.73	1.15	2.55	0.20	n.d.	6.04	23.18	0.09	0.59	0.58	6.54	0.7	9.3	
2014/5/27	7.30	5.79	4.30	n.d.	0.37	5.47	1.09	2.46	0.34	n.d.	5.28	23.59	0.05	0.56	0.57	6.28	-1.1	4.0	
2014/6/17	7.13	5.16	4.46	n.d.	0.41	5.69	1.13	2.69	0.20	n.d.	5.30	25.07	0.06	0.58	0.60	6.55	-1.6	11.9	
2014/7/9	7.04	5.43	4.28	n.d.	0.45	4.99	1.02	2.79	0.20	n.d.	4.18	21.35	0.01	0.53	0.52	5.82	1.1	3.5	
2014/7/24	7.23	6.12	4.87	n.d.	0.46	6.13	1.22	2.81	0.44	n.d.	5.29	25.01	0.08	0.63	0.61	6.86	1.9	5.7	
2014/8/12	7.32	5.17	4.32	n.d.	0.49	3.99	0.81	2.51	0.10	n.d.	3.44	18.91	0.41	0.47	0.45	5.08	1.4	-0.9	
2014/8/27	7.11	5.69	4.66	n.d.	0.51	5.30	1.07	2.51	0.14	n.d.	3.76	23.99	0.00	0.57	0.54	6.09	2.2	3.4	
2014/9/18	7.17	6.45	4.78	n.d.	0.49	5.88	1.18	2.53	0.26	n.d.	4.38	26.57	0.20	0.61	0.60	6.64	0.7	1.4	
2014/10/9	7.15	6.18	4.81	n.d.	0.49	6.00	1.20	2.42	0.33	n.d.	4.58	26.84	0.31	0.62	0.61	6.73	0.9	4.3	
2014/10/30	7.39	5.81	4.50	n.d.	0.42	5.10	1.02	2.43	0.24	n.d.	4.92	22.02	0.00	0.54	0.54	6.00	0.8	1.6	
2014/11/20	7.48	5.59	4.43	n.d.	0.38	4.83	0.97	2.42	0.41	n.d.	5.41	18.91	0.00	0.52	0.50	5.75	2.5	1.4	
2014/12/2	7.53	5.71	4.68	n.d.	0.40	5.28	1.06	2.74	0.59	n.d.	5.86	19.93	0.10	0.56	0.54	6.22	2.6	4.2	
2014/12/22	7.67	5.69	3.97	n.d.	0.36	4.47	0.90	2.69	0.51	n.d.	5.40	17.28	0.03	0.48	0.48	5.45	0.0	-2.1	
2015/1/15	7.45	4.94	3.96	n.d.	0.36	4.67	0.96	3.11	0.99	n.d.	4.31	17.14	0.48	0.49	0.47	5.49	2.0	5.3	
2015/2/6	7.55	5.23	4.01	n.d.	0.34	4.61	0.94	2.63	0.19	n.d.	5.50	18.24	0.03	0.49	0.49	5.55	0.0	3.0	
2015/2/27	7.26	5.77	4.12	n.d.	0.34	5.02	1.02	2.80	0.50	n.d.	5.30	19.11	0.33	0.52	0.51	5.84	1.1	0.6	
2015/3/20	7.37	4.92	3.74	n.d.	0.40	3.89	0.81	2.57	0.22	n.d.	3.93	17.08	0.09	0.43	0.44	4.88	-0.5	-0.4	
2015/4/8	7.40	5.21	3.99	n.d.	0.38	4.68	0.95	2.52	0.31	n.d.	4.71	19.22	0.37	0.50	0.49	5.51	0.6	2.8	
2015/4/30	7.18	6.21	4.34	n.d.	0.41	5.68	1.15	2.56	0.28	n.d.	4.94	23.85	0.25	0.58	0.57	6.36	0.6	1.2	
2015/5/20	7.24	5.84	4.16	n.d.	0.41	5.23	1.06	2.44	0.36	n.d.	4.57	22.45	0.25	0.54	0.54	5.97	0.2	1.1	
2015/6/8	7.09	5.92	4.21	n.d.	0.43	5.45	1.11	2.39	0.28	n.d.	4.36	23.22	0.33	0.56	0.54	6.07	1.2	1.3	
2015/7/2	7.15	4.82	3.68	n.d.	0.44	3.88	0.80	2.48	0.13	n.d.	3.08	17.93	0.28	0.43	0.43	4.76	0.1	-0.6	
2015/7/24	7.10	5.40	4.02	n.d.	0.47	4.57	0.94	2.44	0.14	n.d.	3.35	20.74	0.10	0.49	0.48	5.35	1.2	-0.5	
2015/8/11	7.16	6.74	4.80	n.d.	0.50	6.31	1.26	2.43	0.27	n.d.	4.77	27.45	0.05	0.64	0.62	6.92	1.4	1.3	
2015/8/26	7.16	5.49	4.03	n.d.	0.47	4.62	0.94	2.45	0.23	n.d.	3.31	20.74	0.68	0.50	0.48	5.37	1.4	-1.1	
2015/9/25	7.05	5.09	3.98	n.d.	0.46	4.15	0.85	2.49	0.09	n.d.	2.84	19.68	0.76	0.46	0.45	5.01	1.0	-0.7	
2015/10/15	7.31	6.00	4.43	n.d.	0.41	5.25	1.05	2.50	0.18	n.d.	4.75	22.57	0.00	0.55	0.54	6.06	0.8	0.5	
2015/11/4	7.33	5.98	4.46	n.d.	0.38	5.23	1.04	2.52	0.30	n.d.	5.44	21.35	0.04	0.55	0.54	6.09	1.0	0.9	
2015/11/18	7.08	5.96	4.34	n.d.	0.46	5.71	1.16	2.40	0.38	n.d.	3.82	25.01	0.27	0.58	0.56	6.26	1.6	2.4	
2015/12/8	7.40	5.44	4.10	n.d.	0.38	4.75	0.96	2.46	0.23	n.d.	4.88	19.15	0.28	0.50	0.49	5.56	1.5	1.1	
2015/12/24	7.39	5.57	4.14	n.d.	0.39	4.85	0.98	2.50	0.20	n.d.	4.56	19.93	0.02	0.51	0.50	5.62	1.7	0.5	

* 分析値の品質管理: R1 はイオンバランス、R2 は電気伝導率比較が EANET (2010a) の推奨する許容範囲から外れていることを示す。Data quality control abbreviations: R1 and R2 indicate an analytical value that is outside the allowable range for respective R1 (ion balance) and R2 (comparison of electric conductivity) recommendations (EANET 2010a).

表中の n.d. は検出限界以下、n/a は欠測値を示す。Table abbreviations: n.d. indicates that it is below the detection limit; n/a indicates a missing value.

Appendix 7a. 四万十川上流域の採水地点 N3 における溪流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N3 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2000/3/24	7.46	5.97	3.51	n.d.	0.58	5.72	0.99	3.26	1.57	n.d.	5.87	16.57	1.57	0.53	0.51	6.08	2.3	0.9	
2000/4/17	7.62	7.35	4.47	n.d.	0.64	7.44	1.29	3.27	1.07	n.d.	8.38	22.15	0.15	0.69	0.65	7.71	3.1	2.4	
2000/4/27	7.62	7.17	4.42	n.d.	0.68	7.64	1.33	3.24	1.72	n.d.	7.24	21.92	0.08	0.70	0.63	7.64	5.4	3.2	
2000/5/15	7.66	8.37	4.83	n.d.	0.74	8.69	1.47	3.19	1.53	n.d.	9.22	27.59	0.24	0.78	0.76	8.83	1.6	2.6	
2000/5/29	7.61	7.58	4.41	n.d.	0.74	7.79	1.32	3.15	2.42	0.12	7.33	24.56	0.14	0.71	0.69	8.00	1.5	2.7	
2000/6/12	7.63	6.63	4.00	n.d.	0.60	6.65	1.15	3.13	1.14	n.d.	5.93	23.06	0.10	0.62	0.61	6.94	0.6	2.3	
2000/6/26	7.61	7.40	4.56	n.d.	0.67	7.57	1.33	3.20	1.23	n.d.	7.03	25.52	1.35	0.70	0.67	7.81	2.0	2.7	
2000/7/10	7.59	7.05	4.47	n.d.	0.67	7.22	1.26	3.25	1.08	n.d.	6.54	24.57	1.14	0.68	0.65	7.50	2.1	3.1	
2000/7/25	7.53	8.24	4.78	n.d.	0.80	8.70	1.51	3.10	2.78	n.d.	7.60	27.10	0.47	0.79	0.73	8.67	3.5	2.5	
2000/8/7	7.66	6.53	4.57	n.d.	0.83	6.27	1.11	3.50	0.98	n.d.	5.78	21.64	0.73	0.62	0.59	6.90	2.8	2.8	
2000/8/22	7.65	8.10	4.99	n.d.	0.91	8.47	1.46	3.30	1.88	n.d.	7.74	26.99	1.51	0.78	0.73	8.60	3.8	3.0	
2000/9/4	7.67	8.43	5.01	n.d.	0.80	9.01	1.55	3.33	3.02	n.d.	8.02	28.03	1.36	0.82	0.77	9.04	3.0	3.5	
2000/9/18	7.59	5.77	4.26	n.d.	0.59	5.49	1.00	3.32	0.70	n.d.	4.73	18.61	1.07	0.56	0.51	6.05	4.6	2.4	
2000/10/3	7.68	6.52	4.38	n.d.	0.65	6.29	1.12	2.77	1.24	n.d.	5.74	22.91	1.12	0.61	0.59	6.80	1.7	2.1	
2000/10/18	7.70	7.38	4.72	n.d.	0.73	7.02	1.23	3.05	1.22	n.d.	7.18	24.95	1.20	0.68	0.66	7.60	0.9	1.5	
2000/11/6	7.64	6.46	4.41	0.00	0.68	6.24	1.13	3.03	0.88	0.25	5.74	22.46	1.13	0.61	0.60	6.86	1.5	3.0	
2000/11/21	7.66	7.25	4.54	n.d.	0.71	7.29	1.28	3.01	1.63	n.d.	7.01	22.70	1.26	0.68	0.63	7.50	4.2	1.7	
2000/12/5	7.53	7.67	4.59	n.d.	0.71	7.67	1.33	3.10	1.47	n.d.	8.09	23.68	1.34	0.71	0.67	7.91	3.1	1.5	
2000/12/18	7.55	7.98	4.64	n.d.	0.74	8.16	1.42	3.17	1.71	n.d.	8.63	23.51	1.55	0.74	0.68	8.22	4.4	1.5	
2001/1/9	7.57	8.05	4.63	n.d.	0.67	8.34	1.44	3.30	1.91	n.d.	9.37	22.98	1.37	0.75	0.70	8.41	4.0	2.2	
2001/1/23	7.54	7.21	4.27	0.01	0.52	7.29	1.28	3.29	2.06	n.d.	8.16	20.01	1.08	0.67	0.62	7.52	3.4	2.1	
2001/2/6	7.58	6.77	4.26	n.d.	0.49	6.99	1.20	3.10	1.18	n.d.	7.50	20.28	1.26	0.65	0.60	7.15	4.1	2.8	
2001/2/20	7.60	7.34	4.40	0.01	0.46	7.49	1.30	3.15	1.10	n.d.	8.45	21.27	0.97	0.68	0.63	7.60	4.0	1.8	
2001/3/6	7.56	6.85	4.07	n.d.	0.55	6.81	1.21	3.28	1.36	n.d.	7.30	21.15	0.76	0.63	0.61	7.16	1.4	2.2	
2001/3/21	7.66	7.44	4.38	n.d.	0.58	7.45	1.30	3.29	1.21	n.d.	8.17	23.39	1.59	0.68	0.67	7.76	1.3	2.1	
2001/4/10	7.66	8.13	4.76	n.d.	0.68	8.15	1.40	3.17	1.35	n.d.	9.21	25.23	1.36	0.75	0.72	8.41	2.1	1.7	
2001/4/23	7.59	8.26	4.76	n.d.	0.68	8.47	1.49	3.26	1.74	n.d.	9.13	26.62	1.06	0.77	0.75	8.70	1.5	2.6	
2001/5/8	7.61	6.06	3.78	n.d.	0.63	5.85	1.05	3.31	0.82	n.d.	5.29	20.14	1.27	0.56	0.55	6.30	1.1	1.9	
2001/5/22	7.66	7.77	4.49	n.d.	0.64	7.97	1.36	3.07	1.64	n.d.	7.29	27.10	1.43	0.72	0.71	8.10	0.9	2.1	
2001/6/5	7.67	8.19	4.74	n.d.	0.66	8.75	1.49	3.07	1.42	n.d.	8.14	28.16	0.91	0.78	0.74	8.64	2.8	2.7	
2001/6/20	7.65	6.51	3.96	n.d.	0.59	6.59	1.16	2.68	2.14	n.d.	5.46	21.58	0.75	0.61	0.58	6.74	2.8	1.8	
2001/7/3	7.63	7.69	4.74	n.d.	0.63	8.08	1.39	3.21	1.33	n.d.	7.37	28.25	0.00	0.74	0.73	8.29	0.8	3.8	
2001/7/24	7.69	8.05	4.79	n.d.	0.64	8.35	1.44	3.12	1.67	n.d.	7.59	28.78	0.91	0.76	0.74	8.50	1.0	2.7	
2001/8/7	7.67	8.87	5.14	n.d.	0.79	9.14	1.58	3.08	2.39	n.d.	8.48	30.38	0.94	0.83	0.80	9.24	1.9	2.1	
2001/8/19	7.67	9.38	5.43	n.d.	0.74	9.85	1.72	3.15	3.20	n.d.	9.34	33.18	0.88	0.89	0.88	10.02	0.5	3.3	
2001/8/21	7.54	5.89	3.40	n.d.	0.65	5.72	1.03	2.21	4.79	n.d.	4.26	17.47	2.36	0.53	0.51	6.02	1.9	1.1	
2001/9/4	7.72	8.05	4.53	n.d.	0.65	8.19	1.43	2.68	3.12	n.d.	7.15	27.94	0.94	0.74	0.73	8.33	0.5	1.7	
2001/9/26	7.68	7.36	4.62	n.d.	0.55	7.25	1.29	3.17	1.16	n.d.	7.24	24.60	0.95	0.68	0.66	7.64	1.6	1.9	
2001/10/10	7.71	6.55	4.06	n.d.	0.56	6.34	1.15	2.51	1.62	n.d.	5.41	24.23	1.25	0.60	0.61	6.77	-0.4	1.6	
2001/10/24	7.76	6.90	4.51	0.04	0.65	6.96	1.24	3.02	0.58	n.d.	6.10	25.47	1.31	0.66	0.64	7.32	2.0	3.0	
2001/11/7	7.68	6.96	4.17	0.07	0.59	6.62	1.19	2.86	0.66	n.d.	6.29	24.56	0.90	0.63	0.62	7.07	0.3	0.8	
2001/11/21	7.65	7.64	4.49	n.d.	0.60	7.40	1.34	3.02	0.95	n.d.	7.61	26.29	0.58	0.69	0.69	7.82	0.0	1.2	
2001/12/4	7.64	8.25	4.52	0.10	0.70	7.95	1.42	3.37	1.16	n.d.	8.61	27.72	1.08	0.73	0.75	8.46	-0.9	1.2	
2001/12/20	7.61	8.14	4.38	0.05	0.59	7.85	1.41	3.28	1.71	n.d.	9.00	26.58	1.18	0.72	0.74	8.38	-1.9	1.4	
2002/1/8	7.54	8.52	4.66	0.10	0.67	8.43	1.55	3.45	1.45	n.d.	10.25	27.69	1.29	0.77	0.79	9.00	-0.9	2.7	
2002/1/22	7.56	8.82	4.53	0.08	0.70	8.55	1.55	4.00	2.47	n.d.	9.57	24.76	1.54	0.77	0.76	8.91	1.0	0.5	
2002/2/7	7.56	8.50	4.43	n.d.	0.61	8.12	1.47	3.55	1.96	n.d.	9.57	24.43	1.32	0.73	0.73	8.50	0.2	0.0	
2002/2/19	7.62	8.86	4.74	0.05	0.64	9.00	1.63	3.74	2.14	n.d.	10.79	26.70	0.51	0.81	0.80	9.36	0.4	2.7	
2002/3/5	7.56	6.77	3.54	n.d.	0.72	6.48	1.15	2.70	1.95	n.d.	6.84	19.35	2.93	0.59	0.57	6.69	2.0	-0.6	
2002/3/19	7.70	8.74	4.88	n.d.	0.68	8.76	1.63	3.55	1.44	n.d.	10.17	24.82	0.33	0.80	0.74	8.94	3.8	1.1	
2002/4/9	7.70	7.50	4.02	0.07	0.65	7.03	1.29	3.45	1.14	n.d.	7.36	21.81	1.04	0.65	0.63	7.37	2.0	-0.9	
2002/4/23	7.68	7.41	3.86	n.d.	0.68	7.06	1.27	3.28	0.96	n.d.	6.80	21.98	1.05	0.64	0.61	7.17	2.6	-1.6	
2002/5/8	7.70	7.13	4.21	n.d.	0.68	6.82	1.23	3.65	0.44	n.d.	6.83	24.49	0.89	0.64	0.65	7.37	-0.9	1.7	
2002/5/28	7.78	7.86	4.50	n.d.	0.69	7.53	1.37	3.55	0.68	n.d.	7.75	27.52	0.57	0.70	0.72	8.09	-1.5	1.4	
2002/6/11	7.77	8.58	4.65	n.d.	0.89	8.55	1.53	3.31	3.64	n.d.	7.76	27.71	1.70	0.78	0.77	8.84	0.6	1.5	
2002/6/25	7.87	7.94	4.21	n.d.	0.73	7.75	1.39	2.75	2.52	n.d.	6.68	28.24	1.49	0.70	0.72	8.02	-1.2	0.5	
2002/7/9	7.63	5.26	3.05	n.d.	0.75	4.84	0.87	2.22	1.50	n.d.	3.73	17.95	2.95	0.46	0.46	5.20	0.7	-0.5	
2002/7/23	7.74	7.00	4.22	n.d.	0.71	6.52	1.17	3.64	0.55	n.d.	6.15	24.18	0.93	0.62	0.64	7.13	-1.0	1.0	
2002/8/6	7.74	7.80	4.54	n.d.	0.77	7.48	1.32	3.74	0.82	n.d.	6.81	28.15	2.19	0.70	0.72	8.02	-1.6	1.4	
2002/8/27	7.72	8.44	4.70	n.d.	0.80	8.41	1.49	3.45	1.06	n.d.	7.62	29.74	0.94	0.77	0.76	8.63	0.4	1.1	
2002/9/10	7.63	7.50	4.72	n.d.	0.72	7.29	1.30	3.74	0.72	n.d.	6.68	26.14	0.76	0.69	0.68	7.80	0.7	2.0	
2002/9/24	7.60	8.09	4.78	n.d.	0.74	8.18	1.47	3.63	1.01	n.d.	7.87	26.29	1.13	0.76	0.71	8.38	2.9	1.8	
2002/10/8	7.65	7.95	4.54	n.d.	0.69	7.87	1.36	3.44	1.31	n.d.	7.55	26.58	0.94	0.72	0.71	8.14	0.6	1.2	
2002/10/22	7.65	8.54	4.68	n.d.	0.70	8.43	1.47	3.41	1.77	n.d.	8.40	28.76	0.92	0.76	0.77	8.73	-0.5	1.1	
2002/11/5	7.56	8.53	4.56	n.d.	0.67	8.52	1.44	3.80	2.79	n.d.	8.78	25.34	0.87	0.76	0.75	8.73	0.6	1.2	
2002/11/19	7.51	8.79	4.87	n.d.	0.71	9.04	1.60	3.76	1.89	n.d.	9.48	27.60	0.34	0.81	0.79	9.20	1.7	2.3	
2002/12/3	7.37	9.21	4.71																

Appendix 7b. 四万十川上流域の採水地点 N3 における溪流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N3 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2003/2/4	7.53	7.52	4.22	n.d.	0.53	7.17	1.27	3.73	1.02	n.d.	8.11	21.82	0.39	0.66	0.65	7.57	0.9	0.3	
2003/2/18	7.55	7.81	4.33	n.d.	0.51	7.48	1.29	3.62	0.99	n.d.	8.19	22.77	0.53	0.68	0.66	7.75	1.4	-0.4	
2003/3/4	7.56	7.04	4.06	n.d.	0.51	6.82	1.19	3.88	1.10	n.d.	6.41	20.61	0.36	0.63	0.60	7.06	2.4	0.1	
2003/3/18	7.61	6.90	4.11	n.d.	0.54	6.65	1.18	3.98	0.75	n.d.	6.25	20.91	0.45	0.62	0.60	7.00	2.0	0.7	
2003/4/7	7.66	7.09	4.21	0.03	0.55	6.81	1.19	3.81	0.73	n.d.	6.58	21.75	0.46	0.64	0.61	7.17	2.0	0.5	
2003/4/21	7.68	7.78	4.58	n.d.	0.61	7.47	1.31	3.84	0.62	n.d.	7.24	25.02	0.56	0.70	0.68	7.83	1.2	0.3	
2003/5/8	7.66	7.33	4.39	n.d.	0.67	7.16	1.29	3.12	1.53	n.d.	6.29	24.40	1.40	0.67	0.64	7.45	2.2	0.8	
2003/5/22	7.65	7.12	4.45	n.d.	0.61	6.50	1.18	3.93	0.39	n.d.	6.16	23.66	0.44	0.63	0.63	7.18	-0.2	0.4	
2003/6/4	7.58	6.54	4.41	n.d.	0.62	5.69	1.09	3.98	0.15	n.d.	5.38	21.13	1.75	0.58	0.57	6.56	0.7	0.1	
2003/6/19	7.63	5.77	3.88	n.d.	0.56	4.99	0.91	3.39	0.30	n.d.	4.21	19.35	0.93	0.51	0.51	5.71	0.2	-0.6	
2003/7/3	7.59	6.87	4.24	n.d.	0.57	6.07	1.11	3.47	0.47	n.d.	5.36	15.07	2.69	0.59	0.46	6.11	12.3	-5.8	R1
2003/7/17	7.64	7.21	4.51	0.06	0.68	6.83	1.23	3.44	0.84	n.d.	5.92	25.58	0.00	0.66	0.65	7.39	0.4	1.2	
2003/8/1	7.67	7.92	4.69	0.03	0.72	7.57	1.34	3.21	1.54	n.d.	6.54	23.15	0.95	0.71	0.63	7.65	6.0	-1.7	
2003/8/14	7.49	4.57	3.02	0.02	0.67	3.96	0.76	1.65	1.35	n.d.	2.68	14.72	3.08	0.41	0.37	4.33	5.8	-2.7	
2003/9/4	7.57	8.18	5.04	0.03	0.80	7.88	1.42	3.53	1.57	n.d.	6.92	26.29	1.63	0.75	0.70	8.24	3.6	0.3	
2003/9/18	7.65	7.22	4.71	n.d.	0.71	6.80	1.24	3.43	1.02	n.d.	6.08	24.53	0.84	0.66	0.64	7.38	1.7	1.1	
2003/10/8	7.59	8.10	4.90	n.d.	0.69	7.80	1.40	3.38	1.76	n.d.	7.76	26.56	0.44	0.74	0.72	8.29	1.0	1.1	
2003/10/22	7.71	7.35	4.77	n.d.	0.63	7.08	1.27	3.39	0.99	n.d.	6.66	25.37	0.77	0.68	0.67	7.62	1.2	1.8	
2003/11/12	7.63	7.62	4.88	n.d.	0.70	7.71	1.38	3.24	1.50	n.d.	6.92	26.28	0.47	0.73	0.69	8.03	2.7	2.6	
2003/11/26	7.55	8.00	4.66	n.d.	0.64	7.50	1.34	3.29	1.83	n.d.	7.83	19.88	1.85	0.70	0.61	7.62	7.0	-2.4	
2003/12/10	7.55	7.20	4.36	0.02	0.49	6.48	1.06	3.33	0.76	n.d.	6.55	22.80	0.55	0.61	0.62	7.00	-0.2	-1.4	
2003/12/24	7.50	7.59	4.86	n.d.	0.57	7.43	1.34	3.52	1.18	n.d.	7.43	24.73	0.32	0.71	0.68	7.89	2.1	2.0	
2004/1/7	7.60	7.97	4.72	n.d.	0.52	7.52	1.36	3.47	1.29	n.d.	8.68	27.28	0.42	0.71	0.75	8.28	-2.8	1.9	
2004/1/21	7.56	8.39	4.77	n.d.	0.49	7.93	1.44	3.87	1.74	n.d.	9.11	27.07	0.39	0.73	0.77	8.64	-2.4	1.5	
2004/2/5	7.48	8.66	4.93	n.d.	0.51	8.63	1.52	3.96	1.90	n.d.	9.78	26.34	0.63	0.78	0.78	9.02	0.4	2.0	
2004/2/20	7.54	8.89	5.21	n.d.	0.55	8.93	1.64	3.85	1.85	n.d.	10.65	31.79	0.60	0.82	0.88	9.74	-3.5	4.6	
2004/3/4	7.57	8.33	4.57	n.d.	0.51	7.91	1.43	4.21	3.16	n.d.	8.87	26.64	0.75	0.72	0.79	8.76	-4.4	2.5	
2004/3/24	7.59	8.16	4.55	n.d.	0.58	7.81	1.40	3.98	3.13	n.d.	8.40	25.41	1.04	0.72	0.75	8.50	-2.5	2.0	
2004/4/6	7.65	7.51	4.35	n.d.	0.51	6.97	1.25	3.64	1.30	n.d.	7.77	25.74	0.80	0.65	0.71	7.77	-4.0	1.7	
2004/4/21	7.61	7.18	4.18	n.d.	0.58	6.60	1.18	3.58	1.44	n.d.	6.52	28.20	1.07	0.62	0.72	7.58	-7.4	2.7	
2004/5/14	7.55	5.61	3.67	n.d.	0.46	4.20	0.81	3.63	0.50	n.d.	4.51	21.29	1.06	0.45	0.55	5.63	-10.5	0.2	R1
2004/5/31	7.63	7.53	4.69	n.d.	0.62	6.74	1.26	3.70	0.88	n.d.	7.06	29.62	0.98	0.66	0.75	7.92	-6.5	2.6	
2004/6/11	7.65	7.19	4.36	n.d.	0.67	6.93	1.27	2.81	2.46	n.d.	6.08	27.19	2.87	0.66	0.69	7.57	-2.5	2.6	
2004/6/28	7.64	7.17	4.57	n.d.	0.75	6.23	1.21	3.66	0.66	n.d.	6.24	30.24	0.87	0.63	0.74	7.62	-8.2	3.0	R1
2004/7/12	7.65	7.76	4.85	n.d.	0.73	7.09	1.31	3.45	1.36	n.d.	6.96	31.86	0.79	0.69	0.79	8.26	-6.4	3.1	
2004/7/26	7.51	8.60	5.21	n.d.	0.80	8.27	1.51	3.52	2.20	n.d.	8.17	33.29	1.13	0.78	0.85	9.21	-4.0	3.4	
2004/8/9	7.66	6.48	4.31	n.d.	0.56	5.42	1.05	3.31	0.66	n.d.	5.29	29.95	0.61	0.56	0.70	6.97	-11.6	3.6	R1
2004/8/27	7.68	6.78	4.86	n.d.	0.66	6.44	1.20	3.31	0.56	n.d.	5.32	10.77	0.23	0.65	0.39	6.07	24.9	-5.6	R1
2004/9/13	7.52	5.06	4.35	n.d.	0.50	3.73	0.82	3.81	0.21	n.d.	2.98	21.43	0.72	0.46	0.52	5.41	-7.0	3.4	
2004/9/27	7.58	7.18	5.08	n.d.	0.72	6.83	1.31	3.69	0.80	n.d.	5.62	31.08	0.77	0.69	0.74	7.93	-3.8	5.0	
2004/10/12	7.65	7.07	4.82	n.d.	0.63	6.10	1.22	3.57	0.82	n.d.	5.67	30.95	0.76	0.63	0.74	7.58	-7.9	3.5	
2004/10/25	7.57	6.27	4.57	n.d.	0.61	5.12	1.06	3.66	0.35	n.d.	5.01	27.70	0.78	0.56	0.67	6.78	-9.0	3.9	R1
2004/11/8	7.64	6.86	4.82	n.d.	0.63	6.51	1.21	3.56	0.61	n.d.	5.98	30.38	0.73	0.65	0.73	7.68	-6.0	5.7	
2004/11/22	7.55	6.82	4.71	n.d.	0.57	6.58	1.23	3.46	0.64	n.d.	5.89	29.07	0.69	0.65	0.71	7.55	-4.3	5.1	
2004/12/6	7.50	6.02	4.31	n.d.	0.53	5.14	0.98	3.37	0.33	n.d.	4.59	26.60	0.51	0.54	0.63	6.46	-8.0	3.5	
2004/12/21	7.55	7.41	4.64	n.d.	0.56	6.89	1.26	3.48	0.71	n.d.	6.86	28.87	0.48	0.66	0.73	7.79	-4.4	2.5	
2005/1/7	7.47	7.53	4.66	n.d.	0.54	6.95	1.27	3.46	1.02	n.d.	7.57	24.68	0.33	0.67	0.68	7.66	-0.6	0.9	
2005/1/21	7.61	7.86	4.68	0.13	0.53	7.34	1.35	3.57	1.15	n.d.	8.45	23.62	1.21	0.70	0.68	7.98	1.5	0.8	
2005/2/7	7.44	7.89	4.43	n.d.	0.46	6.51	1.20	4.43	1.77	n.d.	7.81	22.50	0.73	0.63	0.68	7.61	-4.3	-1.8	
2005/2/18	7.70	6.91	4.18	n.d.	0.50	6.31	1.14	3.42	1.19	n.d.	6.36	24.20	0.81	0.60	0.64	7.07	-3.4	1.2	
2005/3/7	7.64	7.25	4.57	n.d.	0.48	6.92	1.24	3.53	0.63	n.d.	7.38	25.46	0.91	0.66	0.68	7.60	-1.7	2.4	
2005/3/23	7.54	7.25	3.64	n.d.	0.48	5.03	0.92	3.15	0.71	n.d.	4.69	22.88	1.09	0.50	0.57	5.99	-7.0	-9.5	
2005/4/6	7.52	7.04	4.54	n.d.	0.53	6.40	1.18	3.52	0.46	n.d.	6.83	28.98	0.80	0.63	0.72	7.57	-7.1	3.6	
2005/4/26	7.65	7.77	4.91	n.d.	0.63	7.67	1.39	3.44	0.94	n.d.	7.76	33.89	0.69	0.73	0.83	8.69	-6.6	5.6	
2005/5/10	7.64	7.03	4.45	n.d.	0.58	5.93	1.12	3.28	0.53	n.d.	6.13	31.06	0.91	0.60	0.74	7.38	-10.6	2.4	R1
2005/5/24	7.69	7.98	4.91	n.d.	0.68	7.54	1.40	3.33	0.98	n.d.	7.63	34.43	1.29	0.72	0.83	8.66	-7.1	4.1	
2005/6/6	7.67	8.48	5.13	n.d.	0.74	8.20	1.51	3.26	1.38	n.d.	8.32	36.21	0.52	0.78	0.88	9.24	-6.4	4.3	
2005/6/21	7.67	9.02	5.23	0.03	0.82	9.00	1.63	3.12	2.24	n.d.	8.70	38.62	0.77	0.83	0.94	9.89	-5.9	4.6	
2005/7/5	7.59	6.73	4.07	n.d.	0.70	5.88	1.06	2.69	2.33	n.d.	5.42	27.06	1.53	0.58	0.67	6.95	-7.6	1.6	
2005/7/19	7.68	7.53	4.72	0.02	0.75	6.91	1.26	3.32	1.02	n.d.	6.82	31.38	1.11	0.67	0.77	8.04	-6.4	3.3	
2005/8/9	7.69	8.78	5.25	n.d.	0.83	8.58	1.53	3.26	1.90	n.d.	8.50	37.36	1.17	0.80	0.91	9.58	-6.3	4.4	
2005/8/22	7.65	8.97	5.18	n.d.	0.91	8.84	1.59	2.95	5.34	n.d.	7.62	36.11	0.22	0.82	0.92	9.77	-5.7	4.3	
2005/9/15	7.91	7.40	4.69	n.d.	0.67	7.59	1.21	3.31	0.65	n.d.	6.17	34.70	0.72	0.70	0.80	8.28	-6.7	5.6	
2005/9/28	8.02	8.80	5.07	n.d.	0.68	9.35	1.50	3.28	1.06	n.d.	7.90	40.86	1.04	0.83	0.94	9.79	-6.5	5.3	
2005/10/11	7.67	8.92	5.30	n.d.	0.78	8.58	1.56	3.30	1.71	n.d.	8.27	36.75	0.77	0.81	0.90	9.50	-5.2	3.1	
2005/10/25	7.65	8.85	5.20	n.d.	0.62	8.53	1.57	3.38	1.82	n.d.	9.56	32.87	0.42	0.80	0.86	9.39	-4.0	3.0	
2005/11/8	7.62	7.1																	

Appendix 7c. 四万十川上流域の採水地点 N3 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N3 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation	Anion	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
									mg L ⁻¹					μeq L ⁻¹					
2006/1/12	7.52	8.50	4.74	n.d.	0.53	7.89	1.48	4.07	1.65	n.d.	9.52	25.46	1.24	0.74	0.76	8.63	-1.5	0.8	
2006/1/25	7.60	7.89	4.68	n.d.	0.52	7.56	1.40	3.89	1.07	n.d.	9.12	23.28	1.05	0.71	0.70	8.15	0.8	1.6	
2006/2/8	7.63	7.85	4.66	n.d.	0.56	7.70	1.40	4.23	1.56	n.d.	8.79	23.54	1.50	0.72	0.71	8.29	0.2	2.8	
2006/3/8	7.61	7.32	4.37	n.d.	0.52	6.50	1.19	3.78	0.59	n.d.	7.33	26.62	1.16	0.63	0.70	7.54	-6.0	1.5	
2006/3/22	7.54	7.44	4.25	n.d.	0.54	6.77	1.24	3.70	0.98	n.d.	7.27	27.25	1.69	0.64	0.72	7.69	-5.9	1.6	
2006/4/12	7.48	5.10	3.69	n.d.	0.47	3.81	0.74	3.90	0.42	n.d.	4.18	18.39	1.08	0.42	0.51	5.27	-8.8	1.7	R1
2006/4/25	7.59	7.17	4.50	n.d.	0.52	6.36	1.18	3.87	0.44	n.d.	6.96	27.12	0.87	0.62	0.71	7.50	-6.2	2.3	
2006/5/11	7.48	5.16	3.75	n.d.	0.48	3.88	0.76	3.56	0.31	n.d.	3.75	23.76	1.70	0.43	0.57	5.55	-14.1	3.6	R1
2006/5/24	7.59	6.55	4.38	n.d.	0.58	5.56	1.07	3.71	0.37	n.d.	5.66	30.58	0.83	0.57	0.73	7.20	-12.3	4.7	R1
2006/6/13	7.62	7.23	4.63	n.d.	0.63	6.44	1.23	3.62	0.55	n.d.	6.74	31.95	2.05	0.64	0.77	7.87	-9.5	4.2	R1
2006/6/27	7.53	5.68	4.00	n.d.	0.49	4.49	0.87	3.28	0.31	n.d.	4.29	19.09	0.96	0.48	0.50	5.53	-1.8	-1.4	
2006/7/13	7.59	6.92	4.52	n.d.	0.66	5.99	1.12	3.27	0.66	n.d.	5.60	23.86	0.96	0.60	0.61	6.83	-0.5	-0.6	
2006/7/25	7.62	6.33	4.32	n.d.	0.61	5.33	1.01	3.26	0.59	n.d.	4.91	21.85	0.92	0.55	0.56	6.26	-0.8	-0.6	
2006/8/9	7.64	7.92	5.03	n.d.	0.73	7.34	1.33	3.42	1.25	n.d.	6.70	28.50	1.08	0.71	0.72	8.07	-0.7	0.9	
2006/8/23	7.63	5.48	3.98	0.11	0.49	3.87	0.70	3.04	0.42	n.d.	3.86	23.05	0.90	0.44	0.55	5.49	-10.9	0.1	R1
2006/9/5	7.60	6.94	4.47	n.d.	0.69	5.95	1.13	3.05	0.75	n.d.	5.32	28.35	1.44	0.60	0.67	7.06	-5.6	0.9	
2006/9/20	7.69	6.12	4.36	n.d.	0.54	4.88	0.95	3.08	0.46	n.d.	4.22	24.88	0.65	0.53	0.59	6.15	-5.8	0.3	
2006/10/4	7.62	7.68	4.78	n.d.	0.61	6.66	1.23	3.19	1.08	n.d.	6.37	29.12	1.15	0.66	0.72	7.67	-4.4	-0.1	
2006/10/19	7.63	7.92	4.83	n.d.	0.61	6.97	1.28	3.19	1.37	n.d.	7.52	30.34	1.10	0.68	0.77	8.11	-6.0	1.2	
2006/11/7	7.61	8.70	5.08	n.d.	0.69	8.11	1.49	3.38	1.78	n.d.	8.39	32.24	1.55	0.77	0.83	8.98	-3.8	1.6	
2006/11/21	7.55	9.18	5.09	n.d.	0.77	8.52	1.57	3.63	3.72	n.d.	8.44	31.62	1.18	0.80	0.86	9.39	-3.7	1.1	
2006/12/8	7.55	7.94	4.48	n.d.	0.69	6.92	1.28	3.90	4.34	n.d.	6.87	23.64	1.42	0.66	0.71	7.93	-3.4	-0.1	
2006/12/21	7.54	8.44	4.71	n.d.	0.63	7.61	1.41	3.42	2.78	n.d.	8.70	28.11	0.42	0.72	0.78	8.58	-4.4	0.8	
2007/1/10	7.50	8.64	4.76	n.d.	0.52	7.54	1.46	3.82	3.24	n.d.	10.13	24.65	0.86	0.72	0.78	8.69	-3.9	0.3	
2007/1/23	7.60	9.09	4.91	n.d.	0.62	9.04	1.61	3.62	2.91	n.d.	10.22	26.59	0.82	0.81	0.80	9.33	1.0	1.3	
2007/2/7	7.43	9.22	5.06	0.05	0.63	9.30	1.68	3.48	2.64	n.d.	10.99	25.22	0.84	0.84	0.78	9.46	3.6	1.3	
2007/2/21	7.53	8.04	4.59	0.05	0.63	8.17	1.46	3.80	3.27	n.d.	9.01	27.24	1.16	0.75	0.79	8.89	-3.1	5.0	
2007/3/12	7.55	8.12	4.57	n.d.	0.58	7.98	1.44	3.49	2.36	n.d.	9.29	22.11	0.90	0.73	0.69	8.29	2.7	1.0	
2007/3/28	7.56	6.93	4.08	0.05	0.61	6.63	1.19	3.23	1.82	n.d.	6.97	19.36	1.11	0.62	0.58	6.99	3.5	0.4	
2007/4/10	7.58	7.96	4.72	0.04	0.61	7.97	1.42	3.35	1.27	n.d.	9.27	29.36	1.21	0.74	0.79	8.70	-3.4	4.4	
2007/4/24	7.56	8.42	4.74	n.d.	0.70	8.42	1.51	3.20	2.41	n.d.	9.01	27.92	1.02	0.77	0.77	8.83	-0.4	2.4	
2007/5/9	7.64	7.31	4.28	0.05	0.65	7.27	1.29	3.17	1.83	n.d.	7.01	21.22	0.99	0.67	0.61	7.40	4.7	0.6	
2007/5/23	7.62	8.33	4.36	n.d.	0.63	7.92	1.37	3.07	1.32	n.d.	8.50	30.98	1.06	0.71	0.79	8.51	-5.3	1.0	
2007/6/13	7.66	8.61	5.02	0.05	0.73	9.08	1.58	3.16	1.49	n.d.	8.87	32.84	0.91	0.82	0.84	9.36	-0.8	4.2	
2007/6/26	7.64	7.69	5.05	0.05	0.79	8.44	1.49	3.18	1.52	n.d.	7.76	30.69	1.00	0.79	0.78	8.82	0.5	6.9	
2007/7/10	7.63	6.24	4.80	0.03	0.69	6.50	1.19	3.54	0.65	n.d.	5.39	26.66	0.56	0.65	0.66	7.32	-0.7	8.0	
2007/7/26	7.64	7.26	4.98	n.d.	0.71	6.50	1.30	3.44	0.92	n.d.	6.59	26.77	0.00	0.67	0.69	7.61	-1.6	2.4	
2007/8/9	7.65	6.88	4.64	0.06	0.72	6.37	1.20	3.39	0.63	n.d.	5.97	27.19	1.27	0.64	0.68	7.37	-2.7	3.4	
2007/8/29	7.59	8.40	5.29	n.d.	0.83	8.44	1.52	3.25	1.51	n.d.	7.99	24.62	1.21	0.80	0.69	8.48	7.5	0.5	
2007/9/12	7.65	8.94	5.27	0.04	0.84	9.08	1.61	3.07	2.70	n.d.	8.33	34.30	0.08	0.84	0.87	9.58	-1.6	3.5	
2007/9/26	7.66	7.69	4.89	n.d.	0.74	7.36	1.35	3.17	1.15	n.d.	6.53	32.70	0.74	0.71	0.78	8.27	-4.7	3.6	
2007/10/11	7.67	7.00	4.51	0.05	0.73	6.82	1.23	2.67	2.19	n.d.	5.62	30.19	1.87	0.66	0.72	7.67	-4.5	4.6	
2007/10/25	7.60	7.89	4.88	n.d.	0.65	7.68	1.37	3.11	1.19	n.d.	8.02	31.42	1.06	0.73	0.79	8.50	-4.2	3.7	
2007/11/13	7.61	8.56	5.12	0.02	0.69	8.62	1.56	3.14	1.74	n.d.	9.21	34.35	1.23	0.80	0.87	9.41	-4.3	4.7	
2007/11/27	7.54	9.09	5.46	n.d.	0.71	9.47	1.73	3.26	1.97	n.d.	10.25	32.01	0.21	0.87	0.86	9.86	0.5	4.1	
2007/12/10	7.48	9.32	4.94	n.d.	0.65	9.15	1.67	3.23	2.06	n.d.	10.63	25.28	0.72	0.83	0.76	9.19	4.1	-0.7	
2007/12/25	7.51	9.82	4.82	0.03	0.74	9.53	1.73	3.55	3.80	n.d.	10.49	33.30	1.06	0.85	0.93	10.17	-4.4	1.7	
2008/1/8	7.44	8.30	4.63	n.d.	0.68	8.04	1.45	4.29	4.43	n.d.	8.31	20.89	1.27	0.74	0.71	8.50	2.2	1.2	
2008/1/22	7.54	7.09	4.12	0.05	0.61	6.78	1.23	3.51	2.34	n.d.	6.87	20.24	1.08	0.64	0.61	7.23	2.1	1.0	
2008/2/6	7.44	7.05	4.02	n.d.	0.50	6.42	1.15	3.29	1.38	n.d.	7.24	21.98	0.51	0.60	0.63	7.06	-1.9	0.0	
2008/2/19	7.66	7.75	4.77	0.03	0.53	7.79	1.40	3.31	1.15	n.d.	9.12	25.79	0.84	0.73	0.72	8.33	0.2	3.6	
2008/3/5	7.61	8.10	5.10	0.05	0.61	8.83	1.59	3.58	1.76	n.d.	9.92	26.35	0.79	0.81	0.77	9.11	2.8	5.9	
2008/3/18	7.64	8.24	4.50	n.d.	0.59	7.79	1.41	3.39	1.85	n.d.	9.46	26.13	0.94	0.72	0.75	8.45	-2.4	1.2	
2008/4/4	7.68	7.23	4.33	n.d.	0.54	6.78	1.23	3.37	0.90	n.d.	7.50	24.19	0.76	0.64	0.66	7.44	-1.5	1.4	
2008/4/21	7.60	7.50	4.59	0.04	0.63	7.12	1.30	3.36	0.95	n.d.	7.51	26.11	0.00	0.68	0.69	7.80	-1.1	2.0	
2008/5/8	7.62	8.12	4.68	n.d.	0.63	7.59	1.38	3.25	0.91	n.d.	8.43	26.05	0.00	0.71	0.71	8.11	0.2	-0.1	
2008/5/22	7.66	8.21	4.73	0.03	0														

Appendix 7d. 四万十川上流域の採水地点 N3 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N3 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2008/12/19	7.56	8.02	4.71	n.d.	0.62	8.12	1.45	3.00	1.29	n.d.	8.22	27.74	0.13	0.75	0.73	8.38	0.9	2.2	
2009/1/9	7.57	8.44	4.82	n.d.	0.61	8.50	1.53	3.02	1.32	n.d.	9.38	28.98	0.86	0.78	0.78	8.84	-0.1	2.3	
2009/1/27	7.57	8.23	4.59	n.d.	0.61	8.38	1.52	3.36	2.47	n.d.	9.10	26.23	1.19	0.76	0.75	8.70	0.3	2.8	
2009/2/9	7.61	7.81	4.45	n.d.	0.60	7.81	1.40	2.97	1.68	n.d.	8.24	25.93	1.06	0.71	0.71	8.11	0.5	1.9	
2009/2/23	7.36	5.64	3.38	n.d.	0.56	5.34	0.98	3.12	1.86	n.d.	4.63	17.75	1.15	0.51	0.51	5.81	0.3	1.5	
2009/3/9	7.48	7.04	4.30	n.d.	0.58	7.11	1.27	3.15	0.87	n.d.	6.63	25.01	0.07	0.66	0.65	7.42	0.8	2.6	
2009/3/23	7.54	6.64	4.01	n.d.	0.57	6.40	1.15	2.96	1.04	n.d.	5.53	23.73	2.02	0.60	0.60	6.79	-0.1	1.1	
2009/4/13	7.66	8.13	4.79	n.d.	0.69	8.22	1.45	3.21	0.80	n.d.	8.33	29.13	0.90	0.76	0.75	8.54	0.1	2.5	
2009/4/27	7.66	7.80	4.49	n.d.	0.60	7.74	1.39	2.90	1.77	n.d.	7.98	27.45	0.73	0.71	0.73	8.16	-1.0	2.2	
2009/5/11	7.69	8.23	4.76	n.d.	0.71	8.55	1.52	2.92	1.53	n.d.	8.51	30.50	0.53	0.78	0.78	8.82	-0.5	3.5	
2009/5/25	7.71	8.97	5.06	n.d.	0.78	9.51	1.67	2.98	1.76	n.d.	9.52	33.70	1.67	0.85	0.86	9.69	-0.7	3.9	
2009/6/8	7.74	8.72	4.91	n.d.	0.80	8.99	1.58	2.57	2.13	n.d.	8.05	32.79	1.66	0.81	0.81	9.11	0.1	2.2	
2009/6/24	7.67	7.10	4.04	n.d.	0.72	7.03	1.27	2.32	1.73	n.d.	5.44	26.38	1.86	0.65	0.64	7.19	0.8	0.6	
2009/7/8	7.65	7.47	4.45	n.d.	0.73	7.41	1.32	2.92	0.71	n.d.	6.29	28.55	1.59	0.69	0.69	7.72	-0.1	1.7	
2009/7/22	7.56	6.16	3.65	n.d.	0.79	5.97	1.09	2.02	2.43	n.d.	4.23	22.02	3.27	0.57	0.55	6.22	1.9	0.5	
2009/8/12	7.60	6.11	4.30	n.d.	0.73	5.17	1.02	3.23	0.35	n.d.	4.47	22.42	1.40	0.55	0.56	6.17	-0.9	0.5	
2009/8/27	7.51	8.44	4.98	n.d.	0.84	8.28	1.53	3.04	0.78	n.d.	7.04	32.03	1.51	0.78	0.77	8.63	0.5	1.1	
2009/9/10	7.60	8.90	5.11	n.d.	0.85	8.86	1.62	2.92	1.59	n.d.	7.90	31.20	1.33	0.82	0.78	9.02	2.2	0.6	
2009/9/25	7.51	9.60	5.46	n.d.	0.92	9.86	1.79	3.03	1.98	n.d.	9.03	36.30	1.39	0.90	0.90	10.10	0.0	2.6	
2009/10/9	7.64	6.90	4.12	n.d.	0.71	6.72	1.20	2.55	1.27	n.d.	5.80	25.32	1.40	0.63	0.63	7.06	0.3	1.2	
2009/10/23	7.57	8.13	4.84	n.d.	0.71	8.12	1.46	2.96	1.08	n.d.	8.45	29.28	1.31	0.75	0.76	8.54	-0.2	2.5	
2009/11/6	7.59	8.76	4.97	n.d.	0.77	8.96	1.63	2.96	1.37	n.d.	9.08	31.72	1.37	0.82	0.81	9.22	0.2	2.6	
2009/11/24	7.40	7.24	4.46	n.d.	0.66	7.02	1.28	2.96	0.65	n.d.	6.95	26.23	0.15	0.67	0.67	7.52	-0.1	1.9	
2009/12/8	7.50	7.98	4.75	n.d.	0.63	7.89	1.45	3.14	1.04	n.d.	8.78	28.06	0.71	0.74	0.75	8.44	-0.8	2.8	
2009/12/22	7.54	7.70	4.45	n.d.	0.59	7.45	1.36	3.11	1.44	n.d.	8.15	25.41	0.54	0.69	0.70	7.94	-0.3	1.5	
2010/1/6	7.51	8.08	4.59	n.d.	0.56	8.04	1.46	3.07	1.44	n.d.	8.86	26.54	1.09	0.74	0.73	8.37	0.4	1.8	
2010/1/20	7.56	8.51	4.84	n.d.	0.59	8.71	1.55	3.06	1.62	n.d.	9.86	28.12	0.63	0.79	0.78	8.97	0.6	2.6	
2010/2/4	7.59	7.55	4.23	n.d.	0.57	7.74	1.38	3.39	1.88	n.d.	8.19	24.71	1.09	0.70	0.70	8.04	-0.2	3.2	
2010/2/18	7.56	7.60	4.39	n.d.	0.57	7.71	1.38	3.30	1.25	n.d.	8.68	25.62	0.86	0.70	0.71	8.12	-0.7	3.3	
2010/3/5	7.60	6.94	4.23	n.d.	0.61	6.85	1.21	3.08	0.73	n.d.	6.37	25.16	1.27	0.64	0.64	7.25	-0.2	2.2	
2010/3/19	7.61	6.89	4.29	n.d.	0.56	6.87	1.24	3.21	0.64	n.d.	6.42	24.34	0.88	0.65	0.63	7.23	0.9	2.4	
2010/4/6	7.55	6.96	4.29	n.d.	0.60	6.67	1.22	3.24	0.45	n.d.	6.31	24.86	0.67	0.64	0.64	7.18	-0.2	1.5	
2010/4/30	7.51	6.25	4.15	n.d.	0.57	5.74	1.07	3.31	0.42	n.d.	5.35	22.24	0.46	0.57	0.58	6.46	-0.6	1.6	
2010/5/20	7.47	6.24	4.22	n.d.	0.68	6.64	1.20	2.59	1.10	n.d.	5.40	25.77	1.24	0.63	0.63	7.01	0.5	5.8	
2010/6/4	7.61	7.49	4.68	n.d.	0.72	7.23	1.33	3.43	0.67	n.d.	6.98	27.60	1.05	0.69	0.71	7.88	-0.9	2.5	
2010/6/24	7.51	6.82	4.36	n.d.	0.68	6.48	1.18	2.88	0.63	n.d.	5.47	25.62	1.09	0.63	0.63	6.99	0.2	1.2	
2010/7/16	7.52	6.72	3.15	n.d.	0.38	10.25	1.06	1.76	0.46	n.d.	4.49	32.48	0.70	0.75	0.68	7.82	4.4	7.5	
2010/8/5	7.62	7.28	4.57	n.d.	0.77	6.89	1.26	2.78	1.27	n.d.	5.37	27.76	1.83	0.67	0.67	7.40	0.0	0.8	
2010/8/24	7.46	7.89	5.01	n.d.	0.82	8.15	1.47	3.07	1.42	n.d.	7.11	31.87	1.13	0.77	0.78	8.64	-0.9	4.6	
2010/9/9	7.26	6.59	4.71	n.d.	0.85	8.02	1.45	2.48	2.53	n.d.	6.40	31.35	1.44	0.75	0.76	8.38	-0.8	12.0	
2010/10/5	7.46	6.71	4.20	n.d.	0.72	6.47	1.18	2.45	1.24	n.d.	5.40	24.80	1.51	0.62	0.61	6.87	1.1	1.2	
2010/10/22	7.71	8.10	4.93	0.01	0.75	7.95	1.44	3.08	1.09	n.d.	7.31	32.33	0.86	0.75	0.79	8.58	-2.4	2.9	
2010/11/16	7.50	7.87	4.81	n.d.	0.68	8.22	1.51	2.87	1.69	n.d.	8.34	29.74	0.99	0.76	0.77	8.65	-0.5	4.7	
2010/12/7	7.75	8.08	4.49	n.d.	0.68	8.05	1.45	2.89	2.37	n.d.	7.94	27.51	0.00	0.73	0.74	8.35	-0.2	1.7	
2011/1/5	7.43	7.43	4.67	n.d.	0.60	8.22	1.47	3.28	1.93	n.d.	9.50	26.81	0.51	0.75	0.76	8.68	-0.7	7.8	
2011/1/24	7.42	7.56	4.83	n.d.	0.57	8.82	1.59	3.04	1.81	n.d.	10.13	28.40	0.00	0.80	0.79	9.10	0.3	9.2	
2011/2/15	7.44	8.41	4.71	n.d.	0.63	8.80	1.58	4.39	4.09	n.d.	9.55	24.10	1.46	0.79	0.78	9.21	0.4	4.5	
2011/3/15	7.49	8.57	4.80	n.d.	0.67	8.76	1.55	3.31	1.85	n.d.	9.93	27.60	0.41	0.79	0.78	9.05	0.6	2.7	
2011/3/28	7.71	8.59	4.69	n.d.	0.59	8.86	1.59	3.39	2.13	n.d.	10.22	27.36	0.68	0.79	0.79	9.13	0.0	3.0	
2011/4/20	7.46	8.39	4.93	n.d.	0.73	9.71	1.73	3.26	2.10	n.d.	10.72	31.48	0.05	0.86	0.86	9.88	-0.3	8.1	
2011/5/10	7.33	7.91	4.71	n.d.	0.76	8.49	1.51	3.29	1.28	n.d.	9.17	29.86	0.35	0.77	0.79	8.91	-1.4	6.0	
2011/6/2	7.26	6.21	4.08	n.d.	0.65	6.19	1.13	3.36	0.46	n.d.	5.68	23.49	0.47	0.60	0.61	6.78	-0.8	4.4	
2011/6/18	7.16	5.06	3.79	0.06	0.59	4.97	0.93	3.15	0.11	n.d.	4.13	20.53	2.24	0.51	0.51	5.72	-0.5	6.1	
2011/6/30	7.40	6.39	4.24	n.d.	0.68	5.88	1.10	3.29	0.45	n.d.	5.12	26.90	0.06	0.59	0.65	6.86	-5.0	3.5	
2011/7/13	7.31	7.45	4.67	n.d.	0.77	7.59	1.38	3.12	1.00	n.d.	6.66	29.34	0.58	0.72	0.72	8.06	-0.6	3.9	
2011/7/23	7.51	6.19	4.26	n.d.	0.71	5.20	1.04	3.33	0.40	n.d.	4.96	21.96	1.25	0.55	0.56	6.26	-1.3	0.5	
2011/8/5	7.50	7.72	4.70	n.d.	0.82	7.33	1.38	2.98	1.22	n.d.	6.38	29.22	0.02	0.70	0.72	7.94	-0.7	1.4	
2011/8/25	7.38	7.68	5.08	n.d.	0.87	8.46	1.56	3.11	1.69	n.d.	7.33	32.09	1.33	0.79	0.79	8.89	0.0	7.3	
2011/9/22	7.46	5.30	4.28	0.01	0.55	4.44	0.91	2.85	0.29	n.d.	3.70	20.98	0.68	0.50	0.51	5.55	-0.9	2.3	
2011/10/5	7.50	7.36	4.82	n.d.	0.69	6.88	1.31	3.25	1.17	n.d.	7.11	27.21	1.12	0.68	0.70	7.81	-1.8	2.9	
2011/10/28	7.43	6.02	4.27	n.d.	0.55	5.96	1.15	2.83	0.70	n.d.	5.98	25.04	0.67	0.59	0.63	6.82	-2.8	6.2	
2011/11/14	7.63	7.02	4.62	n.d.	0.60	7.24	1.39	2.87	1.51	n.d.	7.49	28.09	0.34	0.69	0.72	7.96	-2.1	6.3	
2011/12/9	7.51	6.76	4.32	n.d.	0.56	6.64	1.27	3.11	0.82	n.d.	7.00	25.56	0.03	0.64	0.67	7.37	-2.1	4.3	
2011/12/27	7.71	7.51	4.60	n.d.	0.50	6.99	1.37	2.90	1.06	n.d.	8.28	25.77	0.50	0.67	0.69	7.77	-1.4	1.7	
2012/1/12	7.69	7.83	4.78	n.d.	0.53	7.37	1.42	2.93	1.15	n.d.	9.04	26.60	0.43	0.71	0.73	8.16	-1.3	2.1	
2012/2/9	7.46	6.06	4.20	n.d.	0.51	6.52	1.27	2.97	1.61	n.d.	7.49	21.96	0.73	0.63	0.63	7.18	0.0	8.4	
2012/2/24	7.45	5.93	5.37	n.d.	2.00														

Appendix 7e. 四万十川上流域の採水地点 N3 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N3 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC *
								mg L ⁻¹											
2012/6/1	7.50	7.98	4.93	0.01	0.71	7.96	1.52	2.89	1.09	n.d.	7.86	31.81	0.39	0.76	0.78	8.62	-1.9	3.8	
2012/6/13	7.61	7.58	4.56	n.d.	0.69	7.01	1.35	2.43	2.08	n.d.	6.14	28.73	1.31	0.68	0.70	7.68	-1.8	0.6	
2012/6/25	7.19	4.77	3.66	0.01	0.53	4.19	0.86	2.58	0.52	n.d.	3.99	19.73	1.39	0.45	0.49	5.24	-3.7	4.7	
2012/7/13	7.25	5.49	3.97	n.d.	0.52	4.45	0.90	2.56	0.37	n.d.	4.00	21.26	1.14	0.48	0.51	5.49	-2.9	0.0	
2012/7/30	7.43	7.28	4.65	n.d.	0.69	6.45	1.25	2.76	1.27	n.d.	5.92	28.15	1.01	0.64	0.68	7.38	-2.9	0.7	
2012/8/23	7.38	6.81	4.28	n.d.	0.76	6.54	1.27	2.06	3.05	n.d.	4.21	27.76	2.57	0.64	0.65	7.10	-1.0	2.1	
2012/9/12	7.28	6.24	4.31	n.d.	0.69	6.05	1.21	2.28	1.23	n.d.	4.37	27.79	0.58	0.61	0.63	6.78	-1.9	4.2	
2012/10/9	7.38	6.77	4.62	n.d.	0.63	6.26	1.26	2.80	1.09	n.d.	6.08	26.78	0.33	0.63	0.66	7.23	-2.2	3.3	
2012/10/29	7.44	7.30	4.60	n.d.	0.61	7.51	1.30	2.64	2.05	n.d.	6.84	28.73	0.07	0.70	0.72	7.95	-1.6	4.3	
2012/11/12	7.45	7.63	4.70	n.d.	0.69	8.19	1.41	2.98	2.89	n.d.	7.87	29.62	1.61	0.75	0.78	8.65	-2.1	6.3	
2012/12/7	7.62	7.19	4.48	n.d.	0.57	7.94	1.38	3.06	3.07	n.d.	7.98	26.17	0.00	0.72	0.73	8.29	-0.8	7.1	
2012/12/26	7.51	6.94	4.20	n.d.	0.52	7.40	1.28	3.19	2.82	n.d.	7.60	23.85	0.91	0.67	0.68	7.79	-1.1	5.7	
2013/1/18	7.49	6.53	3.97	n.d.	0.47	6.91	1.20	2.95	1.69	n.d.	7.07	23.24	0.00	0.63	0.64	7.24	-0.8	5.1	
2013/2/8	7.48	6.27	3.94	n.d.	0.49	6.63	1.16	2.95	1.31	n.d.	6.59	22.85	0.00	0.61	0.62	6.98	-0.5	5.3	
2013/2/25	7.52	6.25	4.14	n.d.	0.50	6.61	1.17	2.93	0.79	n.d.	6.79	23.52	0.00	0.62	0.62	7.04	-0.3	5.9	
2013/3/15	7.52	6.71	4.39	n.d.	0.53	7.47	1.31	2.95	0.76	n.d.	7.43	26.08	0.34	0.69	0.68	7.71	0.6	6.9	
2013/4/5	7.40	7.69	4.50	0.01	0.62	7.82	1.36	2.86	1.21	n.d.	7.42	27.12	0.89	0.71	0.70	7.99	1.1	1.9	
2013/4/25	7.51	5.68	3.71	0.01	0.60	6.06	1.07	3.01	1.49	n.d.	4.37	21.50	1.36	0.57	0.55	6.31	1.4	5.2	
2013/6/5	7.46	7.54	4.91	n.d.	0.75	9.00	1.56	2.75	1.91	n.d.	7.33	31.45	1.77	0.81	0.78	8.89	2.1	8.2	
2013/6/27	7.29	5.53	3.98	n.d.	0.65	5.46	0.98	2.96	0.58	n.d.	4.46	19.00	0.42	0.54	0.50	5.87	4.4	3.0	
2013/7/17	7.69	8.17	4.84	n.d.	0.78	8.15	1.42	2.95	1.70	n.d.	6.72	29.28	0.83	0.75	0.73	8.33	1.6	1.0	
2013/8/9	7.35	8.62	5.35	0.01	0.98	9.81	1.69	3.00	2.97	n.d.	8.30	34.16	1.45	0.89	0.87	9.87	1.3	6.8	
2013/8/27	7.33	9.08	5.24	0.01	1.00	10.07	1.75	2.94	6.92	n.d.	7.92	30.81	2.15	0.90	0.86	10.09	2.1	5.3	
2013/9/6	7.45	6.03	4.21	n.d.	0.70	5.32	0.99	3.03	0.92	n.d.	4.99	20.44	1.04	0.55	0.54	6.14	0.8	0.9	
2013/9/17	7.68	7.26	4.65	n.d.	0.75	7.48	1.35	2.92	1.55	n.d.	7.36	26.84	0.07	0.71	0.70	7.95	0.4	4.6	
2013/10/10	7.44	5.68	4.32	n.d.	0.63	5.42	0.98	2.95	0.60	n.d.	3.90	22.60	0.30	0.56	0.54	6.10	1.0	3.6	
2013/10/22	7.40	7.30	4.78	n.d.	0.72	7.47	1.33	3.03	1.07	n.d.	6.80	26.84	0.92	0.71	0.68	7.84	1.7	3.6	
2013/10/30	7.48	6.07	4.46	n.d.	0.61	5.98	1.11	3.16	0.48	n.d.	5.51	22.88	0.10	0.60	0.59	6.67	1.1	4.7	
2013/11/18	7.49	7.26	4.73	n.d.	0.68	7.42	1.35	2.85	0.99	n.d.	7.08	25.93	0.00	0.70	0.67	7.75	2.6	3.3	
2013/12/13	7.50	7.31	4.36	n.d.	0.65	7.28	1.32	3.17	1.25	n.d.	7.04	23.79	0.22	0.68	0.65	7.55	2.4	1.6	
2014/1/7	7.52	7.39	4.44	n.d.	0.59	7.42	1.33	3.42	1.13	n.d.	5.84	25.01	0.51	0.69	0.65	7.53	3.1	0.9	
2014/1/27	7.58	7.08	4.66	n.d.	0.59	8.09	1.45	3.50	1.34	n.d.	6.55	25.93	0.38	0.74	0.68	8.05	4.2	6.4	
2014/2/20	7.55	6.43	4.19	n.d.	0.55	7.24	1.28	3.39	1.09	n.d.	5.24	24.25	0.11	0.66	0.62	7.23	3.4	5.8	
2014/3/14	7.47	5.63	3.65	n.d.	0.52	5.87	1.03	3.05	0.86	n.d.	5.71	20.44	0.40	0.55	0.55	6.28	-0.4	5.5	
2014/4/3	7.51	6.84	4.31	n.d.	0.58	6.86	1.20	3.02	0.39	n.d.	6.98	25.32	0.33	0.64	0.65	7.31	-0.6	3.3	
2014/4/23	7.52	7.22	4.57	n.d.	0.65	7.91	1.39	2.92	0.67	n.d.	7.74	28.98	0.29	0.72	0.73	8.19	-0.3	6.3	
2014/5/9	7.44	7.67	4.89	n.d.	0.72	8.51	1.49	2.91	0.79	n.d.	8.46	30.35	0.20	0.78	0.77	8.72	0.7	6.4	
2014/5/27	7.57	7.21	4.41	n.d.	0.66	7.58	1.30	2.62	0.79	n.d.	6.88	28.37	0.85	0.69	0.69	7.78	-0.1	3.8	
2014/6/17	7.50	6.96	4.61	n.d.	0.68	7.63	1.32	3.00	0.64	n.d.	6.89	28.61	0.26	0.71	0.71	7.93	0.0	6.5	
2014/7/9	7.51	6.34	4.37	n.d.	0.68	6.55	1.14	2.96	0.45	n.d.	5.33	25.16	0.85	0.63	0.61	6.94	1.1	4.5	
2014/7/24	7.55	7.37	5.01	n.d.	0.81	8.02	1.40	3.08	1.21	n.d.	6.90	29.07	0.11	0.75	0.73	8.31	1.9	6.0	
2014/8/12	7.64	5.48	4.29	n.d.	0.61	4.56	0.91	2.71	0.24	n.d.	3.76	20.44	0.02	0.51	0.49	5.53	1.2	0.5	
2014/8/27	7.42	6.05	4.59	n.d.	0.69	6.10	1.13	2.61	0.45	n.d.	4.67	25.32	0.82	0.61	0.59	6.67	1.8	4.9	
2014/9/18	7.42	6.98	4.68	n.d.	0.69	6.83	1.25	2.61	1.05	n.d.	5.84	27.15	0.22	0.66	0.66	7.36	0.6	2.6	
2014/10/9	7.41	6.51	4.60	n.d.	0.74	7.31	1.31	2.33	1.32	n.d.	6.16	27.15	0.08	0.69	0.66	7.54	2.3	7.4	
2014/10/30	7.47	6.80	4.70	n.d.	0.66	7.16	1.30	2.50	0.88	n.d.	6.55	27.76	0.02	0.69	0.68	7.59	0.7	5.5	
2014/11/20	7.40	7.37	4.85	n.d.	0.67	7.86	1.43	2.49	1.45	n.d.	7.50	27.76	0.26	0.74	0.70	8.12	2.3	4.8	
2014/12/2	7.45	7.41	4.88	n.d.	0.78	8.12	1.48	2.95	1.72	n.d.	7.72	27.15	0.51	0.76	0.72	8.37	2.9	6.1	
2014/12/22	7.54	6.74	3.96	n.d.	0.57	6.46	1.17	3.23	1.45	n.d.	6.10	21.81	0.06	0.61	0.60	6.87	0.6	1.0	
2015/1/15	7.40	6.05	3.70	n.d.	0.57	6.08	1.09	3.80	1.74	n.d.	4.75	18.91	1.90	0.57	0.54	6.39	2.3	2.7	
2015/2/6	7.46	6.29	4.31	n.d.	0.52	7.00	1.25	2.91	0.63	n.d.	7.17	24.46	0.21	0.65	0.64	7.34	0.8	7.7	
2015/2/27	7.44	7.23	4.26	n.d.	0.53	7.15	1.27	3.19	1.36	n.d.	6.62	23.73	0.76	0.66	0.64	7.38	1.6	1.0	
2015/3/20	7.43	5.98	3.90	n.d.	0.60	5.84	1.05	3.14	0.62	n.d.	4.58	21.17	0.86	0.56	0.54	6.21	2.0	1.9	
2015/4/8	7.47	6.74	4.27	n.d.	0.62	6.78	1.20	2.89	0.64	n.d.	5.99	24.40	0.41	0.64	0.62	7.06	1.8	2.3	
2015/4/30	7.46	7.61	4.62	n.d.	0.67	7.64	1.35	2.94	0.60	n.d.	6.48	28.91	0.74	0.71	0.70	7.88	0.6	1.7	
2015/5/20	7.58	6.73	4.19	n.d.	0.66	6.92	1.22	2.77	0.96	n.d.	5.57	26.90	0.23	0.64	0.65	7.22	-0.5	3.5	
2015/6/8	7.51	6.53	4.17	n.d.	0.69	6.96	1.22	2.62	0.81	n.d.	5.46	26.38	1.13	0.65	0.63	7.13	1.1	4.4	
2015/7/2	7.46	5.81	3.92	n.d.	0.60	5.28	0.96	2.76	0.39	n.d.	3.96	21.50	0.96	0.53	0.52	5.82	0.8	0.1	
2015/7/24	7.56	5.77	4.21	n.d.	0.65	5.89	1.06	2.70	0.67	n.d.	4.12	24.10	0.78	0.58	0.57	6.35	1.1	4.8	
2015/8/11	7.56	8.10	4.99	n.d.	0.81	8.21	1.46	2.74	1.39	n.d.	6.28	31.29	0.44	0.77	0.74	8.39	1.6	1.8	
2015/8/26	7.68	6.32	4.08	n.d.	0.70	5.90	1.06	2.54	0.82	n.d.	4.33	23.42	0.06	0.58	0.56	6.31	1.6	-0.1	
2015/9/25	7.54	5.68	4.20	n.d.	0.59	5.05	0.95	2.56	0.32	n.d.	3.43	22.57	0.60	0.53	0.52	5.75	0.9	0.6	
2015/10/15	7.59	7.10	4.70	n.d.	0.66	7.31	1.31	2.67	0.84	n.d.	6.20	28.06	0.43	0.69	0.68	7.64	1.1	3.6	
2015/11/4	7.54	7.97	4.75	n.d.	0.72	8.14	1.46	2.69	1.58	n.d.	6.91	29.59	0.00	0.75	0.73	8.30	1.4	2.0	
2015/11/18	7.43	6.39	3.77	n.d.	0.77	6.56	1.16	2.08	0.88	n.d.	4.09	25.62	3.01	0.61	0.58	6.52	2.4	1.0	
2015/12/8	7.50	6.80	4.42	n.d.	0.61	7.27	1.30	2.63	0.86	n.d.	6.47	26.38	0.51	0.68	0.66	7.47	1.7	4.7	
2015/12/24	7.51	6.14	4.37	n.d.	0.62														

Appendix 8a. 四万十川上流域の採水地点 N4 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N4 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2000/3/24	7.63	7.47	3.58	n.d.	0.68	8.64	1.12	4.30	0.66	n.d.	6.83	23.05	1.52	0.70	0.65	7.78	3.3	2.0	
2000/4/17	8.02	12.51	5.31	n.d.	0.81	16.01	2.02	4.02	1.06	n.d.	15.55	43.81	0.27	1.22	1.17	13.72	1.9	4.6	
2000/4/27	7.84	10.51	4.52	n.d.	0.85	13.83	1.74	4.18	0.92	n.d.	10.64	40.97	0.01	1.05	1.03	11.78	1.3	5.7	
2000/5/15	7.94	14.58	5.94	n.d.	0.86	18.87	2.29	3.95	1.81	n.d.	18.50	53.32	1.35	1.41	1.40	16.09	0.4	4.9	
2000/5/29	7.87	10.99	4.69	n.d.	0.84	14.00	1.71	3.96	1.20	n.d.	11.61	41.20	1.98	1.07	1.05	12.02	0.8	4.5	
2000/6/12	7.81	8.88	4.16	n.d.	0.65	10.69	1.33	3.73	0.66	n.d.	7.77	33.43	1.57	0.84	0.83	9.39	0.9	2.8	
2000/6/26	7.91	12.42	5.44	n.d.	0.82	15.94	2.00	3.65	1.33	n.d.	14.58	45.81	1.10	1.22	1.18	13.66	1.6	4.7	
2000/7/10	7.87	11.92	5.36	n.d.	0.79	14.90	1.90	3.59	1.34	n.d.	14.26	44.38	0.99	1.15	1.15	13.11	0.3	4.8	
2000/7/25	7.91	14.49	6.10	n.d.	0.95	20.11	2.51	3.86	4.31	n.d.	18.09	50.30	0.15	1.50	1.38	16.58	4.2	6.7	
2000/8/7	7.88	10.85	5.36	n.d.	0.97	13.33	1.75	3.77	1.01	n.d.	12.54	38.12	1.39	1.07	1.01	11.87	2.8	4.5	
2000/8/22	7.97	14.08	6.11	n.d.	1.03	18.41	2.31	3.65	2.63	n.d.	18.00	47.44	1.76	1.40	1.30	15.55	3.8	5.0	
2000/9/4	7.96	14.00	5.96	n.d.	0.97	18.22	2.29	3.42	3.19	n.d.	16.63	48.87	1.93	1.38	1.30	15.33	3.2	4.5	
2000/9/18	7.79	8.90	4.72	n.d.	0.72	10.80	1.48	3.30	0.64	n.d.	9.26	31.23	1.70	0.88	0.81	9.62	4.5	3.9	
2000/10/3	7.89	9.63	4.63	n.d.	0.78	11.76	1.57	2.67	0.67	n.d.	9.55	36.50	2.49	0.94	0.88	10.24	3.0	3.1	
2000/10/18	7.98	13.19	5.78	n.d.	0.87	15.78	2.07	3.24	1.40	n.d.	15.28	49.84	1.31	1.23	1.25	14.05	-0.7	3.2	
2000/11/6	7.91	10.87	5.09	0.00	0.81	13.67	1.82	2.96	0.91	0.24	10.87	43.41	1.39	1.07	1.04	11.91	1.4	4.6	
2000/11/21	7.91	11.99	5.20	n.d.	0.82	15.26	2.00	3.26	1.14	n.d.	13.61	41.67	2.67	1.17	1.08	12.83	4.3	3.4	
2000/12/5	7.82	13.50	5.58	n.d.	0.78	16.89	2.20	3.50	1.26	n.d.	16.77	45.80	1.87	1.29	1.22	14.37	2.7	3.1	
2000/12/18	7.84	14.35	5.78	0.01	0.78	18.68	2.42	4.19	1.19	n.d.	17.78	49.36	1.95	1.40	1.32	15.61	3.2	4.2	
2001/1/9	7.84	14.51	5.85	n.d.	0.70	19.23	2.47	4.85	1.37	n.d.	18.88	45.20	1.88	1.44	1.29	15.84	5.2	4.4	
2001/1/23	7.80	11.61	4.99	0.02	0.64	14.99	1.92	4.15	0.90	n.d.	13.83	38.04	2.04	1.14	1.04	12.58	4.5	4.0	
2001/2/6	7.81	9.89	4.30	n.d.	0.57	12.74	1.59	3.63	0.58	n.d.	10.33	34.00	2.14	0.97	0.88	10.57	4.6	3.3	
2001/2/20	7.89	13.00	5.49	n.d.	0.57	17.28	2.15	3.73	0.85	n.d.	16.66	44.87	1.16	1.29	1.20	14.32	3.7	4.8	
2001/3/6	7.82	10.24	4.39	n.d.	0.61	12.84	1.62	3.93	0.61	n.d.	11.09	37.78	0.95	0.98	0.97	11.11	0.5	4.1	
2001/3/21	7.97	12.75	5.24	n.d.	0.71	16.20	1.99	3.99	0.81	n.d.	15.16	47.39	0.77	1.22	1.22	13.89	0.0	4.3	
2001/4/10	8.04	14.54	6.14	n.d.	0.80	19.18	2.28	3.85	1.41	n.d.	18.67	53.51	1.31	1.43	1.40	16.18	1.2	5.3	
2001/4/23	7.94	13.95	5.71	n.d.	0.70	18.83	2.26	4.14	1.42	n.d.	16.44	51.04	1.21	1.39	1.32	15.47	2.7	5.2	
2001/5/8	7.68	7.28	3.68	n.d.	0.72	8.66	1.10	4.15	0.31	n.d.	6.37	25.13	2.43	0.70	0.67	7.81	2.5	3.5	
2001/5/22	7.86	11.68	4.92	n.d.	0.74	15.17	1.85	3.39	1.31	n.d.	12.34	44.73	2.65	1.14	1.11	12.72	1.6	4.3	
2001/6/5	7.85	13.58	5.52	n.d.	0.77	18.43	2.21	3.47	1.63	n.d.	15.80	51.63	1.34	1.36	1.30	15.12	2.3	5.4	
2001/6/20	7.78	8.22	3.72	n.d.	0.65	10.57	1.30	2.96	0.76	n.d.	7.40	29.92	2.05	0.81	0.74	8.78	4.7	3.3	
2001/7/3	7.91	12.72	5.52	n.d.	0.78	17.03	2.05	3.56	1.44	n.d.	14.90	48.98	0.60	1.28	1.24	14.29	1.7	5.8	
2001/7/24	7.95	13.56	5.76	n.d.	0.74	17.43	2.11	3.40	1.91	n.d.	15.67	53.21	0.68	1.31	1.32	14.93	-0.5	4.8	
2001/8/7	8.00	15.17	6.37	n.d.	0.80	19.58	2.34	3.44	3.58	n.d.	18.18	55.55	1.25	1.47	1.44	16.61	0.8	4.5	
2001/8/21	7.63	6.49	3.15	n.d.	0.64	7.48	0.95	2.39	1.26	n.d.	5.56	22.51	3.29	0.61	0.57	6.67	2.8	1.4	
2001/9/4	7.90	11.29	4.77	n.d.	0.71	14.25	1.76	2.90	1.46	n.d.	11.49	42.89	1.51	1.08	1.05	12.01	1.6	3.1	
2001/9/26	7.92	13.12	5.80	n.d.	0.70	16.57	2.14	3.34	1.06	n.d.	16.93	47.38	0.97	1.27	1.24	14.37	1.3	4.5	
2001/10/10	7.79	8.12	3.99	n.d.	0.55	9.62	1.26	2.54	0.50	n.d.	7.08	31.70	1.77	0.77	0.75	8.48	1.6	2.1	
2001/10/24	7.87	10.00	4.87	0.04	0.72	12.50	1.65	3.09	0.22	n.d.	9.86	38.85	1.26	0.99	0.93	10.82	3.1	3.9	
2001/11/7	7.90	10.71	4.51	n.d.	0.65	12.73	1.69	2.86	0.20	n.d.	10.65	41.03	1.26	0.99	0.98	11.03	0.5	1.5	
2001/11/21	7.94	13.71	5.76	n.d.	0.74	16.85	2.27	3.41	0.95	n.d.	16.77	50.43	0.72	1.30	1.29	14.71	0.4	3.5	
2001/12/4	7.94	14.66	5.71	0.10	0.77	17.78	2.34	4.07	0.63	n.d.	17.82	52.49	1.54	1.35	1.36	15.48	-0.1	2.7	
2001/12/20	7.87	14.00	5.44	0.05	0.69	16.87	2.24	3.92	0.81	n.d.	17.91	49.84	1.66	1.28	1.31	14.88	-1.1	3.1	
2002/1/8	7.88	14.73	5.95	0.07	0.68	18.06	2.39	4.07	0.91	n.d.	20.40	51.06	1.39	1.38	1.39	15.96	-0.5	4.0	
2002/1/22	7.84	14.84	5.73	0.10	0.79	18.00	2.41	6.43	1.48	n.d.	17.93	46.30	1.70	1.37	1.34	15.75	1.3	3.0	
2002/2/7	7.81	14.68	5.67	0.06	0.76	17.51	2.36	4.68	0.78	n.d.	18.43	49.29	0.82	1.34	1.34	15.39	0.0	2.4	
2002/2/19	7.87	15.26	6.04	n.d.	0.82	18.53	2.52	5.01	1.35	n.d.	20.52	51.05	0.51	1.42	1.43	16.45	-0.4	3.8	
2002/3/5	7.75	12.02	4.67	n.d.	0.93	14.36	1.99	4.56	1.59	n.d.	12.84	35.72	5.68	1.11	1.01	12.23	4.7	0.9	
2002/3/19	7.94	15.26	6.26	n.d.	0.94	19.25	2.58	4.64	1.07	n.d.	19.44	47.13	0.85	1.47	1.33	16.18	5.2	2.9	
2002/4/9	7.84	10.99	4.36	n.d.	0.92	12.34	1.72	4.66	0.32	n.d.	10.99	34.51	1.17	0.97	0.93	10.93	2.1	-0.3	
2002/4/23	7.85	10.85	4.23	n.d.	0.91	12.52	1.71	4.45	0.38	n.d.	10.43	34.33	2.11	0.97	0.91	10.80	3.2	-0.2	
2002/5/8	7.85	10.84	4.60	0.05	0.92	12.75	1.73	4.69	0.31	n.d.	11.16	39.75	1.19	1.01	1.02	11.54	-0.8	3.1	
2002/5/28	8.01	13.39	5.63	n.d.	0.98	16.47	2.22	4.28	1.08	n.d.	16.85	45.79	1.09	1.27	1.24	14.46	1.4	3.9	
2002/6/11	7.88	12.78	5.07	n.d.	1.04	15.39	2.02	3.55	5.40	n.d.	14.16	40.06	3.83	1.18	1.14	13.42	1.9	2.5	
2002/6/25	7.92	10.11	3.99	n.d.	0.88	11.91	1.56	2.96	1.37	n.d.	9.13	37.49	3.05	0.92	0.91	10.30	0.5	0.9	
2002/7/9	7.59	6.06	2.84	n.d.	0.85	6.86	0.89	2.07	1.46	n.d.	4.31	21.05	4.88	0.56	0.52	6.07	4.1	0.1	
2002/7/23	7.81	11.11	4.84	n.d.	1.04	12.80	1.75	4.12	0.66	n.d.	12.06	38.99	1.22	1.02	1.02	11.63	0.1	2.3	
2002/8/6	7.87	13.21	5.60	n.d.	1.08	15.59	2.11	4.06	1.51	n.d.	15.65	45.99	1.29	1.22	1.22	13.99	0.2	2.9	
2002/8/27	7.89	14.31	5.90	n.d.	1.10	17.69	2.37	3.85	1.98	n.d.	16.38	51.12	1.23	1.36	1.32	15.30	1.6	3.3	
2002/9/10	7.88	12.68	5.77	n.d.	0.98	15.22	2.09	4.07	1.14	n.d.	14.91	43.97	1.07	1.21	1.16	13.58	1.8	3.4	
2002/9/24	7.90	13.70	5.86	n.d.	0.99	16.94	2.32	4.04	1.68	n.d.	16.77	48.23	0.73	1.32	1.28	14.88	1.4	4.1	
2002/10/8	7.88	13.45	5.47	n.d.	0.89	16.49	2.20	3.78	1.67	n.d.	14.97	48.22	0.76	1.27	1.24	14.24	1.2	2.8	
2002/10/22	7.99	14.34	5.71	n.d.	0.88	17.49	2.31	3.80	2.41	n.d.	16.64	50.45	1.27	1.33	1.32	15.16	0.5	2.8	
2002/11/5	7.84	13.49	5.30	n.d.	0.75	16.43	2.18	5.05	2.72	n.d.	15.94	44.29	0.99	1.25	1.24	14.41	0.2	3.3	
2002/11/19	7.87	14.81	6.16	n.d.	0.80	18.40	2.47	4.52	1.95	n.d.	19.26	50.64	0.00	1.41	1.39	16.13	0.7	4.3	</

Appendix 8b. 四万十川上流域の採水地点 N4 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N4 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2003/2/18	7.83	13.36	5.24	n.d.	0.63	15.74	2.04	4.80	0.70	n.d.	15.08	44.91	0.41	1.20	1.20	13.73	0.0	1.4	
2003/3/4	7.73	9.58	4.39	n.d.	0.61	11.60	1.50	5.40	0.26	n.d.	8.34	30.44	0.63	0.91	0.83	9.98	4.6	2.0	
2003/3/18	7.74	9.62	4.31	n.d.	0.61	11.15	1.43	5.27	0.22	n.d.	8.86	31.18	0.70	0.88	0.85	9.90	1.7	1.4	
2003/4/7	7.86	10.42	4.62	0.04	0.64	12.54	1.60	5.01	0.33	n.d.	10.64	34.79	0.45	0.98	0.94	10.99	2.0	2.7	
2003/4/21	7.92	13.22	5.58	n.d.	0.80	16.16	2.04	4.73	0.51	n.d.	15.66	45.10	0.20	1.24	1.21	14.03	1.2	3.0	
2003/5/8	7.83	9.87	4.28	n.d.	0.76	11.73	1.49	3.11	0.98	n.d.	9.17	35.92	2.27	0.91	0.88	10.14	1.7	1.3	
2003/5/22	7.87	11.81	5.17	n.d.	0.83	13.60	1.86	4.36	0.29	n.d.	13.06	41.60	0.55	1.08	1.08	12.32	-0.2	2.1	
2003/6/4	7.82	10.56	5.05	n.d.	0.86	11.92	1.74	4.34	0.22	n.d.	11.68	36.92	0.44	0.98	0.97	11.16	0.3	2.8	
2003/6/19	7.72	7.03	3.80	n.d.	0.63	7.50	1.03	3.48	0.11	n.d.	5.39	26.38	1.14	0.64	0.64	7.21	-0.3	1.2	
2003/7/3	7.79	9.64	4.62	n.d.	0.72	11.16	1.53	3.61	0.35	n.d.	8.44	33.00	1.18	0.90	0.82	9.76	4.5	0.6	
2003/7/17	7.90	11.09	4.99	0.04	0.81	13.09	1.77	3.57	0.77	n.d.	10.60	43.63	0.13	1.04	1.05	11.72	-0.5	2.8	
2003/8/1	7.94	12.30	5.26	0.03	0.87	14.78	1.95	3.30	1.36	n.d.	12.17	24.27	0.95	1.15	0.77	11.23	20.1	-4.6	R1
2003/8/14	7.50	4.90	2.84	0.06	0.63	5.11	0.73	1.43	0.61	n.d.	3.18	17.30	4.39	0.46	0.40	4.77	6.8	-1.4	
2003/9/4	7.97	13.99	6.38	0.08	1.03	17.33	2.34	3.83	2.28	n.d.	16.55	50.45	1.75	1.37	1.32	15.31	1.8	4.5	
2003/9/18	7.89	12.40	5.64	0.08	0.97	15.05	2.05	3.56	1.30	n.d.	13.41	45.49	0.76	1.19	1.15	13.27	2.0	3.4	
2003/10/8	7.96	14.44	6.19	n.d.	0.86	17.75	2.36	3.79	2.05	n.d.	17.66	51.55	0.71	1.37	1.35	15.57	0.7	3.8	
2003/10/22	7.92	12.72	5.77	n.d.	0.80	15.73	2.12	3.54	0.97	n.d.	14.35	47.01	0.28	1.23	1.18	13.70	1.9	3.7	
2003/11/12	7.89	12.33	5.55	n.d.	0.85	15.76	2.12	3.57	0.99	n.d.	12.97	44.59	1.30	1.22	1.12	13.27	4.6	3.7	
2003/11/26	7.85	13.99	5.73	n.d.	0.75	16.87	2.24	3.70	1.41	n.d.	16.57	50.16	0.26	1.29	1.29	14.75	0.0	2.7	
2003/12/10	7.82	12.78	5.40	n.d.	0.65	15.15	2.04	3.79	0.61	n.d.	15.04	45.86	0.48	1.18	1.18	13.43	-0.2	2.5	
2003/12/24	7.84	13.79	6.13	n.d.	0.69	17.87	2.39	3.95	0.77	n.d.	16.09	50.03	0.63	1.37	1.28	15.08	3.5	4.5	
2004/1/7	7.85	14.68	6.19	n.d.	0.66	18.17	2.41	3.95	1.02	n.d.	19.19	55.71	0.63	1.39	1.44	16.15	-1.8	4.8	
2004/1/21	7.84	15.22	6.24	n.d.	0.62	18.28	2.45	5.23	1.55	n.d.	18.88	45.54	0.50	1.40	1.31	15.74	3.3	1.7	
2004/2/5	7.86	15.35	6.59	n.d.	0.64	19.18	2.58	4.73	1.39	n.d.	20.28	55.99	0.47	1.47	1.50	17.02	-0.8	5.2	
2004/2/20	7.93	15.91	7.16	n.d.	0.68	20.49	2.73	4.49	2.05	n.d.	21.81	62.88	0.81	1.58	1.64	18.39	-2.1	7.2	
2004/3/4	7.89	13.98	5.75	n.d.	0.62	16.87	2.28	5.73	1.47	n.d.	16.98	51.97	1.27	1.29	1.39	15.40	-3.6	4.8	
2004/3/24	7.88	13.25	5.32	n.d.	0.68	16.00	2.12	5.57	1.56	n.d.	14.32	51.60	1.70	1.22	1.33	14.49	-4.1	4.5	
2004/4/6	7.88	12.89	5.36	n.d.	0.72	15.70	2.09	4.85	0.95	n.d.	14.75	50.83	1.26	1.21	1.29	14.20	-3.4	4.8	
2004/4/21	7.80	10.47	4.62	n.d.	0.71	12.08	1.58	4.68	0.43	n.d.	10.23	42.94	1.51	0.95	1.06	11.31	-5.1	3.9	
2004/5/14	7.72	7.60	3.88	n.d.	0.60	7.81	1.08	4.25	n.d.	n.d.	6.48	30.64	1.55	0.66	0.76	7.98	-6.6	2.4	
2004/5/31	7.85	12.97	5.79	n.d.	0.87	15.48	2.09	4.08	1.07	n.d.	15.99	53.05	1.44	1.22	1.33	14.47	-4.6	5.5	
2004/6/11	7.80	9.54	4.40	n.d.	0.77	11.62	1.55	2.51	1.82	n.d.	9.66	39.82	5.54	0.92	0.95	10.49	-1.9	4.8	
2004/6/28	7.92	12.14	5.43	n.d.	0.89	13.87	1.93	3.90	0.70	n.d.	13.86	53.29	1.53	1.11	1.28	13.43	-7.2	5.0	
2004/7/12	7.94	12.86	5.69	n.d.	0.94	15.35	2.07	3.76	1.46	n.d.	14.52	56.41	1.28	1.21	1.36	14.39	-5.8	5.6	
2004/7/26	7.93	14.94	6.64	n.d.	1.07	18.80	2.45	4.06	3.08	n.d.	18.78	63.15	1.52	1.46	1.59	17.27	-4.4	7.2	
2004/8/9	7.80	9.04	4.66	n.d.	0.67	10.36	1.46	3.16	0.28	n.d.	8.69	44.30	1.43	0.86	1.00	10.25	-7.8	6.3	
2004/8/27	7.85	10.87	5.49	n.d.	0.81	13.38	1.85	3.37	0.57	n.d.	10.98	51.55	1.23	1.08	1.18	12.51	-4.4	7.0	
2004/9/13	7.56	6.02	4.09	n.d.	0.59	5.48	0.91	4.02	n.d.	n.d.	3.75	26.00	1.98	0.54	0.62	6.42	-6.5	3.2	
2004/9/27	7.84	11.10	5.67	n.d.	0.97	13.54	2.00	4.05	0.55	n.d.	10.30	54.27	1.60	1.11	1.23	12.92	-4.9	7.6	
2004/10/12	7.97	11.87	5.60	n.d.	0.93	13.96	2.07	3.84	0.91	n.d.	11.62	57.43	1.33	1.13	1.31	13.50	-7.0	6.4	
2004/10/25	7.87	10.96	5.45	n.d.	0.91	12.79	1.96	3.73	0.35	n.d.	10.86	54.26	1.05	1.06	1.23	12.62	-7.3	7.1	
2004/11/8	7.88	11.86	5.65	n.d.	0.84	14.37	2.09	3.72	0.78	n.d.	12.74	57.22	1.17	1.16	1.32	13.76	-6.6	7.4	
2004/11/22	7.84	11.35	5.39	n.d.	0.75	13.88	1.99	3.72	0.53	n.d.	12.01	54.03	0.83	1.11	1.25	13.11	-5.9	7.2	
2004/12/6	7.68	8.50	4.31	n.d.	0.67	9.29	1.35	3.43	0.13	n.d.	7.23	39.98	1.42	0.78	0.90	9.29	-7.4	4.4	
2004/12/21	7.78	13.34	5.82	n.d.	0.74	15.73	2.23	3.85	0.71	n.d.	15.43	57.15	0.68	1.24	1.38	14.70	-5.3	4.8	
2005/1/7	7.68	13.54	5.83	0.04	0.68	16.37	2.29	4.05	0.83	n.d.	16.15	49.85	1.06	1.28	1.28	14.57	-0.1	3.7	
2005/1/21	7.85	14.17	6.08	n.d.	0.63	16.78	2.35	4.15	0.96	n.d.	17.92	50.48	0.58	1.31	1.33	15.13	-0.8	3.3	
2005/2/7	7.55	11.65	4.62	n.d.	0.53	12.55	1.74	5.68	0.99	n.d.	11.34	36.25	1.41	0.98	1.01	11.46	-1.1	-0.8	
2005/2/18	7.82	10.26	4.53	n.d.	0.61	11.69	1.62	4.25	0.40	n.d.	9.42	40.28	1.70	0.93	0.98	10.75	-2.8	2.3	
2005/3/7	7.96	12.61	5.44	n.d.	0.61	15.72	2.09	4.04	0.40	n.d.	14.59	51.57	0.39	1.21	1.27	13.99	-2.5	5.2	
2005/4/6	7.81	12.32	5.43	n.d.	0.68	14.72	2.02	3.97	0.44	n.d.	14.12	55.58	1.18	1.15	1.32	13.88	-6.8	5.9	
2005/4/26	7.90	13.48	5.90	n.d.	0.81	16.55	2.25	3.99	0.98	n.d.	15.71	62.43	1.30	1.29	1.48	15.48	-6.9	6.9	
2005/5/10	7.86	11.15	4.90	n.d.	0.72	12.90	1.77	3.58	0.51	n.d.	10.83	51.52	1.40	1.02	1.18	12.20	-7.2	4.5	
2005/5/24	7.97	13.88	6.00	n.d.	0.87	16.85	2.30	3.74	1.56	n.d.	15.86	65.07	1.89	1.31	1.53	15.85	-7.5	6.6	
2005/6/6	7.97	14.60	6.42	n.d.	0.98	18.28	2.47	3.76	2.26	n.d.	17.43	67.51	1.21	1.42	1.61	16.99	-6.4	7.6	
2005/6/21	7.98	15.38	6.49	n.d.	0.98	19.13	2.53	3.57	2.98	n.d.	17.35	72.02	0.91	1.47	1.69	17.63	-7.0	6.8	
2005/7/5	7.65	8.18	3.88	n.d.	0.81	9.17	1.24	3.01	1.03	n.d.	6.80	36.38	2.65	0.75	0.84	8.82	-5.7	3.7	
2005/7/19	7.98	12.86	5.70	n.d.	0.94	15.12	2.00	3.54	1.51	n.d.	14.24	58.05	1.32	1.19	1.37	14.32	-7.1	5.4	
2005/8/9	8.07	14.89	6.57	n.d.	1.03	18.44	2.39	3.67	2.89	n.d.	18.35	67.34	1.41	1.43	1.64	17.24	-6.8	7.3	
2005/8/22	7.97	12.85	5.41	n.d.	1.01	15.30	2.01	3.21	4.46	n.d.	13.02	52.36	3.04	1.19	1.29	13.98	-4.1	4.2	
2005/9/15	7.76	11.30	5.36	n.d.	0.92	13.06	1.85	3.33	0.58	n.d.	12.05	48.83	1.44	1.06	1.15	12.38	-4.2	4.6	
2005/9/28	8.13	14.97	6.32	n.d.	0.94	19.29	2.51	3.49	1.74	n.d.	17.46	70.59	1.57	1.47	1.65	17.39	-5.7	7.5	
2005/10/11	8.27	15.33	6.57	n.d.	0.97	20.60	2.58	3.78	2.67	n.d.	18.58	70.60	1.65	1.55	1.69	18.22	-4.4	8.6	
2005/10/25	7.96	15.17	6.55	n.d.	0.79	18.37	2.47	3.82	2.62	n.d.	19.86	60.12	0.89	1.42	1.55	16.93	-4.2	5.5	
2005/11/8	7.84	10.47	5.07	n.d.	0.81	11.97	1.71	3.43	1.17	n.d.	11.69	42.57	1.33	0.98	1.06	11.48	-3.8	4.6	
2005/11/22	7.92																		

Appendix 8c. 四万十川上流域の採水地点 N4 における溪流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N4 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2006/2/8	7.84	11.96	5.26	n.d.	0.71	14.41	2.01	6.13	0.90	n.d.	13.67	40.63	1.60	1.13	1.14	13.11	-0.3	4.6	
2006/2/22	7.83	12.03	4.97	n.d.	0.67	13.71	1.88	5.31	0.53	n.d.	12.32	49.47	1.93	1.07	1.23	12.97	-6.7	3.7	
2006/3/8	7.92	11.97	4.97	n.d.	0.68	12.88	1.84	4.88	0.49	n.d.	13.78	47.78	1.73	1.03	1.22	12.72	-8.4	3.1	R1
2006/3/22	7.79	11.60	4.73	n.d.	0.66	12.73	1.75	4.72	0.52	n.d.	12.68	48.52	1.50	1.00	1.20	12.43	-9.0	3.4	R1
2006/4/12	7.66	7.65	4.04	n.d.	0.72	7.53	1.14	4.51	0.14	n.d.	7.12	29.20	1.87	0.66	0.76	8.05	-6.5	2.6	
2006/4/25	7.85	11.72	5.16	n.d.	0.75	13.11	1.87	4.49	0.35	n.d.	13.58	47.71	1.62	1.05	1.20	12.73	-6.4	4.1	
2006/5/11	7.59	6.60	3.78	n.d.	0.62	6.24	0.94	3.83	0.08	n.d.	5.20	30.80	2.42	0.57	0.72	7.15	-11.8	4.0	R1
2006/5/24	7.85	10.43	4.94	n.d.	0.77	11.54	1.68	3.92	0.38	n.d.	11.43	52.08	2.14	0.95	1.21	11.97	-12.0	6.9	R1
2006/6/13	7.87	11.76	5.31	n.d.	0.84	13.33	1.91	3.83	0.94	n.d.	12.92	64.30	2.63	1.07	1.45	13.88	-14.7	8.3	R1
2006/6/27	7.70	7.54	4.14	n.d.	0.67	7.88	1.15	3.16	0.12	n.d.	6.36	27.92	1.93	0.68	0.68	7.66	0.2	0.8	
2006/7/13	7.87	10.49	5.03	n.d.	0.84	11.75	1.67	3.21	0.81	n.d.	10.37	39.21	1.65	0.96	0.96	10.84	0.1	1.7	
2006/7/25	7.81	9.31	4.67	n.d.	0.77	10.13	1.45	2.98	0.60	n.d.	8.67	37.01	1.77	0.85	0.88	9.66	-1.9	1.8	
2006/8/9	7.98	13.45	6.06	n.d.	0.92	15.71	2.15	3.53	2.23	n.d.	14.74	49.67	1.46	1.25	1.26	14.19	-0.3	2.7	
2006/8/23	7.78	7.39	4.15	n.d.	0.81	7.21	1.10	2.85	0.26	n.d.	5.82	31.64	1.96	0.65	0.72	7.60	-5.3	1.4	
2006/9/5	7.89	11.29	5.22	n.d.	0.91	12.54	1.82	3.05	0.78	n.d.	10.63	47.85	1.29	1.03	1.10	11.84	-3.7	2.4	
2006/9/20	7.83	9.42	4.89	n.d.	0.70	10.20	1.51	2.92	0.41	n.d.	8.33	39.53	1.48	0.86	0.91	9.83	-2.6	2.2	
2006/10/4	7.98	13.27	6.07	n.d.	0.89	15.66	2.22	3.32	1.68	n.d.	14.28	53.69	1.14	1.25	1.30	14.32	-1.8	3.8	
2006/10/19	7.99	14.08	6.37	n.d.	0.88	16.59	2.32	3.48	2.25	n.d.	16.51	55.73	1.45	1.32	1.39	15.32	-2.7	4.2	
2006/11/7	7.97	14.97	6.80	n.d.	0.89	17.54	2.44	3.86	3.27	n.d.	18.46	59.18	0.98	1.39	1.52	16.52	-4.2	4.9	
2006/11/21	7.87	15.52	6.48	n.d.	0.85	17.71	2.50	5.48	5.84	n.d.	17.23	54.14	2.33	1.39	1.49	16.60	-3.5	3.4	
2006/12/8	7.77	11.04	4.53	n.d.	0.67	12.13	1.72	5.46	3.68	n.d.	9.80	36.54	2.97	0.96	1.02	11.36	-2.8	1.4	
2006/12/21	7.89	13.63	5.62	n.d.	0.70	15.68	2.20	4.09	1.75	n.d.	15.95	51.97	1.61	1.23	1.33	14.50	-4.0	3.1	
2007/1/10	7.84	14.36	5.98	n.d.	0.62	16.21	2.36	5.69	2.07	n.d.	19.56	46.70	1.27	1.28	1.37	15.39	-3.3	3.5	
2007/1/23	7.91	14.77	6.13	0.05	0.68	17.63	2.40	4.72	2.05	n.d.	19.01	48.93	1.11	1.36	1.36	15.75	0.0	3.2	
2007/2/7	7.75	15.15	6.59	n.d.	0.71	18.47	2.50	4.27	1.90	n.d.	20.74	48.96	0.99	1.43	1.39	16.31	1.7	3.7	
2007/2/21	7.88	12.60	5.43	n.d.	0.73	15.76	2.13	4.98	1.72	n.d.	14.89	42.61	1.03	1.22	1.18	13.79	1.7	4.5	
2007/3/12	7.84	13.23	5.38	n.d.	0.69	15.92	2.14	4.54	1.38	n.d.	16.00	39.45	0.98	1.22	1.13	13.65	3.9	1.5	
2007/3/28	7.79	10.29	4.44	0.05	0.69	12.20	1.63	4.41	1.09	n.d.	10.36	31.22	1.51	0.96	0.87	10.53	4.8	1.2	
2007/4/10	7.93	14.27	6.05	0.09	0.82	17.81	2.38	4.32	1.40	n.d.	18.09	56.00	1.21	1.37	1.44	16.03	-2.3	5.8	
2007/4/24	7.90	13.66	5.56	0.12	0.79	16.97	2.24	4.05	2.12	n.d.	15.35	51.56	1.95	1.30	1.31	14.86	-0.5	4.2	
2007/5/9	7.88	10.77	4.65	0.05	0.76	13.00	1.71	4.17	0.83	n.d.	11.16	35.70	1.37	1.01	0.95	11.24	3.3	2.1	
2007/5/23	8.01	14.24	5.58	0.04	0.81	17.37	2.20	3.84	1.46	n.d.	16.58	60.11	1.28	1.31	1.46	15.65	-5.3	4.7	
2007/6/13	7.95	14.71	6.20	0.07	0.92	19.33	2.49	3.76	2.31	n.d.	17.37	61.75	1.30	1.47	1.52	16.86	-1.7	6.8	
2007/6/26	7.87	12.45	5.87	n.d.	1.00	17.05	2.19	3.67	1.73	n.d.	13.88	54.19	1.62	1.31	1.31	14.74	0.1	8.4	
2007/7/10	7.81	8.92	4.23	0.04	0.73	9.72	1.34	3.36	0.45	n.d.	8.47	39.25	2.42	0.80	0.92	9.60	-7.0	3.7	
2007/7/26	7.90	12.31	5.56	0.08	0.98	14.58	2.03	3.39	1.21	n.d.	15.12	49.03	2.12	1.17	1.23	13.61	-2.8	5.0	
2007/8/9	7.89	11.88	5.65	0.07	0.97	14.26	2.01	3.57	0.96	n.d.	13.79	48.65	1.39	1.15	1.20	13.28	-2.1	5.6	
2007/8/29	7.97	15.09	6.86	0.05	1.12	19.17	2.55	3.64	2.99	n.d.	19.27	42.54	0.69	1.50	1.25	15.97	9.0	2.8	R1
2007/9/12	8.07	14.87	6.57	n.d.	1.07	18.47	2.46	3.52	3.53	n.d.	18.60	56.56	2.04	1.44	1.47	16.58	-1.1	5.4	
2007/9/26	7.98	13.16	5.82	0.05	1.00	15.95	2.20	3.33	1.56	n.d.	14.77	65.03	1.81	1.26	1.49	15.27	-8.5	7.4	R1
2007/10/11	7.84	9.47	4.81	n.d.	0.87	11.21	1.56	2.80	0.92	n.d.	8.86	45.15	3.30	0.92	1.02	10.70	-5.1	6.1	
2007/10/25	7.95	14.35	6.34	n.d.	0.87	17.53	2.39	3.43	1.48	n.d.	18.23	60.36	1.37	1.37	1.49	16.14	-4.2	5.9	
2007/11/13	8.00	15.06	6.53	n.d.	0.87	18.91	2.55	3.59	2.65	n.d.	20.29	56.59	0.36	1.46	1.49	16.90	-1.2	5.8	
2007/11/27	7.82	15.72	6.93	n.d.	0.84	19.87	2.70	3.72	2.85	n.d.	21.89	55.04	0.91	1.54	1.51	17.54	0.9	5.5	
2007/12/10	7.80	15.99	6.55	n.d.	0.76	19.20	2.57	4.12	2.70	n.d.	22.35	43.75	0.06	1.47	1.34	16.51	4.7	1.6	
2007/12/25	7.81	16.24	6.43	0.05	0.81	19.57	2.66	5.48	3.85	n.d.	21.05	60.35	1.82	1.50	1.64	18.07	-4.6	5.3	
2008/1/8	7.74	12.46	5.16	0.03	0.68	15.14	2.10	5.83	2.19	n.d.	14.09	39.58	2.03	1.17	1.14	13.42	1.3	3.7	
2008/1/22	7.69	9.37	4.35	0.04	0.65	11.39	1.54	4.65	0.87	n.d.	8.92	30.43	2.85	0.90	0.83	9.95	4.2	3.0	
2008/2/6	7.55	10.37	4.40	0.03	0.58	11.83	1.58	4.17	0.58	n.d.	11.09	35.50	1.21	0.93	0.94	10.68	-0.6	1.5	
2008/2/19	7.88	13.63	6.00	n.d.	0.68	17.60	2.34	4.13	0.76	n.d.	18.94	48.12	1.44	1.35	1.31	15.32	1.4	5.9	
2008/3/5	7.81	13.66	6.31	0.07	0.75	18.66	2.48	4.50	0.98	n.d.	19.12	48.53	1.10	1.43	1.34	15.97	3.5	7.8	
2008/3/18	7.85	13.56	5.51	0.05	0.72	16.43	2.16	4.26	0.96	n.d.	17.19	47.35	1.28	1.26	1.27	14.52	-0.5	3.4	
2008/4/4	7.81	11.54	4.91	n.d.	0.67	13.68	1.83	4.06	0.46	n.d.	13.60	42.32	1.28	1.06	1.10	12.34	-1.6	3.3	
2008/4/21	7.85	11.86	5.17	n.d.	0.77	14.45	1.91	3.90	0.50	n.d.	13.91	44.03	1.25	1.12	1.13	12.82	-0.3	3.9	
2008/5/8	7.86	13.99	5.69	n.d.	0.81	16.69	2.19	3.78	0.90	n.d.	17.69	49.97	0.96	1.28	1.31	14.81	-1.1	2.8	
2008/5/22	7.84	13.15	5.36	0.05	0.82	16.15	2.09	3.48	1.03	n.d.	15.41	46.64	0.00	1.23	1.20	13.89	1.4	2.7	
2008/6/5	7.66	6.58	3.57	0.10	0.63	7.07	0.96	3.02	0.16	n.d.	5.21	24.51	2.96	0.61	0.60	6.78	0.9	1.5	
2008/6/19	7.78	11.35	6.32	0.06	0.96	17.22	2.27	3.86	0.75	n.d.	14.32	43.28	1.95	1.35	1.13	14.15	8.9	11.0	R1
2008/7/7	7.84	10.53	4.67	0.02	0.76	12.02	1.58	3.15	0.60	n.d.	10.55	38.25	2.08	0.95	0.95	10.72	0.4	0.9	
2008/7/23	7.95	13.55	5.77	n.d.	0.95	16.52	2.15	3.26	2.45	n.d.	15.61	50.26	1.84	1.28	1.28	14.53	-0.1	3.5	
2008/8/6	7.83	15.28	6.56	n.d.	1.06	19.30	2.48	3.47	3.70	n.d.	18.64	56.43	1.85	1.48	1.47	16.84	0.3	4.9	
2008/8/20	7.91	16.64	6.64	n.d.	1.03	19.74	2.50	3.45	3.41	n.d.	19.93	58.16	1.85	1.51	1.52	17.29	-0.5	1.9	
2008/9/4	7.93	13.06	5.33	0.03	0.95	15.80	2.04	2.74	3.33	n.d.	14.15	49.50	2.36	1.21	1.24	13.87	-0.9	3.0	
2008/9/22	7.93	11.19	4.96	0.03	0.89	13.44	1.73	3.01	1.17	n.d.	11.54	42.55	1.59	1.05	1.04	11.82	0.6	2.7	
2008/10/6	7.88	8.32	4.26	0.09	0.77	9.73	1.29	2.74	0.33	n.d.	6.20	35.59							

Appendix 8d. 四万十川上流域の採水地点 N4 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N4 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2009/1/9	7.91	14.89	6.24	n.d.	0.74	18.86	2.46	3.48	1.08	n.d.	20.16	53.62	1.06	1.43	1.41	16.32	0.7	4.6	
2009/1/27	7.84	13.32	5.54	n.d.	0.70	17.08	2.23	4.18	1.20	n.d.	17.02	47.28	1.16	1.30	1.27	14.71	1.1	5.0	
2009/2/9	7.89	12.52	5.19	n.d.	0.70	15.73	2.05	3.64	0.71	n.d.	15.11	46.36	1.31	1.20	1.19	13.59	0.3	4.1	
2009/2/23	7.53	6.40	3.23	n.d.	0.63	7.12	0.94	4.07	0.29	n.d.	5.39	21.29	2.26	0.59	0.58	6.71	0.8	2.4	
2009/3/9	7.67	10.38	4.59	n.d.	0.70	12.76	1.66	3.64	0.30	n.d.	10.95	39.65	1.22	0.99	0.99	11.18	0.3	3.7	
2009/3/23	7.70	8.45	3.98	n.d.	0.67	9.89	1.30	3.46	0.17	n.d.	7.87	31.96	0.82	0.79	0.79	8.91	0.2	2.6	
2009/4/13	7.95	14.35	6.01	n.d.	0.85	18.14	2.33	3.63	0.94	n.d.	18.83	53.07	0.93	1.38	1.38	15.77	0.0	4.7	
2009/4/27	7.97	12.47	5.21	n.d.	0.79	15.74	2.01	3.30	1.03	n.d.	14.95	47.70	1.96	1.20	1.20	13.63	-0.2	4.5	
2009/5/11	7.96	13.00	5.48	n.d.	0.89	16.56	2.10	3.39	0.98	n.d.	15.98	51.12	1.43	1.26	1.28	14.43	-0.8	5.2	
2009/5/25	8.07	15.13	6.24	n.d.	0.93	19.61	2.48	3.40	2.00	n.d.	19.12	58.81	1.69	1.48	1.49	16.88	-0.4	5.5	
2009/6/8	8.01	13.65	5.64	n.d.	0.93	17.72	2.22	2.95	1.71	n.d.	15.01	53.80	2.42	1.34	1.31	14.89	1.2	4.4	
2009/6/24	7.86	8.62	3.83	n.d.	0.83	10.30	1.31	2.61	0.45	n.d.	7.07	34.53	3.08	0.81	0.79	8.93	1.0	1.8	
2009/7/8	7.86	10.90	4.77	n.d.	0.90	13.43	1.73	3.00	0.44	n.d.	10.74	43.80	1.81	1.04	1.03	11.63	0.5	3.3	
2009/7/22	7.62	6.79	3.28	n.d.	0.85	7.79	1.02	2.06	0.78	n.d.	5.17	26.05	5.00	0.64	0.61	6.93	2.6	1.0	
2009/8/12	7.80	8.97	4.57	n.d.	1.02	9.72	1.40	2.98	0.16	n.d.	8.77	33.92	1.79	0.83	0.83	9.28	0.0	1.7	
2009/8/27	7.84	14.26	6.23	n.d.	1.14	17.65	2.36	3.20	0.96	n.d.	16.84	53.50	1.65	1.38	1.33	15.35	1.5	3.7	
2009/9/10	7.97	14.77	6.35	n.d.	1.12	18.08	2.38	3.18	2.26	n.d.	18.20	53.86	1.92	1.40	1.39	15.91	0.6	3.7	
2009/9/25	7.93	16.13	7.05	n.d.	1.11	20.23	2.62	3.35	2.70	n.d.	20.33	59.35	1.11	1.56	1.53	17.64	0.8	4.5	
2009/10/9	7.86	10.03	4.59	n.d.	0.89	12.05	1.60	2.64	0.46	n.d.	9.29	41.24	2.34	0.96	0.95	10.62	0.2	2.9	
2009/10/23	7.94	14.23	6.18	n.d.	0.92	18.02	2.37	3.21	1.11	n.d.	18.48	53.62	1.23	1.39	1.37	15.72	0.5	5.0	
2009/11/6	7.92	14.61	6.18	n.d.	0.93	18.36	2.42	3.30	1.44	n.d.	19.31	53.68	1.50	1.41	1.40	16.04	0.4	4.7	
2009/11/24	7.68	12.22	5.33	n.d.	0.85	15.04	2.04	3.17	0.46	n.d.	14.35	46.48	1.59	1.17	1.16	13.20	0.6	3.8	
2009/12/8	7.84	13.97	5.95	n.d.	0.83	17.60	2.35	3.49	0.78	n.d.	19.71	51.12	0.82	1.35	1.36	15.56	-0.3	5.4	
2009/12/22	7.83	12.16	5.01	0.03	0.69	14.87	1.99	4.24	0.72	n.d.	14.56	43.13	2.14	1.14	1.14	13.08	0.1	3.7	
2010/1/6	7.88	14.12	5.84	n.d.	0.70	17.83	2.35	3.92	0.71	n.d.	18.55	50.02	1.33	1.36	1.33	15.39	1.0	4.3	
2010/1/20	7.93	14.78	6.28	n.d.	0.72	19.13	2.47	3.79	0.99	n.d.	20.50	53.13	1.19	1.45	1.42	16.48	1.0	5.5	
2010/2/4	7.79	11.21	4.50	n.d.	0.64	13.58	1.79	4.38	0.54	n.d.	13.22	40.14	0.44	1.04	1.07	12.05	-1.4	3.6	
2010/2/18	7.84	12.05	5.05	n.d.	0.70	15.13	1.99	4.14	0.52	n.d.	14.85	44.04	1.16	1.16	1.16	13.23	0.0	4.7	
2010/3/5	7.82	10.24	4.59	n.d.	0.78	12.67	1.63	3.86	0.31	n.d.	10.42	38.61	2.12	0.99	0.96	11.04	1.2	3.8	
2010/3/19	7.79	10.51	4.65	n.d.	0.68	12.76	1.69	3.76	0.29	n.d.	11.48	38.98	0.79	0.99	0.99	11.27	0.3	3.5	
2010/4/6	7.78	11.02	4.90	n.d.	0.80	13.41	1.77	3.85	0.29	n.d.	11.96	41.05	1.00	1.05	1.04	11.83	0.7	3.5	
2010/4/30	7.61	8.80	4.49	0.02	0.72	11.29	1.53	3.61	0.20	n.d.	9.88	35.99	1.08	0.90	0.90	10.21	0.2	7.4	
2010/5/20	7.48	8.50	4.15	n.d.	0.79	10.36	1.38	2.66	0.36	n.d.	7.70	35.32	2.76	0.83	0.82	9.20	0.7	4.0	
2010/6/4	7.95	12.71	5.56	n.d.	0.90	15.55	2.08	3.58	0.95	n.d.	15.32	48.31	1.16	1.21	1.23	13.86	-0.6	4.3	
2010/6/24	7.66	10.18	4.79	n.d.	0.89	12.58	1.68	2.91	0.56	n.d.	9.73	40.81	1.82	1.00	0.96	10.97	1.8	3.7	
2010/7/16	7.51	7.26	4.42	n.d.	0.48	5.10	1.06	3.00	0.20	n.d.	4.31	26.52	0.01	0.55	0.61	6.36	-5.7	-6.6	
2010/8/5	7.74	10.66	4.93	n.d.	0.94	12.72	1.71	2.67	1.79	n.d.	9.79	41.97	4.34	1.01	1.00	11.25	0.9	2.7	
2010/8/24	7.74	12.58	6.11	n.d.	1.04	17.40	2.27	3.16	2.09	n.d.	15.82	54.90	1.11	1.35	1.35	15.25	-0.2	9.6	
2010/9/9	7.73	10.85	5.03	n.d.	0.98	14.28	1.87	2.53	1.82	n.d.	11.00	47.83	2.08	1.11	1.11	12.41	-0.2	6.7	
2010/10/5	7.54	9.90	4.77	n.d.	0.88	12.28	1.64	2.49	0.77	n.d.	8.84	40.63	1.67	0.98	0.93	10.63	2.4	3.6	
2010/10/22	7.67	14.05	7.18	n.d.	1.93	17.40	2.29	4.50	1.35	n.d.	15.30	56.12	1.51	1.42	1.39	15.86	1.1	6.1	
2010/11/16	7.43	13.13	6.07	n.d.	0.82	17.58	2.31	3.44	1.67	n.d.	17.75	53.25	0.00	1.35	1.37	15.48	-0.5	8.2	
2010/12/7	7.73	12.95	5.53	n.d.	0.75	18.38	2.12	3.44	1.27	n.d.	15.28	50.14	1.11	1.35	1.26	14.82	3.6	6.7	
2011/1/5	7.89	13.25	5.87	n.d.	0.70	17.83	2.34	4.58	1.20	n.d.	18.93	49.47	0.84	1.36	1.35	15.61	0.1	8.2	
2011/1/24	7.78	13.93	6.23	n.d.	0.66	18.58	2.41	3.71	1.19	n.d.	19.90	52.77	0.00	1.41	1.40	16.15	0.3	7.4	
2011/2/15	7.62	12.53	5.27	n.d.	0.65	16.66	2.18	8.02	3.04	n.d.	14.58	39.96	2.38	1.26	1.23	14.59	0.9	7.6	
2011/3/15	7.79	14.27	6.18	n.d.	0.76	18.57	2.38	4.27	1.12	n.d.	18.50	53.56	0.98	1.41	1.40	16.08	0.3	6.0	
2011/3/28	7.92	14.00	5.93	n.d.	0.67	17.90	2.31	4.45	1.33	n.d.	18.49	51.97	0.83	1.36	1.38	15.72	-0.9	5.8	
2011/4/20	7.82	14.64	6.68	n.d.	0.83	20.00	2.56	4.28	2.43	n.d.	20.39	56.98	1.70	1.52	1.52	17.42	0.1	8.7	
2011/5/10	7.83	13.13	5.79	n.d.	0.94	17.68	2.24	4.33	1.19	n.d.	17.39	53.07	1.07	1.34	1.37	15.51	-1.1	8.3	
2011/6/2	7.73	10.43	4.87	n.d.	0.87	13.68	1.79	4.24	0.31	n.d.	11.27	43.01	1.25	1.06	1.06	12.03	0.0	7.1	
2011/6/18	7.43	7.15	3.81	0.02	0.70	8.02	1.10	3.31	n.d.	n.d.	6.11	27.82	3.08	0.68	0.68	7.59	-0.1	3.0	
2011/6/30	7.71	9.73	4.85	n.d.	0.93	12.24	1.70	3.41	0.27	n.d.	10.59	40.63	1.16	0.99	0.99	11.10	-0.1	6.6	
2011/7/13	7.78	11.92	5.55	n.d.	1.02	15.72	2.12	3.31	0.91	n.d.	13.83	51.24	0.81	1.23	1.24	13.85	-0.4	7.5	
2011/8/5	7.76	12.45	5.44	n.d.	1.12	15.01	2.10	3.08	0.64	n.d.	13.23	49.96	1.44	1.19	1.19	13.36	-0.2	3.5	
2011/8/25	7.84	13.85	6.09	n.d.	1.31	17.65	2.39	3.33	1.70	n.d.	15.90	56.43	0.00	1.38	1.38	15.54	0.0	5.7	
2011/9/22	7.63	7.57	4.34	n.d.	0.71	8.30	1.25	2.54	0.13	n.d.	6.75	31.23	1.54	0.72	0.73	8.06	-0.1	3.1	
2011/10/5	7.80	13.21	5.98	n.d.	0.92	16.05	2.25	3.37	1.05	n.d.	17.21	50.02	0.06	1.27	1.29	14.59	-0.8	5.0	
2011/10/28	7.78	11.58	5.49	n.d.	0.76	14.05	2.04	2.87	0.60	n.d.	13.00	48.19	0.09	1.13	1.15	12.77	-1.1	4.9	
2011/11/14	7.80	12.93	5.94	n.d.	0.83	16.16	2.31	3.14	1.22	n.d.	16.73	51.79	0.96	1.28	1.31	14.64	-1.1	6.2	
2011/12/9	7.75	11.63	5.21	0.02	0.71	13.88	2.01	3.39	0.17	n.d.	13.20	45.75	1.32	1.10	1.12	12.56	-0.9	3.8	
2011/12/27	7.84	13.65	5.92	0.01	0.64	16.37	2.36	3.42	0.65	n.d.	18.29	51.18	0.19	1.29	1.33	14.90	-1.6	4.4	
2012/1/12	7.76	13.83	6.28	n.d.	0.65	17.18	2.44	3.42	0.78	n.d.	19.73	53.56	0.00	1.35	1.40	15.67	-1.8	6.3	
2012/2/9	7.58	9.31	4.50	0.01	0.56	11.71	1.69	3.59	0.31	n.d.	11.46	36.52	1.20	0.93	0.94	10.69	-0.4	6.9	
2012/2/24	7.55	7.37	3.71	n.d.	0.53	8.56	1.22	3.31	0.13	n.d.	7.44	28.73	1.67	0.70	0.72	8.05	-1.3	4.4	
2012/3/20	7.59	9.67	4																

Appendix 8e. 四万十川上流域の採水地点 N4 における渓流水分析データ

Analytical data of streamwater at sampling location N4 in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μeq L ⁻¹	Anion μeq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2012/6/25	7.43	5.59	3.49	n.d.	0.60	5.62	0.85	2.38	0.10	n.d.	4.48	23.18	0.03	0.52	0.54	5.88	-2.3	2.5	
2012/7/13	7.53	6.88	4.04	n.d.	0.66	7.57	1.12	2.49	0.15	n.d.	5.61	30.30	1.54	0.66	0.69	7.44	-1.7	3.9	
2012/7/30	7.64	11.39	5.22	n.d.	0.82	12.79	1.82	2.61	1.27	n.d.	11.13	46.36	0.00	1.04	1.09	11.83	-2.3	1.9	
2012/8/23	7.62	9.03	4.22	n.d.	0.80	10.57	1.52	1.91	2.79	n.d.	6.52	37.76	5.09	0.86	0.85	9.44	0.2	2.2	
2012/9/12	7.61	8.28	4.37	n.d.	0.73	9.81	1.46	2.15	0.52	n.d.	6.04	39.96	1.62	0.82	0.85	9.09	-1.8	4.6	
2012/10/9	7.80	11.52	5.58	n.d.	0.77	14.08	2.11	2.87	1.06	n.d.	12.82	50.02	0.19	1.14	1.19	12.99	-2.0	6.0	
2012/10/29	7.72	12.36	5.70	n.d.	0.71	16.75	2.15	2.96	2.13	n.d.	21.90	52.46	1.06	1.28	1.43	15.64	-5.7	11.7	
2012/11/12	7.70	13.27	5.59	n.d.	0.74	17.65	2.30	4.16	3.69	n.d.	22.58	49.96	0.98	1.33	1.47	16.33	-4.8	10.3	
2012/12/7	7.66	12.09	5.59	n.d.	0.64	16.77	2.16	3.93	1.99	n.d.	22.85	48.19	0.82	1.27	1.41	15.66	-5.0	12.9	
2012/12/26	7.79	10.77	4.93	n.d.	0.60	14.85	1.93	4.17	1.39	n.d.	19.61	43.31	1.06	1.13	1.26	13.93	-5.4	12.8	
2013/1/18	7.73	10.34	4.71	n.d.	0.57	13.69	1.77	3.74	0.79	n.d.	11.41	41.48	0.99	1.05	1.04	11.79	0.6	6.6	
2013/2/8	7.69	9.38	4.21	n.d.	0.57	11.82	1.53	3.78	0.56	n.d.	9.27	36.54	0.00	0.91	0.91	10.29	0.3	4.6	
2013/2/25	7.44	10.52	4.83	n.d.	0.61	14.24	1.84	3.52	0.55	n.d.	12.25	43.80	0.00	1.09	1.08	12.26	0.3	7.6	
2013/3/15	8.02	12.21	5.37	n.d.	0.67	16.44	2.09	3.70	1.49	n.d.	26.25	32.17	0.93	1.24	1.20	14.78	1.7	9.5	
2013/4/5	7.49	12.27	5.36	n.d.	0.73	16.63	2.10	3.54	1.46	n.d.	24.09	50.08	1.17	1.25	1.45	15.76	-7.1	12.4	
2013/4/25	7.67	7.31	3.79	0.01	0.64	9.41	1.23	3.74	0.39	n.d.	6.89	29.83	1.42	0.75	0.74	8.46	0.6	7.3	
2013/6/5	7.77	12.10	5.53	0.01	0.88	17.54	2.17	3.22	1.22	n.d.	13.07	51.91	2.39	1.32	1.23	14.33	3.3	8.4	
2013/6/27	7.49	7.48	4.01	n.d.	0.76	9.27	1.22	3.47	0.23	n.d.	6.00	29.34	2.24	0.76	0.71	8.22	3.4	4.7	
2013/7/17	8.03	14.00	5.95	n.d.	0.98	17.53	2.20	3.32	1.86	n.d.	15.08	53.07	1.69	1.34	1.31	14.96	1.2	3.3	
2013/8/9	7.84	15.80	6.90	n.d.	1.07	20.93	2.57	3.53	2.89	n.d.	18.17	61.61	1.32	1.58	1.53	17.66	1.6	5.5	
2013/8/27	7.71	13.23	6.05	0.01	1.06	18.16	2.27	3.48	6.00	n.d.	14.57	49.41	2.52	1.38	1.31	15.38	2.8	7.5	
2013/9/6	7.59	9.33	4.54	n.d.	1.00	10.65	1.51	3.12	0.69	n.d.	9.03	35.50	1.83	0.88	0.87	9.85	0.6	2.7	
2013/9/17	7.67	12.29	5.45	n.d.	1.00	15.25	2.03	3.10	0.88	n.d.	14.48	46.04	1.40	1.19	1.16	13.33	1.4	4.0	
2013/10/10	7.48	8.40	4.58	n.d.	0.77	10.03	1.36	3.12	0.24	n.d.	6.65	34.71	0.56	0.83	0.80	9.05	1.9	3.7	
2013/10/22	7.42	12.24	5.70	n.d.	0.87	16.01	2.10	3.23	0.64	n.d.	14.72	48.74	1.66	1.24	1.21	13.85	1.4	6.2	
2013/10/30	7.45	10.26	5.16	n.d.	0.73	12.78	1.75	3.10	0.32	n.d.	11.95	40.14	0.00	1.03	1.00	11.44	1.3	5.5	
2013/11/18	7.49	12.99	6.01	n.d.	0.82	17.07	2.27	3.16	0.71	n.d.	16.62	50.63	1.57	1.32	1.28	14.75	1.7	6.3	
2013/12/13	7.62	11.99	5.16	n.d.	0.75	14.93	2.02	3.78	0.31	n.d.	13.34	44.10	0.00	1.15	1.11	12.87	1.9	3.5	
2014/1/7	7.60	12.97	5.60	n.d.	0.73	16.63	2.19	4.09	0.45	n.d.	11.08	49.41	0.88	1.27	1.16	13.63	4.5	2.5	
2014/1/27	7.52	13.14	6.18	n.d.	0.74	18.37	2.39	4.33	0.72	n.d.	12.98	51.97	0.83	1.40	1.26	14.95	5.5	6.5	
2014/2/20	7.48	9.43	4.51	n.d.	0.65	12.95	1.68	4.42	0.36	n.d.	7.38	38.43	1.13	1.00	0.91	10.71	4.3	6.3	
2014/3/14	7.43	7.43	3.70	n.d.	0.55	8.95	1.15	3.72	0.10	n.d.	7.23	28.10	1.77	0.72	0.72	8.14	-0.1	4.5	
2014/4/3	7.46	10.76	4.97	n.d.	0.70	14.08	1.78	3.54	0.16	n.d.	12.15	43.92	0.49	1.08	1.08	12.18	0.4	6.2	
2014/4/23	7.85	12.13	5.40	n.d.	0.81	16.26	2.06	3.39	0.35	n.d.	14.44	50.63	0.83	1.24	1.23	13.92	0.2	6.9	
2014/5/9	7.76	13.16	6.04	n.d.	0.85	18.49	2.32	3.38	0.65	n.d.	17.01	55.82	0.84	1.40	1.37	15.69	0.8	8.8	
2014/5/27	7.83	10.08	4.65	n.d.	0.79	14.06	1.73	2.90	0.42	n.d.	11.07	45.20	1.54	1.07	1.06	11.91	0.3	8.3	
2014/6/17	7.83	11.66	5.44	n.d.	0.83	16.36	2.04	3.20	0.56	n.d.	13.82	51.18	1.25	1.24	1.23	13.88	0.7	8.7	
2014/7/9	7.80	9.18	4.68	n.d.	0.77	12.04	1.53	3.07	0.24	n.d.	8.76	39.77	0.98	0.95	0.92	10.46	1.4	6.5	
2014/7/24	7.86	12.60	6.10	n.d.	0.96	17.23	2.18	3.24	1.47	n.d.	15.30	51.18	0.45	1.33	1.27	14.73	2.2	7.8	
2014/8/12	7.85	8.19	4.52	n.d.	0.76	9.20	1.34	2.32	0.20	n.d.	7.29	32.33	1.31	0.79	0.75	8.54	2.3	2.1	
2014/8/27	7.75	10.04	5.22	n.d.	0.83	12.89	1.78	2.49	0.56	n.d.	9.55	43.37	0.75	1.04	0.99	11.26	2.5	5.7	
2014/9/18	7.74	12.13	5.78	n.d.	0.84	15.48	2.10	2.65	1.22	n.d.	13.24	50.69	0.82	1.22	1.20	13.55	0.7	5.5	
2014/10/9	7.64	11.25	5.36	n.d.	0.83	14.62	1.97	2.45	0.92	n.d.	11.47	49.29	0.75	1.15	1.13	12.66	0.7	5.9	
2014/10/30	7.72	12.63	5.86	n.d.	0.78	16.34	2.19	2.67	0.93	n.d.	15.38	52.16	0.73	1.27	1.27	14.28	0.2	6.1	
2014/11/20	7.50	13.00	6.27	n.d.	0.77	17.61	2.36	2.90	1.29	n.d.	17.48	52.52	0.00	1.37	1.33	15.29	1.4	8.1	
2014/12/2	7.63	12.19	5.75	n.d.	0.83	16.69	2.27	3.96	0.94	n.d.	15.56	48.74	0.94	1.29	1.25	14.47	1.6	8.5	
2014/12/22	7.61	9.73	4.41	n.d.	0.64	11.59	1.59	4.67	0.32	n.d.	9.40	35.44	1.08	0.92	0.91	10.41	0.2	3.4	
2015/1/15	7.40	7.89	3.69	n.d.	0.65	9.58	1.30	6.29	1.09	n.d.	6.16	24.71	2.73	0.76	0.73	8.64	2.2	4.6	
2015/2/6	7.51	11.10	5.09	n.d.	0.64	14.80	1.95	3.81	0.43	n.d.	12.88	45.20	0.70	1.14	1.12	12.79	0.6	7.1	
2015/2/27	7.70	10.41	4.44	n.d.	0.64	12.83	1.68	4.65	0.57	n.d.	9.47	37.82	1.34	0.99	0.96	11.04	1.6	2.9	
2015/3/20	7.59	7.65	3.90	n.d.	0.63	8.94	1.19	4.13	0.07	n.d.	5.87	28.37	1.33	0.73	0.70	8.09	1.7	2.8	
2015/4/8	7.71	9.72	4.47	n.d.	0.69	12.37	1.60	3.60	0.25	n.d.	9.28	39.41	1.36	0.96	0.94	10.70	0.9	4.8	
2015/4/30	7.77	12.52	5.56	n.d.	0.79	16.51	2.11	3.55	0.68	n.d.	13.61	52.16	0.66	1.26	1.25	14.10	0.4	5.9	
2015/5/20	7.84	9.43	4.36	n.d.	0.75	11.88	1.52	3.18	0.37	n.d.	7.93	39.10	1.27	0.93	0.90	10.18	1.4	3.8	
2015/6/8	7.76	9.88	4.48	n.d.	0.76	12.60	1.61	2.88	0.55	n.d.	8.40	41.73	1.66	0.98	0.95	10.69	1.4	3.9	
2015/7/2	7.80	7.93	4.00	n.d.	0.66	8.94	1.19	2.93	0.18	n.d.	5.47	31.78	1.42	0.74	0.72	8.05	1.0	0.8	
2015/7/24	7.78	8.12	4.26	n.d.	0.70	9.81	1.30	2.56	0.21	n.d.	5.74	35.87	1.33	0.80	0.78	8.69	1.1	3.4	
2015/8/11	7.89	13.49	6.00	n.d.	0.93	16.78	2.15	2.94	1.57	n.d.	13.69	54.90	0.78	1.30	1.29	14.50	0.2	3.6	
2015/8/26	7.70	7.88	4.06	n.d.	0.93	8.94	1.23	2.72	0.04	n.d.	5.69	31.72	2.12	0.75	0.72	8.10	2.1	1.4	
2015/9/25	7.71	7.98	4.25	n.d.	0.81	9.11	1.28	2.50	0.09	n.d.	5.36	34.77	1.81	0.77	0.75	8.32	0.8	2.1	
2015/10/15	7.88	13.09	5.76	n.d.	0.83	16.14	2.16	2.85	0.81	n.d.	14.01	52.19	0.52	1.25	1.24	13.99	0.6	3.3	
2015/11/4	7.85	13.08	5.73	n.d.	0.83	16.73	2.22	3.16	1.57	n.d.	14.22	51.85	1.33	1.29	1.26	14.35	1.1	4.6	
2015/11/18	7.61	7.56	3.56	n.d.	0.92	9.36	1.25	2.26	0.15	n.d.	4.58	32.64	5.81	0.75	0.70	7.92	3.5	2.3	
2015/12/8	7.73	11.68	5.19	n.d.	0.75	14.86	1.96	2.94	0.48	n.d.	12.18	47.58	0.80	1.15	1.12	12.73	1.1	4.3	
2015/12/24	7.71	10.34	4.77	n.d.	0.76	12.85	1.74	3.29	0.21	n.d.	9.89	41.36	1.40	1.01	0.98	11.16	1.6	3.8	

* 分析値の品質管理: R1 はイオンバランス、R2 は

Appendix 9a. 四万十川上流域の採水地点 M (北川川) における水質データ

Analytical data for mainstream water at sampling location M of the Kitagawa River in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation	Anion	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
														μ eq L ⁻¹	μ eq L ⁻¹				
2000/3/24	7.96	7.52	3.12	n.d.	0.54	9.86	0.98	2.53	1.56	n.d.	5.60	28.21	1.09	0.72	0.68	7.85	3.3	2.1	
2000/4/17	8.25	8.94	3.43	n.d.	0.48	12.49	1.22	2.28	0.81	n.d.	6.37	41.44	0.20	0.88	0.89	9.75	-0.2	4.3	
2000/4/27	8.18	8.46	3.23	n.d.	0.51	12.18	1.21	2.20	1.38	n.d.	6.11	34.59	1.28	0.86	0.78	9.12	5.0	3.7	
2000/5/15	8.48	9.73	3.56	n.d.	0.49	13.88	1.25	2.39	1.30	n.d.	7.03	45.33	0.93	0.96	0.98	10.68	-0.7	4.6	
2000/5/29	8.36	8.81	3.25	n.d.	0.48	12.41	1.15	2.30	1.61	n.d.	6.23	40.35	1.11	0.87	0.88	9.65	-0.8	4.5	
2000/6/12	8.29	7.94	3.10	n.d.	0.41	10.89	1.09	2.16	1.05	n.d.	5.46	35.19	0.24	0.78	0.77	8.53	0.7	3.6	
2000/6/26	8.46	8.56	3.31	n.d.	0.48	12.22	1.19	2.05	0.56	n.d.	5.49	40.61	0.76	0.86	0.85	9.34	1.0	4.4	
2000/7/10	8.58	8.65	3.36	n.d.	0.45	12.06	1.17	2.02	0.58	n.d.	5.57	42.08	0.99	0.86	0.87	9.41	-0.9	4.2	
2000/7/25	8.19	10.23	3.58	n.d.	0.54	15.76	1.44	2.08	1.00	0.15	6.03	50.44	0.68	1.07	1.03	11.48	2.0	5.7	
2000/8/7	7.94	7.31	3.04	n.d.	0.53	9.97	0.97	2.09	0.93	n.d.	4.35	32.41	0.90	0.72	0.70	7.79	1.9	3.2	
2000/8/22	8.81	9.27	3.36	n.d.	0.60	13.67	1.21	2.08	0.39	0.15	5.28	43.09	1.04	0.94	0.89	9.99	3.1	3.7	
2000/9/4	8.71	9.51	3.41	n.d.	0.50	14.12	1.27	2.04	0.72	n.d.	5.50	44.23	1.32	0.97	0.91	10.25	3.3	3.7	
2000/9/18	7.83	6.58	2.76	n.d.	0.42	9.16	0.86	2.00	0.98	n.d.	3.51	28.49	0.84	0.66	0.61	6.98	3.7	3.0	
2000/10/3	8.08	8.17	3.00	n.d.	0.48	11.49	1.00	1.92	0.85	0.25	4.24	33.81	2.20	0.80	0.72	8.35	5.3	1.1	
2000/10/18	8.82	8.58	3.13	n.d.	0.49	12.84	1.12	1.94	0.35	n.d.	4.60	42.07	1.03	0.88	0.85	9.36	2.1	4.4	
2000/11/6	7.95	7.58	3.10	n.d.	0.47	10.45	1.02	1.91	0.97	n.d.	4.47	34.25	1.02	0.75	0.72	8.08	1.9	3.2	
2000/11/21	8.42	8.56	3.08	n.d.	0.53	12.32	1.10	2.00	0.88	n.d.	4.88	39.40	1.11	0.85	0.82	9.13	2.1	3.2	
2000/12/5	8.18	9.33	3.28	0.03	0.50	13.22	1.19	2.09	0.56	n.d.	5.54	41.62	1.09	0.91	0.87	9.74	2.7	2.1	
2000/12/18	8.06	9.80	3.23	0.02	0.47	14.36	1.25	2.09	0.80	n.d.	5.80	43.09	1.34	0.97	0.90	10.26	4.0	2.3	
2001/1/9	7.96	9.62	3.27	0.01	0.43	13.73	1.22	2.38	0.79	n.d.	6.60	40.27	1.01	0.94	0.88	10.05	3.4	2.2	
2001/1/23	7.98	9.47	3.45	0.03	0.34	13.55	1.25	3.25	1.07	n.d.	7.01	37.36	1.31	0.94	0.87	10.11	4.0	3.3	
2001/2/6	8.13	8.26	3.17	n.d.	0.32	11.59	1.12	2.31	0.81	n.d.	5.92	34.32	1.05	0.82	0.76	8.76	3.3	3.0	
2001/2/20	8.02	9.16	3.46	n.d.	0.32	12.91	1.21	3.28	0.54	n.d.	6.40	37.89	1.38	0.90	0.86	9.78	2.7	3.3	
2001/3/6	7.96	8.65	3.49	n.d.	0.38	11.65	1.18	3.61	0.92	n.d.	6.24	34.24	0.75	0.84	0.81	9.23	2.0	3.2	
2001/3/21	8.20	8.73	3.33	n.d.	0.41	11.89	1.17	2.43	0.37	n.d.	6.04	38.51	1.06	0.85	0.83	9.23	0.8	2.8	
2001/4/10	8.19	9.47	3.46	n.d.	0.46	13.10	1.25	2.37	0.69	n.d.	6.17	45.71	0.46	0.92	0.96	10.23	-2.0	3.8	
2001/4/23	8.18	9.98	3.72	n.d.	0.53	14.91	1.40	2.44	0.74	n.d.	7.38	47.01	0.38	1.03	1.00	11.22	1.4	5.8	
2001/5/8	7.83	7.24	2.94	n.d.	0.43	9.50	1.01	2.26	0.75	n.d.	4.93	31.08	0.62	0.70	0.69	7.65	0.6	2.7	
2001/5/22	8.07	8.67	3.27	n.d.	0.46	11.97	1.15	2.25	0.71	n.d.	5.54	40.08	0.90	0.85	0.85	9.27	-0.1	3.3	
2001/6/5	8.01	8.96	3.46	n.d.	0.44	12.42	1.22	2.18	0.33	n.d.	5.89	41.51	0.26	0.88	0.87	9.57	0.7	3.3	
2001/6/20	7.78	7.32	2.67	n.d.	0.43	10.34	1.04	1.76	1.41	n.d.	4.42	32.01	1.21	0.73	0.69	7.80	2.8	3.2	
2001/7/3	8.23	8.83	3.43	n.d.	0.43	12.44	1.21	2.14	0.57	n.d.	5.53	43.09	0.00	0.88	0.89	9.64	-0.6	4.4	
2001/7/24	8.67	9.19	3.45	n.d.	0.43	12.75	1.24	2.02	0.61	n.d.	5.53	45.07	0.55	0.90	0.92	9.88	-1.2	3.6	
2001/8/7	8.39	9.58	3.33	n.d.	0.54	13.55	1.28	2.09	1.14	n.d.	5.49	45.18	1.35	0.94	0.93	10.20	0.4	3.1	
2001/8/21	7.73	7.35	2.69	n.d.	0.50	9.90	1.01	1.65	1.69	n.d.	4.58	31.57	1.55	0.71	0.69	7.68	1.5	2.2	
2001/9/4	8.38	9.16	3.37	n.d.	0.44	12.67	1.26	1.93	1.09	n.d.	5.82	41.89	1.16	0.89	0.88	9.69	0.8	2.8	
2001/9/26	8.08	8.58	3.32	n.d.	0.19	11.83	1.16	1.99	0.46	n.d.	5.23	39.26	0.63	0.84	0.82	9.00	1.2	2.4	
2001/10/10	7.95	6.72	2.59	n.d.	0.37	8.92	0.93	1.61	1.22	n.d.	4.10	28.89	1.58	0.64	0.62	6.97	1.6	1.8	
2001/10/24	7.97	7.47	3.19	0.05	0.39	10.10	1.05	1.93	0.57	n.d.	4.90	33.54	0.72	0.74	0.72	7.99	1.8	3.4	
2001/11/7	8.05	8.32	3.16	0.07	0.38	10.83	1.12	1.88	0.43	n.d.	5.06	37.55	1.41	0.78	0.78	8.53	0.2	1.2	
2001/11/21	8.08	9.18	3.44	0.16	0.38	13.03	1.28	2.00	0.16	n.d.	5.71	43.85	0.58	0.92	0.90	9.91	1.5	3.8	
2001/12/4	8.28	9.63	3.25	0.09	0.37	12.87	1.23	2.12	0.28	n.d.	6.02	43.16	1.06	0.90	0.90	9.81	0.1	0.9	
2001/12/20	7.95	9.94	3.29	0.06	0.33	13.37	1.27	2.18	0.33	n.d.	6.63	46.71	0.83	0.93	0.97	10.35	-2.3	2.0	
2002/1/8	8.00	10.57	3.50	0.08	0.33	14.56	1.37	3.19	0.19	n.d.	7.09	47.70	1.30	1.00	1.02	11.15	-0.9	2.7	
2002/1/22	7.86	10.17	3.39	0.12	0.40	13.83	1.32	3.35	0.81	n.d.	6.84	42.81	1.11	0.96	0.95	10.63	0.6	2.2	
2002/2/7	7.92	10.07	3.45	n.d.	0.35	13.11	1.30	2.63	0.27	n.d.	7.68	46.23	0.00	0.92	1.00	10.52	-4.0	2.2	
2002/2/19	7.95	10.40	3.54	0.05	0.34	13.82	1.34	3.07	0.31	n.d.	7.48	42.88	0.33	0.96	0.95	10.61	0.8	1.0	
2002/3/5	7.83	10.26	3.56	n.d.	0.40	13.48	1.30	2.67	0.57	n.d.	7.44	39.77	0.65	0.94	0.89	10.20	2.9	-0.3	
2002/3/19	8.03	10.26	3.86	0.02	0.39	14.33	1.38	2.51	0.22	n.d.	7.70	40.47	0.44	1.01	0.90	10.58	5.8	1.6	
2002/4/9	8.11	9.09	3.34	n.d.	0.39	11.42	1.20	2.41	0.51	n.d.	6.83	34.06	1.39	0.82	0.78	8.91	2.9	-1.0	
2002/4/23	7.85	9.24	3.30	0.13	0.39	11.63	1.24	2.40	0.95	n.d.	7.21	33.98	0.59	0.84	0.79	9.14	3.2	-0.5	
2002/5/8	7.92	7.99	3.11	n.d.	0.39	9.99	1.09	2.31	0.67	n.d.	6.04	32.59	0.72	0.73	0.74	8.15	-0.2	1.0	
2002/5/28	8.26	8.95	3.52	0.05	0.41	12.05	1.25	2.29	0.30	n.d.	6.02	40.29	0.40	0.87	0.86	9.46	0.9	2.7	
2002/6/11	8.04	10.20	3.46	n.d.	0.47	13.80	1.34	2.13	0.62	n.d.	6.98	45.78	0.90	0.96	0.97	10.55	-0.2	1.7	
2002/6/25	8.25	9.74	3.17	n.d.	0.45	12.94	1.25	1.93	1.06	n.d.	6.23	44.20	0.95	0.90	0.93	9.96	-1.5	1.1	
2002/7/9	7.82	7.57	2.84	n.d.	0.41	9.41	1.00	1.98	0.56	n.d.	4.79	32.87	0.69	0.69	0.70	7.61	-1.3	0.3	
2002/7/23	8.1																		

Appendix 9b. 四万十川上流域の採水地点 M (北川川) における水質データ

Analytical data for mainstream water at sampling location M of the Kitagawa River in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μ eq L ⁻¹	Anion μ eq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2003/2/18	7.98	9.39	3.66	n.d.	0.37	12.99	1.28	2.94	0.28	n.d.	6.17	40.35	0.15	0.92	0.88	9.92	2.5	2.8	
2003/3/4	7.90	8.32	3.29	n.d.	0.33	11.05	1.12	2.89	0.74	n.d.	5.62	33.39	0.00	0.79	0.76	8.63	2.4	1.8	
2003/3/18	8.01	8.06	3.21	n.d.	0.34	10.46	1.08	2.78	0.59	n.d.	5.44	32.66	0.16	0.76	0.74	8.30	1.5	1.5	
2003/4/7	8.01	8.57	3.36	0.05	0.35	11.15	1.16	2.68	0.62	n.d.	6.25	34.88	0.35	0.81	0.79	8.87	1.4	1.7	
2003/4/21	8.26	9.27	3.51	n.d.	0.40	12.10	1.22	2.43	0.53	n.d.	6.41	37.61	0.92	0.87	0.83	9.36	2.4	0.5	
2003/5/8	7.99	9.25	3.43	n.d.	0.45	12.00	1.22	2.32	0.70	n.d.	5.89	40.84	0.44	0.86	0.87	9.47	-0.5	1.2	
2003/5/22	7.98	7.97	3.16	n.d.	0.36	9.97	1.03	2.24	0.30	n.d.	4.60	35.56	2.55	0.73	0.75	8.04	-1.2	0.5	
2003/6/4	7.82	7.22	3.01	n.d.	0.35	9.07	0.93	2.22	0.33	n.d.	4.02	31.46	0.29	0.67	0.67	7.30	0.1	0.5	
2003/6/19	7.80	6.28	2.66	n.d.	0.34	7.66	0.81	2.03	0.33	n.d.	3.46	28.22	0.29	0.57	0.60	6.38	-2.0	0.8	
2003/7/3	7.92	7.80	3.09	n.d.	0.35	10.26	1.03	2.10	0.11	n.d.	4.22	32.94	0.70	0.74	0.69	7.81	3.6	0.1	
2003/7/17	8.46	8.23	3.16	n.d.	0.39	10.91	1.07	2.06	0.36	n.d.	4.26	40.03	1.72	0.78	0.81	8.58	-1.8	2.1	
2003/8/1	8.38	9.34	3.33	0.04	0.42	12.52	1.18	2.01	0.53	n.d.	4.69	26.38	0.91	0.88	0.60	8.25	19.3	-6.2	R1
2003/8/14	7.75	7.41	2.89	n.d.	0.39	9.37	0.95	1.94	0.67	n.d.	3.83	20.90	3.79	0.68	0.49	6.56	16.6	-6.1	R1
2003/9/4	8.49	9.98	3.60	0.12	0.51	14.82	1.33	2.18	0.13	n.d.	4.78	51.83	0.74	1.02	1.01	10.97	0.6	4.7	
2003/9/18	8.09	8.49	3.30	n.d.	0.41	11.40	1.11	2.04	0.49	n.d.	4.45	39.76	0.40	0.81	0.81	8.80	0.3	1.8	
2003/10/8	8.31	9.63	3.43	n.d.	0.39	13.40	1.24	2.09	0.25	n.d.	5.02	44.56	0.64	0.93	0.90	9.91	1.8	1.4	
2003/10/22	8.05	8.31	3.44	n.d.	0.40	11.51	1.14	2.08	0.41	n.d.	4.68	38.36	0.47	0.83	0.79	8.81	2.2	2.9	
2003/11/12	8.09	9.49	3.62	n.d.	0.43	13.21	1.30	2.10	0.65	n.d.	5.84	43.81	0.12	0.93	0.91	10.05	1.4	2.9	
2003/11/26	8.02	9.64	3.44	n.d.	0.36	13.03	1.24	2.10	0.46	n.d.	5.47	43.33	0.62	0.91	0.89	9.80	1.1	0.8	
2003/12/10	7.82	8.49	3.27	n.d.	0.31	10.97	1.10	2.13	0.45	n.d.	5.26	38.78	0.00	0.79	0.81	8.72	-1.5	1.4	
2003/12/24	7.91	9.21	3.50	n.d.	0.32	12.85	1.25	2.76	0.28	n.d.	5.22	42.35	0.32	0.90	0.89	9.77	1.1	2.9	
2004/1/7	7.89	9.61	3.32	n.d.	0.27	12.23	1.19	2.26	0.17	n.d.	5.59	48.59	0.14	0.86	0.98	9.91	-6.5	1.5	
2004/1/21	8.00	10.31	3.61	n.d.	0.31	14.01	1.32	3.50	0.25	n.d.	6.28	48.62	0.25	0.97	1.03	10.96	-2.9	3.0	
2004/2/5	7.88	11.07	3.79	n.d.	0.32	15.25	1.45	4.07	0.24	n.d.	7.62	50.36	0.22	1.05	1.10	11.89	-2.3	3.6	
2004/2/20	7.98	10.77	3.70	n.d.	0.33	14.78	1.37	3.21	0.12	n.d.	6.81	55.68	0.66	1.02	1.15	11.76	-5.9	4.4	
2004/3/4	7.91	9.92	3.53	n.d.	0.32	13.15	1.28	3.37	0.84	n.d.	6.89	45.53	0.84	0.92	1.00	10.58	-3.9	3.2	
2004/3/24	8.03	9.74	3.57	0.02	0.36	12.90	1.26	3.25	0.87	n.d.	6.78	47.80	0.78	0.91	1.03	10.65	-6.0	4.5	
2004/4/6	8.11	9.07	3.52	n.d.	0.35	11.81	1.22	2.81	0.59	n.d.	6.59	43.66	0.63	0.85	0.94	9.83	-5.0	4.0	
2004/4/21	8.13	8.43	3.12	n.d.	0.34	10.24	1.05	2.64	0.97	n.d.	5.73	41.55	0.78	0.74	0.89	8.91	-9.1	2.8	R1
2004/5/14	7.75	6.47	2.71	n.d.	0.30	7.41	0.83	2.33	1.05	n.d.	4.25	30.18	0.67	0.56	0.67	6.74	-8.3	2.1	R1
2004/5/31	8.15	8.80	3.46	n.d.	0.38	11.58	1.18	2.36	0.28	n.d.	5.14	47.88	0.65	0.84	0.96	9.67	-7.1	4.7	
2004/6/11	7.88	9.32	3.52	n.d.	0.41	12.43	1.25	2.24	0.47	n.d.	5.62	49.16	0.75	0.89	0.99	10.14	-5.7	4.2	
2004/6/28	7.98	8.28	3.19	n.d.	0.39	10.35	1.06	2.20	0.52	n.d.	4.70	45.22	0.64	0.75	0.91	8.92	-9.4	3.7	R1
2004/7/12	8.57	8.70	3.25	n.d.	0.40	11.61	1.11	2.15	0.30	n.d.	4.82	49.57	0.84	0.82	0.98	9.63	-8.7	5.1	R1
2004/7/26	8.61	10.21	3.62	n.d.	0.49	14.41	1.31	2.33	0.62	n.d.	5.81	58.46	0.66	1.00	1.16	11.54	-7.3	6.1	
2004/8/9	7.90	7.61	3.19	n.d.	0.36	9.84	1.04	2.10	0.49	n.d.	4.25	44.49	0.38	0.72	0.88	8.60	-10.0	6.1	R1
2004/8/27	8.23	7.89	3.33	n.d.	0.38	10.73	1.08	1.98	0.33	n.d.	3.84	47.91	0.24	0.78	0.93	9.06	-8.6	6.9	R1
2004/9/13	7.59	5.33	2.64	n.d.	0.35	6.01	0.68	2.46	0.54	n.d.	2.31	26.74	0.60	0.48	0.56	5.65	-8.1	2.9	R1
2004/9/27	8.15	8.37	3.32	n.d.	0.39	11.82	1.12	2.29	0.31	n.d.	3.71	49.12	0.47	0.84	0.95	9.52	-6.5	6.5	
2004/10/12	8.22	8.19	3.07	n.d.	0.36	10.63	1.03	2.21	0.29	n.d.	3.71	49.26	0.51	0.76	0.95	9.06	-11.3	5.1	R1
2004/10/25	7.84	7.45	2.99	n.d.	0.37	9.31	0.97	2.21	0.49	n.d.	3.33	44.69	0.34	0.68	0.87	8.26	-12.1	5.1	R1
2004/11/8	8.44	8.35	3.30	n.d.	0.38	11.81	1.11	2.16	0.18	n.d.	3.81	50.80	0.23	0.83	0.98	9.61	-7.8	7.0	
2004/11/22	7.95	8.30	3.32	n.d.	0.35	11.67	1.13	2.21	0.28	n.d.	3.95	49.31	0.41	0.83	0.96	9.51	-7.2	6.8	
2004/12/6	7.66	6.76	2.90	n.d.	0.35	8.37	0.88	2.11	0.76	n.d.	3.57	36.87	0.54	0.62	0.75	7.39	-9.1	4.5	R1
2004/12/21	7.82	8.99	3.31	n.d.	0.35	12.12	1.15	2.18	0.24	n.d.	4.45	49.31	0.42	0.85	0.97	9.72	-6.2	3.9	
2005/1/7	7.75	9.53	3.43	0.01	0.32	13.39	1.23	2.40	0.33	n.d.	5.10	45.61	0.17	0.93	0.93	10.06	0.0	2.7	
2005/1/21	7.94	9.89	3.50	n.d.	0.30	14.05	1.28	2.76	0.34	n.d.	5.62	47.74	0.17	0.97	0.98	10.60	-0.8	3.5	
2005/2/7	7.67	11.05	3.42	n.d.	0.28	14.03	1.25	5.46	0.39	n.d.	5.72	45.21	0.38	0.96	1.02	10.98	-3.1	-0.3	
2005/2/18	8.00	8.55	3.25	n.d.	0.32	11.14	1.07	2.82	0.69	n.d.	5.16	38.81	0.75	0.79	0.83	8.92	-2.5	2.1	
2005/3/7	7.92	8.86	3.46	n.d.	0.31	11.87	1.17	2.46	0.28	n.d.	5.73	41.07	1.00	0.85	0.87	9.36	-1.2	2.7	
2005/3/23	7.69	8.86	2.80	n.d.	0.31	8.47	0.89	2.26	0.92	n.d.	4.30	34.54	0.72	0.63	0.73	7.40	-8.0	-9.0	
2005/4/6	7.95	8.39	3.48	n.d.	0.34	11.28	1.15	2.37	0.18	n.d.	5.22	47.47	0.65	0.82	0.96	9.54	-7.9	6.4	
2005/4/26	8.27	9.51	3.59	n.d.	0.41	12.96	1.26	2.40	0.34	n.d.	5.92	55.73	0.85	0.92	1.11	10.86	-9.5	6.6	R1
2005/5/10	8.02	8.47	3.30	n.d.	0.38	10.99	1.11	2.20	0.36	n.d.	5.43	46.82	0.78	0.79	0.95	9.37	-9.0	5.0	R1
2005/5/24	8.33	9.67	3.60	n.d.	0.44	13.08	1.27	2.33	0.51	n.d.	5.77	55.72	0.84	0.93	1.11	10.89	-8.9	5.9	R1
2005/6/6	8.39	10.76	3.86	n.d.	0.50	14.93	1.40	2.42	0.32	n.d.	6.76	62.66	0.00	1.04	1.24	12.24	-8.8	6.4	R1
2005/6/21	8.27	11.14	3.90	n.d.	0.51	15.70	1.44	2.31	0.19	0.46	6.50	67.20	0.83	1.08	1.32	12.87	-9.8	7.2	R1
2005/7/5	7.76	7.31	2.81	n.d.	0.42	9.47	0.94	1.74	1.24	n.d.	4.63	37.42	1.25	0.68	0.78	7.93	-6.5	4.1	
2005/7/19	8.68	8.78	3.44	n.d.	0.44	11.70	1.14	2.10	0.20	n.d.	5.02	50.60	0.38	0.84	1.00	9.81	-8.6	5.5	R1
2005/8/9	8.38	10.85	3.78	n.d.	0.53	15.40	1.43	2.15	0.47	n.d.	6.13	63.89	0.58	1.06	1.24	12.32	-7.8	6.3	
2005/8/22	8.25	9.65	3.42	n.d.	0.51	13.18	1.25	1.99	1.41	n.d.	5.41	53.04	1.41	0.92	1.06	10.66	-7.0	5.0	
2005/9/15	7.88	8.21	3.26	n.d.	0.42	10.72	1.06	2.09	0.59	n.d.	4.47	41.64	0.46	0.77	0.84	8.74	-4.3	3.1	
2005/9/28	8.42	10.29	3.51	n.d.	0.41	16.98	1.43	2.07	n.d.	n.d.	5.55	68.85	0.00	1.13	1.30	12.90	-7.2	11.3	
2005/10/11	8.29	10.61	3.54	n.d.	0.43	14.84	1.33	2.10	0.10	n.d.	5.55	60.31	0.15	1.01	1.16	11.62	-6.9	4.6	
2005/10/25	8.20	11.14	3.58	n.d.	0.36	15.82	1.42	2.23	0.35	n.d.	6.03	61.43	0.25	1.07	1.20	12.17	-5.7	4.4	
2005/11/8	8.02	9.03	3.38	n.d.	0.37	11.60	1.15</												

Appendix 9c. 四万十川上流域の採水地点 M (北川川) における水質データ

Analytical data for mainstream water at sampling location M of the Kitagawa River in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation	Anion	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
														μ eq L ⁻¹					
2006/1/25	8.00	9.66	3.65	n.d.	0.31	13.02	1.32	3.03	0.58	n.d.	7.05	44.38	0.57	0.93	0.97	10.43	-2.3	3.8	
2006/2/8	8.03	9.40	3.63	n.d.	0.32	12.61	1.28	3.31	0.71	n.d.	7.14	41.00	1.26	0.90	0.93	10.13	-1.3	3.7	
2006/2/22	8.21	9.40	3.47	n.d.	0.33	11.91	1.21	2.58	0.47	n.d.	6.60	47.82	0.57	0.85	1.00	10.08	-8.0	3.5	R1
2006/3/8	8.30	8.80	3.40	n.d.	0.33	10.95	1.14	2.67	0.40	n.d.	6.07	44.43	0.83	0.80	0.94	9.43	-8.1	3.4	R1
2006/3/22	7.89	8.83	3.34	n.d.	0.34	10.92	1.17	2.82	0.64	n.d.	6.06	44.13	0.64	0.79	0.94	9.45	-8.3	3.4	R1
2006/4/12	7.63	5.90	2.66	n.d.	0.34	6.45	0.74	2.52	0.88	n.d.	3.90	26.02	0.59	0.51	0.59	6.08	-7.8	1.5	
2006/4/25	8.02	8.35	3.32	n.d.	0.34	10.21	1.10	2.50	0.40	n.d.	5.33	42.74	0.63	0.75	0.89	8.89	-8.3	3.1	R1
2006/5/11	7.65	5.45	2.58	0.02	0.42	6.06	0.70	2.23	0.67	n.d.	3.28	27.69	1.89	0.48	0.60	5.88	-10.4	3.8	R1
2006/5/24	8.06	7.51	3.10	n.d.	0.36	9.32	0.99	2.27	0.37	n.d.	4.36	47.31	0.83	0.69	0.94	8.65	-15.1	7.1	R1
2006/6/13	8.48	9.14	3.44	n.d.	0.43	12.06	1.22	2.34	0.09	n.d.	5.37	20.17	1.02	0.86	0.51	7.82	25.7	-7.8	R1
2006/6/27	7.77	6.42	2.80	n.d.	0.32	7.57	0.83	1.99	0.45	n.d.	3.61	19.13	0.47	0.58	0.45	5.76	12.1	-5.4	R1
2006/7/13	8.22	7.80	3.14	n.d.	0.37	9.77	1.01	2.03	0.38	n.d.	4.17	35.66	0.67	0.72	0.73	7.87	-1.2	0.5	
2006/7/25	8.05	7.38	3.09	n.d.	0.36	9.15	0.97	2.01	0.51	n.d.	4.01	34.19	0.39	0.68	0.71	7.53	-2.1	1.0	
2006/8/9	8.47	9.79	3.47	n.d.	0.43	13.29	1.25	2.12	0.31	n.d.	4.91	48.03	1.27	0.93	0.95	10.14	-1.4	1.8	
2006/8/23	7.86	6.77	2.98	n.d.	0.36	7.74	0.85	2.00	0.61	n.d.	3.49	33.45	0.79	0.59	0.69	6.91	-7.2	1.0	
2006/9/5	8.13	8.68	3.41	n.d.	0.40	11.13	1.12	2.08	0.25	n.d.	4.51	44.31	0.19	0.81	0.88	9.07	-4.6	2.2	
2006/9/20	7.85	6.73	2.95	n.d.	0.31	8.01	0.86	1.96	0.52	n.d.	3.17	32.61	0.56	0.61	0.66	6.84	-4.5	0.8	
2006/10/4	8.32	9.11	3.34	n.d.	0.41	12.35	1.15	2.05	0.12	n.d.	4.10	46.34	0.51	0.87	0.90	9.49	-2.1	2.1	
2006/10/19	8.43	9.97	3.41	n.d.	0.37	13.68	1.26	2.07	0.15	n.d.	4.72	53.12	0.41	0.94	1.03	10.55	-4.3	2.8	
2006/11/7	8.22	10.75	3.62	n.d.	0.44	14.84	1.35	2.33	0.24	n.d.	5.50	56.35	0.29	1.02	1.11	11.42	-4.1	3.0	
2006/11/21	8.16	10.13	3.33	n.d.	0.37	13.62	1.21	2.43	0.79	n.d.	5.53	53.05	0.88	0.93	1.07	10.77	-6.6	3.1	
2006/12/8	8.00	9.90	3.25	n.d.	0.34	12.97	1.21	2.33	0.89	n.d.	5.91	47.79	0.02	0.90	0.99	10.23	-4.8	1.6	
2006/12/21	8.07	10.26	3.50	n.d.	0.34	13.67	1.30	2.37	0.53	n.d.	6.82	50.12	0.36	0.95	1.04	10.82	-4.5	2.6	
2007/1/10	7.95	10.71	3.83	n.d.	0.31	14.10	1.40	3.35	0.50	n.d.	7.85	46.78	0.61	0.99	1.03	11.19	-1.9	2.2	
2007/1/23	8.12	10.86	3.65	0.06	0.36	14.84	1.38	2.45	0.35	n.d.	7.25	48.94	0.48	1.02	1.03	11.24	-0.1	1.7	
2007/2/7	7.81	11.08	3.78	0.08	0.39	15.76	1.45	2.51	0.22	n.d.	7.60	49.30	0.28	1.08	1.04	11.67	2.0	2.6	
2007/2/21	7.99	10.14	3.68	n.d.	0.39	13.79	1.32	2.76	0.96	n.d.	7.79	42.38	0.61	0.97	0.95	10.64	0.9	2.4	
2007/3/12	8.03	10.05	3.56	0.04	0.35	13.53	1.32	2.40	0.51	n.d.	7.90	40.49	0.68	0.95	0.90	10.30	2.5	1.2	
2007/3/28	8.01	8.80	3.40	n.d.	0.37	11.66	1.18	2.36	1.01	n.d.	6.62	33.09	0.71	0.84	0.76	8.93	4.6	0.7	
2007/4/10	8.15	9.94	3.80	0.12	0.41	13.77	1.34	2.35	0.28	n.d.	7.46	48.99	0.80	0.98	1.03	10.98	-2.5	5.0	
2007/4/24	8.09	10.31	3.67	0.07	0.45	14.04	1.36	2.28	0.88	n.d.	7.68	45.72	0.74	0.99	0.99	10.88	-0.1	2.7	
2007/5/9	8.25	9.34	3.50	0.05	0.44	12.64	1.26	2.33	0.90	n.d.	6.81	38.28	0.67	0.90	0.85	9.70	2.9	1.9	
2007/5/23	8.56	10.50	3.61	n.d.	0.43	14.11	1.32	2.27	0.33	n.d.	7.96	54.68	0.83	0.98	1.13	11.47	-7.1	4.4	
2007/6/13	8.40	10.18	3.91	0.02	0.46	14.79	1.42	2.23	0.24	n.d.	7.46	54.80	1.02	1.04	1.12	11.70	-3.8	7.0	
2007/6/26	8.76	9.40	4.01	0.04	0.50	14.34	1.41	2.23	0.54	n.d.	6.84	49.63	0.76	1.02	1.03	11.16	-0.3	8.6	
2007/7/10	7.84	7.27	2.94	0.03	0.37	9.02	0.95	1.99	0.78	n.d.	4.38	35.38	0.90	0.67	0.74	7.65	-5.2	2.5	
2007/7/26	8.26	8.95	3.23	0.08	0.46	12.27	1.14	1.98	0.47	n.d.	4.81	51.10	0.33	0.86	1.00	9.97	-7.4	5.4	
2007/8/9	8.12	8.35	3.25	0.40	0.44	11.65	1.12	2.06	0.40	n.d.	4.40	42.32	0.00	0.85	0.85	9.21	0.0	4.9	
2007/8/29	8.60	10.60	3.72	0.10	0.55	15.94	1.42	2.10	0.37	n.d.	5.37	42.92	0.82	1.09	0.88	10.83	10.8	1.1	R1
2007/9/12	8.54	10.86	3.66	0.04	0.53	15.42	1.40	2.10	0.55	n.d.	5.99	60.96	1.44	1.06	1.19	12.06	-5.9	5.2	
2007/9/26	8.17	8.82	3.49	n.d.	0.44	12.21	1.18	2.03	0.42	n.d.	4.80	52.93	0.68	0.87	1.03	10.13	-8.5	6.9	R1
2007/10/11	8.11	8.71	3.36	0.02	0.47	11.75	1.19	1.86	1.16	n.d.	4.93	50.44	1.62	0.84	1.00	9.87	-8.5	6.2	R1
2007/10/25	8.13	9.90	3.56	0.04	0.39	13.72	1.31	2.06	0.28	n.d.	5.86	57.46	0.07	0.96	1.13	11.16	-8.0	6.0	R1
2007/11/13	8.22	10.66	3.73	0.04	0.40	15.86	1.49	2.21	0.27	n.d.	6.49	55.53	0.00	1.09	1.11	11.90	-1.1	5.5	
2007/11/27	8.21	10.78	3.80	n.d.	0.38	15.93	1.47	2.17	0.14	n.d.	6.65	48.83	0.91	1.09	1.00	11.43	4.3	2.9	
2007/12/10	7.99	11.22	3.56	0.02	0.34	15.65	1.44	2.24	0.18	n.d.	6.70	40.17	0.60	1.06	0.86	10.68	10.4	-2.5	R1
2007/12/25	8.08	10.92	3.59	0.04	0.38	14.91	1.39	2.51	0.35	n.d.	7.18	57.28	0.67	1.03	1.16	11.85	-6.3	4.1	
2008/1/8	7.89	10.80	3.86	0.04	0.37	14.92	1.47	3.42	1.02	n.d.	8.01	43.61	1.11	1.05	0.99	11.37	2.5	2.6	
2008/1/22	7.93	9.19	3.58	0.05	0.38	12.74	1.29	2.63	1.21	n.d.	7.22	36.88	0.99	0.91	0.85	9.81	3.5	3.3	
2008/2/6	7.79	8.99	3.37	0.02	0.31	11.64	1.19	2.42	0.67	n.d.	6.80	37.11	0.51	0.83	0.83	9.21	0.3	1.2	
2008/2/19	7.92	9.57	3.79	0.05	0.33	13.76	1.39	2.36	0.27	n.d.	7.31	43.33	0.17	0.98	0.93	10.52	2.3	4.7	
2008/3/5	7.93	9.87	4.01	0.03	0.37	14.75	1.46	2.51	0.29	n.d.	7.70	44.22	0.41	1.04	0.96	11.06	4.1	5.7	
2008/3/18	8.03	9.92	3.59	0.04	0.39	13.27	1.30	2.42	0.34	n.d.	7.44	44.37	1.10	0.94	0.96	10.42	-1.0	2.4	
2008/4/4	8.06	8.71	3.49	0.04	0.36	11.62	1.21	2.34	0.32	n.d.	6.62	39.12	1.48	0.84	0.85	9.32	-0.4	3.4	
2008/4/21	8.01	8.77	3.51	0.03	0.39	11.76	1.22	2.32	0.61	n.d.	6.21	39.68	0.55	0.85	0.86	9.38	-0.2	3.3	
2008/5/8	8.30	9.88	3.59	0.04	0.46	13.19	1.32	2.22	0.50	n.d.	6.48	45.80							

Appendix 9d. 四万十川上流域の採水地点 M (北川川) における水質データ

Analytical data for mainstream water at sampling location M of the Kitagawa River in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μ eq L ⁻¹	Anion μ eq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2008/12/19	8.10	9.79	3.60	0.05	0.38	13.65	1.37	2.11	0.28	n.d.	6.63	47.14	0.43	0.96	0.97	10.56	-0.6	3.8	
2009/1/9	7.93	10.32	3.65	n.d.	0.35	14.49	1.42	2.18	0.19	n.d.	7.01	47.70	1.20	1.01	0.99	10.93	0.8	2.9	
2009/1/27	7.95	9.89	3.52	0.01	0.35	13.67	1.38	2.90	0.67	n.d.	7.04	42.76	0.60	0.96	0.94	10.49	1.0	2.9	
2009/2/9	8.14	9.36	3.50	n.d.	0.35	12.54	1.30	2.26	0.42	n.d.	6.94	41.12	0.06	0.89	0.89	9.81	0.3	2.4	
2009/2/23	7.61	6.58	2.65	n.d.	0.39	8.54	0.94	2.21	1.12	n.d.	4.82	25.54	1.29	0.63	0.60	6.87	2.4	2.1	
2009/3/9	7.88	8.07	3.28	n.d.	0.36	10.67	1.14	2.13	0.53	n.d.	5.76	32.27	0.38	0.78	0.72	8.28	4.1	1.3	
2009/3/23	8.19	7.74	3.11	n.d.	0.37	10.04	1.07	1.99	0.61	n.d.	5.22	33.55	0.66	0.73	0.72	8.01	0.6	1.7	
2009/4/13	8.63	9.69	3.68	n.d.	0.44	13.46	1.34	2.10	0.08	n.d.	6.49	45.39	0.95	0.95	0.94	10.32	0.7	3.1	
2009/4/27	8.23	9.57	3.50	n.d.	0.40	13.08	1.32	2.02	0.57	n.d.	6.86	43.31	0.47	0.92	0.92	10.10	0.3	2.7	
2009/5/11	8.69	10.95	3.97	n.d.	0.53	15.70	1.51	2.23	0.45	n.d.	8.33	51.18	0.85	1.09	1.08	11.94	0.5	4.3	
2009/5/25	8.52	11.29	3.97	n.d.	0.51	16.14	1.54	2.24	0.34	n.d.	7.91	53.50	1.28	1.12	1.11	12.17	0.3	3.7	
2009/6/8	8.31	10.65	3.81	n.d.	0.50	14.90	1.46	2.02	0.58	n.d.	7.29	49.23	1.01	1.04	1.02	11.29	0.8	2.9	
2009/6/24	8.18	8.61	3.83	n.d.	0.82	10.26	1.31	2.61	0.45	n.d.	7.05	39.10	3.60	0.81	0.87	9.25	-3.7	3.6	
2009/7/8	8.02	8.82	3.37	n.d.	0.43	11.78	1.23	1.87	0.37	n.d.	5.63	40.51	1.17	0.85	0.84	9.19	0.4	2.0	
2009/7/22	7.72	7.43	2.73	n.d.	0.61	9.89	1.04	1.49	1.21	n.d.	4.20	31.90	2.38	0.71	0.67	7.59	3.0	1.0	
2009/8/12	7.73	6.79	2.99	n.d.	0.43	8.35	0.92	1.95	0.65	n.d.	3.94	29.65	0.69	0.63	0.63	6.92	0.0	1.0	
2009/8/27	8.06	9.79	3.53	n.d.	0.47	13.68	1.32	1.88	0.13	n.d.	5.22	46.97	0.39	0.96	0.93	10.21	1.2	2.1	
2009/9/10	8.50	10.90	3.67	n.d.	0.51	15.34	1.41	1.93	0.12	n.d.	5.87	52.89	0.66	1.05	1.05	11.33	0.4	1.9	
2009/9/25	8.33	11.33	3.86	n.d.	0.52	17.07	1.54	2.04	0.33	n.d.	6.41	56.73	0.78	1.16	1.13	12.36	1.5	4.4	
2009/10/9	8.30	9.45	3.43	n.d.	0.47	12.96	1.27	1.83	0.90	n.d.	5.96	43.62	1.57	0.91	0.91	9.91	0.4	2.4	
2009/10/23	8.15	10.94	3.76	n.d.	0.42	15.66	1.49	1.99	0.17	n.d.	7.24	52.28	0.77	1.08	1.07	11.67	0.6	3.2	
2009/11/6	8.29	11.22	3.78	n.d.	0.43	16.16	1.54	2.10	0.18	n.d.	7.48	53.62	0.10	1.11	1.10	12.00	0.5	3.4	
2009/11/24	7.73	8.95	3.46	n.d.	0.40	12.18	1.26	2.02	0.48	n.d.	6.56	40.87	0.93	0.87	0.87	9.56	0.0	3.3	
2009/12/8	8.10	9.64	3.79	n.d.	0.39	14.41	1.45	2.18	0.16	n.d.	7.67	45.75	1.07	1.01	0.97	10.92	2.0	6.2	
2009/12/22	8.03	9.91	3.55	n.d.	0.35	13.33	1.36	2.61	0.30	n.d.	7.23	43.98	0.89	0.94	0.95	10.40	-0.5	2.4	
2010/1/6	7.89	10.14	3.58	n.d.	0.34	13.81	1.38	2.84	0.31	n.d.	7.03	44.47	0.10	0.97	0.96	10.61	0.4	2.3	
2010/1/20	7.97	10.55	3.69	n.d.	0.35	14.89	1.48	2.47	0.31	n.d.	8.12	47.64	1.03	1.03	1.02	11.33	0.4	3.6	
2010/2/4	7.93	9.22	3.48	n.d.	0.35	12.91	1.31	2.59	0.79	n.d.	7.28	39.59	0.00	0.91	0.89	9.98	1.5	4.0	
2010/2/18	8.07	9.47	3.57	n.d.	0.35	12.87	1.32	2.38	0.38	n.d.	7.55	41.97	0.00	0.92	0.92	10.12	-0.2	3.3	
2010/3/5	8.04	8.25	3.25	n.d.	0.38	10.96	1.13	2.06	0.72	n.d.	5.78	35.56	1.13	0.79	0.77	8.61	1.2	2.1	
2010/3/19	8.00	7.99	3.25	n.d.	0.35	10.63	1.13	2.08	0.55	n.d.	5.51	35.50	0.00	0.77	0.76	8.44	0.6	2.7	
2010/4/6	8.16	8.01	3.22	n.d.	0.36	10.48	1.12	2.03	0.39	n.d.	5.27	35.75	0.93	0.76	0.76	8.34	0.3	2.0	
2010/4/30	7.75	6.32	3.01	n.d.	0.36	8.93	0.97	1.99	0.45	n.d.	4.38	31.54	0.34	0.67	0.67	7.31	-0.4	7.3	
2010/5/20	7.67	7.14	2.94	n.d.	0.41	10.28	1.07	1.60	0.69	n.d.	4.64	35.69	1.10	0.74	0.74	8.04	0.1	5.9	
2010/6/4	8.16	8.81	3.37	n.d.	0.42	11.77	1.18	2.05	0.33	n.d.	5.20	41.48	0.52	0.84	0.85	9.19	-0.6	2.1	
2010/6/24	8.00	8.21	3.25	n.d.	0.43	10.75	1.11	1.77	0.37	n.d.	4.79	37.70	1.08	0.78	0.77	8.44	0.4	1.4	
2010/7/16	7.61	7.87	4.42	n.d.	0.71	6.47	1.18	2.97	0.67	n.d.	5.57	24.20	0.83	0.63	0.61	6.94	1.9	-6.2	
2010/8/5	7.97	8.50	3.24	n.d.	0.48	11.03	1.13	1.87	0.41	n.d.	4.40	39.10	1.11	0.80	0.79	8.60	0.3	0.6	
2010/8/24	7.76	9.04	3.56	n.d.	0.49	13.38	1.31	1.93	0.44	n.d.	5.26	47.03	0.35	0.94	0.94	10.18	0.1	6.0	
2010/9/9	7.74	8.45	3.41	n.d.	0.49	12.48	1.24	1.77	0.66	n.d.	5.18	43.74	0.68	0.89	0.89	9.59	0.0	6.3	
2010/10/5	7.62	8.24	3.21	n.d.	0.42	10.57	1.11	1.58	0.83	n.d.	4.74	36.91	0.68	0.77	0.76	8.32	0.5	0.5	
2010/10/22	7.83	9.58	3.51	n.d.	0.44	12.62	1.26	1.86	0.27	n.d.	5.37	45.63	0.00	0.90	0.92	9.80	-1.0	1.1	
2010/11/16	7.62	9.30	3.61	0.05	0.43	14.02	1.38	2.09	0.16	n.d.	6.43	48.74	0.70	0.98	0.99	10.75	-0.5	7.2	
2010/12/7	8.06	9.94	3.50	n.d.	0.42	13.36	1.33	2.09	0.61	n.d.	6.46	45.02	0.37	0.94	0.94	10.27	-0.1	1.6	
2011/1/5	7.70	9.41	3.78	n.d.	0.36	14.78	1.46	3.51	0.31	n.d.	7.60	44.53	0.32	1.03	0.99	11.22	1.9	8.8	
2011/1/24	7.66	9.45	3.64	0.02	0.33	14.66	1.42	2.41	0.28	n.d.	7.46	47.34	0.00	1.02	1.00	11.08	0.6	8.0	
2011/2/15	7.64	10.77	3.82	n.d.	0.36	15.23	1.49	5.26	0.55	n.d.	7.78	43.98	0.01	1.06	1.04	11.77	0.9	4.5	
2011/3/15	7.89	10.09	3.75	0.08	0.38	13.80	1.35	2.43	0.09	n.d.	7.15	45.39	0.08	0.98	0.96	10.64	0.7	2.7	
2011/3/28	7.86	10.48	4.25	n.d.	0.42	16.19	1.61	2.73	0.18	n.d.	8.17	46.36	1.30	1.14	1.01	11.87	5.9	6.2	
2011/4/20	7.72	10.13	3.92	n.d.	0.48	15.71	1.52	2.46	0.61	n.d.	7.75	51.73	0.05	1.09	1.09	11.93	0.1	8.2	
2011/5/10	7.70	9.49	3.80	n.d.	0.49	14.04	1.41	2.49	0.45	n.d.	7.81	46.30	0.00	0.99	1.00	10.97	-0.2	7.2	
2011/6/2	7.55	6.97	3.12	n.d.	0.48	9.61	1.05	2.10	1.05	n.d.	5.06	32.88	0.65	0.71	0.72	7.90	-0.5	6.2	
2011/6/18	7.50	6.02	2.98	0.02	0.38	8.84	0.98	2.09	0.31	n.d.	4.47	29.28	0.80	0.66	0.64	7.15	2.0	8.6	
2011/6/30	7.74	6.75	2.99	n.d.	0.38	9.13	0.98	1.87	0.45	n.d.	4.00	33.06	0.01	0.68	0.68	7.39	-0.6	4.6	
2011/7/13	7.80	8.61	3.26	0.01	0.43	12.26	1.21	1.88	0.24	n.d.	5.01	43.31	0.00	0.86	0.87	9.39	-0.4	4.3	
2011/8/5	7.75	8.22	3.09	n.d.	0.43	10.81	1.07	1.81	n.d.	n.d.	4.28	39.10	0.33	0.77	0.78	8.39	-0.5	1.0	
2011/8/25	8.12	9.94	3.49	n.d.	0.64	14.48	1.35	2.01	0.45	n.d.	4.97	50.63	0.10	1.00	1.00	10.77	0.2	4.0	
2011/9/22	7.66	5.93	2.81	n.d.	0.41	7.65	0.80	1.71	0.55	n.d.	2.93	28.24	0.73	0.58	0.58	6.29	-0.1	2.9	
2011/10/5	7.82	9.42	3.03	n.d.	0.38	13.15	1.17	1.94	0.29	n.d.	4.88	46.42	0.00	0.89	0.92	9.80	-1.5	2.0	
2011/10/29	7.84	8.32	3.27	n.d.	0.35	10.99	1.13	1.71	0.21	n.d.	4.63	41.42	0.00	0.79	0.83	8.72	-2.1	2.4	
2011/11/14	7.84	9.23	3.30	n.d.	0.36	12.86	1.25	1.81	0.23	n.d.	5.22	47.09	0.06	0.90	0.94	9.88	-2.1	3.4	
2011/12/9	7.76	8.25	3.41	n.d.	0.37	11.36	1.20	1.96	0.44	n.d.	5.19	40.32	0.02	0.82	0.83	8.99	-0.5	4.3	
2011/12/27	7.83	9.68	3.50	n.d.	0.54	12.64	1.28	2.63	0.34	n.d.	5.95	44.78	0.00	0.90	0.94	10.04	-1.9	1.8	
2012/1/12	7.74	10.12	3.46	n.d.	0.39	13.37	1.33	2.28	0.29	n.d.	6.36	46.36	0.00	0.94	0.96	10.34	-1.3	1.1	
2012/2/9	7.69	8.36	3.28	n.d.	n.d.	11.29	1.20	2.63	0.98	n.d.	6.22	36.60	0.35	0.80	0.82	8.98	-0.9	3.6	
2012/2/24	7.60	6.97	2.95	n.d.	0.36	8.86	0.99	2.12	1.02	n.d.	5.04	29.83	0.91						

Appendix 9e. 四万十川上流域の採水地点 M (北川川) における水質データ

Analytical data for mainstream water at sampling location M of the Kitagawa River in the upper reaches of the Shimanto River

Date	pH	ECobs mS m ⁻¹	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	DOC	Cation μ eq L ⁻¹	Anion μ eq L ⁻¹	EC _{cal} mS m ⁻¹	R1	R2	QC*
								mg L ⁻¹											
2012/6/13	8.11	9.18	3.34	n.d.	0.44	11.47	1.19	1.78	0.93	n.d.	5.32	41.48	1.15	0.83	0.86	9.14	-1.7	-0.2	
2012/6/25	7.44	5.08	2.56	n.d.	0.31	6.70	0.76	1.50	0.60	n.d.	3.53	25.74	0.00	0.52	0.55	5.80	-2.9	6.6	
2012/7/13	7.56	5.95	2.83	n.d.	0.38	7.43	0.84	1.50	0.47	n.d.	3.37	29.24	0.04	0.57	0.60	6.34	-2.2	3.1	
2012/7/30	7.82	8.87	3.30	n.d.	0.39	11.25	1.13	1.75	0.30	n.d.	4.46	43.19	0.04	0.81	0.86	8.93	-2.8	0.4	
2012/8/23	7.60	6.15	2.48	n.d.	0.44	7.89	0.88	1.28	0.83	n.d.	2.68	30.56	1.72	0.59	0.61	6.40	-1.8	2.0	
2012/9/12	7.65	7.12	3.08	n.d.	0.38	9.62	1.05	1.54	0.46	n.d.	3.76	37.27	0.71	0.71	0.74	7.79	-2.1	4.5	
2012/10/9	7.78	8.44	3.15	n.d.	0.36	11.84	1.16	1.75	0.23	n.d.	4.19	44.53	0.54	0.83	0.87	9.13	-2.2	3.9	
2012/10/29	7.72	9.07	3.16	n.d.	0.34	14.00	1.15	1.77	0.24	n.d.	5.16	48.13	0.43	0.94	0.95	10.19	-0.6	5.8	
2012/11/12	7.75	8.76	3.18	n.d.	0.39	14.20	1.17	2.06	0.40	n.d.	5.45	47.46	0.32	0.95	0.96	10.35	-0.1	8.3	
2012/12/7	7.73	8.53	3.27	n.d.	0.30	14.15	1.22	2.10	0.29	n.d.	6.32	46.67	0.00	0.96	0.96	10.45	-0.2	10.1	
2012/12/26	7.72	8.18	3.18	n.d.	0.31	12.53	1.14	2.20	0.68	n.d.	6.24	40.81	0.33	0.87	0.87	9.54	-0.4	7.7	
2013/1/18	7.74	8.27	3.20	n.d.	0.29	11.89	1.13	2.09	0.48	n.d.	5.85	39.16	0.45	0.83	0.83	9.11	0.2	4.9	
2013/2/8	7.76	7.83	3.10	n.d.	0.32	10.90	1.09	2.11	0.61	n.d.	5.64	35.69	0.00	0.78	0.77	8.51	0.3	4.2	
2013/2/25	7.55	7.61	3.18	n.d.	0.32	11.10	1.12	1.98	0.42	n.d.	5.63	37.15	0.00	0.79	0.79	8.66	0.3	6.5	
2013/3/15	7.96	8.48	3.40	n.d.	0.41	12.37	1.19	2.02	0.06	n.d.	5.43	40.75	0.02	0.87	0.84	9.33	2.0	4.8	
2013/4/5	7.75	9.61	3.48	0.02	0.39	13.20	1.26	1.96	0.34	n.d.	6.37	44.04	0.22	0.92	0.92	10.04	0.5	2.2	
2013/4/25	7.79	6.79	2.76	0.02	0.40	9.25	0.95	2.01	1.14	n.d.	3.88	29.57	1.04	0.67	0.64	7.21	2.3	3.0	
2013/5/14	8.48	9.79	3.48	0.02	0.43	13.64	1.26	1.90	0.48	n.d.	6.44	45.75	1.03	0.95	0.95	10.32	0.1	2.6	
2013/6/5	8.28	7.79	3.38	0.02	0.41	12.14	1.19	1.88	0.36	n.d.	5.47	39.33	1.14	0.86	0.82	9.17	2.7	8.2	
2013/6/27	7.54	5.99	2.77	n.d.	0.40	8.78	0.91	1.87	0.94	n.d.	4.11	27.45	1.21	0.64	0.60	6.88	3.2	6.9	
2013/7/17	8.10	9.59	3.56	n.d.	0.55	12.94	1.24	1.94	0.73	n.d.	5.25	44.41	0.01	0.92	0.90	9.88	0.7	1.5	
2013/8/9	7.83	10.62	3.80	n.d.	0.59	16.26	1.47	1.96	0.62	n.d.	6.37	54.29	0.32	1.11	1.09	11.92	1.1	5.8	
2013/8/27	7.75	9.56	3.43	n.d.	0.56	15.22	1.37	1.88	1.35	n.d.	5.46	49.35	1.53	1.04	1.00	11.04	1.9	7.2	
2013/9/6	7.63	7.54	3.00	n.d.	0.47	9.34	0.96	1.87	1.09	n.d.	4.70	31.11	0.66	0.69	0.68	7.52	0.7	-0.1	
2013/9/17	7.81	8.94	3.35	n.d.	0.45	12.29	1.19	1.80	0.33	n.d.	5.53	42.03	0.84	0.87	0.86	9.40	0.5	2.5	
2013/10/10	7.56	6.16	2.91	n.d.	0.40	8.37	0.89	1.81	0.69	n.d.	3.51	28.79	0.00	0.63	0.61	6.74	1.7	4.5	
2013/10/22	7.61	8.37	3.39	n.d.	0.42	12.24	1.20	1.87	0.33	n.d.	5.06	41.36	0.40	0.87	0.84	9.28	1.6	5.2	
2013/10/30	7.54	7.42	3.10	n.d.	0.44	10.09	1.00	1.89	0.60	n.d.	3.79	34.71	0.00	0.73	0.71	7.83	1.5	2.7	
2013/11/18	7.69	9.07	3.21	n.d.	0.38	14.08	1.25	1.72	0.12	n.d.	4.59	47.70	0.29	0.95	0.93	10.13	1.4	5.5	
2013/12/13	7.68	9.51	3.31	n.d.	0.38	13.44	1.25	2.02	0.29	n.d.	5.50	43.80	0.00	0.93	0.89	9.91	1.8	2.1	
2014/1/7	7.97	9.38	3.37	n.d.	0.35	13.20	1.26	2.26	0.27	n.d.	4.56	42.99	0.95	0.92	0.87	9.68	2.8	1.6	
2014/1/27	7.62	9.29	3.50	n.d.	0.38	14.37	1.34	2.78	0.42	n.d.	4.79	45.69	0.47	0.99	0.93	10.47	2.9	6.0	
2014/2/20	7.56	8.55	3.47	n.d.	0.37	12.67	1.27	2.40	0.43	n.d.	4.80	40.20	0.90	0.90	0.83	9.44	3.7	5.0	
2014/3/14	7.47	6.31	2.74	n.d.	0.33	9.22	0.94	2.02	0.82	n.d.	5.15	29.77	0.29	0.67	0.67	7.37	0.0	7.7	
2014/4/3	7.61	7.81	3.25	n.d.	0.36	11.14	1.12	1.92	0.24	n.d.	5.98	37.70	0.38	0.80	0.80	8.76	-0.1	5.7	
2014/4/23	8.24	8.87	3.48	n.d.	0.44	12.68	1.26	1.90	0.32	n.d.	6.15	42.82	0.47	0.90	0.89	9.75	0.6	4.7	
2014/5/9	8.10	9.19	3.61	n.d.	0.44	13.81	1.35	1.91	0.27	n.d.	6.52	45.93	0.00	0.97	0.95	10.43	1.1	6.3	
2014/5/27	8.25	7.98	3.18	n.d.	0.41	11.77	1.14	1.73	0.46	n.d.	5.62	40.06	0.39	0.83	0.83	9.04	0.0	6.3	
2014/6/17	8.06	8.12	3.32	n.d.	0.39	11.36	1.14	1.80	0.23	n.d.	5.49	39.10	0.00	0.81	0.81	8.85	0.3	4.3	
2014/7/9	7.91	7.23	3.25	n.d.	0.42	10.70	1.10	1.75	0.50	n.d.	4.85	35.87	0.06	0.78	0.75	8.30	2.0	6.9	
2014/7/24	8.54	8.18	3.40	n.d.	0.46	12.79	1.19	1.76	0.18	n.d.	4.83	43.31	0.28	0.90	0.86	9.50	1.8	7.5	
2014/8/12	7.89	6.90	2.77	n.d.	0.42	9.25	0.89	1.56	0.46	n.d.	2.78	32.88	0.33	0.67	0.65	7.07	1.4	1.2	
2014/8/27	7.94	7.79	3.08	n.d.	0.44	11.72	1.08	1.57	0.27	n.d.	3.43	40.87	0.11	0.82	0.79	8.63	1.8	5.1	
2014/9/18	7.90	8.63	3.27	n.d.	0.47	12.65	1.17	1.67	0.10	n.d.	3.99	44.65	0.13	0.88	0.86	9.36	1.0	4.1	
2014/10/9	7.91	8.29	3.20	n.d.	0.45	12.35	1.14	1.52	0.60	n.d.	4.53	42.64	0.00	0.86	0.85	9.21	0.9	5.2	
2014/10/30	7.95	8.71	3.23	n.d.	0.40	12.78	1.19	1.56	0.23	n.d.	4.42	45.14	0.00	0.89	0.88	9.49	0.4	4.3	
2014/11/20	7.82	9.64	3.43	n.d.	0.40	14.86	1.35	1.63	0.07	n.d.	5.08	49.41	0.20	1.01	0.96	10.64	2.5	4.9	
2014/12/2	7.87	9.09	3.65	n.d.	0.45	14.92	1.37	2.07	0.37	n.d.	5.91	47.58	0.11	1.03	0.97	10.85	3.0	8.8	
2014/12/22	7.70	8.44	3.19	n.d.	0.36	11.19	1.13	2.60	0.84	n.d.	5.36	35.93	0.00	0.80	0.79	8.75	0.8	1.8	
2015/1/15	7.58	7.74	3.05	n.d.	0.36	11.02	1.09	1.88	0.48	n.d.	4.84	37.21	0.13	0.78	0.77	8.46	0.6	4.4	
2015/2/6	7.64	7.55	3.35	n.d.	0.34	11.82	1.19	2.04	0.50	n.d.	5.74	39.35	0.19	0.84	0.83	9.15	0.7	9.6	
2015/2/27	7.88	8.98	3.34	n.d.	0.35	12.29	1.21	2.21	0.45	n.d.	5.58	40.14	0.07	0.87	0.84	9.36	1.4	2.1	
2015/3/20	7.70	6.86	2.78	n.d.	0.36	8.62	0.91	2.05	0.71	n.d.	3.95	28.06	0.04	0.64	0.61	6.86	1.9	0.0	
2015/4/8	7.79	7.53	3.17	n.d.	0.35	10.51	1.07	1.86	0.50	n.d.	4.82	35.69	0.33	0.76	0.75	8.21	0.9	4.3	
2015/4/30	7.85	8.16	3.30	n.d.	0.43	11.67	1.16	1.93	0.45	n.d.	4.89	39.96	0.59	0.83	0.82	8.97	0.9	4.7	
2015/5/20	8.06	8.42	3.25	n.d.	0.42	11.95	1.18	1.78	0.64	n.d.	5.19	40.20	0.86	0.85	0.83	9.11	1.1	3.9	
2015/6/8	7.87	8.53	3.21	n.d.	0.42	11.94	1.18	1.74	0.64	n.d.	5.14	40.32	0.81	0.84	0.83	9.09	1.0	3.2	
2015/7/2	7.81	6.53	2.63	n.d.	0.38	8.24	0.86	1.60	0.61	n.d.	3.31	28.98	0.52	0.61	0.60	6.54	0.6	0.1	
2015/7/24	7.85	6.35	2.81	n.d.	0.37	8.52	0.90	1.57	0.47	n.d.	3.22	30.68	0.00	0.63	0.62	6.77	0.7	3.2	
2015/8/11	8.31	9.33	3.38	n.d.	0.47	13.55	1.25	1.67	0.31	n.d.	4.44	47.89	0.40	0.94	0.93	10.03	0.5	3.6	
2015/8/26	7.71	6.81	2.83	n.d.	0.56	8.46	0.87	1.62	1.07	n.d.	3.30	29.34	0.36	0.63	0.61	6.78	1.5	-0.2	
2015/9/25	7.77	6.53	2.80	n.d.	0.39	7.92	0.86	1.50	0.59	n.d.	3.07	28.73	0.00	0.60	0.59	6.41	1.0	-0.9	
2015/10/15	8.22	8.69	3.28	n.d.	0.38	12.66	1.20	1.61	0.15	n.d.	4.47	44.53	0.00	0.88	0.87	9.43	0.7	4.1	
2015/11/4	8.03	9.54	3.33	n.d.	0.41	13.35	1.24	1.84	0.24	n.d.	5.02	45.72	0.08	0.92	0.91	9.90	0.8	1.9	
2015/11/18	7.74	8.05	3.16	n.d.	0.45	11.34	1.13	1.61	0.56	n.d.	4.51	38.74	0.79	0.81	0.78	8.62	1.6	3.4	
2015/12/8	7.89	8.52	3.29	n.d.	0.38	12.13	1.20	1.71	0.36	n.d.	5.04	40.87	0.06	0.86	0.83	9.15	1.7	3.5	

Monitoring of rainwater and streamwater chemistry from 2000 to 2015 in forested catchments in the upper reaches of the Shimanto River, Shikoku Island, Japan

Hisao SAKAI^{1)*}, Tsuyoshi YAMADA²⁾, Atsushi TORII³⁾, Yoshiki SHINOMIYA⁴⁾,
Yoshiyuki INAGAKI¹⁾, Shuichiro YOSHINAGA⁵⁾, Kyotaro NOGUCHI⁶⁾
and Tomoaki MORISHITA⁶⁾

Abstract

We have been monitoring rainwater and streamwater chemistry in forests located in the upper reaches of the Shimanto River within Yusuhara-cho, Takaoka-gun, Kochi Prefecture, since 2000. The rainwater was collected at one location, whereas streamwater was sampled at run-off points of seven forested catchment basins. In this study, we analyzed data collected from 2000 to 2015 to examine changes in rainwater and streamwater chemistry. In particular, we investigated the effects of the volume of rainfall on water chemistry and the long-term changes. During periods with lower total rainfall, electrical conductivity (EC) was higher and variation in the range of pH was greater. In addition, no long-term trend was observed for rainwater pH, EC (annual average), and annual input of various ions. Although streamwater EC decreased with the increase in cumulative rainfall for 14 days before the sampling day, only a little effect on pH was observed. No long-term change in streamwater pH was found. However, the concentration of dissolved ions such as Na⁺, Ca²⁺, and Mg²⁺ tended to decrease in all seven forest watersheds from 2007 to 2015; the decrease in Cl⁻ and SO₄²⁻ was distinct. We recommend continuous monitoring of these decreasing trends to determine how long they continue.

Key words : rainwater chemistry, streamwater chemistry, dissolved ion concentration, long-term changes

Received 4 October 2018, Accepted 30 November 2018

1) Shikoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Research Planning and Coordination Department, FFPRI

3) Kansai Research Center, FFPRI

4) Center for Forest Restoration and Radioecology, FFPRI

5) Tama Forest Science Garden, FFPRI

6) Tohoku Research Center, FFPRI

* Shikoku Research Center, FFPRI, 2-915 Asakuranishi, Kochi, Kochi, 780-8077 JAPAN; e-mail: sakai03@ffpri.affrc.go.jp

研究資料 (Research record)

Trap-nesting bees and wasps and their natural enemies in regenerated broad-leaved forests in central Japan

Shun'ichi MAKINO^{1)*} and Kimiko OKABE¹⁾

Abstract

Trap-nests are useful tools to monitor solitary bees and wasps that nest in tube-like cavities. We installed trap-nests made from internode tubes of bamboos and reeds in ten secondary deciduous broad-leaved stands of different ages of one to over 100 years after clear-cutting. Thirty-two species (eight families of Hymenoptera and one of Diptera) were obtained with the trap-nests: 20 host species and 12 of their natural enemies. The species richness of most families of hosts and natural enemies, except for Pompilidae, was higher in younger to middle-aged stands than in older ones over 70 years old. On the contrary, the family Pompilidae (spider wasps) proliferated in both young and old stands, with its relative abundance becoming greater with the increase in stand age.

Key words : cavity-nesting Hymenoptera, bamboo traps, monitoring, biodiversity, predator, pollinator

1. Introduction

Several groups of solitary bees and hunting wasps nest in pre-existing cavities, such as tubes or tube-like structures. These insects typically make cells in such cavities using various materials and store foods there to rear offspring (Krombein 1967). This behavior enables the study of the species compositions or relative densities not only of the cavity-dwelling bees and wasps but of their natural enemies in different environments by using tubes, such as bamboos or reeds, as “trap-nests.” As bees and hunting wasps play roles as pollinators and predators, respectively, using trap-nests is considered as a useful technique to study not only the biodiversity of bees and wasps but the possible ecosystem services they provide in various environments including forests (Sobek et al. 2009).

Although trap nests have been widely used for studies in various environments including agricultural landscapes (e.g. Tscharrntke et al. 1998, Steffan-Dewenter 2002) or urban areas (e.g. Hashimoto and Endo 1994), attempts to use them in natural forests are relatively few (Suka et al. 2001, Taki et al. 2008, Sobek et al. 2009, Matsumoto and Makino 2011), and virtually no information is available on changes in trap-nesting insect communities with forest ages. Here, we present the results of trap-nests installed in deciduous broad-leaved forests along a chronosequence immediately after clear-cutting to over 100 years old in a cool temperate area in central Japan. As the plots of this monitoring have been used for the studies of various arthropod groups (Diptera: Sueyoshi

et al. 2003; butterfly: Inoue 2003; nocturnal moths: Taki et al. 2010; cerambycid beetles: Makino et al. 2007; parasitic wasps: Maleque et al. 2010; bees: Taki et al. 2013; soil animals: Hasegawa et al. 2006, 2013), our results will constitute a useful dataset for comparing responses of abundance and species diversity to forest age among the arthropods that are not only taxonomically different but also play varying roles in the ecosystem.

2. Methods

The study was conducted in a forested area in Ogawa (36°56'N, 140°35'E; 580–800 m a.s.l.), Kitaibaraki, Ibaraki Prefecture in central Japan. The area was situated at the southern edge of the Abukuma Mountains in Kitaibaraki and characterized by a mosaic-like landscape composed of conifer plantations of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* and of secondary broad-leaved stands of various ages due to repeated small-scale clear-cutting over the years (Makino et al. 2007). The dominant canopy trees in the deciduous stands comprised *Quercus serrata*, *Q. mongolica* var. *grosseserrata*, and *Fagus crenata* (Masaki et al. 1992). The annual mean temperature and precipitation in Ogawa are 10.7 °C and 1910 mm, respectively (Mizoguchi et al. 2002). To learn the responses of trap-nesting bees and wasps to the stand age, we selected ten study plots of secondary broad-leaved stands that varied in age after clear-cutting from one to over 100 years (Table 1). The ten plots were distributed within an area of approximately 30 km² and at least 500 m apart from each other.

Received 12 November 2018, Accepted 10 December 2018

1) Center for Biodiversity Study, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

* Center for Biodiversity Study, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 Japan; e-mail: makino@ffpri.affrc.go.jp

Table 1. Stand characteristics of the study plots and the percentage of tubes of traps used for nesting or those producing adults

Plot code	Age ²⁾ (year)	Area (ha)	Average DBH (cm)	Basal area (m ² /ha)	% tubes used ¹⁾	% tubes producing adults ¹⁾
O1	1	3	0	0	45.0	27.8
O4	4	5	0	0	45.0	21.0
O12	12	4	7.3	9.5	29.4	19.4
O51	51	10	13.4	15.1	10.0	6.1
O54	54	14	17.1	22.4	46.7	36.7
O71	71	19	12.1	29.3	3.3	1.7
SA70	76	3	14.9	26.8	12.8	11.1
O128	>100	98	17.2	39.8	17.2	11.7
O174	>100	11	15.0	56.6	25.0	16.1
O178	>100	10	17.5	32.0	7.8	3.9

1) Total number of tubes examined was 180 from nine trap nests except in O4 (100 tubes) where four traps were lost before recovery. 2) For the stands older than 100 years old, only approximate ages are given because official logging records are not available.

**Fig. 1. "Curtain type" trap nest used in the study.**

We used "curtain type" (Matsumoto and Makino 2011) trap-nests, with each consisting of 20 tubes (Fig. 1). The tubes were 20 cm-long bamboos or reeds of four different inner diameters (approximately 6, 10, and 16 mm for bamboos and 4 mm for reeds), vertically tied with a thin wire in decreasing order of size from the top. This four-tube unit was repeated five times within a trap, with their openings directed to the same direction. The trap-nests were installed between April 9 and 16, 2002. In each of the ten plots, nine traps were set

in a 3 × 3 grid pattern, with adjacent traps approximately 10 m apart from each other. The traps were tied with thin wires to trunks of trees at 1.5 m above the ground, although in the very young plots with no large trees present (O1 and O3), they were tied to the top of wood posts (5 × 5 × 150 cm) fixed on the ground. Except in O1 and O3, the traps were situated in the interior of the stand, at least 10 m from the stand edge. In O1 and O3, they were placed at least 50 m away from the nearest stand edge. The traps were recovered on November 5 or 6 of the same year, opened in the laboratory, and mapped for their tube contents. When a tube had immatures (cocoons or larvae) of trap-nesting bees and wasps or their natural enemies (parasitoids and kleptoparasites), or if it had any trace of successful or failed nesting (remains of nest material, vacant cocoons, etc.), it was counted as "used tube." All the cocoons and pupae were individually numbered and transferred in a small vial (20 ml) and kept under outdoor conditions with protection from the rain or direct sunlight until emergence of adults. All adults including the natural enemies were identified at the species level. The hosts of natural enemies were determined based on the maps. As four of the nine traps were lost before recovery in plot O4, we used the results from the remaining five traps. We used the number of adult-producing tubes as that of individuals when calculating abundance or diversity.

3. Results and discussion

We obtained 825 adults of 32 species from 320 (18.6%) out of the 1720 tubes (86 traps) that were recovered from the ten plots (Table 2). All the species were hymenopterans except for two dipteran parasites. A total of eight of the 32 species were singletons, that is, they were only produced from a single tube.

Among the 32 species, 20 constructed nests in the tubes (hosts), whereas the other 12 were natural enemies that took advantage of their hosts (Table 2). The host species comprised four families of hunting wasps (Pompilidae, Crabronidae, Vespidae, and Sphecidae) and two bee families (Megachilidae and Colletidae). The natural enemies consisted of a single family of parasitoid wasps (Ichneumonidae) and five families of kleptoparasites (wasps: Pompilidae and Chrysididae; bees: Megachilidae, flies: Sarcophagidae). The broods of the parasitoid wasps feed on host immatures, whereas those of kleptoparasites principally exploit food (prey or pollen) stored by the host adults.

The percentage of tube-producing adults varied from 1.7% to 36.7% among the plots, changing nearly in parallel with that of tubes used (Table 1). The total number of hosts and natural enemies also changed with these percentages (Fig. 2). These variables yielded higher values in the plots younger than 70 years old (except for O51) than in older plots. *Auplopus*

Table 2. Species collected with trap nests. Numerals represent the numbers of tubes that produced adults.

Order	Family	Species ¹⁾	Food of brood	Plot code											Total	
				O1	O4	O12	O51	O54	O71	SA70	O128	O174	O178			
Hymenoptera	Sphecidaeae	<i>Isodontia harmandi</i> (Pérez)	katydids					33					13	2	48	
	Crabronidae	<i>Rhopalum kuwayamai</i> Tsuneki	psocids		1										1	
		<i>Rhopalum succineicollare</i> Tsuneki	psocids					2							2	
		<i>Trypoxylon malaisei</i> Gussakovkij	spiders				2								2	
		<i>Trypoxylon nipponicum</i> Tsuneki	spiders	1											1	
		<i>Trypoxylon varipes</i> Pérez	spiders				2		2						4	
	Pompilidae	<i>Auplopus carbonarius</i> (Scopoli)	spiders	3	6	11	1	6	3	9	11	10	3		63	
		<i>Auplopus pygialis</i> (Pérez)	spiders										2		2	
		<i>Dipogon bifasciatus</i> (Geoffroy)	spiders		1	1				1		1			4	
		<i>Dipogon conspersus</i> (Pérez).	spiders				1	3							4	
		<i>Dipogon iwatai</i> Ishikawa*	spiders			3		8		4	8				23	
		<i>Dipogon nagasei</i> Ishikawa*	spiders	1	1	3		1							6	
		<i>Dipogon nipponicus</i> (Yasumatsu)	spiders		1										1	
		<i>Dipogon romankovae</i> Lelej	spiders			1						1			2	
		<i>Dipogon sperconsus</i> Shimizu & Ishikawa	spiders		4	9	1	6		6		3	1		30	
		Vespidae	<i>Anterhynchium flavomarginatum</i> (Smith)	moth larvae	12											12
			<i>Discoelius zonalis</i> (Panzer)	moth larvae	21		1					1				23
	Chrysididae	<i>Chrysis fasciata</i> Olivier*	moth larvae	2											2	
	Colletidae	<i>Hylaeus transversalis</i> Cockerell	pollen/nectar	4	2										6	
	Megachilidae	<i>Coelioxys hiroba</i> Nagase*	pollen/nectar	2	2										4	
		<i>Megachile sculpturalis</i> Smith	pollen/nectar	2		1		1				4			8	
		<i>Megachile tsurugensis</i> Cockerell	pollen/nectar	2	2	1									5	
		<i>Osmia cornifrons</i> (Radoszkowski)	pollen/nectar		1										1	
		<i>Osmia taurus</i> Smith	pollen/nectar				5	8			8				21	
		Ichneumonidae	<i>Caenocryptus</i> sp. (<i>canaliculatus</i> ?)**	host immatures			13		3		5			4		25
	<i>Dihelus hylaeovor</i> us (Momi)**		host immatures			1									1	
	<i>Ephialtes hokkaidonis</i> Uchida**		host immatures			1									1	
	<i>Nematopodius oblongus</i> Momi**		host immatures					2							2	
	<i>Picardiella tarsalis</i> (Matsumura)**		host immatures		2	1		1		1					5	
	Leucospidae	<i>Leucospis japonica</i> Walker**	host immatures	1											1	
Diptera	Sarcophagidae	<i>Amobia distorta</i> (Allen)*	moth larvae	8						1				9		
		<i>Oebalia rossica</i> (Rohdendorf) or <i>cylindrica</i> (Falien)*	moth larvae									1		1		
Total				59	23	47	10	76	3	29	28	33	12	320		

1) Single aster (*) indicates kleptoparasites, and double aster (**) parasitoids.

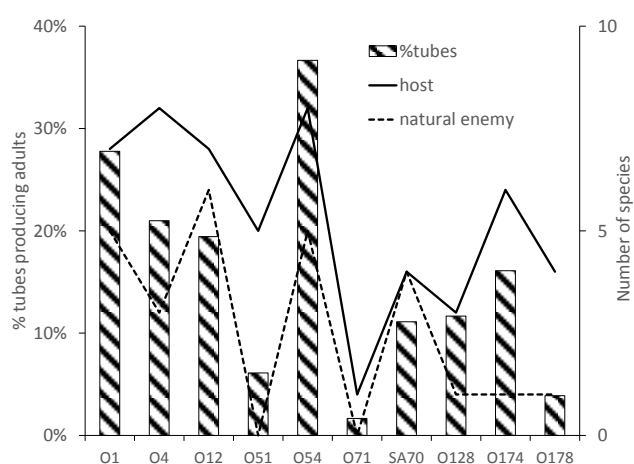


Fig. 2. Percentage of adult-producing tubes in the trap-nests (hatched columns) and the number of species of hosts (solid lines) and natural enemies (broken lines) in the ten plots of deciduous broad-leaved stands in temperate Japan.

carbonarius (Pompilidae) was the most frequent host species (19.7% of adult-producing tubes), followed by *Isodontia harmandi* (Sphecidae) (15%) and *Dipogon sperconsus* (Pompilidae) (9.4%) (Table 2). The two pompilids inhabited all or nearly all the plots irrespective of age, whereas *I. harmandi* was found only in the sites over 50 years old. Among the natural enemies, the parasitoid wasp *Caenocryptus* sp. (7.8%) and the kleptoparasite *Dipogon iwatai* (7.2%) were the most frequent, with both utilizing pompilids of the genera *Auplopus* or *Dipogon* as hosts (Table 3; Shimizu et al. 2012).

At the family level, Pompilidae showed prominence both in abundance and in species richness: 42% individuals and 28% species of all emerged adults were of this family. In particular, the genus *Dipogon* exhibited the highest species number (seven including two kleptoparasites) among all genera obtained in this monitoring. The dominance of Pompilidae was also demonstrated by its occurrence in the plots with a wide age range, as represented by *A. carbonarius*, which was the only species present in all the plots considered in this study. The ubiquity of *A. carbonarius* influenced the species assemblage

Table 3. Associations between natural enemies and hosts. Data of the frequency are pooled for all traps.
All species are hymenopterans, except for two dipteran kleptoparasites (*Amobia* and *Oebalia*).

Type of parasite	Natural enemy species [Family]	Host species [Family]	Frequency
kleptoparasite	<i>Dipogon iwatai</i> [Pompilidae]	<i>Auplopus carbonarius</i> [Pompilidae]	14
		<i>Dipogon sperconsus</i> [Pompilidae]	2
		<i>Dipogon romankovae</i> [Pompilidae]	1
		unknown	5
	<i>Dipogon nagasei</i> [Pompilidae]	<i>Dipogon sperconsus</i> [Pompilidae]	2
		unknown	4
	<i>Chrysis fasciata</i> [Chrysididae]	<i>Anterhynchium flavomarginatum</i> [Vespidae]	1
	<i>Coelioxys hiroba</i> [Megachilidae]	<i>Megachile tsurugensis</i> [Megachilidae]	2
		unknown	2
	<i>Amobia distorta</i> [Sarcophagidae]	<i>Anterhynchium flavomarginatum</i> [Vespidae]	4
		<i>Discoelius zonalis</i> [Vespidae]	3
		unknown	3
	<i>Oebalia rossica</i> or <i>cylindrica</i> [Sarcophagidae]	unknown	1
parasitoid	<i>Caenocryptus</i> sp. (<i>canaliculatus</i> ?) [Ichneumonidae]	<i>Auplopus carbonarius</i> [Pompilidae]	10
	<i>Dihelus hylaevorus</i> [Ichneumonidae]	<i>Auplopus carbonarius</i> [Pompilidae]	1
	<i>Ephialtes hokkaidonis</i> [Ichneumonidae]	<i>Megachile tsurugensis</i> [Megachilidae]	1
	<i>Nematopodius oblongus</i> [Ichneumonidae]	<i>Trypoxylon nipponicum</i> [Crabronidae]	1
		unknown	1
	<i>Picardiella tarsalis</i> [Ichneumonidae]	<i>Auplopus carbonarius</i> [Pompilidae]	5
	<i>Leucospis japonica</i> [Leucospidae]	unknown	1

of natural enemies: four out of 12 natural enemy species totally or partly depended on *A. carbonarius*, which, in turn, was the most frequently used host species by natural enemies (Table 3).

Megachilidae and Crabronidae followed Pompilidae in terms of species richness (five species each), although their abundance was much lower compared with that of Pompilidae. In addition, hunting wasps other than Pompilidae and bees were absent in the plots over 70 years old, except for *Isodontia harmandi* (Sphecidae), *Megachile sculpturalis*, and *Osmia taurus* (Megachilidae).

We point out two main findings in the results of trap-nests installed in secondary deciduous broad-leaved forests. First, the abundance and species richness of trap-nesting species were higher in younger stands than in older ones. This is closely related with high rates of usage of traps by these species. For trap-nesting bees and wasps, in general, younger stands are suitable places to collect pollen or nectar for bees and herbivorous insect prey for hunting wasps, as these sites are rich in herbaceous plants on forest floors (Matsumoto and Makino 2011). *Isodontia harmandi* was the only non-pompilid host that mainly existed in older plots. This result was observed possibly because the species constructs cells in nests using

mosses, which were more easily available in dark and humid forest floors in older plots than in younger ones. Second, Pompilidae was a dominant family in terms of both abundance and species richness, with its relative frequency increasing with aging of forests. In particular, *Auplopus carbonarius*, which was the most abundant from this family, was present in every plot. Matsumoto and Makino (2011) showed a similar result showing that the species trap-nested in a sunlight-rich cherry forest and in a darker, secondary broad-leaved forest. The genus *Dipogon*, as represented by *D. sperconsus*, also nested in both young and old plots. The reason for the predominance of Pompilidae in forests remains unclear at present. One possible reason is the relative abundance of their prey (spiders), which may be distributed more evenly along the forest age compared with food resources of other trap-nesting bees or wasps. A quantitative study should be conducted on the relationship between the abundance of food resources and frequency of trap-nesting hymenopterans.

Acknowledgments

We are grateful to R. Matsumoto, T. Nambu, A. Shimizu and M. Sueyoshi for their help in identifying insects emerged from

trap-nests. We also thank H. Goto, M. Hasegawa, T. Inoue, and I. Okochi for their help in installation and recovery of trap nests. M. Shibata and H. Tanaka permitted us to use data on stand characteristics. This work was partly funded by the Research Institute for Humanity and Nature and conducted as a part of its research project "Sustainability and Biodiversity Assessment on Forest Utilization Options," and by the grant "Development of ecofriendly management technology of water and agro-forested-aquaecosystem in watershed and estuary areas" from the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan.

References

- Hasegawa, M., Fukuyama, K., Makino, S., Okochi, I., Goto, H., Mizoguchi, T., Sakata, T. and Tanaka, H. (2006) Collembolan community dynamics during deciduous forests regeneration in Japan. *Pedobiologia*, 50, 117-126.
- Hasegawa, M., Okabe, K., Fukuyama, K., Makino, S., Okochi, I., Tanaka, H., Goto, H., Mizoguchi, T. and Sakata, T. (2013) Community structures of Mesostigmata, Prostigmata and Oribatida in broad-leaved regeneration forests and conifer plantations of various ages. *Experimental and Applied Acarology*, 59, 391-408.
- Hashimoto, Y. and Endo, T. (1994) A comparison of tube-renting wasp and bee richness (Hymenoptera) among the new town area, urban area and rural area of Sanda City: study on the evaluation of natural conditions in the local environment using the trap-nest technique. *Humans and Nature*, 4, 63-70 (In Japanese with English abstract.)
- Inoue, T. (2003) Chronosequential change in a butterfly community after clear-cutting of deciduous forests in a cool temperate region of central Japan. *Entomological Science*, 6, 151-163.
- Krombein, K. V. (1967) *Trap-Nesting Wasps and Bees: Life Histories, Nests, and Associates*. Smithsonian Press, Washington D. C., 570pp.
- Makino, S., Goto, T., Hasegawa, M., Okabe, K., Tanaka, H., Inoue, T. and Okochi, I. (2007) Degradation of longicorn beetle (Coleoptera, Cerambycidae, Disteniidae) fauna caused by con-version from broad-leaved to man-made conifer stands of *Cryptomeria japonica* (Taxodiaceae) in central Japan. *Ecological Research*, 22, 372-381.
- Masaki, T., Suzuki, W., Niiyama, K., Iida, S., Tanaka, H. and Nakashizuka, T. (1992) Community structure of a species rich temperate forest, Ogawa Forest Reserve, central Japan. *Vegetatio*, 98, 97-111.
- Maleque, MD. A., Maeto, K., Makino, S., Goto, H., Tanaka, H., Hasegawa, M. and Miyamoto, A. (2010) A chronosequence of understorey parasitic wasp assemblages in secondary broad-leaved forests in a Japanese 'satoyama' landscape. *Insect Conservation and Diversity*, 3, 143-151.
- Matsumoto, K. and Makino, S. (2011) Monitoring of tube-nesting bees and wasps with bamboo tube nest traps of different types in two types of forests in temperate Japan. *Entomological Science*, 14, 154-161.
- Mizoguchi, Y., Morisawa, T. and Ohtani, Y. (2002) Climate in Ogawa Forest Reserve. In Nakashizuka, T. and Matsumoto, Y. (eds.) *Diversity and Interaction in a Temperate Forest Community* (Ecological Studies 158), 11-18. Springer.
- Shimizu, A., Nishimoto, Y., Makino, S., Sayama, K., Okabe, K. and Endo, T. (2012) Brood parasitism in two species of the spider wasps (Hymenoptera: Pompilidae, *Dipogon*), with notes on a novel reproductive strategy. *Journal of Insect Behavior*, 25, 375-391.
- Sobek, S., Tscharrntke, T., Scherber, C., Schiele, S. and Steffan-Dewenter, I. (2009) Canopy vs. understory: Does tree diversity affect bee and wasp communities and their natural enemies across forest strata? *Forest Ecology and Management*, 258, 609-615.
- Steffan-Dewenter, I. (2002) Landscape context affects trap-nesting bees, wasps, and their natural enemies. *Ecological Entomology*, 27, 631-637.
- Sueyoshi, M., Maeto, K., Makihara, H., Makino, S. and Iwai, T. (2003) Changes in dipteran assemblages with secondary succession of temperate deciduous forests following clear-cutting (in Japanese with English abstract). *Bull FFPRI*, 2, 171-192.
- Suka, T., Endo, T., Sakata, H. and Hashimoto, Y. (2001) A trap-nest technique for monitoring habitats of tube-nesting wasps and bees in an ecological impact assessment. *Bulletin of Nagano Nature Conservation Research Institute*, 4 (Suppl 4), 23-33. (In Japanese with English abstract.)
- Taki, H., Viana, B. F., Kevan, P. G., Silva, F. O. and Buck, M. (2008) Does forest loss affect the communities of trap-nesting wasps (Hymenoptera: Aculeata) in forests? Landscape vs. local habitat conditions. *Journal of Insect Conservation*, 12, 15-21.
- Taki, H., Yamaura, Y., Okochi, I., Inoue, T., Okabe, K. and Makino, S. (2010) Effects of reforestation age on moth assemblages in plantations and naturally regenerated forests. *Insect Conservation and Diversity*, 3, 257-265.
- Taki, H., Okochi, I., Okabe, K., Inoue, T., Goto, H., Matsumura, T. and Makino, S. (2013) Succession influences wild bees in a temperate forest landscape: The value of early successional stages in naturally regenerated and planted forests. *PLOS ONE*, 8(2), e56678. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056678>
- Tscharrntke, T., Gathmann, A., Steffan-Dewenter, I. (1998) Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. *Journal of Applied Ecology*, 35, 708-719.

関東北部の落葉広葉樹二次林に設置した営巣トラップによって 得られたハチ類とその天敵

牧野 俊一^{1)*}、岡部 貴美子¹⁾

要旨

営巣トラップは、筒状の隙間に営巣する借孔性ハナバチ類やカリバチ類のモニタリングに有効な手法である。伐採から1～100年以上が経過した、林齢の異なる10地点の落葉広葉樹二次林に竹筒およびヨシ筒製の管住性ハチ類用営巣トラップを設置したところ、20種の寄主および12種の天敵、合計32種(ハチ目8科ならびにハエ目1科)が得られた。寄主および天敵のほとんどの科では、林齢70年を超える林分にくらべて、より若い林分で種数と個体数が多かった。これに対して、クモバチ科は若齢でも老齢でも見られ、その結果、林分が老齢になるほど全種に対するクモバチ科の個体数の割合が増加した。

キーワード：借孔性ハチ類、竹筒トラップ、モニタリング、生物多様性、捕食者、送粉者

原稿受付：平成30年11月12日 原稿受理：平成30年12月10日

1) 森林総合研究所 生物多様性研究拠点

* 森林総合研究所 生物多様性研究拠点 〒305-8687 茨城県つくば市松の里1

森林総合研究所研究報告の基本方針

1. 審 査

投稿された論文（論文、短報、ノート、総説、研究資料）は、すべて審査を受けてその採否が決定される。論文の審査方針を次のように定める。

1. 審査の目的

投稿された論文（論文、短報、ノート、総説、研究資料）が、審査の基準に照らして掲載可能か否かを判断することが審査の目的である。

2. 審査の基準

- (1) 新規性：論文の内容が、公知、既発表、または既知のことから容易に導き得るものでないこと。
 - (2) 有用性：論文の内容が、学術的に、または実用上なんらかの意味で価値があること。
 - (3) 信頼性：論旨が通っており、結論等を信頼するに十分な根拠が示されていること。
- さらに、論文はその内容が読者に十分理解できるように簡潔かつ明瞭に記述され、その内容に誤りないことが必要で投稿規程及び執筆要領に規定されたとおりに論文が構成され、記述されていなければならない。

3. 査読者

投稿された論文の査読者2名（ノート及び研究資料の場合1人）は、担当編集委員が選定し、森林総合研究所研究報告編集委員会（以下、「委員会」という）において決定する。査読者の氏名は公表しない。著者との連絡はすべて委員会が行い、査読者は著者と直接連絡しないこととする。

4. 査読の結果

論文は、上記の各項の基準に照らして総合的に審査され、次のいずれかに判定される。

- (1) このまま掲載可。
- (2) 指摘の点を検討・修正の上、編集委員の了承をもって掲載可。
- (3) 指摘の点を検討・修正の上、再審査の必要あり。
- (4) 却下した方がよい（掲載するほどの内容を含まない場合及び掲載すべきでない場合）。
- (5) その他。

(1) から (4) のいずれかに判定し難い時は、(5) と判定されるが、その場合は担当編集者によって、その理由が具体的に示される。

(2)、(3) と判定された論文の場合は、掲載条件が具体的に示されるので、指摘に沿って原稿を修正する。(2) の判定の場合は、重要な内容の訂正を掲載条件としないことを原則とする。2人の査読者がともに (1) または (2) と判定すれば、査読は終了し、掲載可とする。2人の査読者がともに (4) と判定した場合は、却下とする。

1人が (4) と判定し、担当編集者が必要と認めた場合は別の査読者によってさらに査読を行い、その査読者も (4) と判定すれば却下となります。その査読者が掲載可と判定すれば査読は終了し、掲載可となります。(5) については、その理由により委員会の討議を経て、編集委員長が著者及び査読者と協議して対応します。

(2018年8月21日)

2. 投 稿

1. 投稿資格

投稿者は原則として国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、森林総合研究所林木育種センター、森林総合研究所森林バイオ研究センター（以下「森林総合研究所等」という。）の在職職員とする。その他、元職員、依頼研究員及び共同研究者等が、森林総合研究所等あるいは森林総合研究所等と関係のある場所において研究した成果を含む内容も投稿できる。

2. 原稿の種類

原稿の種類は論文、総説、短報、ノート、及び研究資料とする。論文は、原著論文として他の出版物に投稿または掲載されていないものに限る。総説は特定の課題に関する研究を広くかつ普遍的に総括・説明したものとする。短報は、速報性の高いものを刷り上がり4頁以内にまとめる。ノートは、価値のある新事実または結論を含むものを刷り上がり2頁以内にまとめる。研究資料は観測データ、調査資料等とする。

3. 原稿の提出

投稿者は、別に定める執筆要領に基づき作成した原稿を「研究報告原稿提出書」とともに広報普及科編集刊行係に提出する。なお、共著原稿の提出にあたっては、共著者全員の同意を得ることとする。提出する原稿は電子ファイルとする。

原稿の提出先 〒305-8687 つくば市松の里1
国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所 広報普及科
編集刊行係
Tel：029-829-8373 Fax：029-873-0844
E-mail：kanko@ffpri.affrc.go.jp

4. 原稿の修正

修正原稿が2ヶ月以内に、短報及びノートでは3週間以内に再提出されない場合には受付を取り消す。なお、特別な理由により期限内に提出できない場合は、期間延長を編集委員長に文書で申し入れする。

5. 原稿の却下

再審査を終えても受理されない論文等については委員会により却下されることがある。

6. 使用言語

使用言語は日本語または英語とする。

7. 著作権

報告の著作権は国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所に帰属する。掲載論文の全体または一部を他の著作物に利用する場合、事前に編集刊行係に申し出て、編集委員長の許可を得るものとする。

(2018年8月21日)

3. 執筆要領

1. 原稿の書式

原稿は Word ®形式の電子ファイルとし、次の書式に従う。

- 1) 和文原稿は、A4 判白紙に、天地左右各 30mm 程度の余白を残し、原則として 10.5 ポイントの文字を使用し、40 字詰め 20 行で横書きで印字する。語や句を区切る際には、「、」「。」を使用。
- 2) 英文原稿は、A4 判白紙に、天地左右各 30mm 程度の余白を残し、原則として 10.5 ポイントの文字を使用し、25 行で印字する。

2. 原稿の構成

原稿の構成は次の順による。

- 1) 和文原稿
 - (1) 表紙<原稿の種類・表題・著者名・所属・英文表題・英文著者名・英名所属・和文ランニングタイトル(全角 25 文字以内)>
 - (2) 英文要旨 (Abstract)、英語キーワード
 - (3) 和文要旨、日本語キーワード
 - (4) 本文
 - (5) 引用文献
 - (6) 図・表・写真の表題と説明・注釈 (和文、英文または和英併記)
 - (7) 補足電子資料 (Supplementary data) の表題と説明・注釈
 - (8) 図・表・写真 (別添)
 - 2) 英文原稿
 - (1) 表紙<原稿の種類・表題・著者名・所属・和文表題・和文著者名・和名所属・英文ランニングタイトル(空白含め半角 50 文字以内)>
 - (2) 英文要旨 (Abstract)、英語キーワード
 - (3) 和文要旨、日本語キーワード
 - (4) 本文
 - (5) 引用文献
 - (6) 図・表・写真の表題と説明・注釈
 - (7) 補足電子資料 (Supplementary data) の表題と説明・注釈
 - (8) 図・表・写真 (別添)
- ただし、ノートは表題・著者名・所属、キーワード、本文 (目的、方法、結果などの項目は付けない)、引用文献、図表の表題と説明・注釈、補足電子資料の表題と説明・注釈の順に記述する。原則として、図、表、引用文献は必要最少限とする。

3. 表題

英文表題 (サブタイトルを含む) の記載は、先頭の単語の頭文字を大文字とし、その他の単語は小文字とする。

4. 著者名

英文の場合、著者名の記載は執筆者が通常使用しているローマ字で、名 (頭文字を大文字、以後は小文字)、姓 (大文字) を記載する (例: Taro SHINRIN)。共著者のあるときは、” ” で区切り、最後の共著者の前に and を入れる。

5. 所属と連絡先

著者の所属は、論文が受付された時点の所属とする。退職者については退職時の所属 (和文にのみ元をつける) とする。なお、著者の所属をその対応が容易にわかるように著者の右肩に 1)、2) の番号を付し、脚注に森林総合研究所、研究領域・支所・試験地名等を記載する。また、著者のうち 1 名を連絡先 (corresponding author) とし右肩に所属の番号等についで * (アスタリスク) を付し、脚注に連絡先 (現在の所属、住所、E-mail アドレス (推奨)) を入れる。所属が無い場合は、個人の連絡先 (住所または E-mail アドレス等) とする。

6. 要 旨

要旨は、論文の目的、方法、結果などを和文では 600 字 (短報は 300 字)、英文では 300 語 (短報は 150 語) 以内で簡潔に記述する。その際、原則として改行は避け、できるだけ略語、慣用語を用いない。また、原則として表、図、式などを本文中の番号で引用しない。(削除)

ノートについては、要旨は不要とする。

7. キーワード

原稿の内容を的確に表すキーワード (論文、短報、総説及び研究資料は 7 語以内、ノートは 5 語以内) を記載する。キーワードの選定は検索に用いられることを考慮し (調査年等は不適)、英語と日本語を対応させ、記載の順序を揃える。英語は、固有名詞の最初の文字を除き、すべて小文字で書く。

8. 本文／見出し

本文の区分けの表題は中央に 1 行取りで書く。

表題をさらに細分化する場合は、左詰めにしてゴシック指定にする。

見出しで必要な場合は、ポイントシステムを採用してもよい。

英文の見出しは、英文表題の記載と同様に最初の単語の頭文字を大文字表記とする。

9. 英文字記号および英数字

本文中、引用文献中ともに、括弧、カンマ (,)、ア

ポストロフィ (')、ピリオド (.)、セミコロン (;) 等の英文記号を使う場合には、すべて半角で記述する。ローマ数字も半角アルファベットの組み合わせとして記述する。括弧の前後や記号の後には原則として半角スペースを入れる。

具体的には下記の例を参照 (_ は半角スペースを表す)。

- ・・・であると考えられる _ (堀・河合 _ 1965a, b, _ Dropkin et al. 1979)。
- ・・・堀ら _ (1965) _ の報告がある。
- ・・・ウスバシロチョウ _ (別名ウスバアゲハ) _ は、・・・

引用文献

Ahmad, Q. A. (1952) Fungi of East Bengal. _ Pakist. _ J. For., 2, 91-115.

10. 引用文献

1) 本文中の引用文献の記載は下記の例に従う。

(_ は半角スペースを表す)

本文末につける場合

(Ahmad_1952) (堀_1965) (Ahmad_1952, _堀_1965)

文中での説明の場合

Ahmad_(1952)_は～ 近年、堀_(1965)_は～

著者が複数の場合等

- ・連名の場合：(Ahmad_and_Baker_1952) (堀・川合_1965a, b) 中点は全角
- ・著者が3名以上の場合：第1著者名の後に「et al.」または「ら」を付す。
(Dropkin_et_al._1979) (Dropkin ら_1979)
- ・複数の文献の場合：年代順に記載し、同年の文献については、著者名のアルファベット順に記載し、単名を先行とする。また、同名の著者は年代順にまとめて記載する。同名で同年の文献については、年の後に a, b をつけて記載する。
(田中_1984, _1989, _石塚_1988, _1990a, b)

削除

- ・訳本の場合：原著者名（訳本の表記に従い、原著者のファミリーネーム）と原著発行年を引用する。(ブレーヌ_1989)

2) 引用文献リストは著者名のアルファベット順に記載し、単名を先行とする。同名の著者は年代順に記載する。詳細は下記の例に従う。(_ は半角スペースを表す)

①雑誌を引用する場合

例 Ahmad, Q. A. (1952) Fungi of East Bengal. _ Pakist. J. For., 2, 91-115.
Baker, C. F. (1914a) A review of some Philippine plant diseases. Philip. Agr. & For., 3, 157-164.
Baker, C. F. (1914b) First supplement to the list of the lower fungi of the Philippine Islands. _

Leaf. Philip. Bot., 7 (Art113), 2417-2542.

Dropkin, V. H. and Foudin, A. S. (1979) Report of the occurrence of *Bursaphelenchus lignicolus* induced pine wilt disease in Missouri. Plant Dis. Rep., 63, 904-905.

Reunanen, M., Ekman, R. and Heinonen, M. (1989) Analysis of Finnish pine tar from the wreck of Frigate St. Nikolai. Holzforschung, 43, 33-39.

- ・誌名の略記法は慣例にならう。
- ・氏名が和文体の場合は、姓と名の間に全角スペースを入れる。(■は全角スペースを、_ は半角スペースを表す)

例 森■章_(2001)_イチイガシの種子生産における同化産物投資 _ 日林誌, 83, 93-100.

堀■高夫_(1965)_路網計画のための図上地形判定について _ 日林誌, 47, 168-170.

上野■洋二郎_(2000)_森林計画における森林諸機能の最適配分 _ 日林誌, 82, 360-363.

田島■正啓・宮島■寛・宮崎■安貞_(1977)_ヒノキパーオキシターゼ・アイソザイムの遺伝子分析 _ 日林誌, 59, 173-177.

- ・巻の定めがなく、号のみが定められた雑誌の場合、以下のように表記する。

例 岡田■恵子_(2013)_国民の意識の変化の的確な把握に向けて：内閣府の世論調査から _ 社会と調査, 10, 87-96.

猪内■正雄_(2001)_森林作業の機械化が森林環境にどんな影響を及ぼすのか _ 森林科学, 32, 25-33.

②書籍を引用する場合

例 (本一冊を引用する場合)

三浦■伊一郎・西田■屹二_(1948)_木材化学 _ 丸善, 690pp.

(複数の著者によって書かれた編集本の特定部分を引用する場合)

沼田■真_(1967)_植物的環境の解析と評価 _ 森下■正明・吉良■竜夫編 _ “自然：生態学的研究” _ 中央公論社, 163-187.

(叢書の特定部分を引用する場合)

川合■眞一・田中■早苗_(1963)_“実用化学講座 17 卷有機化合物の反応 (下)”, 第2版 _ 日本化学会編, 丸善, 210-212.

(欧文の単行書のタイトルはイタリックとする)

Ishii, M. (1996b) Decline and conservation of butterflies in Japan. In Ae, S. A., Hirowatari, T., Ishii, M. and Brower, L. P. (eds.) “Decline and Conservation of Butterflies in Japan III”. The Lepidopterological Society of Japan, Osaka, 157-167.

(訳本を引用する場合は、原著者名 (訳本の表記に従い, 姓・名の順) や原著発行年等を引用する)

ブレーヌ■ジャン_(1989)_ (永塚鎮男訳, 2011)_ 人

は土をどうとらえてきたか：_ 土壌学の歴史とペドロジスト群像，_ 農山漁村文化協会，_415pp.

- ③ Web ページの引用は、適当な文献資料が利用できないか、または電子テキスト利用の利便性が特に高い場合に限る。引用する場合には、文献の発行年にあたる部分は、当該 Web ページの公表年（更新年）とするが、公表年が無い場合は筆者が当該ページを確認した年次とし、URL と参照日を記載する。ただし、官公庁等の冊子体資料がそのまま PDF ファイル等の形態で公表されている場合には、冊子体の発行年、発行所、ページ数等を引用し、URL のみを併記する。一連の資料・文書が別ファイル化されている場合には、トップページのみ典拠すればよい。

例 環境省 (2004) “ 農林水産省と環境省の連携による田んぼの生きもの調査 ”，
<http://www.env.go.jp/nature/satoyama/tanbo.html>, (参照 2008-01-24).
Finger Lakes Resource Conservation & Development Council (2007) “Forest land best management practices in the Finger Lakes Region of New York State”,
<http://www.dnr.cornell.edu/ext/bmp/index.html>,
(accessed 2007-11-30).
環境省 (2002) “ 平成 13 年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書 ”，環境省，122 pp，
<http://www.env.go.jp/earth/report/h14-03/index.html>.

- 3) 私信扱いの情報は、下記の例に従い、本文中に記載する。(_ は半角スペースを表す)
なお、所属については、省略することができる。
(氏名 _ 所属 _ 私信)
(Name _ Affiliation _ pers _ comm.)

11. 英文校閲

英文原稿及び和文原稿の英文摘要は原稿提出前に必ず英文校閲を受ける。

12. 図・表・写真

- 1) 図・写真はなるべく高解像度の Jpeg、表は Excel ®形式とする。表については、表題は表の上部に、説明・注釈は表の下部に記載し、図・写真については、表題及び説明・注釈は本文末にまとめて記載する（印刷では図・写真の下部に記載される）。和文原稿の場合は、表題、説明・注釈及び図表は和文、英文または和英併記とする。また、本文中では「Fig.」「Table」「Photo」を使用。

- 2) 印刷時の図・写真の大きさは、段組幅 (82 mm) か頁幅 (170 mm) のどちらかを明示する。なお、図・表・写真の挿入箇所を本文に朱書きで明示する。

- 3) 原則として、表には縦の罫線を用いない。

13. 補足電子資料 (Supplementary data)

紙面の都合上掲載できない図表は、補足電子資料として引用文献の後に付記することができ、本文中にも引用できる。印刷版には引用文献の後に図表の表題と公開 URL を、電子版には全てを公開する（例；Fig._S1 , Table _S1）。

補足電子資料の掲載は、論文、短報、ノート、総説、研究資料の全てが対象となる。

14. 付録 (Appendix)

本文の内容に補足して掲載したい図表を、付録として誌面の引用文献の後に掲載することができ、本文中にも引用できる（例；Appendix_Fig.1 , Appendix_Table_1）

また付録の掲載対象は、論文、総説、研究資料とする。

(2018 年 8 月 21 日)

担当者 御中
To the person concerned

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所
Forestry and Forest Products Research Institute

森林総合研究所研究報告を送付させていただきますのでお受け取り下さい。
貴刊行物と交換願えれば幸いです。なお、貴研究所の名称、住所などを変更
された場合は、下記まで連絡を御願い致します。

Please, find an enclosed Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute.
We greatly appreciate receiving any relevant publications in exchange.
Let us know when the name of your institution and mailing address are changed.

Officer in charge at publication section
Forestry and Forest Products Research Institute
1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 Japan
Tel : + 81-29-829-8373 Fax : + 81-29-873-0844
e-mail : kanko@ffpri.affrc.go.jp

2019年 3 月 発行 森林総合研究所研究報告 第18巻1号（通巻449号）

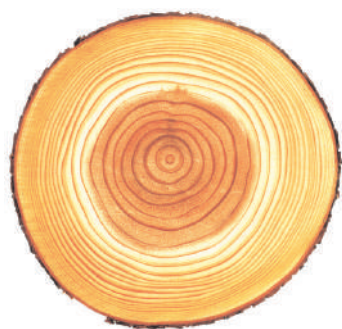
編 集 人 森林総合研究所研究報告編集委員会

発 行 人 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地
電話：029-829-8373 Fax：029-873-0844

製 版・印 刷 朝日印刷株式会社 つくば支社
〒305-0046 茨城県つくば市東2-11-15
電話：029-851-1188 Fax：029-856-5009

©2019 Forestry and Forest Products Research Institute

本誌から転載・複写する場合は、森林総合研究所の許可を得てください。



森林総合研究所研究報告

Vol.18 No.1 (No.449)

page1

木材およびセルロースの圧電現象

:鈴木 養樹

Piezoelectric phenomena of Wood and Cellulose Materials and Utilization
by Youki SUZUKI

page15

スギ内装材を施工した実験室での揮発性有機化合物濃度の経時変化

:松原 恵理

Temporal changes in volatile compounds in the indoor air of a laboratory finished
with Sugi (*Cryptomeria japonica*) interior materials
by Eri MATSUBARA

page27

十勝岳の安政噴火による泥流上に発達した林分の長期動態

:石橋 聡、鷹尾 元、高橋 正義

Long-term dynamics of a forest stand on volcanic mudflows originating
from the eruption of Mt. Tokachi in 1857
by Satoshi ISHIBASHI, Gen TAKAO and Masayoshi TAKAHASHI

page33

テリハボクの花粉の簡易な貯蔵方法 (英文)

:古本 良、加藤 智子

A simple way to store *Calophyllum inophyllum* L. pollen
by Ryo FURUMOTO and Tomoko KATO

page35

森林総合研究所十日町試験地の気象100年報(1918年～2017年)

:竹内 由香里、勝島 隆史、庭野 昭二、村上 茂樹、山野井 克己、遠藤 八十一、小南 裕志

Meteorological statistics during the past 100 years from 1918 to 2017
at Tohkamachi Experimental Station, Forestry and Forest Products Research Institute, Japan
by Yukari TAKEUCHI, Takafumi KATSUSHIMA, Shoji NIWANO, Shigeki MURAKAMI
Katsumi YAMANOI, Yasoichi ENDO and Yuji KOMINAMI

page101

ハケ岳の山梨県有林に設置したヤツガタケトウヒ試験区における

シカ被害を受けた林相の12年間の変化

:勝木 俊雄、長池 卓男、西川 浩己、田中 智、岩本 宏二郎

Changes in the state of the forest between 12 years damaged by *Cervus nippon*
at an experiment plot for *Picea koyamae* established in the Yamanashi prefectural forest.
by Toshio KATSUKI, Takuo NAGAIKE, Hiroki NISHIKAWA, Satoshi TANAKA and Kojiro IWAMOTO

page111

竜ノ口山森林理水試験地観測報告(2006年1月～2010年12月)

:細田 育広、小南 裕志、深山 貴文、岡野 通明、後藤 義明

Hydrological observation reports in the Tatsunokuchi-yama Experimental Watershed
(January 2006–December 2010)
by Ikuhiro HOSODA, Yuji KOMINAMI, Takafumi MIYAMA, Michiaki OKANO and Yoshiaki GOTO

page129

四万十川上流の森林流域における2000～2015年の降水と渓流水の水質モニタリング

:酒井 寿夫、山田 毅、鳥居 厚志、篠宮 佳樹、稲垣 善之、吉永 秀一郎、野口 享太郎、森下 智陽

Monitoring of rainwater and streamwater chemistry from 2000 to 2015
in forested catchments in the upper reaches of the Shimanto River, Shikoku Island, Japan
by Hisao SAKAI, Tsuyoshi YAMADA, Atsushi TORII, Yoshiki SHINOMIYA, Yoshiyuki INAGAKI
Shuichiro YOSHINAGA, Kyotaro NOGUCHI and Tomoaki MORISHITA

page189

関東北部の落葉広葉樹二次林に設置した営巣トラップによって得られたハチ類とその天敵 (英文)

:牧野 俊一、岡部 貴美子

Trap-nesting bees and wasps and their natural enemies in regenerated broad-leaved forests in central Japan
by Shun'ichi MAKINO and Kimiko OKABE