PRINT ISSN 0916-4405
ONLINE ISSN 2189-9363

森林総合研究所研究報告

Vol.19 No.2 (No.454)

BULLETIN

of the
Forestry and
Forest Products
Research Institute







August 2020

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

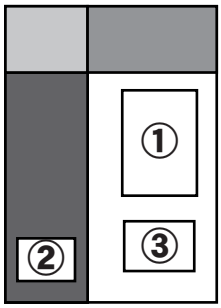
The Chief Editor
山中 高史　Takashi YAMANAKA (Principal Research Director, FFPRI)

The Vice-Chief Editor
松本 麻子　Asako MATSUMOTO (Public Relations Division, FFPRI)

Editor
阿部 真　Shin ABE (Department of Forest Vegetation, FFPRI)
阿部 俊夫　Toshio ABE (Tohoku Research Center, FFPRI)
平尾 知士　Tomonori HIRAO (Forest Tree Breeding Center, FFPRI)
菱山 正二郎　Shojiro HISHIYAMA (Department of Forest Resource Chemistry, FFPRI)
伊藤 優子　Yuko ITOH (Department of Forest Soils, FFPRI)
小松 雅史　Masabumi KOMATSU (Department of Mushroom Science and Forest Microbiology, FFPRI)
深山 貴文　Takafumi MIYAMA (Department of Disaster Prevention, Meteorology and Hydrology, FFPRI)
西園 朋広　Tomohiro NISHIZONO (Department of Forest Management)
岡 裕泰　Hiroyasu OKA (Forestry Division, Japan International Research Center for Agricultural Sciences)
奥田 史郎　Shiro OKUDA (Department of Plant Ecology, FFPRI)
鈴木 秀典　Hidenori SUZUKI (Department of Forest Engineering, FFPRI)
滝 久智　Hisatomo TAKI (Department of Forest Entomology, FFPRI)
東條 一史　Hitoshi TOJO (Department of Wildlife Biology, FFPRI)
上野 真義　Saneyoshi UENO (Department of Forest Molecular Genetics and Biotechnology, FFPRI)
宇京 斉一郎　Seiichiro UKYO (Department of Wood Engineering, FFPRI)
山田 利博　Toshihiro YAMADA (Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo)

This journal is indexed in CAB Abstracts.

表紙写真　**Photographs in Cover**



①東京大学北海道演習林のケヤマハンノキ
Alnus hirsuta in the University of Tokyo Hokkaido Forest

②ドングリを運ぶアカネズミ（岩手県盛岡市）
A large Japanese wood mouse (*Apodemus speciosus*) carrying an acorn at Morioka, Iwate Prefecture.

③（本文137～151ページ）
ダイバーシティを高めた状態での共同作業がもたらす意識変容傾向とその過程
Trends and processes of consciousness change brought about by collaborative exercise with increased diversity
- A Survey in a Joint Exercise between the University of Tokyo and Joshibi University of Art and Design in University Forest of the University of Tokyo, Village of Yamanakako -

森林総合研究所研究報告　第 19 巻 2 号（通巻 454 号）2020. 8

目　次

論　文

木材のチップ化エネルギーおよびコストに及ぼす原料寸法および樹種の影響
藤本 清彦、佐々木 達也、伊神 裕司、吉田 貴紘、高野 勉 ……115

屋外用途における木材の保存処理と塗装との相乗効果の検証
大村 和香子、石川 敦子、伊藤 優子、原田 寿郎、大木 博成、
安井 清一、山口 秋生、森田 珠生、須貝 与志明、茂山 知巳、
赤堀 裕一、手塚 大介、五十嵐 盟、関澤 外喜夫 ……121

ダイバーシティを高めた状態での共同作業がもたらす意識変容傾向とその過程
－山中湖村演習林を対象とした東京大学と女子美術大学の合同演習における
調査－
高山 範理、藤原 章雄、横山 勝樹、齋藤 暖生、下田 倫子、
後藤 晋 ……137

短　報

γ 線で誘発したマツタケ突然変異体の菌床栽培での形態変化（英文）
村田 仁、山中 高史、下川 知子、太田 明 ……153

研究資料

宝川森林理水試験地観測報告　－本流・初沢試験流域－
（1991 年 1 月～ 2000 年 12 月）
久保田 多余子、野口 正二、清水 貴範、細田 育広、村上 茂樹、
壁谷 直記、清水 晃、阿部 俊夫、坪山 良夫、玉井 幸治 ……159

広葉樹で補強した柱-貫接合部のモーメント抵抗性能
－降伏以降の特性値算出法の提案及び、貫材の横圧縮性能と接合部性能との
関係の把握－
末定 拓時、宮本 康太、渋沢 龍也、稲山 正弘、青木 謙治 ……185

定山渓森林理水試験地観測報告（2013 年 1 月～ 2017 年 12 月）
延廣 竜彦、山野井 克己、溝口 康子、阿部 俊夫 ……195

Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute

Vol.19 No.2 (No.454) August 2020

CONTENTS

Original article

Effects of dimension and species of wood materials on the energy consumption and cost during comminution by a disc chipper

Kiyohiko FUJIMOTO, Tatsuya SASAKI, Yuji IKAMI, Takahiro YOSHIDA and Tsutomu TAKANO ……115

Verification on Synergy Effect between Wood Preservation and Coating in Outdoor Use

Wakako OHMURA, Atsuko ISHIKAWA, Yuko ITOH, Toshiro HARADA, Hironari OKI, Seiichi YASUI, Akio YAMAGUCHI, Tamao MORITA, Yoshiaki SUGAI, Tomoaki SHIGEYAMA, Yuichi AKAHORI, Daisuke TEDUKA, Chikai IGARASHI and Tokio SEKIZAWA ……121

Trends and processes of consciousness change brought about by collaborative exercise with increased diversity
− A Survey in a Joint Exercise between the University of Tokyo and Joshibi University of Art and Design in University Forest of the University of Tokyo, Village of Yamanakako −

Norimasa TAKAYAMA, Akio FUJIWARA, Katsuki YOKOYAMA, Haruo SAITO, Tomoko SHIMODA and Susumu GOTO ……137

Short communication

Morphological changes in a γ-ray irradiation-induced mutant of the ectomycorrhizal agaricomycete *Tricholoma matsutake* during in vitro spawning on barley-based substrates

Hitoshi MURATA, Takashi YAMANAKA, Tomoko SHIMOKAWA and Akira OHTA ……153

Research record

Statistical report of hydrological data from TAKARAGAWA experimental watershed.
− HONRYU and SHOZAWA watershed (January, 1991 to December, 2000) −

Tayoko KUBOTA, Shoji NOGUCHI, Takanori SHIMIZU, Ikuhiro HOSODA, Shigeki MURAKAMI, Naoki KABEYA, Akira SHIMIZU, Toshio ABE, Yoshio TSUBOYAMA and Koji TAMAI ……159

Characteristic values of rotational moment resistance performance of a nuki-column joint reinforced with hardwood
− Proposal of post-yield evaluation method and grasping relationships between the joint performance and the compression perpendicular to the grain performance of the materials −
Hiroto SUESADA, Kohta MIYAMOTO, Tatsuya SHIBUSAWA, Masahiro INAYAMA and Kenji AOKI ……185

Report of hydrological observations at Jozankei Experimental Watershed (January 2013 through December 2017)
Tatsuhiko NOBUHIRO, Katsumi YAMANOI, Yasuko MIZOGUCHI and Toshio ABE ……195

論　文（Original article）

木材のチップ化エネルギーおよびコストに及ぼす原料寸法および樹種の影響

藤本 清彦[1)*]、佐々木 達也[2)]、伊神 裕司[1)]、吉田 貴紘[1)]、高野 勉[3)]

要旨

本研究は、木材チップ製造に係るエネルギーおよびコストに及ぼす樹種および原料寸法の影響を明らかにすることを目的とした。幅および厚さの異なるヒノキ、カラマツ、クヌギの板材を原料として、ディスクチッパーでチップ化したときの消費電力を測定し、チップ化に要するエネルギーを求めた。また、チップ化の生産性を明らかにし、チップ化に係るコストを算出した。その結果、消費電力は 6.5 ～ 46.9 kW であり、原料寸法が大きくなるにつれて、また、原料密度が大きくなるにつれて増大していた。一方、全乾質量あたりの消費エネルギーは 45.3 ～ 96.4 MJ/t であり、原料寸法が大きいほど、また、原料の密度が大きいほど減少する傾向があった。また、チップ化コストは 632 ～ 7,611 円/t であり、原料の寸法および密度が大きくいほど減少した。経費のうち電気料金の占める割合が大きかったが、全乾質量あたりのコストでは生産性の影響が強く反映され、生産性の高い条件においてコストが低くなった。これらのことは、質量の大きな原料を投入し、生産性を高めることで、消費エネルギーおよびコストを抑えたチップ化ができることを示している。

キーワード：ディスクチッパー、チップ加工、消費電力、消費エネルギー、チップ化コスト

1. はじめに

わが国では化石燃料の消費量削減政策の一環として、木質バイオマスのエネルギー利用が進められている。林野庁（2018）の実施した木質バイオマスエネルギー利用動向調査によれば、2017 年に日本において木質バイオマスエネルギーを利用している事業所は総数で 1,398 か所であり、その利用量は 1 千万 t に及ぶ。

木質バイオマスをエネルギーとして利用する場合、木質バイオマスが燃料に加工されるまでに投入されたエネルギーと木質バイオマスから得られるエネルギーの収支の検討を忘れてはならない。また、一般的に木質バイオマスをエネルギーとするときは採算性が低い場合が多く、コストに関する検討も欠かせない。そのため、木質バイオマスからエネルギー源となるチップなどを生産するための原料化工程、つまり樹木の伐採、運搬、チップ化などの各工程における消費エネルギーやコストについて、これまでにもいくつかの報告がされてきた。吹野ら（2008）は、聞き取り調査から建築廃材の輸送および破砕に係るコストを試算し、中間処理工場の規模別に示した。Yoshioka et al.（2002）は森林内の木質バイオマスの伐採および運搬に係るコストやエネルギーを明らかにした。森口ら（2004）は、林地残材を利用する場合の運搬およびチップ化コストを明らかにした。

チッパーは一般に切削式のディスクチッパー、クラッシャーやシュレッダーと呼ばれるせん断式破砕機、高速で回転するハンマーで破砕する衝撃式破砕機に大別される。中でも、ディスクチッパーは、大きさの揃ったチップが得られ、また、生産性が高いため、無垢の木材のチップ化にはよく用いられている。ディスクチッパーは、刃物を取り付けたディスクを高速回転させ、そこに木材を送りこみ、長さ方向に順次切削しながらチップを製造する。そのため、原料となる木材の幅や長さ、樹種などがチップ化に要するエネルギーやコストに影響を及ぼすと考えられるが、検討された例はない。しかし、原料の寸法や樹種の影響を明らかにすることは、省エネルギーかつ低コストのチップ化条件を明らかにすることにつながる。

そこで、本研究では、異なる寸法のヒノキ、カラマツ、クヌギをディスクチッパーによってチップ化した時の消費電力を測定し、消費エネルギー、生産性、チップ化コストを算出した。

2. 実験

2.1 試験体

チップ化原料としてヒノキ（*Chamaecyparis obtusa*）、カラマツ（*Larix kaempferi*）、クヌギ（*Quercus acutissima*）の生材を用いた。各樹種について、厚さ 15、30、60 mm、

原稿受付：令和元年 12 月 12 日　原稿受理：令和 2 年 2 月 20 日
1) 森林総合研究所 木材加工・特性研究領域
2) 森林総合研究所 林業工学研究領域
3) 森林総合研究所 震災復興・放射性物質研究拠点
* 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

Table 1. 各条件の試験体数

樹種	試験体の厚さ	試験体の幅		
		60	120	160
ヒノキ	15	10	9	6
	30	8	4	2
	60	4	4	3
カラマツ	15	11	4	6
	30	7	4	4
	60	4	4	3
クヌギ	15	7	9	3
	30	5	8	3
	60	5	5	5

幅 60、120、160 mm を組み合わせた計 9 種類の断面寸法の試験体を用意した。長さはすべて 800 mm であった。各条件における試験体数を Table 1 に示す。同じ個体から得られた丸太を用いたため、製材時の木取りにより試験体の本数が異なっている。試験体の含水率（乾量基準）および気乾密度は、ヒノキ、カラマツ、クヌギでそれぞれ、80.9、73.2、67.8％および 498、521、812 kg/m^3 であった。

2.2 実験方法

チップ化にはディスクチッパー（CKS チューキ株式会社製、800DK）を用いた。試験体はベルトコンベアによって送り速度 38.0 m/min で 1 体ずつチッパーに投入した。ディスクの回転数は 720 rpm、ディスクに取り付けられた刃物の数は 4 枚、刃先角は 40 度であった。1 刃あたりの送り量は 13.2 mm であった。チッパーのディスク直径は 760 mm、定格出力は 22 kW であった。刃物は新品を使用した。

分電盤内にあるチッパーのブレーカー下側にクランプ式の電力計（日置電機株式会社製、3169-01）を取り付け、100 ms 間隔で消費電力を測定した。消費電力はチップ化時の平均値を求めた。また、全乾質量あたりの消費エネルギー E（MJ/t）を以下の（1）式より算出した。

$$E = P \times T \times C \times 1000 / M \quad (1)$$

ここで、P は消費電力の平均値（kW）、T はチップ化時の加工時間（s）、C は受電端投入熱量（MJ/kWh）、M は試験体の全乾質量（kg）である。受電端投入熱量とは電力消費量を一次エネルギー換算するための係数で、電力供給側における発電効率、発電所内損失や送配電損失などを考慮している。今回の試験では、資源エネルギー庁（2015）に基づき、9.00 MJ/kWh とした。また、今回の試験では生材を用いており、含水率の影響を除去するため全乾質量あたりの消費エネルギーを算出した。ディスクチッパーに木材を投入するためのベルトコンベアの消費電力は、試験体の影響を受けないと考えられるため、今回は測定対象から外した。また、チップの生産性（t/h）を全乾質量あたりの値として加工時間から求めた。

チップ化に係るコストについては、チッパーの減価償却費や管理費などの固定費、チッパーの保守・修理費、電気料金、油脂費や刃物費などの変動費、作業員の人件費、および 1 時間あたりの生産量からチップ全乾質量あたりのコストを算出した。減価償却費は、1 日の実労働時間を 6 時間、チッパーの耐用年数を 8 年、償却費率を 90 % として計算した。管理費および保守・修理費は、それぞれ、チッパー価格の 10 % および 45 % とした（大阪府都市整備部 2019）。電気料金は東京電力の高圧電力 A での契約とし、従量部分にかかる料金については今回の試験によって得られた消費電力を使用した。油脂費のグリース量は使用したディスクチッパーのマニュアルに記載の通りとした。カッター刃は 2 日に 1 回研磨し、30 回研磨したところで新品刃を購入、受刃は 8 日に 1 回研磨とした。生産量は今回の試験によって得られた値を使用したが、原料を加工してから次の原料を加工するまでの間を考慮してチッパーの稼働率は 80 % とした。チップ化に従事する作業員は 1 人とした。

3. 結果と考察

3.1 消費電力および消費エネルギー

実験結果の 1 例として、Fig. 1 に試験体の厚さ 30 mm、幅 160 mm のヒノキをチップ化したときの消費電力の変化を示す。消費電力はチップ加工開始と同時に急激に立ち上げり、加工が終わると急速に降下していた。Fig. 2 に試験体の厚さおよび幅が異なる条件でヒノキ、カラマツ、クヌギをディスクチッパーでチップ化したときの消費電力を示す。試験体の幅、厚さが大きくなるにつれて消費電力は直線的に上昇した。ディスクチッパーは刃物を取り付けたディスクを高速回転させてチップを製造する木工機械であるが、切削部分においては、刃物が上方から直線的に降下し切削する平削りとみなすことができる。木材切削時の消費電力は、平削り時の切削抵抗と関係が深いことが知られており（藤本 2018）、また、切削抵抗は被削材の切削長さ（本実験における試験体の厚さ）や切削幅（本実験における試験体の幅）の影響を強く受け、切削長さおよび幅が大きくなるにつれて増加する（田中・喜多山 1992）。したがって Fig.2 の結果は、試験体寸法の増加による切削抵抗の増加が消費電力の上昇をもたらしたことを端的に表わしたものと考えられる。すべての寸法の値を平均して樹種別に比較すると、ヒノキ、カラマツ、クヌギでそれぞれ、消費電力は 15.1、15.5、19.7 kW であった。被削材の密度が大きいと切削抵抗や消費電力は大きくなるため（田中・喜多山 1992）、樹種による消費電力の相違には密度が影響したと考えられる。

試験体の厚さおよび幅が異なるときの全乾質量あたりの消費エネルギー E を Fig. 3 に示す。試験体の厚さおよび幅が大きくなると E は減少する傾向があった。この結果はチッパーに投入する原料の寸法が大きいほ

ど製造時の消費エネルギーを抑えられることを示している。試験体の寸法と質量が大きくなると消費電力は増加するが、質量の影響が寸法よりも大きく、質量で除して求めた消費エネルギーは減少したものと考えられる。また、消費エネルギーは加工時間の影響も受ける。しかし、試験体の寸法が異なっていても加工時間に大きな差は認められなかった。ただし、試験体幅 160 mm、試験体厚さ 15 mm など薄い試験体ではチッパー刃の試験体への食い込みが悪く、加工に時間のかかった試験体が観察され、そのときは E が大きくなる傾向が認められた（Fig. 3、カラマツ、試験体幅 160 mm、試験体厚さ 15 mm など）。なお、今回の試験における加工時間はヒノキで 1.7 ～ 2.0 s、カラマツで 1.8 ～ 2.3 s、クヌギで 1.7 ～ 3.3 s であった。また、全乾質量あたりの消費エネルギーはヒノキおよびカラマツに比べてクヌギが小さい傾向があった。前述のように寸法と比較して消費電力への質量の影響が大きいために、質量で除し同寸法で比較した場合、密度の大きいクヌギの消費エネルギーは小さくなったと考えられる。

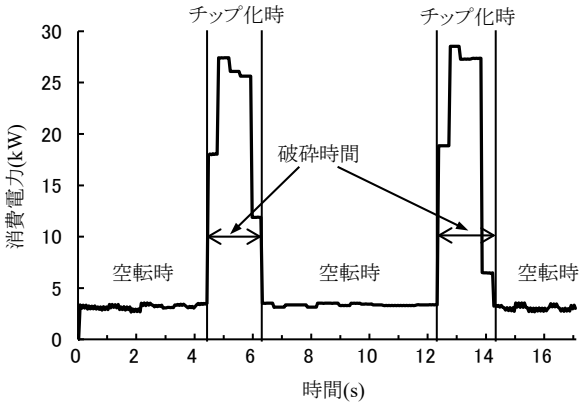


Fig. 1. 消費電力の測定例（試験体：ヒノキ、試験体の厚さ、幅：30mm、160mm）

3.2 生産性およびコスト

チップの生産性を Table 2 に示す。試験体の幅および厚さが大きくなるにつれて生産性は増加した。また、樹種別ではクヌギ＞カラマツ＞ヒノキの順に生産性が高かった。チップの加工時間の差は小さいため、同じ加工時間で得られるチップの質量が増える条件ほど生産性が高くなったためと考えられる。

Fig. 4 にチップ化のコストを示す。試験体の幅および厚さが大きいほどコストは減少した。最も高かったのはヒノキの原料の幅 60 mm、厚さ 15 mm のときで全乾質量 1t あたり 7,611 円/t、一方クヌギの原料の幅 160 mm、厚さ 60 mm のときに最も安く 632 円/t であった。吹野ら（2008）は年間 2 万 t 処理する中間処理場での破砕コストが 5,724 円/t と報告している。森口ら（2004）はスギ林地残材の工場におけるチップ化費用をチップ層積あたり 441 円/m^3 と、Yoshioka et al.（2002）はス

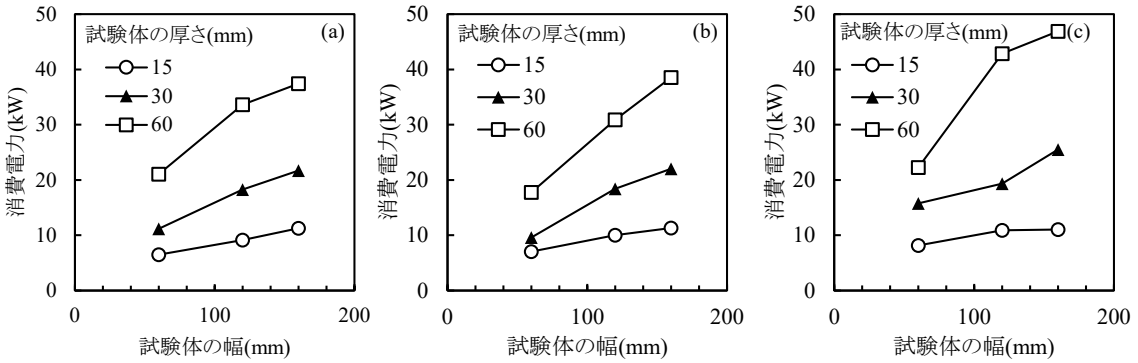


Fig. 2. 試験体厚さおよび幅が異なるときの消費電力
(a) ヒノキ (b) カラマツ (c) クヌギ

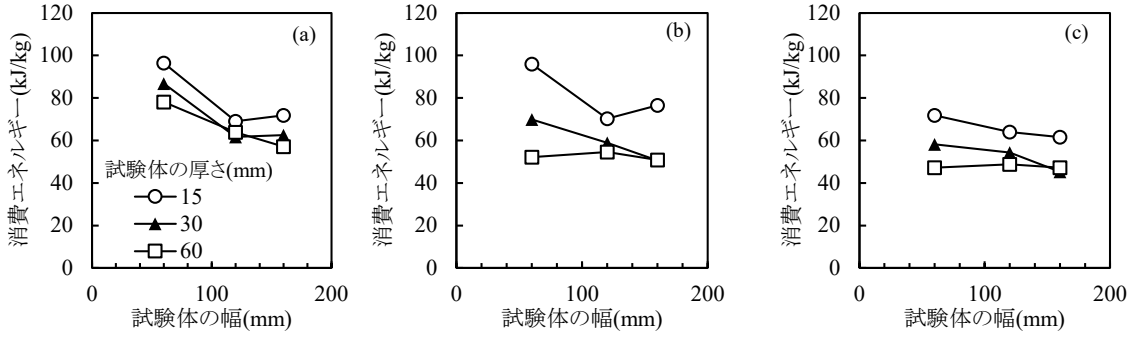


Fig. 3. 試験体厚さおよび幅が異なるときの全乾質量あたりの消費エネルギー
(a) ヒノキ (b) カラマツ (c) クヌギ

Table 2. チップの生産性

（単位：t/h）

樹種	試験体の厚さ	試験体の幅		
		60	120	160
ヒノキ	15	0.65	1.21	1.42
	30	1.17	2.71	3.13
	60	2.43	4.80	5.92
カラマツ	15	1.17	1.68	1.64
	30	2.49	3.34	5.09
	60	4.23	7.92	8.94
クヌギ	15	0.69	1.30	1.39
	30	1.25	2.81	3.93
	60	3.07	5.10	6.83

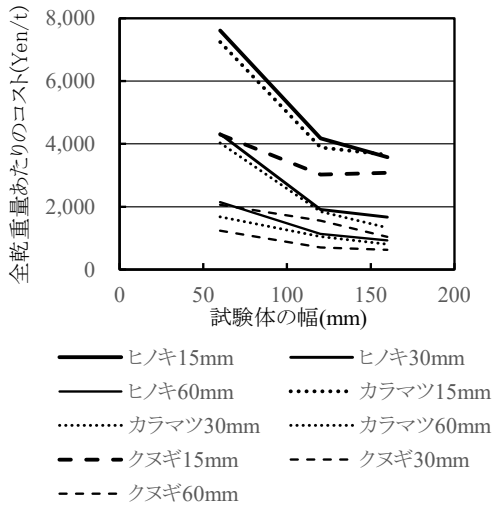


Fig. 4. チップ化コスト

ギ林地残材をタブグラインダーで破砕したときのコストを 414 ～ 830 円/m³ と報告している。スギチップのかさ密度を 0.2 t/m³ と仮定すると、それぞれ、2,205 円/t、2,070 ～ 4,150 円/t と計算された。今回の結果はこれまでの結果を包括するものとなった。コストの内訳をみてみるともっとも多くを占めていたのが直接労務費で、次いで変動費であった。変動費の中では電気料金の占める割合が高かった。試験体が大きいほど消費電力は大きくなる（Fig. 2 参照）ため電気料金は高くなるが、生産性が高くなるため全乾質量あたりのコストは安くなった。電気料金は寸法の最も小さい条件と最も大きい条件で 1.8 倍しか異なっていなかったのに対し、生産性は 8.9 倍（3 樹種の平均）の開きがあり、生産性の影響が強く反映された。なお、原料の寸法にも上限があると考えられる。チッパーの切削能力には問題がないため、投入口の寸法が、原料寸法の上限となる。今回使用したチッパーでは、厚さ 80 mm 以下であれば幅 170 mm までチップ製造が可能であった。

4. まとめ

木材のチップ製造エネルギーおよびコストに与える原料寸法および樹種の影響を明らかにするため、幅および厚さの異なる試験体をチップ化して消費電力を測定し、全乾質量あたりの消費エネルギーを求めた。また、チッパーの減価償却費などの固定費、電気料金や刃物費などの変動費、人件費およびチップの生産性から、全乾質量あたりのチップ製造コストを算出した。得られた結果は以下のとおりである。

1）チップ製造時の消費電力は試験体寸法や密度が大きくなるにつれて増加した。

2）全乾質量あたりの消費エネルギーおよびコストは試験体寸法や密度が大きくなるにつれて小さくなった。これはチッパー生産性の上昇が影響を及ぼしている。

3）消費エネルギーおよびコストを抑えたチップ製造を行うためには、断面および質量の大きい原料を投入することが重要である。

引用文献

藤本　清彦（2018）木材の被削性評価のポイント. 木材工業, 73, 208-211.

吹野　信・加藤　幸治・清野　新一・石河　周平（2008）建築廃木材の輸送コストと破砕処理コスト. 木材学会誌, 54, 352-357.

森口　敬太・鈴木　保志・後藤　純一・稲月　秀昭・山口　達也・白石　祐治・小原　忠（2004）林地残材を木質バイオマス燃料として利用する場合のチップ化と運搬コスト. 日林誌, 86, 121-128.

大阪府都市整備部（2019）“建設工事積算基準〔資料〕令和元年度”, 108.

林野庁（2018）“平成 29 年木質バイオマスエネルギー利用動向調査”, http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/mokusitu_biomass/index.html（参照 2019-11-25）

資源エネルギー庁（2015）“2013 年度以降適用する標準発熱量・炭素排出係数一覧表”, https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/carbon.html（参照 2019-11-25）

田中　千秋・喜多山　繁 編（1992）“木材科学講座 6 切削加工”, 海青社, 35-39.

Yoshioka, T., Aruga, K., Sakai, H., Kobayashi, H. and Nitami, T. (2002) Cost, Energy and Carbon Dioxide (CO_2) Effectiveness of a Harvesting and Transporting System for Residual Forest Biomass. J. For. Res., 7, 157-163.

Effects of dimension and species of wood materials on the energy consumption and cost during comminution by a disc chipper

Kiyohiko FUJIMOTO [1)*], Tatsuya SASAKI [2)], Yuji IKAMI [1)],
Takahiro YOSHIDA [1)] and Tsutomu TAKANO [3)]

Abstract

In Japan, the demand for woody biomass as a source of energy is increasing with current growing of the market size for this source of energy. When woody biomass is used as a source of energy, it is important to consider that the energy balance between the input to produce wood fuel and the output obtained from wood fuel along with the cost of comminuting woody biomass is important. The purpose of this study is to investigate the effects of dimension and species of wood materials on the energy and cost of wood chip production. We measured the power consumption and calculated the energy consumption per dry mass when test specimens such as Sugi (*Chamaecyparis obtusa*), Karamatsu (*Larix kaempferi*), and Kunugi (*Quercus acutissima*) of various widths and thicknesses were comminuted by a disc chipper. Additionally, the productivity of chipper comminuting, and the cost per dry mass of chip production were calculated. The power consumption was in the range from 6.5 kW to 46.9 kW, and it increased when the dimension and density of the test specimens were increased. However, the energy consumption of dry mass was in the range from 45.3 MJ/t to 96.4 MJ/t and it had a tendency to decrease when the dimensions and densities of the test specimens were increased. The comminuting cost was in the range from 632 yen/t to 7,611 yen/t, and it had a tendency to decrease when the dimensions and densities of the test specimens were increased. Additionally, the cost was strongly affected by productivity and was lower when productivity was high. These facts indicate that reduction of energy consumption and cost during woody biomass comminution can be achieved by using materials whose mass is large and by increasing productivity.

Key words: Disc chipper, power consumption, energy consumption, comminution cost

Received 12 December 2019, Accepted 20 February 2020
1) Department of Wood Properties and Processing, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)
2) Department of Forest Engineering, FFPRI
3) Center for Forest Restoration and Radioecology, FFPRI
* Department of Wood Properties and Processing, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 JAPAN; e-mail: kiyopi@ffpri.affrc.go.jp

論　文（Original article）

屋外用途における木材の保存処理と塗装との相乗効果の検証

大村 和香子[1)*]、石川 敦子[1)]、伊藤 優子[2)]、原田 寿郎[3)]、大木 博成[4)]、安井 清一[5)]、山口 秋生[6)]、森田 珠生[6)]、須貝 与志明[7)]、茂山 知巳[7)]、赤堀 裕一[8)]、手塚 大介[9)]、五十嵐 盟[9)]、関澤 外喜夫[10)]

要旨

屋外で長期に使用する木製品・外構部材に対しては、美観を維持した状態での長期耐久性が求められる。そこで木材保存剤 AAC、ACQ、CUAZ、AZNA、AZN を用いて保存処理したスギ心材に造膜形もしくは含浸形の木材保護塗料を塗装した試験体を作製し、紫外線蛍光ランプ法 (EN 927－6). による促進耐候性試験を行い、色差（材色変化）、光沢度、撥水度の 3 項目を指標として耐候性を評価した。さらに促進耐候性試験後に残存する薬剤量を試験体表層と内層とで比較した。その結果、保存処理して塗装した方が、無処理に塗装した場合と比較して材色変化や撥水度低下が抑えられるなど、塗膜が長寿命化する傾向が認められた。また塗装により薬剤溶脱が抑えられることが明らかとなり、塗装による保存処理効果の向上も示された。以上のことから、保存処理と塗装との相乗効果が示された。

キーワード：保存処理、塗装、屋外使用

1. はじめに

昨今、都市空間に木製の外壁、塀、ウッドデッキといった外構材やベンチ、遊具などの木製品が普及してきているが（金井 2009, 日本木材防腐工業組合 2015）、木材は劣化対策を施さないまま屋外で使用すると、風雨や紫外線により干割れや変色が生じて美観が損なわれるとともに（片岡 2017）、雨水の滞留により含水率が高まって腐朽が生じてしまうことが知られている（（社）日本木材保存協会 2008）。

1960 ～ 70 年代頃までは、屋外における木材用途は電柱、木杭や枕木のように地面に接する（接地）環境で長期の耐久性が求められる利用先が主流であった（芝本 1985, 鈴木 2000, 岩崎 2003, 土居 2016, 桃原 2018）。当時までは、PF（フェノール類・無機フッ化物系木材防腐剤）や CCA（クロム・銅・ひ素化合物系木材防腐剤）など、現在では環境等への負荷を考慮して使用されなくなった薬剤が耐久性付与のために使用されており、屋外用途の木材は耐久性に重きが置かれ、意匠性や美観といった観点は注目されていなかった。

その後、環境上の配慮から上記の薬剤が市場から姿を消し代替薬剤へと転換されていく中、電柱や枕木はコンクリートや樹脂製に代替されていった（土居 2016, 桃原 2018）。2000 年代に入り、新たな国産材・地域材の需要を喚起すべく、コンクリートや鉄製品が主流の橋梁やガードレール、遮音壁などの各種道路施設部材への木材の適用・用途開発が進められた（喜多山 2009,「木製道路施設の耐久設計・維持管理指針策定のための技術開発」研究チーム 2010）。このような取り組みの中で、美観も考慮した木製道路施設の耐久設計と維持管理の必要性が取り沙汰され、耐久性付与のための薬剤に加えて塗装の必要性がクローズアップされはじめた。

そこで本研究では、屋外における木材の非接地用途を前提として、インサイジング加工した試験体に対して、製材の日本農林規格（JAS）（農林水産省 2019）における性能区分 K4 相当の保存処理を木材に施した後、美観維持のために塗装を行い、その組み合わせによる木材の長期耐候性仕様の検討を行った。塗装のみの仕様を対照区として、促進耐候性試験を用いて性能を比較し、さらに保存処理薬剤と塗装との相性についても検証を行った結果を報告する。

原稿受付：令和元年 8 月 7 日　原稿受理：令和 2 年 3 月 12 日
1) 森林総合研究所 木材改質研究領域
2) 森林総合研究所 立地環境研究領域
3) 森林総合研究所 研究ディレクター
4) 玄々化学工業株式会社
5) 東京理科大学
6) 越井木材工業株式会社
7) 株式会社ザイエンス
8) 大日本木材防腐株式会社
9) 兼松サステック株式会社
10) 日本木材防腐工業組合
* 森林総合研究所 木材改質研究領域　〒 305-8687 茨城県つくば市松の里 1

2. 試料と方法

2.1 試験材料

茨城県産スギ（*Cryptomeria japonica* (D. Don)）丸太（長さ 4 m の直材、径級 32 ～ 38、末口短径 32 cm 以上）より、厚さ（T）40 mm、幅（R）120 ～ 150 mm、長さ（L）990 ～ 1000 mm のまさ目または追いまさ目試験体を切り出し、1 年間室内で乾燥したものを用いた。

2.2 インサイジング加工

インサイジング加工は 2.1 の材料の幅を 120 mm に揃えた後、まさ目または追いまさ目面 1 面にインサイジング機（ZE-4D（（株）菊川鉄工所（現　キクカワエンタープライズ（株））））を用いて刃密度 3,850 個/m^2、刃深さ 10 mm で実施した。

2.3 木材保存剤による加圧注入処理

インサイジング加工後の材料の心材部分から厚さ 40 mm (T) × 幅 70 mm (R) × 長さ 140 mm (L) の試験片（密度：360 kg/m^3）を丸鋸昇降盤（（有）石津製作所）を用いて計 65 個作製し、調面を行わないまま、木材保存剤の日本産業規格（JIS K 1570:2013）（日本規格協会 2013）記載の 5 種類の木材保存剤を用いて、製材の JAS における性能区分 K4 相当の保存処理を木材に施した。なお本稿でいう K4 相当の保存処理とは、各メーカーの JAS 認定工場において屋外用途の製材品を製材の JAS の保存処理性能区分 K4 で処理する条件と同一条件で、今回の試験材を処理したことを指す。木材保存剤は保存剤メーカー各社で主として取り扱う保存剤を選定し実験に供した。供試薬剤の種類と注入量を Table 1 にまとめた。対照区として、水溶性薬剤である AAC、ACQ、AZNA、CUAZ についてはインサイジング済み試験片を一昼夜、常温でイオン交換水中に浸漬したものを、一方、塩化メチレンを溶剤とする油溶性薬剤である AZN に関しては、インサイジング済み試験片を塩化メチレンに一昼夜浸漬したものを用いた（それぞれコントロール 1、コントロール 2 と称する）。

2.4 塗装

造膜形は 2 液形ポリウレタン樹脂塗料（油性）、含浸形にはアルキッド樹脂系塗料（油性）の各塗料（玄々化学工業（株）製））を用いた。使用した塗料の詳細ならびに塗装工程について Table 2-1（造膜形）と Table 2-2（含浸形）に示す。

2.3 の試験片を十分に乾燥させた後、塗装を施す面をプレーナーで仕上げた。その後、造膜形および含浸形塗装をインサイジング面またはインサイジング裏面に施した。インサイジング面に塗装する場合は、インサイジング部分にパテ（玄々化学工業（株）製 LY-3900）を埋め込み、室温で一昼夜放置した後、造膜形塗装ならびに含浸形塗装を各々以下の手順に従って実施した。

造膜形塗装（Table 2-1）は、P180 サンドペーパーにて素地調整後、下塗りを 2 回行い（塗布量：1 回目 80 g/m^2、2 回目 60 g/m^2）、乾燥後に P320 サンドペーパーにて毛羽取りし、上塗り（塗布量：60 g/m^2）を 1 回行って仕上げた。下塗り上塗りともスプレーで塗装した。スプレー塗装においては、300 × 150 mm の合板を使用して予めスプレーガンの条件（エアー圧ノズル、吐出量ノズル、パターンノズル）とスプレーの回数、ピッチ、速度を規定の塗布量となるよう調整し、塗布量は塗料を塗装した直後の被塗物の重量増加分（湿重量）によって測定した。含浸形塗装（Table 2-2）は、P180 サンドペーパーにて素地調整後、下塗りを 1 回行い（塗布量：80 g/m^2）、乾燥後に P320 サンドペーパーにて毛羽取りし、上塗り（塗布量：60 g/m^2）を 1 回行って仕上げた。下塗り上塗りとも刷毛で塗装した。

2.5 耐候性試験

塗装面（インサイジング面とインサイジング裏面）2 種類、保存処理の種類（薬剤処理 5 種類＋コントロール 2 種類）7 種類、塗装の種類（無塗装、造膜形、含浸形）3 種類の組み合わせ計 42 種類（N=1）の試験体について、耐候性試験中の木口からの吸水による塗装への影響を防ぐため、木口を 2 液型エポキシ樹脂系化学反応接着剤（ボンドクイック 30、コニシ（株））にてシールした。これらの試験片を、紫外線蛍光ランプ法促

Table 1. 供試薬剤の種類と注入量

木材保存剤の種類の記号	木材保存剤の種類	平均注入量 (kg/m^3)
コントロール 1（水浸漬）		—
AAC	第 4 級アンモニウム化合物系	549
ACQ	銅・第 4 級アンモニウム化合物系	678
AZNA	アゾール・第 4 級アンモニウム・ネオニコチノイド化合物系	513
CUAZ	銅・アゾール化合物系	544
コントロール 2（塩化メチレン浸漬）		—
AZN	アゾール・ネオニコチノイド系	827

Table 2-1. 塗料の詳細と塗装工程（造膜形）

工程		使用材料／配合比（重量比）	塗装方法（塗布量）	乾燥時間（20℃）
1	素地調整	P180 サンドペーパー	—	—
2-1	下塗り	UC-87-P 100 CB-189 50 TU-12-P 75	スプレー (80 g/m^2)	2 時間以上
2-2	下塗り	UC-87-P 100 CB-189 50 TU-12-P 75 ZP タイプ 6.6	スプレー (60 g/m^2)	16 時間以上
3	毛羽取り	P320 サンドペーパー	—	—
4	上塗り （着色塗装）	UF-72-99P 100 CB-196 10 TU-12-P 50 ZP タイプ 4.8	スプレー (60 g/m^2)	24 時間以上

（注）塗料はすべて玄々化学工業（株）製

Table 2-2. 塗料の詳細と塗装工程（含浸形）

工程		使用材料／配合比（重量比）	塗装方法（塗布量）	乾燥時間（20℃）
1	素地調整	P180 サンドペーパー	—	—
2	下塗り （着色塗装）	WO-0002 100	刷毛塗り (80 g/m^2)	16 時間以上
3	毛羽取り	P320 サンドペーパー	—	—
4	上塗り （着色塗装）	WO-0002 100	刷毛塗り (60 g/m^2)	24 時間以上

（注）塗料はすべて玄々化学工業（株）製

進耐候性試験（EN 927-6 2018, JIS K-5600-7-8（2008）（日本規格協会 2008））に供した。紫外線蛍光ランプ法促進耐候性試験には Q-Lab 社製 QUV/spray を用い、Table 3 に示した試験時間と試験サイクルで試験を実施した。

試験開始前と 504 時間、1008 時間経過時に、各々測色および光沢度と撥水度の測定を行った。なお 1008 時間の耐候性試験を行った試験体は、屋外で南向き垂直の 2 年間暴露分に相当する劣化を受けることが明らかとなっている（石川ら 2014a, b）。

測色には日本電色工業（株）製 NF-333 を用い、JIS K5600-4-6 (1999)（日本規格協会 1999）に基づき、CIELAB 色空間における L^*（明度）、a^*（正：赤方向、負：緑方向）、b^*（正：黄方向、負：青方向）を測定し、各パラメータの変化量（ΔL^*、Δa^*、Δb^*）から色差（ΔE^*_{ab}）を（1）式により計算した。測色条件は、光源を D65、視野角を 10 度、測色部の直径を 8 mm とし、各試験片の幅方向の中心点（左右端から各 35 mm）と試験片の上下端から各 44 mm の位置を中心として、直径 8 mm の範囲を測定した。

$$\Delta E^*_{ab} = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2} \quad \cdots (1)$$

光沢度については、JIS K 5600-4-7(1999)（日本規格協会 1999）に基づき、日本電色工業（株）製 PG-3D を用いて、入射角 60° の幾何条件で各試験片の幅方向の中心点（左右端から各 35 mm）と試験片の上下方向の中心点（上下端から各 70 mm）の位置を中心として、光沢度計の測定範囲を測定し、表面光沢度 *Gs* (60°) を求めた。

撥水度は森林総研法（（財）日本住宅・木材技術センター 1998）により、試験片の中央部に約 1 g の脱イオン水を滴下し、1 分後にふき取り、試験片に浸透しなかった水質量の百分率を求めた。試験片に水が浸透しなければ撥水度は 100 % であり、全ての水が浸透すれば撥水度は 0 % である。

なお、測色と光沢度測定は、インサイジング面とインサイジング裏面について行ったが、いずれの試験片も試験片端部から同一の距離で行ったため、インサイジング面ではパテを埋め込んだインサイジング孔が測定位置に含まれた場合と含まれなかった場合があったため、測定結果に影響を及ぼすことが懸念された。ま

Table 3. 促進耐候性試験の試験時間および試験サイクル

試験時間	試験サイクル（注1）				
	ステップ	機能	温度	時間	条件・備考
①　504 時間 ②　1008 時間	1	結露	45 ± 3℃	24 時間	試験槽内で水蒸気供給
	2	ランプ照射のみ	60 ± 3℃	2.5 時間	ランプ主波長 340 nm（注2）
	3	水スプレーのみ		0.5 時間	水量約 4 L/分

（注 1）　試験サイクル 1 回　＝ ステップ 1 ＋（ステップ 2＋ステップ 3）× 48 回

＝ 24 時間 ＋（2.5 時間＋0.5 時間）× 48 回 ＝ 168 時間

① 試験時間 504 時間：試験サイクル 3 回

② 試験時間 1008 時間：試験サイクル 6 回

（注 2）　340 nm における放射照度：0.89 W/m²・nm

た撥水度については、インサイジング孔が過度に水分を吸収する可能性があり、正確な撥水度の測定が困難であると考えられたため、インサイジング裏面のみで測定を行った。

2.6 残留薬剤分析

塗装による保存処理効果の向上を検証するため、インサイジング裏面に塗装後、塗装面を対象として 1008 時間の紫外線蛍光ランプ法促進耐候性試験を行った試験体のうち、銅系薬剤 ACQ および CUAZ で処理した無塗装、造膜形、含浸形の各試験体に残留する銅の定量を ICP 発光分析（ICP-AES: Optima 8300, Perkin Elmer 製）により実施した。対照区として、無処理の無塗装、造膜形、含浸形の各試験体についても分析に供した。

上記計 9 種類試験体のインサイジング裏面側（塗装面側）とインサイジング面より 10 mm 厚さの板材を各々採材し、①インサイジング裏面側（塗装面側）と②中央部 2 枚の試験体を得た。次に①インサイジング裏面側の材から、塗装部分をかんなで削って除去した後、木粉を採取した（表層部）。さらに②中央部から木粉を採取した（内層部）。各々の木粉を硝酸／過酸化水素を用いて 105℃、120 分間湿式分解した。試料溶液を適宜希釈した後、0.45 μm PTFE フィルターでろ過し、ICP-AES を用いて銅を定量した。定量分析値は木粉 1 g（気乾重）あたりの Cu 量に換算した。

2.7 統計解析

保存処理と塗装との相性を精査する目的で、試験体の耐候性能に関係する要因として試験時間（504 時間と 1008 時間）、塗装面（インサイジング面とインサイジング裏面）、保存処理の種類（薬剤処理 5 種類＋コントロール 2 種類）、塗装の種類（無塗装、造膜形、含浸形）を説明変数として抽出し、色差、光沢度、撥水度を目的変数とした分散分析を統計ソフト JUSE-Statworks/V5（（株）日科技研）によりそれぞれ実施した。色差ならびに光沢度の分散分析においては試験時間、保存処理、塗装面、塗装の種類の 4 因子間、撥水度の分散分析においては試験時間、保存処理、塗装の 3 因子間の交互作用に関しては、誤差に含まれる程度の小さな値とされる（山田 2004）ため考慮しなかった。

3. 結果と考察

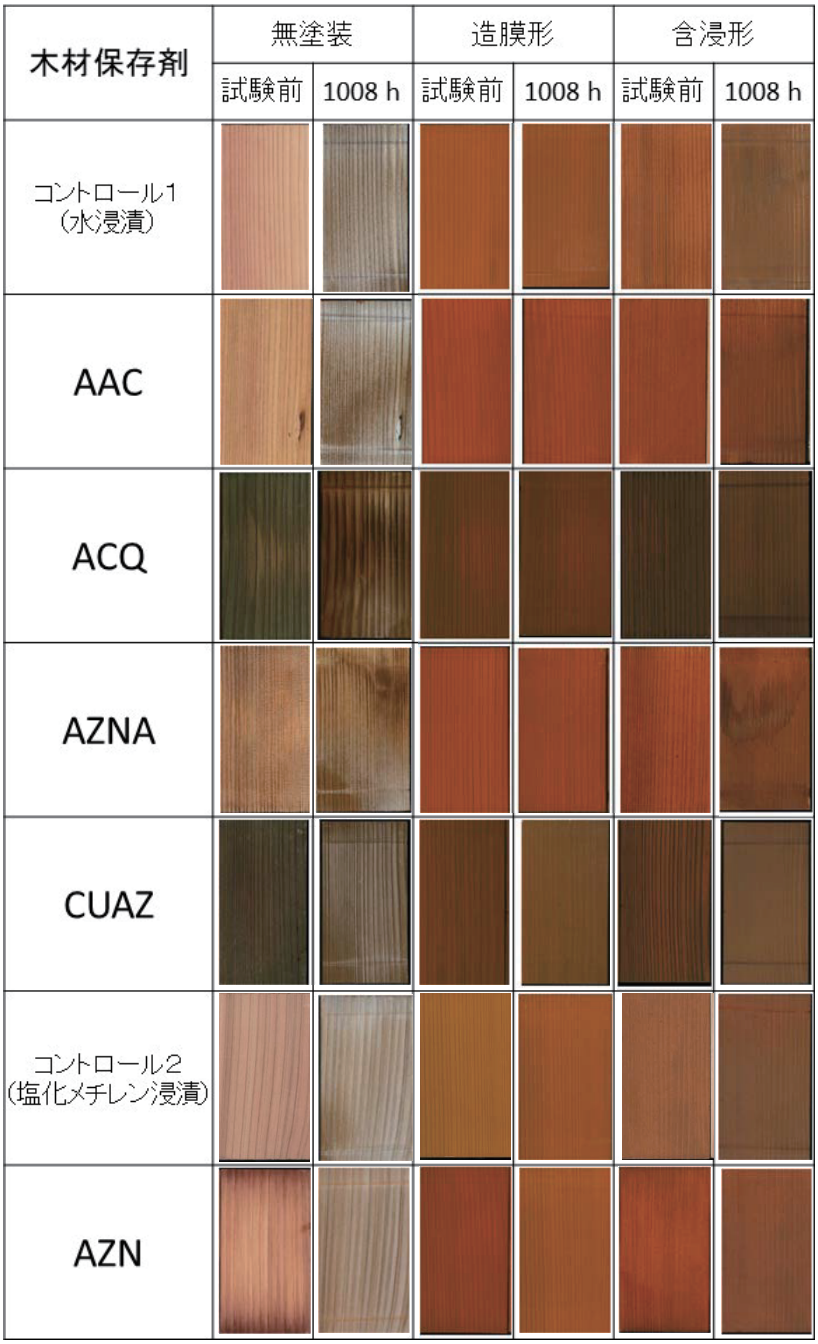
3.1 塗装性能に及ぼす保存処理の効果

3.1.1 色差により評価した塗装性能

Table 4 にインサイジング裏面における各試験体の耐候性試験前、1008 時間試験後の写真を、Fig. 1-1 と Fig. 1-2 には、試験時間 504 時間、1008 時間における色差の変化を各々示した。

インサイジング裏面については、色差の値は無塗装が最も大きく、次いで含浸形、造膜形となるケースが多かったが、一部、含浸形が無塗装の色差を若干上回る場合もあった。また、いずれの保存処理でも各々が対応するコントロールにおける各塗装と比較して、色差が小さい、つまり変色が抑制される傾向を示した。保存処理と塗装との組み合わせによる変色抑制効果に関して、片岡ら（2015）が CUAZ と DDAC（本論文の AAC に相当）で保存処理したスギ角材（インサイジング加工なし）に種々の塗装を施して屋外暴露試験を行った結果、南面暴露 108 ヵ月間の色差 ΔE^*_{ab} の推移が無塗装でも無注入材と同程度かそれ以下の値であること、塗装した場合でも南面の色差 ΔE^*_{ab} の値が無注入材（ΔE^*_{ab} >39）＞ DDAC 注入処理材（ΔE^*_{ab} >34）＞ CUAZ 処理（ΔE^*_{ab} >13）であり、DDAC 処理では 72 ヵ月目から 108 ヵ月目にかけて含浸形塗装部の色差 ΔE^*_{ab} が急増すること、CUAZ 処理材では塗装により色差 ΔE^*_{ab} の値が 10 程度に抑えられることなどを報告して

Table 4. 促進耐候性試験前後における各種試験体の材色変化（インサイジング裏面）



いる。また、ACQ 処理材でも塗装との組み合わせによる変色抑制効果が報告されている（吉野・柴田 2003）。我々の促進耐候性試験においても、Fig.1-1 で示した結果のとおり、これらの既往の研究を支持する結果が得られている。

材色とその経時変化に関して、各試験時間ごとの L^*、a^*、b^* の各測色値を Table 5-1 と Table 5-2 に示した。促進耐候試験の実施前の時点で、保存処理を施した場合は対応するコントロール（AAC, ACQ, AZNA, CUAZ はコントロール 1、AZN はコントロール 2）よりも L^*、a^*、b^* の各値が低くなる場合が多かった。インサイジング裏面の 1008 時間の促進耐候性試験期間における材色変化については（Table 5-1）、L^* 値が無塗装ではコントロール 1、コントロール 2 ともに一旦減少後に増加、非銅系薬剤（AAC、AZNA、AZN）処理では漸減した。a^* 値、b^* 値についてはコントロール 1、コントロール 2 ならびに非銅系薬剤（AAC、AZNA、AZN）処理では塗装の種類に関わらず、ほぼすべてが時間とともに減少する傾向を示した。例外として AZNA 処理における無塗装試験区では b^* 値が一旦増加後に減少、AZN 処理における造膜形試験区では a^* 値が漸増、b^* 値が一旦減少後に増加した。このようにコントロール 1、コン

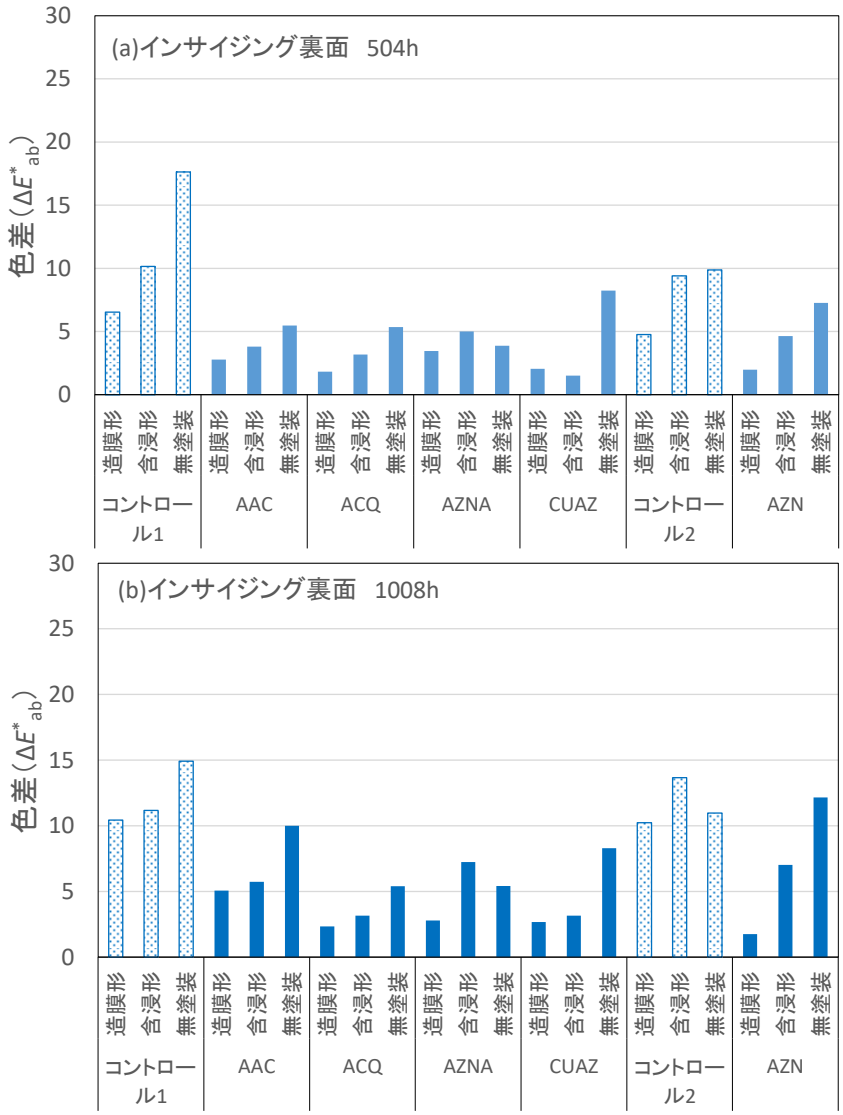


Fig. 1-1. 促進耐候性試験における色差の変化（インサイジング裏面）

トロール 2 ならびに非銅系薬剤（AAC、AZNA、AZN）処理では、a^*、b^* の両値がともに低下することで材色が灰色化したと判断された。一方 CUAZ と ACQ は測色初期値の段階で L^*、a^*、b^* すべての値が他と比較して低かったが、同じ銅系薬剤であっても L^*、a^*、b^* 各値の推移が異なった。これは主成分である銅以外に、注入時の薬剤に含まれる各種成分と木材・塗装成分との相互作用によるものと考えられるが、詳細な原因は未解明である。

インサイジング面については、インサイジング裏面よりも色差が大きい試験区があり、色差の値のバラツキも大きかった。インサイジング面ではインサイジング孔の凹凸やパテによる色むらが生じており、測色範囲（Fig. 2 オレンジ枠内）にインサイジング孔やパテ処理部分が含まれた場合と含まれなかった場合が混在した。また、測色範囲にインサイジング孔やパテ処理部分が含まれる割合が試験片によって異なった。このような表面性状の違いのため、1 試験体で測色した 2 箇所で互いに大きく測色値が異なる場合もあった。さらにインサイジング面では造膜形と含浸形塗装を施した場合、いずれの試験片でも耐候性試験 504 時間後、1008 時間後にインサイジング孔を中心にその周囲に局所的な変色（部分的な黒色化ならびに白～灰色化）が観察された（Fig. 2）。Fig. 2 に示すように、コントロール 1 の造膜形と含浸形、AAC の造膜形で、インサイジング孔ならびにその周囲の局所的な変色部分が測色範囲に含まれており、インサイジング面（Fig. 1-2）におけるこれらの色差 ΔE^*_{ab} がインサイジング裏面（Fig. 1-1）よりも高い値を示した。また、パテを使用していないコントロール 1 と AAC の無塗装では、インサイジング孔とその周囲の白色化・灰色化した部分が測色範囲に含まれており、Fig. 1-2 におけるこれらの色差 ΔE^*_{ab} は Fig. 1-1 よりも大きい値を示した。今回インサイジング孔に埋め込んで材表面を平滑化することで塗装性を高めるために用いたパテにはタルク（含水ケイ酸マグネシウム、$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$）等の無機成分が含ま

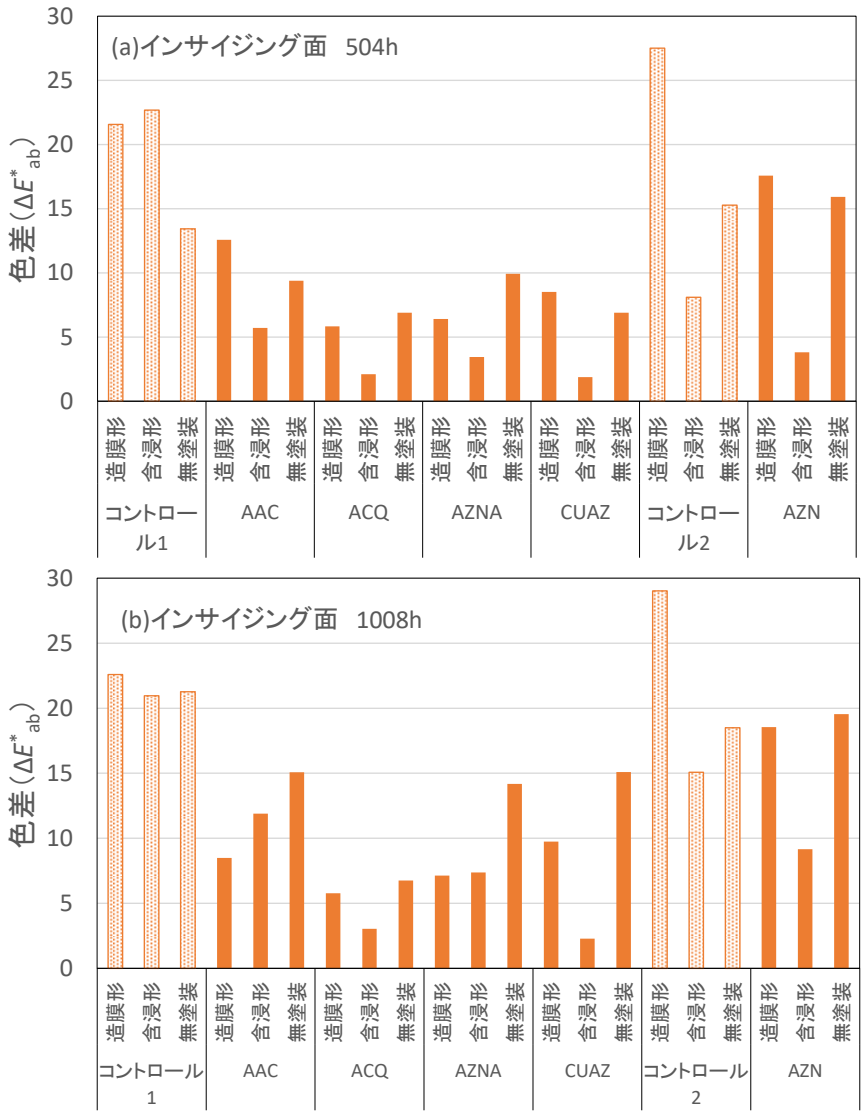


Fig. 1-2. 促進耐候性試験における色差の変化（インサイジング面）

れる。耐候性試験により造膜形と含浸形塗装を施した試験体に局所的な変色が生じた原因は、耐候性試験中の熱および水スプレーでパテ中のタルク等無機成分が溶出し、インサイジング孔が空洞化するとともに、その周辺の塗装が局所的に変性したためと考えられるが、詳細な原因や薬剤、塗装との相性に関しては今後の検討課題である。インサイジング加工は木材への薬剤の浸透性を高めるために実施したが、上述の通り、パテと相性の悪い事例が認められた。実際の施工現場では今回のような試験材と異なり、さらに抜け節や腐れ・虫孔等の欠点がある木材が用いられている可能性が高い。また、使用中には落書き等意図的な破損や暴風雨等で飛び石等により木材に破損が生じることも予想される。維持管理目的での補修時には、使用するパテと薬剤、塗装の相性を考慮して対処する必要がある。インサイジング面への塗装を回避するためには、片面のみ、もしくは側面を含む 3 面にインサイジングを行い、インサイジング加工していない面に塗装する、もしくは塗装にも適した外構用の新たなインサイジング技術の開発も期待される。

Table 6-1 に色差に影響を及ぼす試験時間（504 時間と 1008 時間）、保存処理（薬剤処理 5 種類＋コントロール 2 種類）、塗装面（インサイジング面とインサイジング裏面）、塗装の種類（無塗装、造膜形、含浸形）の 4 因子の分散分析結果を示す。3 因子の交互作用に関しては「保存処理の種類×塗装面×塗装の種類」でのみ有意差が認められ（p<0.01）、試験時間が関わるすべての 3 因子の交互作用については有意差が認められなかった（p>0.05）。「保存処理の種類×塗装面×塗装の種類」で有意差が認められたことにより、Fig. 1-1 と Fig. 1-2 で示した各保存処理と塗装との組み合わせごとの色差が、塗装面の違いにより有意に異なることが明らかとなった。

3.1.2 光沢度により評価した塗装性能

Fig. 3 に光沢度の変化を示した。なお、各図の凡例は

Table 5-1. 促進耐候性試験によるインサイジング裏面の *L, *a**, *b** 各測定値の経時変化**

保存処理の種類	塗装の種類	試験時間								
		0 h	504 h	1008 h	0 h	504 h	1008 h	0 h	504 h	1008 h
		*L**			*a**			*b**		
コントロール1	無塗装	65.2	48.3	55.3	13.2	9.5	5.4	21.8	19.6	14.2
AAC	無塗装	59.8	55.1	53.3	9.7	7.7	5.2	20.0	18.3	14.5
ACQ	無塗装	38.6	42.3	36.1	5.3	8.9	9.3	18.6	19.9	20.3
AZNA	無塗装	53.8	50.9	50.5	9.1	9.0	7.0	20.0	21.1	18.6
CUAZ	無塗装	38.5	39.8	46.4	5.5	10.3	6.7	14.4	20.9	16.5
コントロール2	無塗装	61.7	57.7	58.5	12.6	7.0	5.5	22.1	15.2	14.5
AZN	無塗装	61.2	60.1	55.4	12.6	7.3	6.1	19.3	15.5	15.9
コントロール1	造膜形	42.8	39.5	40.9	26.4	24.2	23.3	43.0	37.8	33.3
AAC	造膜形	40.9	39.4	40.3	23.8	23.1	22.9	40.2	38.0	35.3
ACQ	造膜形	34.8	34.8	34.9	13.9	15.6	15.8	30.2	29.8	28.9
AZNA	造膜形	40.9	41.0	40.5	22.9	22.2	21.9	39.8	36.4	37.2
CUAZ	造膜形	34.9	35.6	35.6	14.0	15.6	15.5	29.5	28.5	27.6
コントロール2	造膜形	43.8	41.5	41.5	25.9	24.9	24.0	44.5	40.4	34.7
AZN	造膜形	39.0	40.2	39.7	21.7	22.2	22.3	36.6	36.1	37.9
コントロール1	含浸形	43.3	39.7	40.2	22.1	17.1	13.9	30.5	22.4	23.6
AAC	含浸形	42.1	41.2	39.2	20.8	18.8	17.2	27.4	24.3	24.0
ACQ	含浸形	33.9	32.8	34.8	10.1	9.6	11.4	16.3	13.4	19.0
AZNA	含浸形	43.1	41.3	39.3	20.3	18.3	16.6	29.4	25.2	24.6
CUAZ	含浸形	37.0	36.6	38.2	13.7	14.0	14.0	19.6	18.2	22.4
コントロール2	含浸形	45.2	41.3	39.6	25.1	20.9	16.4	32.4	24.9	23.4
AZN	含浸形	42.8	40.9	39.4	21.2	19.0	16.2	28.3	24.6	24.7

試験時間 1008 時間における光沢度の値の大きいものからの降順とした。光沢度評価の結果、インサイジング裏面（Fig. 3 (a)）の場合、初期値が高めで変化がほとんどなかったもの（造膜形）と、初期値が低めで一旦値が上昇して初期値と同程度に戻るもの（無塗装）、初期値が低めで値が若干低下したもの（含浸形）との 3 つに大別された。一般に含浸形は光沢度が低く、無塗装木材は耐候性試験中に一旦光沢度が上昇し、その後低下することがあり（木口 1996）、今回も同様の傾向となった。AZNA 処理区の無塗装については、他の処理区の無塗装よりも初期値がやや高めであったが、AZNA の注入処理液に含まれている溶剤含め、表面性状の平滑性等光沢度に影響を及ぼした原因については特定できなかった。インサイジング面（Fig. 3 (b)）については、測定値のばらつきが大きかった。コントロール 1 の造膜形と AAC の造膜形で、測定範囲の一部にインサイジング孔が含まれており（Fig. 2 黄色枠内）、インサイジング裏面（Fig. 3 (a)）とインサイジング面（Fig. 3 (b)）の光沢度を比較すると、特にインサイジング面における AAC の造膜形と含浸形の光沢度変化がインサイジング裏面よりも大きくなっていることがわかる。また、パテを使用していない無塗装の AAC でも測定範囲の一部にインサイジング孔が含まれており、インサイジング面の光沢度変化がインサイジング裏面よりも大きくなっている。光沢度は表面の平滑性に影響を受けることから、光沢度の測定箇所にインサイジング孔が含まれたか否かに加え、耐候性試験中に受ける熱および水スプレーでパテ中の成分が溶出して生じたインサイジング孔の空洞ならびに局所的な塗装の変性に伴い、試験材の表面性状が変化したことが光沢度に影響したと考えられる。

Table 6-2 に光沢度に影響を及ぼす試験時間、保存処理の種類、塗装面の違い、塗装の種類の 4 因子の分散分析結果を記す。3 因子の交互作用においては、「試験時間×保存処理×塗装面」では有意ではなかったが、塗装面の違いと塗装の種類が関わる「試験時間×塗装面×塗装の種類」と「保存処理×塗装面×塗装の種類」において、有意差が認められた（$p<0.01$）。「試験時間×塗装面×塗装の種類」が有意であることにより、Fig. 3 (a) に示したインサイジング裏面における、塗装の種類ごとに Group 分けされた光沢度の時間変化が、塗装面が異なるインサイジング面では異なる時間変化を示すこと（Fig. 3 (b)）の有意性が明確に支持された。また「保存処理×塗装面×塗装の種類」が有意である

Table 5-2. 促進耐候性試験によるインサイジング面の *L, *a**, *b** 各測定値の経時変化**

保存処理の種類	塗装の種類	試験時間								
		0 h	504 h	1008 h	0 h	504 h	1008 h	0 h	504 h	1008 h
		L^*			a^*			b^*		
コントロール1	無塗装	56.6	56.1	67.3	15.9	6.0	2.9	21.6	13.0	8.8
AAC	無塗装	58.0	56.9	59.5	10.7	4.9	2.3	19.4	12.2	7.3
ACQ	無塗装	32.9	37.2	38.8	5.0	8.2	7.1	14.5	18.8	17.0
AZNA	無塗装	54.1	56.2	60.1	7.8	3.6	1.9	17.9	9.5	6.7
CUAZ	無塗装	44.6	51.0	58.9	5.4	7.1	4.2	16.6	16.5	11.8
コントロール2	無塗装	66.4	53.9	58.6	10.7	7.0	3.0	23.3	15.3	8.4
AZN	無塗装	49.0	60.7	62.7	13.7	4.8	2.8	17.1	11.3	8.6
コントロール1	造膜形	40.7	31.5	35.3	22.4	12.2	10.1	31.8	14.3	16.3
AAC	造膜形	39.4	36.3	38.3	23.2	21.4	18.6	34.4	29.0	23.4
ACQ	造膜形	34.9	32.9	33.0	8.3	10.0	10.0	14.0	13.0	15.5
AZNA	造膜形	40.3	38.1	37.1	20.9	19.9	18.3	30.6	27.5	24.2
CUAZ	造膜形	35.6	36.4	36.0	13.6	14.2	13.4	20.4	18.8	19.9
コントロール2	造膜形	42.7	30.8	30.1	23.7	20.4	15.5	34.6	28.4	23.0
AZN	造膜形	37.9	31.1	31.6	22.1	20.5	17.0	31.6	28.5	25.6
コントロール1	含浸形	46.2	36.0	39.2	24.1	12.1	11.8	39.9	24.4	21.8
AAC	含浸形	40.4	40.5	40.1	21.2	14.4	17.3	37.4	27.2	29.9
ACQ	含浸形	33.4	34.1	35.4	13.5	11.3	10.9	29.3	24.4	24.5
AZNA	含浸形	41.4	40.4	38.9	23.0	20.0	18.8	39.2	34.0	34.5
CUAZ	含浸形	36.8	37.2	38.9	14.9	12.5	11.9	30.8	22.7	21.6
コントロール2	含浸形	46.3	42.4	41.5	25.4	10.6	8.9	43.3	23.4	23.1
AZN	含浸形	45.7	44.2	41.1	20.5	9.4	8.6	35.1	23.3	22.3

ことにより、保存処理の種類と塗装の種類の組み合わせごとに示された各試験時間における光沢度の測定値が、塗装面（インサイジング裏面（Fig. 3 (a)）とインサイジング面（Fig.3 (b)）とで有意に異なることが明らかとなった。

3.1.3 撥水度により評価した塗装性能

Fig. 4 に促進耐候性試験における撥水度の時間変化を示した。撥水度については、耐候性試験 504 時間では 95 ～ 100％であったが、耐候性試験 1008 時間経過時において、造膜形は 100％を維持した一方で、含浸形は 86 ～ 99％、無塗装で 64 ～ 89％となった。

撥水度はインサイジング裏面のみ測定を行ったことから、交互作用に関しては試験時間、保存処理、塗装の 3 因子で検討した。Table 6-3 に各因子の分散分析結果を記す。2 因子交互作用では「試験時間×塗装の種類」にのみ有意差が認められた（p<0.01）。これは塗装の種類が異なれば、504 時間までの撥水度の時間変化と 504 ～ 1008 時間の撥水度の時間変化が異なることを示している。また、Fig. 4 では「保存処理の種類」の違いにより、「塗装の種類」による撥水効果が異なる傾向が見られたにもかかわらず、「保存処理の種類」と「塗装の種類」との交互作用は有意には認められなかった（p>0.05）。Fig. 5 に「保存処理の種類」と「塗装の種類」の交互作用グラフを示す。Fig. 5 において、例えば AZNA ×含浸形の値（−4.0）は、AZNA で保存処理して含浸形の塗装を行った試験体の、504 時間と 1008 時間における撥水度の平均値が、撥水度の初期値の平均値（100）から 4.0 低下していたことを示す。また総平均（−4.4）は、すべての試験体の 504 時間と 1008 時間における撥水度の平均値が、初期値の平均値（100）から 4.4 低下したことを示している。Fig. 5 に示される結果から、水浸漬したコントロール 1 では、無塗装や含浸形では撥水度の大幅な低下が生じたが、造膜形では保存処理の種類の違いに寄らず高い撥水度を保ったため、「保存処理の種類」の主効果に有意差が認められなかったものと推察された。

3.2 保存処理に及ぼす塗装の効果

銅系薬剤（ACQ、CUAZ）処理ならびに無処理の試験体に各種塗装を施した試験体について、1008 時間の耐候性試験後の試験体（インサイジング裏面）表層部と内層部の銅の残存量を比較した（Table 7）。

ACQ 処理区と CUAZ 処理区とを比較すると、表層部、



Fig. 2. 促進耐候性試験 504 時間後のインサイジング面と測色（オレンジ丸枠内）及び光沢度測定位置（黄色枠内）
上段：コントロール 1 、下段：AAC
左：造膜形、中央：含浸形、右：無塗装

Table 6-1. 分散分析表（色差）

要因	平方和	自由度	分散	分散比	検定	P値（上側）
試験時間	98.20	1	98.20	25.54	**	< 0.001
保存処理	1435.12	6	238.19	62.21	**	< 0.001
塗装面	655.01	1	655.01	170.37	**	< 0.001
塗装の種類	203.18	2	101.59	26.42	**	< 0.001
試験時間×保存処理	22.73	6	3.79	0.99		0.476
試験時間×塗装面	5.30	1	5.30	1.39		0.263
試験時間×塗装の種類	16.29	2	8.14	2.12		0.163
保存処理×塗装面	169.11	6	28.18	7.33	**	0.002
保存処理×塗装の種類	180.20	12	15.02	3.91	*	0.013
塗装面×塗装の種類	243.61	2	121.80	31.68	**	< 0.001
試験時間×保存処理×塗装面	4.92	6	0.82	0.21		0.965
試験時間×保存処理×塗装の種類	37.443	12	3.12	0.81		0.638
試験時間×塗装面×塗装の種類	20.56	2	10.28	2.67		0.11
保存処理×塗装面×塗装の種類	261.18	12	21.77	5.66	**	0.003
誤差	46.13	12	2.84			
計	3398.99	83				

（注）* は $p < 0.05$、** は $p < 0.01$ をそれぞれ示す

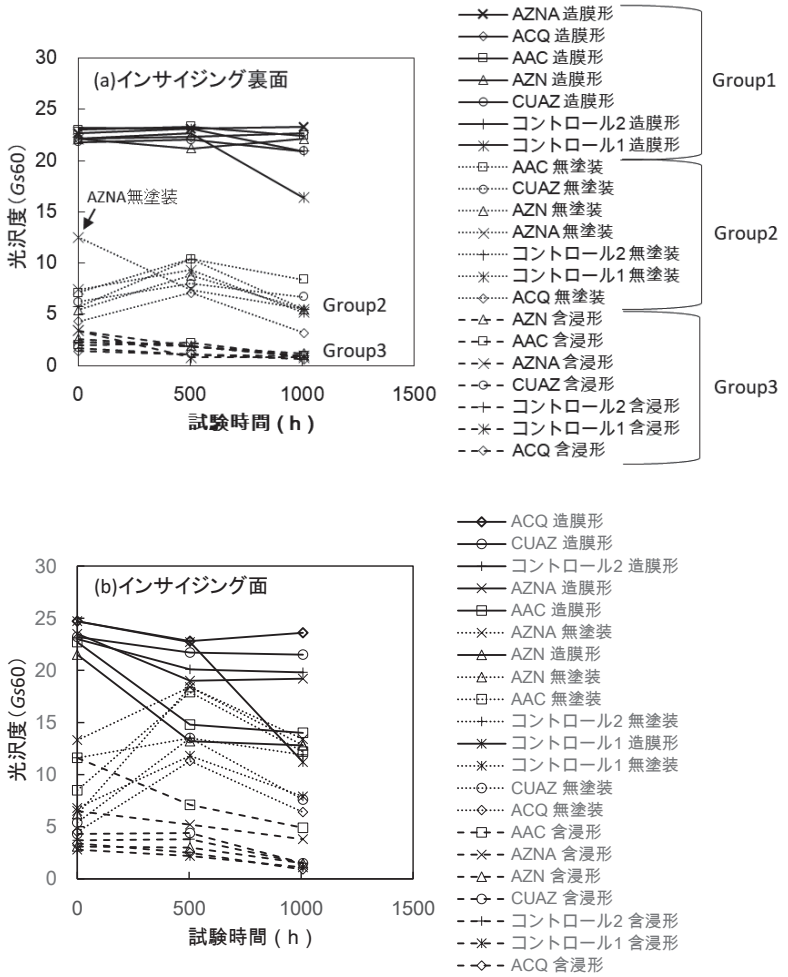


Fig. 3. 促進耐候性試験における光沢度の変化
(a) インサイジング裏面 (b) インサイジング面
（注）同薬剤は同一マーク、同塗装は同一線種　を示す

Table 6-2. 分散分析表（光沢度）

要因	平方和	自由度	分散	分散比	検定	P 値（上側）
試験時間	113.93	2	56.97	28.38	**	< 0.001
保存処理	91.51	6	15.25	7.60	**	< 0.001
塗装面	56.67	1	56.67	28.23	**	< 0.001
塗装の種類	7274.13	2	3637.07	1812.09	**	< 0.001
試験時間×保存処理	41.42	12	3.45	1.72		0.125
試験時間×塗装面	6.84	2	3.42	1.70		0.203
試験時間×塗装の種類	168.48	4	42.12	20.99	**	< 0.001
保存処理×塗装面	16.92	6	2.82	1.41		0.253
保存処理×塗装の種類	159.90	12	13.33	6.64	**	< 0.001
塗装面×塗装の種類	202.01	2	101.01	50.32	**	< 0.001
試験時間×保存処理×塗装面	17.82	12	1.49	0.74		0.701
試験時間×保存処理×塗装の種類	102.92	24	4.29	2.14	*	0.034
試験時間×塗装面×塗装の種類	91.68	4	22.92	11.42	**	< 0.001
保存処理×塗装面×塗装の種類	129.40	12	10.78	5.37	**	< 0.001
誤差	48.17	24	2.01			
計	8521.79	125				

（注）* は $p < 0.05$、** は $p < 0.01$ をそれぞれ示す

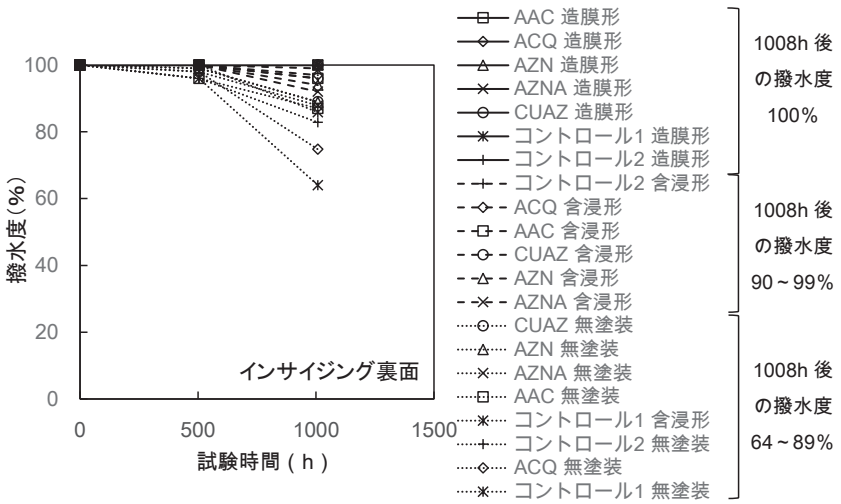


Fig. 4. 促進耐候性試験における撥水度の変化
（注 1）撥水度はインサイジング裏面のみ測定
（注 2）同薬剤は同一マーク、同塗装は同一線種　を示す

Table 6-3. 分散分析表（撥水度）

要因	平方和	自由度	分散	分散比	検定	P 値（上側）
試験時間	519.67	1	519.67	42.19	**	< 0.001
保存処理	171.15	6	28.53	2.32		0.102
塗装の種類	786.28	2	393.14	31.92	**	< 0.001
試験時間×保存処理	141.75	6	23.62	1.92		0.159
試験時間×塗装の種類	421.56	2	210.78	17.11	**	< 0.001
保存処理×塗装の種類	195.97	12	16.33	1.33		0.316
誤差	147.80	12	12.32			
計	2384.19	41				

（注）**は $p < 0.01$ を示す

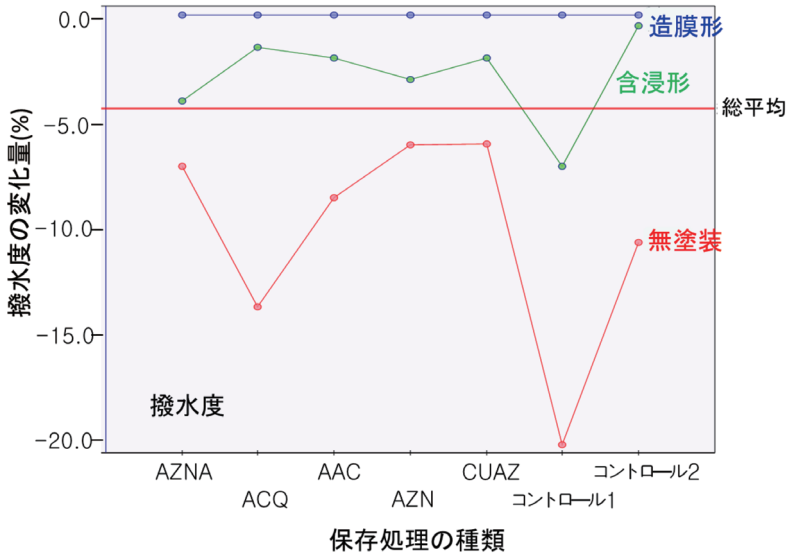


Fig. 5. 保存処理の種類と塗装の種類の 2 因子交互作用グラフ（撥水度）

Table 7. 銅系薬剤の溶脱性に及ぼす塗装の効果

塗装の種類 / 薬剤の種類	木粉 1g あたりの Cu 残存量（mg）					
	造膜形		含浸形		無塗装	
	表層	内層	表層	内層	表層	内層
ACQ	11	9.0	16	12	7.1	8.4
CUAZ	4.6	4.8	3.4	4.8	3.2	4.2
無処理	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

内層部にかかわらず Cu 量は ACQ 処理区＞ CUAZ 処理区であった。製材の JAS（JAS 1083：2019）における K4 相当の保存処理では、ACQ は銅・アルキルアンモニウム化合物として 5.2 kg/m^3 以上、CUAZ では銅・シプロコナゾール化合物として 2.0 kg/m^3 以上の吸収量基準を満たしていることが求められる。木材保存剤の品質が規定されている JIS K 1570：2013（日本規格協会 2013）によると、ACQ（JIS K 1570 では ACQ-1 に相当）の有効成分である CuO と BKC（*N*-アルキルベンジルジメチルアンモニウムクロリド）の配合比（質量分率）は CuO 53 ～ 59％に対して BKC が 41 ～ 47％、有効成分の合計量が 16％以上とされている。一方、CUAZ の有効成分である CuO とシプロコナゾールの配合比は CuO 98.6 ～ 99％に対してシプロコナゾール（α-(4-クロロフェニル)-α-(1-シクロプロピルエチル)-1H-1，2，4-トリアゾール-1-エタノール）は 1.0 ～ 1.4％、有効成分の合計量が 11％以上とされている。これらの吸収量基準と有効成分の配合比の差により、同じ銅系薬剤であり同じ保存処理性能区分であっても、ACQ 処理区と CUAZ 処理区とで Cu 量に大きな差が生じたと考えられた。

次に各塗装区における Cu 量の比較について述べる。無塗装区では ACQ、CUAZ 処理ともに Cu 量は表層部＜内層部となった。薬剤を木材に処理した場合、木材の外部から薬剤が浸透していくため表層部の方が内層部よりも薬剤量が多くなる、つまり Cu 量は表層部＞内層部である。今回の試験片は薬剤処理・乾燥後に全て表面をプレーナーがけしたため、最も Cu 量が多い表層部分が欠損した状態であった。無塗装区では 1008 時間の耐候性試験により、撥水度が ACQ 処理では 75％、CUAZ 処理では 89％に低下しており、耐候性試験時の水スプレーにより Cu が溶脱により表層部から減少し、表層部＜内層部となったと考えられる。一方、造膜形塗装区では Cu 量は ACQ 処理では表層部＞内層部、CUAZ 処理では表層部と内層部がほぼ同量であった。造膜形塗装区では 1008 時間の耐候性試験後も、すべての保存処理区で撥水度が 100％を保っており（Fig. 4）、塗膜の保護により ACQ、CUAZ 処理ともに Cu の溶脱が抑えられたと考えられる。含浸形塗装区では ACQ 処理で表層部＞内層部、CUAZ 処理で表層部＜内層部であった。1008 時間の耐候性試験後の撥水度は ACQ 処理で 97％、CUAZ 処理で 96％と僅かに低下しており、ACQ、CUAZ 処理ともに無塗装区より少量ではあるが含浸形塗装区でも Cu が溶脱したと考えられる。上述のとおり、Cu 量は耐候性試験前の時点で、ACQ 処理が CUAZ 処理よりも約 2 倍多く含まれているため、ACQ 処理では耐候性試験後でも表層部＞内層部であったが、CUAZ 処理は表層部＜内層部という結果となったと推察される。

以上のことから、塗装により薬剤溶脱が抑えられることが明らかとなり、保存処理により塗装の性能が向上するだけでなく、塗装の撥水効果により保存処理薬剤の溶脱を抑える、保存処理と塗装との相乗効果が示唆された。

3.3 保存処理と塗装との相性評価

各試験において、保存処理と塗装の種類との関係を検討した結果、1008 時間の耐候性試験においては、色差に関してはいずれの保存処理においても造膜形塗装が高い色差抑制効果を示した（Fig. 1）。一方、光沢度に関しては造膜形塗装では光沢度の低下がほとんどなく、特に銅系薬剤の ACQ と CUAZ ならびに AZNA は造膜形、含浸形ともに光沢度の変化がほとんど認められなかった（Fig. 3）。撥水度に関しては、無処理及びすべての保存処理において造膜形塗装が 100％の撥水度を保った。また含浸形塗装ではすべての水溶性木材保存剤と含浸形塗装との相性は、それらの対照区であるコントロール 1（水浸漬）との相性よりも良いという結果を得た。

以上の結果から、今回用いたすべての保存処理材に

対して造膜形塗装が色差、光沢度、撥水度の観点から相性が良いことが明らかとなり、保存処理と塗装の相乗効果が認められた。なお、実使用を考えた場合、塗り替え時には造膜形塗装は塗膜の剥離作業が必要になるため、長期使用を想定するケースでは、塗り替え頻度は増えるが含浸形塗装も選択が可能と考えられる。今後、本研究の成果が活用され、美観を維持しつつ長持ちする外構部材が広く提供されることを期待したい。

謝　辞

インサイジング加工を実施いただきました佐々木木材防腐（株）、スギ材をご提供くださいました（国研）森林研究・整備機構　森林総合研究所　木材加工・特性研究領域の山下香菜・主任研究員、材料の切削加工を実施いただきました同研究領域木工室　普入二郎室長、下澤茂樹室員に深謝いたします。本研究は平成 30 年度 CLT 等新たな木質建築部材利用促進・定着委託事業「大径材原木を活かす高機能建築材料の研究・開発」（受託元：日本木材防腐工業組合）において実施しました。

引用文献

Comité Européen de Notmalisation (2018) Paint and varnishes – Coating materials and coating systems for exterior wood- Part 6: Exposure of wood coatings to artificial weathering using fluorescent UV lamps and water, EN 927-6:2018.

土居　修一（2016）木材保存剤の変遷と今後の有り方－木造住宅の基準・仕様書・工法などとのかかわりで－. 木材保存, 42 (5), 242-258.

石川　敦子・片岡　厚・川元　スミレ・松永　正弘・小林　正彦・木口　実（2014a）塗装木材に関する屋外暴露試験と促進耐候性試験の相関. 木材保存, 40 (2), 55-63.

石川　敦子・片岡　厚・川元　スミレ・松永　正弘・小林　正彦・木口　実（2014b）塗装木材に関する屋外暴露試験と促進耐候性試験の相関（II）－ L^*, a^*, b^* 値と光沢度の変化－. 木材保存, 40 (5), 216-224.

岩崎　克己（2003）我が国における CCA 木材保存剤の開発とその処理木材市場の盛衰の技術的背景. 木材保存, 29 (2), 192-216.

金井　徹（2009）エクステリア市場の現状と木製エクステリア. 木材保存, 35 (3), 96-101.

片岡　厚（2017）木材の気象劣化と表面保護－気象劣化のメカニズム－. 木材保存, 43 (2), 58-68.

片岡　厚・石川　敦子・小林　正彦・松永　正弘・松永浩史・木口　実（2015）スギ製遮音壁の耐候性－保存薬剤注入処理による塗装耐候性向上効果－. 木材保存, 41 (2), 62-70.

木口　実（1996）“住宅部材安全性能向上事業報告書（木製サッシ塗装技術開発事業）”.（財）日本住宅・木材技術センター, 86-92.

喜多山　繁（2009）木製遮音壁の開発と普及. 住宅と木材, 32, 14-19.

「木製道路施設の耐久設計・維持管理指針策定のための技術開発」研究チーム（2010）“木製防護柵・遮音壁の耐久設計と維持管理指針（案）”, 森林総合研究所第 2 期中期計画成果, 10, 1-53.

桃原　郁夫（2018）木材保存剤及び保存処理方法の多様化と今後. 木材保存, 44 (3), 176-179.

（財）日本住宅・木材技術センター（1998）“マニュアル作成事業報告書（木材保護着色塗料品質評価）”. 117pp.

日本規格協会（1999a）“塗料一般試験方法－第 4 部：塗膜の視覚特性－第 6 節：測色（色差の計算）”. JIS K 5600-4-6:1999.

日本規格協会（1999b）“塗料一般試験方法－第 4 部：塗膜の視覚特性－第 7 節：鏡面光沢度”. JIS K 5600-4-7:1999.

日本規格協会（2008）“塗料一般試験方法－塗膜の長期耐久性　第 8 節：促進耐候性（紫外線蛍光ランプ法）”. 日本産業規格 JIS K-5600-7-8:2008.

日本規格協会（2013）木材保存剤. 日本産業規格, JIS K 1570:2013.

日本木材防腐工業組合（2015）“屋外空間における木材利用ハンドブック”. 78-79.

（社）日本木材保存協会（2008）“木製外構材のメンテナンスマニュアル”. 38-39.

芝本　武夫（1985）“木材保存の歩みと展望”.（社）日本木材保存協会, 3-126.

鈴木　憲太郎（2000）第 5 章　防除処理. “シロアリと防除対策”,（社）日本しろあり対策協会, 234-267.

製材の日本農林規格（2019）農林水産省告示第 1920 号.

山田　秀（2004）“実験計画法　－方法編－基盤的方法から応答曲面法, タグチメソッド, 最適計画まで”. 日科技連, 293pp.

吉野　安里・柴田　直明（2003）エクステリア部材の耐候性－防腐処理の耐候性への影響－. 日本木材加工技術協会年次大会講演要旨集, 21, 48-49.

Verification on Synergy Effect between Wood Preservation and Coating in Outdoor Use

Wakako OHMURA [1)]*, Atsuko ISHIKAWA [1)], Yuko ITOH [2)], Toshiro HARADA [3)], Hironari OKI [4)], Seiichi YASUI [5)], Akio YAMAGUCHI [6)], Tamao MORITA [6)], Yoshiaki SUGAI [7)], Tomoaki SHIGEYAMA [7)], Yuichi AKAHORI [8)], Daisuke TEDUKA [9)], Chikai IGARASHI [9)] and Tokio SEKIZAWA [10)]

Abstract

Long-term durability and aesthetic design are two highly desirable traits for outdoor-use wooden products and facilities. In this study, Sugi heartwood specimens treated with wood preservatives (AAC, ACQ, CUAZ, AZNA, AZN) were further finished with coatings (film forming type, penetrating type) and subjected to artificial weathering using fluorescent ultraviolet lamps and water (EN 927－6). The weather resistivity of the specimens was then evaluated by examining changes in color, gloss, and waterproof properties. Wood preservatives after weathering were also analyzed both in the outer and inner parts of the specimens. Change in color and decreases in water repellency of the coatings with wood preservatives were found to be lower than in untreated specimens, indicating that the performances of the coatings were enhanced in the presence of the wood preservatives. Leachability of the wood preservatives was found to be reduced with coatings, implying that the wood preservatives also benefitted from being used in conjunction with the coatings. The researchers therefore conclude that wood preservatives and coatings have a synergistic effect for long-term preservation and weatherproofing of wooden materials kept outdoors, when used together.

Key words: wood preservation, coating, outdoor use

Received 7 August 2019, Accepted 12 March 2020
1) Department of Wood Improvement, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)
2) Department of Forest Soils,FFPRI
3) Principal Research Director,FFPRI
4) Gen Gen Cooperation
5) Tokyo University of Science
6) Koshii & Co., Ltd.
7) Xyence Co., Ltd.
8) Dainihon Wood-Preservation Co., Ltd.
9) Kanematsu Sustech Cooperation
10) Japan Wood Preservation Industry Association
* Department of Wood Improvement, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 JAPAN; e-mail: murasan@ffpri.affrc.go.jp

論　文（Original article）

ダイバーシティを高めた状態での共同作業がもたらす意識変容傾向とその過程 ―山中湖村演習林を対象とした東京大学と女子美術大学の合同演習における調査―

高山 範理[1)*]、藤原 章雄[2)]、横山 勝樹[3)]、齋藤 暖生[2)]、下田 倫子[3)]、後藤 晋[2)]

要旨

本研究では、多様性（ダイバーシティ）度合の高い二集団でアクティブ・ラーニング式の演習を行った場合に、その効果や参加者の意識変容に生じる変化、変化の過程について明らかにすることを目的とした。得意分野や特性の大きく異なる東京大学（総合大学）および女子美術大学（芸術系大学）の学生（計 20 名）を対象として、山梨県山中湖村にある東京大学富士癒しの森研究所にて宿泊型の合同演習を開催した。基本的情報を把握するため、①演習前にプロフィール調査を行い、意識変容について調べるため、②演習前後で環境観、自己効力感、安定感の調査を実施し比較した。③演習後の参加者の感想を選択法およびナラティブデータとして記録し、特に後者については変容過程の把握のために別途整理した。

分析の結果、ほとんどの参加者は合同演習を好意的に捉えていた。意識変容の面では、環境観については全体および女子術大学で有意に低下していたが、合同演習を通じて実際の自然環境に触れたことで観念的な環境の捉え方に変化があったことなどが考えられた。自己効力感、安定感には有意差はなかったが、大学毎に変化の方向が異なっているなどそれぞれに意識変容の傾向が確認された。一方、変容過程については、他大学の学生に対する当初のイメージが共同作業等によって変容していくとともに、考え方や特技の相対化を通じて自己や同じ大学の学生の特性や価値が再発見されていた。

キーワード：ダイバーシティ推進、アクティブ・ラーニング、意識変容、地域づくり

Ⅰ．はじめに

昨今、多様性を意味する「ダイバーシティ」という言葉が日本の組織において市民権を得て久しい。特に民間企業においては、企業経営における常識的な言葉のひとつとして使われている。個々人の多様性が意見の多様性として組織の中に存在することで、結果的に企業の強靭性やパフォーマンスを高めるからである（マーサージャパン 2008）。組織のダイバーシティとパフォーマンスの因果関係については海外の先進的な取り組みの結果などから明らかにされており、人口減少や価値観の多様化が進む我が国においても、多様な年齢構成、性別、人種・民族性、婚姻の有無、そしてそれらが生み出す、個性、価値観、物事に対する姿勢、信念といったダイバーシティがもたらす効果を積極的に企業経営に結び付けようとする動きが広がっている（谷口 2005）。法制度や社会体制においても男女共同参画社会基本法（1999 年成立）、次世代育成支援対策推進法（2003 年成立）や女性活躍推進法（2015 年成立）などが施行されたことと前後して、各組織においても男女共同参画やワーク・ライフバランス、若手や女性のキャリア形成の支援を行う体制づくりが進められているが、一方でこの新しい概念の急激な拡がりが当事者たちの戸惑いを生み出している。たとえば、これまで男性社会で年長者ほど能力も見識も高いという常識の中にいた中高年男性の多くはこの変化に戸惑いを隠せず（山口 2018）、また機会を与えられたかのように思われる女性であっても、これまでの仕事や出産、育児、介護、家事に加えて管理職への昇進や組織マネジメントへの貢献をこれまで以上に求められることになり、その結果、悩み、怒り、苦しんでいることが報告されている（奥田 2018）。このような状況の下、学術分野においても女性の活躍促進を主軸としてダイバーシティ推進の機運が高まっており、男女共同参画学協会連絡会を中心に活発な取り組み・啓発活動が行われている（野呂 2011）。奈良崎（2016）によると平成 18 年度には約 12% であった女性研究者の割合は、10 年後の平成 27 年には約 15% に上昇するなどゆっくりと増加しつつある。しかし、欧米各国に比較するとまだまだ低水準であり、今後の学会、各組織でのさらなる取り組みが必要なことが指摘されている。

またここで、各組織におけるダイバーシティの度合を円滑に高めていくためには、その前提となる社会のダイバーシティに対する受容態勢を涵養しておくことが有効であり、ここに幼児期から青年期にかけてのダ

原稿受付：令和元年 10 月 28 日　原稿受理：令和 2 年 3 月 31 日
1) 森林総合研究所 企画部
2) 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林
3) 女子美術大学芸術学部デザイン・工芸学科
* 森林総合研究所 企画部　〒 305-8687 茨城県つくば市松の里 1

イバーシティ教育の重要性が認められる。実際に、小学生を対象としたダイバーシティ教育の状況や教員の意識について調べた研究（渡邉ら 2017，深田ら 2018）、海外の事例との比較研究（竹下ら 2019）、大学でもLGBT の学生支援の状況と支援の方向性についての提言伊藤ら（2018）がなされているが、それらに通底しているのは、ダイバーシティ＆インクルージョン（外面・内面の属性にかかわらず、個々人を尊重し、認め合い、良いところを包摂し活かすこと）に関する教育を構成員全体に対して行うことが重要だという認識である（森 2018）。この点について、前川ら（2015）によると、ダイバーシティについて学び、対応していくためには、①違いをみとめる（違いの存在の認識）、②価値観を知る（異なる価値観への理解）、③あり方を定める（ダイバーシティへの向き合い方）、④やり方を変える（行動を変容させる）の 4 段階のアプローチが有効とのことである。もし大学等の教育機関における学習にて、このようなエッセンスを盛り込むことができれば、時間を経るに連れ、今後の社会全体におけるダイバーシティ推進への歩みは大きく進むことになるだろう。しかし前川らの理論を効率的に吸収するためには学習方法を慎重に選択することが必要になる。

一方、教育方法・内容についても重要である。これまで日本の教育現場では、知識を詰め込むことが求められる風潮にあったが、近年になって、アクティブ・ラーニングといわれる教育手法（能動的に学ぶことによって認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験を含めた汎用的能力の育成を図る手法）が国内の大学でも広く取り入れられるようになった。たとえば、自然体験教育プログラムの教育効果を調べた二宮・今井（2018）や、環境問題の学習にアクティブ・ラーニングを取り入れた荒井（2019）、地域貢献を目的としたグラフィックデザイン演習に取り入れた田中・林田（2019）など、アクティブ・ラーニングの有効性についてはこれまで多くの研究によって指摘されている。また、ダイバーシティ＆インクルージョンについての学習体験にアクティブ・ラーニングを活用し、その有効性を示した報告（柳川 2014）もある。

さらに、アクティブ・ラーニングを合理的に実施するためには、参加者間の意見交換や交流が円滑に行われる環境で実施されることが望ましい。その点について、森林環境内で活動を行うと、普段みられないような意見交換や相互交流が多く生じるとする上原ら（2017）の報告があることから、自然環境に恵まれた環境にてアクティブ・ラーニングを実施することで、ダイバーシティの高い参加者の間でのふれあいが、より効果的に行える可能性がある。また、今回のような学習体験を行う場合、ある程度外部から隔離され、敷地内に宿泊施設や演習施設を有し、豊かな自然に囲まれた大学の演習林はその格好の実施場所となる可能性がある。一方、ダイバーシティを主題として学習体験における効果等について議論するためには、基本的に振れ幅が大きい個々人のダイバーシティについて扱うよりも、たとえば、職業や年齢などのある程度共通した基盤を統制した上で、群としてある程度それぞれの特性（たとえば、嗜好性、知識・経験など）が明確に異なる集団を対比して、ダイバーシティを高めた状態での共同作業がもたらす効果についてその糸口を確認するのが合理的に思われた。

したがって、本論では、異質性の高い二集団を構成する個人が同所的に存在していることをダイバーシティが高い状態と捉えた上で、特性の大きく異なる二集団において合同演習を行った場合の教育的効果について検討するため、①集団毎にこれまでの自然体験について把握した上で、自然や森林に囲まれ、希望すれば容易にそれらに触れられる大学の演習林内の施設にて、アクティブ・ラーニング式の合同演習を行った場合の②全体および集団毎の感想について調べる。また、さらにそのような感想をもたらした合同演習による③意識変容の有無・程度、および④変化の過程について全体および集団毎に整理することを研究の目的とし、ダイバーシティを高めた状態での共同作業がもたらす意識変容の傾向とその過程を調べるという仮説導出型かつ探索型のケーススタディ研究を行った。

Ⅱ．研究方法

本調査は東京大学と女子美術大学の合同演習を対象として行われた。合同演習は、元々東京大学の学部向けの演習（東京大学全学体験ゼミナール「癒しの森と地域社会」）であったが、そこに女子美術大学の学生が参加する形で行われた。演習の目的は山中湖村の地域づくりについてのアクティブ・ラーニング式の演習（学生が主体的に授業に参加する学習形態で、教員が一方的に教科書を読んだり説明をしたりする授業とは異なり、グループディスカッションやグループワークなどがメインとなる）を開催することで、両大学の学生で構成された班毎に住民への聞き取り調査から、地域づくりについてのアイディアの考案、発表までを二泊三日で行った。なお、両校を調査対象とした理由は、Table 1 に示したように大学の専門性、男女構成、立地、学生の特技などにおいて大きく異なっており、事前の聞き取り調査においてもお互いに普段の学生生活ではあまり接点がないことが確認できたため、アクティブ・ラーニング式の演習を行うことで、お互いの価値観等の異同について、より深い実感が期待できるのではないかと考えたことによる。

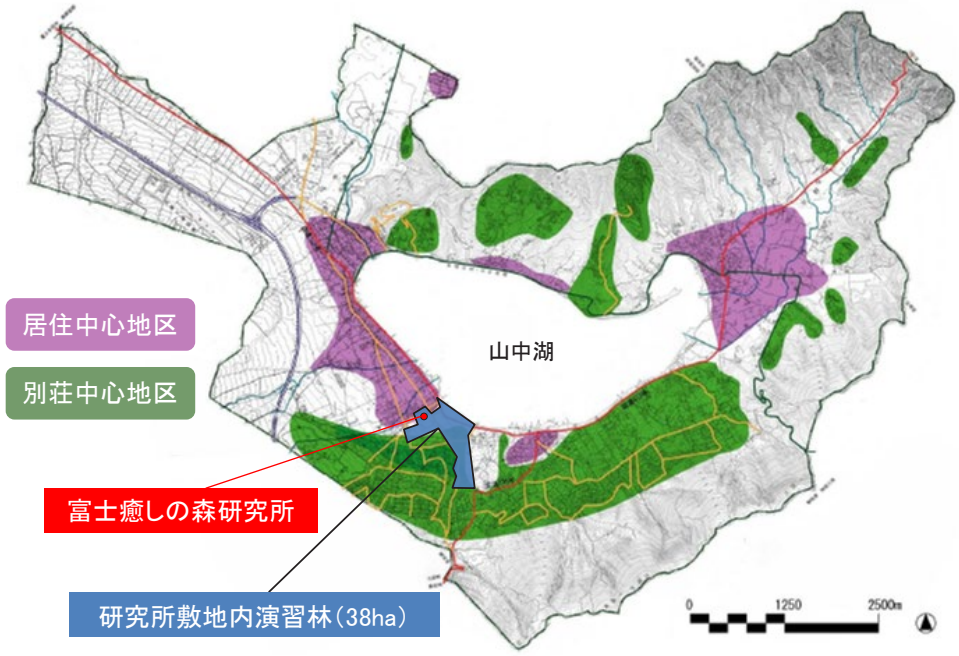
1）調査地

合同演習の対象地は山梨県南都留郡山中湖村山中区の梁尻通り周辺とした。また、参加した学生および教員、

Table 1. 女子美術大学と東京大学の特徴

	女子美術大学	東京大学
専門性	芸術系大学(芸術学部・短期大学部)	総合大学(11学部(教養学部を含む))
男女比	女子学生(全員)	男子学生約8割・女子学生約2割
立地	郊外部(相模原・杉並区)	都心部(文京区・目黒区)
強み	デザイン・表現	論理・科学
学生数(人)	2,472(芸術学部)+382(短期大学部)*	14,058(男子11,351・女子2.707)*

*令和元年5月時点



山中湖村都市計画マスタープラン(平成16年)を改変して作成
http://www.vill.yamanakako.lg.jp/docs/2013031500034/

Fig. 1. 調査地位置図

調査者らは、全て山中湖湖畔に所在する東京大学附属演習林富士癒しの森研究所の敷地内にある山中寮内藤セミナーハウス（以降、“セミナーハウス”とする）にて打ち合わせや議論、作業を行うとともに、全員、同施設に設置されたレストランや宿泊施設を利用した（Fig. 1）。

2）調査対象者

調査対象者は東京大学教養学部の2年生（19.4 ± 0.73歳）の学生7名（男性5名、女性2名）、女子美術大学芸術学部の2、3、4年生（20.2 ± 0.77歳）の学生13名（女性13名）の計20名（男性5名、女性15名）であった（Table 2）。それぞれの大学には事前に主催側で著者のひとりでもある東京大学の教員が訪問し、引率教員や参加学生に対して事前説明会を行い、演習の目的や期間中のスケジュールを説明し、当日を迎えるに当たって教員や調査対象者となった学生らが抱いている疑問点・不安な点をできるだけ解消できるように配慮した（以降、東大生、女子美生とする。）。

なお、本研究では職業（大学学部生）や年齢、言語を両大学の学生に共通した基盤として想定し、両大学の学生間で明確に異なる特性（本論でダイバーシティの度合いを高めるために想定した項目）としてTable 1に記載の項目（専門性、男女比、立地、強み、学生数）以外にも、嗜好性、知識・経験、所有する技術、集団内の価値観等の項目を想定した。

3）演習スケジュール

調査対象者らは、初日（6月29日（金））に講義等が終了した後にセミナーハウスに集合し、自己紹介等を行ったあとで解散した。その後、二日目（6月30日（土））の早朝に、演習全体のオリエンテーションを行いつつ、富士癒し森研究所敷地内の演習林を調査者らのガイドの下に見学した。朝食後から実質的な演習を開始し、山中湖村山中区の梁尻通り周辺を中心とした地域振興策について班毎に現地調査、聞き取り調査、振興策の企画・立案、資料作成、発表までを行った。

Table 2. 大学・性別毎の調査対象者の人数, 年齢

	調査対象者（人）	平均年齢（歳）	標準偏差（歳）
女子美術大学	13	20.2	0.77
男性	0	-	-
女性	13	20.2	0.77
東京大学	7	19.4	0.73
男性	5	19.4	0.80
女性	2	19.5	0.50
全体	20	19.9	0.83

Table 3. 合同演習のスケジュール

日付	時間帯	内容
2018/6/29（金）	夜	山中寮内藤セミナーハウス集合（「演習前」に回答済みの調査票を回収）
		自己紹介等
		就寝
2018/6/30（土）	朝	朝の散策を兼ねた富士癒しの森研究所の森林見学（朝食前）
		朝食
		現地視察
		班別聞き取り調査（役場、住民A、住民B、散策利用者等を対象）
	昼	昼食
		午後1:紙資料作り（配布用レジュメ）
		午後2:各班報告:全員で課題の全体像を把握する
	夜	夕食
		班別演習（チームごとにアイデアを練る）
		就寝
2018/7/1（日）	朝	朝食
		班別演習（チームごとにアイデアを練る）
		班別プレゼン準備（スライド/ポスター/寸劇　その他アイデア次第）
	昼	昼食
		午後:13:00から　住民を招いてのアイデア発表会、意見交換
		講評
		ふりかえり（「演習後」の調査を実施し、後に調査票を回収）
		15:00：解散

すべてのスケジュールを終えた後、最終的に三日目（7月1日（日））の15時頃解散した。演習の具体的なスケジュールと様子をTable 3およびPhoto 1に示す。

4）調査方法

本研究では演習林における自然体験活動と地域や集団における社会体験活動の両者を包含した総合的な体験活動を対象として調査を行う。調査対象者の基本的情報を把握するため、①演習前に各大学の教員に依頼してアンケートを行った。演習に来る前（演習前）の自宅等にて回答してもらい、自然および森林に対する好みや興味、知識、体験頻度などについて記載を求め、当日の集合時に回収した。また、意識変容については複数の観点からの測定が可能だが、今回の研究のような枠組みでダイバーシティのもたらす意識変容について調べた研究はほとんどない。そこで今回の研究では、比較検討のためにも手始めとして他分野であっても既往研究で用いられていること、信頼性・妥当性を具備した日本語の調査票が開発されていることなどを判断基準として、環境に対する価値観（環境観）、調査対象者自身の自己効力感、心理的な安定感の三つの側面から調べることとした。そこで、②環境観、自己効力感、安定感を調べることの可能な調査票を演習前後（同じく演習前に配布して集合時に回収（演習前）。演習が全て終了した後に配布して回収（演習後））で配布し調査対象者に回答を求めた。環境観を調べるために、Dunlap and Liere（1978）が開発し高山（2007）が日本語版を作成したNew Environmental Paradigm日本語版（12項目・7件法；以降、NEPとする）を使用した。また、自己効力感（Self-efficacy；何らかの行動をきちんと遂行できるかどうかという予期のこと）についてはBandura（1977）およびBandura ら（1985）が提唱した理論であり、それに基づいて坂野・東條（1986）が開発したGeneral Self-Efficacy Scale日本語版（16尺度・2件法・i. 行動の積極性、ii. 失敗に対する不安、iii. 能力の社会的位置づけの三つのサブカテゴリを有


初日：集合時点　学生間に距離感がある


二日目：早朝　演習林内の森林見学（オリエンテーション）


二日目：聞き取り調査（1）共同で地域住民への質疑


二日目：聞き取り調査（2）徐々に緊張がほぐれる


レクリエーション等によりコミュニケーションが進む


三日目：徐々に一体感をもって取り組むように


三日目：議論の取りまとめを模造紙等に整理


三日目：グループ毎に今回の成果を発表・共有

Photo 1. 合同演習の様子

する；以降、GSES とする）を測定に用いた。さらに、元々は主観的な回復感を調べる指標として Korpela ら（2008, 2010）によって開発された調査指標で、藤澤・高山（2014）によって日本語版が作成された Restorative Outcome Scale（6 尺度・7 件法；以降、ROS とする）を今回の調査では心理的な安定を調べる指標として用いることとした。さらに、③参加者の演習の感想を把握するために、演習がすべて終了した後に選択法（共同作業の意義、次回の参加意思、全体的な良し悪し）および自由記述（ナラティブデータ）による調査票を配布し、調査対象者に回答を求めた。

5）分析方法

調査がすべて終了した後、前述の①基本的情報については Table 4 のように全体および大学別に整理した。②意識変容については、指標毎に表（Table 6 ～ Table 8）に整理した後、分析対象となったデータの性質に応じてウィルコクソンの符号順位検定またはマン・ホイットニーの U 検定にて比較検定を行った。また、③演習後の感想については、選択法による結果を Table 5 として整理し、自由記述によるナラティブデータについては Fig. 2 として構造的な整理を行った。

Ⅲ．結果

1）自然および森林に対する好み・興味・知識・体験頻度

分析の結果を Table 4 に示す。

・自然および森林に対する好み

自然および森林に対する好みについては、全体として、約 80% の調査対象者が「非常に好き」「好き」「やや好き」としていた。両校の比較では、「非常に好き」とした学生の割合が相対的に東大生の方で高く（42.9%）、女子美生の方で低かった（9.1%）。また、両

Table 4. 演習前アンケートの整理結果

自然および森林に対する好み

経験①	非常に好き	好き	やや好き	どちらでもない	やや嫌い	嫌い	非常に嫌い
全体	22.2%	33.3%	22.2%	22.2%	0.0%	0.0%	0.0%
女子美術大学	9.1%	36.4%	18.2%	36.4%	0.0%	0.0%	0.0%
東京大学	42.9%	28.6%	28.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

自然および森林に対する興味

経験②	非常に興味がある	興味がある	やや興味がある	ほとんどない	全くない
全体	22.2%	55.6%	16.7%	5.6%	0.0%
女子美術大学	18.2%	54.5%	27.3%	0.0%	0.0%
東京大学	28.6%	57.1%	0.0%	14.3%	0.0%

自然および森林に対する知識

経験③	非常に知識がある	ある程度知識がある	どちらでもない	あまり知識がない	知識がない
全体	0.0%	16.7%	38.9%	44.4%	0.0%
女子美術大学	0.0%	9.1%	36.4%	54.5%	0.0%
東京大学	0.0%	28.6%	42.9%	28.6%	0.0%

野外で遊んだ頻度（小学校低学年）

経験④-1	ほぼ毎日	週の半分	週に1,2回	月に1,2回	ほとんどない
全体	27.8%	44.4%	11.1%	16.7%	0.0%
女子美術大学	36.4%	45.5%	9.1%	9.1%	0.0%
東京大学	14.3%	42.9%	14.3%	28.6%	0.0%

野外で遊んだ頻度（小学校中学年）

経験④-2	ほぼ毎日	週の半分	週に1,2回	月に1,2回	ほとんどない
全体	27.8%	27.8%	27.8%	11.1%	5.6%
女子美術大学	36.4%	27.3%	27.3%	9.1%	0.0%
東京大学	14.3%	28.6%	28.6%	14.3%	14.3%

野外で遊んだ頻度（小学校高学年）

経験④-3	ほぼ毎日	週の半分	週に1,2回	月に1,2回	ほとんどない
全体	22.2%	16.7%	22.2%	27.8%	11.1%
女子美術大学	27.3%	9.1%	36.4%	18.2%	9.1%
東京大学	14.3%	28.6%	0.0%	42.9%	14.3%

野外で遊んだ頻度（中学校）

経験④-4	ほぼ毎日	週の半分	週に1,2回	月に1,2回	ほとんどない
全体	11.1%	5.6%	22.2%	27.8%	33.3%
女子美術大学	18.2%	0.0%	9.1%	27.3%	45.5%
東京大学	0.0%	14.3%	42.9%	28.6%	14.3%

野外で遊んだ頻度（高校）

経験④-5	ほぼ毎日	週の半分	週に1,2回	月に1,2回	ほとんどない
全体	0.0%	5.6%	27.8%	22.2%	44.4%
女子美術大学	0.0%	9.1%	18.2%	9.1%	63.6%
東京大学	0.0%	0.0%	42.9%	42.9%	14.3%

全体：n=20, 女子美術大学：n=13, 東京大学：n=7

校で「好き」および「やや好き」とした割合はほぼ同じであったが、東大生では「どちらでもない」とした調査対象者はいなかったのに対して、女子美生の方では回答者の 1/3 以上（36.4%）を占めていた。

・自然および森林に対する興味

自然および森林に対する興味については、全体として、約 95% の調査対象者が「非常に興味のある」「興味がある」「やや興味がある」としていた。両校の比較では、東大生（28.6%）の方が女子美生（18.2%）よりも「非常に興味がある」としていた割合が高かったが、「やや興味がある」までを含めると、女子美生が 100% であったのに対して、東大生は約 86% と女子美生の調査対象者の方が相対的に興味を有していた。

・自然および森林に対する知識

自然および森林に対する知識については、全体として「あまり知識がない（44.4%）」「どちらでもない（38.9%）」との回答が多く、「ある程度知識がある（16.7%）」がそれに続いた。また、「非常に知識がある」「知識がない」と回答した調査対象者はいなかった。両校の比較では、相対的に東大生の方で「ある程度知識ある（28.6%）」と回答した割合が高く、反対に女子美生の方で「あまり知識がない（54.5%）」として回答された割合が高いという結果になった。また、「どちらでもない」については、ほぼ同じ割合で回答されていた。

・野外で遊んだ頻度

野外で遊んだ頻度については、全体としては、小学校低学年から高学年までの期間に野外で遊んだ機会に恵まれたようである。特に低学年の時期ほど機会があり、中学生、高校生になるに連れ、その頻度も低下し、「ほとんどない」と回答する割合も増えていた。両校の比較では、小学校低学年から高学年まで一貫して女子美生の方がその頻度も高い。一方で、中学から高校にかけては、急激に女子美生は野外で遊ぶ頻度および機会が減ったのに対して、東大生については、野外で遊ぶ頻度こそ減ったものの「ほとんどない」と回答された割合は小学校中学年から高校までほぼ一定であった。

2）演習後感想

演習後の感想について整理した結果を Table 5 に示す

・他大学との共同作業について

他大学との共同作業について、全体としては「有意義だった（70%）」「やや有意義だった（30%）」という結果であった。両校の比較では、「有意義だった」と回答した東大生（85.7%）の割合が女子美生（61.5%）よりも高いという結果になった。

・次回への参加意思

次回への参加意思について、全体としては「とても興味がある（50%）」「興味がある（25%）」「やや興味がある（25%）」という回答が得られた。両校の比較では、「やや興味がある」と回答した割合は両校でほぼ共通していたが、「とても興味がある」と回答した東大生の割合（57.1%）が女子美生（46.2%）よりも高く、「興味がある」についてはその反対の結果であった。

・演習全体に対する感想

演習全体に対する感想として、全体としては「よかった（55.0%）」「ややよかった（40.0%）」との回答がほとんどであったが、一部に「どちらでもない（5.0%）」という回答がみられた。両校の比較においては、ほぼ同じような回答傾向であったが、女子美生の方で「どちらでもない（7.7%）」という回答がみられた。

3）意識変容

意識変容に関して整理した結果を Table 6 〜 Table 8 に示す。

・環境観

全体の結果として、環境観については演習前（59.3）よりも演習後（53.2）に有意（$p<0.05$）に低下していた（Table 6）。両校ともに、演習前より演習後に環境観が低下しており、女子美生については有意差（$p<0.01$）が確認できたが、東大生の方については有意差が確認さ

Table 5. 演習後の感想（選択式）の整理結果

他大学との共同作業について

感想①	有意義だった	やや有意義だった	どちらでもない	あまり有意義でなかった	有意義でなかった
全体	70.0%	30.0%	0.0%	0.0%	0.0%
女子美術大学	61.5%	38.5%	0.0%	0.0%	0.0%
東京大学	85.7%	14.3%	0.0%	0.0%	0.0%

次回への参加意思

感想②	とても興味がある	興味がある	やや興味がある	ほとんどない	全くない
全体	50.0%	25.0%	25.0%	0.0%	0.0%
女子美術大学	46.2%	30.8%	23.1%	0.0%	0.0%
東京大学	57.1%	14.3%	28.6%	0.0%	0.0%

合同演習全体に対する感想

感想③	よかった	ややよかった	どちらでもない	やや悪かった	悪かった
全体	55.0%	40.0%	5.0%	0.0%	0.0%
女子美術大学	53.8%	38.5%	7.7%	0.0%	0.0%
東京大学	57.1%	42.9%	0.0%	0.0%	0.0%

全体：n=20, 女子美術大学：n=13, 東京大学：n=7

Table 6. 環境観の比較結果

NEP 前後比較	前		後		p値	両側検定
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
全体	59.3	6.31	53.2	4.04	0.002	*
女子美術大学	60.7	5.29	52.7	4.16	0.003	**
東京大学	57.1	7.10	54.0	3.70	0.310	-

**:p<0.01, *:p<0.05, -:n.s., ウィルコクソンの符号順位検定

NEP 大学間比較	東京大学		女子美術大学		p値	両側検定
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
前	57.1	7.10	60.7	5.29	0.309	-
後	54.0	3.70	52.7	4.16	0.536	-

-:n.s., マン・ホイットニーのU検定

全体：n=18, 女子美術大学：n=11, 東京大学：n=7

Table 7. 自己効力感の比較結果

GSES全体 前後比較	前		後		p値	両側検定
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
全体	9.6	4.06	9.2	4.05	0.706	-
女子美術大学	8.9	3.94	8.5	3.53	0.477	-
東京大学	10.6	4.03	10.4	4.50	0.893	-

行動の積極性 前後比較	前		後		p値	両側検定
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
全体	4.6	2.09	4.3	1.99	0.374	-
女子美術大学	4.3	2.09	4.1	1.93	0.600	-
東京大学	5.1	1.96	4.6	2.06	0.500	-

失敗に対する不安 前後比較	前		後		p値	両側検定
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
全体	2.7	1.69	2.5	2.06	0.625	-
女子美術大学	2.4	1.61	1.9	1.93	0.345	-
東京大学	3.3	1.67	3.4	1.92	0.893	-

能力の社会的位置付け 前後比較	前		後		p値	両側検定
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
全体	2.2	1.36	2.4	1.34	0.142	-
女子美術大学	2.3	1.21	2.5	1.30	0.361	-
東京大学	2.1	1.55	2.4	1.40	0.180	-

-:n.s., ウィルコクソンの符号順位検定

GSES全体 大学間比較	東京大学		女子美術大学		p値	両側検定
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
前	10.6	4.03	8.9	3.94	0.436	-
後	10.4	4.50	8.5	3.53	0.295	-

行動の積極性 大学間比較	東京大学		女子美術大学		p値	両側検定
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
前	5.1	1.96	4.3	2.09	0.354	-
後	4.6	2.06	4.1	1.93	0.519	-

失敗に対する不安 大学間比較	東京大学		女子美術大学		p値	両側検定
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
前	3.3	1.67	2.4	1.61	0.250	-
後	3.4	1.92	1.9	1.93	0.150	-

能力の社会的位置付け 大学間比較	東京大学		女子美術大学		p値	両側検定
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
前	2.1	1.55	2.3	1.21	0.889	-
後	2.4	1.40	2.5	1.30	0.963	-

-:n.s., マン・ホイットニーのU検定

全体：n=18, 女子美術大学：n=11, 東京大学：n=7

Table 8. 安定感の比較結果

ROS 前後比較	前		後		p値	両側検定
	平均	標準偏差	平均	標準偏差		
全体	26.4	4.92	26.6	5.47	0.931	-
女子美術大学	25.7	4.49	27.1	5.57	0.477	-
東京大学	27.6	5.34	25.7	5.20	0.398	-

-:n.s., ウィルコクソンの符号順位検定

ROS 大学間比較	東京大学		女子美術大学		p値	両側検定
	平均	標準偏差	平均	標準偏差		
前	27.6	5.34	25.7	4.49	0.493	-
後	25.7	5.20	27.1	5.57	0.626	-

-:n.s., マン・ホイットニーのU検定
全体：n=18, 女子美術大学：n=11, 東京大学：n=7

れるには至らなかった。また、大学間の比較では、演習前および演習後ともに両校の得点に有意差は確認できなかった。

・自己効力感

全体の結果として、演習前後の比較において、有意差についてはどの指標についても確認できなかったが、「GSES 全体」と「行動の積極性」、「失敗に対する不安」についてはそれぞれ得点が低下し、「能力の社会的位置付け」については得点が上昇するという結果になった（Table 7）。また、演習前後の比較においては、両校ともほとんど全体と同傾向であったが、「失敗に対する不安」については、演習後に女子美生は得点が低下したのに対して東大生は上昇した。また、大学間の比較においては、演習前および演習後ともに両校の 4 指標の得点に有意差は確認できなかった。

・安定感

全体の結果としては、演習前後で得点はほぼ一致していた（Table 8）。また、両校の個別の傾向についてもほとんど変化がみられなかった。さらに、大学間の比較においては、演習前および演習後ともに両校の得点に有意差は確認できなかった。

4）変容過程

演習を通じた全体および両校生の変容過程について調べるため、演習後の自由記述（n=19）から得られたナラティブな情報を時系列および内容毎に整理し一覧としてまとめた（Fig. 2）。演習後内容について整理したところ、調査対象者らの回答は、演習以前に相手大学の学生について懐いていたイメージに関すること（事前のイメージ）、演習中に共同作業を通じて気づき、理解に至ったこと（共同作業による理解・気づき）、演習を終了して最終的に獲得したこと（結果）に分類（以降、カテゴリとする）された。それぞれのカテゴリの内部にはデータの意味内容によってサブカテゴリとして整理をおこなった。Fig. 2 の「事前のイメージ」からは、女子美生が東大生に対してやや偏ったまなざしを有していたこと、「共同作業による理解・気づき」からは、ワークショップでの共同作業を通じて、相互の違いや自分たちに対する気づきがなどが生じたこと、「結果」からは、そういった経験が最終的に自分自身への学び・変化や異なる特性を有する大学の学生や課題のクライアント（山中湖村の住民）および課題そのものに対する捉え方の変化、次回に同じような演習を開催した場合の参加希望などに繋がったことなど、カテゴリ内だけでなくカテゴリ間の結びつきについても把握可能となった。

Ⅳ．考察

1）自然および森林に対する好み・興味・知識・体験頻度

Table 1 に示したように、両校の学生の属性や特技、嗜好性等は大きく異なる。一方で、演習の舞台となった山中湖村や施設周辺の（自然）環境から受ける影響を含めて、総合的に合同演習の効果を検討するためには、あらかじめ両校の自然および森林に対する好み、興味、知識、それを形成した思われる体験頻度等に関した傾向についても把握しておくことが必要である。

今回の演習における調査対象者の特徴について整理すると、全体として、調査対象者らは自然および森林に対して好きかつ興味を持つ人が多いが、それらに対する知識については十分とは考えていない集団だったといえる。また、自然および森林に対する好みや興味が高かったのは、過去、特に小学生時代に野外で遊んだ頻度が高かったこととも無関係ではないものと思われる。一方、過去の経験があまり知識に繋がっていない理由として、都市部の場合には野外で遊んだことが公園や校庭であることも多いと思われ、その場合にはふれあいや遊びの形態も限られること、また、中高生時代には受験や成長による遊びの変化等のために全体的に野外で遊ぶ頻度が低下したことなどが考えられる。

一方、両校の比較として、女子美生においては、自然および森林に対する好みについて「どちらでもない」とする割合が高かった一方で、女子美生全員が自然や森林に「興味がある」としていた。ここで、半分以上の女子美生が自然および森林に対する知識が「あまりない」と回答していたことから、知識のなさゆえに自

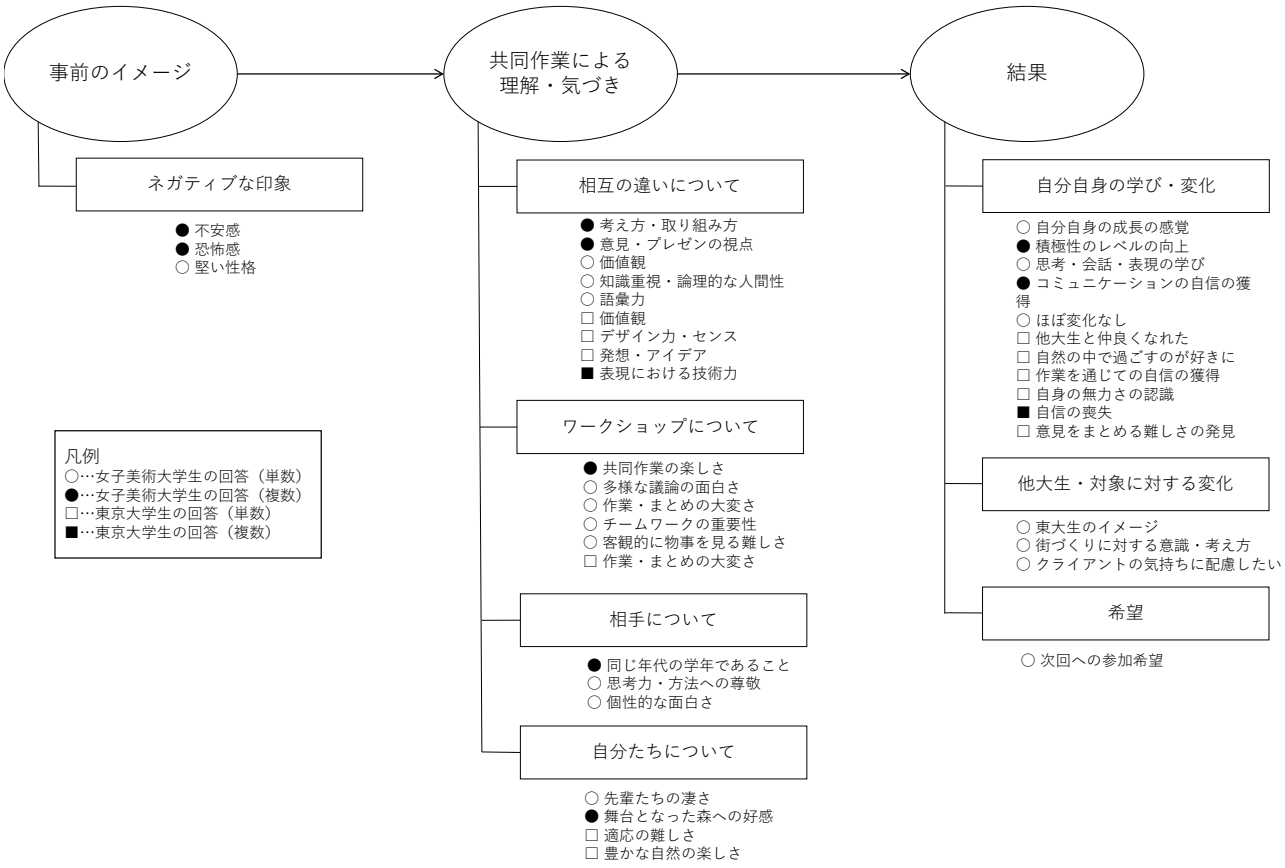


Fig. 2. 自由記述による回答の整理結果

然や森林に対して興味を懐いたが、好みについてはあまり明確に判断できなかったということだろうと思われる。これについては、野外で遊んだ頻度について女子美生の方では小学生時代は非常に高い頻度だったにも関わらず、中高生時代になると「ほとんどない」と回答する割合が急激に高まったことなどからも推察可能である。

さらに、東大生においては、自然および森林に対する好みも興味も「ある」と回答した人の割会が高く、知識についても「ある程度ある」とした割合が高かった。これについては、専門課程へ移行前の教養学部の演習ではあったが、元々自然や森林に対して関心の高い学生が当該演習を選択していたことなどが考えられた。また、調査対象者となった東大生は中高生時代にも野外で遊んだことが「ほとんどない」と回答した割合が低く（小学生時代に比してもほぼ一定であった）、日頃から自然や森林にふれる機会が多かったであろうことなどからも補完可能である。

2）演習後感想

演習全体に対する感想として、ほとんどの調査対象者が「よかった」または「ややよかった」と回答しており、合同演習自体についてはとても好意的に捉えられていたようである。また、結果的にそのように受け止められたことが、調査対象者の次回への参加意思を高めることに繋がったのではないかと思われる。一方で、他大学の学生との共同作業については、全ての調査対象者が「有意義だった」または「やや有意義だった」と回答しており、今回のような参加者のダイバーシティの度合いの高い合同演習であっても、一緒に聞き取り調査や現場調査を行ったり、議論したり発表へ向けた共同作業を行ううちに、自分自身にとっての有益な体験として感じてもらえる可能性が示された。

3）意識変容

一方、環境観、自己効力感、安定感などの価値観や心理的要因の変化について確認すると、環境観については、全体および女子美生の方で有意に低下しているが、東大生の変化がほとんどないことから、調査対象者全体で有意差が生じたのは女子美生の環境観の変化に由来するといってもよい。しかし、このことについては合同演習を行ったことにより、女子美生の環境に対する価値観が悪化したとして捉えない方がよいように思われる。元々、美大生である女子美生が東大生と比較して自然や森林に対して知識より感性を前面に出して向き合う価値観を有していたことも考えられるが、その一方で、環境観の測定に用いた NEP は環境保全に対する関心の高さや生態系中心主義的な価値観を把握

する指標であることから、Table 3 のスケジュールに示したように、二日目早朝にオリエンテーションとして管理履歴やその考え方、利用法等についてのガイド付きの森林見学を体験したこと、自由時間にまき割り体験や演習林内を散策したり、調査時に森林に囲まれた住宅を訪問したことなど、実際の自然および森林の中で様々な体験を行ったこと、また調査の一環で山中湖村の住民に聞き取り調査をした折に、自然環境のもたらす恵みだけでなく、冬の寒さや交通事情など農村・山村で暮らしていく厳しさなどを聞いたことなどにも起因しているのではないかと思われる。

この点について、たとえば Takayama et al.（2015）では、環境観（NEP を使用）、環境への関心、人間中心主義性、生態系中心主義性（それぞれ別の調査票を使用。詳細については Takayama et al.（2015）を参照のこと）の 4 つの観点から日本人学生とロシア人学生、および日本国内の 4 地域（いずれも調査対象者は学生）で自然環境に対する捉え方を比較している。またその結果から、ロシアでは NEP で測定された環境観の得点が、環境への関心や生態系を重視し、人間を中心に考えない特性と比例関係にあるが、日本ではその関係がみられず、むしろロシアとは反対に環境観の得点の高い地域で環境への関心や生態系を重視する特性が低い傾向にあることを指摘している。

さらに Takayama et al.（2015）では、この点について、国内の学生においては実体験を伴わなわず習得された教科書的な知識が抽象的な（NEP で測定可能な範囲における）環境観の得点を押し上げていることを教育システムの問題として指摘している。今回についても、人が立ち入ったり利用したりせず、盲目的に環境を保護することが大事だといった女子美生が平均的に有していた環境に対する価値観（＝環境観）が、演習そのものや（管理履歴や管理の考え方についての説明付きの）森林見学等の活動を通じて、保護するだけでは不十分であることを学んだことなどが重要だったのではないかと思われる。すなわち、女子美生については、環境からの恵みを持続可能な範囲で活用しつつその保全を行うことで、自然および森林と共生していくことが大切である、といった知識を今回体験的に学習したことにより、環境への関心や生態系を重視する特性が高まったことで、NEP で測定可能な範囲における環境観が低下したのではないかと推測される。

すでに議論したように東大生に比べて、女子美生は自然や森林に興味がある一方で、あまりそれらに対して「知識がない」と回答しており（Table 4）、今回の合同演習で実地体験を通じた知識を得たことで、（NEP の得点は低下したが）NEP で測定できない範囲の環境観が変化したことは十分に考えられる。この点について、著者の一人で今回の調査に加わった女子美術大学の教員から、女子美生についての事後的な報告として、自分たちが好きな自然景観が実は野生ではなく今回の調査地のような手入れの行き届いた風景だったという気づきがあったとの言及があったが、これなども前述の考察を支持するものだといえる。

また、自己効力感については、単一の大学の学生を被験者として、同じ施設で宿泊型のアクティブ・ラーニング型の演習を行い、被験者のレジリエンス（心理的回復力）の変化を調べる過程で自己効力感の改善について調べた Takayama et al.（2017）の結果と同じく、今回の研究でも有意な上昇は見られなかった。この点、ダイバーシティを高めた状態であってもそうでなくとも、自己効力感の改善には直接的に寄与しない可能性も指摘できる。

しかしその一方で、「能力の社会的位置付け」の得点が全体および両校とも上昇していたことが一考に値する。異なる調査票を用いた Takayama et al.（2017）では自己効力感を構成する下位項目（今回の GSES で測定した能力の社会的位置付けなどのサブスケール）までは調べられていない。したがって、今回の結果は共同作業を通じて、自分自身の能力が社会的に役に立っていることをより高いレベルで認識できたことを意味したものと思われる。

有意な変化は確認できなかったが、もし今回のようなダイバーシティの度合の高い参加者による共同作業を経験したことによって自己効力感が高まったのだとすれば、今後、今回のようなアクティブ・ラーニング式の演習の効果を客観的に示す指標にもなりえる。また、「失敗に対する不安」については、もともと演習前から東大生の方が得点が高く、女子美生の方が低い傾向にあったが、演習後には東大生はさらに上昇し、女子美生はさらに低下するという傾向にあった。有意差こそなかったが、やはりこのような傾向は両校の特性に関係があるように思われてとても興味深い。

一方、安定感については、全体および両校を基準とした演習前後の比較、前後を基準とした両校の比較においても有意差は確認できなかった。単一の大学の学生を対象に、今回と同じ施設で宿泊型のアクティブ・ラーニング型の演習を行った高山ら（2018）および Takayama et al.（2017）では、POMS を用いて気分の状態の変化から演習前後の心理的な安定性について調べているが、共に初日と最終日で一部の指標に改善の効果が見られたと報告している。今回の研究ではそれらと異なる結果になったが、これは高山ら（2018）および Takayama et al.（2017）が単一の大学の学生だけで演習を行っているのに対し、本研究ではダイバーシティを高めた状態で共同作業を行ったことが参加者への心理的刺激となり、結果的に安定感の有意な改善にまでは繋がらなかったことが考えられる。

一方で、両校の演習前後の変化を比べた場合、演習前に比べて演習後の東大生の安定感の得点は低下し、

女子美生のそれは上昇していた。統計的な裏付けがないので断定できないが、先ほどまでの環境観や自己効力感の議論と併せて考えると、女子美生の方が合同演習で得られた経験や知識を糧に、環境観を変化させて自己効力感をポジティブな方向に修正し、それが安定感を増加させたようにも感じられる。

意識変容についてここまでの議論を整理すると、調査対象者全体としてみた場合、環境観に有意な低下があり、有意ではないが自己効力感の 4 指標のうち「GSES 全体」「行動の積極性」「失敗に対する不安」は低下し、「能力の社会的位置付け」が上昇した。安定感には演習前後でほぼ差がなかった。また一方で、両校を個別に確認した場合には、同じ合同演習に参加したにも関わらず、女子美生は相対的に東大生よりもポジティブかつ大きな変化がみられるなど、所属大学単位にて比較した場合であっても、意識変容の傾向が異なる可能性があることが示唆された。

4）変容過程

次に意識変容（Table 6 - 8）を生み出した過程はどのようなものかについて検討をおこなった（Fig. 2）。

まず、「事前のイメージ」については主に女子美生から得られ、当日を迎えるにあたって自身では不安感や恐怖感を感じており、東大生に対しては堅い性格といったイメージを有していたことなどが分かった。

しかし、演習が始まり、議論や共同作業が進むにつれ（「共同作業による理解・気づき」）、ワークショップにおける共同作業の楽しさや多様な議論ができることの楽しさ、チームワークの重要性、客観的に物事をみることの難しさや作業自体や結論をまとめることの大変さ等について考えるようになる一方で、それぞれの価値観や表現における技術力、議論中の意見やプレゼンテーションの視点、考え方や取り組み方等の差異を通じて相互の違いについて認識するに至る。そしてその認識の下、自分たちと同年代であることやその個性の面白さ、相手の能力に対する尊敬の気持ちが生じたといった他大生を対象としたものだけでなく、自分たち大学の仲間や自分自身、今回舞台となった地域の自然および森林等に対する気づきが生じたことも確認できる。また、自分たちへの気づきはポジティブなものだけでなく、合同演習への適応が難しいといったネガティブなものも見られた。

さらに、最終的（「結果」）にそれが自分自身の成長の感覚や、積極的になれたこと、コミュニケーションに自信がついたこと、思考や会話・表現の学びに至ったこと、視野が広がったことなど、ポジティブな変化や学びに繋がった回答が多く確認された。しかし、その一方で、自分自身の無力さを感じた、自信を喪失したとする回答も見られた。これはすなわち、合同演習の参加者は必ずしもポジティブな気づきや学びだけを得ているのではなく、ネガティブな気づきについても今回の演習の成果として受け止めており、その上でこれまで議論してきた意識変容および演習後感想などの結果が導きだされたのではないかと思われる。

変容過程（Fig. 2）についてさらに細かく検討すると、女子美生はほとんどポジティブな回答で構成されていたことと関係してか、意識変容（Table 6 - 8）についても相対的に演習前後でポジティブな傾向がみられた。一方、変容過程においてネガティブな回答がみられた東大生においては、意識変容についても相対的に演習前後で変化がないかあるいはネガティブな傾向がみられたことなどから両者には論理的な矛盾はないものと思われる。また、演習後感想ではほとんど全員が共同作業や演習自体にポジティブな判断をしていたことから、仮にネガティブな気づきや意識変容があったとしても、総合的にみた場合には必ずしも心の傷になるような性質のものではなく、むしろ今後に向けた改善点として前向きに捉えられたのではないかと思われる。

Ⅴ．まとめ及び今後の課題

本研究では、東京大学と女子美術大学の学生を調査対象者として、山中湖村の地域づくりに関する合同演習を開催し、ダイバーシティを高めた状態での共同作業がもたらす意識変容の傾向とその過程を調べるという仮説導出型のケーススタディ研究を行った。

その結果、①合同演習後の感想：ダイバーシティの度合の高い他大学の学生との共同作業等について、全体的に調査対象者自身にとっての有益な体験として捉えられていた。②意識変容：環境観など演習後に有意に変化した指標があった一方で、自己効力感、安定性については有意ではなかったが全体および両校間で一定の傾向が確認された。③変容過程：①、②の要因となった調査対象者のポジティブまたはネガティブな心理的な変化過程について、演習後の感想を構造的に整理した結果から明らかにすることができ、国内の大学が入口を仕分けることで学生を均質化し、教育の効率を合理化しようとしてきたことを背景として、今後、ダイバーシティの推進にあたって、何をどう取り組めばよいのかについて一定の示唆を与えることとなった。

今後の展望として、まず今回は一部を除いて主に質的な整理・分析方法を用いたが、同じような研究を行う場合には、調査対象者の数を増やすなどし、定量的な分析を主軸とするなどさらに客観的な方法によって、精度を上げた検証を行うことが必要になると思われる。また今回は、アクティブ・ラーニング式の演習として、多様性を高めた状態で共同作業を行った場合を想定したが、アクティブ・ラーニング式の教育の蓋然性を確認していくためには、今回の枠組み以外にも多様な切り口で本質に迫ることも方法のひとつである。したがっ

て、上述の定量的なアプローチだけでなく、今回のようなケーススタディについてもしっかりと積み上げることで、ダイバーシティとアクティブ・ラーニング式の教育方法との良好な関係性について検証していくことが重要である。

一方、今後の課題として、今回の調査では調査対象者数が限られていた（調査対象者 20 名、分析対象者は 18 - 19 名）ことから、統計的な分析については限定的なものとならざるを得ず、有意差の検出精度もあまり高いものとはいえない結果となった。その点で、本来はより多くの調査対象者が参加する調査を実施することが望ましいが、一方で、こういった複数大学間の合同演習を行う場合には、ある大学の学生が他大学の施設を使えるかどうかといった施設利用の面や、事故が起きた場合の責任の所在、複数の大学のカリキュラムにどのように演習を組み込むかといったような様々な課題がある。

そういった課題を一つひとつ解決し実現していくためには、各大学に所属する教員同士の密な連絡が不可欠であることについて申し述べたい。次に、本研究では調査を行うにあたって、①両者で共通した基盤はなにか、②群間で明確に異なる特性は何かを事前に把握した上で、合同演習後の感想、合同演習による意識変容の有無・程度およびその変化の過程について調べた。これは後にダイバーシティを構成する要因と合同演習の効果の関係性について検討するためであったが、本来、個々人および・集団のダイバーシティは多くの要因から成立しており、本研究で扱えたのはその極一部であったことについて記しておきたい。なお、今回の研究で扱えなかった要因や枠組みの設定については、ぜひこの後に続く研究に期待したい。

また、今回はケーススタディのため、コントロールを設定せずに演習後の情報や演習前後のデータの比較等を行った。したがって、今回の結果がダイバーシティの度合の高い集団の相互作用（社会環境）によるものなのか、あるいは調査地（演習地）となった山中湖村の自然豊かな環境（自然環境）が影響しているのか、あるいはどちらも影響している場合には、それぞれにどの程度影響を与えているのか、といったことについて正確に区分できていない。一方では、調査対象者の回答などから、両方ともに影響しており、今回のケースでは社会環境がより強い影響を与えていることは読み取れるが、もしこの点について正確な検討を行いたい場合には、新たな実験として合理的な実験計画を組み立て、さらに解明していく必要があるだろう。

最後に、今回は探索的なケーススタディ研究として調査を設計したが、既往研究のあまりない種類の研究であったことから、他の論文の成果との対比を行うなど客観的な議論を行うのに困難を極めた。これについては、別の機会に同じ環境において単一の大学に所属する学生に対して同スケジュールの調査を行うなどして、今回の研究と対比することができれば、より客観的な分析が行えることになるだろう。今後、継続的な調査を検討したい。

謝　辞

調査対象者になってくださった東京大学および女子美術大学の学生諸子に感謝申し上げます。また、合同演習の対象地となった東京大学の関係者のみなさま、および山中湖村山中区のみなさまには大変お世話になりました。データの整理・分析において筑波大学の讃井 知氏、天野 亮氏の両名にご尽力いただきました。記して感謝の意を示します。

引用文献

荒井　義則（2019）環境とアクティブ・ラーニング. 埼玉女子短期大学研究紀要, 39, 1-11.

Bandura, A.（1977) Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. Psychological Review, 84, 191-215.

Bandura, A., Taylor, C.B., Williams, S.L., Mefford, I.N. and Barchas, J.D. (1985) Catecholamine secretion as a function of perceived coping self-efficacy. Journal of Consulting and Clinical Psychology, 53, 406-414.

Dunlap, R.E. and Liere, K.D. Van. (1978) The new environmental paradigm: a proposed instrument and preliminary results. The Journal of Environmental Education, 9, 10-19.

藤澤　翠・高山　範理（2014）日本語版回復感指標 (ROS-J) の開発とオフサイト森林浴の心理的回復効果の測定. 環境情報科学論文集, 28, 361-366.

深田　將揮・竹下　幸男・生野　勝彦・渡邉　健治（2018）小学校教師のダイバーシティ教育に関する取り組みと意識についての一研究. Journal of Inclusive Education, 5, 1-17.

伊藤　裕子・加藤　悠二・堀江　有里・東　優子・湯川　隆子・松並　知子（2018）今, 教育現場で LGBT の子どもたちは. 教育心理学年報, 57, 291-301.

Korpela, K. M., Ylén, M., Tyrväinen, L. and Silvennoinen, H. (2008) Determinants of Restorative Experiences in Everyday Favorite Places. Health and Place, 14, 636-652.

Korpela, K. M., Ylén, M., Tyrväinen, L. and Silvennoinen, H. (2010) Favorite green, waterside and urban environments, restorative experiences and perceived health in Finland. Health Promotion International, 25, 200-209.

前川　孝雄・猪俣　直紀・大手　正志・田岡　英明（2015）この 1 冊でポイントがわかるダイバーシティの教科書. 総合法令出版, 282pp.

マーサージャパン（2008）個を活かすダイバーシティ戦略. ファーストプレス, 281pp.

森　朋子（2018）大学における「ダイバーシティ & イン

クルージョン教育」の重要性. 東京家政学院大学紀要, 58, 19-27.
奈良崎　愛子 (2016) 科学技術分野における女性の活躍を目指して. 表面科学, 37, 273-275.
二宮　咲子・今井　葉子 (2018) 自然体験教育プログラムのアクティブ・ラーニング教育効果の検証. 関東学院大学人間環境学会紀要, 30, 47-61.
野呂　知加子 (2011) 科学技術分野における女性の活躍促進. 工学教育, 59, 17-24.
奥田　祥子 (2018)「女性活躍」に翻弄される人びと. 光文社, 275pp.
坂野　雄二・東條　光彦 (1986) 一般性セルフ・エフィカシー尺度作成の試み. 行動療法研究, 12, 73-82.
高山　範理 (2007) 生活域の自然環境が身近な森林に対する評価と行動に与える影響に関する研究. 東京大学大学院農学生命科学研究科博士論文, 269pp.
Takayama, N., Petrova, E., Matsuhima, H., Furuya K., Ueda, H., Mironov, Y., Petorova, A., Aoki, Y. (2015) Values, Concerns, and Attitudes Towards the Environment in Japan and Russia: Examination of the Differences and Causes, Urban and Rural Planning Review, 2 (2015), 43-67.
Takayama, N., Saito, K., Fujiwara, A. (2017) Influence of Five-day Suburban Forest Stay on Stress Coping, Resilience, and Mood States, Journal of Environmental Information Science, 2 (2017), 49-57.
高山　範理・斎藤　馨・藤原　章雄 (2018) 4 泊 5 日の大学演習林滞在における QOL と気分状態の変化. 日本森林学会誌, 100 (3), 71-76.
竹下　幸男・渡邉　健治・深田　將揮・生野　勝彦 (2019) 海外のダイバーシティについての検討に基づく日本の小学校の実情と課題. Journal of Inclusive Education, 6, 65-85.
田中　裕子・林田　廣伸 (2019) 学生の自ら学ぶ意欲を引き出す、グラフィックデザイン演習 : 神保町活性化という地域貢献をテーマとして. 共立女子大学家政学部紀要, 65, 79-92.
谷口　真美 (2005) ダイバシティ・マネジメント : 多様性をいかす組織. 白桃書房, 445pp.
上原　巌・清水　裕子・住友　和弘・高山　範理 (2017) 森林アメニティ学 : 森と人の健康科学. 朝倉書店, 167pp.
渡邉　健治・大久保　賢一・竹下　幸男・深田　將揮 (2017) 日本の小学校における「ダイバーシティ教育」に関する調査. 畿央大学紀要, 14, 25-40.
山口　周 (2018) 劣化するオッサン社会の処方箋 : なぜ一流は三流に牛耳られるのか. 光文社, 211pp.
柳川　悦子 (2014) アクティブ・ラーニング型のキャリア教育の実践 : 企業の人財戦略「ダイバーシティ & インクルージョン」の学習体験を通じて. 観光ホスピタリティ教育, 7, 2-11.

Trends and processes of consciousness change brought about by collaborative exercise with increased diversity - A Survey in a Joint Exercise between the University of Tokyo and Joshibi University of Art and Design in University Forest of the University of Tokyo, Village of Yamanakako -

Norimasa TAKAYAMA [1)*], Akio FUJIWARA [2)], Katsuki YOKOYAMA [3)], Haruo SAITO [2)], Tomoko SHIMODA [3)] and Susumu GOTO [2)]

Abstract

This study clarifies the process of conducting active learning with two characteristically different groups and the resulting changes in participants' attitudes. At the Fuji Iyashinomori Woodland Study Center, The University of Tokyo, situated in the Yamanakako Village in Yamanashi Prefecture, 20 students from The University of Tokyo and Joshibi University of Art and Design participated in an active-learning joint exercise as part of this study. The students belonged to varied fields of expertise. To grasp basic information about the students, (1) a profile survey was conducted before the exercise, and (2) students' environmental attitude, self-efficacy, and psychological stability were investigated before and after the exercise; further, statistical comparisons were conducted. (3) After the exercise, participants' impressions were recorded through selection methods and their writing of narrative data; the latter was organized separately to have an understanding of the transformation process.

The analysis revealed that most participants favored the joint exercise. In terms of changes in attitude after the exercise, all participants from Joshibi University had a significantly lower view of the environment than before. It was found that there was a change in the way of thinking about an ideal environment as a result of getting in touch with actual natural environment through exercises and so on. No significant differences in self-efficacy and stability were found; however, in the case of both universities, students' tendency to change their attitudes, especially the direction of such change, was confirmed. During the process of change, students' initial image of students from the other university was transformed through their joint work. Additionally, the characteristics and values of self and those of classmates from the same university were rediscovered through the relativization of ideas and each participant's special skills.

Key words: diversity inclusion, active learning, tendency of change in attitude, regional development

Received 28 October 2019, Accepted 31 March 2020
1) Research Planning and Coordination Department, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)
2) The University of Tokyo Forests, Graduate School of Agricultural and Life Science, The University of Tokyo
3) Department of Design and Crafts, College of Art and Design, Joshibi University of Art and Design
* Research Planning and Coordination Department, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 JAPAN; e-mail:hanri@ffpri.affrc.go.jp

短　報（Short communication）

Morphological changes in a γ-ray irradiation-induced mutant of the ectomycorrhizal agaricomycete *Tricholoma matsutake* during in vitro spawning on barley-based substrates

Hitoshi MURATA[1)*], Takashi YAMANAKA[2)], Tomoko SHIMOKAWA[3)] and Akira OHTA[4)]

Abstract

Tricholoma matsutake is an ectomycorrhizal agaricomycete that produces the prized mushroom "*matsutake*" when grown in pine forests. At present, *T. matsutake* cannot be artificially cultivated for fruiting. Using barley-based substrate cultivation, a *T. matsutake* mutant, designated G1, which was generated by irradiating *T. matsutake* NBRC 33136 with γ-rays, produced protuberances that were composed of non-aerial hyphal tissues. The protuberances occurred in three consecutive independent experiments but did not grow into fruiting bodies. The issue of whether the protuberances represent the initial stage of fruiting needs to be clarified. However, because of morphological changes in the spawn, the G1 strain may be useful in developing a cultivar of *T. matsutake*.

Key words: Agaricales, fruiting, mushroom cultivation, mutagenesis

1. Introduction

Tricholoma matsutake is an ectomycorrhizal agaricomycete that produces the prized mushroom *"matsutake"* in association with the Pinaceae (Yamada et al. 2014). "*Matsutake*" is hardly ever cultivated artificially; however, Kawai and Ogawa (1976) documented the occurrence of "primordia" on the surface of a growth substrate, which was mainly composed of vermiculite and a Murashige and Skoog-based medium. Kawai and Ogawa (1976) described the primordia as differentiated tissues, but a more detailed analysis on the extent of the differentiation in relation to naturally occurring primordia was not provided. The protocol has never been used for commercially cultivating *T. matsutake* to yield fruiting bodies. In fact, to the best of our knowledge, no further reports of fruiting body production or even morphological changes after cultivating *T. matsutake* as spawn have been documented, indicating that more suitable fungal strains and protocols for the artificial production of the *T. matsutake* fruiting bodies are needed.

Ohta (1994) recorded fruiting body production when cultivating another edible ectomycorrhizal mushroom, *Lyophyllum shimeji* (known as "*honshimeji*"), using spawn substrates composed of barley and saw dust. To achieve the artificial cultivation of "*honshimeji*", Ohta (1994) initially selected, from ~50 *L. shimeji* isolates, four strains that behaved somewhat like saprophytic cultivated mushrooms using spawn substrates composed of rye and saw dust. The *L. shimeji* cultivation system for fruiting is highly reproducible and currently used during its mass production for commercial trading. There are two key elements in the success of "*honshimeji*" production: (i) the isolates can grow as spawn without host plants and easily produce fruiting bodies using a protocol similar to that generally used for cultivated mushrooms; and (ii) the barley-based spawn substrate provides starch derived from grains rather than cellulose derived from hardwood as the carbon source, which some ectomycorrhizal fungi can use (Kusuda 2009).

We previously isolated *T. matsutake* strain G1, after irradiating *T. matsutake* strain NBRC 33136 (= ATCC MYA-915, Y1) with γ-rays, as a mutant that pleiotropically altered the phenotype. Compared with wild-type, it produces a hedgehog-like mycelial colony morphology with fuzzy aerial hyphae rather than a flat morphology, significantly increased amylase and cellulase activities, and parasitic, rather than symbiotic, interactions with *Pinus densiflora* (Murata et al. 2019). Because *T. matsutake* strain G1 appears to have converted from a symbiont to a saprophyte, whether the fungal mutant exhibits some morphological changes relevant to fruiting body production on a barley-based spawn substrate was of interest; *T. matsutake* strain G1 grows faster than *T. matsutake* NBRC 33136 in the spawn substrate (Murata

Received 14 January 2020, Accepted 31 March 2020
1) Department of Mushroom Sciences and Forest Microbiology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)
2) Principal Research Director, FFPRI
3) Department of Forest Resource Chemistry, FFPRI
4) Kansai Research Center, FFPRI
* Department of Mushroom Sciences and Forest Microbiology, FFPRI, Matsunosato 1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 Japan

et al. 2019). In the present study, we allowed *T. matsutake* strain G1 to produce protuberances that may correspond to the initial stage of fruiting using a modified *L. shimeji* spawn-cultivation protocol during the first 2-year period after mutant isolation.

2. Materials and Methods

Two *T. matsutake* strains were subjects in the experiment: NBRC 33136, which is the wild-type strain, also known as Y1 (Yamada et al. 1999, 2014), and G1, which is a γ-ray irradiation-induced mutant of NBRC 33136 (Murata et al. 2019). The *T. matsutake* strains were cultured and maintained on MMN+V8 agar plates (Murata et al. 1999). To cultivate as spawn using a barley-based substrate, *T. matsutake* mycelia were cultured in the MMN+V8 liquid medium at 23°C for 28 d, washed once in water, and inoculated into the substrate. The inoculated substrates were incubated at 23°C for three months, and then transferred into a fruiting room and further incubated at 16°C with 90% relative humidity until morphological changes occurred; the whole process was performed without light. Unless stated otherwise, the substrate was prepared by blending barley, soil (either 100% vermiculite or 75%:25% vermiculite:pumiceous soil mixture), and Ohta liquid medium at a ratio of 1:1.5:1 on a volumetric basis (Ohta 1994). Prior to the blending, the dried barley was submerged in the liquid medium for at least 1 h. The substrate was then packed into 2/3 of 450-mL jars with polycarbonate screw caps having 8-mm (ø) air holes sealed with Milliseal membrane (Merck Millipore, Darmstadt, Germany) and autoclaved for 60 min. The experiment was performed three times independently under the same culture conditions, except 100% vermiculite was used as soil in the first experiment and the 75%:25% vermiculite:pumiceous soil mixture was used in the second and third experiments.

3. Results and discussion

In the first experiment, *T. matsutake* G1 developed several tiny (~ 5–7-mm ø) protuberances mainly on the sides of the spawn during a 7-month incubation period in the fruiting room (Fig. 1A–C). The protuberances were brown and lightly covered with aerial hyphae. Cross-sections revealed that the protuberances were not simple aggregates of aerial hyphae but were tissue-like, although some uncertainty remains as to whether the latter is related to fruiting bodies, such as a remnant of the inner veil around the pileal margin (Fig. 1D). In the second experiment, the fungus also developed many protuberances of the same size (~5–7-mm ø) around the spawn after a 6-month incubation period in the fruiting room (Fig. 2 A–C). The internal portions exhibited the same tissue-like texture as observed in the first experiment (Fig. 2D). In the third experiment, protuberances occurred at the top of the spawn within 2.5 months after being incubated in the fruiting room (Fig. 3). Here, the tissue-like texture was

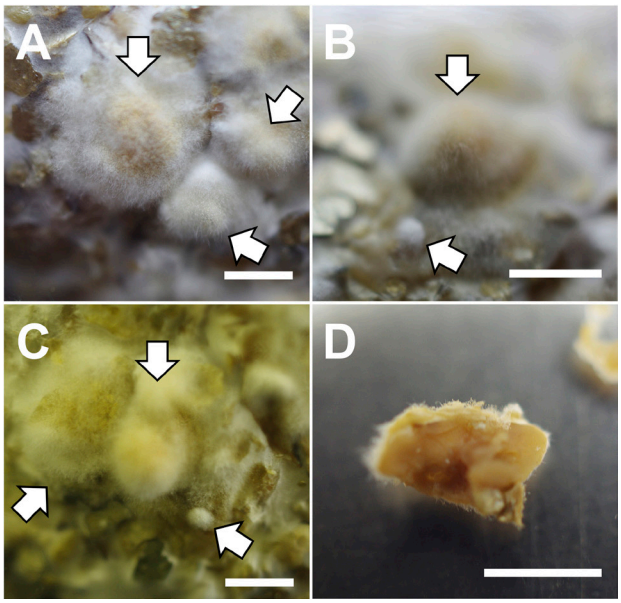


Fig. 1. The morphological changes in *Tricholoma matsutake* G1 in spawn, the 1st experiment.
(A–D) Primordium-like protuberances. (A–C) Protuberances protruding from the spawn are indicated by arrows. (D) Cross-section of the protuberance indicates tissue differentiation. *Scale bars* 5 mm.

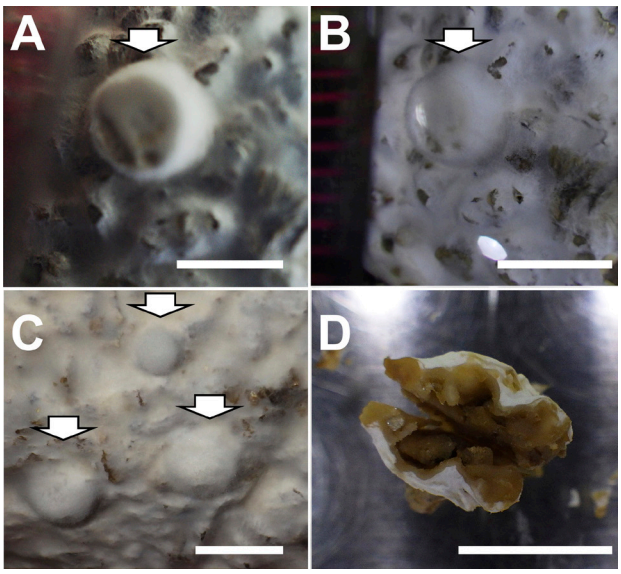


Fig. 2. The morphological changes in *Tricholoma matsutake* G1 in spawn, the 2nd experiment.
(A–D) Primordium-like protuberances. (A–C) Protuberances protruding from the spawn are indicated by arrows. (D) Cross-section of the protuberance indicates tissue differentiation. *Scale bars* 5 mm.

noted inside the protuberances (Fig. 3C). In this series of the *T. matsutake* substrate cultivations, NBRC 33136 never exhibited any morphological changes. In a separate experiment, neither NBRC 33136 nor G1 showed any morphological changes when subjected to the protocols of Kawai and Ogawa (1976).

The protuberances we observed from *T. matsutake* G1 in the present study occurred on the apparently matured spawn, in

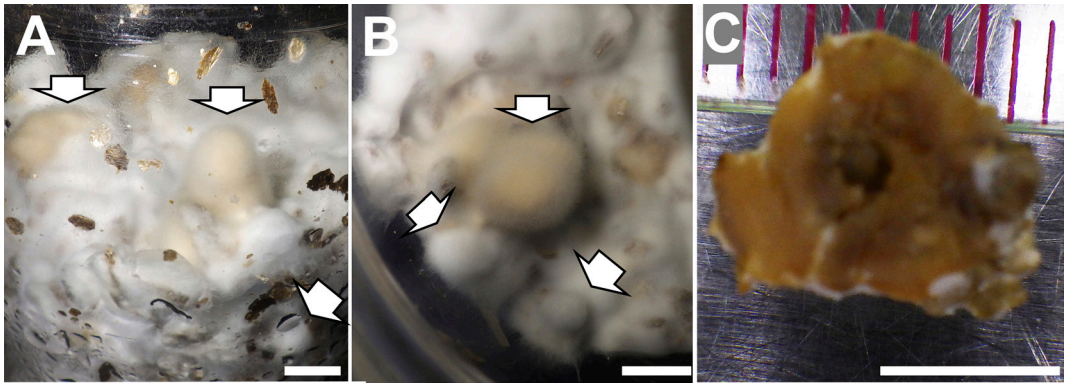


Fig. 3. The morphological changes in *Tricholoma matsutake* G1 in spawn, the 3rd experiment.
(A–B) Primordium-like protuberances. (C) Cross-section of the protuberance indicates tissue differentiation. Protuberances protruding from the spawn are indicated by arrows. *Scale bars* 5 mm.

which the fungal hyphae had fully colonized the substrate (Figs. 1–3). This was unlike those reported by Kawai and Ogawa (1976) that developed with apparently little hyphal growth on the major portion of the substrate other than the top surface. In general, agaricomycetes require decent mycelial growth for fruiting, although the extent varies depending upon taxa, strains, growth media, and spatial distribution (Staplers 1978). For example, those commercially cultivated for trading require fully grown spawn to fruit while those used in laboratories do not (Chang and Hays 1978, Stametes 1993, Kamata et al. 2010, Muraguchi 2015). Determining whether the protuberances of the *T. matsutake* G1 spawn in the present study and those reported by Kawai and Ogawa (1976) are the same will require a comparative anatomical analysis of both specimens, which is very difficult. At this point, the fruiting system of the model agaricomycete *Coprinopsis cinerea* is interesting (Muraguchi et al. 2015). *Coprinopsis cinerea* initiates fruiting by forming a "knot," the 1st stage that is solely composed of aerial hyphae, which leads to the 2nd "tissue differentiation" stage, followed by the 3rd "fruiting body primordia" stage. These three stages occur much earlier than karyogamy and meiosis, or even premeiotic replication, required for reaching the 4th "fruiting" stage having sexual spores (Muraguchi et al. 2015). In comparison with the *C. cinerea*-fruiting scheme, the protuberances we observed in the present study of *T. matsutake* G1 could correspond to the 2nd stage.

The morphological changes in strain G1 consistently occurred during cultivation as spawn on a barley-based substrate when the inocula were grown from mycelia transferred from the original slant culture. However, morphological changes did not occur progressively but rather occurred sporadically when inocula were from mycelia that had been stored at 10°C for ~1.5 years. Since this experiment, the mycelia of *T. matsutake* G1 have been transferred multiple times to slants and agar plates for further culture storage. Such trait instability in terms of morphological changes, including primordium formation and fruiting, as observed in the occurrence of protuberances of *T. matsutake* G1, occurs rather ubiquitously even in cultivated mushrooms for unknown reasons.

The protuberances occurred consecutively in the three earlier independent experiments and then the morphological changes occurred sporadically for nearly 2 years, while other traits of *T. matsutake* G1 that characterize this mutant, including colony morphology on agar plates, increased amylase and cellulase activities, and harmful effects on plants, have been maintained to date (Murata et al. 2019). Because *T. matsutake* G1 sporadically produces protuberances, the morphological changes, especially those linked to sexual reproduction, it requires an environment suitable for such important lifecycle events, including the substrate composition, and temperature and moisture fluctuations. In *T. matsutake*'s natural habitat, such moisture and temperature changes occur in the soil as well as in the atmosphere, even within a single day.

To address this problem, we are currently inducing mutations in *T. matsutake* G1, as well as NBRC 33136, by irradiating with heavy-ion beams, featuring dense ionizing radiation with a high-linear energy transfer, represented by those of neutrons and α-particles (Abe et al. 2015). Heavy-ion beams have greater biological effects than γ-rays, which have low-linear energy transfer, and can cause gaps ranging in size from a few bases to over one kilobase in both strands of the genomic DNA, rather than one base in a single strand of DNA, as generally induced by γ-ray irradiation. Such double-strand DNA breaks are repaired by non-homologous end joining, which is highly error-prone (Goodhead 1999, Ichida et al. 2008). This line of irradiation breeding could eventually produce mutants that preferentially express the sexual reproductive stage over the vegetative growth stage.

Acknowledgments

This research was supported by "Technology development for optimizing forest resource utilization" from the Ministry of

Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan. We thank Michiko Oe from the Forestry and Forest Products Research Institute for helping culture fungi, and Lesley Benyon, PhD, from EDANZ group (www.edanzediting.com/ac) for editing a draft of this manuscript.

References

Abe, T., Kazama, Y. and Hirano, T. (2015) Ion beam breeding and gene discovery for function analyses using mutants. Nucl. Physics News, 25, 30–34. https://doi.org/10.1080/10619127.2015.1104130.

Chang, S. T. and Hayes, W. A. (1996) The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms. Academic Press, New York, 842pp. https://doi.org/10.1016/C2013-0-10484-9.

Goodhead, D. T. (1999) Mechanisms for the biological effectiveness of high-LET radiations. J. Rad. Res., 40, S1–S13. https://doi.org/10.1269/jrr.40.S1.

Ichida, H., Matsuyama, T., Ryuto, H., Hayashi, Y., Fukunishi, N., Abe, T. and Koba, T. (2008) Molecular characterization of microbial mutations induced by ion beam irradiation. Mutat. Res./Fund. Mol. Mechan. Mutagen., 639, 101–107. https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2007.10.009.

Kamata, T., Sano, H., Nakazawa, T. and Nakahori, K. (2010) Regulation of fruiting body photomorphogenesis in *Coprinopsis cinerea*. Fungal Gen. Biol., 47, 917–521. https://doi.org/10.1016/j.fgb.2010.05.003.

Kawai, M. and Ogawa, M. (1976) Studies on the artificial reproduction of *Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing. IV. Studies on a seed culture and trial for the cultivation on solid media. Trans. Mycol. Soc. Jpn., 17, 499–505.

Kusuda, S. (2009) Carbohydrorase production systems from ectomycorrhizal fungi, *Tricholoma matsutake* and *Lyophyllum shimeji*. Trans. Mycol. Soc. Jpn., 50, 61–70.

Muraguchi, H., Umezawa, K., Niikura, M., Yoshida, M., Kozaki, T., Ishii, K., Sakai, K., Shimizu, M., Nakahori, K., Sakamoto, Y., Choi, C., Yee Ngan, C., Lindquist, E., Lipzen, A., Tritt, A., Haridas, S., Barry, K., Grigoriev, I. G. and Pukkila, P. J. (2008) Strand-specific RNA-Seq analyses of fruiting body development in *Coprinopsis cinerea*. PLoS ONE, 10, e0141586. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141586.

Murata, H., Yamada, A. and Babasaki, K. (1999) Identification of repetitive sequences containing motifs of retrotransposons in the ectomycorrhizal basidiomycete *Tricholoma matsutake*. Mycologia, 91, 766–775. https://doi.org/10.2307/3761530.

Murata, H., Nakano, S., Yamanaka, T., Shimokawa, T., Abe, T., Ichida, H., Hayashi, Y., Tahara, K. and Ohta, A. (2019) Conversion from mutualism to parasitism: a mutant of the ectomycorrhizal agaricomycete *Tricholoma matsutake* that induces stunting, wilting and root degeneration in seedlings of its symbiotic partner *Pinus densiflora* in vitro. Botany, 97, 463–474. https://doi.org/10.1139/cjb-2019-0060.

Ohta, A. (1994) Production of fruit-bodies of a mycorrhizal fungus, *Lyophyllum shimeji*, in pure culture. Mycoscience, 35, 147–151. https://doi.org/10.1007/BF02318492.

Stalpers, J. A. (1978) Identification of wood-inhabiting Aphyllophorales in pure culture. Studies Mycol., 16, 1–248.

Stamets, P. (2000) Growing gourmet and medical mushrooms. 3rd ed (1st published 1993), Ten Speed Press, Berkeley, 574pp.

Yamada, A., Endo, N., Murata, H., Ohta, A. and Fukuda, M. (2014) *Tricholoma matsutake* Y1 strain associated with *Pinus densiflora* shows a gradient of in vitro ectomycorrhizal specificity with Pinaceae and oak hosts. Mycoscience, 55, 27–34. https://doi.org/10.1016/j.myc.2013.05.004.

Yamada, A., Kanekawa, S. and Ohmasa, M. (1999) Ectomycorrhiza formation of *Tricholoma matsutake* on *Pinus densiflora*. Mycoscience, 40, 193–198. https://doi.org/10.1007/BF02464298.

γ線で誘発したマツタケ突然変異体の菌床栽培での形態変化

村田 仁[1)*]、山中 高史[2)]、下川 知子[3)]、太田 明[4)]

要旨

マツタケ（*Tricholoma matsutake*）は、マツ林で高級きのこ「まつたけ」をつくる外生菌根性の真正担子菌である。今日までマツタケは人工栽培できない。本研究において、γ線照射により作出したマツタケ変異体G1株が、押し麦を含んだ人工培養基上で組織化した菌糸塊を形成した。この菌糸塊は、G1株作出後3回の反復実験で連続して再現したが、子実体には発達しなかった。この菌糸塊は、子実体原基であるかは不明であるが、G1株におけるこの特性はマツタケ栽培品種開発の手がかりとなる可能性がある。

キーワード：ハラタケ目、子実体形成、きのこ栽培、変異体誘導

原稿受付：令和2年1月14日　原稿受理：令和2年3月31日
1）森林総合研究所 きのこ・森林微生物研究領域
2）森林総合研究所 研究ディレクター
3）森林総合研究所 森林資源化学研究領域
4）森林総合研究所 関西支所
*　森林総合研究所 きのこ・森林微生物研究領域　〒305-8687 茨城県つくば市松の里1

研究資料（Research record）

宝川森林理水試験地観測報告 －本流・初沢試験流域－（1991 年 1 月～ 2000 年 12 月）

久保田 多余子[1)*]、野口 正二[1)]、清水 貴範[1)]、細田 育広[2)]、村上 茂樹[3)]、壁谷 直記[3)]、清水 晃[3)]、阿部 俊夫[4)]、坪山 良夫[5)]、玉井 幸治[1)]

要旨

宝川森林理水試験地（北緯 36°51′, 東経 139°01′）は群馬県みなかみ町に位置し、1937 年に奥利根天然林の開発が水流出に及ぼす影響を試験するため、山林局東京営林局により設置された。観測開始以来、降水量と流出量の精度の高い観測を継続してきた。1937 年から 1990 年までの日降水量と日流出量はすでに報告されている。本報では 1991 年 1 月から 2000 年 12 月までの日降水量と日流出量を公表する。

キーワード：宝川森林理水試験地、日降水量、日流出量

1. はじめに

宝川森林理水試験地は奥利根天然林の開発に際して、その更新方法が流出にどのような影響を与えるかを試験するために、当時の東京営林局（現 関東森林管理局）が林業試験場（現 森林総合研究所）の協力の下に、1933 年（昭和 8 年）に試験地の設置を決定した。理水試験の実行は東京営林局と林業試験場の共同で行い、試験結果の取り纏めは林業試験場が行うこととなった。1934 年（昭和 9 年）から観測施設の創設に着手し、1936 年（昭和 11 年）に竣工、1937 年（昭和 12 年）11 月より観測を開始した。1952 年（昭和 27 年）に観測施設が前橋営林局（現 関東森林管理局）から林業試験場（現 森林総合研究所）へ所管換えとなり、現在も森林総合研究所により観測を継続している（藤枝・志水 1994）。本試験地の日降水量および日流出量は、1937 年 11 月から 1958 年 12 月までを「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 1961）」、1959 年 1 月から 1977 年 12 月までを「宝川森林理水試験地観測報告　本流・初沢試験流域（1957 年 1 月～ 1977 年 12 月）（宝川試験地・防災部理水第一研究室 1979）」そして、1978 年 1 月～ 1990 年 12 月までを「宝川森林理水試験地観測報告－本流・初沢試験流域－（1978 年 1 月～ 1990 年 12 月）（藤枝・志水 1994）」として公表している。これらは森林総合研究所森林理水試験地データベースにおいても公表している（森林総合研究所 2019）。このたび 1991 年 1 月から 2000 年 12 月までの日降水量と日流出量を、水源涵養機能のみならず、気候変動と水資源問題、治山事業などの多様な森林管理の展開など、研究や行政活動に役立てるための基盤データとして公表する。

2. 試験地の概要

宝川森林理水試験地（群馬県利根郡みなかみ町大字藤原大利根国有林、Fig. 1）は利根川上流の 1 支流である宝川の中流部以上の流域を占め、試験対象面積は約 2,000 ha である。宝川は朝日岳（1,945 m）と笠ヶ岳（1,852 m）を源としてほぼ南下し、試験流域中央部で東南東に向かい、試験地を出てからは流れを南東に変えて藤原ダムの地点で利根川本流に合流する約 12 km の山岳河川である（氷見ら 1964）。本試験地は太平洋岸より 150 km、日本海岸より 70 km の本州の脊梁山脈に位置し、冬季は日本海側の気候を呈し降水量が多い。夏季は太平洋側の気候の影響を受け、梅雨期及び台風時期に降水量が多い。地質は花崗岩、蛇紋岩、凝灰岩と新第三紀層および第四紀層に大別される。植生はブナを優占種とし、主要樹種は広葉樹ではブナ、ナラ、カエデ、ホオノキ、針葉樹ではヒバ、ヒメコマツ等である。

試験地内に本流試験流域（流域面積：1,905.66 ha ; 標高：805 ～ 1,945 m）と初沢試験流域（流域面積：117.90 ha ; 標高：810～1,380 m）を設定して観測を行っている。量水観測施設と気象観測露場は近接しており、

原稿受付：令和元年 11 月 22 日　原稿受理：令和 2 年 1 月 27 日
1) 森林総合研究所 森林防災研究領域
2) 森林総合研究所 関西支所
3) 森林総合研究所 九州支所
4) 森林総合研究所 東北支所
5) 森林総合研究所理事
* 森林総合研究所 森林防災研究領域　〒 305-8687 茨城県つくば市松の里 1

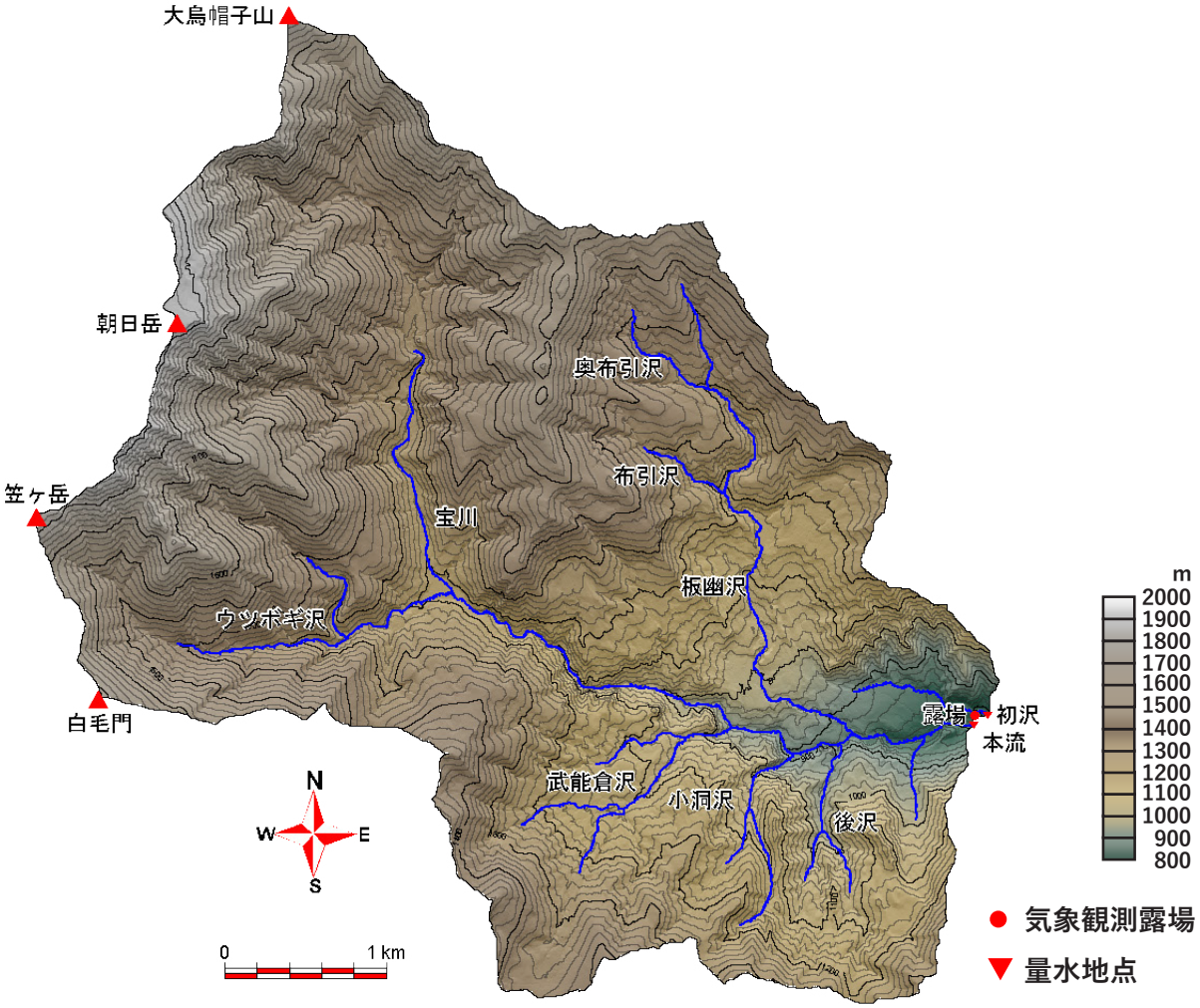


Fig. 1. 宝川森林理水試験地の地形

いずれも流域下流端の北緯 36°51′、東経 139°01′に位置している。本流試験流域の最高峰は谷川連峰に隣接する朝日岳（1,945 m）であり、頂部はやや平坦で小さな沼地（高層湿原）が点在している。流域の分水嶺には笠ヶ岳（1,852 m）等の急峻な嶺を有しており、奥利根水源地帯の中で最も深雪・多雨の山岳地帯である。初沢試験流域は本流試験流域の東部に位置し、流域の左岸側は南西に走る急激な峰筋によって分けられ、右岸側は平坦な洪積台地により本流試験流域に接している。また、最高海抜高は 1,380 m でその頂部は本流試験流域の峰つづきとなっている。1957 年に初沢小試験区 1、2、3 号沢流域（流域面積はそれぞれ 6.48 ha、4.42 ha、5.17 ha）が開設された（宝川試験地・防災部理水第一研究室 1984）が、1983 年 7 月の集中豪雨により流出した土砂により、2 および 3 号沢は観測不能となり観測が中止された（坪山ら 2007）。1 号沢はその後観測が開始され、等高線に沿った帯状伐採試験が行われた（Shimizu et al. 1994a, 1994b, 志水・吉野 1996）が、1998 年 8 月の集中豪雨以降、観測が中断されている。

3. 試験地の沿革

観測報告期間中の主な出来事は次の通りである。これ以前の沿革については藤枝ら（1996）および志水（1997）を参照されたい。

1994 年（平成 6 年）11 月	宝川森林理水試験地観測報告　本流・初沢流域（1978 年 1 月～ 1990 年 12 月）刊行
1996 年（平成 8 年）3 月	宝川森林理水試験地水文観測 53 年間の記録刊行
1998 年（平成 10 年）8 月	台風第 4 号により土石流が発生。本流試験流域の量水路が破壊され測定井が土砂で埋まる。初沢の量水堰堤が土砂で埋まる。

4. 観測方法

4-1. 降水量

気象観測露場は流域最東端の海抜 816 m に位置している（Fig. 1、2）。降水量を自記式転倒ます型雨量計

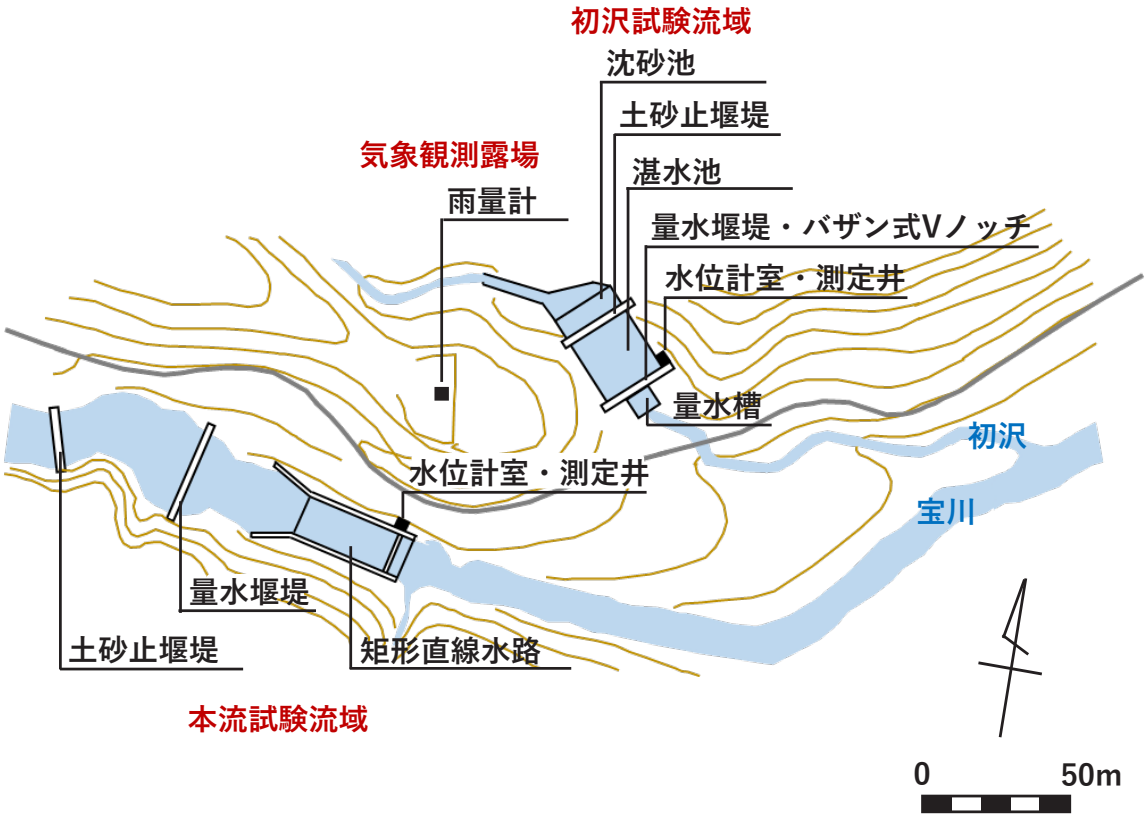


Fig. 2. 宝川森林理水試験地の観測施設

（中浅測器、型式 B-432）と貯留式の普通雨量計トータライザにより記録した。降雪期はこれらの機器を撤収し、観測を中断した。自記式転倒ます型雨量計の雨量は普通雨量計トータライザの雨量により補正を行った。

4-2. 流量

本流試験流域は堰長 42 m、高さ 3.1 m、放水路の幅 31 m、深さ 1.4 m の量水堰堤がつくられているが、現在ここでは流量の観測を行っていない（Fig. 2）。この下流に長さ 29.5 m の流路部分を設けて水流を安定させ、続いて長さ 40 m、幅 14 m、深さ 3.5 m、底勾配水平の矩形直線水路が設置されている（Photo 1、農林省林業試験場 1961）。この水路の下流端から 5 m のところで左岸の測定井に導水し、自記式水位計（池田計器、型式 ALR-213WP/213）により水位を記録し、巡視点検時にフックゲージにより水位を直読した。

初沢流域は堰長 32.4 m の土砂止堰堤でせきとめ、上流に水面面積約 200 m^2 の沈砂池を作り、次にこの堰堤の下流 26.5 m のところに堰長 30.5 m、高さ 5.6 m の量水堰堤を設けている（Fig. 2、Photo 2、農林省林業試験場 1961）。土砂止堰堤、量水堰堤および護岸工が囲む湛水池の水面面積は約 630 m^2 である。量水堰堤の中央部には幅 1 m のバザン式矩形ノッチ 7 個がそれぞれ 0.8 m の間隔をおいて作られており、高さは中央の 1 個が 1.6 m、他の 6 個は 1.1 m である（Fig. 2）。洪水時以外は中央の 1 個から越流させる。ノッチより 2.5 m 上流の湛水池左岸の測定井に導水し、自記式水位計（池田計器、型式 ALR-213WP / 213）により水位を記録し、巡視点検時にフックゲージにより水位を直読した。

5. 日降水量および日流出量

日降水量と本流試験流域および初沢試験流域の日流出量を Table 1 に示した。降雪地帯であるため、本流・初沢試験流域とも降雨と降雪の区切りとなり、同時に根雪となって流出量が減少し始める時期である、11 月 30 日を水年の区切りとした。また日界を 0 時-24 時とした。

1998 年 8 月 31 日に最も本州へ接近した台風第 4 号により、多量の流出土砂が発生し、本流試験流域の水路および初沢試験流域の量水堰堤が瓦礫や土砂に埋まった。このため本流試験流域では 1998 年 8 月 27 日から 9 月 9 日まで、初沢試験流域では同年 8 月 27 日から 11 月 12 日まで欠測となった。宝川森林理水試験地から最寄のアメダスみなかみ（1976 年に観測開始）における 1998 年 8 月 27 日および 8 月 28 日の日降水量は、1976 年から 2018 年までの期間中でそれぞれ観測史上第 2 位（179 mm）と第 8 位（125 mm）であり、1998 年 8 月の月降水量は観測史上第 1 位（765 mm）であった（気象庁 2019）。



Photo 1. 本流試験流域の水路。左岸側に見えるのが水位計室。この下にある測水井へ導水し水位を観測している（1990 年 6 月撮影）



Photo 2. 上流側から見た初沢試験流域の土砂止堰堤、量水堰堤およびバザン式矩形ノッチ（1990 年 6 月撮影）。中央の池が沈砂池、奥が湛水池

Table 1. 本流流域及び初沢流域の日降水量・日流出量
Daily precipitation and runoff of HONRYU and SHOZAWA experimental watersheds

単位　Unit: mm

1991年	1 月 January			2 月 Feburary			3 月 March			4 月 April			5 月 May			6 月 June		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1		1.20	1.35		0.92	0.90		0.96	1.70		9.05	12.90	0.6	29.83	9.81	1.2	19.16	1.89
2		1.49	2.22		0.91	0.90		0.87	1.37		6.68	9.66	4.1	20.36	8.42	4.0	14.55	0.93
3		1.37	2.61		0.89	0.90		0.85	1.38		6.86	14.10	15.9	15.31	6.02	8.1	14.55	0.92
4		1.33	2.44		0.89	0.90		0.86	1.39		8.33	18.44	16.4	11.62	6.83	10.4	31.88	5.18
5		1.26	1.82		0.89	0.90		1.05	3.35		11.56	23.54	0.0	10.53	9.72	0.0	19.70	2.00
6		1.22	1.56		0.86	0.90		1.67	7.24		14.45	23.30	0.0	11.74	10.89	0.6	16.00	1.01
7		1.27	1.45		0.85	0.87		2.02	7.82		23.06	29.79	0.0	16.38	12.70	0.0	14.88	0.74
8		1.19	1.31		0.85	0.87		1.48	5.11		40.98	35.75	0.0	25.83	12.18	0.0	14.17	0.57
9		1.13	1.23		0.85	0.87		1.36	3.91		50.90	40.30	0.7	33.16	9.10	0.0	13.21	0.46
10		1.16	1.18		0.82	0.87		1.48	4.23		38.58	32.14	0.0	31.33	8.78	10.4	11.61	0.70
11		1.16	1.16		0.82	0.87		1.22	2.95		40.18	33.96	0.0	32.96	9.17	0.0	11.90	0.53
12		1.14	1.14		0.80	0.85		1.11	2.33		39.10	25.11	4.2	30.97	6.77	9.4	13.39	1.36
13		1.10	1.13		0.79	0.83		1.18	3.03		43.97	27.86	0.7	35.70	8.61	23.2	12.09	1.91
14		1.14	1.12		0.79	0.86		1.46	4.54		46.41	23.90	0.0	35.37	7.21	0.0	11.85	4.20
15		1.08	1.04		0.89	1.46		1.17	2.91		36.26	21.80	1.6	34.06	5.51	0.0	8.24	1.18
16		1.10	1.01		4.20	11.37		1.01	2.31		34.40	24.53	0.8	42.84	5.86	0.0	7.76	0.77
17		1.10	0.97		1.94	4.27		0.97	2.10		36.09	25.86	2.4	35.19	4.27	0.0	6.59	0.60
18		1.16	0.97		1.39	2.44		1.03	2.59		50.63	26.44	0.0	37.85	4.79	0.0	6.17	0.51
19		1.12	0.96		1.16	1.81		1.64	7.44		40.65	19.24	0.0	37.34	4.01	5.9	5.28	0.41
20		1.02	0.95		0.97	1.51		2.60	9.55		25.91	13.44	0.0	38.14	3.19	39.5	14.44	6.49
21		1.00	1.10		0.91	1.34		3.76	9.72		20.75	15.87	0.0	38.01	2.62	1.6	10.42	4.37
22		0.99	1.03		0.87	1.21		2.23	5.95		21.14	16.18	0.0	36.78	2.07	1.6	8.06	1.91
23		0.99	1.00		0.85	1.17		3.98	15.03		22.66	15.03	0.0	38.45	1.67	11.8	11.55	3.40
24		0.99	1.00		0.85	1.14		10.62	28.39		25.78	14.87	0.0	38.63	1.35	8.6	13.15	5.78
25		0.99	1.00		0.85	1.15		9.34	19.99		37.63	25.18	0.0	36.60	1.13	0.6	10.38	2.96
26		0.99	0.99		0.85	1.06		11.65	27.03		45.06	21.64	2.5	33.36	0.99	3.7	12.88	2.62
27		0.99	0.97		0.85	1.10		13.62	24.83		50.89	21.14	6.3	33.32	1.08	7.3	14.35	3.58
28		0.99	0.97		0.89	1.54		12.65	17.70		48.82	21.16	0.0	22.07	0.83	3.7	10.46	3.07
29		0.92	0.93					11.07	16.49		48.01	17.73	0.0	15.59	0.70	0.0	7.73	1.65
30		0.92	0.93					9.29	14.68		57.52	26.51	0.0	16.51	0.61	11.6	8.46	2.27
31		0.92	0.90					12.31	23.62				19.3	14.09	0.72			
合計 Total	-	34.40	38.45	-	29.41	44.84	-	126.52	280.70	-	982.30	677.36	75.5	889.94	167.60	163.2	374.89	63.99

No data collected during winter 冬期間の観測中止

- : 欠測、( ) : 不確定値
注）露場：4月27日に自記式転倒ます式および普通雨量計設置

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1991年	7月 July			8月 August			9月 September			10月 October			11月 November			12月 December		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1	20.4	7.27	1.77	43.1	15.93	9.66	0.0	20.93	10.00	31.2	16.37	11.52	0.0	4.64	1.61		8.62	3.37
2	14.4	26.08	14.71	5.4	10.11	9.43	0.6	10.72	4.02	6.9	22.37	12.48	0.0	3.90	1.33		6.54	2.99
3	0.0	12.87	4.78	0.0	6.11	4.26	1.7	7.45	2.82	0.5	15.51	6.33	0.0	3.64	1.20		5.07	2.38
4	2.8	8.81	2.44	1.1	5.72	2.35	1.2	5.15	2.08	0.0	10.70	3.64	0.0	3.60	1.06		4.31	1.89
5	5.5	10.43	2.44	4.4	4.74	1.83	4.0	3.91	1.49	3.2	8.63	2.67	0.7	3.46	1.02		3.82	1.51
6	8.8	10.35	3.78	1.2	4.24	1.65	29.9	8.19	2.31	13.9	8.16	3.08	0.0	3.08	0.94		3.44	1.28
7	0.6	6.89	1.85	16.9	11.35	4.62	4.0	5.57	3.32	18.7	15.28	10.41	0.0	2.61	0.82		3.25	1.14
8	1.1	5.94	1.33	2.3	12.09	3.28	7.5	4.14	2.26	1.6	10.90	6.12	3.6	3.22	0.79		3.29	1.11
9	0.5	6.45	1.10	0.0	7.52	1.94	1.6	7.13	2.53	2.6	8.77	4.04	4.3	8.05	1.06		2.78	1.09
10	1.1	4.37	0.95	2.3	5.38	1.30	2.2	8.11	1.77	5.3	8.44	4.29	0.0	4.53	0.94		2.68	1.06
11	0.0	3.69	0.78	28.0	7.83	4.88	10.3	8.38	3.19	36.5	16.71	12.04	1.4	3.51	0.91		2.66	1.19
12	32.4	9.48	4.39	1.5	5.86	4.23	1.1	5.98	2.06	2.1	19.67	15.33	0.0	2.86	0.77		2.40	1.69
13	3.8	8.52	5.05	0.0	4.43	2.24	14.7	6.81	2.26	33.9	32.89	17.82	0.0	2.48	0.68		2.29	1.37
14	1.1	6.27	2.39	0.0	3.49	1.41	39.1	27.65	18.57	1.1	25.16	12.49	4.7	2.48	0.83		2.09	1.34
15	0.0	4.92	1.56	0.0	2.86	1.07	6.0	21.24	8.57	5.7	18.16	7.11	7.1	2.38	1.02		1.99	1.56
16	13.2	6.97	2.19	0.0	2.37	0.85	1.1	13.23	4.68	0.0	12.45	4.79	0.6	2.42	1.34		1.92	1.57
17	18.2	9.08	4.81	0.0	2.07	0.67	0.0	8.77	2.79	14.3	11.62	4.10	0.0	2.31	1.33		2.05	1.68
18	7.2	16.12	11.39	0.0	1.88	0.53	2.6	6.78	2.08	0.0	9.54	4.37	0.0	2.41	1.07		3.54	2.16
19	0.0	8.68	3.40	0.0	1.67	0.48	51.3	31.63	22.29	0.0	7.46	2.84	0.0	2.41	0.88		2.59	1.98
20	14.9	8.81	3.83	55.6	10.33	5.25	24.3	25.64	18.90	0.6	5.98	2.10	28.1	2.40	1.12		2.13	1.47
21	0.6	6.58	2.70	13.5	17.00	12.24	2.1	19.97	11.42	1.1	5.10	1.82	0.0	2.63	1.70		1.97	1.19
22	15.3	7.52	3.23	4.9	6.93	3.35	0.0	13.50	5.34	0.0	4.25	1.38	0.0	2.52	2.09		2.00	1.14
23	0.0	6.03	3.49	2.7	8.31	3.76	0.0	9.94	3.30	0.0	3.70	1.20	0.0	2.73	2.36		1.89	1.09
24	0.0	4.70	1.79	3.8	5.49	2.03	2.8	7.45	2.43	0.0	3.31	1.07	15.5	4.39	3.74		2.64	1.44
25	0.0	3.91	1.26	0.0	4.32	1.46	10.5	7.29	2.89	29.0	9.14	6.09	(0.0)	3.36	2.64		2.61	1.63
26	0.0	3.32	1.01	0.0	3.46	1.07	15.4	8.34	4.84	0.0	4.94	3.11		3.22	2.07		2.15	1.25
27	0.0	2.75	0.82	0.0	2.81	0.83	0.0	6.36	4.13	26.4	11.14	8.43		3.13	2.58		1.93	1.07
28	5.8	2.49	0.71	0.0	2.31	0.65	10.5	9.21	4.53	0.5	14.20	6.85		18.11	12.00		1.92	1.07
29	0.0	2.18	0.64	6.9	2.38	0.73	0.6	8.11	3.94	0.0	8.37	3.71		33.62	15.56		1.87	1.06
30	3.8	2.17	0.61	5.8	2.34	0.78	7.9	6.58	2.30	0.0	6.50	2.53		13.52	5.37		1.87	1.08
31	32.1	5.18	1.09	121.2	83.05	75.66				1.5	5.79	1.99					1.83	1.08
合計 Total	203.6	228.81	92.30	320.6	264.39	164.47	253.0	334.16	163.11	236.6	361.21	185.74	(66.0)	153.61	70.82	-	90.12	46.93

No data collected during winter
冬期間の観測中止

- : 欠測、( ) : 不確定値
注）露場：11月25日に自記式転倒ます式および普通雨量計撤収

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1992年	1 月 January			2 月 Feburary			3 月 March			4 月 April			5 月 May			6 月 June		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1		1.83	1.10		0.83	1.21		8.38	24.13		13.71	17.02	12.9	31.16	12.24	0.0	19.93	3.85
2		1.66	1.06		0.85	1.13		7.31	10.17		29.69	28.90	0.0	18.09	7.89	0.0	19.93	2.31
3		1.45	1.04		0.79	1.07		2.81	4.92		22.89	22.05	3.8	18.02	9.10	0.0	18.56	1.67
4		1.34	1.04		0.79	1.10		1.92	3.49		21.60	21.70	14.4	17.67	6.95	0.0	17.71	1.31
5		1.24	1.02		0.77	1.08		1.64	3.45		25.44	25.00	0.6	13.50	5.59	4.6	15.37	1.14
6		1.16	1.04		0.76	1.07		1.62	3.40		30.58	25.87	0.0	14.29	5.90	0.0	13.55	1.04
7		1.13	1.07		0.82	1.25		1.42	2.66		25.91	17.04	1.3	14.19	4.52	1.7	14.89	0.83
8		1.12	1.21		0.82	1.14		1.25	2.29		23.53	17.98	0.6	23.08	4.71	22.0	27.24	2.86
9		1.09	1.18		0.79	1.07		1.31	3.51		25.42	18.53	8.8	46.77	6.41	0.0	13.80	1.52
10		1.09	1.12		0.77	1.01		1.46	5.27		26.72	18.75	0.0	33.08	3.85	0.0	9.47	0.90
11		1.09	1.06		0.79	1.05		1.36	5.14		27.33	20.82	0.0	24.52	3.13	0.0	10.10	0.78
12		1.09	1.12		0.74	1.03		1.22	4.67		19.48	10.62	0.0	24.20	2.64	0.0	8.25	0.66
13		1.06	1.27		0.80	1.34		1.56	7.91		12.95	6.90	0.6	21.51	2.17	0.0	6.50	0.55
14		1.04	1.57		0.80	1.59		2.70	12.92		9.29	5.13	7.9	30.84	2.38	0.0	5.95	0.47
15		1.01	1.30		0.78	1.37		5.47	19.24		8.24	6.79	6.0	35.39	2.03	0.0	5.45	0.43
16		0.96	1.24		0.80	1.55		7.43	17.05		16.95	17.66	7.3	40.32	3.16	0.0	5.73	0.36
17		0.95	1.40		0.78	1.26		3.67	7.76		13.27	10.03	3.0	35.65	2.41	0.0	5.11	0.33
18		0.89	1.52		0.75	1.26		2.40	4.79		12.23	10.93	6.8	32.78	3.20	1.1	4.02	0.30
19		0.85	1.34		0.77	1.47		1.91	3.79		17.35	13.55	1.7	31.50	3.11	8.2	4.06	0.72
20		0.83	1.21		0.73	1.24		1.79	4.44		15.17	9.99	0.0	25.59	2.11	19.2	7.59	2.28
21		0.79	1.18		0.69	1.13		2.10	6.45		16.41	11.85	0.0	24.61	1.65	24.7	28.65	10.39
22		0.79	1.16		0.65	1.12		1.73	4.40		26.79	16.07	3.9	21.36	1.66	2.3	19.74	5.46
23		0.79	1.21		0.64	1.08		1.52	3.28		29.54	13.95	12.9	20.19	1.94	7.4	10.40	2.77
24		0.83	1.14		0.62	1.03		2.11	4.92		24.97	10.37	30.4	29.32	8.02	4.3	9.61	3.49
25		0.80	1.07		0.64	1.04		5.06	13.01		26.27	11.14	1.7	23.82	7.34	0.0	10.12	2.16
26		0.81	1.16		0.64	0.98		5.05	11.20		23.57	9.84	1.7	18.28	3.96	0.0	6.77	1.39
27		0.80	1.54		0.64	0.96		3.60	7.74		28.13	10.62	1.7	15.96	2.85	0.6	6.05	1.12
28		0.81	1.75		0.73	1.73		2.80	6.27	(0.0)	34.61	10.57	0.6	13.71	2.23	0.0	4.61	0.90
29		0.79	1.49		0.98	4.00		4.17	11.01	4.80	37.58	11.15	0.0	16.66	1.70	0.0	3.87	0.75
30		0.76	1.32					23.91	37.09	37.60	37.26	15.08	9.1	16.48	1.65	10.9	4.49	0.88
31		0.79	1.29					18.10	23.86				19.4	19.45	5.92			
合計 Total	-	31.63	38.20	-	21.96	37.39	-	128.78	280.23	(42.4)	682.89	445.93	157.1	751.98	132.42	107.0	337.50	53.60

No data collected during winter 冬期間の観測中止

- : 欠測、( )：不確定値
注）露場：4月28日に自記式転倒ます式および普通雨量計設置

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1992年	7月 July			8月 August			9月 September			10月 October			11月 November			12月 December		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1	22.8	19.57	7.55	25.4	3.71	1.28	0.0	0.83	-	0.0	4.11	1.00	(7.2)	3.78	1.67		3.75	3.01
2	0.0	7.19	2.78	0.6	1.27	0.52	0.0	0.81	-	2.8	3.19	0.50	(1.7)	3.38	1.88		8.16	5.74
3	0.0	5.33	1.57	2.4	1.30	0.43	17.5	3.33	-	0.0	2.43	0.39	0.0	3.30	1.73		4.63	2.77
4	0.0	4.42	1.11	0.6	1.38	0.47	1.8	3.02	-	1.1	3.20	0.25	1.4	5.31	2.13		3.64	1.93
5	0.0	3.60	0.86	0.0	1.20	0.36	4.2	5.81	-	17.2	4.35	0.75	0.0	4.95	1.76		3.04	1.48
6	0.0	3.28	0.68	0.0	1.01	0.29	0.0	3.90	-	0.0	3.15	1.26	1.9	4.25	1.38		2.63	1.21
7	0.5	2.79	0.54	12.5	1.20	0.30	0.0	2.24	-	0.0	2.41	0.45	0.0	4.57	1.19		2.67	1.07
8	3.3	2.80	0.55	0.0	1.20	0.47	0.0	1.78	-	7.2	2.18	0.28	0.0	3.51	0.99		26.49	15.50
9	0.0	2.06	0.40	14.3	5.60	1.05	0.0	1.52	-	31.1	15.13	10.12	8.0	3.30	0.85		18.62	13.25
10	0.0	2.03	0.35	0.6	2.66	0.81	0.0	1.33	-	16.7	14.43	7.66	2.5	3.87	1.42		10.32	4.89
11	0.0	1.66	0.29	3.9	1.83	0.35	2.1	1.75	-	0.6	8.84	3.31	5.0	3.23	1.45		8.43	4.42
12	4.4	1.69	0.28	7.8	2.01	0.44	0.0	1.40	-	1.6	5.79	1.63	0.0	3.01	1.39		6.50	3.60
13	34.6	6.56	3.13	10.6	9.87	2.65	0.0	1.14	-	0.0	3.99	1.08	0.0	2.53	1.10		5.29	2.83
14	32.1	9.23	8.29	0.6	4.33	1.35	0.0	1.07	-	8.4	3.61	1.10	0.0	2.20	0.90		4.40	2.49
15	29.4	17.91	18.64	0.0	2.74	0.64	1.2	1.12	-	23.6	9.84	8.62	0.0	2.01	0.79		4.00	2.14
16	0.0	11.94	9.90	0.0	2.07	0.34	0.6	1.15	-	0.0	5.68	4.74	3.9	2.13	0.80		3.15	1.83
17	5.4	6.57	3.56	0.0	1.77	0.24	2.3	0.99	-	0.0	4.10	2.73	0.0	1.83	0.79		2.69	1.77
18	46.0	30.69	26.23	0.0	1.54	0.17	0.0	0.83	-	0.0	3.20	1.52	0.0	1.63	0.63		2.51	1.61
19	0.5	13.15	7.45	0.0	1.42	0.13	22.3	2.14	-	1.1	2.60	0.89	0.0	1.58	0.52		2.28	1.52
20	0.0	8.19	3.42	11.1	1.26	0.12	6.4	10.46	-	27.7	8.59	6.47	17.6	3.40	0.95		2.11	1.41
21	0.0	5.54	2.14	1.3	2.05	0.43	0.0	2.48	-	0.5	5.35	3.71	6.1	4.01	3.78		2.04	2.20
22	0.0	4.17	1.49	0.7	1.21	0.19	0.0	1.84	-	0.0	3.78	1.88	0.0	2.65	1.82		1.92	2.96
23	0.4	3.27	1.20	0.7	1.13	0.10	0.0	1.54	-	0.0	3.03	1.24	0.9	2.40	1.25		1.71	2.28
24	0.0	2.74	0.99	2.4	1.05	-	0.0	1.32	-	0.0	2.46	0.99	0.9	2.40	1.07		1.62	1.99
25	0.0	2.21	0.83	0.0	1.06	-	16.9	2.71	-	0.6	2.61	0.85	0.0	2.04	0.87		1.62	1.77
26	0.0	1.98	0.68	27.1	1.46	-	0.0	4.04	-	33.0	10.18	11.82	5.3	1.93	0.82		1.62	1.56
27	0.0	1.73	0.59	1.2	4.60	-	4.7	3.48	-	6.1	8.48	6.69	4.4	1.86	0.87		1.57	1.50
28	0.0	1.59	0.52	0.0	1.37	-	2.3	3.84	-	0.0	6.47	3.51	0.0	1.95	0.87		1.44	1.84
29	0.0	1.47	0.46	0.0	1.14	-	8.3	3.06	-	3.3	5.06	2.27	0.0	2.27	1.89		1.49	2.96
30	0.0	1.31	0.47	0.0	1.07	-	10.0	7.33	-	1.1	4.39	1.88	0.0	2.89	2.93		1.29	2.42
31	0.0	1.21	0.49	0.0	0.92	-				1.1	3.73	1.51					1.23	2.06
合計 Total	179.4	187.86	107.43	123.8	66.45	(13.13)	100.6	78.25	-	184.8	166.37	91.11	(66.8)	88.17	40.48	-	142.86	98.00

No data collected during winter
冬期間の観測中止

- : 欠測、( )：不確定値
注）初沢：8月24日～9月30日にかけ沈砂池漏水のため欠測
　　露場：11月1日～2日かけて降雪あり。12月1日に自記式転倒ます式および普通雨量計撤収

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1993年	1 月 January			2 月 Feburary			3 月 March			4 月 April			5 月 May			6 月 June		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1		1.22	1.72		0.62	1.04		0.82	2.41		5.23	17.60		21.22	14.26	0.00	36.35	1.70
2		1.32	1.49		0.74	1.04		0.81	2.17		5.68	18.56		16.09	13.92	0.00	34.66	1.38
3		1.15	1.69		0.62	1.01		0.73	1.90		5.69	19.61		33.41	34.50	20.00	63.56	3.43
4		1.18	2.15		0.75	1.00		0.73	1.95		8.63	21.34		30.70	23.41	5.90	33.97	2.77
5		1.12	1.74		0.71	0.98		0.78	2.46		7.45	14.69		31.75	24.08	7.00	32.44	4.51
6		1.11	1.50		0.70	1.15		0.93	4.40		4.34	8.03	(0.0)	39.10	24.13	0.00	27.31	2.08
7		1.33	1.90		1.26	4.19		1.14	5.69		3.21	6.40	0.0	43.10	25.82	0.00	25.86	1.39
8		2.84	6.24		1.69	4.93		1.17	5.51		2.89	6.55	0.0	40.00	20.61	0.00	23.76	1.13
9		1.58	3.10		1.04	2.51		0.96	3.61		2.29	5.09	6.7	41.16	19.41	9.10	21.38	1.44
10		1.34	2.39		0.86	1.83		0.88	3.11		2.04	5.10	11.2	62.43	28.21	7.50	19.85	1.21
11		1.20	2.11		0.85	1.52		0.85	2.83		1.95	5.28	1.1	61.45	25.81	10.70	22.99	4.28
12		1.19	1.86		0.82	1.38		0.84	2.44		1.91	5.73	0.0	47.53	19.92	0.50	20.91	2.85
13		1.15	1.73		0.78	1.27		0.82	2.12		2.04	7.24	0.5	61.90	27.90	21.40	26.35	4.92
14		1.11	1.92		0.74	1.24		0.76	1.83		3.08	11.96	38.3	78.70	32.44	1.60	27.94	6.43
15		1.07	1.67		0.77	1.17		0.70	1.63		5.32	17.70	4.7	40.15	14.35	5.80	26.31	2.93
16		1.02	1.56		0.69	1.16		0.68	1.51		7.92	20.92	0.0	28.86	14.11	1.00	28.98	2.50
17		1.04	1.44		1.17	3.86		0.65	1.40		9.54	19.35	0.0	28.57	12.11	0.00	21.63	1.60
18		0.94	1.33		1.82	8.55		0.66	1.48		16.09	30.63	2.4	30.06	10.43	1.10	16.79	1.20
19		0.92	1.25		1.12	3.85		0.66	1.75		16.23	23.78	0.0	38.48	12.68	19.90	22.75	2.28
20		0.87	1.21		0.90	2.60		0.60	1.64		16.04	23.13	0.0	42.31	11.62	12.60	37.21	12.67
21		0.86	1.21		0.85	2.12		0.69	2.09		19.11	23.56	0.0	44.02	10.41	0.00	20.18	3.36
22		0.86	1.13		1.11	2.94		0.85	3.68		21.30	22.45	4.1	38.60	7.51	0.00	15.73	2.04
23		0.85	1.04		1.31	4.20		1.12	6.31		31.55	30.28	1.8	42.74	7.37	12.60	15.67	2.31
24		0.85	1.04		1.04	3.05		1.86	9.79		40.67	31.68	0.0	30.53	5.22	0.50	12.88	2.09
25		0.85	1.04		0.89	2.70		3.23	12.49		40.82	27.40	0.0	34.72	6.25	0.00	11.10	1.47
26		0.82	1.06		0.84	2.46		2.54	11.19		26.66	19.70	0.0	42.45	5.86	11.50	12.29	1.71
27		0.82	1.07		0.80	2.18		3.32	11.69		23.03	19.07	0.0	35.38	4.26	1.60	14.38	2.74
28		0.84	1.10		0.80	2.09		3.08	9.59		22.13	18.41	0.0	34.49	3.57	16.50	21.76	6.90
29		0.81	1.08					2.19	7.05		23.71	17.89	0.0	37.76	3.08	19.00	13.22	4.20
30		0.69	1.07					1.63	4.94		23.44	16.12	0.0	34.66	2.41	9.50	17.12	8.66
31		0.54	1.04					1.75	6.28				0.0	32.69	2.00			
合計 Total	-	33.51	51.88	-	26.26	68.02	-	38.44	136.95	-	400.00	515.25	(70.8)	1225.01	467.67	195.3	725.35	98.14

No data collected during winter 冬期間の観測中止

- : 欠測、( )：不確定値
注）露場：5月6日に自記式転倒ます式および普通雨量計設置

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1993年	7月 July			8月 August			9月 September			10月 October			11月 November			12月 December		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1	0.5	13.88	5.69	3.5	4.65	1.32	0.0	4.09	1.18	1.6	3.82	2.48	0.0	12.95	4.60		5.37	5.14
2	6.4	11.17	3.21	0.0	3.36	1.05	1.1	3.45	1.07	1.1	4.99	1.38	0.0	9.20	2.86		4.84	4.73
3	46.2	39.69	19.08	19.3	5.57	2.13	6.9	3.08	1.18	6.5	3.16	1.06	0.0	7.05	2.05		4.56	3.54
4	1.1	32.68	16.86	0.6	5.00	3.08	13.9	6.10	2.73	9.2	5.47	3.27	0.0	5.59	1.55		4.90	3.99
5	15.6	21.40	8.67	6.6	4.89	2.22	0.0	3.15	1.43	1.1	4.41	1.77	0.0	4.68	1.20		3.80	2.76
6	0.0	15.06	5.52	9.9	5.87	3.67	0.0	2.52	1.04	0.5	3.59	1.22	0.0	4.09	1.04		3.27	2.00
7	0.0	11.06	3.33	0.6	5.14	2.80	10.6	3.84	1.18	0.0	2.99	0.87	0.5	3.88	0.91		2.73	1.65
8	0.0	9.15	2.37	0.6	4.37	1.88	13.8	8.53	4.14	30.1	10.01	5.06	2.5	3.54	0.90		2.47	1.39
9	1.6	6.96	1.93	1.1	3.88	1.48	25.4	15.48	10.35	0.0	8.22	5.52	1.1	3.20	0.83		2.24	1.43
10	24.2	13.03	7.79	4.2	3.99	1.34	16.9	17.39	10.77	3.7	5.35	2.03	0.0	2.75	0.70		2.23	1.38
11	0.0	8.03	3.73	8.5	10.03	3.33	1.1	14.84	7.23	4.7	9.89	2.39	0.5	2.61	0.61		2.64	3.02
12	22.0	9.26	4.52	0.5	10.72	2.76	0.5	10.02	3.44	0.0	5.27	1.25	0.0	2.76	0.59		2.47	2.89
13	20.2	16.26	11.02	0.0	7.24	1.61	0.5	7.26	2.34	0.0	4.84	0.94	41.9	9.14	1.86		2.46	3.11
14	4.2	15.20	9.96	20.7	10.34	5.10	31.2	15.49	9.24	0.0	3.78	0.82	12.6	36.58	20.81		2.49	3.21
15	9.6	13.76	8.66	33.4	8.94	4.76	0.0	11.64	5.93	0.0	3.07	0.64	2.1	15.57	5.32		1.93	2.63
16	0.0	9.45	4.78	15.4	18.78	17.40	0.0	7.84	2.92	0.0	2.59	0.56	0.0	9.56	3.06		1.75	2.18
17	4.8	8.10	3.31	14.6	14.60	9.36	6.3	6.32	2.27	0.0	2.27	0.49	0.0	7.04	2.13		1.62	1.95
18	10.6	8.92	3.80	8.7	13.01	8.44	0.5	5.64	1.96	0.7	2.03	0.42	0.0	5.70	1.58		1.63	1.70
19	4.8	8.89	4.17	10.8	10.99	6.20	0.0	4.08	1.47	0.0	1.96	0.42	2.7	8.97	1.71		1.56	1.53
20	2.7	7.56	3.57	7.0	8.40	4.02	0.0	3.43	1.16	0.0	1.76	0.36	5.9	6.37	1.53		1.39	1.45
21	0.0	6.23	2.56	1.6	7.36	3.33	0.0	2.91	0.99	0.5	1.65	0.34	6.4	8.92	2.41		1.39	1.47
22	0.0	5.38	1.92	0.0	5.72	2.44	14.3	3.15	1.18	0.0	1.54	0.32	3.7	8.86	2.77		1.33	1.55
23	0.0	4.75	1.43	1.5	4.66	1.69	1.7	3.04	1.56	27.5	2.11	0.47	2.1	7.28	2.13		1.35	1.42
24	2.7	4.55	1.24	0.5	4.30	1.38	0.0	2.43	1.15	49.9	12.59	27.66	(18.9)	6.25	1.97		1.44	1.35
25	3.2	5.64	1.35	0.0	3.40	1.09	0.0	2.07	0.95	4.6	8.41	11.12	0.0	5.50	2.04		1.23	1.35
26	47.7	24.43	15.25	8.7	3.28	0.96	3.9	2.05	0.81	8.2	7.80	8.95	0.0	4.95	2.58		1.23	1.58
27	1.8	9.11	4.56	46.8	25.28	11.31	4.4	3.77	1.49	6.2	5.78	6.20	0.0	4.71	2.87		1.23	1.77
28	0.0	6.93	2.87	0.0	25.45	13.24	0.0	2.00	1.01	0.0	5.06	4.00	(12.5)	4.23	3.07		1.23	1.62
29	0.0	5.43	2.04	0.0	9.92	3.41	0.0	1.72	0.77	1.0	5.83	2.65	0.0	4.24	2.82		1.23	1.39
30	4.1	5.03	1.79	0.0	6.70	2.02	17.6	4.53	1.09	39.0	36.95	9.87	0.0	3.71	3.25		1.19	1.34
31	0.0	4.19	1.65	2.4	5.02	1.46				1.5	28.09	13.10					1.13	1.38
合計 Total	234.0	361.18	168.64	227.5	260.87	126.31	170.6	181.86	84.03	197.6	205.26	117.64	(113.4)	219.84	81.73	-	70.32	67.92

No data collected during winter
冬期間の観測中止

- : 欠測、( ) : 不確定値
注）露場：11月24日と28日は降雪あり。12月1日に自記式転倒ます式および普通雨量計撤収

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1994年	1 月 January			2 月 Feburary			3 月 March			4 月 April			5 月 May			6 月 June		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1		1.05	1.39		0.73	0.97		0.53	1.01		1.91	12.36	4.6	34.59	16.13	0.0	16.22	0.87
2		0.96	1.29		0.69	0.97		0.53	0.94		5.35	20.01	2.0	34.12	13.08	0.0	15.23	0.72
3		0.95	1.34		0.67	0.97		0.53	0.90		4.88	14.02	0.0	39.47	17.21	0.0	14.40	0.62
4		0.95	1.52		0.67	0.93		0.53	1.02		4.37	15.41	11.2	59.39	23.66	0.0	12.33	0.55
5		0.94	1.42		0.65	0.90		0.53	1.34		8.68	25.59	6.4	83.32	25.10	0.3	12.02	0.49
6		0.92	1.32		0.62	0.89		0.53	1.22		13.42	30.66	0.0	44.93	13.62	0.0	11.88	0.47
7		0.96	1.30		0.58	0.85		0.53	1.13		17.45	31.19	0.0	36.44	13.21	1.5	10.53	0.46
8		0.92	1.22		0.59	0.86		0.54	1.13		16.56	22.37	1.6	37.29	12.37	0.0	10.14	0.49
9		0.90	1.40		0.65	1.00		1.05	3.87		9.17	11.62	0.0	40.72	12.03	0.0	8.23	0.40
10		0.92	2.12		0.70	1.19		1.41	5.94		6.01	6.93	0.0	36.50	9.66	0.0	9.56	0.36
11		0.92	2.44		0.76	1.03		0.91	3.46		6.29	12.68	1.0	33.77	7.97	0.0	8.44	0.37
12		0.86	1.80		0.70	0.97		0.78	3.20		12.21	25.13	21.9	47.61	14.69	0.0	9.30	0.34
13		0.84	1.57		0.67	0.97		0.67	2.40		34.92	47.55	0.0	41.50	8.75	8.4	8.26	0.46
14		0.84	1.41		0.67	0.93		0.64	2.09		20.74	22.85	0.0	45.02	8.68	28.0	17.34	2.62
15		0.85	1.31		0.60	0.90		0.70	2.56		18.24	22.85	16.7	55.35	8.68	0.0	9.94	0.79
16		0.82	1.24		0.61	0.86		0.77	3.23		20.88	25.38	0.0	56.16	9.04	0.0	7.68	0.37
17		0.85	1.34		0.58	0.84		0.82	3.66		23.31	25.74	6.7	41.45	5.58	0.0	6.40	0.28
18		1.30	2.88		0.55	0.81		0.78	3.12		23.37	20.93	5.6	40.19	6.84	0.0	5.51	0.22
19		0.97	1.95		0.53	0.78		0.99	5.82		27.54	27.24	0.6	30.68	4.35	25.4	9.86	1.38
20		0.90	1.59		0.54	0.95		1.25	7.10		31.61	24.37	0.0	23.99	3.27	1.0	8.42	1.86
21		0.80	1.39		1.02	2.62		1.06	5.58		31.39	24.26	0.0	22.92	2.61	0.6	6.12	0.82
22		0.79	1.27		1.57	4.47		0.84	3.52		32.96	24.61	0.0	24.85	2.14	0.6	7.81	0.65
23		0.79	1.21		0.80	2.46		0.81	2.96		35.53	24.10	0.0	27.43	1.83	0.0	5.52	0.39
24		0.79	1.17		0.73	1.76		2.07	8.40		44.52	27.10	0.0	29.16	1.51	2.5	4.79	0.38
25		0.79	1.08		0.61	1.44		1.21	4.60		42.43	23.33	0.0	28.86	1.26	5.6	6.64	0.76
26		0.79	1.09		0.55	1.27		0.94	3.13		39.78	21.66	13.9	35.37	1.18	6.2	4.97	0.70
27		0.79	1.25		0.53	1.16		0.86	2.61		35.02	17.94	21.1	71.67	8.06	3.7	7.30	0.79
28		0.77	1.13		0.53	1.09		0.83	2.39		32.93	15.86	0.0	33.84	3.83	0.0	6.14	0.77
29		0.75	1.07					0.86	3.16		33.85	17.30	0.0	26.17	1.98	1.5	4.29	0.42
30		0.73	1.04					0.88	3.39		36.78	16.94	0.0	22.88	1.41	0.7	5.68	0.38
31		0.73	1.02					1.17	7.12				0.0	19.75	1.13			
合計 Total	-	27.15	44.58	-	19.09	34.84	-	26.55	101.98	-	672.10	657.98	113.3	1205.40	260.86	86.0	270.94	20.18

No data collected during winter 冬期間の観測中止

- : 欠測、( )：不確定値
注）露場：4月30日に自記式転倒ます式および普通雨量計設置

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1994年	7月 July			8月 August			9月 September			10月 October			11月 November			12月 December		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1	12.8	5.10	0.69	0.0	0.81	-	5.0	0.69	-	16.5	14.79	4.68	0.0	1.70	0.29		1.72	1.99
2	0.5	4.70	1.29	0.8	0.59	-	1.2	0.78	-	1.7	11.64	6.46	0.0	1.59	0.26		2.36	1.98
3	0.0	4.55	0.71	2.3	0.61	-	0.0	0.55	-	0.0	7.43	2.66	23.8	2.84	0.55		3.42	4.22
4	0.0	4.28	0.36	0.0	0.53	-	0.0	0.48	-	4.6	7.23	2.05	3.2	3.86	5.30		2.54	2.41
5	0.0	3.31	0.23	0.0	0.50	-	0.0	0.41	-	16.0	6.11	2.57	0.0	2.86	1.94		2.20	1.81
6	0.0	2.89	0.14	0.0	0.48	-	0.0	0.38	-	0.0	5.19	2.97	5.3	5.08	1.55		2.09	1.63
7	0.0	2.40	0.11	0.0	0.46	-	23.6	1.19	-	0.0	3.91	1.50	4.2	5.87	1.74		2.29	1.87
8	0.6	2.23	0.11	0.0	0.47	-	29.0	12.26	-	0.0	3.16	1.07	0.0	4.94	1.91		2.33	3.68
9	11.7	3.27	0.19	0.0	0.47	-	0.0	2.94	-	0.0	2.60	0.90	0.0	3.87	1.16		3.96	8.01
10	0.0	2.22	0.43	0.0	0.41	-	0.0	1.46	-	2.8	2.26	0.82	1.2	3.27	0.93		6.18	12.52
11	0.0	2.08	0.17	0.0	0.42	-	1.1	1.52	-	13.8	3.77	1.85	0.0	2.69	0.77		3.78	4.34
12	0.0	1.90	0.09	0.0	0.43	-	12.1	1.52	-	0.0	2.86	1.31	0.0	2.32	0.65		3.61	3.55
13	0.0	1.71	-	0.0	0.39	-	17.8	4.56	-	3.3	3.59	1.26	3.0	2.86	0.66		3.97	5.23
14	0.0	1.67	-	0.0	0.34	-	3.1	3.61	-	0.0	3.08	0.90	0.0	2.12	0.60		3.28	4.27
15	0.0	1.65	-	6.4	3.15	-	2.1	2.55	-	0.0	2.49	0.63	0.0	1.97	0.50		2.43	3.05
16	0.0	1.47	-	0.0	0.78	-	7.9	2.15	-	0.6	2.14	0.51	0.0	1.84	0.42		2.17	2.48
17	0.0	1.27	-	0.0	0.50	-	11.0	5.84	-	0.6	3.80	0.48	0.0	1.64	0.38		2.12	2.11
18	1.8	1.18	-	0.0	0.52	-	0.0	3.60	-	0.0	2.30	0.40	0.0	1.56	0.39		1.97	1.84
19	1.8	1.43	-	1.6	0.55	-	26.8	4.68	-	0.0	2.07	0.34	5.9	3.39	0.66		1.90	1.67
20	0.6	1.51	-	12.3	1.81	-	0.5	4.16	-	0.0	2.24	0.31	3.6	2.10	0.85	No data collected during winter 冬期間の観測中止	1.81	1.53
21	9.2	1.04	-	23.5	1.47	-	0.0	2.61	-	19.6	4.14	0.92	0.0	1.89	0.59		1.70	1.51
22	0.0	0.97	-	1.7	2.00	-	5.2	2.09	-	4.1	4.32	2.12	4.5	1.72	0.51		1.63	1.50
23	0.0	0.93	-	0.0	1.12	-	18.6	5.41	-	1.0	6.30	1.67	0.6	1.71	0.62		1.62	2.01
24	0.0	0.86	-	11.0	1.75	-	5.7	5.71	-	0.0	3.97	1.00	0.0	1.65	0.61		1.71	3.03
25	0.0	0.84	-	2.3	1.55	-	31.4	24.71	-	0.0	3.26	0.84	0.0	1.59	0.42		1.97	4.22
26	0.0	0.82	-	0.0	0.97	-	0.0	8.56	-	0.0	2.67	0.62	0.0	1.69	0.47		1.67	3.16
27	0.0	0.76	-	3.5	0.91	-	34.3	15.51	-	0.0	2.27	0.47	23.9	(1.56)	0.61		1.79	3.53
28	0.0	0.73	-	0.0	0.77	-	9.0	14.00	-	0.0	2.00	0.31	0	1.75	0.65		1.75	3.56
29	0.0	0.68	-	1.5	0.57	-	7.4	12.07	-	4.9	2.20	0.32	3.8	1.63	1.18		1.57	2.76
30	4.6	0.65	-	0.0	0.74	-	41.1	46.48	-	0.0	1.83	0.45	1.9	1.75	1.85		1.50	2.20
31	10.9	1.55	-	0.0	0.49	-				0.0	1.95	0.36					1.47	1.95
合計 Total	54.5	60.67	(4.51)	66.9	26.55	-	293.9	192.48	-	89.5	127.55	42.74	84.9	(75.31)	29.03	-	74.51	99.61

- : 欠測、( )：不確定値
注）露場：11月27日に降雪あり。12月1日に自記式転倒ます式および普通雨量計撤収
　　初沢：7月1日~9月30日にかけ沈砂槽の漏水のため欠測

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1995年	1 月 January			2 月 Feburary			3 月 March			4 月 April			5 月 May			6 月 June		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1		1.53	1.75		0.82	1.04		0.71	0.84		9.89	16.78	(1.8)	58.77	24.97	0.0	24.39	1.57
2		1.52	1.51		0.82	0.96		0.73	0.81		6.86	12.07	0.0	68.22	32.57	0.0	19.84	1.22
3		1.34	1.39		0.82	0.93		0.70	0.80		5.13	8.76	3.6	61.79	22.98	20.9	22.04	1.34
4		1.50	1.83		0.82	0.90		0.73	0.84		4.04	6.71	9.1	51.28	17.27	2.6	39.98	5.54
5		1.57	2.49		0.82	0.90		0.73	0.81		4.47	10.82	12.1	46.63	26.05	7.5	28.16	2.38
6		1.40	1.98		0.82	0.87		0.72	0.77		6.51	17.95	0.0	43.36	21.95	28.2	26.62	5.52
7		1.37	1.66		0.79	0.85		0.73	0.86		16.37	35.61	0.0	48.05	21.16	0.0	30.44	9.09
8		1.27	1.56		0.79	0.83		0.79	1.30		14.05	22.97	0.0	48.50	20.13	0.0	23.70	3.26
9		1.25	1.93		0.79	0.84		0.72	1.13		13.38	20.94	0.0	47.49	18.22	3.2	23.56	2.47
10		1.30	2.45		0.79	0.86		0.68	1.15		18.27	28.93	0.0	54.95	19.89	0.5	21.96	1.87
11		1.19	1.76		0.76	0.84		0.62	1.13		13.85	17.45	0.0	65.47	15.16	0.5	22.40	1.37
12		1.16	1.51		0.76	0.96		0.58	1.14		11.64	17.93	2.1	57.63	13.02	1.1	17.79	1.20
13		1.16	1.42		0.76	1.15		0.62	1.48		9.85	15.89	2.7	53.71	12.79	8.1	16.54	1.51
14		1.13	1.38		0.76	1.06		0.58	1.35		8.01	12.36	1.1	43.60	9.24	28.0	28.84	6.46
15		1.10	1.34		0.76	0.98		0.61	1.64		10.23	18.92	38.2	47.80	17.09	34.1	40.84	19.07
16		1.09	1.25		0.76	0.98		0.77	3.28		13.38	19.31	28.5	62.77	24.15	12.7	39.44	17.16
17		1.09	1.17		0.73	0.96		2.87	17.01		22.98	35.20	8.8	63.19	20.34	0.0	27.19	5.72
18		1.04	1.09		0.73	0.92		4.88	14.14		26.41	29.22	0.0	59.78	15.58	0.0	20.96	3.17
19		0.97	1.06		0.70	0.89		2.08	5.62		38.09	35.92	0.0	49.27	10.66	3.7	18.57	2.30
20		0.91	1.04		0.71	0.86		1.71	5.88		31.41	21.12	0.0	45.75	8.11	18.0	24.61	5.40
21		0.92	1.04		0.73	0.83		2.13	9.42		21.13	20.51	0.0	38.58	5.69	2.6	19.43	4.96
22		0.92	1.05		0.73	0.82		2.59	11.36		22.31	22.31	1.1	36.32	4.96	3.2	16.64	3.74
23		0.97	1.12		0.70	0.79		2.92	14.77		50.48	38.91	0.5	39.09	4.46	0.5	12.88	2.86
24		0.95	1.25		0.71	0.83		3.77	15.95		53.30	31.80	0.0	32.91	3.46	0.0	11.32	2.20
25		0.89	1.14		0.70	0.80		3.68	11.98		41.20	26.27	0.0	31.89	2.92	0.0	12.03	1.67
26		0.89	1.08		0.69	0.80		2.44	7.01		41.57	23.74	0.0	34.26	2.51	17.6	13.89	3.23
27		0.88	1.05		0.67	0.80		1.91	5.22		37.91	23.04	0.0	32.26	2.05	7.2	10.51	2.65
28		0.87	1.00		0.70	0.80		1.89	5.67		34.13	20.97	2.7	27.00	1.62	9.4	11.27	3.07
29		0.85	1.06					1.60	4.02		40.86	26.74	14.1	35.48	3.13	0.0	10.73	2.91
30		0.84	1.21					2.39	8.70		67.46	38.44	14.8	33.44	2.75	0.0	9.23	1.97
31		0.82	1.14					15.39	36.70				0	32.10	2.66			
合計 Total	-	34.69	43.75	-	21.16	25.06	-	63.28	192.79	-	695.19	677.60	(141.2)	1451.34	407.51	209.6	645.81	126.90

No data collected during winter 冬期間の観測中止

- : 欠測、( )：不確定値
注）露場：5月1日に自記式転倒ます式および普通雨量計設置

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1995年	7月 July			8月 August			9月 September			10月 October			11月 November			12月 December		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1	1.7	8.34	1.46	0.0	2.48	0.51	7.7	8.80	1.28	3.2	1.16	0.15	1.2	1.66	0.16		1.96	0.90
2	0.5	6.97	1.16	6.9	3.21	0.64	0.0	3.46	0.50	21.9	5.35	0.54	0.0	1.65	0.12		1.92	0.87
3	23.5	12.12	3.76	1.1	2.16	0.53	6.1	2.77	0.33	1.6	12.44	3.45	0.0	1.60	0.12		1.88	0.86
4	11.3	12.76	6.41	0.0	1.82	0.45	0.0	1.79	0.21	1.1	4.29	0.93	7.8	2.26	0.36		1.78	0.99
5	20.1	13.76	7.29	7.5	1.58	0.40	1.8	1.93	0.16	5.9	3.49	0.70	0.0	1.92	0.62		1.68	1.42
6	9.3	18.75	12.43	2.3	1.50	0.46	0.0	1.52	0.16	12.3	11.05	4.92	0.0	1.60	0.35		1.59	1.40
7	0.0	13.97	5.42	0.0	1.30	0.33	3.1	1.85	0.15	0.0	5.74	1.82	9.5	1.52	0.24		1.56	1.35
8	18.6	15.46	7.40	0.0	1.24	0.29	0.6	1.79	0.17	10.1	5.03	1.26	16.1	6.06	4.16		1.48	1.20
9	4.4	12.32	5.68	0.0	1.20	0.25	0.0	1.42	0.13	0.0	4.59	1.86	18.4	3.13	2.59		1.45	1.12
10	6.4	10.59	3.60	8.4	1.81	0.27	1.8	1.41	0.09	0.0	3.40	0.98	0.0	3.14	3.05		1.42	1.12
11	39.5	19.32	10.70	8.4	3.84	0.50	0.0	1.38	0.04	0.0	2.71	0.68	20.6	3.19	4.68		1.35	1.26
12	33.1	36.66	32.17	0.0	1.41	0.37	0.0	1.31	-	0.0	2.26	0.49	0.0	3.39	4.72		1.33	1.58
13	0.0	22.78	11.50	0.0	1.15	0.25	0.0	1.16	-	0.0	1.95	0.38	0.0	4.06	4.22		1.24	1.46
14	32.6	28.62	16.95	0.0	1.01	0.21	8.2	1.19	-	0.0	1.72	0.28	6.5	3.81	3.49		1.20	1.49
15	0.0	20.77	9.87	0.0	0.93	0.21	20.9	4.44	-	0.0	1.57	0.22	(3.5)	6.77	6.54		1.21	1.98
16	4.9	13.59	4.98	19.5	4.39	0.52	36.2	11.83	7.53	0.0	1.47	0.17		4.47	3.20		1.20	1.64
17	29.4	25.92	14.88	0.0	1.56	0.50	68.8	50.76	37.05	0.0	1.47	0.18		4.33	3.05		1.20	1.42
18	0.0	16.08	7.27	0.0	1.14	0.25	0.0	18.94	5.56	0.0	1.28	0.15		4.30	3.47		1.20	1.29
19	0.5	11.48	4.17	0.0	0.98	0.20	0.0	9.46	1.91	0.0	1.18	0.17		4.02	2.38		1.18	1.22
20	14.0	12.00	5.12	0.0	0.87	0.18	0.0	6.04	1.09	9.0	4.10	0.31		8.55	5.10		1.14	1.17
21	16.6	14.43	7.28	0.7	0.83	0.12	0.0	4.11	0.74	0.0	1.88	0.39		6.89	4.26		1.08	1.19
22	2.1	11.03	5.65	5.3	0.92	0.14	0.0	3.07	0.53	0.0	1.54	0.27		4.99	2.39		1.09	1.15
23	0.0	8.99	3.38	3.9	0.83	0.14	0.0	2.41	0.49	0.0	1.42	0.15		4.24	1.83		1.01	1.11
24	1.4	7.20	2.23	0.0	0.78	0.09	2.7	2.30	0.49	11.0	1.35	0.12		3.85	1.72		1.01	1.12
25	0.0	6.02	1.74	0.0	0.71	-	1.2	2.55	0.41	15.5	6.94	2.17		3.26	1.30		1.03	1.17
26	0.0	4.89	1.36	0.0	0.62	-	4.0	2.45	0.52	0.6	4.45	2.35		2.96	1.13		1.14	1.17
27	0.0	4.22	1.10	0.0	0.58	-	0.0	1.81	0.41	0.6	3.29	0.90		2.58	1.15		1.57	1.12
28	0.0	3.71	0.91	2.2	1.48	-	0.0	1.60	0.24	0.0	2.54	0.64		2.43	0.97		1.63	1.04
29	0.0	3.30	0.80	0.0	0.78	-	0.0	1.43	0.17	0.0	2.25	0.47		2.24	0.90		1.35	1.04
30	0.0	2.99	0.66	8.2	0.67	-	0.0	1.31	0.16	0.0	2.00	0.36		2.13	0.89		0.94	1.04
31	0.0	2.70	0.58	21.0	5.29	0.44				0.0	1.82	0.26					0.79	1.02
合計 Total	269.9	401.76	197.93	95.4	49.07	(8.21)	163.1	156.28	(60.55)	92.8	105.72	27.70	(83.6)	106.99	69.18	-	41.61	37.91

No data collected during winter
冬期間の観測中止

No data collected during winter
冬期間の観測中止

- : 欠測、( )：不確定値
注）露場：11月15日に自記式転倒ます式および普通雨量計撤収
　　初沢の8月25日から30日、9月12日~15日にかけて沈砂槽の漏水のため欠測。8月28日に漏水部を修理

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1996年	1 月 January			2 月 Feburary			3 月 March			4 月 April			5 月 May			6 月 June		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1		0.79	1.08		0.57	1.04		0.53	1.17		6.32	13.13	(14.3)	47.88	42.79	3.9	68.25	14.95
2		0.79	1.02		0.56	1.04		0.53	1.15		4.04	8.02	7.8	68.86	47.11	0	55.99	11.47
3		0.78	1.10		0.57	1.04		0.52	1.08		2.81	5.39	0.0	62.92	42.19	0	62.27	10.95
4		0.82	1.29		0.56	1.01		0.50	1.04		2.24	4.12	0.0	43.73	26.39	0	61.82	9.44
5		0.82	1.13		0.57	1.00		0.53	1.05		2.03	4.03	62.2	57.18	56.45	0	47.13	6.48
6		0.79	1.04		0.56	1.00		0.53	0.99		1.85	3.94	24.0	48.30	41.09	0	38.65	5.27
7		0.76	1.00		0.57	1.00		0.49	0.93		2.27	7.68	0.6	28.72	21.72	0.7	38.11	4.71
8		0.77	1.11		0.54	1.00		0.47	0.90		3.88	13.43	1.3	20.56	16.63	6.8	39.66	4.36
9		0.79	1.13		0.50	1.00		0.46	0.88		4.64	13.01	55.7	45.29	47.49	0	39.29	3.69
10		0.84	1.10		0.52	1.00		0.47	0.85		4.04	10.53	5.8	38.26	30.67	7.4	36.35	3.00
11		0.85	1.10		0.52	1.00		0.48	0.84		2.97	6.59	0.0	35.94	28.82	4.4	43.35	3.93
12		0.79	1.10		0.50	0.99		0.49	0.85		2.24	4.73	6.5	38.64	26.78	0	42.86	2.69
13		0.70	1.10		0.50	0.97		0.48	0.85		1.86	3.58	9.1	33.72	22.48	0	38.70	2.02
14		0.65	1.10		0.58	0.97		0.48	1.03		1.73	3.46	0.0	29.92	24.91	0	37.11	1.51
15		0.72	1.10		0.96	0.97		0.53	1.87		2.65	8.01	0.0	32.64	26.40	0	36.95	1.28
16		1.32	1.10		0.89	0.97		0.54	1.92		5.46	15.41	0.0	39.03	25.86	0	37.32	1.06
17		1.12	1.10		0.72	0.97		0.75	3.82		10.11	23.07	0.0	50.51	32.18	3.4	34.42	0.93
18		0.87	1.08		0.63	0.97		1.78	6.73		18.80	37.57	0.0	51.19	25.91	19.1	45.43	1.14
19		0.79	1.07		0.55	0.97		1.14	3.89		11.98	17.16	0.0	51.12	26.93	0.7	37.54	1.90
20		0.77	1.07		0.53	0.97		0.85	2.80		7.29	9.48	1.7	49.85	22.62	0	29.96	1.15
21		0.73	1.07		0.51	0.94		1.04	5.57		5.20	6.62	0.0	51.46	21.19	0	29.40	0.87
22		0.73	1.07		0.50	0.93		5.13	19.99		4.42	7.03	12.5	54.24	22.38	5.4	25.74	0.77
23		0.72	1.07		0.48	0.93		5.78	13.85		5.77	15.75	1.0	46.77	17.99	6.1	25.24	0.83
24		0.71	1.07		0.48	0.93		2.58	6.29		10.62	28.31	0.0	44.85	20.15	(20.8)	30.42	3.28
25		0.68	1.07		0.48	0.93		2.09	6.75		18.04	35.31	0.0	49.71	21.05	(55.8)	70.27	28.86
26		0.66	1.06		0.48	0.93		2.00	7.14		20.68	29.34	0.0	54.51	21.04	0.8	41.61	7.88
27		0.62	1.04		0.48	0.93		2.00	8.53		29.75	38.84	0.0	59.25	20.67	0	28.47	3.36
28		0.59	1.04		0.48	0.93		2.15	9.81		43.07	48.29	0.0	60.34	18.65	0.8	24.51	2.16
29		0.58	1.04		0.48	0.97		2.50	11.53		38.15	36.83	0.0	59.66	17.52	8.3	30.92	3.00
30		0.60	1.04					3.08	12.50		34.01	29.86	0.0	62.04	17.12	0	22.85	2.16
31		0.63	1.04					6.79	19.29				0.0	66.04	16.11			
合計 Total	-	23.81	33.56	-	16.24	28.32	-	47.69	155.91	-	308.94	488.54	(202.5)	1483.16	849.29	(144.4)	1200.60	145.11

No data collected during winter 冬期間の観測中止

- : 欠測、( )：不確定値
注）露場：5月1日に自記式転倒ます式および普通雨量計設置。6月24日～25日にかけて自記式転倒ます式雨量計故障のため師入の雨量にて補完

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1996年	7月 July			8月 August			9月 September			10月 October			11月 November			12月 December		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1	0.0	20.21	1.38	0.0	2.71	0.32	6.8	2.26	0.41	0.7	1.86	0.41	11.6	5.03	1.49		3.37	2.02
2	0.0	17.50	1.09	0.6	2.26	0.20	0.6	8.96	1.15	0.6	1.62	0.31	12.5	6.28	3.20		2.95	1.69
3	12.2	27.42	11.25	0.0	2.06	0.18	0.0	3.77	0.57	5.8	1.59	0.29	0.0	5.21	2.42		2.68	1.49
4	0.0	22.15	5.60	6.6	3.56	0.18	1.6	2.78	0.29	3.9	2.39	0.65	0.0	4.06	1.42		2.38	1.35
5	5.5	20.60	3.78	9.4	9.02	1.74	2.1	2.35	0.25	0.0	1.52	0.45	6.4	3.51	1.13		3.65	2.70
6	0.6	21.18	3.56	4.1	2.55	0.59	5.2	2.09	0.28	0.0	1.33	0.30	16.9	11.44	5.47		4.29	4.72
7	1.1	15.10	2.47	0.0	2.04	0.40	6.2	3.40	0.76	0.0	1.33	0.25	0.0	7.68	4.30		2.72	2.84
8	8.8	16.34	3.83	0.0	1.92	0.30	0.0	2.04	0.59	42.1	12.05	8.03	6.4	6.72	2.57		2.38	2.37
9	(17.1)	14.45	3.29	0.0	1.63	0.23	39.5	13.41	7.57	0.5	7.28	5.42	1.2	9.23	2.91		2.21	1.91
10	0.5	12.69	2.27	0.0	1.49	0.18	2.6	10.89	6.13	0.0	4.05	1.89	1.8	9.38	2.51		2.06	1.71
11	0.5	16.77	1.81	0.0	1.36	0.16	0.0	5.94	1.73	0.0	2.95	1.11	4.0	6.59	1.91		1.94	1.67
12	0.0	14.06	1.41	0.0	1.32	0.13	0.0	4.17	0.89	5.1	2.62	0.90	2.0	6.39	1.97		1.93	1.79
13	0.0	12.03	1.06	0.0	1.26	0.13	4.2	3.23	0.56	0.0	2.52	1.03	0.5	4.99	1.82		1.88	1.87
14	18.6	13.33	2.50	0.0	1.19	0.11	16.8	6.01	2.33	1.6	2.08	0.77	5.5	4.64	1.85		1.97	1.96
15	0.0	10.82	2.41	14.4	3.24	0.33	0.0	3.40	1.40	0.0	1.92	0.64	4.0	4.17	2.68		2.21	2.45
16	0.0	11.14	1.33	3.5	5.61	0.71	0.0	2.56	0.78	10.7	4.58	1.21	(0.0)	3.86	2.79		2.33	2.17
17	0.0	10.46	0.93	0.0	2.08	0.42	0.5	2.22	0.52	0.0	4.48	2.01		3.69	2.70		2.57	2.18
18	0.0	8.89	0.76	0.0	1.56	0.24	0.0	2.00	0.42	0.0	3.25	1.01		3.70	4.33		8.36	7.06
19	0.0	8.48	0.60	0.0	1.39	0.12	0.0	1.78	0.32	0.0	2.79	0.74		3.40	4.62		4.43	3.34
20	0.0	7.53	0.50	0.0	1.24	0.06	11.3	2.14	0.32	12.4	5.76	2.00		2.98	3.42	No data collected during winter 冬期間の観測中止	3.42	2.33
21	4.7	6.01	0.42	0.0	1.18	0.03	4.1	2.76	1.21	0.0	4.51	1.91	No data collected during winter 冬期間の観測中止	4.07	4.97		2.93	1.87
22	5.3	4.96	0.37	0.0	1.11	0.01	45.0	20.34	15.40	0.0	3.80	1.12		4.76	7.49		2.47	1.85
23	21.9	8.22	1.72	2.4	1.13	0.02	1.5	19.20	7.77	0.0	3.20	0.85		3.77	4.81		2.31	1.95
24	0.0	5.05	0.90	7.7	1.75	0.12	0.0	8.81	2.78	0.0	2.82	0.70		3.61	3.57		2.17	1.76
25	0.0	4.38	0.52	0.0	1.02	0.12	0.0	5.87	1.47	0.0	2.45	0.60		3.72	3.33		2.10	2.26
26	0.0	4.26	0.40	0.0	0.91	0.05	0.0	4.32	1.05	9.6	3.95	0.85		3.35	2.77		2.00	2.89
27	0.0	3.81	0.36	12.7	1.32	0.07	1.4	3.59	0.84	0.0	3.78	1.27		4.83	3.67		1.78	2.05
28	13.9	3.61	0.57	40.2	11.52	6.07	0.0	2.72	0.65	0.0	3.15	1.01		7.71	6.52		1.68	1.83
29	0.5	3.23	0.35	6.6	8.22	4.97	0.0	2.16	0.46	0.0	3.14	0.82		5.05	3.68		1.60	1.55
30	0.0	2.63	0.24	0.5	3.98	1.27	3.6	1.98	0.42	0.0	2.61	0.66		4.18	2.65		1.59	1.75
31	2.0	5.25	0.22	0.5	2.86	0.64				0.0	2.35	0.52					1.61	2.17
合計 Total	(113.2)	352.55	57.89	109.2	84.48	20.11	153.0	157.16	59.32	93.0	103.74	39.71	(72.8)	157.99	98.98	-	81.96	71.53

- : 欠測、( ) : 不確定値
注）露場：7月9日自記式転倒ます式雨量計不調。11月16日に自記式転倒ます式および普通雨量計撤収

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1997年	1 月 January			2 月 Feburary			3 月 March			4 月 April			5 月 May			6 月 June		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1		1.63	2.35		0.65	0.74		1.04	4.68		4.98	12.98	0.0	43.56	11.28	0.0	17.88	0.98
2		1.68	2.44		0.64	0.72		0.90	3.51		5.79	13.83	0.0	47.98	10.54	38.2	21.27	1.86
3		1.62	2.08		0.64	0.70		0.88	3.25		11.15	19.75	0.0	45.72	8.11	3.8	21.54	3.13
4		1.62	1.79		0.64	0.70		0.79	2.47		21.80	26.67	4.7	44.81	8.31	11.3	20.15	3.75
5		1.59	1.53		0.64	0.69		0.80	2.57		32.72	29.65	6.5	57.51	10.82	0.5	16.25	2.81
6		1.40	1.45		0.64	0.67		0.81	3.23		39.73	28.78	0.0	57.69	8.42	1.1	12.82	1.75
7		1.25	1.36		0.66	0.67		1.66	10.98		47.93	37.28	0.0	57.76	5.71	0.0	10.96	1.29
8		1.23	1.25		0.63	0.68		2.39	10.70		39.62	44.80	5.6	62.01	5.05	0.5	11.79	1.04
9		1.23	1.20		0.62	0.85		1.50	5.87		26.55	25.06	0.6	47.48	4.22	5.5	13.32	1.03
10		1.23	1.12		0.64	1.19		1.22	4.35		22.77	18.49	0.0	30.15	2.88	1.1	16.03	1.31
11		1.21	1.08		0.64	1.25		1.43	5.51		17.02	12.93	0.0	32.25	2.47	1.1	10.27	1.01
12		1.14	1.06		0.64	1.05		1.25	4.92		14.21	11.58	0.0	35.21	1.98	0.0	10.66	0.83
13		1.05	1.05		0.64	0.94		1.23	6.34		15.32	14.50	2.7	34.23	1.56	0.0	9.81	0.66
14		0.99	1.20		0.64	0.86		1.75	9.52		18.83	16.73	29.5	52.11	6.99	0.0	8.99	0.55
15		0.96	1.26		0.64	0.83		2.96	13.62		16.82	11.14	5.4	42.27	4.76	0.0	7.20	0.44
16		0.90	1.12		0.64	0.83		1.97	7.65		14.31	12.84	2.1	42.52	3.02	0.0	6.16	0.36
17		0.89	1.30		0.64	0.81		1.45	4.72		15.06	15.23	1.1	41.51	2.33	0.0	6.25	0.31
18		0.89	1.53		0.64	0.77		1.29	4.72		16.92	14.92	0.0	29.56	1.58	1.7	5.19	0.28
19		0.89	1.26		0.64	0.80		1.52	7.32		22.23	18.70	0.0	23.60	1.24	1.1	6.74	0.28
20		0.89	1.09		0.61	0.77		1.63	7.12		23.02	17.30	28.3	25.11	3.14	22.9	17.32	1.33
21		0.89	1.07		0.61	0.81		1.80	8.71	(0.0)	22.01	11.39	4.7	32.34	7.21	6.3	14.97	2.54
22		0.89	1.07		0.61	0.79		2.14	9.84	6.1	23.28	11.49	13.1	27.91	7.59	0.0	8.54	1.20
23		0.89	1.06		0.58	0.74		1.73	7.42	3.1	26.49	10.99	2.1	20.31	3.88	1.0	6.59	0.64
24		0.89	0.97		0.61	0.74		1.50	5.66	3.1	19.22	6.69	28.8	23.61	3.98	0.0	6.58	0.48
25		0.89	0.93		0.60	0.83		1.36	4.88	1.8	15.41	8.38	3.1	41.41	13.10	1.6	6.28	0.34
26		0.86	0.93		2.19	8.39		1.53	6.48	0.0	16.92	10.52	2.9	26.89	4.44	0.0	5.44	0.36
27		0.73	0.91		1.52	5.64		2.38	11.27	0.0	21.50	11.37	3.1	23.46	3.03	0.0	4.77	0.24
28		0.74	0.83		1.01	4.35		2.62	12.58	6.4	23.70	9.52	0.0	22.33	2.56	29.2	10.18	1.20
29		0.72	0.79					2.72	10.63	0.6	44.94	16.45	0.0	17.87	1.80	15.6	46.31	14.97
30		0.76	0.77					7.57	21.69	0.0	40.75	9.53	0.0	19.65	1.39	0.0	14.39	3.03
31		0.70	0.76					6.01	13.28				0.0	19.09	1.15			
合計 Total	-	33.23	38.61	-	20.52	38.83	-	59.82	235.46	(21.1)	681.01	509.47	144.3	1127.90	154.54	142.5	374.66	50.02

No data collected during winter 冬期間の観測中止

- : 欠測、( )：不確定値
注）露場：4月21日に自記式転倒ます式および普通雨量計設置

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1997年	7月 July			8月 August			9月 September			10月 October			11月 November			12月 December		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1	0.0	8.83	1.32	0.0	1.27	0.17	8.3	1.25	0.08	0.0	5.86	1.28	11.0	2.99	2.05		20.60	8.62
2	0.0	6.24	0.89	1.1	1.21	0.12	0.0	0.93	0.12	0.0	4.55	0.98	0.5	3.11	2.66		12.98	5.35
3	4.0	5.96	0.83	39.0	4.64	3.18	4.4	0.99	0.12	0.0	3.68	0.80	0.0	3.84	2.81		9.50	4.16
4	0.0	4.57	0.62	1.1	2.32	1.79	1.1	3.10	0.12	1.4	3.06	0.65	0.0	4.16	2.26		7.20	3.17
5	0.0	3.69	0.42	1.6	1.66	0.66	1.6	1.36	0.12	0.7	2.59	0.61	5.0	4.62	2.04		5.70	3.08
6	12.6	3.43	0.57	1.1	1.91	0.42	1.1	1.16	0.12	0.7	2.87	0.56	0.0	3.89	1.92		4.84	3.76
7	0.0	2.98	0.59	5.8	1.97	0.29	8.7	2.01	0.12	1.2	3.05	0.54	0.0	3.16	1.35		7.28	6.37
8	3.7	2.61	0.44	21.2	8.03	3.49	25.0	7.76	3.60	19.6	7.45	2.56	0.0	2.75	1.09		19.70	17.25
9	10.5	2.46	0.46	0.0	3.57	1.59	4.7	4.85	1.21	0.0	5.19	2.71	0.0	2.35	0.90		21.20	14.97
10	18.4	6.48	3.27	0.0	2.34	0.63	0.0	4.60	0.77	0.0	3.58	1.20	0.0	2.20	0.74		11.10	6.42
11	4.2	3.97	1.99	0.0	1.94	0.30	6.7	3.19	0.18	0.0	3.18	0.90	1.1	2.24	0.62		7.82	4.01
12	15.8	5.72	3.21	9.5	2.81	0.33	24.8	3.75	0.82	0.6	2.82	0.74	0.6	2.23	0.52		6.08	2.97
13	2.6	6.50	5.01	0.0	2.05	0.55	3.1	5.75	3.57	0.0	2.35	0.65	2.8	2.73	0.61		4.92	2.39
14	0.0	4.92	2.28	0.0	1.62	0.23	37.2	12.43	7.40	0.0	2.05	0.53	10.8	5.07	0.72		4.13	2.07
15	5.7	3.61	1.21	0.7	1.58	0.15	9.8	19.74	12.79	14.4	5.12	1.47	3.4	8.79	2.32		3.58	2.08
16	4.2	5.08	1.50	1.4	1.57	0.15	7.2	11.77	4.21	0.0	3.66	1.84	0.0	5.45	1.34		3.16	2.14
17	48.0	20.40	16.93	0.0	1.55	0.15	9.7	16.06	4.94	0.0	2.77	0.95	17.0	9.85	3.00		2.61	1.81
18	0.0	10.05	6.38	0.0	1.37	0.13	22.6	15.15	5.41	0.0	2.43	0.69	6.2	9.16	3.82		2.50	2.02
19	0.0	6.46	2.59	0.0	1.19	0.07	1.5	23.10	8.98	0.0	2.16	0.56	20.4	6.85	3.58		2.68	3.53
20	0.0	4.78	1.60	0.0	1.21	0.07	0.0	14.42	3.04	0.0	1.88	0.47	4.0	5.55	3.49		2.54	3.81
21	0.0	3.73	1.09	0.0	1.10	0.08	1.0	9.50	1.68	0.0	1.70	0.40	7.4	9.95	6.93		2.39	3.35
22	0.0	2.91	0.84	3.7	1.10	0.08	2.8	6.70	1.21	0.0	1.54	0.34	4.0	16.10	8.65		2.08	2.47
23	0.0	2.38	0.66	0.0	1.05	0.06	12.6	7.21	2.43	0.0	1.43	0.29	27.2	33.10	15.80		1.84	1.99
24	0.0	2.08	0.52	0.0	0.89	0.02	1.7	5.41	2.08	0.0	1.34	0.26	0.0	14.54	6.99		1.69	1.70
25	0.0	1.83	0.43	35.1	2.48	0.19	5.7	4.82	1.43	0.0	1.22	0.23	0.0	9.33	4.23		1.58	1.42
26	0.0	1.70	0.37	21.2	5.07	3.78	22.9	15.94	8.74	3.8	1.24	0.20	28.0	23.32	5.67		1.60	1.27
27	0.6	1.85	0.40	0.0	2.79	1.62	15.4	12.26	4.90	30.5	1.56	0.80	7.9	30.42	13.40		1.62	1.25
28	10.4	3.87	0.49	0.0	1.65	0.36	5.7	19.65	8.16	14.2	2.54	5.24	0	16.40	6.60		1.54	1.29
29	1.3	1.77	0.39	0.0	1.38	0.07	0.7	11.12	3.60	0.0	3.74	5.52	28	23.29	9.83		1.39	1.10
30	0.0	1.53	0.33	0.0	1.21	0.01	0.0	7.76	1.97	0.0	3.90	3.73	24.8	49.40	26.14		1.35	1.04
31	0.0	1.47	0.27	0.0	1.16	0.01				1.1	3.38	2.52					1.29	1.01
合計 Total	142.0	143.86	57.90	142.5	65.71	20.75	246.0	253.74	93.95	88.2	93.88	40.23	210.1	316.85	142.08	-	178.48	117.89

No data collected during winter
冬期間の観測中止

- : 欠測、( ) : 不確定値
注）露場：12月1日に自記式転倒ます式および普通雨量計撤収

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1998年	1 月 January			2 月 Feburary			3 月 March			4 月 April			5 月 May			6 月 June		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1		1.28	0.92		0.75	0.92		1.32	4.60		8.54	9.52	0.0	22.18	1.72	0.0	2.93	0.35
2		1.19	0.99		0.76	0.90		1.11	3.52		5.92	6.09	0.0	28.54	1.45	0.0	2.46	0.31
3		1.16	1.03		0.75	0.93		1.11	4.36		4.52	5.64	18.5	42.33	3.12	3.9	3.79	0.33
4		1.16	1.03		0.74	1.05		1.21	4.71		4.96	8.54	0.0	28.97	2.08	0.0	2.68	0.34
5		1.12	1.02		0.73	0.97		1.03	3.28		6.64	10.95	0.0	21.35	1.41	3.9	2.56	0.31
6		0.97	1.07		0.70	0.90		0.95	2.76		12.22	17.02	0.0	20.84	1.17	5.1	2.48	0.36
7		1.07	1.04		0.67	0.90		0.97	3.00		16.99	17.03	0.0	22.34	0.99	0.6	2.48	0.35
8		1.04	0.93		0.66	0.90		0.93	2.47		21.55	17.87	19.3	22.64	2.94	0.0	2.15	0.18
9		0.97	0.90		0.65	0.92		0.95	3.05		32.74	25.30	0.5	18.07	2.46	0.0	2.02	0.17
10		0.92	0.86		0.66	0.87		1.00	3.45		37.01	24.49	0.0	12.13	1.39	5.5	2.75	0.17
11		0.89	0.87		0.66	0.84		0.96	3.32		33.39	21.25	8.9	8.85	1.17	0.6	3.26	0.17
12		0.85	0.86		0.77	1.20		1.65	7.84		31.54	17.89	18.4	16.80	6.27	0.0	2.16	0.17
13		0.83	0.81		1.17	3.69		2.10	9.74		48.99	20.03	3.7	17.41	4.59	8.0	2.99	0.17
14		0.79	0.78		1.21	4.71		1.81	7.71		69.11	26.13	0.0	12.40	2.44	3.1	4.50	0.46
15		0.78	0.86		1.21	4.10		1.78	6.24		103.41	49.68	0.0	10.25	1.63	6.7	5.89	0.48
16		0.78	0.80		0.89	2.36		1.46	3.97	(0.0)	55.67	19.78	0.0	9.48	1.22	0.0	4.41	0.65
17		0.76	0.83		0.84	2.01		1.22	3.09	4.9	41.23	13.61	4.7	9.68	1.18	0.0	3.51	0.34
18		4.47	9.45		0.80	1.58		1.07	2.44	0.0	32.69	10.58	7.6	8.10	1.21	0.0	2.82	0.23
19		3.27	6.48		0.80	1.87		1.02	2.49	0.0	34.81	12.18	0.0	7.77	1.22	2.8	2.49	0.26
20		1.64	3.03		1.13	3.89		2.01	6.05	0.0	39.59	12.19	0.0	6.44	0.90	12.1	4.73	0.76
21		1.27	2.22		5.67	15.87		2.60	7.41	0.0	40.70	10.60	0.0	5.66	0.71	3.3	2.91	0.71
22		1.14	1.78		2.06	5.35		1.94	5.77	0.0	49.17	11.33	0.0	5.16	0.59	26.6	14.83	6.84
23		1.05	1.52		1.60	5.28		1.57	4.61	1.1	49.37	8.59	0.0	4.77	0.49	1.8	7.54	2.43
24		1.03	1.36		1.43	4.77		1.61	5.70	8.3	59.61	9.02	14.0	6.22	0.64	0.6	5.43	1.24
25		1.09	1.27		1.19	3.16		1.86	7.25	14.5	59.17	10.08	20.1	13.11	2.60	9.4	5.25	1.40
26		1.07	1.18		1.11	2.65		2.34	9.08	0.0	44.21	6.04	1.2	7.48	2.24	0.6	3.96	1.29
27		0.86	1.11		1.38	5.56		2.68	8.48	0.4	32.39	4.39	0.0	6.02	1.25	0.0	3.48	0.82
28		0.79	1.04		1.53	6.21		8.02	17.32	0.0	31.17	3.75	0.0	5.35	0.81	4.1	3.88	0.74
29		0.79	1.02					8.94	17.18	0.0	30.79	3.12	1.2	4.74	0.66	9.0	7.86	1.57
30		0.77	0.97					11.15	18.83	0.0	28.90	2.28	0.0	5.24	0.62	0.0	5.38	1.71
31		0.72	0.96					11.84	16.16				0.0	4.21	0.48			
合計 Total	-	36.52	48.98	-	32.54	84.35	-	80.19	205.90	(29.2)	1067.01	414.96	118.1	414.55	51.67	107.7	123.59	25.33

No data collected during winter 冬期間の観測中止

- : 欠測、( )：不確定値
注）露場：4月16日に自記式転倒ます式および普通雨量計設置

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1998年	7月 July			8月 August			9月 September			10月 October			11月 November			12月 December		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1	0.0	3.99	0.72	10.0	3.38	1.74	8.4	-	-	14.8	8.13	-	0.0	1.78	-		2.07	2.13
2	0.0	3.22	0.50	49.9	20.09	15.19	2.1	-	-	2.8	11.94	-	0.0	1.59	-		1.87	1.99
3	0.0	2.58	0.36	5.8	17.22	8.81	0.0	-	-	0.9	9.97	-	2.2	1.72	-		1.55	1.53
4	2.4	2.37	0.27	28.4	20.97	9.94	1.6	-	-	0.5	6.73	-	7.8	1.40	-		1.35	1.26
5	0.8	3.47	0.31	0.5	18.29	8.73	37.8	-	-	0.0	4.60	-	1.7	3.52	-		2.50	2.83
6	0.0	1.93	0.18	6.3	10.22	2.87	1.1	-	-	0.0	3.22	-	0.0	1.58	-		2.22	3.67
7	0.0	1.77	0.13	(1.6)	7.97	2.36	1.4	-	-	10.9	2.56	-	0.0	1.43	-		2.05	2.77
8	0.0	1.62	0.11	(21.5)	23.07	11.37	0.0	-	-	16.0	15.79	-	0.0	1.31	-		2.98	3.19
9	19.5	1.73	0.11	(0.0)	9.48	3.37	0.0	-	-	0.0	9.42	-	0.5	1.12	-		2.16	2.52
10	13.6	9.37	3.07	(0.0)	6.31	1.72	0.0	3.45	-	0.0	5.58	-	9.1	1.83	-		1.83	1.93
11	3.8	3.50	0.97	(0.0)	4.65	1.15	0.0	2.79	-	0.5	3.92	-	9.1	2.01	-		1.62	1.56
12	2.7	8.01	0.89	(6.8)	4.30	1.15	0.0	2.33	-	0.0	2.87	-	21.3	2.72	-		1.74	1.50
13	1.9	15.65	1.23	(47.9)	14.33	8.98	0.0	1.95	-	5.0	2.24	-	0.5	1.95	3.72		1.63	1.64
14	0.0	8.53	0.82	(8.3)	16.46	14.10	0.0	1.70	-	12.0	4.27	-	0.0	3.49	4.62		1.53	1.94
15	0.0	5.28	0.39	17.2	10.63	5.42	7.5	1.68	-	0.5	2.31	-	0.0	4.67	4.40		1.47	1.97
16	0.0	3.86	0.26	12.5	17.54	9.57	137.0	82.45	-	64.1	8.70	-	0.0	3.70	2.63		1.31	1.75
17	0.0	3.00	0.24	14.9	14.87	8.95	0.0	16.33	-	21.0	19.95	-	0.6	3.93	1.84		1.42	2.31
18	0.0	2.41	0.18	25.6	14.84	11.23	0.7	7.98	-	18.5	28.96	-	(3.0)	3.42	1.71		1.22	1.95
19	0.0	1.99	0.14	4.8	15.95	12.54	0.0	5.02	-	0.0	12.49	-		2.56	1.43		1.14	1.54
20	0.0	1.90	0.12	0.5	10.78	5.34	0.0	3.43	-	0.0	8.46	-		2.15	1.28		1.07	1.63
21	0.0	1.60	0.11	0.0	7.55	3.01	45.4	10.80	-	28.7	10.00	-		1.89	1.26		1.18	1.53
22	6.9	1.45	0.09	8.5	6.70	3.08	(17.9)	17.91	-	0.0	8.68	-		1.74	1.23		1.16	1.49
23	11.9	2.13	0.36	0.0	4.55	1.89	(1.0)	9.59	-	1.0	6.03	-		1.61	1.23		1.09	2.12
24	3.8	2.18	0.52	0.0	3.44	1.32	(27.5)	17.05	-	0.0	4.65	-		1.61	1.46		0.98	2.09
25	0.0	1.57	0.30	78.0	35.61	19.07	(4.4)	12.00	-	6.2	5.98	-		1.56	1.69		0.99	1.82
26	2.5	1.37	0.11	9.9	23.93	18.56	1.7	8.27	-	5.8	7.25	-		1.47	1.47		0.98	1.82
27	1.9	2.48	0.24	164.0	-	-	16.1	7.20	-	1.6	4.93	-		1.36	1.48		0.89	1.51
28	0.0	1.42	0.10	107.0	-	-	6.1	6.63	-	1.1	4.10	-		3.48	7.15		0.84	1.30
29	0.0	1.31	0.04	61.3	-	-	1.7	4.90	-	0.0	3.18	-		2.17	4.20		0.82	1.24
30	12.2	1.83	0.17	103.0	-	-	0.0	3.97	-	0.0	2.52	-		1.78	2.70		0.81	1.43
31	10.3	2.22	0.50	11.8	-	-			-	0.0	2.07	-					0.79	1.38
合計 Total	94.2	105.73	13.55	(806.0)	(343.12)	(191.46)	(319.4)	(227.45)	-	211.9	231.51	-	(55.8)	66.55	(45.50)	-	45.25	59.33

No data collected during winter
冬期間の観測中止

No data collected during winter
冬期間の観測中止

- : 欠測、( )：不確定値
注）露場：8月7日～14日および9月22日～25日かけて自記式転倒ます式雨量計不調。11月18日に自記式転倒ます式および普通雨量計撤収
本流：1998年8月27日~9月9日；初沢：1998年8月27日~11月12日は台風（T9804）による欠測

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1999年	1 月 January			2 月 Feburary			3 月 March			4 月 April			5 月 May			6 月 June		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1		0.79	1.36		0.46	1.07		0.47	1.56		4.13	8.00	0.0	18.65	8.64	0.0	14.59	0.80
2		0.75	1.26		0.49	1.26		0.43	2.41		6.46	13.59	0.0	20.96	8.05	0.0	12.39	0.64
3		0.65	1.21		0.53	1.18		0.41	3.57		5.99	10.76	11.2	23.58	9.26	0.0	12.06	0.57
4		0.73	1.20		0.53	1.10		0.50	4.96		4.94	10.68	25.9	37.36	12.39	0.0	10.85	0.52
5		0.78	1.11		0.53	1.06		0.98	9.09		5.60	13.33	5.1	66.10	21.71	0.0	11.15	0.47
6		0.68	1.18		0.53	1.01		3.70	15.35		6.34	14.06	0.0	34.77	9.47	0.0	11.84	0.45
7		0.65	1.35		0.53	1.00		1.26	6.44		6.39	12.66	0.0	30.31	7.63	10.7	11.72	0.61
8		0.59	1.30		0.53	0.99		0.75	3.89		4.09	6.61	0.0	31.99	6.58	0.5	10.62	0.53
9		0.56	1.27		0.46	1.02		0.67	3.27		3.60	7.31	0.0	31.22	5.13	0.0	6.16	0.39
10		0.55	1.20		0.45	1.29		0.57	2.72		3.59	8.48	0.0	27.49	4.28	0.0	6.68	0.36
11		0.55	1.18		0.45	1.14		0.55	2.65		10.76	20.98	0.0	25.14	3.58	0.0	5.97	0.31
12		0.53	1.10		0.45	1.09		0.53	2.23		18.21	22.29	0.0	24.41	3.09	0.0	5.61	0.26
13		0.51	1.10		0.45	1.04		0.53	2.49		32.54	30.61	0.0	30.36	2.64	0.0	5.71	0.18
14		0.50	1.09		0.45	0.96		1.02	8.41		21.98	15.53	0.0	30.76	2.13	0.0	6.14	0.17
15		0.50	1.02		0.45	0.92		11.45	41.32		14.51	14.98	10.6	23.49	1.95	0.0	4.78	0.16
16		0.49	0.97		0.45	0.92		27.62	45.95		13.06	15.28	7.1	22.91	3.11	0.5	5.00	0.13
17		0.49	0.95		0.45	1.25		11.25	21.10		14.97	15.94	0.0	20.11	1.85	4.7	5.46	0.15
18		0.48	0.94		0.55	2.09		12.08	27.13		16.48	15.05	0.0	18.26	1.35	23.1	6.49	1.24
19		0.48	0.97		0.62	2.18		14.29	25.02		25.63	17.84	4.0	27.79	1.39	3.7	3.77	1.01
20		0.48	0.97		0.61	1.59		13.79	18.67		33.52	23.12	0.0	26.22	1.18	8.9	5.67	1.93
21		0.48	0.98		0.58	1.33		7.49	7.80		34.60	19.55	0.0	19.98	0.96	0.0	4.45	0.76
22		0.48	0.94		0.50	1.19		5.00	5.08		34.37	20.01	0.0	20.76	0.81	0.0	3.84	0.37
23		0.48	0.95		0.50	1.16		3.52	3.78		35.27	17.62	0.0	21.93	0.70	1.0	3.50	0.28
24		0.50	0.93		0.51	1.15		3.05	4.68		39.42	15.81	1.5	18.74	0.65	4.1	4.54	0.29
25		0.50	0.94		0.52	1.09		4.61	13.48		46.23	19.82	1.5	20.69	0.67	9.8	5.20	0.94
26		0.47	0.99		0.51	1.03		9.02	22.12		42.56	17.63	0.0	14.92	0.61	0.0	3.21	0.64
27		0.46	0.94		0.50	1.65		16.01	22.63		46.67	18.10	38.4	32.44	8.06	42.6	23.64	13.67
28		0.50	1.00		0.48	1.94		9.81	12.03		41.90	14.21	0.5	17.91	2.92	2.0	10.74	4.50
29		0.50	1.06					6.80	8.13		30.92	8.35	3.5	14.22	1.68	7.5	7.42	2.65
30		0.50	1.01					4.76	5.02		19.80	7.78	0.5	14.38	1.56	33.9	30.41	20.70
31		0.48	1.00					3.78	4.40				0.0	13.11	1.05			
合計 Total	-	17.08	33.49	-	14.05	34.69	-	176.65	357.40	-	624.52	455.96	109.8	780.95	135.06	153.0	259.63	55.70

No data collected during winter 冬期間の観測中止

- : 欠測、( )：不確定値
注）露場：4月26日に自記式転倒ます式および普通雨量計設置

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

1999年	7月 July			8月 August			9月 September			10月 October			11月 November			12月 December		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1	0.0	12.10	5.29	0.0	0.85	0.50	2.8	1.66	0.44	2.4	1.43	0.95	10.6	7.35	2.11		1.97	1.34
2	0.0	7.59	2.46	0.0	0.76	0.35	4.6	2.96	0.55	0.0	1.15	0.93	1.1	9.18	3.65		1.86	1.76
3	12.1	7.09	2.36	0.0	0.68	0.29	0.0	1.45	0.32	1.8	1.82	0.80	1.1	5.30	2.02		1.64	2.30
4	3.9	7.61	2.55	0.0	0.65	0.27	1.7	1.50	0.28	0.0	1.02	0.69	0.5	4.02	1.51		1.80	2.09
5	1.1	5.67	2.31	5.0	0.76	0.32	0.0	1.15	0.22	0.0	0.86	0.65	0.0	2.87	1.22		2.57	7.82
6	3.8	4.38	1.71	3.7	0.63	0.34	0.0	1.01	0.19	0.0	0.76	0.62	0.0	2.16	1.04		2.61	7.56
7	0.0	3.50	1.26	0.0	0.57	0.30	0.5	0.95	0.17	8.6	0.77	0.63	0.0	1.74	0.92		2.23	5.71
8	0.0	2.88	0.93	0.0	0.49	0.25	9.5	1.24	0.27	0.0	0.73	0.64	0.5	1.55	0.87		2.11	3.94
9	0.0	2.47	0.72	0.0	0.42	0.19	0.5	1.01	0.28	0.0	0.60	0.62	2.6	2.28	0.88		1.85	3.58
10	0.0	2.13	0.58	0.0	0.38	0.17	19.5	0.85	0.16	0.0	0.50	0.60	0.0	1.62	0.91		1.81	6.34
11	1.9	1.95	0.51	0.0	1.04	0.18	2.1	2.37	1.19	0.0	0.45	0.56	0.5	1.29	0.80		1.69	5.59
12	42.8	11.05	8.43	4.0	0.57	0.27	0.0	1.12	0.38	0.0	0.42	0.52	10.8	2.19	1.23		1.52	3.87
13	13.7	8.59	7.89	31.3	5.37	3.57	0.0	0.81	0.19	0.0	0.40	0.41	7.7	8.36	4.21		1.38	3.09
14	16.6	14.50	14.14	39.7	7.00	7.31	19.1	1.70	0.43	6.1	1.71	0.32	0.0	3.03	2.12		1.28	2.65
15	43.1	16.14	13.49	3.0	6.93	6.15	94.2	49.01	49.00	5.0	0.86	0.39	25.9	6.03	4.25		1.17	2.31
16	0.5	22.15	20.90	3.1	3.17	1.98	1.9	19.80	12.17	0.0	1.05	0.33	13.5	16.09	13.62		1.14	2.28
17	1.4	9.76	5.08	0.0	2.10	1.12	0.6	8.15	4.10	6.1	2.06	0.55	(28.6)	7.84	6.03		1.15	2.91
18	24.6	11.01	7.75	0.0	1.52	0.70	4.5	5.12	2.73	0.6	1.46	0.40	(0.0)	5.67	5.61		1.06	3.11
19	9.4	11.16	8.80	0.0	1.38	0.47	0.6	3.74	2.34	0.0	1.09	0.27	(0.0)	5.49	8.78		0.97	2.50
20	2.3	8.48	5.70	4.3	2.34	0.39	2.0	2.79	1.74	0.0	0.89	0.17	0.0	4.78	6.50		0.92	2.12
21	1.7	6.25	3.68	8.6	3.84	0.53	53.1	16.71	20.45	0.0	0.73	0.10	0.0	3.86	4.48		0.91	1.98
22	5.1	5.18	2.90	0.5	2.59	0.77	41.6	27.18	25.81	0.0	0.65	0.10	0.0	3.68	3.43		0.86	1.84
23	0.0	3.76	2.25	9.9	7.28	1.98	0.5	23.83	18.88	0.5	0.58	0.10	0.0	3.30	2.88		0.85	1.70
24	0.0	2.82	1.56	9.9	7.81	2.51	0.0	11.17	5.84	0.0	0.46	0.10	4.5	4.15	2.72		0.74	1.59
25	4.5	2.53	1.24	0.0	6.95	1.77	0.5	6.95	3.48	0.0	0.42	0.08	(0.0)	6.17	2.82		0.73	1.57
26	0.0	1.91	1.03	(24.5)	4.75	0.83	0.0	4.44	2.34	0.0	0.38	0.16		7.36	2.87		0.72	1.56
27	0.0	1.63	0.85	(4.7)	11.70	8.22	0.0	3.09	1.66	27.6	3.80	1.21		4.65	2.62		0.70	1.51
28	0.0	1.47	0.75	(0.0)	5.01	2.05	0.0	2.29	1.32	79.3	63.40	40.85		3.53	2.16		0.68	1.42
29	2.5	1.35	0.70	(0.0)	3.59	1.16	0.0	1.82	1.12	0.0	15.31	7.95		2.72	1.69		0.63	1.60
30	0.0	1.20	0.67	(0.0)	2.49	0.79	0.0	1.68	1.00	1.9	8.44	3.02		2.25	1.38		0.58	1.60
31	0.0	1.05	0.58	0.0	1.95	0.58				0.0	4.63	2.00					0.60	1.97
合計 Total	191.0	199.33	129.03	(152.2)	95.56	46.29	259.8	207.56	159.06	139.9	118.82	66.70	(107.9)	140.52	95.35	-	40.74	91.20

No data collected during winter
冬期間の観測中止

No data collected during winter
冬期間の観測中止

- : 欠測、( ) : 不確定値
注）露場：8月26日～30日にかけて自記式転倒ます式雨量計不調。11月25日に自記式転倒ます式および普通雨量計撤収

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

2000年	1 月 January			2 月 Feburary			3 月 March			4 月 April			5 月 May			6 月 June		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1		0.59	2.27		0.44	1.23		0.17	0.86		2.08	11.64		19.63	28.52	0.0	33.19	3.15
2		0.52	1.82		0.39	1.18		0.15	0.83		1.29	7.99		31.40	35.79	0.0	34.26	2.41
3		0.52	1.79		0.39	1.15		0.15	0.92		0.99	6.69		51.35	41.87	19.1	32.84	4.71
4		0.53	1.64		0.36	1.20		0.17	1.36		1.65	13.06		38.31	24.77	0.0	25.44	3.75
5		0.50	1.57		0.33	1.15		0.34	1.91		4.41	23.82		33.95	25.42	0.0	23.01	2.10
6		0.49	1.74		0.31	1.14		0.25	1.68		6.83	22.24		38.18	26.39	0.0	24.56	1.53
7		2.06	6.52		0.32	1.12		0.20	1.62		4.17	17.56		50.46	45.23	0.0	25.28	1.24
8		1.36	4.86		0.31	1.10		0.17	1.31		4.56	19.03	(0.0)	66.32	48.09	0.6	24.94	1.02
9		0.89	3.20		0.29	1.10		0.20	1.17		4.53	18.76	0.0	55.27	32.90	17.9	29.80	2.22
10		1.28	6.46		0.25	1.09		0.19	1.07		8.35	28.62	0.0	52.01	29.36	0.6	20.34	1.54
11		1.05	5.68		0.24	1.04		0.14	1.01		27.84	50.11	0.0	48.90	21.95	5.4	16.80	1.60
12		0.84	3.44		0.27	1.04		0.11	0.99		10.99	21.43	11.5	51.98	22.92	0.0	13.42	1.38
13		0.93	3.30		0.26	1.07		0.11	0.96		10.21	24.42	23.0	68.14	31.84	8.0	13.42	1.25
14		2.06	7.08		0.26	1.05		0.11	0.94		11.03	23.83	5.3	60.84	28.34	19.0	22.42	6.52
15		1.38	5.32		0.29	1.10		0.11	0.95		10.29	18.39	3.0	49.82	21.79	0.0	20.22	3.60
16		1.03	3.56		0.28	1.10		0.12	1.05		7.33	13.05	0.0	48.27	20.18	0.0	19.96	1.84
17		0.87	2.77		0.24	1.06		0.12	1.17		5.03	10.15	11.5	40.84	15.83	2.3	16.00	1.30
18		0.79	2.38		0.22	1.04		0.12	1.15		4.98	15.26	2.4	39.71	17.35	0.0	16.91	1.09
19		0.68	2.05		0.23	1.02		0.16	1.82		6.16	19.32	0.0	34.87	12.60	0.0	16.99	0.85
20		0.65	1.83		0.25	1.00		0.15	1.89		11.71	29.55	9.7	33.26	11.96	0.0	15.20	0.68
21		0.77	1.79		0.28	0.99		0.13	1.58		26.27	45.54	4.8	37.77	13.08	0.0	12.55	0.64
22		0.88	1.75		0.29	0.98		0.11	1.41		74.95	86.03	0.0	40.87	13.58	0.0	12.44	0.57
23		0.76	1.57		0.26	0.94		0.10	1.34		35.04	31.02	0.0	49.32	13.77	50.6	25.54	10.41
24		0.58	1.54		0.24	0.91		0.55	4.68		24.46	24.20	7.5	52.17	12.63	18.6	22.18	10.80
25		0.55	1.54		0.24	0.91		0.37	4.40		22.33	25.20	0.0	51.26	10.58	1.0	16.19	5.11
26		0.52	1.41		0.21	0.90		0.23	2.76		19.40	17.62	0.0	47.97	8.82	0.5	13.43	2.89
27		0.47	1.32		0.18	0.88		0.16	2.23		25.79	28.80	0.0	45.22	7.07	17.0	16.20	4.14
28		0.45	1.24		0.19	0.87		0.22	2.94		28.07	22.17	0	51.56	6.08	7.7	19.66	7.82
29		0.47	1.25		0.18	0.87		11.21	35.75		18.23	18.14	12.2	45.35	6.36	0.0	17.19	4.32
30		0.48	1.35					5.48	14.62		14.05	18.26	0	35.11	4.14	0.0	14.35	2.51
31		0.50	1.34					2.30	10.97				8.2	30.41	3.36			
合計 Total	-	25.43	85.40	-	8.02	30.23	-	24.12	107.34	-	433.03	711.90	(99.1)	1400.51	642.56	168.3	614.74	92.98

No data collected during winter 冬期間の観測中止

- : 欠測、( )：不確定値
注）露場：5月8日に自記式転倒ます式および普通雨量計設置

Table 1.（つづき）
(Continued)

単位　Unit: mm

2000年	7月 July			8月 August			9月 September			10月 October			11月 November			12月 December		
	降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff		降水量 Precip.	流出量 Runoff	
日 day	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed	露場 Meteoro-logical Sta.	本流 HONRYU Watershed	初沢 SHOZAWA Watershed
1	7.9	14.16	1.91	21.5	2.21	1.00	0.0	0.14	-	13.3	5.75	-	13.3	3.22	1.96		1.40	1.20
2	3.3	11.45	2.02	13.4	2.19	2.21	8.6	0.19	-	7.6	3.58	3.11	15.8	7.58	7.15		1.30	1.26
3	0.0	9.24	1.46	0.0	1.20	1.42	16.2	4.74	-	14.8	8.32	8.14	0.5	7.67	5.93		1.29	1.41
4	0.0	6.69	1.03	10.5	1.01	0.80	5.7	0.98	-	0.0	5.22	3.86	0.0	4.96	3.03		1.15	1.88
5	1.9	6.58	0.96	14.4	2.86	1.34	6.8	0.80	-	0.0	3.90	2.32	0.0	3.64	2.02		1.04	1.55
6	0.0	5.26	0.90	0.0	1.71	1.74	7.8	1.79	-	0.0	2.82	1.56	0.0	2.65	1.40		0.98	1.83
7	3.7	4.79	0.76	16.0	10.82	-	1.6	0.92	-	0.0	2.14	1.18	0.0	2.05	1.10		1.06	1.77
8	30.3	27.61	6.96	1.0	2.97	-	37.6	1.52	-	0.0	1.77	0.98	1.5	1.91	1.08		0.97	1.74
9	0.5	11.29	3.42	12.5	2.53	-	70.4	41.89	-	1.0	1.73	0.90	0.0	1.58	1.03		0.90	1.96
10	0.0	6.78	1.55	2.5	1.92	-	24.5	10.48	-	0.0	1.38	0.81	0.0	1.32	0.93		0.87	2.45
11	0.0	5.65	1.06	5.0	2.76	-	57.8	25.53	-	0.0	1.17	0.69	10.0	1.70	1.16		0.94	3.13
12	0.0	4.55	0.80	0.0	1.55	-	42.1	59.99	-	0.0	1.09	0.64	1.5	1.36	1.26		0.92	2.89
13	0.0	3.53	0.72	0.0	1.27	-	0.5	18.30	-	1.3	1.06	0.61	8.5	3.63	3.78		0.91	2.45
14	0.0	3.28	0.65	0.0	1.09	-	0.0	9.27	-	3.8	1.49	0.68	0.0	2.09	2.37		0.71	2.18
15	17.5	3.80	0.81	0.3	0.90	-	0.5	5.58	-	0.0	0.94	0.62	1.0	2.78	1.71		0.64	2.09
16	0.0	2.91	0.97	0.0	0.82	-	1.0	3.75	-	0.5	0.81	0.51	0.5	3.32	1.54		0.68	2.62
17	13.5	3.02	0.72	0.0	0.77	-	49.5	19.29	-	0.5	0.77	0.47	(18.5)	5.84	4.40		0.68	3.13
18	0.0	2.06	1.05	0.0	0.61	-	0.5	13.52	-	11.3	4.88	1.36	(14.9)	4.58	5.38		0.64	3.13
19	28.6	2.69	0.76	0.0	0.56	-	0.0	7.49	-	0.0	1.45	0.84	(4.1)	3.68	4.87		0.95	5.84
20	0.0	3.13	2.05	0.0	0.49	-	0.0	4.85	-	36.5	9.47	5.22	(3.6)	4.51	4.50		0.85	5.74
21	0.0	1.88	0.80	4.2	0.45	-	0.0	3.38	-	1.5	8.06	5.74	17.1	20.35	11.72		0.75	3.93
22	0.0	1.54	0.61	1.2	0.68	-	0.0	2.44	-	0.0	3.59	2.16	3.6	8.99	7.07		0.69	3.26
23	0.0	2.67	0.54	0.0	0.40	-	10.7	2.75	-	25.0	6.84	5.43	0.0	6.03	4.40		0.65	3.30
24	1.5	2.13	0.45	0.0	0.34	-	4.8	5.26	-	0.5	6.15	5.81	0.5	4.28	3.11		0.67	3.37
25	30.3	4.27	1.62	0.0	0.29	-	0.6	2.85	-	4.1	4.32	2.99	0.0	3.23	2.38		0.59	2.68
26	1.5	1.95	1.60	0.0	0.25	-	2.2	3.18	-	5.6	8.65	3.52	0.0	2.66	1.91		0.59	2.45
27	0.5	1.47	0.98	0.0	0.21	-	12.2	7.36	-	0.0	4.44	2.29	0.0	2.36	1.63		0.52	2.19
28	2.0	1.31	0.69	0.0	0.20	-	3.3	8.76	-	2.0	3.24	1.61	(0.0)	2.05	1.56		0.63	1.95
29	1.5	1.21	0.69	9.0	0.92	-	0.0	5.07	-	11.7	3.74	2.34		1.78	1.37		0.47	1.84
30	0.0	1.05	0.52	0.0	0.28	-	14.9	3.70	-	0.0	3.51	2.36					0.42	1.72
31	0.0	0.83	0.47	0.0	0.15	-				0.0	2.45	1.73		1.51	1.30		0.41	1.70
合計 Total	144.5	158.81	39.50	111.5	44.39	(8.51)	379.8	275.75	-	141.0	114.74	(70.48)	(114.9)	123.31	93.06	-	25.28	78.64

No data collected during winter
冬期間の観測中止

- : 欠測、( ) : 不確定値
注）露場：11月17日～20日にかけて雨量計の受水口に積雪あり。11月28日に自記式転倒ます式および普通雨量計撤収

謝　辞

関東森林管理局および利根沼田森林管理署には試験地の運営において多大なご協力を頂きました。元森林総合研究所の志水俊夫氏、藤枝基久氏、真島征夫氏、細田（旧姓：小川）真由美氏、菊谷昭雄氏、故・平和敬氏、竹内信治氏には試験地の運営および観測業務からデータの整理に至るまでご尽力いただきました。元森林総合研究所の故・岸岡孝氏、竹内美次氏には試験地の運営において多大なご協力をいただきました。元森林総合研究所の故・吉野昭一氏には試験地の維持管理、現地調査および雨量の補正において多大なご協力を頂きました。後絹代氏、細見久美子氏には自記紙の読み取りやデータ入力においてご協力を頂きました。ここに記し深甚の謝意を表します。

引用文献

藤枝　基久・志水　俊夫（1994）宝川森林理水試験地観測報告―本流・初沢試験流域―（1978 年 1 月～ 1990 年 12 月）, 森林総合研究所研究報告, 368, 207-245.

藤枝　基久・野口　正二・小川　真由美・志水　俊夫・坪山　良夫・細田　育広（1996）宝川森林理水試験地水文観測 53 年間の記録, 森林総合研究所研究報告, 370, 77-120.

氷見　郷康・吉野　昭一・阿部　敏夫（1964）森林伐採にともなう暖候期間の流出量変化（宝川森林治水試験第 3 回報告）, 林業試験場研究報告, 170, 59-74.

気象庁（2019）各種データ資料, http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html（参照 2019-6-29）.

農林水産省林業試験場（1961）森林理水試験地観測報告（日降水量・日流出量）, 農林水産省林業試験場, pp.225.

Shimizu, T., Tsuboyama, Y. and Hosoda, I. (1994a) Effects of contour-line stripe-cutting on stream flow (Ⅰ) Long-term runoff characteristics during the warm season, Journal of Japan Forest Society, 76, 393-401.

Shimizu, T., Tsuboyama, Y. and Hosoda, I. (1994b) Effects of contour-line stripe-cutting on stream flow (Ⅱ) Short-term runoff characteristics during the warm season, Journal of Japan Forest Society, 75, 393-401.

志水　俊夫（1997）宝川森林理水試験地における水研究の歩み. 水利科学, 40, 1-29.

志水　俊夫・吉野　昭一（1996）等高線にそった帯状伐採が融雪流出に及ぼす影響, 雪氷, 58, 3-10.

森林総合研究所（2019）森林総合研究所森林理水試験地データベース, https://www2.ffpri.go.jp/labs/fwdb/,（参照 2019-11-22）.

宝川試験地・防災部理水第一研究室（1979）宝川森林理水試験地観測報告　本流・初沢試験流域（1959 年 1 月～ 1977 年 12 月）. 林業試験場研究報告, 302, 97-154.

宝川試験地・防災部理水第一研究室（1984）宝川森林理水試験地観測報告　初沢小試験流域 1, 2, 3 号沢（1957 年 1 月～ 1981 年 12 月）, 林業試験場研究報告, 327, 83-190.

坪山　良夫・清水　晃・真島　征夫（2007）森林総合研究所宝川森林理水試験地, 砂防学会誌, 60, 78-81.

Statistical report of hydrological data from TAKARAGAWA experimental watershed. -HONRYU and SHOZAWA watershed (January, 1991 to December, 2000) -

Tayoko KUBOTA [1)*], Shoji NOGUCHI [1)], Takanori SHIMIZU [1)], Ikuhiro HOSODA [2)], Shigeki MURAKAMI [3)], Naoki KABEYA [3)], Akira SHIMIZU [3)], Toshio ABE [4)], Yoshio TSUBOYAMA [5)] and Koji TAMAI [1)]

Abstract

The Takaragawa Experimental Watershed is located in Minakami in Gunma prefecture (36°51' N and 39°01' E). The experimental watershed was established by the Kanto Forest Management Bureau in 1937 for the purpose of examining the effects of artificial development of the Okutone Natural Forest on runoff from a mountainous area. Observations of precipitation and runoff have been conducted since the inception of the experimental watershed. Observation data from 1937 through 1990 have been published in several reports. This report builds upon earlier reports by describing daily precipitation and runoff from 1991 through 2000.

Key words: Takaragawa Experimental Watershed, daily precipitation, daily runoff

Received 22 November 2019, Accepted 27 January 2020
1) Department of Disaster Prevention, Meteorology and Hydrology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)
2) Kansai Research Center, FFPRI
3) Kyusyu Research Center, FFPRI
4) Tohoku Research Center, FFPRI
5) Vice-President, FFPRI
* Department of Disaster Prevention, Meteorology and Hydrology, FFPRI; e-mail: ktayoko@affrc.go.jp

研究資料（Research record）

広葉樹で補強した柱-貫接合部のモーメント抵抗性能 －降伏以降の特性値算出法の提案及び、貫材の 横圧縮性能と接合部性能との関係の把握－

末定 拓時[1)*]、宮本 康太[1)]、渋沢 龍也[1)]、稲山 正弘[2)]、青木 謙治[3)]

要旨

広葉樹の用材需要の拡大のために構造性能の高度化が求められている木造建築物に機械的性能に優れた広葉樹種を構造材料として利用することが望まれる。特に木造建築物の構造性能に大きく寄与する接合部に対し入手が比較的容易な小断面の材を利用することが有効であると考えられ、広葉樹を利用した接合部の知見を蓄積することが必要であると考えられる。本報告では貫材の一部に補強材として広葉樹を利用した柱−貫接合部に関して、補強材の全面横圧縮性能とその柱−貫接合部の接合部性能との関係を示した。さらに、それらの関係性と、貫材全体を広葉樹とした柱−貫接合部の貫材の全面横圧縮性能と接合部性能との関係性とを比較した。加えて、降伏点以降の接合部の変形のしにくさに関する指標である剛性を定量的に評価することを目的に、試験結果の簡易なトリリニア化手法（モーメント−変形角関係を 3 線分に置換する手法）を提案した。そして、柱−貫接合部の試験結果について降伏後の塑性域での剛性を二次剛性と三次剛性として 2 段階に分けて評価を行った。それらの結果、貫材の全長にわたって厚さ 24 mm の補強材を接着した仕様の接合部性能と補強材の全面横圧縮性能との間には、貫材全体を広葉樹とした仕様と同様の傾向があることがわかった。また、トリリニア化によって算出した特性値から、降伏点以降の補強材の形状による接合部の挙動の違いを把握することができた。

キーワード：柱－貫接合部、モーメント抵抗性能、広葉樹、補強、相関分析、評価方法

1. はじめに

国内の広葉樹供給量は 2018 年で約 218 万㎥であり、国産材供給量全体の 1 割程度である。そのうち広葉樹の用材用途としての利用量は広葉樹供給量のうち 6.52％と非常に少ない（林野庁 2019）。広葉樹のほとんどは製紙やボード類向けの木材チップとして利用されており、広葉樹の用材利用を拡大することで広葉樹資源のカスケード利用、延いては資源の有効活用につながると考えられる。

広葉樹は針葉樹に比べて樹種が多く、樹種によって多様な性質を有する。そのうち機械的性能に優れた樹種については、木造建築物の構造材料として、特に建築物の構造性能を大きく左右する接合部に利用することが望ましいが、現状では広葉樹の接合部への利用に関する知見が十分に蓄積されているとは言い難い。そこで筆者らは、広葉樹を利用した接合部の知見の蓄積を目的として、木造建築物の接合部のうち単純な形状を有する柱−貫接合部について研究を行った（末定 et al. 2017, Suesada, H. et al. 2019）。柱−貫接合部は剛性と降伏耐力が低い一方で、大変形時にも破壊せずに荷重が上昇し続けるといった粘り強い挙動を示す。これは、柱−貫接合部の変形が主に貫材のめり込み変形によるためである。つまり、貫材のめり込み性能を向上させ、貫材のめり込み変形を抑制することで、柱−貫接合部の性能を強化できると考えられる。

柱−貫接合部では一般的に貫材にはスギなどの針葉樹が用いられるが、めり込み性能に優れた広葉樹を利用することでその性能向上が見込まれる。筆者らはこれまでに貫材を広葉樹とした柱−貫接合部について試験を実施し、その性能向上効果を示し、貫材の横圧縮性能と接合部性能との間に相関関係があることを示した（末定 et al. 2017）。一方で、大きな断面寸法の広葉樹は入手が困難なことから、小断面材によっても同様の効果があることを示すことができれば、広葉樹の構造材料としての利用がさらに容易になる。そこで筆者らは貫材の一部に広葉樹を補強材として接着した柱−貫接合部のモーメント抵抗試験を行い、その性能向上効果を検証した（Suesada, H. et al. 2019）。本報告では補強材を全面横圧縮試験に供し、補強材の横圧縮性能と接合部性能との関係を調べ、貫材全体を広葉樹とした仕

原稿受付：令和元年 10 月 31 日　原稿受理：令和 2 年 1 月 28 日
1) 森林総合研究所 複合材料研究領域
2) 東京大学大学院 農学生命科学研究科
3) 東京大学大学院 農学生命科学研究科（元森林総合研究所）
* 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

様と比較した。

他方、木造建築における耐震要素の特性値は一般的に完全弾塑性モデル化によるバイリニア置換（財団法人日本住宅・木材技術センター 2017）によって算出される。しかし、柱–貫接合部などの木材のめり込み変形によって外力に抵抗する接合部は、剛性が徐々に減少するため明確な降伏点が存在しない。また、見かけの降伏点以降も剛性を有するため、降伏点以降の剛性が 0 となる完全弾塑性モデル化によるバイリニア置換では見かけの降伏点以降の挙動を正確に評価することができない。稲山の研究では木材のめり込み性能を二次勾配まで評価し、初期剛性と二次勾配との比はおよそ 0.13 程度となることが示されている（稲山 1991）。しかし、木材の変形を複合的に扱うような接合部の荷重–変形角曲線等の推定式は対数関数や多項式などで表されることが多いため、推定結果の妥当性はグラフ上での比較といった定性的な評価となり定量的に把握しづらい。このような接合部性能の推定結果と試験結果とを定量的に比較するには、これらを同一の手法でモデル化し、それぞれの特性値を算出した上で比較することが望ましい。そこで本研究では、降伏点以降のモデル化に関する知見を得ることを目的として、試験結果の簡易なトリリニア化手法を提案し、既往の研究（末定 et al. 2017, Suesada, H. et al. 2019）における柱–貫接合部の試験結果について二次剛性と三次剛性を評価した。

2. 試験体と試験方法

2.1 モーメント抵抗試験

モーメント抵抗試験の試験体及び試験方法は既往の研究（末定 et al. 2017, Suesada, H. et al. 2019）と同一であるため、ここでは参考のためにこれらを記し、N タイプ貫材と R タイプ貫材の基材の材料の密度、含水率等のデータを追記した。

2.1.1 試験体

Fig. 1 にモーメント抵抗試験の貫材の種類と寸法を示す。貫材全体が一つの材となる仕様を N タイプ、スギを基材として補強材を接着した貫材の仕様を R タイプとし、R タイプのうち補強材の繊維方向長さが短いものを Rs タイプ、長いものを Rl タイプとした。N タイプに用いた樹種はクリ (*Castanea crenata*, K) 、シラカシ (*Quercus myrsinifolia*, Si) 、ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*, H) 、スギ (*Cryptomeria japonica*, Su) の 4 樹種とし、断面寸法は幅 (w_n) が 30, 45mm、高さ (b_n) が 60, 75, 90mm の組み合わせで、合計 15 仕様とした。これらの寸法は土壁の下地として利用することを想定した上で、材幅と材せいによる影響を確認するために決定した。R タイプは補強材の樹種がクリ、シラカシ、ヒノキの 3 樹種とし、補強材の長さが 120mm（Rs タイプ）と 445mm（Rl タイプ）、厚さ (b_r) が 12, 18, 24mm の組み合わせで、合計 18 仕様とした。R タイプの貫材の断面寸法は全て幅 30mm、高さ 90mm とした。仕様ごとに N タイプは 6 体、R タイプは 3 体の試験体を用意し、試験を実施した。

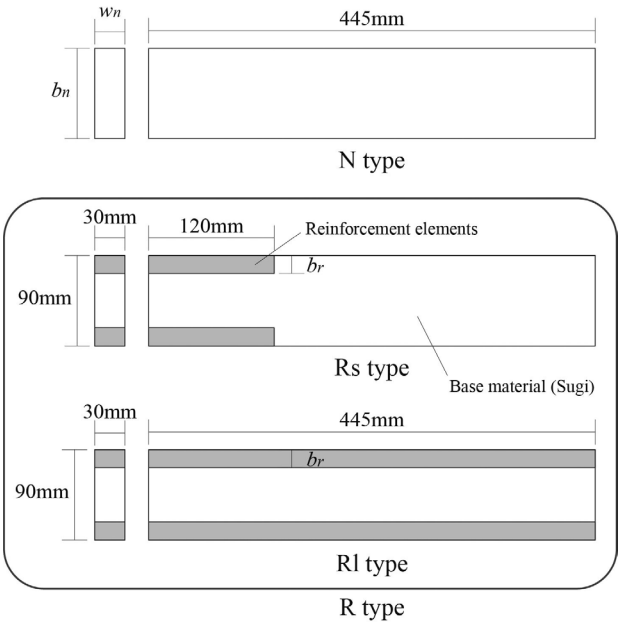


Fig. 1. Types and dimensions of nuki

Table 1 に N タイプの試験体仕様と貫材の物性値を示し、Table 2 に R タイプの試験体仕様と補強材の物性値を示す。ただし、Table 1 のスギ以外のデータは文献（末定 et al. 2017）の値を、Table 1 のスギのデータ及び Table 2 の密度は文献（Suesada, H. et al. 2019）の値をそれぞれ参考として示している。柱–貫接合部モーメント抵抗試験の試験体は、接合部の力学的挙動が複雑になるため楔は用いず、柱材に 90mm の深さで貫材と同断面の貫穴を設け、貫材を嵌合させることで試験体を作製した。柱材は 120mm 角のスギ（E70）で長さは 900mm とし、貫材の長さは 445mm とした。柱材の平均密度及び平均含水率は N タイプの樹種がスギの試験体についてはそれぞれ 410kg/m^3（標準偏差 16.5kg/m^3）、8.76%（同 1.82%）であり、R タイプの試験体ではそれぞれ 401kg/m^3（同 25.1kg/m^3）、8.93%（同 7.59%）であった。R タイプの基材のスギの平均密度、平均含水率はそれぞれ 436kg/m^3（同 44.7kg/m^3）、12.9%（同 3.45%）であり、縦振動法（財団法人日本住宅・木材技術センター 2011）によるヤング係数の平均値は 9.73kN/mm^2（同 1.46kN/mm^2）であった。

2.1.2 補強した貫材の作製方法

補強材として 30mm 角で長さが 1000mm の棒材をシラカシ、クリ、ヒノキの各樹種 18 本用意した。各棒材の密度と、縦振動法（財団法人日本住宅・木材技術センター 2011）によって繊維方向動的ヤング係数、及び

Table 1. Specification of nuki of N type

Type	W.S.	w_n (mm)	b_n (mm)	MC (%)		ρ (kg/m^3)		ARW (mm)		E_{fr} (N/mm^2)	
				Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.
N	Shirakashi (*Quercus myrsinifolia*)	30	60	11.7	1.94	793	25.9	2.65	0.436	-	
			75	19.5	7.18	858	62.5	3.02	1.20		
			90	16.0	1.63	849	32.7	3.13	0.602		
	Kuri (*Castanea crenata*)	30	60	15.1	1.57	520	49.0	4.59	1.86	-	
			75	15.7	1.18	494	24.1	4.71	1.46		
			90	15.2	2.83	474	55.6	4.75	2.86		
		45	90	18.2	2.91	533	42.0	4.22	2.15		
	Hinoki (*Chamaecypris obtusa*)	30	60	19.6	1.80	470	23.6	3.12	0.586	-	
			75	19.4	1.10	460	30.7	2.40	0.891		
			90	21.5	3.03	468	32.4	3.27	1.06		
		45	90	23.3	3.02	484	50.1	2.35	0.522		
	Sugi (*Cryptomeria japonica*)	30	60	11.1	0.982	415	57.5	2.27	0.598	10.7	1.91
			75	11.2	1.07	416	64.8	2.22	0.668		
			90	11.2	0.921	413	60.1	2.29	0.548		
		45	90	10.5	0.904	381	30.0	3.40	1.11	-	

Note; W.S.: Wood species of nuki, w_n, b_n: see Fig.1, MC: Moisture content, ρ: Density of nuki, ARW: Annual ring width, E_{fr}: Young's modulus by longitudinal vibration method, Ave.: Average, S.D.: Standard deviation

Table 2. Specification of reinforcements of R type

Type (Length)	W.S.	b_r (mm)	ρ (kg/m^3)		ARW (mm)		E_b (kN/mm^2)		E_{fr} (kN/mm^2)	
			Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.
Rs (120mm) Rl (445mm)	Shirakashi (*Quercus myrsinifolia*)	12	936	32.9	4.72	1.53	13.8	1.04	15.7	1.58
		18	946	17.3	5.41	2.21	13.1	1.26	15.6	1.48
		24	928	21.1	5.26	2.55	12.6	1.73	15.0	1.44
	Kuri (*Castanea crenata*)	12	546	34.3	3.99	1.12	9.18	0.890	9.92	0.836
		18	543	29.6	4.46	1.06	8.86	1.02	10.1	0.824
		24	551	13.8	3.85	0.987	9.36	0.867	10.6	0.535
	Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*)	12	434	3.93	3.26	0.759	7.96	0.629	-	
		18	425	10.4	2.23	0.452	8.15	1.65		
		24	437	14.2	2.84	0.909	7.82	3.38		

Note; W.S.: Wood species of reinforcement, b_r: see Fig.1, MC: Moisture content, ρ: Density of reinforcements , ARW: Annual ring width, E_{fr}: Young's modulus by longitudinal vibration method, Ave.: Average, S.D.: Standard deviation

弾性域における曲げ試験によって曲げヤング係数を測定した。その後、補強材作製用に 600mm 程度の長さに切り出し、残りの材から全面横圧縮試験体を作製した。試験体によって密度の偏りが生じないように補強材を配分した上で、補強材作製用の棒材を試験体仕様ごとの厚さに加工し、1 本の棒材から Rs、Rl タイプ用のそれぞれ 120mm と 445mm の長さに切断した。

スギ材は幅 30mm、高さ 90mm、長さ 3000mm の板材を 12 本用意し、縦振動法（財団法人日本住宅・木材技術センター 2011）によって繊維方向動的ヤング係数を測定した。その後、長さ 445mm に切り出し、試験体仕様によって密度が偏らないよう配分し、試験体仕様ごとに加工した。

補強材の接着はウレタン樹脂系接着剤（株式会社オーシカ製、UR-20）を用いて手作業で行った。基材と補強材を接着し、試験体の貫材高さ（90mm）の間隔に固定した 2 枚の合板の間に挟み、24 時間以上屋内にて養生した（Fig. 2）。



Fig. 2. State of Production of reinforceing nuki of R type

2.1.3 試験方法

Fig. 3 に試験概要を示す。試験には万能試験機（インストロン社製、4202 型）を用いた。

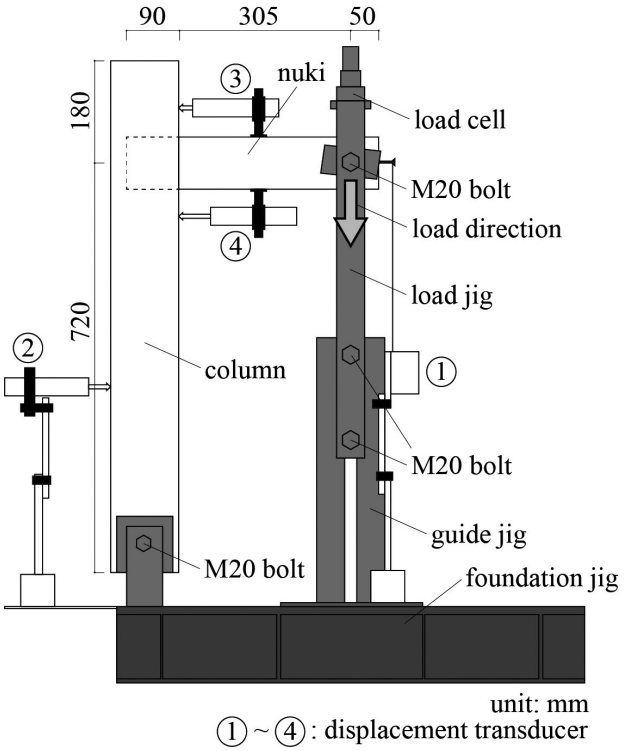


Fig. 3. Loading setup (Suesada H et al. accepted to Journal of Wood Science)

試験体は柱材底部と貫材先端で治具と接合し、M20 ボルトによってそれぞれピン接合とした。ロード治具に取り付けた M20 ボルトがガイド治具のスリットを通ることで、ロード治具が鉛直方向にのみ移動することができ、ロード治具を介して貫先端を加力した。加力速度は 5mm/min とし、鉛直下方向への単調加力で試験を行った。加力は荷重が最大荷重の 80％まで低下するか、試験体全体の回転角が 0.2rad となるまで行った。

ここで、試験体全体の回転角は Fig. 3 における変位計①と②から求めた回転角であり、接合部の変形角に加えて柱材の転倒角と貫材の曲げ変形角を含む角度である。接合部の変形角は貫材の上下に取り付けた変位計③と④から求めた。接合部に発生するモーメントは万能試験機のロードセルの荷重値に柱材の加力点側の面から加力点までの水平距離（305mm）を乗じて算出した。

2.1.4 評価方法

柱–貫接合部のモーメント–変形角曲線の一例と評価方法の概要を Fig. 4 に示す。柱–貫接合部のモーメント–変形角曲線は上に凸な曲線となり、降伏点が明確ではない。

また、降伏後も二次剛性を有し荷重が上昇し続けるが、剛性は緩やかに減少するため、降伏後の剛性も順次評価することが望ましい。接合部等の評価に一般的に利用される完全弾塑性モデル化によるバイリニア置換（財団法人日本住宅・木材技術センター 2017）では、このような柱–貫接合部の性能を精確に評価できないと考えられる。そこで本報告では以下に示すように完全弾塑性モデル化の手法に加えて、二次剛性及び三次剛性を算出することによってトリリニア置換を行い、接合部の特性値を評価した。ただし、本評価方法では特性値を算出できない場合は、試験体の変形、破壊状況等を勘案し、妥当な評価となるよう目視にて剛性を定める範囲を変更するなど、評価方法を適宜修正して特性値を算出した。

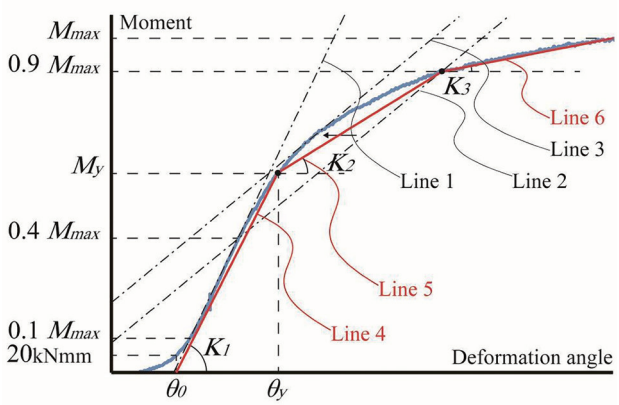


Fig. 4. Overview of evaluation method of characteristic value

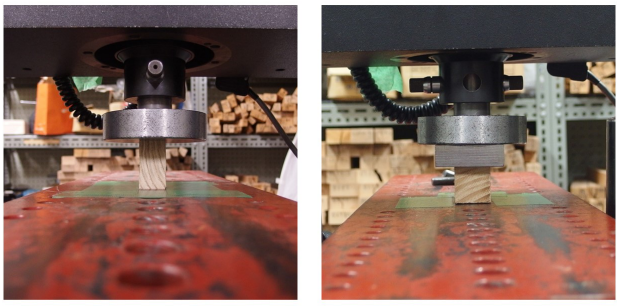
（1）曲線上の 0.1 M_{max} と 0.4M_{max} とを結ぶ Line 1 を引く
（2）曲線上の 0.4M_{max} と 0.9M_{max} とを結ぶ Line 2 を引く
（3）Line 2 を曲線に接するよう平行移動し、これを Line 3 とする
（4）Line 1 と Line 3 との交点のモーメントを M_y とする
（5）曲線が初めて M_y となったときの変形角を θ_y とする
（6）初期スリップを除くため、目視により全てのモーメント変形角曲線において直線域の始点として妥当だと判断し、曲線が初めて 20kNmm となったときの変形角を θ_0 とする
（7）点 (θ_0, 0) と点 (θ_y, M_y) とを結んだ直線を Line 4 とし、その傾きを K_1 とする
（8）点 (θ_y, M_y) と曲線上の 0.9M_{max} を通る直線を Line 5 とし、その傾きを K_2 とする
（9）曲線上の 0.9 M_{max} を通り、曲線上の 0.9M_{max} と M_{max} の区間のデータについて最小二乗法により求めた近似直線を Line 6 とし、その傾きを K_3 とする

2.2 全面横圧縮試験

N タイプについては既報（末定 et al. 2017）と同一であり、スギ以外の試験体について試験後の貫材から試験体を採取し、圧縮面の寸法を 25mm × 25mm とし、高さは 50mm とした。

R タイプについては補強材作製時に切り出した横圧縮試験用の材から試験体を作製し、藤田 et al.（2012）を参考にして圧縮面の寸法を幅 30mm、繊維方向の長さ 60mm とし、高さは 30mm とした。加力方向は、全面横圧縮試験体と同一の材となる貫材又は補強材が、モーメント抵抗試験でめり込み変形を受ける方向と同じ加力方向となるようにした（Fig. 5）。試験は万能試験機（インストロン社製、4202 型）を用い、JIS Z 2101（日本規格協会 2009）の全面横圧縮試験を参考にして実施し、横圧縮ヤング係数と横圧縮比例限度応力を算出した。

本研究では柱–貫接合部における貫材の樹種特性を把握するために加力方向と全面横圧縮試験体との加力方向を一致させ、1 対 1 の対応をとることを優先した。寸法が異なることによる効果は今後検討する必要があるが、ここでは同一の関係を示すものとして分析を行った。



(a) N type (b) R type

Fig. 5. Setup of the compression perpendicular to the grain tests

3. 試験結果と考察

3.1 トリリニア化による降伏点以降の評価

Fig. 6 と Fig. 7 に N タイプと R タイプのモーメント–変計角関係及びトリリニア化により得た特性値の平均をそれぞれ示す。トリリニア化により得た特性値については、初期・二次・三次の各剛性 (K_1, K_2, K_3) と降伏・最大の各モーメント (M_y, M_{max}) の値としたため、降伏変形角等の変形角の値が平均値とは異なっている場合がある。また、Table 3 と Table 4 に N タイプと R タイプのモーメント抵抗試験結果をそれぞれ示す。ただし、Fig. 6 と Fig. 7 の各試験体のモーメント–変形角曲線及び Table 3 と Table 4 の M_{max}, M_y, K_1 の値は文献（末定 et al. 2017, Suesada, H. et al. 2019）の値をそれぞれ比較のために示した。

N タイプの K_2 と K_3 は初期剛性と同様、シラカシ・スギ・クリ・ヒノキの順番に特性値が高く、貫材の断面が大きくなるほど特性値も高い傾向が見られた。K_3 と K_1 との比は 1/6 ～ 1/10 程度となり、木質構造接合部設計マニュアル（日本建築学会 2009）の通し貫接合部の回転剛性と降伏モーメントの計算式での二次勾配に関する記述と一致した。つまり、今回の評価方法で求めた K_2 は、完全弾塑性モデル化によって求まる降伏

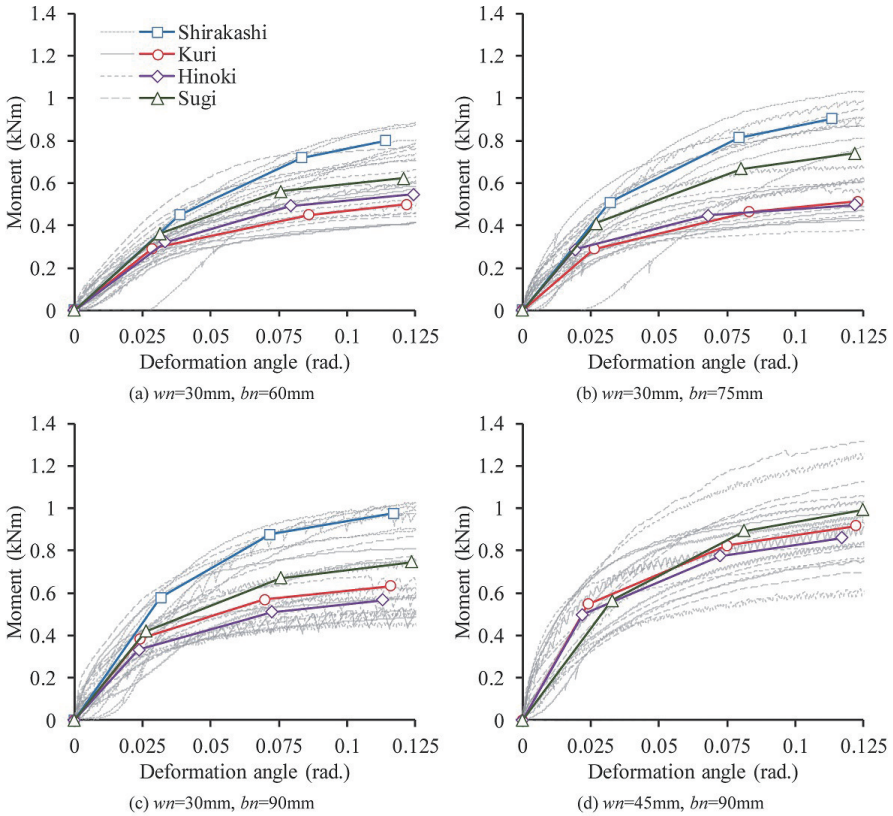


Fig. 6. Relationship between moment and deformation angle of N types

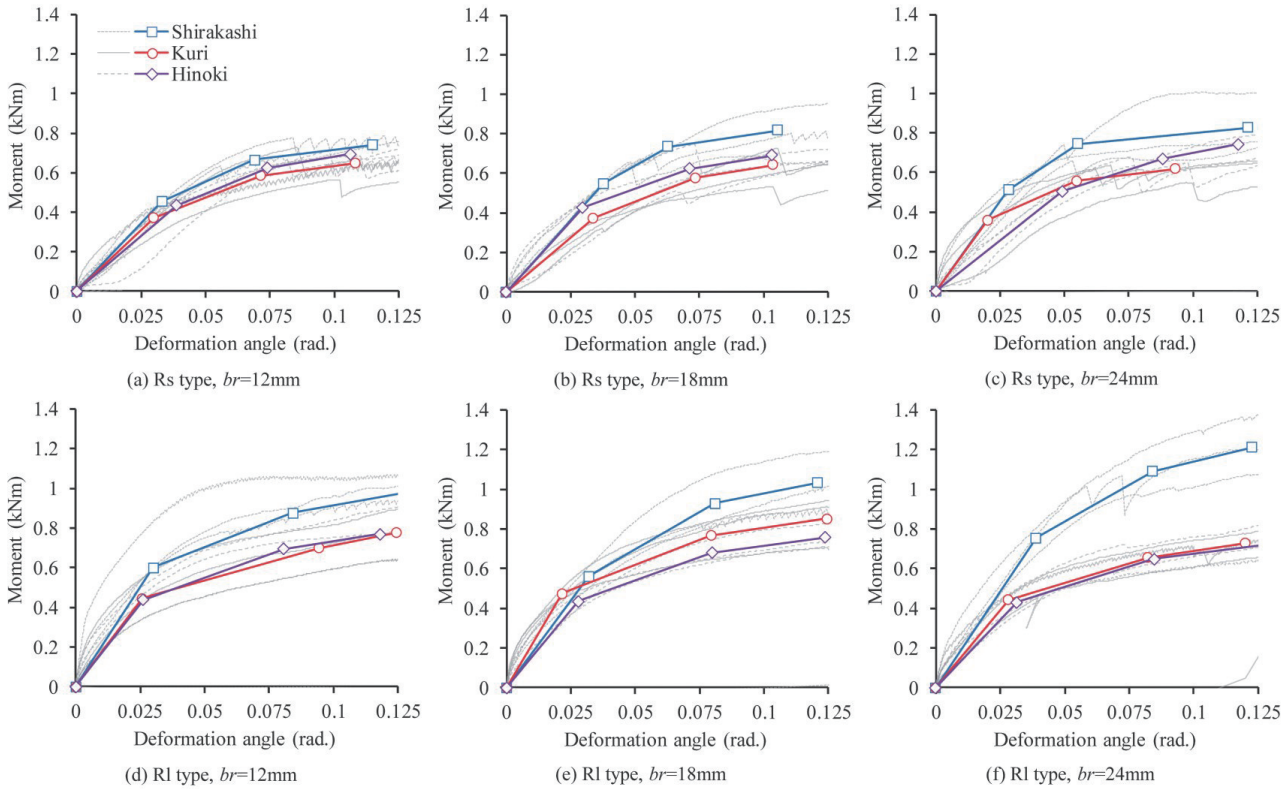


Fig. 7. Relationship between moment and deformation angle of R types

Table 3. Characteristic values of moment test of N type

Type	W.S.	w_n (mm)	b_n (mm)	M_{max} (kNmm)		M_y (kNmm)		K_1 (kNm/rad)		K_2 (kNm/rad)		K_3 (kNm/rad)		θ_y (10^3×rad)		$\theta_{0.9Mmax}$ (10^3×rad)		θ_{Mmax} (10^3×rad)	
				Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.
N	Si	30	60	799	69.6	450	46.8	11.7	0.902	6.01	1.11	2.60	0.683	46.9	12.9	92.7	7.10	124	1.64
			75	905	99.4	508	77.4	15.8	4.19	6.48	0.797	2.66	0.781	40.8	13.9	88.5	10.7	123	1.46
			90	975	58.3	578	24.4	18.3	2.98	7.45	1.31	2.14	0.500	37.8	7.70	78.5	8.38	122	3.51
	K	30	60	500	97.5	291	53.5	10.2	1.72	2.77	0.632	1.39	0.395	31.5	6.51	88.9	4.37	124	1.04
			75	515	84.2	289	48.8	11.1	2.36	3.06	0.572	1.29	0.415	28.2	7.18	85.2	7.68	124	1.39
			90	633	129	384	62.9	15.9	5.92	4.07	1.27	1.37	0.339	28.3	11.1	74.2	9.49	117	6.34
		45	90	917	105	548	85.3	22.8	7.41	5.43	0.614	1.94	0.136	26.6	6.44	77.7	6.73	123	1.59
	H	30	60	546	79.4	323	42.8	9.68	0.881	3.68	0.737	1.21	0.254	36.0	3.33	82.0	5.23	124	1.27
			75	497	79.7	286	43.4	14.8	4.69	3.30	0.710	0.926	0.231	21.7	6.81	70.9	11.1	121	1.69
			90	567	83.0	333	49.7	14.1	2.43	3.65	0.877	1.39	0.523	25.0	5.12	74.9	11.5	116	6.50
		45	90	860	221	499	107	22.8	11.3	5.46	1.62	1.92	0.782	25.8	8.95	75.9	12.8	122	3.47
	Su	30	60	624	148	362	86.5	11.5	3.36	4.50	1.54	1.39	0.738	32.5	3.27	78.2	10.9	123	2.78
			75	741	183	411	89.3	15.2	3.30	4.81	1.21	1.78	0.799	27.4	2.01	80.8	10.1	121	5.99
			90	746	170	420	83.4	16.0	5.21	5.11	1.17	1.55	0.532	27.6	5.06	76.7	6.84	124	0.845
		45	90	992	223	563	127	17.2	4.47	6.77	1.77	2.29	0.394	33.2	1.87	82.3	4.90	124	0.695

Note; W.S.: Wood species of nuki, w_n, b_n: see Fig.1, M_{max}: Maximum moment, M_y: Yield mome nt, K_1: First stiffness of rotational moment, K_2: Second stiffness of rotational moment, K_3: Third stiffness of rotational moment, θ_y: Yeild deformation angle, $\theta_{0.9Mmax}$: Deformation angle at 0.9 times the maximum moment, θ_{Mmax}: Deformation angle at the maximum moment, Ave.: Average, S.D.: Standard deviation, Si: Shirakashi, K: Kuri, H: Hinoki

点から、塑性剛性に移るまでの区間の剛性を表していると考えられる。

R タイプでは補強材の寸法によって K_2 と K_3 の値に傾向は見られなかった。Rs タイプは Rl タイプに比べて θ_y の値が大きく、$\theta_{0.9Mmax}$ と θ_{Mmax} の値が小さくなった。これは補強材の剥離が影響したと考えらえれ、K_2 と K_3 の値は変わらないものの、それらの剛性を有する区間は短く、Rs タイプと Rl タイプの挙動の差が特性値に表れた結果だと考えられる。二次降伏点の変形角が Rs タイプで Rl タイプに比べて小さい結果となった。これは、補強材が剥離した影響から最大モーメントが Rl タイプに比べて小さくなったためだと考えられる。

Table 4. Characteristic values of moment test of R type

Type	W.S.	b_r (mm)	M_{max} (kNmm)		M_y (kNmm)		K_1 (kNm/rad)		K_2 (kNm/rad)		K_3 (kNm/rad)		θ_y (10^3×rad)		$\theta_{0.9Mmax}$ (10^3×rad)		θ_{Mmax} (10^3×rad)	
			Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave	S.D.	Ave	S.D.	Ave	S.D.
Rs	Si	12	741	54.8	454	121	13.7	1.82	5.91	3.47	1.62	0.777	35.7	13.1	74.0	18.8	109	24.3
		18	816	131	547	59.8	14.5	0.780	7.45	4.53	1.91	0.346	38.5	5.62	71.2	24.1	115	16.3
		24	827	157	512	134	18.2	5.00	8.59	1.59	1.25	0.343	31.1	12.5	59.1	11.0	125	0.460
	K	12	650	82.1	372	33.8	12.5	3.23	5.11	2.33	1.78	0.355	31.2	6.14	77.0	12.8	103	19.8
		18	641	108	374	61.6	11.0	1.86	5.12	2.27	2.12	0.515	36.3	7.55	79.0	16.5	117	11.1
		24	618	60.1	359	30.5	17.8	10.3	5.69	1.60	1.62	0.435	28.7	22.3	62.2	15.9	116	14.6
	H	12	695	15.3	437	101	11.3	2.62	5.33	0.986	2.16	0.477	42.8	21.5	80.2	9.14	120	8.20
		18	691	49.5	425	53.0	14.3	5.22	4.75	3.04	2.14	1.03	35.8	21.4	80.3	23.1	108	28.7
		24	743	83.5	503	122	10.3	0.874	4.22	1.47	2.54	0.259	49.3	8.30	89.0	10.6	116	15.8
Rl	Si	12	974	46.4	600	48.9	20.0	1.11	5.09	0.09	2.33	0.450	30.4	4.48	84.7	4.08	122	3.91
		18	1034	145	563	84.5	17.7	2.14	7.50	1.76	2.60	0.887	32.4	5.43	82.6	12.6	124	1.15
		24	1214	146	755	125	19.4	2.78	7.47	2.47	3.14	0.698	39.7	8.90	83.8	7.83	122	2.74
	K	12	778	128	445	89.6	17.3	4.75	3.71	0.276	2.61	0.647	26.5	2.57	95.2	1.23	125	0.0803
		18	853	129	475	72.1	22.0	2.28	5.06	0.894	1.89	0.426	22.0	4.92	79.8	4.62	124	0.164
		24	729	63.3	443	31.9	15.8	3.66	3.93	0.953	1.93	0.161	29.5	7.45	83.7	7.66	124	2.02
	H	12	771	126	438	86.1	16.7	3.02	4.70	1.35	2.06	0.803	26.5	2.42	83.5	15.9	123	3.50
		18	757	61.8	436	42.4	15.6	2.86	4.75	1.08	1.72	0.103	29.2	6.69	82.3	2.38	124	0.588
		24	720	82.3	432	45.4	13.7	2.44	4.06	0.357	1.74	0.322	32.3	4.14	85.5	4.08	125	0.255

Note; W.S.: Wood species of reinforcement, b_r: see Fig.1, M_{max}: Maximum moment, M_y: Yield moment, K_1: First stiffness of rotational moment, K_2: Second stiffness of rotational moment, K_3: Third stiffness of rotational moment, θ_y: Yeild deformation angle, $\theta_{0.9Mmax}$: Deformation angle at 0.9 times the maximum moment, θ_{Mmax}: Deformation angle at the maximum moment, Ave.: Average, S.D.: Standard deviation, Si: Shirakashi, K: Kuri, H: Hinoki

3.2 全面横圧縮試験との比較

貫材もしくは補強材の全面横圧縮性能と接合部性能について相関分析を行った。Table 5 と Table 6 に全面横圧縮試験の結果を、Table 7 と Table 8 に相関分析の結果を示す。N タイプでは K_1 を除いた接合部の特性値は横圧縮ヤング係数、横圧縮比例限度応力ともに有意水準 5% 以下で正の相関が見られた。K_1 は幅 30mm、高さ 60mm の仕様を除き有意な相関は見られなかった。K_1 は加工精度や乾燥収縮等による嵌合度の差異によって値が大きく変化するため、全面横圧縮性能との相関が認められない結果となったと考えられる。K_2 や K_3 は変形が進み、接合部がしっかりと嵌合した後の剛性を示していると考えられ、これらの値が全面横圧縮性能と相関を有していた。そのため、試験体を試験の実施時の雰囲気における平衡含水率に達するまで養生し、試験直前に寸法を整えることなどにより試験体の試験体の嵌合度を揃えることで K_1 についても全面横圧縮性能との相関をより正確に把握することができると考えられる。

R タイプでは、Rl タイプの補強材厚さが 24mm のもの以外について有意な相関はほとんど見られず、Rl タイプの補強材厚さが 24mm の仕様については K_1 以外に有意水準 5% 以下で有意な相関が見られ、N タイプと同様の結果となった。剛性については補強材厚さが

Table 5. Characteristic values of compression test of N type

Type	W.S.	w_n (mm)	b_n (mm)	M.C. (%)		ρ (kg/m^3)		ARW (mm)		σ_{cp90} (N/mm^2)		E_{c90} (N/mm^2)	
				Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.
N	Si	30	60	11.0	0.0664	811	39.6	2.22	0.387	9.60	2.44	670	158
			75	10.8	0.132	882	48.1	2.52	0.853	12.5	1.88	890	65.3
			90	11.1	0.196	874	36.5	2.79	0.426	10.9	1.97	818	81.4
	K	30	60	12.8	0.215	525	56.2	4.78	1.83	2.89	0.686	363	75.7
			75	13.0	0.477	505	33.0	4.67	1.88	2.59	0.421	359	40.8
			90	13.0	0.279	476	48.6	5.24	3.15	3.81	1.06	480	139
		45	90	12.9	0.607	529	44.7	3.83	1.58	3.22	0.835	383	32.8
	H	30	60	12.2	0.168	474	26.0	2.76	0.628	3.46	0.949	324	124
			75	12.3	0.293	463	35.5	2.65	0.889	2.82	0.633	296	69.5
			90	12.2	0.426	463	33.0	4.35	2.84	3.01	1.15	271	127
		45	90	12.2	0.287	480	63.2	2.68	0.920	3.50	2.19	283	151

Note; W.S.: Wood species of nuki, w_n, b_n: see Fig.1, M.C.: Moisture content, ρ: Density, ARW: Annual ring width, σ_{cp90}: Compressive stress perpendicular to the grain at the proportional limit, E_{c90}: Compressive Young's modulus perpendicular to the grain, Ave.: Average, S.D.: Standard deviation, Si: Shirakashi, K: Kuri, H: Hinoki

Table 6. Characteristic values of compression test of R type

Type	W.S.	b_r (mm)	M.C. (%)		ρ (kg/m^3)		ARW (mm)		σ_{cp90} (N/mm^2)		E_{c90} (N/mm^2)	
			Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.
Rs Rl	Si	12	11.8	0.323	936	40.3	4.72	1.53	14.3	4.70	473	137
		18	12.1	0.772	946	17.7	5.41	2.21	15.9	2.98	478	103
		24	12.3	0.420	928	21.5	5.26	2.55	13.2	2.65	344	36.6
	K	12	13.3	0.371	546	37.4	3.99	1.12	3.97	0.429	160	33.3
		18	12.9	0.518	543	28.3	4.46	1.06	4.53	0.799	181	21.6
		24	13.2	0.677	551	36.4	3.85	0.987	4.33	0.678	152	36.2
	H	12	10.9	0.597	434	3.93	3.26	0.759	4.09	0.841	216	82.0
		18	10.7	0.350	425	10.4	2.23	0.452	3.09	0.490	156	6.40
		24	10.2	0.229	437	14.2	2.84	0.909	4.44	0.324	187	6.46

Note; W.S.: Wood species of reinforcement, b_r: see Fig.1, M.C.: Moisture content, ρ: Density, ARW: Annual ring width, σ_{cp90}: Compressive stress perpendicular to the grain at the proportional limit, E_{c90}: Compressive Young's modulus perpendicular to the grain, Ave.: Average, S.D.: Standard deviation, Si: Shirakashi, K: Kuri, H: Hinoki

Table 7. Result of correlation analysis between the value of the characteristics of the moment tests of N type

Type	w_n (mm)	b_n (mm)		M_{max}	M_y	K_1	K_2	K_3
N	30	60	σ_{cp90}	0.865**	0.861**	0.614**	0.824**	0.703**
			E_{c90}	0.839**	0.851**	0.558*	0.841**	0.821**
		75	σ_{cp90}	0.919**	0.883**	0.323	0.922**	0.850**
			E_{c90}	0.910**	0.883**	0.328	0.928**	0.830**
		90	σ_{cp90}	0.932**	0.940**	0.432	0.909**	0.574*
			E_{c90}	0.913**	0.928**	0.439	0.878**	0.609**
	45	90	σ_{cp90}	0.789**	0.717**	-0.001	0.732**	0.794**
			E_{c90}	0.853**	0.697*	0.094	0.858**	0.850**

Note; w_n, b_n: see Fig.1, M_{max}: Maximum moment, M_y: Yield moment, K_1: First stiffness of rotational moment, K_2: Second stiffness of rotational moment, K_3: Third stiffness of rotational moment, σ_{cp90}: Compressive stress perpendicular to the grain at the proportional limit, E_{c90}: Compressive Young's modulus perpendicular to the grain, *: Significant at the 5% level, **: Significant at the 1% level

Table 8. Result of correlation analysis between the value of the characteristics of the moment tests of R type

Type	b_r (mm)		M_{max}	M_y	K_1	K_2	K_3
Rs	12	σ_{cp90}	0.623	0.613	0.336	-0.101	-0.118
		E_{c90}	0.519	0.597	0.290	-0.098	-0.040
	18	σ_{cp90}	0.470	0.811**	0.242	0.480	-0.203
		E_{c90}	0.453	0.800**	0.270	0.527	-0.220
	24	σ_{cp90}	0.645	0.433	0.343	0.650	-0.570
		E_{c90}	0.543	0.391	0.218	0.720*	-0.555
Rl	12	σ_{cp90}	0.673	0.714**	0.175	0.210	0.030
		E_{c90}	0.543	0.570	0.168	0.364	-0.174
	18	σ_{cp90}	0.667*	0.578	-0.157	0.631	0.704*
		E_{c90}	0.659	0.570	-0.205	0.603	0.742*
	24	σ_{cp90}	0.916**	0.791*	0.691*	0.913**	0.792*
		E_{c90}	0.923**	0.937**	0.592	0.707**	0.845**

Note; b_r: see Fig.1, M_{max}: Maximum moment, M_y: Yield moment, K_1: First stiffness of rotational moment, K_2: Second stiffness of rotational moment, K_3: Third stiffness of rotational moment, σ_{cp90}: Compressive stress perpendicular to the grain at the proportional limit, E_{c90}: Compressive Young's modulus perpendicular to the grain, *: Significant at the 5% level, **: Significant at the 1% level

大きくなるほど、補強材の全面横圧縮性能との相関が強くなることが明らかとなった。補強材厚さが小さい仕様では基材の横圧縮性能の影響が大きく、相関が弱くなったと考えられる。また、Rs タイプが Rl タイプよりも相関が弱くなったが、これは補強材が基材から剥離した影響が考えられる。M_{max} と M_y については剛性に比べると強い相関が見られ、いくつかの試験体で有意水準が 5% 以下の有意な相関が見られた試験体もあったが、明確な傾向は見られなかった。

これらの試験結果から、本研究において補強材や貫材といったため込み変形が生じる材と接合部性能との関係は、補強材を用いた仕様であっても補強材形状によっては、貫全体が一体となった仕様と同じ相関関係の傾向にあることが明らかとなった。また、これらの仕様については嵌合度の影響が比較的小さいと考えられる接合部性能 (M_{max}、M_y、K_2、K_3) をめり込み変形が生じる材の全面横圧縮性能から把握できることが示唆された。

4. まとめ

本研究では貫材の一部に小断面の広葉樹を補強材として接着した柱−貫接合部のモーメント抵抗試験について、補強材の全面横圧縮性能と接合部性能との関係の相関分析結果を、貫材を広葉樹とした柱−貫接合部の貫材の全面横圧縮性能と接合部性能との相関分析結果と比較することで、その傾向を把握した。さらに、降伏点以降のモデル化に関する知見を得ることを目的として、試験結果の簡易なトリリニア化手法を提案し、柱−貫接合部の試験結果について二次剛性と三次剛性を評価した。それらの結果、以下のことが明らかとなった。

（1）トリリニア化により算出した三次剛性は柱−貫接合部で一般的に利用される性能評価式の二次勾配と同程度の値となり、二次剛性を考慮することでより精確に挙動を把握することができると考えられる。

（2）トリリニア化によって算出した特性値によって、補強材の形状による接合部の挙動の違いを把握することができると考えられる。

（3）貫材を広葉樹とした柱−貫接合部と貫材の全面横圧縮性能との間には、初期剛性を除いて統計的に有意な相関関係が見られた。初期剛性は接合部の嵌合度の影響があったと考えられる。

（4）補強材を用いた柱−貫接合部の接合部性能と補強材の全面横圧縮性能との間にはほとんど相関関係が見られなかったが、補強材の形状・厚さによっては、貫材を広葉樹とした仕様と同様の傾向が見られた。

謝　辞

本研究の一部は平成 26 年度建築基準整備促進事業「垂れ壁付き独立柱、だぼ入れにより水平方向のみ拘束した柱脚等で構成された木造建築物の設計基準に関する検討」により実施した。

引用文献

藤田　克則・稲山　正弘・安藤　直人（2012）接合具に用いられる広葉樹材の横圧縮性能. 木材学会誌, 58 (4), 181-192.

稲山　正弘（1991）木材のめり込み理論とその応用. 東京大学学位論文.

日本建築学会（2009）木質構造接合部設計マニュアル. 丸善出版株式会社, 252-264.

日本規格協会（2009）"JIS Z 2101 木材の試験法", 日本規格協会, 66pp.

林野庁（2019）"木材統計調査" http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/mokuzai/index.html#y,（参照 2019-09-02）

末定　拓時・稲山　正弘・相馬　智明・青木　謙治（2017）貫材に広葉樹材を用いた柱−貫接合部の回転性能. 木材工業, 72 (6), 220-225.

Suesada, H., Miyamoto, K., Shibusawa, T., Aoki, K. and Inayama, M. (2019) Reinforcing effect of hardwoods on the moment-resistant performance of traditional japanese “nuki”-column joints, J. Wood Sci., 65, 65 (2019), http://doi.org/10.1186/s10086-019-1844-y

財団法人日本住宅・木材技術センター（2011）構造用木材の強度マニュアル. 61-71.

財団法人日本住宅・木材技術センター（2017）“木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017 年版）①”. 木造軸組工法住宅の許容応力度設計改定委員会編, 289-320.

Characteristic values of rotational moment resistance performance of a nuki-column joint reinforced with hardwood -Proposal of post-yield evaluation method and grasping relationships between the joint performance and the compression perpendicular to the grain performance of the materials-

Hiroto SUESADA [1)*], Kohta MIYAMOTO [1)], Tatsuya SHIBUSAWA [1)], Masahiro INAYAMA [2)] and Kenji AOKI [3)]

Abstract

The purpose of this study is to accumulate of knowledge of nuki-column joint using hardwood with a small cross section in order to expand the demand for hardwood that has excellent mechanical performance as a building construction material. A nuki-column joint is one of the traditional Japanese timber joints. This joint consists of a small beam, called nuki, and a column. The authors conducted moment-resistance tests of nuki-column joints using hardwood as a whole or part of the nuki, and grasped the effect and performance of using hardwood at the joints. In this report, the relationships between the moment-resistance performances of the joints with hardwood as reinforcements and the compression perpendicular to the grain performances of the reinforcements were shown. In addition, these relationships were compared to the ones between the moment-resistance performances of the hardwood-nuki and column joints and the compression perpendicular to the grain performances of the nuki. On the other hand, to quantitatively evaluate the rigidity of the post-surrender, we proposed a simple tri-linear replacement method for the test results. As a result, the relationship between the moment-resistance performance of the joint that had the hardwood 24 mm thickness reinforcement over entire length of nuki and the compression perpendicular to the grain performance of the reinforcement had the same tendency as the relationship between the moment-resistance performance of the joints with whole-hardwood nuki and the compression perpendicular to the grain performance of the nuki. In addition, from the characteristic values calculated by our method, we were able to grasp the difference in the joint behavior after the yield point depending on the length of the reinforcements.

Key words: nuki-column joint, performance of rotational moment resistance, hardwood, reinforcement, correlation analysis, and evaluation method

Received 31 October 2019, Accepted 28 January 2020
1) Department of Wood-based Materials, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)
2) Graduated School of Agricultural and Life Science, The University of Tokyo
3) Graduated School of Agricultural and Life Science, The University of Tokyo (Former FFPRI)
* Department of Wood-based Materials, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, JAPAN; e-mail: hsuesada@ffpri.affrc.go.jp

研究資料（Research record）

定山渓森林理水試験地観測報告（2013 年 1 月～ 2017 年 12 月）

延廣 竜彦[1)*]、山野井 克己[1)]、溝口 康子[1)]、阿部 俊夫[2)]

要旨

北海道札幌市郊外の国有林に位置する定山渓森林理水試験地は積雪寒冷地における森林水文研究のため 1987 年に設置された。試験地は隣接する 2 小流域（時雨 1 の沢、時雨 2 の沢）からなり、両流域の流出量ならびに気象露場での降水量の観測が継続されている。1991 年から 2012 年にかけての日降水量・日流出量は公表済みである。本報告では 2013 年から 2017 年にかけての日流出量・日降水量について取りまとめた。観測期間中に発生した事象は次の通りである。2013 年 4 月 7 日に日降水量 76.5mm の強い降雨が発生し、融雪出水ピークと相まって大量の土砂が 2 流域の沈砂池に流入した。この際、時雨 2 の沢では量水施設でのオーバーフローが発生した。翌 2014 年 2 月 21 日から 3 月 3 日にかけて重機による沈砂池の浚渫工事を行った。ロガーの電池切れや操作ミス等により降水量の長期の欠測が発生した。流域内では形状比の上昇やエゾシカの増加が原因と考えられる立ち枯れ・倒木が目立つようになった。

キーワード：定山渓森林理水試験地、降水量、流出量、積雪寒冷地、針広混交林

1. はじめに

1987 年に林野庁林業試験場北海道支場（現国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所北海道支所）は北海道の積雪寒冷地における森林水文研究のため、札幌市郊外の国有林内に定山渓森林理水試験地を開設した。本試験地は隣接する 2 小流域（時雨 1 の沢、時雨 2 の沢）から構成されている。試験地内の植生は天然生の針広混交林である。本試験地では開設から現在まで伐採や山火事等の大きな撹乱は報告されていない。通年観測が行われるようになった 1991 年から 2012 年までの日降水量・日流出量についてはデータが公表済みである（阿部ら 2010, 2011, 2014）。本報では 2013 年から 2017 年の 5 年間を対象として流域の状況、日降水量および日流出量の観測結果を報告する。

2. 試験地の概要

定山渓森林理水試験地（以降、定山渓試験地 : JEW と略記する）は、北海道札幌市南区定山渓の国有林内（石狩森林管理署 2441 林班い小班）に位置し、隣接した時雨 1 の沢（1.998ha）、時雨 2 の沢（6.071ha）の 2 つの小流域で構成されている。本試験地は定山渓ダムや定山渓温泉の近隣に位置しており、時雨 1 の沢堰堤の緯度経度は北緯 42° 58’ 34”、東経 141° 9’ 44”、時雨 2 の沢堰堤は北緯 42° 58’ 38”、東経 141° 9’ 43” である。地質は石英斑岩からなり（土居 1953）、両流域とも地形は比較的急峻である。時雨 1 の沢では平均土層厚は 1m 前後と推定され、斜面上部は 30 ～ 50cm と特に土層が薄い（塩崎・真田 1990）。時雨 1 の沢、時雨 2 の沢の両流域は地質、地形、植生条件がほぼ同じであることから、時雨 2 の沢の土層厚についても時雨 1 の沢と類似した特徴を有すると推察される（阿部ら 2010）。試験地内の植生は、トドマツ（*Abies sachalinensis*）、ミズナラ（*Quercus crispula*）、シナノキ（*Tilia japonica*）、イタヤカエデ（*Acer mono*）、カツラ（*Cercidiphyllum japonicum*）、ハリギリ（*Kalopanax pictus*）などで構成された天然生の針広混交林である。定山渓試験地では 1998 年に毎木調査が行われており、森林蓄積量は時雨 1 の沢で 181.0m^3 ha^{-1}、時雨 2 の沢で 208.0m^3 ha^{-1} であった（阿部ら 2011）。本試験地における 1991 年～ 2012 年までの平均年降水量は 1306mm、時雨 1 の沢・時雨 2 の沢の平均年流出量はそれぞれ 844mm、873mm であった（阿部ら 2014）。本地域での平均的な積雪期は 11 月から翌 4 月であり（阿部ら 2010）、定山渓試験地気象露場での 2013 年から 2017 年の積雪開始日および終了日の平均はそれぞれ 11 月 15 日および 5 月 10 日であった。定山渓試験地の諸元や流域の地形などの情報については阿部ら（2014）を参考にされたい。

3. 水文観測の方法

3.1 降水量の観測と欠測値の処理

時雨 1 の沢堰堤から約 50m 北東に位置する気象露場（北緯 42° 58’ 35”、東経 141° 09’ 45”、標高 305m）にお

原稿受付：令和元年 8 月 14 日　原稿受理：令和 2 年 4 月 2 日
1) 森林総合研究所 北海道支所
2) 森林総合研究所 東北支所
* 森林総合研究所 北海道支所　〒 062-8516 北海道札幌市豊平区羊ケ丘 7

いて降水量を観測している。降水量は風圧よけ付き溢水式雨雪量計（1 転倒 0.5mm: 横河電子機器 B-071-02、東京）を用いて計測を行い、降雪の可能性がある 11 月から 4 月にかけてはヒーターを有効にした。パルスデータは HOBO pendant event（Onset、マサチューセッツ州、アメリカ）に記録し、日単位で積算した。雨雪量計受水部のゴミは 2 ～ 3 週間に一度、現地へ行った際にその都度取り除いた。なお、溢水式雨雪量計の外筒および風防については年間を通じて交換せず観測を行った。本観測期間中、ロガーの電池切れ、操作ミス等により降水量の欠測が生じた（2013 年 11 月 13 日～ 2014 年 1 月 16 日 ; 2015 年 4 月 21 日～ 12 月 20 日 ; 2016 年 3 月 15 日～ 28 日 ; 2017 年 4 月 15 日～ 12 月 15 日）。このため、試験地近隣の降水量観測所の日降水量から本試験地の欠測値の推定を行なうこととした。

本試験地では 2012 年 10 月にヒーター付き転倒マス雨雪量計（横河電子機器 WB0013-05-S1-HT、東京）から風圧よけ付き溢水式雨雪量計に更新しているため（阿部ら 2014）、更新前後の降水量の捕捉率が変化している懸念がある。そこで本報告では 2013 年から 2017 年の小金湯（北緯 42° 57’ 54”、東経 141° 13’ 6”）（気象庁 2019）、定山渓ダム（北緯 42° 59’ 6”、東経 141° 9’ 17”）、定山渓市街（北緯 42° 57’ 54”、東経 141° 9’ 53”）（国土交通省 2019）の 3 観測所ならびに定山渓試験地で観測された日降水量から最小二乗法および Passing-Bablok 法（Passing and Bablok 1983）を用いて新たに回帰式を作成し、阿部ら（2010）が最小二乗法で求めた回帰式の傾き（小金湯 : 0.9295、定山渓市街 : 0.9233）ならびに阿部ら（2011）が Passing-Bablok 法で求めた回帰式の傾き（小金湯 : 1.100、定山渓市街 : 1.000、定山渓ダム : 0.952）と比較した。なお、Passing-Bablok 法での回帰分析は阿部ら（2011）にならい、青木（2010）のソースコードを用いて R version 3.6.0 Patched（R Core Team 2019）で計算した。2008 年以前の定山渓ダムと定山渓試験地の最小二乗法による回帰式については、入手可能である 1998 年から 2008 年の定山渓ダム日降水量（国土交通省 2019）を用い、同期間の定山渓試験地日降水量から求めた（傾き : 1.0181、R^2=0.8917）。なお、定山渓試験地と各観測所の日降水量との回帰式は原点を通る一次回帰式とした。本試験地の日降水量を Y、観測所の日降水量を X とした場合、2013 年～ 2017 年の降水量から最小二乗法を用いて求めた回帰式は小金湯で Y=1.1638X (R^2=0.8299)、定山渓市街で Y=1.1146X (R^2=0.9053)、定山渓ダムで Y=1.1185X (R^2=0.9454) であった。また、Passing-Bablok 法で求めた回帰式は小金湯で Y=2.0000X (R^2=0.2712)、定山渓市街で Y=1.4167X (R^2=0.8202)、定山渓ダムで Y=1.0789X (R^2=9439) であった。雨雪量計更新前後の回帰式の傾きを比較すると、最小二乗法、Passing-Bablok 法で求めた回帰式の傾きは両方法とも雨雪量計更新前の値よりも大きい値を示したことから、新たに求めた回帰式を用いて日降水量の欠測を補間することとした。最小二乗法と Passing-Bablok 法の比較では、Passing-Bablok 法で求めた回帰式で小金湯の傾きが 2 と非常に大きく、定山渓試験地の日降水量推定には適さないと考えられたことから、最小二乗法で求めた回帰式を用いることとした。Fig. 1 はそれぞれ 2013 年から 2017 年の小金湯、定山渓市街、定山渓ダムと定山渓試験地の日降水量と最小二乗法で求めた一次回帰式を示す。また、図中には雨雪量計更新前にあたる 1998 年から 2008 年の日降水量から求めた回帰式を参考として示している。日降水量の推定に用いる回帰式は二乗平均平方根誤差（RMSE）を判断基準として定山渓市街（1.976）、定山渓ダム（2.141）、小金湯（3.785）の順に採用した。

3.2 水位観測と流出量の計算

時雨 1 の沢、時雨 2 の沢ともに高さ 3m の堰堤に設置された 60° V 型ノッチ（深さ 0.70m）で水位を観測し、流量に換算した。この堰堤は一般的な治山堰堤にノッチを取り付けることにより量水堰としたもので、堰堤上流部の湛水地が沈砂池を兼ね、水通し部（幅 1m ×長さ 1m ×深さ 1m）が量水槽を兼ねている。水通し部の上流端にはゴミ除けのため金網を設置している。両流域の量水施設は共通の構造をしており、またノッチ等の設計変更がなかったことから、水位－流量曲線として Q=1.0012×$H^{2.5232}$ を用いた（阿部ら 2010）。なお、Q は流量（m^3 sec^{-1}）、H は水位（m）である。2 流域の流量をそれぞれの流域面積で除して水高換算した後、24 時を日界として 1 日ごとに積算し、これを日流出量とした。

水位計は堰堤湛水地内の観測井戸（内径 0.61m）ならびに堰堤の量水槽内にそれぞれ設置している。観測井戸にはフロート式の自記水位計（時雨 1 の沢 : ADR-102、池田計器、東京 ; 時雨 2 の沢 : ADR-100SP、池田計器、東京）を設置し、そのプーリー回転軸にポテンションメーターを取り付け、フロートの上下動をデータロガー（KADEC21-UHTV-C、ノースワン、札幌）に記録した。また、量水槽の V ノッチから約 0.5m 上流側の側壁に圧力式水位計（SS-202-2MT-30、ログ電子、札幌）を設置しデータロガー（D1-001A-2M、ログ電子、札幌）に記録した。いずれの水位計もデータロガーによる記録は 5 分間隔で行った。水位データは原則としてフロート式のデータを用いたが、欠測や異常値などの障害があった場合には圧力式のデータを利用した。なお、冬期（11 月～ 3 月）には観測井戸内の水面ならびにノッチ越流水の凍結を防止するため、投光器（赤外線ランプ）を設置している。

2008 年以降、1 箇所の量水堰に 2 基の水位計が設置されたことで、流出量の欠測は格段に少なくなった（阿部ら 2014）。しかし、本報告での観測期間にあたる 2013 年 4 月 7 日に日降水量 76.5mm、最大時間降雨強

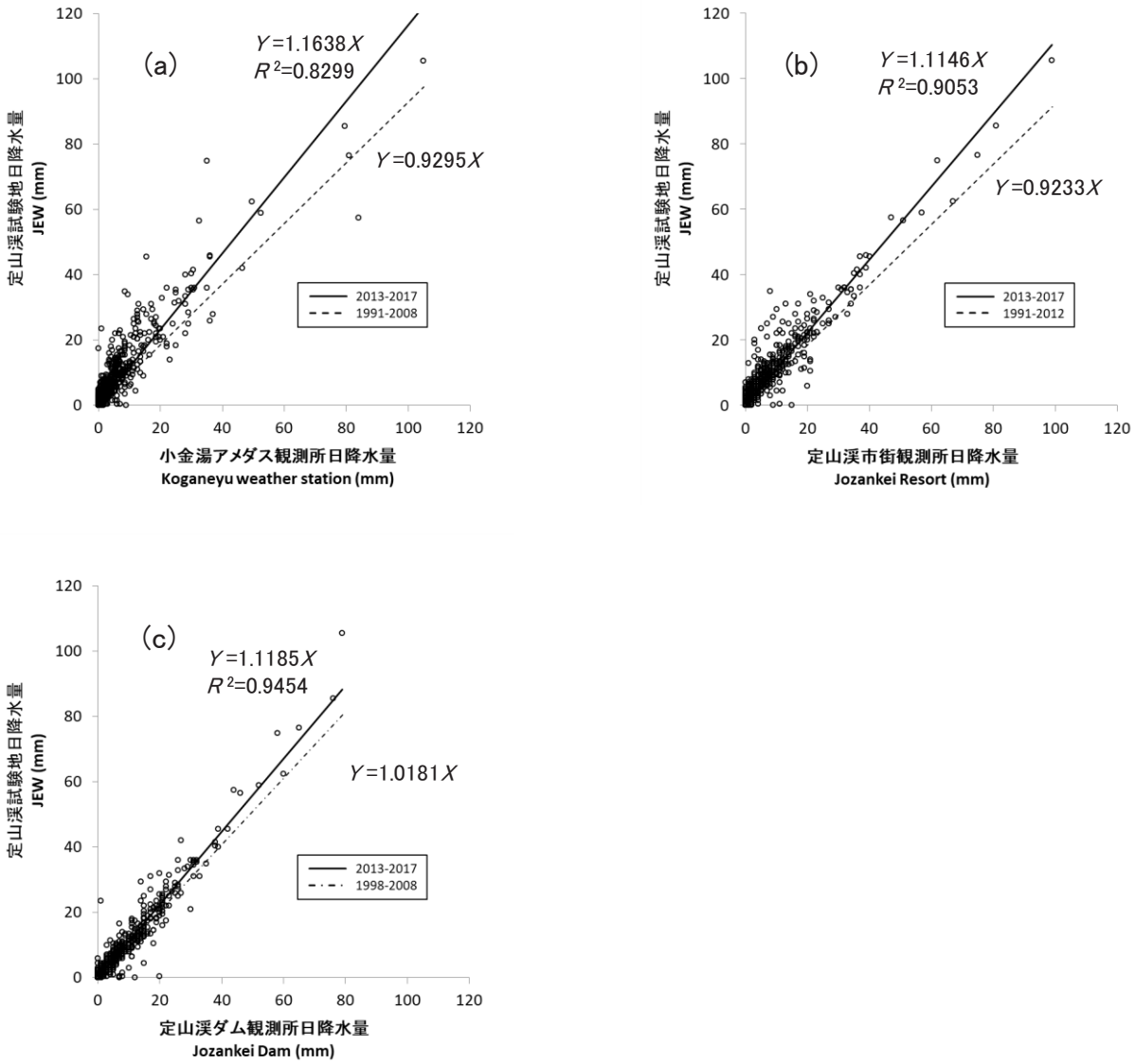


Fig. 1. 定山渓試験地に対する近隣 3 観測所の日降水量（2013 年～ 2017 年）
(a) 小金湯アメダス観測所、(b) 定山渓市街、(c) 定山渓ダム
Daily precipitation at JEW vs. precipitation at three nearby observation points (2013–2017)
(a) Koganeyu weather station, (b) Jozankei resort, and (c) Jozankei dam
実線は 2013 年～ 2017 年の日降水量から最小二乗法により求めた一次回帰式、小金湯、定山渓市街の点線は阿部ら（2010）による一次回帰式。
定山渓ダムの一点鎖線は 1998 年～ 2008 年の定山渓試験地日降水量（阿部ら 2010, 2011）と定山渓ダム日降水量（国土交通省, 2019）から求めた一次回帰式。
Solid lines represent linear regression by the least squares method (2013–2017); dotted lines represent linear regression from Abe et al. (2010), and the dot–dash line represents linear regression from daily precipitation at JEW (Abe et al. 2010, 2011) and Jozankei dam (MILT 2019) from 1991 to 2008.

度 10.0mm h^{-1} の強い降雨が発生し、融雪出水と相まって時雨 1 の沢、時雨 2 の沢ともに流量が大きく増加した。さらに時雨 2 の沢では堰堤でのオーバーフローが発生した（Photo 1）。また、この出水の際に両流域の湛水地が満砂したため（Photo 2）、2014 年 2 月 21 日から 3 月 3 日にかけて排砂工事を行なった。このため、オーバーフローした期間（2013 年 4 月 7 日～ 8 日）の時雨 2 の沢の日流出量ならびに排砂工事期間（2014 年 2 月 21 日～ 3 月 3 日）の両流域の日流出量を欠測とした。

3.3 定山渓試験地におけるその他観測

積雪に関して、気象露場において超音波積雪深計（SR50A、Campbell、ユタ州、アメリカ、データロガーは同社 CR10X）を用いて 10 分ごとの瞬間値を記録した。また、雪尺と自動撮影カメラ（Garden WatchCam、Brinno、台北、台湾）を用いて 1 時間ごとの映像データとして記録した。2 ～ 3 週間に一度の現地調査の際にはスノーサンプラーを用いて積雪深と積雪水量を測定した。



Photo 1. オーバーフロー発生時の時雨 2 の沢観測井戸（2013 年 4 月 7 日、撮影 2013 年 4 月 11 日）
An observation well at the time of the overflow, Shigure-Ninosawa (the overflow occurred on April 7, 2013; the photo was taken on April 11, 2013)
赤矢印は最高水位到達点。
The red arrow indicates the highest point reached by the water.

(a)



(b)



Photo 2. 2013 年 4 月 7 日に発生した降雨による時雨 2 の沢沈砂池への土砂流入状況
(a) 2012 年 5 月 7 日撮影
(b) 2013 年 4 月 11 日撮影
Sand inflow into the sediment reservoir, Shigure-Ninosawa. The inflow occurred on April 7, 2013. Photos were taken on (a) May 7, 2012 and (b) April 11, 2013, respectively.

4. 観測期間中の流域の状況

阿部ら（2014）は、該当する報告期間（2008 年～2012 年）中頃から倒木の発生が目立つようになったと報告しているが、2013 年以降も同様の傾向が続いている。樹高と胸高直径から求められる立木の形状比（樹高 m／胸高直径 cm×100）は一般に 70 を超えると風害（Wang et al. 1998）や冠雪害（鳥田 2018）を受けやすくなることが知られている。定山渓試験地で 1998 年に行われた毎木調査の結果をもとに算出した形状比は全調査木平均で 77（トドマツ : 76.6、落葉広葉樹 : 77.5）であり、また時雨 1 の沢、時雨 2 の沢の両流域では間伐などの施業が試験地設立以降に行われていないことから、流域内の立木の形状比はこの値よりも高くなっていると推測される。従って形状比が上昇した結果、風害や冠雪害によって倒木が増加したと推察された。この他の要因としてエゾジカ（*Cervus nippon yesoensis*）による樹幹の剝皮とそれに伴う枯損が考えられる（北海道林業試験場 2004）。定山渓試験地の流域内ではエゾシカによる剝皮被害調査を行なっていないが、本観測期間中の融雪期に流域外の作業道沿いでエゾシカによる樹皮の角こすり・食害を確認している（Photo 3）。石狩管内においては平成 27 年度以降エゾシカが増加傾向にあることが報告されており（北海道庁環境保全課 2018）、今後もエゾシカによる剝皮被害を原因とした枯死木・倒木発生が継続する恐れがある。



Photo 3. エゾシカ（*Cervus nippon yesoensis*）による樹皮の食害（2015 年 2 月 12 日撮影）
Damage to a tree caused by Yezo deer (*Cervus nippon yesoensis*) feeding on it (photo taken on February 12, 2015)

5. 降水量・流出量等の観測結果

定山渓試験地と小金湯観測所において 1991 年から 2017 年に観測された年降水量を Fig. 2 に示す。定山渓試験地の 1991 年～ 2012 年の年降水量については阿部ら（2010, 2011, 2014）が報告した値を用いた。小金湯観測所の年降水量は気象庁（2019）が公表している値

を用いた。小金湯観測所の年降水量については、欠測値を含む年（1994 年、2003 年、2011 年）を Fig. 2 から除外した。

3.1 で示したように、1991 年から 2012 年までの降水量観測値と本報で対象とした 2013 年から 2017 年までの降水量観測値は雨雪量計の変更によって降水の捕捉率が異なると考えられる。Fig. 2 で示したように、雨雪量計の更新前にあたる 1991 年から 2010 年の定山渓試験地と小金湯観測所の年降水量比は概ね 0.9 ～ 1.1（平均 1.05）の範囲にあった。これに対して、雨雪量計更新後の 2013 年から 2017 年の年降水量比は 1.3 ～ 1.5（平均 1.46）の範囲にあった。これは、小金湯観測所での降水量を基準とした場合、雨雪量計更新後には定山渓試験地での降水量観測値が更新前と比べて平均で 40％近く増加していることを意味している。Fig. 3 は 2008 年から 2017 年の定山渓試験地および小金湯観測所の日降水量観測値の関係を示し、推定値は解析から除外している。Fig. 3 (a) は雨雪量計更新前の 2008 年 1 月から 2012 年 9 月までの日降水量をプロットしたものである。雨雪量計の形状の違いの他、降雨・降雪といった降水の形態によって雨雪量計の捕捉率が異なる可能性があることから（e.g. 中井・横山 2009）、便宜上の区分として 5 月から 10 月を降雨期間、11 月から 4 月を降雪期間とし、期間ごとに検討を行った。最小二乗法により求めた小金湯観測所の日降水量 X に対する定山渓試験地の日降水量 Y の一次回帰式は降雨期間、降雪期間それぞれ Y=0.9061X (R^2=0.9027)、Y=0.9011X (R^2=0.7885) となり、降雨期間・降雪期間を問わず傾きはほぼ一致する結果となった。これに対して Fig. 3 (b) で示す雨雪量計更新後の 2012 年 11 月から 2017 年 12 月までの小金湯観測所に対する定山渓試験地の日降水量の一次回帰式は降雨期間で Y=1.0754X (R^2=0.8866)、降雪期間で Y=1.3324X (R^2=0.7827) となった。小金湯観測所の日降水量を基準とした場合、雨雪量計更新前と比べ、更新後は降雨期間、降雪期間ともに一次回帰式の傾きは大きくなったが、降雪期間で特に大きい値を示した。横山ら（2003）は風圧よけの効果について実験的に検証し、風圧よけを付けることにより降水の捕捉率が増加することを示した（風圧よけ付き溢水式雨雪量計 / 温水式雨雪量計 : 1.19 ～ 1.25）。また溝口・山野井（2015）はヒーター付き転倒マス雨雪量計ではヒーター作動時に降水の蒸発損失が無視できない場合があり、ヒーター付き転倒マス雨雪量計と風圧よけ付き溢水式雨雪量計の年降水量観測値の差が 250mm 前後であったことを報告している。このため、風圧よけを追加したことによる降水の捕捉率の増加および降雪期間の蒸発損失の減少による降水量観測値の増加の二つの要因によって雨雪量計更新後に降水量観測値が大きく増加したと推測された。ただし、雨雪量計更新前後ともに降雪期間では日降水量が 40mm を越えた範囲では回帰式より下側に分布していることから、降雪量が非常に多い場合は定山渓試験地に設置した雨雪量計の捕捉率が低下していた可能性がある。

次に、月降水量の季節変化を Fig. 4 に示す。前述の通り、雨雪量計更新後に降水量が増加したことから、雨雪量計更新前の 1991 年～ 2012 年と更新後の 2013

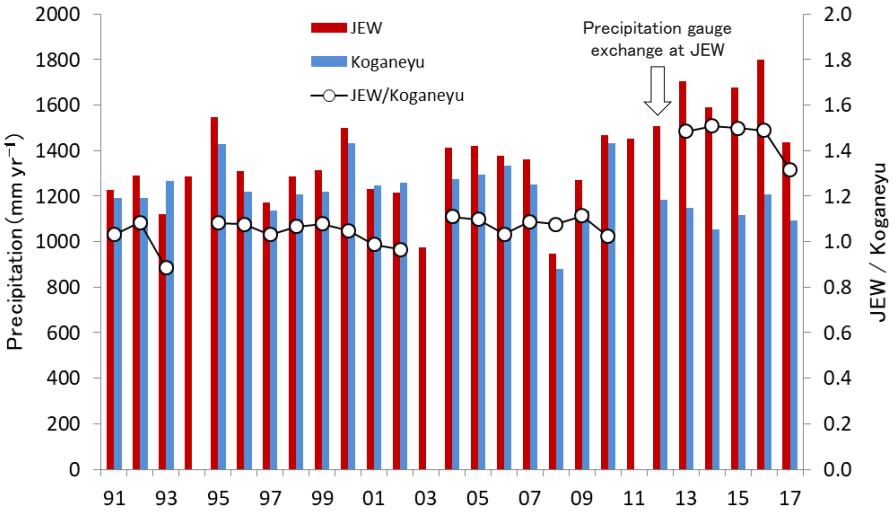


Fig. 2. 定山渓試験地と小金湯観測所の年降水量（1991 年～ 2017 年）
Annual precipitation data collected at JEW and Koganeyu weather stations (1991–2017)
第二軸は観測所間の比率を示す。
小金湯観測所の年降水量は欠測期間を含む年を図中から除外した。
The second Y-axis shows the ratio of precipitation at JEW to Koganeyu.
Years with missing data at Koganeyu weather station were not included in the Figure.

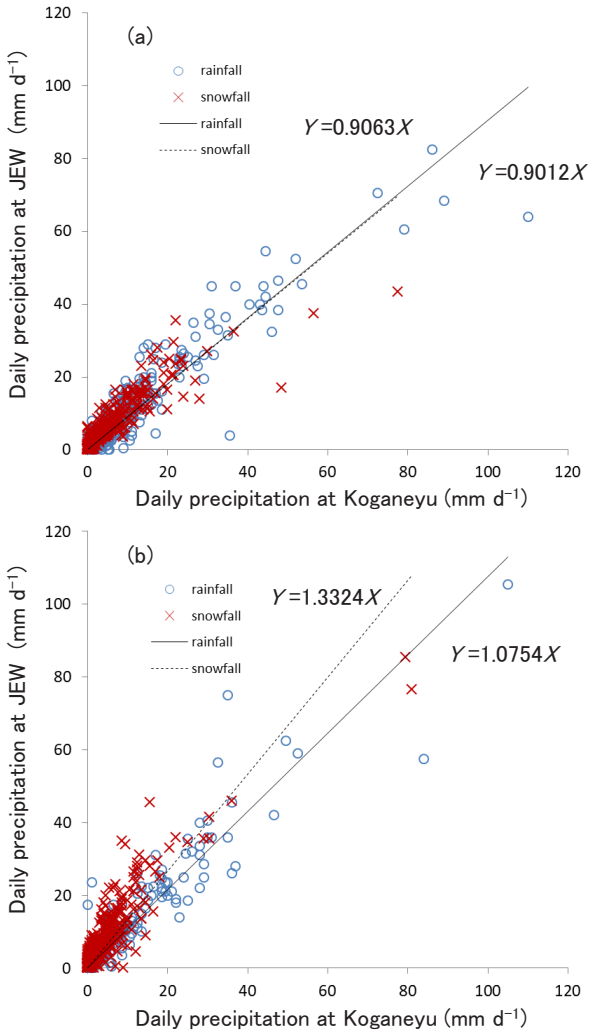


Fig. 3. 雨雪量計更新前後の定山渓試験地と小金湯観測所の日降水量
(a) 雨雪量計更新前（2008 年 1 月～ 2012 年 9 月）
(b) 雨雪量計更新後（2012 年 11 月～ 2017 年 12 月）
Daily precipitation at JEW vs. Koganeyu weather station before and after exchanging the precipitation gauge
(a) Before precipitation gauge exchange (Jan. 2008 – Sep. 2012)
(b) After precipitation gauge exchange (Nov. 2012 – Dec. 2017)
便宜上、5 月～ 10 月を降水期間、11 月～ 4 月を降雪期間とした。
For convenience, May–Oct. is set as rainfall period and Nov.–Apr. is set as snowfall period.

年～ 2017 年の 2 期間に分けた。雨雪量計更新前と比べて月降水量は 5 月と 7 月で減少し、それ以外の月で増加したが、9 月、11 月は大きな差がなかった。しかしながら季節変化の傾向としては雨雪量計更新前後でほぼ同様であると考えられる。すなわち、降水量の多くが降雪として地上部に到達する 11 月から 3 月にかけて年降水量の 4 割以上が供給されており、4 月から 7 月が年間を通じて最も降水量が少ない期間にあたっていた。

Fig. 5 は月流出量の変化を示す。流出量については、Fig. 4 と同様に 1991 年～ 2012 年と 2013 年～ 2017 年の 2 期間に分割した。また、時雨 1 の沢、時雨 2 の沢それぞれで欠測期間を含む月を除外して月流出量を計算している。2013 年 4 月に発生した時雨 2 の沢堰堤のオーバーフローを伴った大雨と融雪出水の影響で、2013 年～ 2017 年の 4 月の月流出量平均値は 1991 年～ 2012 年の 4 月の月流出量平均値と比べ大きく増加したものの、月流出量の季節変化の傾向は 2 期間で大きな違いはなかったと考えられる。すなわち、融雪の最盛期にあたる 4 月に月流出量が最大となり、融雪出水終了後の 6 月には流出量が低下した。

最大月流出量は時雨 1 の沢で 4 か月（3 月、4 月、6 月、8 月）、時雨 2 の沢で 4 か月（2 月、6 月、8 月、10 月）でこれまでの記録を更新した。時雨 2 の沢の 4 月については月流出量の最大値が更新されなかったが、2013 年 4 月 7 日～ 8 日のオーバーフロー時の流出量が時雨 1 の沢と同程度（計 229.7mm）であったと仮定すれば、2013 年 4 月の月流出量は 639.1mm であり、過去最大となったと推定される。月流出量の最小値は本観測期間中（2013 ～ 2017 年）には更新されなかった。欠測期間を含む月を除外した各月の平均値から算出した 2013 年～ 2017 年の年流出量は時雨 1 の沢で 983.9mm、時雨 2 の沢で 1053.9mm であった。Table 1 は 1991 年～ 2017 年までの月流出量の最大値・最小値・平均値を取りまとめたもので、欠測のあった月は集計から除外している。また、1991 年から 2012 年までの流出量は阿部ら（2010, 2011, 2014）の報告から引用したものである。4 月の月流出量最大値については、2000 年に観測された 560.7mm とともに、括弧書きで 2013 年の推定値（639.1mm）を併記した。

日降水量、時雨 1 の沢および時雨 2 の沢の日流出量の変化を Fig. 6 に示す。また、Fig. 6 の作図に用いた日降水量、日流出量を Table S1 ～ Table S5 として補足電子資料に取りまとめた。なお、本報告では阿部ら（2010, 2011, 2014）と同様に、暦年に基づいて日降水量・日流出量を整理しており、それらと同様の形式の表を Appendix として取りまとめた。Table 2 には Table S1 ～ S5 の日降水量、日流出量から算出した 2013 年から 2017 年までの月降水量・月流出量観測結果を取りまとめた。日流出量の欠測期間を含む月流出量については以下のように日流出量の補間を行った。2013 年 4 月の時雨 2 の沢の月流出量については、欠測期間中の流出量を時雨 1 の沢流出量（229.7mm）と等しいと仮定して算出した。また、時雨 1 の沢、時雨 2 の沢の排砂工事期間（2014 年 2 月 21 日～ 3 月 3 日）の日流出量については流出量変化の小さい厳冬期にあたり、欠測前後で大きく異ならないと考えられることから、欠測期間中の日流出量を欠測期間前後それぞれ 5 日間、計 10 日間の日流出量平均値（時雨 1 の沢 : 0.389mm、時雨 2 の沢 : 0.442mm）と等しいと仮定して算出した。

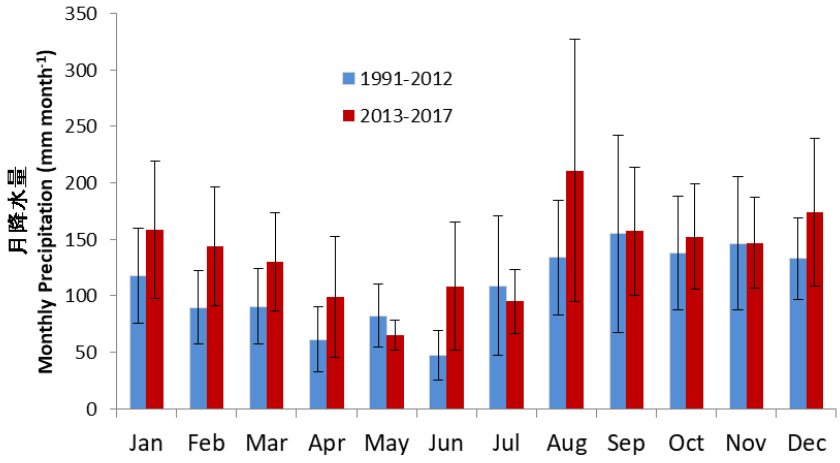


Fig. 4. 定山渓試験地の月降水量（1991 年～ 2017 年）
Monthly precipitation at JEW (1991–2017)
エラーバーは標準偏差を示す。
Error bars indicate standard deviations.

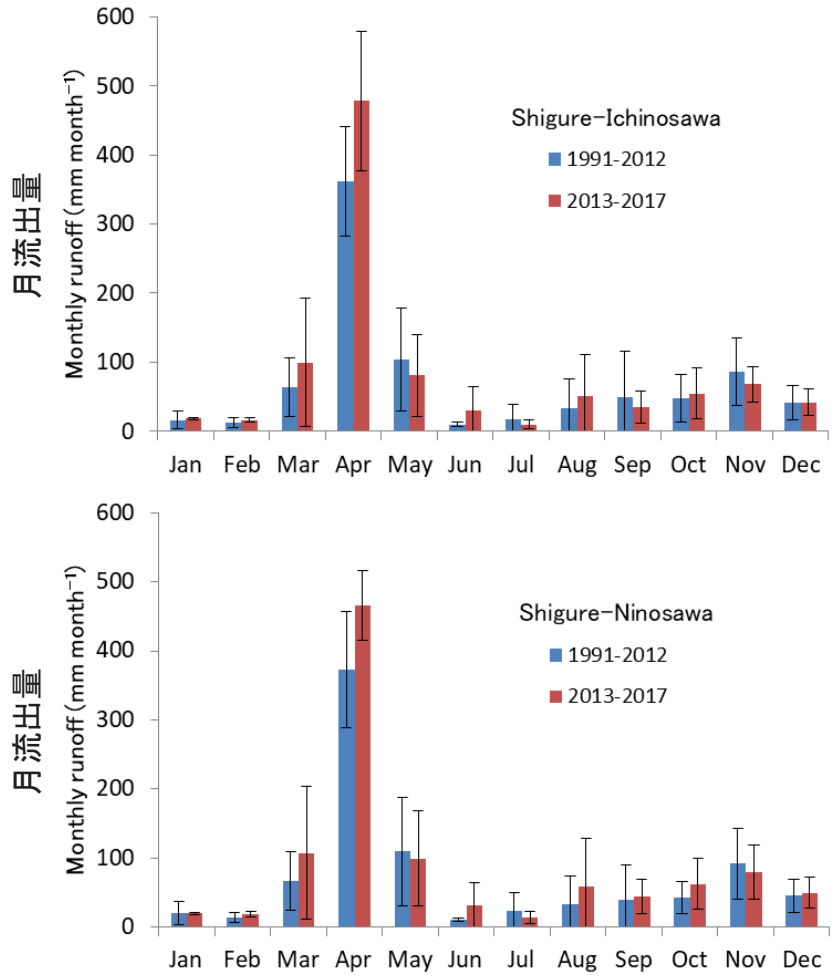


Fig. 5. 定山渓試験地の月流出量（1991 年～ 2017 年）
Mean monthly runoff at JEW (1991–2017)
エラーバーは標準偏差を示す。
Error bars indicate standard deviations.

Table 1. 月流出量、年流出量の最大値、最小値、平均値（**1991** 年～ **2017** 年）
The maximum, minimum, and mean monthly and yearly runoff at Shigure-Ichinosawa and Shigure-Ninosawa (1991–2017)

	Maximum for 1991-2017				Minimum for 1991-2017				Average for 1991-2017	
	Shigure -Ichinosawa		Shigure -Ninosawa		Shigure -Ichinosawa		Shigure -Ninosawa		Shigure -Ichinosawa	Shigure -Ninosawa
	runoff	year	runoff	year	runoff	year	runoff	year	runoff	runoff
Janurary	67.7	2002	88.6	2002	4.1	1994	5.9	1994	16.7	20.3
February	38.0	2010	40.9	2010	6.0	1998	7.9	1998	13.0	15.2
March	224.7	2015	233.9	2015	12.6	1994	14.9	1994	70.1	73.4
April	630.5	2013	560.7 (639.1)	2000 (2013)*	129.7	2008	140.1	2008	386.0	390.3
May	279.3	1996	291.4	1996	12.8	2002	13.6	2002	99.6	107.9
June	90.0	2017	89.4	2017	4.9	2001	6.0	2001	13.6	15.0
July	96.4	1999	113.4	1999	2.1	1992	2.7	1992	15.8	21.4
August	148.5	2016	170.4	2016	2.3	1993	3.4	1993	36.6	38.6
September	217.7	2001	184.2	2000	0.9	2008	2.6	2008	46.5	40.6
October	139.4	2002	111.0	2015	4.0	2004	8.5	2004	49.1	47.1
November	187.0	1995	188.7	1995	27.9	2003	29.1	2003	82.8	89.6
December	110.8	2010	113.6	2010	15.5	2000	19.5	2000	41.8	46.6
Year	1146.5	2013	1170.1	2010	485.4	2008	511.3	2008	871.7**	906.1**

(Unit: mm)

1991 年から 2012 年までの観測値は阿部ら（2010, 2011, 2014）から引用した。
欠測のあった月は集計から除外した。
* 時雨 2 の沢オーバーフロー時の流出量が時雨 1 の沢流出量と同じと仮定した場合の月流出量
** 月流出量平均値の合計
Numerical values from 1991 to 2012 were obtained from Abe et al. (2010, 2011, 2014).
Months with missing data were excluded from the tabulation.
* Monthly runoff assuming that runoff at overflow of Shigure-Ninosawa was the same as the runoff at Shigure-Ichinosawa.
** Summation of mean monthly runoff.

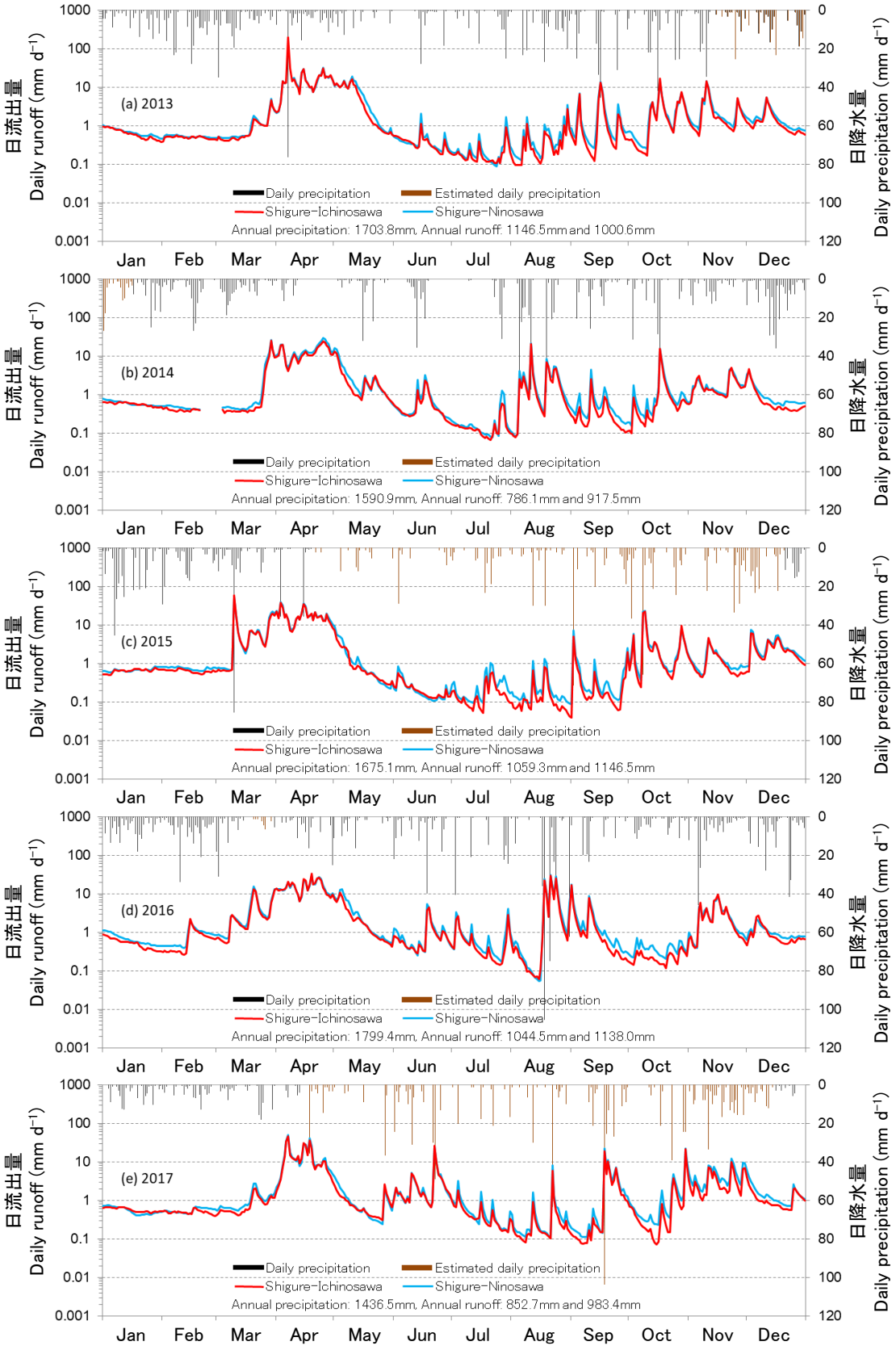


Fig. 6. 定山渓試験地の日降水量および日流出量（2013 年～ 2017 年）
Daily precipitation and runoff at JEW (2013–2017)

Table 2. 定山渓試験地の月・年降水量および月・年流出量（2013 年～ 2017 年）
Monthly and yearly precipitation and runoff at JEW (2013–2017)

	2013			2014			2015			2016			2017		
	precipitation	runoff		precipitation	runoff		precipitation	runoff		precipitation	runoff		precipitation	runoff	
	JEW	Shigure -Ichinosawa	Shigure -Ninosawa	JEW	Shigure -Ichinosawa	Shigure -Ninosawa	JEW	Shigure -Ichinosawa	Shigure -Ninosawa	JEW	Shigure -Ichinosawa	Shigure -Ninosawa	JEW	Shigure -Ichinosawa	Shigure -Ninosawa
Janurary	110.0	19.8	21.5	*182.4*	17.6	18.5	248.5	20.0	21.0	153.5	16.4	21.1	98.0	17.8	17.2
February	197.0	13.8	14.6	119.5	*11.1* [*2]	*12.8* [*2]	148.5	17.8	21.0	187.5	20.2	24.0	68.0	13.9	15.4
March	164.5	31.2	33.7	127.5	*80.2* [*2]	*90.8* [*2]	183.0	224.7	233.9	*89.9*	117.8	131.0	85.0	24.9	31.7
April	181.5	630.5	*639.1* [*1]	34.0	376.0	431.0	*83.9*	514.8	539.6	108.5	463.9	457.3	*88.5*	404.7	433.6
May	57.0	179.0	209.3	82.5	80.9	104.1	*51.3*	40.1	50.2	74.5	77.9	102.0	*60.2*	27.0	32.3
June	66.0	11.3	12.7	97.5	17.4	20.5	*55.7*	6.4	6.8	127.0	26.4	30.3	*195.9*	90.0	89.4
July	94.0	6.0	8.0	66.5	11.4	6.7	*88.1*	5.5	8.9	142.0	19.6	26.0	*84.6*	14.3	19.5
August	174.5	13.2	18.2	291.0	82.5	84.0	*91.2*	4.8	7.7	369.0	148.5	170.4	*128.0*	13.0	18.2
September	185.0	48.6	60.3	107.0	11.1	18.7	*169.3*	14.0	20.9	94.0	36.6	48.8	*230.7*	64.4	76.0
October	181.5	76.6	80.3	148.0	40.4	48.5	*213.9*	103.1	111.0	97.5	7.5	12.5	*120.3*	46.9	60.3
November	*143.7*	74.6	82.9	90.0	51.6	54.3	*148.2*	33.6	38.0	147.5	81.3	83.5	*203.7*	99.0	140.3
December	*149.1*	41.9	49.7	245.0	27.6	32.6	*193.5*	74.5	87.5	208.5	28.4	31.1	*73.6*	36.8	49.5
Year	*1703.8*	1146.5	*1230.3*	*1590.9*	*807.8*	*922.5*	*1675.1*	1059.3	1146.5	*1799.4*	1044.5	1138.0	*1436.5*	852.7	983.4

(Unit: mm)

斜体の数字は、欠測したデータの推定値。
流出量の欠測値を補間しているため [*1, *2]、本文中とは数値が異なる。
[*1] 2013 年 4 月 7 日～ 8 日の時雨 2 の沢流出量は同期間の時雨 1 の沢の流出量（229.7 mm）と等しいとして算出した。
[*2] 2014 年 2 月 21 日～ 3 月 3 日の日流出量は欠測前後 5 日間の日流出量平均値とした。
（2 月 16 日～ 20 日、3 月 4 日～ 8 日、時雨 1 の沢 : 0.389 mm d^{-1}、時雨 2 の沢 : 0.442 mm d^{-1}）
Estimated values for missing data are italicized.
The missing runoff data were interpolated [*1, *2], so the numerical values are different from those in the text.
[*1] Runoff in Shigure-Ninosawa on April 7 to 8, 2013 was assumed to be the same as the runoff in Shigure-Ichinosawa during the same period (229.7 mm).
[*2] The daily runoff from February 21 to March 3, 2014 was taken as the mean daily runoff for 5 days before and 5 days after days with missing data.
(The mean values from February 16 to 20 and March 4 to 8 were Shigure-Ichinosawa = 0.389 mm d^{-1} and Shigure-Ninosawa = 0.442 mm d^{-1}).

Table 3. 定山渓試験地気象露場での積雪調査結果概略（2013 年～ 2017 年）
Outline of snow survey at weather station, JEW (2013–2017)

year	積雪開始 Start of snow cover	積雪終了 End of snow cover	最大積雪深 (cm) Maximum snow depth (cm)	観測日 Date	最大積雪水量 (mm) Maximum water equivalent of snow cover (mm)	観測日 Date
2013/2014	2013/11/17	2014/05/07	209	2014/03/11	685.1	2014/03/11
2014/2015	2014/11/26	2015/05/03	231	2015/02/15	692.3	2015/02/15
2015/2016	2015/11/24	2016/05/26	208	2016/03/02	884.5	2016/03/02
2016/2017	2016/11/11	2017/05/03	135	2017/01/28	494.9	2017/03/11

* スノーサンプラーによる現地調査で得られた積雪深、積雪水量から積雪密度を求め、調査日間で比例配分して該当日の積雪密度を推定した。
* The snow dencity was obtained from the snow depth and water equivalent of snow cover by the snow survey using a snow sampler, and the snow density on the corresponding day was estimated by proportionally distributing the data on the snow surveying days.

Table 3 に定山渓試験地露場における積雪に関する 2013 年から 2017 年の観測結果の概略を取りまとめた。表中には気象露場での積雪開始・終了日ならびに最大積雪深・最大積雪水量の観測日を示した。最大積雪水量についてはスノーサンプラーでの現地調査から得られた積雪深および積雪水量から求めた積雪密度を調査日間で比例配分し、該当する日時の積雪深に乗ずることにより推定した。

謝　辞

本報の対象とする 2013 ～ 2017 年の期間中、本試験地の維持・管理には北海道森林管理局ならびに森林総合研究所の関係各位による力添えがあった。これらの方々に感謝の意を表します。

引用文献

阿部　俊夫・山野井　克己・北村　兼三・中井　裕一郎・鈴木　覚・坂本　知己・高橋　正義（2011）定山渓森林理水試験地観測報告（2002 年 1 月～ 2007 年 12 月）. 森林総合研究所研究報告, 419, 109-129.

阿部　俊夫・山野井　克己・溝口　康子（2013）定山渓森林理水試験地の長期流出特性. 北方森林研究, 61, 125-128.

阿部　俊夫・山野井　克己・溝口　康子・北村　兼三（2014）定山渓森林理水試験地観測報告（2008 年 1 月～ 2012 年 12 月）. 森林総合研究所研究報告, 433, 207-223.

阿部　俊夫・山野井　克己・坂本　知己・中井　裕一郎・北村　兼三・鈴木　覚・清水　晃（2010）定山渓森林理水試験地観測報告（1991 年 1 月～ 2001 年 12 月）. 森林総合研究所研究報告, 415, 75-102.

青木　繁伸（2010）“R による統計処理”, http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/R/,（参照 2019-07-01）

土居　繁雄（1953）定山渓, 五万分の一地質図幅. 北海道開発庁.

北海道立林業試験場（2004）“ エゾシカによる森林被害とその対策”, https://www.hro.or.jp/list/forest/research/fri/hogo/hogo.html,（参照 2019-06-10）.

北海道庁生物多様性課エゾシカ対策グループ（2018）“平成 29（2017）年度エゾシカ個体数指数等について”, http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/est/index.htm,（参照 2019-06-10）.

気象庁（2019）“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 2019-07-01）

北村　兼三・中井　裕一郎・鈴木　覚（2003）定山渓森林理水試験地の水収支. 森林総研北海道支所研究レポート, 70, 1-4.

国土交通省（2019）“水文水質データベース”, http://www1.river.go.jp/,（参照 2019-06-10）.

溝口　康子・山野井　克己（2015）羊ヶ丘実験林における降水量の測定誤差－測器の違いによる影響－. 森林総合研究所研究報告, 436, 145-146.

中井　専人・横山　宏太郎（2009）降水量計の捕捉損失補正の重要さ－測器メタデータ整備の必要性－. 天気, 56 (2), 11-16.

Passing, H. and Bablok, W. (1983) A new biometrical procedure for testing the equality of measurements from two different analytical methods. Journal of clinical chemistry and clinical biochemistry, 21, 709-720.

R Core Team (2019) “R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria”, https://www.R-project.org/,（参照 2019-07-01）

塩崎　正雄・真田　悦子（1990）斜面土壌の保水能と水移動, 農林業における水保全・管理技術の高度化に関する総合研究第一回研究会報告（農林水産技術会議事務局・農業工学研究所）. 1-11.

鳥田　宏行（2018）雪氷被害を軽減するための森林施業方法. 北海道の雪氷, 37, 99-102.

Wang, Y., Titus, S. J., and LeMay, V. M. (1998) Relationships between tree slenderness coefficients and tree or stand characteristics for major species in boreal mixedwood forests. Canadian Journal of Forest Research, 28, 1171-1183.

横山　宏太郎・大野　宏之・小南　靖弘・井上　聡・川方　俊和（2003）冬期における降水量計の捕捉特性. 雪氷, 65 (3), 303-316.

補足電子資料

Table S1　定山渓試験地の日降水量および時雨 1 の沢、時雨 2 の沢の日流出量（2013 年）
Daily precipitation and runoff at JEW (Shigure-Ichinosawa and Shigure-Ninosawa), 2013

Table S2　定山渓試験地の日降水量および時雨 1 の沢、時雨 2 の沢の日流出量（2014 年）
Daily precipitation and runoff at JEW (Shigure-Ichinosawa and Shigure-Ninosawa), 2014

Table S3　定山渓試験地の日降水量および時雨 1 の沢、時雨 2 の沢の日流出量（2015 年）
Daily precipitation and runoff at JEW (Shigure-Ichinosawa and Shigure-Ninosawa), 2015

Table S4　定山渓試験地の日降水量および時雨 1 の沢、時雨 2 の沢の日流出量（2016 年）
Daily precipitation and runoff at JEW (Shigure-Ichinosawa and Shigure-Ninosawa), 2016

Table S5　定山渓試験地の日降水量および時雨 1 の沢、時雨 2 の沢の日流出量（2017 年）
Daily precipitation and runoff at JEW (Shigure-Ichinosawa and Shigure-Ninosawa), 2017

Appendix 1. 定山渓試験地の日降水量および日流出量
Daily precipitation and runoff at JEW

2013年1月～6月 (January - June, 2013) (単位 unit: mm)

日 day	1月 January 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	1月 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	1月 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	2月 February 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	2月 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	2月 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	3月 March 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	3月 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	3月 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	4月 April 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	4月 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	4月 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	5月 May 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	5月 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	5月 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	6月 June 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	6月 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	6月 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa
1	4.5	0.955	1.024	0.0	0.394	0.459	5.0	0.426	0.478	7.5	2.190	2.183	0.5	11.064	10.944	0.0	0.545	0.524
2	4.5	0.929	0.967	5.0	0.492	0.548	35.0	0.519	0.521	0.5	2.421	2.298	2.0	12.623	12.060	0.0	0.543	0.482
3	1.5	0.936	0.966	16.0	0.520	0.584	8.0	0.448	0.504	0.5	3.899	4.060	8.5	10.795	10.669	0.0	0.530	0.454
4	0.0	0.912	0.937	4.0	0.515	0.567	0.5	0.419	0.482	0.0	14.249	14.131	0.5	9.950	9.772	0.0	0.479	0.414
5	0.5	0.874	0.878	1.5	0.526	0.570	0.5	0.406	0.476	0.0	12.677	12.829	1.5	10.994	11.028	0.0	0.436	0.395
6	9.0	0.888	0.870	0.0	0.509	0.554	7.0	0.411	0.480	0.5	12.920	13.254	13.0	14.566	15.113	0.0	0.427	0.383
7	3.5	0.819	0.835	23.5	0.521	0.565	7.0	0.415	0.488	76.5	199.028	×	0.5	10.369	10.997	0.0	0.419	0.367
8	0.5	0.793	0.812	22.0	0.573	0.577	7.0	0.450	0.509	1.5	30.696	×	0.0	9.197	9.268	0.0	0.411	0.350
9	1.5	0.791	0.801	1.0	0.524	0.563	13.5	0.476	0.525	8.0	14.012	17.118	0.0	13.841	13.848	0.0	0.389	0.341
10	0.0	0.783	0.794	0.0	0.516	0.544	19.5	0.477	0.529	4.0	15.943	17.334	0.0	16.419	18.802	0.0	0.367	0.332
11	1.5	0.731	0.751	0.0	0.517	0.540	9.5	0.434	0.520	2.0	11.609	12.627	9.5	11.453	15.050	0.0	0.329	0.327
12	0.5	0.675	0.703	0.0	0.489	0.515	0.5	0.422	0.497	6.5	9.694	10.152	0.5	10.673	14.349	0.5	0.273	0.308
13	3.0	0.664	0.690	0.0	0.491	0.502	10.5	0.479	0.517	1.5	6.528	7.486	0.0	7.166	10.435	0.0	0.259	0.287
14	0.0	0.619	0.683	8.5	0.459	0.499	1.0	0.515	0.548	15.5	22.866	23.695	0.0	5.644	8.754	4.5	0.279	0.330
15	9.5	0.643	0.683	1.0	0.480	0.494	0.0	0.508	0.540	2.0	29.277	29.969	6.0	4.230	7.090	28.0	1.110	2.042
16	0.0	0.600	0.661	28.0	0.510	0.512	1.0	0.533	0.544	1.0	14.621	15.565	1.0	3.447	6.091	1.0	0.445	0.530
17	4.0	0.597	0.646	18.5	0.514	0.506	0.5	0.547	0.550	3.0	12.849	12.562	0.0	2.642	4.711	8.0	0.429	0.493
18	1.5	0.589	0.631	4.0	0.486	0.497	4.5	0.573	0.580	2.5	10.085	10.005	0.0	2.065	3.710	1.5	0.470	0.607
19	0.0	0.548	0.604	3.5	0.511	0.517	0.5	0.788	1.204	4.0	10.191	9.585	0.0	1.665	3.046	0.5	0.349	0.359
20	14.0	0.512	0.567	9.5	0.533	0.536	5.0	1.481	1.816	4.0	7.436	7.589	0.0	1.376	2.273	0.5	0.306	0.301
21	1.5	0.469	0.542	9.0	0.517	0.526	5.0	1.442	1.615	1.0	10.252	9.598	1.0	1.139	1.974	0.5	0.284	0.280
22	0.5	0.459	0.545	9.5	0.496	0.516	3.0	1.282	1.348	0.5	15.439	13.633	4.0	1.090	1.632	1.0	0.266	0.295
23	0.0	0.429	0.550	6.0	0.472	0.513	7.0	1.186	1.219	0.0	20.252	19.467	1.0	0.997	1.336	1.0	0.240	0.266
24	4.5	0.438	0.552	13.0	0.466	0.509	3.0	1.075	1.095	6.5	20.063	20.987	0.0	0.888	1.082	0.0	0.208	0.243
25	10.0	0.511	0.592	6.0	0.445	0.491	0.0	1.045	1.043	5.0	30.507	32.246	0.0	0.800	0.926	0.0	0.183	0.223
26	2.5	0.523	0.604	0.0	0.435	0.478	1.5	0.992	1.011	1.5	17.748	19.187	0.0	0.715	0.810	0.0	0.182	0.203
27	15.0	0.469	0.569	0.0	0.440	0.471	0.0	0.986	1.033	4.0	18.684	19.001	0.0	0.664	0.725	18.5	0.441	0.653
28	0.5	0.442	0.537	7.5	0.449	0.479	0.5	2.178	2.434	11.5	17.861	17.544	0.0	0.625	0.656	0.5	0.309	0.424
29	4.0	0.412	0.515				5.0	4.615	4.910	4.0	20.917	19.733	0.0	0.620	0.650	0.0	0.219	0.267
30	12.0	0.409	0.488				3.5	3.199	3.256	6.5	15.550	15.574	7.0	0.697	0.871	0.0	0.200	0.226
31	0.0	0.384	0.460				0.0	2.478	2.415				0.5	0.584	0.618			
計 total	110.0	19.803	21.457	197.0	13.800	14.632	164.5	31.205	33.687	181.5	630.464	409.412	57.0	178.998	209.290	66.0	11.327	12.706

※ 斜体の数字は、欠測したデータの推定値。 Estimated values of missing data were italicized.
× 流出量の欠測値。 Missing data of runoff.

Appendix 1. 定山渓試験地の日降水量および日流出量（つづき）
Daily precipitation and runoff at JEW (Continued)

2013年7月～12月 (July - December, 2013)　　(単位 unit: mm)

日 day	7月 July 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	7月 July 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	7月 July 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	8月 August 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	8月 August 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	8月 August 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	9月 September 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	9月 September 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	9月 September 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	10月 October 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	10月 October 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	10月 October 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	11月 November 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	11月 November 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	11月 November 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	12月 December 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	12月 December 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	12月 December 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa
1	0.0	0.185	0.206	1.0	0.143	0.228	2.0	0.572	0.834	4.5	0.432	0.717	0.0	1.338	1.610	*0.0*	1.222	1.600
2	0.0	0.174	0.198	0.0	0.113	0.188	0.0	0.425	0.574	0.0	0.436	0.667	0.0	1.050	1.247	*7.8*	1.101	1.479
3	1.0	0.179	0.199	0.0	0.095	0.160	2.5	0.327	0.478	0.0	0.369	0.522	0.0	0.897	1.058	*0.0*	0.945	1.297
4	4.5	0.217	0.248	0.0	0.096	0.149	25.0	1.494	2.466	1.5	0.308	0.464	2.0	0.786	0.983	*0.0*	0.852	1.156
5	0.5	0.180	0.187	0.0	0.094	0.137	12.0	6.503	7.029	0.0	0.247	0.398	1.0	0.683	0.945	*0.0*	1.021	1.447
6	0.0	0.168	0.183	0.0	0.095	0.125	1.0	1.154	1.440	0.0	0.220	0.336	1.5	0.547	0.768	*1.1*	1.384	1.722
7	3.0	0.144	0.164	23.5	0.529	0.794	0.0	0.583	0.798	0.0	0.211	0.294	21.5	0.963	1.647	*12.3*	1.389	1.626
8	0.0	0.128	0.144	0.0	0.224	0.268	0.5	0.393	0.559	0.0	0.201	0.277	17.5	5.090	5.250	*1.1*	1.268	1.483
9	0.0	0.130	0.142	21.0	1.125	1.694	0.0	0.277	0.437	2.5	0.193	0.270	0.0	4.387	3.573	*0.0*	1.243	1.397
10	9.5	0.236	0.351	0.5	0.469	0.585	0.0	0.211	0.352	0.5	0.170	0.251	34.5	14.162	14.086	*6.7*	1.994	2.812
11	0.0	0.149	0.204	0.0	0.243	0.310	0.0	0.169	0.305	22.0	0.580	1.121	7.0	9.113	10.009	*2.2*	5.380	5.387
12	0.0	0.131	0.173	6.5	0.254	0.370	0.0	0.143	0.275	22.0	2.615	3.367	1.0	4.132	5.024	*3.3*	4.123	4.143
13	0.5	0.123	0.154	0.0	0.169	0.248	0.0	0.122	0.262	6.0	4.101	4.027	*0.0*	2.444	3.150	*16.7*	2.976	3.309
14	1.5	0.116	0.141	0.5	0.140	0.204	17.5	0.389	0.908	1.0	2.087	2.093	*0.0*	1.663	2.255	*10.0*	2.173	2.545
15	17.5	0.393	0.603	0.5	0.117	0.173	33.5	4.408	5.643	3.0	1.373	1.569	*2.2*	1.571	2.223	*3.3*	1.703	2.076
16	0.0	0.182	0.268	0.0	0.103	0.143	45.5	13.020	13.930	42.0	5.411	6.112	*0.0*	1.696	1.972	*23.4*	1.408	1.749
17	0.0	0.136	0.186	7.0	0.151	0.175	0.5	7.007	7.874	10.5	16.524	14.558	*0.0*	1.557	1.692	*0.0*	1.174	1.461
18	0.5	0.125	0.159	27.0	0.717	1.087	1.0	2.104	2.800	0.0	5.921	6.223	*3.3*	1.390	1.593	*0.0*	1.074	1.314
19	0.0	0.118	0.146	7.0	0.599	0.740	0.0	1.140	1.574	0.0	2.902	3.127	*0.0*	1.233	1.493	*0.0*	0.983	1.213
20	0.0	0.115	0.130	8.5	0.553	0.844	0.0	0.763	1.065	1.5	1.820	2.022	*1.1*	1.106	1.340	*0.0*	0.933	1.158
21	0.0	0.120	0.116	1.0	0.419	0.531	0.0	0.533	0.750	7.0	1.436	1.716	*3.3*	0.986	1.231	*0.0*	0.855	1.065
22	0.0	0.127	0.109	0.0	0.253	0.317	0.0	0.366	0.552	0.5	1.023	1.160	*1.1*	0.891	1.174	*5.6*	0.749	0.949
23	0.5	0.106	0.097	0.0	0.178	0.238	0.0	0.290	0.465	0.0	0.783	0.852	*1.1*	0.798	1.033	*0.0*	0.697	0.876
24	0.0	0.106	0.088	10.0	0.231	0.318	2.5	0.248	0.404	0.0	0.675	0.666	*0.0*	0.709	0.929	*0.0*	0.669	0.843
25	3.5	0.141	0.156	10.5	0.185	0.323	31.0	1.973	3.546	26.0	1.712	2.422	*25.6*	1.033	1.695	*0.0*	0.615	0.786
26	2.5	0.110	0.109	0.5	0.433	0.680	0.5	1.639	1.720	1.5	4.246	3.388	*1.1*	5.296	5.046	*1.1*	0.599	0.771
27	10.0	0.200	0.272	9.5	0.247	0.400	0.0	0.874	1.086	25.5	3.943	4.457	*3.3*	3.245	3.112	*7.8*	0.679	0.817
28	10.0	0.204	0.303	11.0	1.026	1.738	0.0	0.607	0.802	3.0	7.422	7.187	*11.1*	2.471	2.725	*18.9*	0.748	0.897
29	25.0	0.928	1.678	3.5	0.573	0.638	0.0	0.445	0.664	0.5	4.565	4.802	*0.0*	1.855	2.171	*11.1*	0.672	0.828
30	3.5	0.464	0.624	20.0	2.780	3.497	10.0	0.441	0.689	0.0	2.782	3.089	*4.5*	1.471	1.841	*14.5*	0.638	0.785
31	0.5	0.208	0.297	5.5	0.802	0.927				0.5	1.860	2.119				*2.2*	0.595	0.748
計 total	94.0	6.043	8.035	174.5	13.156	18.229	185.0	48.620	60.281	181.5	76.568	80.273	143.7	74.563	82.875	149.1	41.862	49.739

※　斜体の数字は、欠測したデータの推定値。　Estimated values of missing data were italicized.
×　流出量の欠測値。　Missing data of runoff.

Appendix 1. 定山渓試験地の日降水量および日流出量（つづき）
Daily precipitation and runoff at JEW (Continued)

2014年1月～6月 (January - June, 2014) (単位 unit: mm)

日 day	1月 January 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	1月 January 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	1月 January 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	2月 February 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	2月 February 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	2月 February 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	3月 March 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	3月 March 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	3月 March 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	4月 April 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	4月 April 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	4月 April 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	5月 May 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	5月 May 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	5月 May 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	6月 June 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	6月 June 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	6月 June 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa
1	*26.8*	0.640	0.779	4.0	0.430	0.506	0.0	×	×	1.0	9.685	10.267	0.0	13.300	16.052	0.0	0.548	0.515
2	*17.8*	0.640	0.759	1.5	0.438	0.502	0.0	×	×	0.0	10.501	11.531	0.0	11.539	14.873	0.0	0.489	0.452
3	*4.5*	0.602	0.727	3.0	0.454	0.517	5.0	×	×	0.0	19.090	19.785	1.0	7.550	10.807	0.0	0.435	0.406
4	*2.2*	0.641	0.722	0.5	0.412	0.518	7.0	0.407	0.458	6.0	20.004	19.358	0.5	4.920	7.412	0.0	0.387	0.359
5	*0.0*	0.638	0.712	6.5	0.398	0.515	6.5	0.330	0.456	11.5	9.903	10.177	4.5	3.475	5.575	0.0	0.333	0.310
6	*2.2*	0.601	0.689	5.5	0.390	0.497	19.0	0.372	0.471	2.5	5.627	6.195	0.5	3.181	5.085	0.0	0.321	0.293
7	*0.0*	0.574	0.670	1.5	0.374	0.486	13.5	0.375	0.476	0.5	4.044	4.915	0.5	2.323	3.602	0.0	0.304	0.281
8	*1.1*	0.592	0.666	0.5	0.368	0.479	11.5	0.378	0.466	0.0	5.615	6.458	0.0	1.822	3.041	1.5	0.291	0.296
9	*1.1*	0.634	0.660	1.0	0.380	0.473	7.5	0.367	0.446	0.0	8.498	9.605	2.5	1.564	2.590	2.0	0.276	0.308
10	*4.5*	0.636	0.654	0.5	0.402	0.467	7.0	0.372	0.440	8.5	11.424	12.875	1.0	1.268	2.300	4.0	0.282	0.313
11	*11.1*	0.611	0.632	0.5	0.385	0.461	5.5	0.359	0.426	3.5	8.672	9.936	0.0	1.049	1.894	4.0	0.301	0.329
12	*10.0*	0.626	0.631	0.5	0.368	0.438	0.5	0.356	0.418	0.5	6.405	7.877	0.0	0.951	1.531	10.0	0.331	0.408
13	*2.2*	0.627	0.624	4.0	0.376	0.427	1.5	0.363	0.412	0.0	7.561	9.235	1.0	0.951	1.382	35.5	1.304	2.385
14	*4.5*	0.600	0.594	1.0	0.370	0.424	4.5	0.393	0.425	0.0	9.750	11.644	1.0	0.845	1.117	1.0	0.767	1.029
15	*1.1*	0.579	0.556	3.0	0.368	0.420	3.0	0.379	0.417	0.0	11.317	13.143	1.0	0.733	0.893	10.5	0.586	0.775
16	*3.3*	0.595	0.546	10.0	0.404	0.416	3.5	0.369	0.410	0.0	13.398	14.374	32.0	1.319	2.167	7.0	0.770	1.103
17	8.0	0.594	0.546	27.0	0.428	0.423	0.0	0.349	0.419	0.0	10.761	12.432	7.0	2.699	3.057	20.5	2.324	3.238
18	0.0	0.557	0.548	23.0	0.415	0.431	6.5	0.393	0.473	0.0	10.271	12.032	3.5	2.099	2.001	0.5	1.996	2.004
19	2.0	0.553	0.547	12.5	0.401	0.413	0.0	0.372	0.491	0.0	10.494	12.299	0.5	1.657	1.559	1.0	1.025	1.136
20	0.0	0.544	0.538	1.0	0.387	0.411	2.5	0.382	0.576	0.0	10.696	12.908	0.0	1.375	1.289	0.0	0.699	0.833
21	1.5	0.574	0.543	7.0	×	×	6.5	0.456	0.628	0.0	12.116	14.025	22.0	2.141	2.673	0.0	0.517	0.645
22	3.0	0.571	0.546	5.0	×	×	8.5	0.457	0.587	0.0	16.441	18.265	1.0	3.121	2.795	0.0	0.430	0.536
23	8.5	0.550	0.533	0.0	×	×	1.0	0.453	0.556	0.0	18.306	21.073	0.0	2.313	2.035	0.0	0.404	0.468
24	0.5	0.492	0.524	0.0	×	×	0.0	0.485	0.753	0.0	20.594	23.758	0.0	1.835	1.709	0.0	0.408	0.403
25	0.0	0.508	0.516	0.0	×	×	0.0	1.137	2.017	0.0	24.254	29.023	0.5	1.476	1.415	0.0	0.387	0.343
26	25.0	0.514	0.526	0.0	×	×	0.5	4.016	6.112	0.0	22.642	27.730	0.0	1.242	1.183	0.0	0.372	0.299
27	2.0	0.465	0.517	0.0	×	×	0.0	6.669	8.776	0.0	19.184	23.463	2.0	1.126	1.113	0.0	0.296	0.270
28	16.5	0.479	0.509	0.5	×	×	1.0	9.955	12.196	0.0	17.099	20.572	0.0	0.928	0.906	0.0	0.284	0.257
29	2.5	0.457	0.505				1.0	24.817	25.668	0.0	11.091	13.767	0.5	0.777	0.765	0.0	0.277	0.251
30	3.5	0.467	0.494				3.5	14.934	14.613	0.0	10.579	12.309	0.0	0.685	0.670	0.0	0.271	0.229
31	17.0	0.479	0.508				1.0	9.331	9.889				0.0	0.626	0.595			
計 total	182.4	17.640	18.521	119.5	7.948	9.224	127.5	79.026	89.475	34.0	376.022	431.031	82.5	80.890	104.086	97.5	17.415	20.474

※ 斜体の数字は、欠測したデータの推定値。 Estimated values of missing data were italicized.
× 流出量の欠測値。 Missing data of runoff.

Appendix 1. 定山渓試験地の日降水量および日流出量（つづき）
Daily precipitation and runoff at JEW (Continued)

2014年7月～12月 (July - December, 2014)　　(単位 unit: mm)

日 day	7月 July 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	7月 July 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	7月 July 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	8月 August 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	8月 August 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	8月 August 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	9月 September 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	9月 September 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	9月 September 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	10月 October 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	10月 October 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	10月 October 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	11月 November 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	11月 November 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	11月 November 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	12月 December 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	12月 December 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	12月 December 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa
1	0.0	0.266	0.202	0.0	0.345	0.104	0.0	0.284	0.421	1.0	0.117	0.188	0.5	0.564	0.605	13.5	2.769	3.295
2	0.0	0.272	0.188	0.0	0.412	0.092	0.0	0.255	0.356	0.0	0.100	0.156	8.5	0.607	0.690	1.0	4.623	4.021
3	0.0	0.283	0.177	0.0	0.339	0.083	0.0	0.186	0.302	31.5	0.853	1.740	13.5	1.335	1.709	1.0	2.720	2.708
4	0.0	0.302	0.164	2.5	0.234	0.092	20.5	0.292	0.573	5.0	0.542	0.930	1.5	1.614	1.608	1.0	1.893	2.091
5	0.0	0.288	0.157	56.5	3.080	4.103	7.0	0.476	1.071	0.5	0.336	0.562	0.0	2.596	2.514	0.5	1.485	1.718
6	0.0	0.306	0.161	22.5	2.393	1.914	0.5	0.220	0.422	0.0	0.251	0.396	2.5	3.029	2.445	5.5	1.183	1.444
7	0.0	0.317	0.156	15.0	4.774	3.815	0.5	0.174	0.317	0.0	0.199	0.308	0.0	2.204	1.975	12.0	0.912	1.199
8	0.0	0.315	0.144	14.5	2.879	2.140	0.0	0.150	0.268	2.5	0.179	0.290	0.0	1.558	1.488	1.0	0.719	1.017
9	0.0	0.332	0.145	0.0	2.631	1.446	1.0	0.149	0.239	0.0	0.147	0.242	1.0	1.223	1.213	0.0	0.620	0.910
10	1.0	0.366	0.166	19.0	1.608	0.798	9.0	0.218	0.343	11.0	0.397	0.774	9.0	1.514	1.852	0.5	0.554	0.818
11	0.5	0.370	0.166	57.5	21.822	21.061	26.0	2.503	4.382	1.0	0.249	0.416	0.0	1.319	1.357	9.0	0.587	0.821
12	0.0	0.370	0.151	0.5	3.537	3.915	5.5	0.773	1.091	0.0	0.219	0.327	6.5	1.293	1.303	5.0	0.557	0.803
13	0.0	0.371	0.140	0.0	1.707	1.795	0.5	0.494	0.770	0.0	0.199	0.281	13.0	1.397	1.459	29.5	0.534	0.747
14	0.0	0.416	0.133	0.0	0.982	1.051	0.0	0.356	0.543	12.5	0.474	0.809	6.5	1.233	1.319	9.5	0.483	0.672
15	0.0	0.415	0.119	0.0	0.685	0.758	0.0	0.261	0.426	0.0	0.542	0.619	11.5	1.113	1.249	29.0	0.427	0.595
16	0.0	0.345	0.105	0.0	0.514	0.556	4.0	0.270	0.453	28.5	1.166	1.634	1.0	1.045	1.184	36.0	0.403	0.559
17	0.0	0.310	0.100	0.0	0.394	0.405	9.0	0.328	0.690	36.0	15.650	15.685	0.5	1.008	1.133	3.5	0.490	0.606
18	0.0	0.288	0.091	0.0	0.298	0.322	14.0	0.890	1.573	0.5	6.766	7.596	2.5	0.979	1.088	21.0	0.648	0.589
19	0.0	0.297	0.091	59.0	7.056	8.360	1.5	0.707	1.024	0.0	2.895	3.575	0.0	0.912	1.034	3.0	0.587	0.538
20	0.0	0.344	0.092	2.0	5.366	5.192	1.0	0.452	0.651	0.0	1.736	2.165	0.5	0.843	0.969	4.0	0.599	0.522
21	0.0	0.242	0.081	0.0	2.421	2.711	0.0	0.321	0.486	0.5	1.172	1.490	1.0	0.901	1.128	7.5	0.610	0.656
22	0.5	0.273	0.078	21.0	2.048	3.036	1.5	0.259	0.427	0.0	0.892	1.097	3.0	3.996	4.358	16.5	0.419	0.665
23	9.5	0.433	0.217	17.5	4.353	5.386	0.0	0.198	0.342	0.0	0.731	0.886	0.5	5.029	4.832	6.0	0.399	0.650
24	1.0	0.283	0.109	0.5	4.887	5.178	0.5	0.172	0.283	0.0	0.614	0.743	4.0	3.247	3.734	8.0	0.372	0.627
25	0.0	0.269	0.085	3.0	2.836	3.368	1.5	0.153	0.276	0.0	0.524	0.634	0.5	2.667	2.971	3.0	0.386	0.634
26	18.5	0.647	0.544	0.0	1.672	2.046	0.5	0.136	0.241	0.0	0.384	0.548	0.0	2.038	2.120	8.0	0.394	0.627
27	31.0	0.956	1.266	0.0	1.106	1.362	0.0	0.123	0.203	10.5	0.469	0.721	0.0	1.675	1.852	1.5	0.377	0.607
28	4.5	0.879	1.014	0.0	0.762	1.003	0.0	0.121	0.187	6.5	0.685	1.187	0.0	1.459	1.717	0.5	0.404	0.593
29	0.0	0.338	0.199	0.0	0.549	0.770	0.0	0.102	0.176	0.5	0.737	1.038	1.5	1.527	1.732	0.5	0.447	0.597
30	0.0	0.252	0.135	0.0	0.437	0.618	3.0	0.112	0.193	0.0	0.634	0.791	1.0	1.643	1.636	2.0	0.475	0.608
31	0.0	0.303	0.115	0.0	0.343	0.507				0.0	0.582	0.670				6.0	0.492	0.620
計 total	66.5	11.448	6.691	291.0	82.470	83.987	107.0	11.135	18.729	148.0	40.441	48.498	90.0	51.568	54.274	245.0	27.568	32.557

※　斜体の数字は、欠測したデータの推定値。　Estimated values of missing data were italicized.
×　流出量の欠測値。　Missing data of runoff.

Appendix 1. 定山渓試験地の日降水量および日流出量（つづき）
Daily precipitation and runoff at JEW (Continued)

2015年1月～6月 (January - June, 2015)　　(単位 unit: mm)

日 day	1月 January			2月 February			3月 March			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		降水量 precipitation	流出量 runoff		降水量 precipitation	流出量 runoff		降水量 precipitation	流出量 runoff	
	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	時雨2の沢 Shigure-Ninosawa
1	1.5	0.515	0.637	29.5	0.700	0.821	3.5	0.630	0.760	1.0	22.204	23.405	*0.0*	7.076	9.126	*0.0*	0.256	0.227
2	13.5	0.512	0.634	20.0	0.683	0.817	12.0	0.686	0.784	1.0	14.970	16.445	*0.0*	4.254	5.675	*0.0*	0.234	0.193
3	1.5	0.513	0.622	3.5	0.663	0.803	0.5	0.645	0.759	35.5	37.091	39.768	*0.0*	3.452	5.220	*29.0*	0.560	0.853
4	1.5	0.510	0.597	1.0	0.661	0.795	6.0	0.669	0.758	1.0	28.714	32.036	*12.3*	2.956	5.034	*1.1*	0.454	0.602
5	0.5	0.499	0.583	0.0	0.668	0.810	4.0	0.669	0.753	0.0	15.511	16.954	*0.0*	2.616	4.425	*3.3*	0.421	0.550
6	5.5	0.598	0.617	0.0	0.655	0.807	1.0	0.637	0.715	0.0	18.723	18.318	*0.0*	2.708	2.907	*0.0*	0.320	0.354
7	45.5	0.704	0.710	0.0	0.637	0.792	1.0	0.648	0.686	0.5	13.834	14.437	*0.0*	2.476	1.833	*0.0*	0.268	0.266
8	26.5	0.668	0.680	2.0	0.668	0.811	1.0	0.651	0.669	0.5	7.065	8.379	*1.1*	2.089	1.427	*0.0*	0.242	0.228
9	18.5	0.646	0.663	5.0	0.741	0.829	9.0	0.695	0.726	0.0	6.654	7.309	*0.0*	0.928	1.370	*5.6*	0.246	0.226
10	0.5	0.652	0.653	7.0	0.753	0.817	85.5	57.643	55.027	0.0	8.432	8.801	*0.0*	0.843	1.082	*0.0*	0.285	0.299
11	14.5	0.651	0.652	1.5	0.714	0.786	11.0	17.223	17.535	0.0	14.338	14.280	*0.0*	0.706	0.994	*0.0*	0.232	0.211
12	25.5	0.667	0.645	2.0	0.680	0.761	5.5	6.277	6.627	0.0	16.497	15.930	*10.0*	0.732	0.958	*0.0*	0.225	0.180
13	0.5	0.621	0.616	14.0	0.672	0.758	13.0	3.863	3.972	0.0	13.846	13.860	*12.3*	0.891	1.459	*0.0*	0.285	0.173
14	0.0	0.711	0.606	15.5	0.658	0.747	1.5	2.946	2.788	0.0	19.604	19.594	*1.1*	0.803	1.097	*0.0*	0.258	0.165
15	0.0	0.832	0.619	17.0	0.637	0.724	0.0	2.438	2.176	35.5	34.546	36.426	*0.0*	0.675	0.801	*0.0*	0.359	0.156
16	1.0	0.660	0.637	7.0	0.596	0.686	0.0	2.140	1.830	2.5	28.536	31.203	*0.0*	0.647	0.723	*0.0*	0.355	0.145
17	22.0	0.716	0.683	0.5	0.564	0.668	1.5	2.880	2.627	0.5	15.558	16.164	*1.1*	0.627	0.658	*0.0*	0.255	0.137
18	5.0	0.720	0.695	0.0	0.572	0.668	0.5	6.805	6.426	1.0	17.438	16.999	*0.0*	0.522	0.559	*0.0*	0.277	0.126
19	0.0	0.715	0.685	0.0	0.562	0.672	0.0	7.120	6.967	0.5	19.787	18.982	*2.2*	0.535	0.546	*0.0*	0.256	0.118
20	21.5	0.722	0.690	0.0	0.541	0.648	0.0	6.138	6.196	0.0	13.080	13.457	*5.6*	0.560	0.588	*0.0*	0.352	0.117
21	0.5	0.661	0.662	0.0	0.528	0.635	0.0	5.598	5.869	*2.2*	21.668	21.168	*0.0*	0.521	0.566	*0.0*	0.344	0.109
22	0.5	0.658	0.669	1.0	0.539	0.645	2.5	6.899	7.607	*0.0*	15.788	16.121	*0.0*	0.454	0.472	*0.0*	0.341	0.110
23	21.0	0.719	0.698	3.5	0.610	0.695	0.5	6.477	7.140	*0.0*	16.216	16.764	*0.0*	0.419	0.408	*0.0*	0.266	0.114
24	11.5	0.670	0.694	3.5	0.619	0.812	13.0	4.572	4.789	*2.2*	17.383	17.800	*0.0*	0.389	0.352	*1.1*	0.376	0.142
25	0.5	0.621	0.671	0.5	0.601	0.744	7.5	3.239	3.321	*0.0*	12.773	13.794	*0.0*	0.364	0.311	*0.0*	0.428	0.129
26	0.0	0.609	0.666	0.0	0.597	0.733	0.5	2.716	2.814	*0.0*	12.811	12.851	*0.0*	0.359	0.298	*0.0*	0.219	0.119
27	7.0	0.689	0.747	8.0	0.661	0.778	0.0	4.772	5.664	*0.0*	19.276	19.967	*0.0*	0.323	0.281	*2.2*	0.204	0.119
28	1.5	0.773	0.849	6.5	0.622	0.773	0.0	13.248	15.752	*0.0*	13.222	15.377	*0.0*	0.296	0.249	*8.9*	0.218	0.275
29	0.0	0.709	0.824				0.0	18.536	20.604	*0.0*	10.606	12.604	*0.0*	0.283	0.231	*0.0*	0.138	0.159
30	0.5	0.682	0.798				0.0	20.093	22.153	*0.0*	8.610	10.404	*0.0*	0.284	0.226	*4.5*	0.136	0.170
31	0.5	0.693	0.811				2.5	17.166	19.407				*5.6*	0.341	0.354			
計 total	248.5	20.316	21.013	148.5	17.802	21.035	183.0	224.719	233.901	83.9	514.781	539.597	51.3	40.129	50.230	55.7	8.810	6.772

※　斜体の数字は、欠測したデータの推定値。　Estimated values of missing data were italicized.
×　流出量の欠測値。　Missing data of runoff.

Appendix 1. 定山渓試験地の日降水量および日流出量（つづき）
Daily precipitation and runoff at JEW (Continued)

2015年7月～12月 (July - December, 2015)　　(単位 unit: mm)

日 day	7月 July 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	7月 July 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	7月 July 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	8月 August 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	8月 August 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	8月 August 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	9月 September 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	9月 September 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	9月 September 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	10月 October 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	10月 October 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	10月 October 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	11月 November 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	11月 November 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	11月 November 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	12月 December 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	12月 December 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	12月 December 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa
1	*6.7*	0.187	0.279	*3.3*	0.094	0.181	*0.0*	0.039	0.086	*3.3*	0.664	0.713	*0.0*	1.418	1.536	*1.1*	0.606	0.840
2	*2.2*	0.196	0.334	*0.0*	0.072	0.143	*71.3*	5.028	7.309	*36.8*	1.379	1.971	*0.0*	1.137	1.214	*0.0*	0.605	0.834
3	*0.0*	0.140	0.170	*0.0*	0.067	0.136	*0.0*	1.268	1.553	*5.6*	5.387	5.826	*0.0*	0.914	1.014	*14.5*	6.022	7.555
4	*0.0*	0.114	0.140	*0.0*	0.075	0.125	*11.1*	0.721	1.156	*1.1*	0.947	1.201	*0.0*	0.704	0.835	*12.3*	5.814	6.658
5	*0.0*	0.104	0.127	*0.0*	0.092	0.112	*0.0*	0.522	0.770	*0.0*	0.476	0.715	*0.0*	0.598	0.732	*23.4*	3.072	3.735
6	*0.0*	0.122	0.118	*4.5*	0.058	0.119	*0.0*	0.273	0.398	*0.0*	0.308	0.496	*0.0*	0.533	0.645	*10.0*	2.103	2.569
7	*1.1*	0.141	0.138	*3.3*	0.123	0.168	*0.0*	0.181	0.265	*0.0*	0.237	0.361	*0.0*	0.453	0.551	*21.2*	1.677	2.006
8	*0.0*	0.091	0.124	*0.0*	0.110	0.108	*0.0*	0.130	0.202	*65.8*	20.737	22.506	*0.0*	0.435	0.507	*0.0*	1.422	1.675
9	*0.0*	0.080	0.113	*0.0*	0.111	0.096	*4.5*	0.111	0.190	*8.9*	21.905	23.081	*6.7*	0.557	0.551	*0.0*	1.286	1.489
10	*0.0*	0.072	0.104	*0.0*	0.071	0.094	*0.0*	0.138	0.204	*0.0*	5.747	6.703	*22.3*	1.285	2.090	*0.0*	1.275	1.534
11	*0.0*	0.068	0.101	*2.2*	0.063	0.098	*1.1*	0.123	0.177	*5.6*	2.686	3.253	*4.5*	4.637	4.436	*4.5*	2.129	2.833
12	*0.0*	0.058	0.095	*30.1*	0.659	1.186	*2.2*	0.149	0.164	*7.8*	2.137	2.851	*0.0*	3.074	2.958	*0.0*	4.044	4.299
13	*6.7*	0.119	0.112	*0.0*	0.174	0.279	*20.1*	0.612	1.249	*21.2*	2.096	2.509	*0.0*	2.339	2.268	*0.0*	3.446	3.830
14	*5.6*	0.142	0.260	*1.1*	0.098	0.161	*0.0*	0.300	0.487	*2.2*	3.590	3.611	*1.1*	1.831	1.826	*0.0*	2.856	3.368
15	*0.0*	0.076	0.132	*6.7*	0.109	0.189	*0.0*	0.188	0.265	*0.0*	3.065	2.805	*7.8*	1.910	2.248	*3.3*	2.538	3.063
16	*0.0*	0.061	0.109	*1.1*	0.132	0.205	*0.0*	0.142	0.191	*0.0*	2.018	1.979	*0.0*	1.627	1.705	*4.5*	3.979	5.190
17	*0.0*	0.052	0.097	*0.0*	0.102	0.158	*0.0*	0.125	0.157	*0.0*	1.418	1.430	*1.1*	1.430	1.445	*22.3*	4.850	5.442
18	*23.4*	0.365	0.602	*30.1*	0.803	1.343	*8.9*	0.161	0.275	*0.0*	1.049	1.108	*0.0*	1.183	1.261	*3.3*	3.799	4.190
19	*7.8*	0.455	0.780	*1.1*	0.707	1.015	*5.6*	0.177	0.346	*0.0*	0.783	0.871	*0.0*	0.991	1.113	*0.0*	2.896	3.248
20	*0.0*	0.169	0.214	*0.0*	0.223	0.316	*0.0*	0.178	0.321	*2.2*	0.725	0.820	*1.1*	0.844	0.983	*1.1*	2.218	2.565
21	*18.9*	0.537	1.042	*1.1*	0.137	0.204	*0.0*	0.129	0.206	*0.0*	0.540	0.635	*2.2*	0.809	1.045	11.5	2.013	2.437
22	*5.6*	0.598	0.926	*0.0*	0.101	0.157	*0.0*	0.102	0.159	*0.0*	0.454	0.610	*0.0*	0.627	0.817	5.5	2.354	2.565
23	*0.0*	0.337	0.359	*0.0*	0.082	0.130	*0.0*	0.084	0.132	*0.0*	0.394	0.640	*0.0*	0.546	0.715	0.0	2.108	2.227
24	*0.0*	0.207	0.234	*2.2*	0.090	0.150	*0.0*	0.072	0.123	*10.0*	0.550	0.637	*33.4*	0.564	0.734	0.0	2.049	2.139
25	*4.5*	0.196	0.294	*0.0*	0.066	0.116	*0.0*	0.060	0.112	*24.5*	1.110	1.309	*8.9*	0.510	0.735	8.0	1.915	2.115
26	*4.5*	0.155	0.373	*0.0*	0.058	0.107	*3.3*	0.063	0.121	*0.0*	1.336	1.699	*2.2*	0.457	0.703	15.5	1.678	1.956
27	*0.0*	0.152	0.333	*3.3*	0.079	0.146	*4.5*	0.147	0.260	*6.7*	2.525	2.753	*29.0*	0.515	0.787	15.0	1.462	1.758
28	*0.0*	0.174	0.483	*1.1*	0.069	0.132	*11.1*	0.382	0.664	*8.9*	9.397	8.015	*8.9*	0.588	0.901	12.5	1.259	1.536
29	*0.0*	0.144	0.325	*0.0*	0.061	0.106	*18.9*	0.450	0.834	*0.0*	4.713	4.653	*6.7*	0.553	0.828	3.0	1.121	1.402
30	*0.0*	0.107	0.196	*0.0*	0.052	0.099	*6.7*	1.947	2.511	*3.3*	2.818	3.097	*12.3*	0.573	0.819	0.0	0.982	1.265
31	*1.1*	0.097	0.168	*0.0*	0.043	0.092				*0.0*	1.945	2.156				1.0	0.914	1.191
計 total	88.1	5.516	8.882	91.2	4.781	7.671	169.3	14.002	20.887	213.9	103.136	111.014	148.2	33.642	38.002	193.5	74.492	87.514

※　斜体の数字は、欠測したデータの推定値。　Estimated values of missing data were italicized.
×　流出量の欠測値。　Missing data of runoff.

Appendix 1. 定山渓試験地の日降水量および日流出量（つづき）
Daily precipitation and runoff at JEW (Continued)

2016年1月～6月 (January - June, 2016) (単位 unit: mm)

日 day	1月 January 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	1月 January 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	1月 January 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	2月 February 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	2月 February 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	2月 February 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	3月 March 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	3月 March 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	3月 March 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	4月 April 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	4月 April 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	4月 April 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	5月 May 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	5月 May 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	5月 May 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	6月 June 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	6月 June 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	6月 June 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa
1	0.0	0.867	1.134	0.5	0.449	0.449	31.0	0.720	0.873	0.0	12.268	12.947	0.0	6.105	6.811	11.0	0.739	1.147
2	8.5	0.841	1.105	1.5	0.494	0.449	1.0	0.632	0.810	0.0	12.726	13.115	0.0	8.231	7.989	1.5	0.691	0.973
3	0.0	0.797	1.080	0.5	0.487	0.444	3.5	0.594	0.768	3.0	12.855	12.358	0.0	10.818	12.874	1.0	0.542	0.632
4	1.5	0.743	1.042	3.0	0.410	0.438	1.0	0.544	0.726	0.0	13.239	12.895	10.0	8.424	13.151	10.0	0.623	0.854
5	13.5	0.699	1.019	4.5	0.336	0.449	0.0	0.518	0.698	3.0	14.491	14.934	3.5	5.794	9.267	0.5	0.531	0.625
6	6.0	0.683	0.947	4.5	0.320	0.448	13.5	0.572	0.726	0.0	20.766	19.554	1.5	4.166	6.925	0.0	0.437	0.467
7	2.5	0.680	0.888	9.5	0.321	0.454	0.0	2.425	2.603	2.0	15.211	14.558	7.5	3.716	6.656	0.0	0.387	0.379
8	9.0	0.655	0.843	0.0	0.310	0.448	2.5	2.789	2.779	1.5	19.576	18.271	1.0	2.909	4.908	2.0	0.383	0.366
9	5.0	0.613	0.788	5.5	0.316	0.446	2.5	2.456	2.551	0.5	17.442	16.801	0.0	2.286	3.442	6.5	0.413	0.481
10	13.5	0.943	0.749	34.0	0.558	0.453	0.5	2.095	2.232	0.0	12.293	11.967	0.0	1.988	2.875	0.0	0.371	0.408
11	1.0	1.107	0.719	4.0	0.593	0.416	7.0	1.843	1.996	11.0	9.348	9.034	16.5	2.141	3.398	0.0	0.311	0.304
12	4.5	0.970	0.696	0.0	0.565	0.396	1.0	1.576	1.721	0.5	6.402	6.424	2.0	2.455	3.323	0.0	0.284	0.254
13	1.5	1.149	0.677	1.0	0.614	0.423	0.0	1.403	1.499	4.0	8.686	8.177	0.5	2.200	2.472	12.5	0.474	0.584
14	7.0	0.944	0.654	10.5	1.012	1.107	2.0	1.314	1.405	3.5	24.503	21.232	0.0	1.876	1.938	2.5	0.419	0.462
15	3.5	0.548	0.618	5.5	2.267	2.115	*0.0*	1.216	1.387	8.0	22.735	21.619	0.0	1.702	1.668	0.5	0.335	0.332
16	2.5	0.533	0.594	8.0	1.720	1.671	*0.0*	1.207	1.774	0.0	12.134	12.046	1.5	1.628	1.589	3.0	0.317	0.305
17	0.5	0.514	0.573	14.0	1.324	1.442	*0.0*	2.777	3.931	16.5	17.508	16.099	1.5	1.453	1.509	40.0	3.780	5.436
18	9.0	0.538	0.559	4.5	1.142	1.259	*0.0*	6.158	8.598	5.5	32.975	30.188	0.0	1.171	1.207	1.0	4.411	4.215
19	18.0	0.543	0.576	5.5	1.062	1.134	*1.1*	13.083	15.449	1.0	17.707	17.396	0.0	0.988	1.050	0.5	1.819	1.935
20	9.5	0.447	0.553	8.5	0.949	1.060	*1.1*	11.732	11.875	0.0	18.796	17.245	0.0	0.873	0.964	6.5	1.347	1.639
21	11.5	0.406	0.528	21.0	0.966	1.081	*1.1*	5.879	6.455	0.0	24.872	23.769	0.0	0.815	0.883	2.0	1.091	1.278
22	4.0	0.368	0.514	1.5	0.836	1.039	*0.0*	3.828	4.457	0.0	26.246	27.334	0.0	0.753	0.805	0.5	0.858	0.944
23	0.5	0.346	0.504	5.0	0.816	0.992	*2.2*	2.961	3.467	8.0	22.009	23.688	0.0	0.702	0.746	0.0	0.713	0.746
24	0.5	0.386	0.511	6.0	0.771	0.968	*4.5*	2.512	2.930	0.0	14.517	16.019	0.0	0.645	0.693	0.0	0.607	0.615
25	3.5	0.387	0.501	4.0	0.745	0.940	*6.7*	2.456	2.681	0.0	11.499	12.524	3.5	0.670	0.799	18.0	1.075	1.466
26	0.5	0.401	0.468	4.0	0.710	0.913	*0.0*	2.170	2.273	0.0	9.625	10.617	0.0	0.579	0.672	6.5	1.009	1.144
27	8.0	0.398	0.462	3.0	0.679	0.873	*0.0*	2.406	2.829	0.0	9.016	9.737	0.5	0.555	0.611	1.0	0.838	0.841
28	4.0	0.402	0.453	0.0	0.653	0.834	*2.2*	5.776	6.691	4.5	7.833	8.491	2.5	0.518	0.554	0.0	0.643	0.606
29	1.0	0.406	0.440	18.0	0.707	0.848	0.0	7.649	8.780	25.0	9.518	10.251	0.5	0.488	0.537	0.0	0.513	0.481
30	0.5	0.422	0.444				5.5	12.863	13.011	11.0	7.139	7.965	0.0	0.425	0.440	0.0	0.426	0.406
31	3.0	0.434	0.443				0.0	13.606	12.989				22.0	0.796	1.261			
計 total	153.5	19.170	21.082	187.5	22.132	23.989	89.9	117.760	130.964	108.5	463.935	457.255	74.5	77.870	102.017	127.0	26.387	30.325

※ 斜体の数字は、欠測したデータの推定値。 Estimated values of missing data were italicized.
× 流出量の欠測値。 Missing data of runoff.

Appendix 1. 定山渓試験地の日降水量および日流出量（つづき）
Daily precipitation and runoff at JEW (Continued)

2016年7月～12月 (July - December, 2016) (単位 unit: mm)

日 day	7月 July 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	7月 July 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	7月 July 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	8月 August 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	8月 August 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	8月 August 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	9月 September 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	9月 September 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	9月 September 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	10月 October 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	10月 October 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	10月 October 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	11月 November 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	11月 November 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	11月 November 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	12月 December 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	12月 December 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	12月 December 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa
1	0.0	0.380	0.362	0.0	0.301	0.450	0.0	4.622	5.867	0.0	0.156	0.236	0.5	0.777	0.792	7.5	0.708	1.018
2	40.5	2.136	3.339	14.0	0.431	0.583	0.0	2.375	3.141	0.0	0.145	0.221	0.0	0.462	0.517	14.0	1.030	1.202
3	0.5	2.584	2.434	1.0	0.343	0.503	0.0	1.476	2.020	8.5	0.205	0.329	2.5	0.398	0.438	0.0	0.743	0.868
4	0.5	1.290	1.293	0.0	0.225	0.323	0.0	1.041	1.456	11.5	0.338	0.706	1.0	0.426	0.388	0.0	1.048	1.367
5	0.0	0.865	0.949	0.0	0.296	0.251	0.0	0.793	1.072	7.0	0.257	0.382	46.0	3.881	4.579	0.0	2.498	2.243
6	0.0	0.694	0.788	0.0	0.525	0.209	20.0	1.131	1.946	5.0	0.333	0.647	26.5	5.786	5.046	15.5	2.733	1.957
7	0.0	0.586	0.663	0.0	0.489	0.165	0.5	0.847	1.189	0.0	0.231	0.418	0.0	2.088	2.247	1.0	1.919	1.577
8	0.0	0.514	0.566	0.0	0.283	0.122	19.5	0.733	1.125	1.0	0.217	0.360	7.0	2.861	3.574	1.0	1.570	1.390
9	0.0	0.454	0.498	1.5	0.109	0.118	23.5	7.644	8.808	4.0	0.210	0.375	12.5	4.286	4.204	4.0	1.350	1.256
10	21.0	0.919	1.638	0.0	0.089	0.098	2.5	4.312	4.912	4.0	0.199	0.368	0.5	2.658	2.707	28.0	1.174	1.207
11	0.5	0.532	0.760	0.0	0.079	0.080	0.5	2.474	3.166	5.5	0.225	0.446	4.0	1.873	1.939	8.0	0.938	1.080
12	0.0	0.395	0.550	0.0	0.070	0.067	0.0	1.591	2.111	1.0	0.225	0.467	1.5	1.845	2.166	0.5	0.794	0.973
13	0.0	0.340	0.454	0.0	0.071	0.062	0.0	1.166	1.565	0.0	0.190	0.358	6.0	6.624	6.456	4.0	0.779	0.927
14	0.0	0.299	0.406	0.0	0.061	0.055	0.0	0.905	1.230	1.0	0.181	0.325	0.5	7.302	6.638	7.5	0.750	0.925
15	0.0	0.265	0.356	0.5	0.108	0.057	0.0	0.719	1.016	0.0	0.161	0.278	8.0	9.501	8.678	16.0	0.712	0.903
16	0.0	0.230	0.305	36.0	0.709	0.863	0.0	0.556	0.841	0.0	0.151	0.252	4.5	5.649	5.562	2.5	0.635	0.873
17	0.0	0.215	0.291	105.5	22.401	24.442	10.5	0.628	1.103	1.0	0.149	0.242	2.5	3.074	3.428	1.0	0.578	0.810
18	1.5	0.210	0.284	0.0	9.518	10.988	1.5	0.493	0.816	1.0	0.146	0.225	8.0	2.967	3.691	0.5	0.546	0.752
19	14.5	0.404	0.828	0.0	2.476	3.156	1.0	0.399	0.711	0.0	0.167	0.205	0.0	4.537	4.161	0.0	0.517	0.729
20	0.0	0.239	0.421	75.0	29.287	31.009	0.0	0.337	0.594	9.5	0.423	0.425	3.5	3.410	3.388	0.0	0.504	0.720
21	0.0	0.191	0.294	5.5	12.821	15.049	0.0	0.280	0.483	6.0	0.278	0.510	3.0	2.365	2.579	0.5	0.493	0.689
22	0.0	0.176	0.256	23.5	7.083	8.968	0.0	0.237	0.413	3.0	0.571	0.478	3.0	1.890	2.115	41.5	0.536	0.713
23	0.0	0.155	0.233	36.0	25.537	28.744	11.0	0.341	0.685	1.0	0.536	0.429	0.5	1.415	1.630	33.0	0.658	0.797
24	0.0	0.147	0.209	0.0	8.316	10.518	0.0	0.303	0.565	0.5	0.528	0.335	1.0	1.079	1.284	2.0	0.559	0.755
25	0.0	0.142	0.192	0.5	3.189	4.325	0.5	0.241	0.412	0.0	0.439	0.269	2.0	0.929	1.118	0.5	0.534	0.712
26	0.0	0.175	0.169	2.0	1.831	2.578	0.0	0.208	0.336	11.0	0.416	0.614	0.5	0.761	0.968	3.0	0.637	0.760
27	22.5	0.281	0.556	1.0	1.141	1.554	0.0	0.195	0.295	0.5	0.420	0.592	1.0	0.758	0.961	4.5	0.725	0.814
28	15.0	0.567	1.185	0.0	0.811	1.090	2.5	0.211	0.320	0.5	0.331	0.392	1.0	0.679	0.900	1.5	0.676	0.791
29	24.5	2.853	4.119	0.0	0.615	0.855	0.5	0.185	0.290	2.0	0.284	0.337	0.5	0.560	0.758	3.0	0.697	0.794
30	0.0	0.885	1.029	62.5	3.232	5.984	0.0	0.169	0.262	1.0	0.245	0.286	0.0	0.452	0.625	6.0	0.671	0.774
31	1.0	0.452	0.616	4.5	17.022	17.166				12.0	0.670	1.008				2.0	0.649	0.751
計 total	142.0	19.575	26.043	369.0	149.469	170.432	94.0	36.612	48.750	97.5	9.027	12.515	147.5	81.293	83.537	208.5	28.361	31.127

※ 斜体の数字は、欠測したデータの推定値。 Estimated values of missing data were italicized.
× 流出量の欠測値。 Missing data of runoff.

Appendix 1. 定山渓試験地の日降水量および日流出量（つづき）
Daily precipitation and runoff at JEW (Continued)

2017年1月～6月 (January - June, 2017)　　(単位 unit: mm)

日 day	1月 January 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	1月 January 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	1月 January 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	2月 February 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	2月 February 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	2月 February 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	3月 March 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	3月 March 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	3月 March 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	4月 April 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	4月 April 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	4月 April 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	5月 May 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	5月 May 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	5月 May 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	6月 June 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	6月 June 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	6月 June 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa
1	0.0	0.639	0.730	2.5	0.526	0.518	0.0	0.423	0.546	0.0	1.743	2.217	*1.1*	2.405	4.042	*24.5*	1.057	1.290
2	0.0	0.661	0.729	4.0	0.545	0.544	0.0	0.460	0.599	0.0	2.396	2.736	*0.0*	1.844	3.203	*3.3*	2.131	2.125
3	0.0	0.670	0.736	1.0	0.513	0.537	3.5	0.574	0.721	0.0	3.432	3.913	*0.0*	1.512	2.636	*8.9*	1.481	1.336
4	2.0	0.673	0.740	0.0	0.461	0.512	1.5	0.536	0.662	0.0	7.282	7.963	*0.0*	1.310	2.167	*1.1*	1.569	1.651
5	9.0	0.653	0.730	0.0	0.463	0.502	2.0	0.512	0.635	0.0	13.515	15.782	*0.0*	1.203	1.838	*0.0*	1.288	1.211
6	1.0	0.630	0.695	0.0	0.491	0.499	1.0	0.516	0.632	3.0	32.982	35.265	*4.5*	1.150	1.572	*0.0*	1.027	0.965
7	0.0	0.641	0.679	5.5	0.515	0.493	8.0	0.528	0.643	6.5	46.682	49.717	*0.0*	1.005	1.193	*3.3*	0.894	0.835
8	1.0	0.624	0.666	1.0	0.487	0.487	2.5	0.515	0.631	0.0	15.145	17.533	*3.3*	0.950	1.128	*10.0*	1.107	1.279
9	3.0	0.673	0.666	0.0	0.518	0.485	1.5	0.501	0.610	0.0	12.633	13.049	*0.0*	0.762	0.867	*2.2*	0.877	0.890
10	6.0	0.654	0.661	0.0	0.495	0.493	3.0	0.476	0.589	0.0	11.853	12.019	*0.0*	0.745	0.768	*31.2*	4.936	5.257
11	12.5	0.658	0.655	0.5	0.483	0.485	0.5	0.435	0.564	0.5	11.129	10.301	*0.0*	0.732	0.757	*6.7*	4.281	3.986
12	13.0	0.669	0.651	5.0	0.480	0.468	0.0	0.402	0.533	5.5	14.518	11.795	*0.0*	0.634	0.679	*0.0*	3.137	2.904
13	1.5	0.637	0.606	1.0	0.482	0.458	0.0	0.427	0.602	4.0	9.198	7.732	*0.0*	0.574	0.580	*0.0*	2.227	2.104
14	0.0	0.618	0.573	2.0	0.450	0.447	0.0	0.500	0.664	0.0	12.393	9.501	*0.0*	0.546	0.528	*0.0*	1.649	1.567
15	3.5	0.590	0.534	0.5	0.469	0.453	0.0	0.496	0.716	*0.0*	31.271	29.430	*0.0*	0.537	0.500	*3.3*	1.290	1.332
16	1.5	0.551	0.485	0.0	0.450	0.460	1.0	0.577	0.789	*0.0*	26.847	28.888	*8.9*	0.614	0.636	*8.9*	1.624	2.182
17	0.0	0.517	0.442	6.5	0.633	0.617	3.0	0.553	0.760	*0.0*	14.587	16.539	*0.0*	0.517	0.536	*0.0*	1.292	1.365
18	0.0	0.497	0.413	7.0	0.635	0.693	0.5	0.606	0.860	*35.7*	36.823	41.524	*0.0*	0.483	0.435	*0.0*	0.958	0.969
19	7.0	0.498	0.405	0.0	0.573	0.670	0.0	1.037	1.499	*3.3*	21.088	24.837	*0.0*	0.598	0.369	*0.0*	0.788	0.793
20	0.0	0.505	0.415	5.0	0.537	0.661	0.0	1.975	2.691	*0.0*	9.126	11.181	*0.0*	0.655	0.332	*0.0*	0.657	0.675
21	0.5	0.502	0.419	13.0	0.515	0.649	0.0	2.015	2.683	*2.2*	6.425	7.254	*0.0*	0.744	0.314	*30.1*	0.932	1.088
22	10.5	0.504	0.428	0.5	0.477	0.626	0.5	1.388	1.730	*4.5*	8.136	8.313	*0.0*	0.805	0.309	*49.0*	26.149	24.865
23	6.0	0.517	0.446	2.5	0.517	0.627	15.5	1.219	1.452	*0.0*	8.296	8.529	*0.0*	0.698	0.294	*0.0*	9.221	9.350
24	4.5	0.510	0.446	5.0	0.497	0.637	18.0	1.057	1.211	*0.0*	7.372	7.938	*0.0*	0.636	0.286	*0.0*	4.526	4.668
25	1.0	0.484	0.429	4.5	0.466	0.624	9.5	0.881	1.039	*14.5*	10.372	11.380	*0.0*	0.553	0.263	*13.4*	4.086	4.716
26	0.5	0.466	0.419	1.0	0.448	0.614	0.0	0.769	0.941	*1.1*	10.388	12.590	*0.0*	0.484	0.246	*0.0*	3.308	3.177
27	10.5	0.502	0.459	0.0	0.407	0.597	0.0	0.815	1.041	*1.1*	6.548	8.132	*36.8*	2.984	2.369	*0.0*	2.454	2.300
28	0.5	0.519	0.482	0.0	0.386	0.581	0.0	1.096	1.319	*3.3*	5.215	6.654	*5.6*	1.753	1.335	*0.0*	1.982	1.793
29	0.0	0.503	0.474				0.0	1.293	1.424	*0.0*	4.223	5.962	*0.0*	1.204	0.935	*0.0*	1.667	1.485
30	2.5	0.515	0.492				13.0	1.150	1.303	*3.3*	3.083	4.891	*0.0*	0.833	0.669	*0.0*	1.429	1.197
31	0.5	0.523	0.507				0.5	1.179	1.565				*0.0*	0.660	0.551			
計 total	98.0	17.803	17.212	68.0	13.919	15.437	85.0	24.911	31.654	88.5	404.701	433.565	60.2	30.130	32.337	195.9	90.024	89.355

※　斜体の数字は、欠測したデータの推定値。　Estimated values of missing data were italicized.
×　流出量の欠測値。　Missing data of runoff.

Appendix 1. 定山渓試験地の日降水量および日流出量（つづき）
Daily precipitation and runoff at JEW (Continued)

2017年7月～12月 (July - December, 2017)　　(単位 unit: mm)

日 day	7月 July 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	7月 July 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	7月 July 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	8月 August 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	8月 August 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	8月 August 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	9月 September 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	9月 September 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	9月 September 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	10月 October 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	10月 October 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	10月 October 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	11月 November 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	11月 November 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	11月 November 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa	12月 December 降水量 precipitation 気象露場 meteor. station	12月 December 流出量 runoff 時雨1の沢 Shigure-Ichinosawa	12月 December 流出量 runoff 時雨2の沢 Shigure-Ninosawa
1	*1.1*	0.943	1.023	*1.1*	0.281	0.427	*0.0*	0.134	0.193	*0.0*	0.705	0.892	*3.3*	3.150	4.974	*1.1*	3.901	5.916
2	*0.0*	0.721	0.891	*0.0*	0.176	0.208	*0.0*	0.138	0.178	*0.0*	0.660	0.722	*0.0*	1.794	3.201	*4.5*	2.556	4.055
3	*0.0*	0.673	0.770	*0.0*	0.227	0.166	*0.0*	0.215	0.164	*0.0*	0.561	0.646	*10.0*	1.294	2.384	*4.5*	1.984	3.074
4	*20.1*	1.839	3.207	*0.0*	0.235	0.147	*0.0*	0.253	0.149	*0.0*	0.432	0.541	*7.8*	3.121	4.404	*1.1*	1.624	2.466
5	*0.0*	1.041	1.492	*1.1*	0.236	0.149	*0.0*	0.333	0.137	*0.0*	0.348	0.451	*0.0*	2.315	2.886	*8.9*	1.410	2.159
6	*0.0*	0.726	0.986	*0.0*	0.250	0.131	*0.0*	0.432	0.119	*0.0*	0.284	0.391	*0.0*	1.685	2.331	*4.5*	1.133	1.772
7	*0.0*	0.574	0.779	*0.0*	0.239	0.121	*0.0*	0.426	0.113	*0.0*	0.235	0.357	*0.0*	1.221	1.852	*0.0*	0.978	1.479
8	*0.0*	0.484	0.634	*0.0*	0.175	0.111	*0.0*	0.475	0.112	*0.0*	0.203	0.319	*7.8*	0.979	1.698	*2.2*	0.958	1.384
9	*0.0*	0.427	0.546	*6.7*	0.149	0.172	*0.0*	0.440	0.112	*0.0*	0.190	0.293	*7.8*	1.406	2.619	*3.3*	0.940	1.264
10	*0.0*	0.375	0.479	*0.0*	0.139	0.176	*8.9*	0.309	0.237	*0.0*	0.166	0.286	*2.2*	1.389	1.990	*0.0*	0.851	1.146
11	*1.1*	0.380	0.447	*0.0*	0.123	0.141	*1.1*	0.194	0.130	*1.1*	0.155	0.298	*33.4*	7.058	8.269	*11.1*	0.980	1.456
12	*1.1*	0.345	0.428	*30.1*	0.910	1.610	*21.2*	0.374	0.608	*5.6*	0.181	0.433	*3.3*	6.638	7.380	*12.3*	0.883	1.377
13	*0.0*	0.321	0.348	*0.0*	0.338	0.473	*4.5*	0.244	0.403	*0.0*	0.109	0.285	*10.0*	3.755	5.371	*0.0*	0.805	1.224
14	*0.0*	0.339	0.289	*1.1*	0.211	0.270	*2.2*	0.213	0.309	*1.1*	0.082	0.246	*5.6*	5.670	7.482	*1.1*	0.760	1.105
15	*0.0*	0.341	0.246	*0.0*	0.165	0.199	*0.0*	0.184	0.202	*0.0*	0.073	0.238	*5.6*	4.315	5.875	*0.0*	0.734	1.007
16	*17.8*	0.902	1.686	*0.0*	0.154	0.160	*0.0*	0.148	0.157	*0.0*	0.083	0.230	*1.1*	2.813	4.247	3.0	0.752	0.983
17	*1.1*	0.372	0.605	*0.0*	0.145	0.157	*0.0*	0.152	0.141	*21.2*	0.206	0.697	*0.0*	1.954	2.975	0.0	0.761	0.951
18	*0.0*	0.282	0.414	*1.1*	0.145	0.158	*103.7*	19.279	22.439	*3.3*	0.802	1.799	*16.7*	2.004	3.701	0.5	0.715	0.880
19	*0.0*	0.249	0.327	*0.0*	0.130	0.141	*25.6*	4.850	6.267	*0.0*	0.378	0.725	*8.9*	2.115	3.497	3.0	0.635	0.854
20	*0.0*	0.221	0.275	*0.0*	0.118	0.120	*13.4*	10.245	11.075	*0.0*	0.220	0.486	*1.1*	1.866	2.979	0.0	0.597	0.789
21	*2.2*	0.214	0.247	*0.0*	0.101	0.110	*0.0*	5.264	5.758	*0.0*	0.152	0.393	*0.0*	1.535	2.446	1.5	0.576	0.743
22	*21.2*	0.571	1.038	*63.5*	5.817	8.120	*0.0*	2.529	2.989	*0.0*	0.146	0.348	*13.4*	1.771	3.221	0.0	0.576	0.732
23	*0.0*	0.310	0.377	*0.0*	1.125	1.360	*26.8*	3.286	4.643	*39.0*	1.789	2.664	*8.9*	10.083	12.023	0.5	0.568	0.729
24	*0.0*	0.297	0.278	*2.2*	0.525	0.693	*0.0*	6.939	7.095	*0.0*	3.728	4.759	*14.5*	6.657	9.041	0.0	0.559	0.715
25	*0.0*	0.357	0.234	*6.7*	0.385	0.626	*0.0*	3.133	3.753	*0.0*	2.352	2.970	*7.8*	3.503	5.662	6.0	2.000	2.597
26	*0.0*	0.361	0.198	*3.3*	0.251	0.430	*0.0*	1.790	2.203	*0.0*	1.246	1.864	*15.6*	2.388	4.006	4.5	2.066	2.068
27	*0.0*	0.335	0.174	*1.1*	0.210	0.325	*11.1*	1.365	1.758	*0.0*	0.769	1.311	*0.0*	1.632	2.889	0.0	1.692	1.661
28	*2.2*	0.249	0.187	*0.0*	0.179	0.257	*2.2*	1.354	1.936	*0.0*	0.588	1.008	*1.1*	1.342	2.471	0.0	1.401	1.405
29	*0.0*	0.165	0.174	*10.0*	0.297	0.513	*8.9*	1.034	1.384	*24.5*	0.726	1.354	*15.6*	6.696	9.390	0.0	1.266	1.271
30	*0.0*	0.148	0.152	*0.0*	0.184	0.310	*1.1*	0.969	1.267	*24.5*	21.174	22.541	*2.2*	6.848	9.039	0.0	1.101	1.154
31	*16.7*	0.332	0.529	*0.0*	0.157	0.232				*0.0*	8.199	10.721				0.0	0.992	1.069
計 total	84.6	14.894	19.460	128.0	13.777	18.213	230.7	66.701	76.031	120.3	46.942	60.268	203.7	98.997	140.303	73.6	36.754	49.485

※　斜体の数字は、欠測したデータの推定値。　Estimated values of missing data were italicized.
×　流出量の欠測値。　Missing data of runoff.

Report of hydrological observations at Jozankei Experimental Watershed (January 2013 through December 2017)

Tatsuhiko NOBUHIRO [1)]*, Katsumi YAMANOI [1)], Yasuko MIZOGUCHI [1)] and Toshio ABE [2)]

Abstract

Jozankei Experimental Watershed (JEW), located in a national forest on the outskirts of Sapporo, Hokkaido, Japan, was established in 1987 for the purpose of forest hydrological research in cold, snowy regions. The study site consists of two adjacent smaller watersheds, called Shigure-Ichinosawa and Shigure-Ninosawa. Long-term surveys of precipitation and stream runoff in both watersheds have been conducted. Daily precipitation and runoff data from 1991 to 2012 have already been published. This report describes daily precipitation and runoff data for the five-year period from 2013 through 2017. There were some events to note during this period. High-intensity precipitation of 76.5 mm per day coincided with peak snowmelt-runoff on April 7, 2013, and a large amount of sediment flowed into the sediment reservoirs. At this time, an overflow occurred at the gauging weir in Shigure-Ninosawa. Therefore, we carried out dredging from February 21 to March 3, 2014. Some long-term precipitation data are missing from the observation period. Stand-wither became noticeable during this period. The causes of damage within the watersheds were considered to include the increase in DBH-H ratio and the increase in the Yezo deer population.

Key words: Jozankei Experimental Watershed, precipitation, runoff, snowy cold region, mixed forest of coniferous and broadleaf trees

Received 14 August 2019, Accepted 2 April 2020
1) Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Product Research Institute (FFPRI)
2) Tohoku Research Center, FFPRI
* Hokkaido Research Center, FFPRI, Hitsujigaoka-7, Sapporo 062-8516, JAPAN; e-mail: tatuhiko@ffpri.affrc.go.jp

訂　正（Erratum）

森林総合研究所研究報告 Vol. 17-No. 3（No. 447）pp. 265–272 の補足電子資料 Table S1 に誤りがありました。以下の様に訂正いたします。

13153 行

誤：46	15	canopy	2017	2017-08-07	Betula platyphylla var. japonica	シラカンバ	NA
正：46	15	canopy	2017	2017-08-07	Betula platyphylla var. japonica	シラカンバ	5

13154 行

誤：46	15	canopy	2017	2017-08-07	Abies sachalinensis	トドマツ	NA
正：46	15	canopy	2017	2017-08-07	Abies sachalinensis	トドマツ	1

13218 行

誤：46	15	shrub	2017	2017-08-07	Sasa senanensis	クマイザサ	NA
正：46	15	shrub	2017	2017-08-07	Sasa senanensis	クマイザサ	5

13298 行

誤：46	15	herb	2017	2017-08-07	Oxalis acetosella	コミヤマカタバミ	NA
正：46	15	herb	2017	2017-08-07	Oxalis acetosella	コミヤマカタバミ	+

Errors appeared in Table S1 in pp. 265–272 of Vol. 17-No. 3 (No. 447), as follows.

Lines 13153

Incorrect：46	15	canopy	2017	2017-08-07	Betula platyphylla var. japonica	シラカンバ	NA
Correct ：46	15	canopy	2017	2017-08-07	Betula platyphylla var. japonica	シラカンバ	5

Lines 13154

Incorrect：46	15	canopy	2017	2017-08-07	Abies sachalinensis	トドマツ	NA
Correct ：46	15	canopy	2017	2017-08-07	Abies sachalinensis	トドマツ	1

Line 13218

Incorrect：46	15	shrub	2017	2017-08-07	Sasa senanensis	クマイザサ	NA
Correct ：46	15	shrub	2017	2017-08-07	Sasa senanensis	クマイザサ	5

Line 13298

Incorrect：46	15	herb	2017	2017-08-07	Oxalis acetosella	コミヤマカタバミ	NA
Correct ：46	15	herb	2017	2017-08-07	Oxalis acetosella	コミヤマカタバミ	+

訂　正（Erratum）

森林総合研究所研究報告 Vol. 19-No. 1（No. 453）において、以下の 2 点を訂正申し上げます。

p. 89　共著者の所属
誤：3) Former FFPRI
正：3) Deceased (FFPRI)

An error belongs of co-author on p.89 of Vol. 19-No. 1 (No. 453), as follows.
Incorrect：3) Former FFPRI
Correct　：3) Deceased (FFPRI)

p. 104　共著者の表記
誤：金指 達郎[3)]
正：故金指 達郎[3)]

An error belongs of co-author on p.104 of Vol. 19-No. 1 (No. 453), as follows.
Incorrect：金指 達郎[3)]
Correct　：故金指 達郎[3)]

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 theForestry 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

2020年8月 発行　　森林総合研究所研究報告 第19巻2号（通巻454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　前田印刷株式会社
〒305-0836　茨城県つくば市山中152-4
電話：029-875-6696　　Fax：029-875-6698

©2020 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。

BULLETIN
of the
Forestry and
Forest Products
Research Institute

森林総合研究所研究報告

Vol.19 No.2 (No.454)



page115
木材のチップ化エネルギーおよびコストに及ぼす原料寸法および樹種の影響
:藤本 清彦、佐々木 達也、伊神 裕司、吉田 貴紘、高野 勉
Effects of dimension and species of wood materials on the energy consumption and cost during comminution by a disc chipper
by Kiyohiko FUJIMOTO, Tatsuya SASAKI, Yuji IKAMI, Takahiro YOSHIDA and Tsutomu TAKANO

page121
屋外用途における木材の保存処理と塗装との相乗効果の検証
:大村 和香子、石川 敦子、伊藤 優子、原田 寿郎、大木 博成、安井 清一、山口 秋生、森田 珠生、須貝 与志明、茂山 知巳、赤堀 裕一、手塚 大介、五十嵐 盟、関澤 外喜夫
Verification on Synergy Effect between Wood Preservation and Coating in Outdoor Use
by Wakako OHMURA, Atsuko ISHIKAWA, Yuko ITOH, Toshiro HARADA, Hironari OKI, Seiichi YASUI, Akio YAMAGUCHI, Tamao MORITA, Yoshiaki SUGAI, Tomoaki SHIGEYAMA, Yuichi AKAHORI, Daisuke TEDUKA, Chikai IGARASHI and Tokio SEKIZAWA

page137
ダイバーシティを高めた状態での共同作業がもたらす意識変容傾向とその過程
ー山中湖村演習林を対象とした東京大学と女子美術大学の合同演習における調査ー
:高山 範理、藤原 章雄、横山 勝樹、齋藤 暖生、下田 倫子、後藤 晋
Trends and processes of consciousness change brought about by collaborative exercise with increased diversity - A Survey in a Joint Exercise between the University of Tokyo and Joshibi University of Art and Design in University Forest of the University of Tokyo, Village of Yamanakako -
by Norimasa TAKAYAMA, Akio FUJIWARA, Katsuki YOKOYAMA, Haruo SAITO, Tomoko SHIMODA and Susumu GOTO

page153
γ線で誘発したマツタケ突然変異体の菌床栽培での形態変化(英文)
:村田 仁、山中 高史、下川 知子、太田 明
Morphological changes in a γ-ray irradiation-induced mutant of the ectomycorrhizal agaricomycete *Tricholoma matsutake* during in vitro spawning on barley-based substrates
by Hitoshi MURATA, Takashi YAMANAKA, Tomoko SHIMOKAWA and Akira OHTA

page159
宝川森林理水試験地観測報告 ー本流・初沢試験流域ー(1991年1月～2000年12月)
:久保田 多余子、野口 正二、清水 貴範、細田 育広、村上 茂樹、壁谷 直記、清水 晃、阿部 俊夫、坪山 良夫、玉井 幸治
Statistical report of hydrological data from TAKARAGAWA experimental watershed. -HONRYU and SHOZAWA watershed (January, 1991 to December, 2000) -
by Tayoko KUBOTA, Shoji NOGUCHI, Takanori SHIMIZU, Ikuhiro HOSODA, Shigeki MURAKAMI, Naoki KABEYA, Akira SHIMIZU, Toshio ABE, Yoshio TSUBOYAMA and Koji TAMAI

page185
広葉樹で補強した柱-貫接合部のモーメント抵抗性能
ー降伏以降の特性値算出法の提案及び、貫材の横圧縮性能と接合部性能との関係の把握ー
:末定 拓時、宮本 康太、渋沢 龍也、稲山 正弘、青木 謙治
Characteristic values of rotational moment resistance performance of a nuki-column joint reinforced with hardwood -Proposal of post -yield evaluation method and grasping relationships between the joint performance and the compression perpendicular to the grain performance of the materials-
by Hiroto SUESADA, Kohta MIYAMOTO, Tatsuya SHIBUSAWA, Masahiro INAYAMA and Kenji AOKI

page195
定山渓森林理水試験地観測報告(2013年1月～2017年12月)
:延廣 竜彦、山野井 克己、溝口 康子、阿部 俊夫
Report of hydrological observations at Jozankei Experimental Watershed (January 2013 through December 2017)
by Tatsuhiko NOBUHIRO, Katsumi YAMANOI, Yasuko MIZOGUCHI and Toshio ABE

(国研)森林機構
森林総合研究所
茨城県つくば市松の里1番地

Forestry and Forest Products Research Institute
1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687, Japan
URL https://www.ffpri.affrc.go.jp/ffpri.html

リサイクル適性Ⓐ
この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。