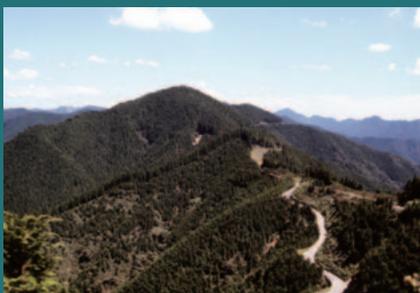


森林総合研究所研究報告

Vol.13-No.4 (No.433)

BULLETIN

of the
Forestry and
Forest Products
Research Institute



December 2014



独立行政法人 森林総合研究所
Forestry and Forest Products Research Institute

The Chief Editor

河原 孝行 KAWAHARA Takayuki (Principal Research Coordinator, FFPRI)

The Vice-Chief Editor

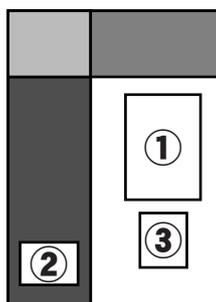
田淵 隆一 TABUCHI Ryuichi (Associate Research Coordinator, FFPRI)

Editor

立花 敏 TACHIBANA Satoshi (Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba)
丸山 温 MARUYAMA Yutaka (College of Bioresource Sciences, Nihon University)
小林 政広 KOBAYASHI Masahiro (Research Planning and Coordination Department, FFPRI)
酒井 武 SAKAI Takeshi (Department of Forest Vegetation, FFPRI)
玉井 幸治 TAMAI Koji (Department of Soil and Water Conservation, FFPRI)
萩野 裕章 HAGINO Hiroaki (Department of Meteorological Environment, FFPRI)
秋庭 満輝 AKIBA Mitsuteru (Department of Forest Microbiology, FFPRI)
長谷川 元洋 HASEGAWA Motohiro (Department of Forest Entomology, FFPRI)
堀野 眞一 HORINO Shinichi (Department of Wildlife Biology, FFPRI)
村田 仁 MURATA Hitoshi (Department of Applied Microbiology, FFPRI)
上村 巧 UEMURA Takumi (Department of Forest Engineering, FFPRI)
石川 敦子 ISHIKAWA Atsuko (Department of Wood Improvement, FFPRI)
石崎 涼子 ISHIZAKI Ryoko (Department of Forest Policy and Economics, FFPRI)
荒木 眞岳 ARAKI Masatake (Kyushu Research Center, FFPRI)
加藤 一隆 KATO Kazutaka (Forest Tree Breeding Center, FFPRI)
森澤 猛 MORISAWA Takeshi (Research Information Division, FFPRI)

This journal is indexed in CAB Abstracts.

表紙写真 Photograph in Cover



- ①秋田県上小阿仁村のスギ天然林
Natural Forest of Cedar (*Cryptomeria japonica*) in Kamikoani, Akita Prefecture.
- ②徳島県海南町のスギ人工林
Artificial Forest of Cedar (*Cryptomeria japonica*) in Kainan, Tokushima Prefecture.
- ③(本文207ページ~223ページ)
定山溪森林理水試験地観測報告(2008年1月~2012年12月)
Report of hydrological observations at Jozankei Experimental Watershed (January 2008 through December 2012)

目次

論文

Google Earth を用いた野生生物観測データの地図化
平川 浩文 155

都市近郊造林地における人工的ギャップ形成が哺乳類の活動に与える影響
林 典子、井上 大成 173

研究資料

スギ在来品種の心持ち正角材における
高温乾燥で生じた内部割れと木口割れの変動(英文)
山下 香菜、平川 泰彦、齋藤 周逸、
池田 元吉、中谷 浩、太田 正光 183

札幌森林気象試験地の気象(1999～2008年)
溝口 康子、山野井 克己、北村 兼三、
中井 裕一郎、鈴木 覚 193

定山溪森林理水試験地観測報告(2008年1月～2012年12月)
阿部 俊夫、山野井 克己、溝口 康子、北村 兼三 207

平成18～22年度に調査した収穫試験地等
固定試験地の経年成長データ(収穫試験報告第25号)
細田 和男、家原 敏郎、鷹尾 元、西園 朋広、
高橋 興明、石橋 聡、高橋 正義、古家 直行、
小谷 英司、田中 邦宏、平田 泰雅、光田 靖、
北原 文章、近藤 洋史、齋藤 英樹、佐野 真琴 225

森林総合研究所多摩森林科学園の穿孔性甲虫類
(鞘翅目ホソカミキリムシ科・カミキリムシ科・
タマムシ科・キクイムシ科)
松本 和馬、楨原 寛、栗原 隆、後藤 秀章、永野 裕 255

十日町における冬期の気象および雪質の調査資料(8)
(2009/10年～2013/14年5冬期)
竹内 由香里、遠藤 八十一、庭野 昭二、村上 茂樹 271

東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布変遷
— 2007年度～2011年度の分布変遷 —
東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会 335

Bulletin of FFPRI, Vol.13. No.4 (No.433) December 2014
CONTENTS

Original article

- Using Google Earth to map wildlife monitoring data
HIRAKAWA Hirofumi 155
- Mammal activities in suburban plantation forests affected by making artificial gaps
HAYASHI Noriko and INOUE Takenari 173

Research record

- Variations in internal- and end checks in boxed-heart square timber of
sugi (*Cryptomeria japonica*) cultivars dried by the high-temperature setting method
YAMASHITA Kana, HIRAKAWA Yasuhiko,
SAITO Shuetsu, IKEDA Motoyoshi,
NAKATANI Hiroshi and OHTA Masamitsu 183
- Meteorological observations at the Sapporo forest meteorology research site
from 1999 to 2008, Hokkaido, Japan
MIZOGUCHI Yasuko, YAMANOI Katsumi,
KITAMURA Kenzo, NAKAI Yuichiro and SUZUKI Satoru 193
- Report of hydrological observations at Jozankei Experimental Watershed
(January 2008 through December 2012)
ABE Toshio, YAMANOI Katsumi,
MIZOGUCHI Yasuko and KITAMURA Kenzo 207
- Time-series data of the growth and yield experimental sites
surveyed in FY2006-2010 (Growth and Yield Experiment Report No.25)
HOSODA Kazuo, IEHARA Toshiro, TAKAO Gen,
NISHIZONO Tomohiro, TAKAHASHI Tomoaki,
ISHIBASHI Satoshi, TAKAHASHI Masayoshi,
FURUYA Naoyuki, KODANI Eiji, TANAKA Kunihiko,
HIRATA Yasumasa, MITSUDA Yasushi,
KITAHARA Fumiaki, KONDO Hiroshi,
SAITO Hideki and SANO Makoto 225
- Wood-boring beetles of Disteniidae, Cerambycidae, Buprestidae and Scolytidae collected
in Tama Forest Science Garden of Forestry and Forest Products Institute
MATSUMOTO Kazuma, MAKIHARA Hiroshi,
KURIHARA Takashi, GOTO Hideaki and NAGANO Hiroshi 255
- Data of meteorology and snow pit observations at Tohkamachi in
Niigata Prefecture, Japan (VIII) (2009-10 to 2013-14, five winter periods)
TAKEUCHI Yukari, ENDO Yasoichi,
NIWANO Shoji and MURAKAMI Shigeki 271
- Changes in the distributions of pine wilt disease and the vector beetle
Monochamus alternatus in the Tohoku region of northern Japan between 2007 and 2011
Forest Conservation Departmental Meeting of
Tohoku Forestry Research Institute Liaison Council 335

論文 (Original article)

Google Earth を用いた野生生物観測データの地図化

平川 浩文^{1)*}

要旨

野生生物観測データの効率的な把握や共有、公開のために、データを3次元のオンラインデジタル地図 Google Earth 上で地図化する技術を、デジタル地図制御用のコンピュータ言語 KML を用いて開発した。この技術は、Microsoft 社のソフト、エクセルを用いたデータ処理システムの一部として開発され、エクセルのデータ処理を自動化するマクロの形で実現している。開発されたマクロにより KML ファイル5種類が作成される。作成された KML ファイルは現在、北海道野生生物観測ネットワークの推進に利用されている。開発した技術の中で、Google Earth の3次元地図空間内にデータ図を作成する手法は独自性が高いと思われる。この手法により、各地点で得られた多数のデータを地点ごとにまとめて表示することが可能になり、地点情報の総合的な把握が容易になった。この手法を「地点総合地図化」と名づけた。この手法は今後幅広い分野で応用可能と思われるので、その技術の要点について紹介した。開発した技術の一部は次のウェブサイトで見学データの公開に利用されている。<http://cse.ffpri.affrc.go.jp/hiroh/wildlife-monitoring>

キーワード：Google Earth, KML, データ地図化, 地点総合地図化, 自動撮影, 北海道野生生物観測ネットワーク

1. はじめに

野生生物観測で得られたデータを、3次元のオンラインデジタル地図 Google Earth 上で地図化する技術を開発した。野生生物観測は森林総研北海道支所が北海道森林管理局や北海道内の大学と連携して実施しているもので、開発された観測データの地図化技術は、観測データの効率的な把握、観測結果の共有と公開のために利用され、いまや野生生物観測の推進のために不可欠の道具となっている(平川 2014)。

Google Earth を用いたデータの地図化は、この事例にとどまらず、自然環境分野など地理情報を扱う幅広い分野においてデータの把握・共有・公開のためにきわめて有用であると思われる。実際、すでにその利用は各分野で進められている(例えば、Patterson 2007, 村尾・笹木 2007, 斎藤ら 2007, 田中・平藤 2009, 小林 2010, 栗田 2010, Blenkinsop 2012) が、その潜在的な有用性に比べて実際の利用はまだ限定的と思われる。その背景には、Google Earth の利用に関する基礎知識・背景知識の不足に加えて、その有用性に対する理解の不足や初心者に必要な包括的な手引の不足がある。さらに、同一地点に多数の情報を同時に表現するのが難しいという、地図上でのデータ表現に関わる一般的な制約(田中・平藤 2009) も関係していると考えられる。

本論文では、Google Earth を利用したデータ地図化

を検討する人のために、必要と思われる基礎および関連情報を整理して紹介し、さらに、具体事例として、今回開発した野生生物観測データ地図化技術の概要を紹介したい。なかでも特に、Google Earth の3次元地図空間内にデータ図を作成する手法は、地図におけるデータ表現の幅を広げるもので、将来多くの分野で利用される可能性があると思われるので、その要点について解説する。なお、開発した技術はすでに関連のウェブサイトで観測結果の公開に利用されているので、適宜参照されたい(平川 2014)。

2. Google Earth および KML に関する基礎および関連情報

まず、Google Earth を用いたデータの地図化に必要な、Google Earth およびその制御言語である KML に関する基礎及び関連情報を紹介したい。

2.1 基礎情報

Google Earth はインターネットで利用できる3次元のデジタル地図であり、それを利用するためのアプリケーションの名称でもある。どちらも Google 社から無料で提供されている。オンラインのコンピュータでこのアプリケーションを起動すると、視点を自由に動かしながら、地球表面(の衛星画像)を立体的に眺めることができる。

原稿受付：平成 25 年 12 月 27 日 原稿受理：平成 26 年 10 月 15 日

1) 森林総合研究所北海道支所森林生物研究グループ

* 森林総合研究所北海道支所森林生物研究グループ 〒062-8516 札幌市豊平区羊ヶ丘7番地

KML はコンピュータ言語で、オンラインで使えるデジタル地図 (Google Maps, Google Earth など) を制御するためのものである。この言語でコードを記述したファイルを作成することにより、例えば、Google Earth の地図をある視点で眺めたり、ある地点に記号や文字を表示させたりすることができる。

この言語は、誕生当初「Keyhole Markup Language」と呼ばれていたが、現在では、その略語 (頭字語) だった KML が正式名称となっている (OGC 2014)。Keyhole は、Google Earth の前身に当たるアプリケーションの名称で、2004 年に Google 社がこれを開発した Keyhole 社を買収したことで Google Earth が誕生した。

KML はマークアップ言語の一つで、テキスト形式で記述できる (Fig. 1)。マークアップ言語は、テキストで表現されたさまざまな情報の断片を、それぞれの性格に従って分類・階層化し、階層ごとにその性格を示す標識を付ける形の構造をとる (Fig. 1)。標識はタグと呼ばれ、「<」と「>」の記号の間にその内容が記述される。標識の対象となる階層はその前後をタグで挟む形で示される。後ろのタグには「<」の後にさらに「/」を付ける。

KML で記述されたファイルには kml という拡張子が付けられ、KML ファイルと呼ばれる。また、KML ファイルを zip 方式で圧縮したファイルには kmz という拡張子が付けられ、KML ファイルと同等の機能を持つ (Google 2014a)。

Google Earth がインストールされたコンピュータで KML ファイルを開くと、Google Earth が起動してその内容を読み、その記述にしたがって Google Earth の画面内に地図表示が行われる。Google-Earth-plugin がインストールされたコンピュータでは、ブラウザの画面内に Google Earth の地図画面を表示することが可能で、その中で KML ファイルに基づく表示も可能になる。Google-Earth-plugin も Google 社から無料で提供されている。

ウェブページ内に Google Earth の地図画面を埋め込んだり、その画面内に KML ファイルによる表示を行わせるための技術は、Google Earth API と呼ばれる (Google 2014e)。API とは Application Programming Interface の略で、一般に、あるアプリケーション (ここでは Google-Earth-plugin) を別のアプリケーション (ここではブラウザ) から利用するための手続きのことを指す。Google Earth API は JavaScript を利用している。JavaScript もコンピュータ言語の一種で、ブラウザにページを表示するための HTML ファイル内にこの言語による記述を挿入することで、HTML だけでは実現できない動的表示 (すなわち、状況や操作などに応じて内容を変化させる表示) が可能となる。HTML (hyper text markup language) もコンピュータ言語で、HTML ファイルを開くと、ブラウザがその内容を読み、その記述にしたがって表示が行われる。

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2" xmlns:KML="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
<Document>
  <open>1</open>
  <name>図 1. KML ファイルの記述例 </name>
  <LookAt> // 記号を狙って視点を設定する例：経度、緯度、地面からの高さ、視線の方位、傾き、視点からの距離
    <longitude>141.3908</longitude>
    <latitude>42.9967</latitude>
    <altitude>0</altitude>
    <heading>0</heading>
    <tilt>0</tilt>
    <range>1000</range>
  </LookAt>
  <Placemark>
    <name>森林総合研究所 北海道支所 </name>
    <Style>
      <IconStyle> // 記号の指定
        <Icon><href>http://maps.google.com/mapfiles/kml/pushpin/ylw-pushpin.png</href></Icon>
        <color>ffffff</color>
        <scale>1.0</scale>
      </IconStyle>
      <LabelStyle> // ラベルの指定
        <color>ffffff</color>
        <scale>0.7</scale>
      </LabelStyle>
    </Style>
    <Point> // 記号の位置 (経度、緯度、地面からの高さ) の指定
      <coordinates>141.3908, 42.9967, 0</coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</Document>
</kml>

```

Fig. 1. KML ファイルのコード記述例

上の記述を文字コード UTF-8 で拡張子 kml をつけて保存して、ダブルクリックすると Google Earth 地図の指定地点に記号と文字を表示できる。

KML file example code.

If the code above is saved in a UTF-8 text file with the extension ".kml" and double-clicked, a labelled symbol will be displayed at a designated location in Google Earth.

2.2 関連情報

オンラインで地球の立体地図を表示するアプリケーションは earth browser (あるいは geobrowser) と呼ばれることがある。earth browser には、Google Earth 以外にも NASA WorldWind など複数あり、KML ファイルによる表示が原則可能であるとされる (Google 2014b)。

Google Earth は Mac OS や Windows といったコンピュータ OS で、また Google-Earth-plugin はこれらの OS 上で動くウェブブラウザ (Internet Explorer, Firefox, Safari, Opera, Google Chrome など) で利用できる。ただし、Windows 上の Safari では Google-Earth-plugin がサポートされていないなどの例外が一部にある。

Google Earth 地図の利用は、アメリカ合衆国における著作権関連概念の一つ「フェアユース (正当な利用)」の範囲内であれば、ライセンスに基づく許諾を得る必要はない (Google 2014c, d)。また、KML に関する技術情報は Google 社のウェブサイトで提供されており、KML ファイルの作成および配布に特に制約はない (Google 2014a)。なお、KML2.2 版は 2007 年に Open Geospatial Consortium, Inc. (OGC) という団体の規格に登録され、OGC KML となった。OGC は地理情報システムのオープンソース化を目指す団体で、KML は国際規格となり、その公共性が保証されることになった (OGC 2014)。

3. 野生生物観測に関する基礎情報

野生生物観測とは、野生生物の生息状況を定期的に把握することであり、野生生物の保全や管理のための情報基盤をつくるためのものである。

3.1 北海道で進めている野生生物観測

森林総合研究所北海道支所は、北海道森林管理局や道内の大学と共同で野生生物観測を進めており、これを「北海道野生生物観測ネットワーク」と呼んでいる。2014 年の時点で国有林 6 機関、4 大学が参加しており、道内 16 地点で年 1 回、あるいは春と秋の 2 回観測が行われている。参加機関は、それぞれ主体的に観測を実施し、そのデータを処理する。観測データは各参加機関が個別に管理し、自ら活用するほか、森林総研北海道支所がデータを共有・集中管理し、広域的に活用を図るという枠組みで運営されている。観測もデータ処理も北海道支所が開発した技術を用いて行われている。

観測には自動撮影が用いられている。1 観測では、最低 6 台の自動撮影装置を、原則として互いに 500 m 以上の距離において林道脇の立ち木に設置し、林道を通過する中大型哺乳類を検知して撮影する。1 回の観測期間は 2 週間から 4 週間である。

3.2 観測データの概要

観測データは Microsoft 社のソフト、エクセルを用いて整理されている。

観測データは大別して次のような内容・項目から成る。

- 1) 観測に関するデータ (観測点の地名、観測期間、実施機関名、装置の機種名・設定内容、設置地点の経緯度など)
- 2) 作業記録 (装置の準備・設置・中間チェック・回収など)
- 3) 撮影データ (各撮影地点において得られた写真の撮影時刻と内容)

3.3 観測データ処理の概要

観測データの処理は次の手順で行われる。

- 1) データ書式の作成
- 2) データの入力
- 3) データ処理の実行

この結果、観測データファイルが完成する。これらはすべてマクロを利用して行われる。マクロとは、エクセルのデータ処理を自動化する機能で、そのコードの記述は VBA (Visual Basic for Applications) というコンピュータ言語で行われる。上記の手順 3.3-1) と 3.3-3) はほぼ完全に自動化され、手順 3.3-2) ではマクロの補助により必要最小限のキー操作でデータ入力が可能となっている。これらのマクロはすべて一つのエクセルファイルに格納されており、利用時にはこのファイルを開いた上で、メニューから必要なマクロを選択して実行する。

KML ファイルの作成は、上記の手順 3.3-3) の最後、あるいはその終了後に行われる。データ処理全体の詳細については、別途報告したい。

4. 地図化技術開発の目的

地図化技術開発は次の目的のために行った。

- 1) 撮影地点の経緯度データのチェック
- 2) 撮影地点の配置の把握・適正化
- 3) 観測結果の把握・活用
- 4) 観測参加機関相互の情報共有
- 5) 観測結果の公開

この内、当初、項目 4-4) の「観測参加機関相互の情報共有」を目的として開発された技術は、その後、参加機関の理解を得て項目 4-5) の「観測結果の公開」に利用された。このため、現在、観測結果の公開が情報共有の機能も大部分兼ねる形になっている。

5. 開発技術の概要

5.1 KML ファイルの作成方法

KML ファイルはエクセルのマクロを利用して作成する。作成は次の二つの基本手順からなる。

- 1) 観測データファイルからデータを読み、エクセルのシート上に KML によるコード記述を展開。
- 2) この記述をテキストファイルに書き出して、kml という拡張子を付けて保存。

これで KML ファイルが完成するが、現状ではこのあとにもう一つ、手順が必要である。エクセルのマクロで作成されるファイルは文字コードが Shift JIS であり、そのままでは Google Earth 上で日本語が正しく表示されないためである。

- 3) 作成した KML ファイルの文字コードを Shift JIS から UTF-8 に変換。

5.2 作成した KML ファイルの種類

作成した KML ファイルの種類は以下の 5 つである。

- 1) 撮影地点 kml
- 2) 個別観測 kml
- 3) 観測点まとめ kml
- 4) 観測点まとめ複合 kml
- 5) 種別年別多地点 kml

それぞれに対応するマクロはすべて、データ処理用のエクセルファイル内にまとめて格納されている。

5.3 各 KML ファイルの表示内容・利用目的・機能

1) 撮影地点 kml

1 回の観測で複数配置される自動撮影装置の設置地点(以下、撮影地点)を地図上に記号と番号で表示する。撮影地点の経緯度データのチェック、撮影地点の配置の把握・適正化のために使用される。

2) 個別観測 kml

1 回の観測結果を撮影地点別に表示する (Fig. 2)。初期画面では地点記号のみ表示されるが、Google Earth 画面左のサイドバーに表示される動物名のチェックボックスをチェックすると、その動物の撮影頻度が撮影地点ごとに円記号の大きさと数値で表示される。同じ要領で各撮影地点の稼働時間や地点番号も表示できる。画面上部にはタイトル(地名・観測期間・担当者)が表示される。本ファイルでは、観測された鳥獣全種の結果が表示される。

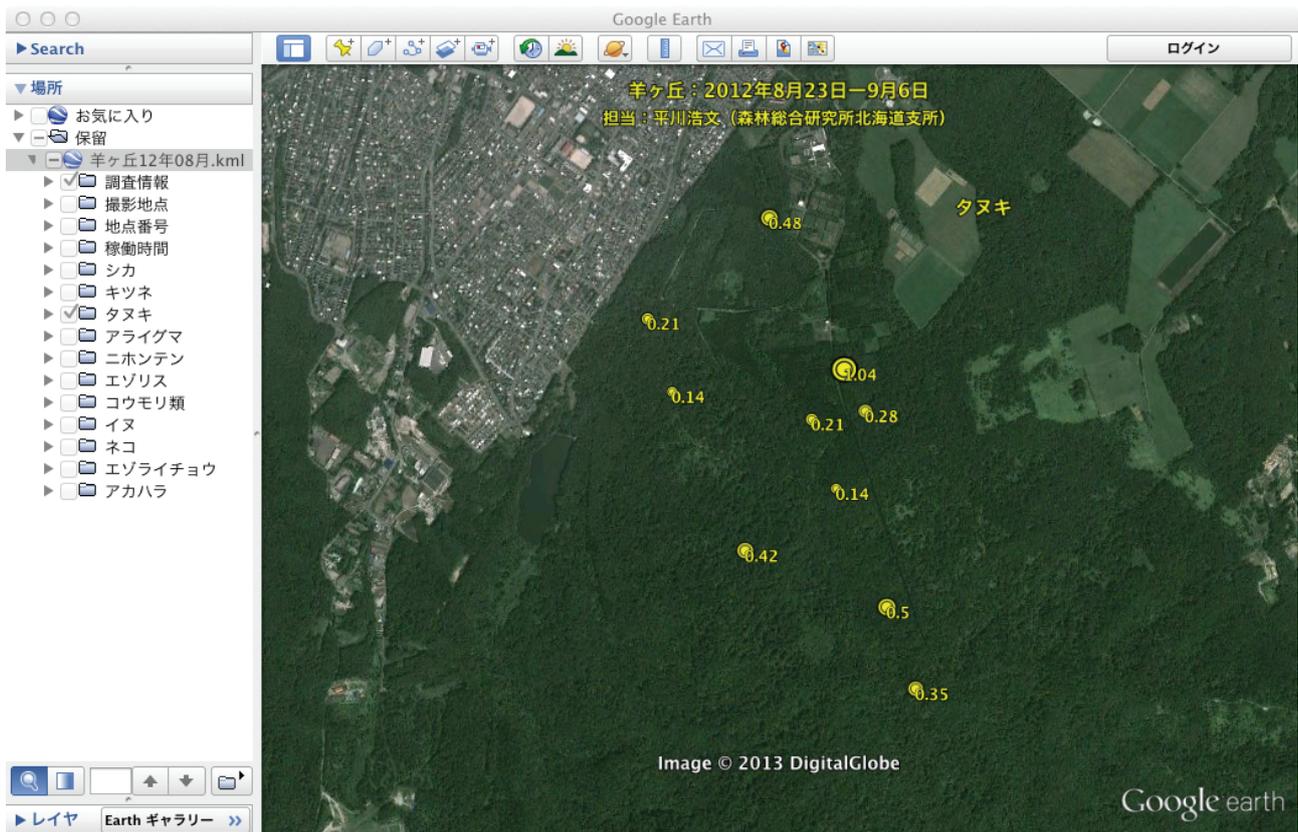


Fig. 2. 個別観測 kml のデスクトップ Google Earth への表示例

羊ヶ丘(札幌市)で2012年8月から9月にかけて行われた観測結果で、タヌキの表示を選択したところ。撮影頻度が撮影地点別に円記号の大きさと数値で表示される。

Example of a single-survey kml displayed in Google Earth on the desktop.

A photo capture rate for the tanuki (Japanese raccoon dog) is displayed above. The data value is indicated by the symbol size and label for each camera trap point. Other species can be selected for display in the side bar. The data above was obtained during a survey conducted at Hitsujigaoka (Sapporo), from August to September 2012.

3) 観測点まとめ kml

観測結果の公開に利用されるファイルの一つで、1 観測点における複数回にわたる観測結果を一つの図にして観測地点に表示する (Fig. 3)。この図を「観測点まとめ図」と呼ぶ。図では、データ項目ごとに 1 数値に集約された個別観測の結果が、観測の年・時期別に行列に配置され、記号の大きさと数字で表現される。本ファイルでは、哺乳類の観測結果のみ表示される。

観測点まとめ図は Google Earth 地図の該地点に表示されるが、図内の記号の位置は地図上の位置としての意味を持たない。この KML ファイルでは KML が図化の道具として用いられていて、その作成には特殊な技法を要し、今回の技術開発の中でも特筆すべきものと考えるので、その手法の要点について「Google Earth 地図の 3 次元空間内にデータ図を作成する手法」の項

で紹介する。

「観測点まとめ kml」には図を表示する以外の機能も付加している。図を介さずに観測点を斜め上空から俯瞰したり、遠望して北海道における観測点の位置を確認したり、観測点を周回飛行しながら眺めたりする機能である。これらの機能を利用することで、観測点の置かれた状況（広域的な位置、観測点とその周辺の地形・土地利用状況など）を容易に把握することができる。また、図を眺めるための元の位置に視点を戻す機能もある。Google Earth 画面のサイドバーにある、それぞれの項目名（「鳥瞰」・「遠望」・「周回」・「定位置」）をダブルクリックすることで、これらの機能を利用できる。この他、背景となる写真画像のため図が見にくい場合に備えて、図の背後に暗幕を表示する機能もあり、同じ要領で利用できる。

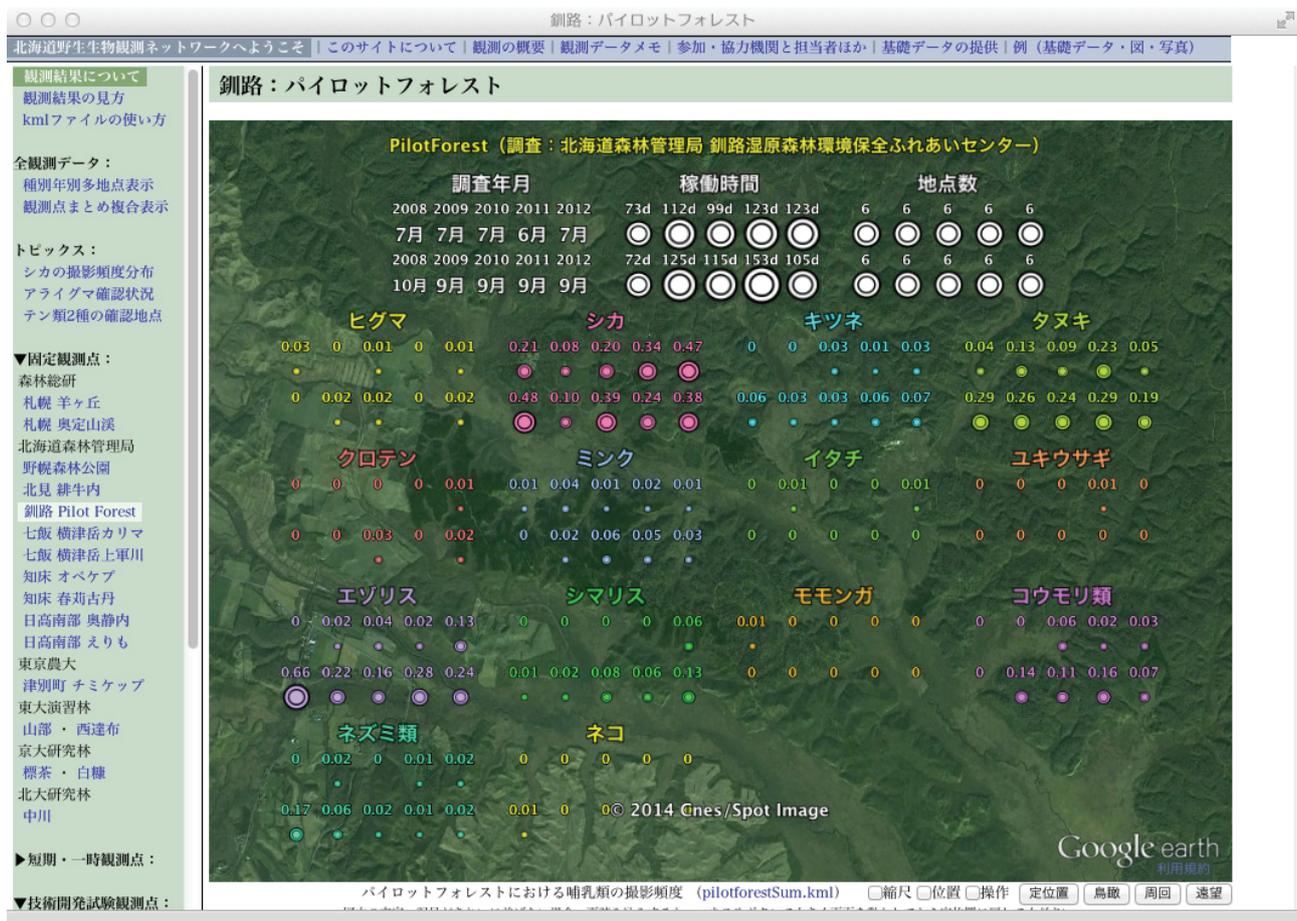


Fig. 3. 観測点まとめ kml のウェブページ内 Google Earth への表示例

鉦路のパイロットフォレストにおける観測結果（5年間、年2回）が表示されている。全部で14種群の記録がある。図右下のボタン（定位置、鳥瞰、周回、遠望）でさまざまな形で観測対象域を眺めることができる。

Example of a site-comprehensive kml displayed in Google Earth on the webpage.

This chart displays the results of surveys conducted biannually over five years at a forest in Kushiro. Fourteen species (or species-groups) have been recorded in total. Four buttons, found below the embedded Google Earth on the right-hand side, are for "Reset", "Birds' Eye", "Fly Around", and "Far Above". These provide different views of the site.

4) 観測点まとめ複合 kml

複数の観測点における観測点まとめ図を一つの KML ファイルでまとめて表示できるようにしたもので、初期画面ではすべての観測点を含む範囲（北海道全域）が表示される (Fig. 4)。Google Earth 画面のサイドバーに表示された各観測点名をダブルクリックすることで、視点が移動してその観測点のまとめ図を表示できる。

本ファイルは複数の観測点まとめ kml から必要なコードを抽出して束ねる形で構成されているが、機能が一つ追加されている。視点が自動的に移動して各観測点まとめ図を順次表示する機能で、サイドバーに表示される「巡回表示」の項目をダブルクリックすることで、これを実行できる。

5) 種別年別多地点 kml

複数の観測点における観測結果を、データ項目別・年別に各観測点に表示する (Fig. 5)。ファイルを開くと、すべての観測点を含む範囲（北海道全域）が表示され、その視点のまま使用する。初期画面では、各観測点の位置と地名が表示される他、北海道全域を囲むように、動物種名と数字二桁の組合せが表示される。これは、記録がある種とその年（西暦年の下二桁）の組み合わせを示している。ここで、Google Earth 画面のサイドバーにある動物名のチェックボックスをチェックすると、その種が出現した各観測点にその撮影頻度が円記号の大きさで数値で表示される。さらに、動物名横の三角記号をクリックして展開すると、記録のある年が表示されるので、同じ要領で年横のチェックボックスのオンオフで年別の表示も可能である。本ファイルでは哺乳類に加えて、出現頻度の高い6種の鳥の結果も表示される。



Fig. 4. 観測点まとめ図複合表示 kml のウェブページ内 Google Earth への表示例

2000年から2012年までに行われた全道35ヶ所の観測結果が表示されている。図右下のボタンを利用すると各観測点の観測点まとめ図を巡回表示できる。

Example of a site-comprehensive composite kml displayed in Google Earth on the webpage.

Surveys results are shown for 35 sites in Hokkaido, from 2000 to 2012. The buttons on the bottom right-hand-side, below the Google Earth display, link to individual sites, where site-comprehensive data charts can be accessed.

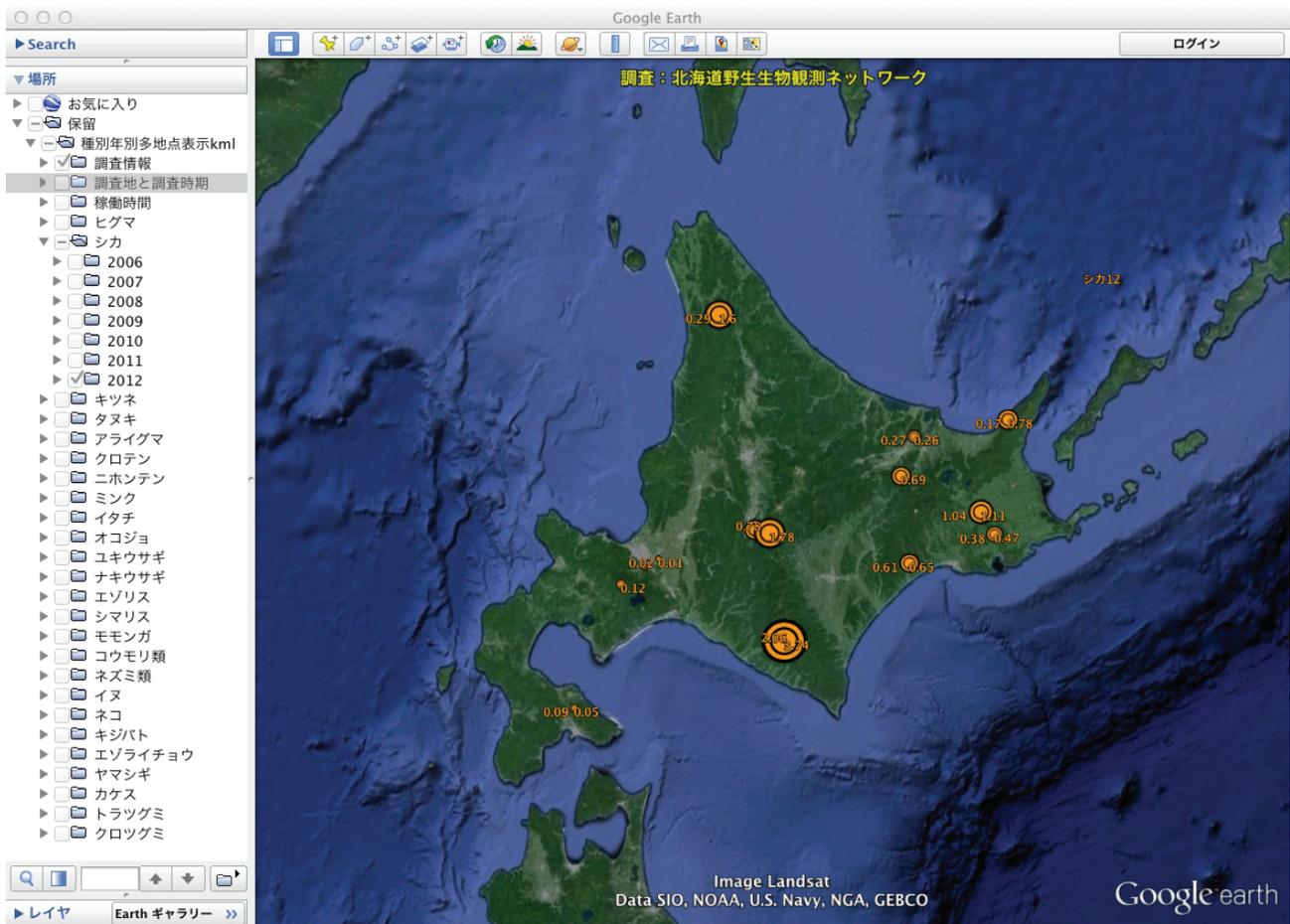


Fig. 5. 種別年別多地点表示 kml のデスクトップ Google Earth への表示例

サイドパネルのチェックボックスのオン・オフで表示するデータ項目を選択できる。2012年のシカの撮影頻度の表示が選択されている。

Example of a species-year multi-site kml displayed in Google Earth on the desktop.

Photo capture rates for sika deer in 2012 are displayed. Items for display can be selected via check-boxes in the side bar.

6. データファイルとの対応

KML ファイルの作成には、3種類のデータファイルが用いられている。

1) 個別観測 xls

1回の観測のデータファイルであり、観測の実施回数だけ存在する。各データファイルは「羊ヶ丘13年09月」のように観測地点名と観測開始の年月に基づいて命名されている。「撮影地点 kml」と「個別観測 kml」の作成に使用される。

2) 観測点まとめ xls

1観測点で実施された(複数回の)観測についてのデータをまとめたもので、観測点の数だけ存在する。データ項目別に個別観測の代表値を実施回数分だけ持つ。「観測点まとめ kml」の作成に利用される。

3) 多地点束ね xls

「観測点まとめ複合 kml」と「種別年別多地点 kml」を作成するためのファイルで一つだけ存在する。複数のシートからなるが、二つの KML ファイルの作成で

共通して利用されるシートはなく、一つのファイルにまとめているのは便宜のために過ぎない。

「観測点まとめ複合 kml」の作成には、各「観測点まとめ kml」の原稿を掲載したシート(観測点の数だけ存在)と、これらのシートの名前をまとめて記載したシートが1枚用意されている。マクロはこのシートにもとづいて、各 KML 原稿シートを順番に参照して必要なコードを抽出・再編集する形で目的の KML ファイルを作成する。「観測点まとめ kml」の原稿を掲載したシートは、各観測点の「観測点まとめ kml」作成のつど作成されている。

「種別年別多地点 kml」作成のためのシートは1枚のみで、その中にはすべての観測点の「観測点まとめ xls」の名前とそのディレクトリが記載されている。マクロは、これらのファイルを順番に開いて必要なデータを読みだして KML の原稿を作成する。該当のファイルが開かない場合は、マクロがファイルの指定を求める。

7. Google Earth の 3 次元地図空間内に データ図を作成する手法

以下、今回の技術開発の中で特殊な、Google Earth の 3 次元地図空間内にデータ図を作成する手法についてその要点を紹介したい。この手法は「観測点まとめ kml」や「観測点まとめ複合 kml」の作成で中心的な役割を果たしている他、「個別観測 kml」や「種別年別多地点 kml」でも一部利用されている。

7.1 図化に特殊な手法が必要な理由

Google Earth の 3 次元地図空間内で図化を行うには特殊な手法が必要となる。その理由は以下である。

KML を用いると、Google Earth 地図内の指定した地点に記号を置いたり、指定した地点間に線を引くことなどができる。しかし、これらの機能は地理情報処理のためのもので、図化を想定して作られたものではないため、すべて経緯度（や標高）を用いて地図空間内の位置を指定する必要がある。その際、例えば、経度を固定、緯度を等間隔にして地図の上に記号を置いてみても、記号の並びは地図画面上で直線・等間隔にならない。その理由は、3 次元地図の地表面は平らでないため、置かれた場所によって記号の標高が異なるからである。同じ経度に等緯度間隔で並んではいても、

記号は直線には乗っていないことになる。

記号の見え方は視点の位置にも依存する。上の例で、視点を記号と同じ経度に置くと、記号の並びは直線に見えるようになるが、各記号の標高の違いのため、やはり等間隔にはならない。では、標高を揃えるとどうなるか。この時、記号の並びは実際に直線（地球の曲率は無視できるとする）なので、視点の位置に拘らず、それは直線に見える。しかし、この時でも記号の並びが無条件に等間隔に見えることはない。等間隔に見えるのは、視線を含む面と記号を含む面が垂直に交差しているときに限られる。

Google Earth の 3 次元地図空間内に図を作成して、それを適切な図として眺めるためには、視点と視線を定め、視線に対して垂直な面に記号や文字を配置する必要がある。また、図を構成する記号や文字を Google Earth の地図画面内に収める必要がある。そのためには、Google Earth の表示特性の理解も必要である。

以下、図化をどう行うか、「観測点まとめ kml」の作成を例にして説明したい。前提として、視点は空中にあって視線は地球の重力方向（真下）に向かい、その視野（Google Earth の地図画面）の上は北を向いていることに留意されたい。また、適宜 Fig. 6 を参照されたい。

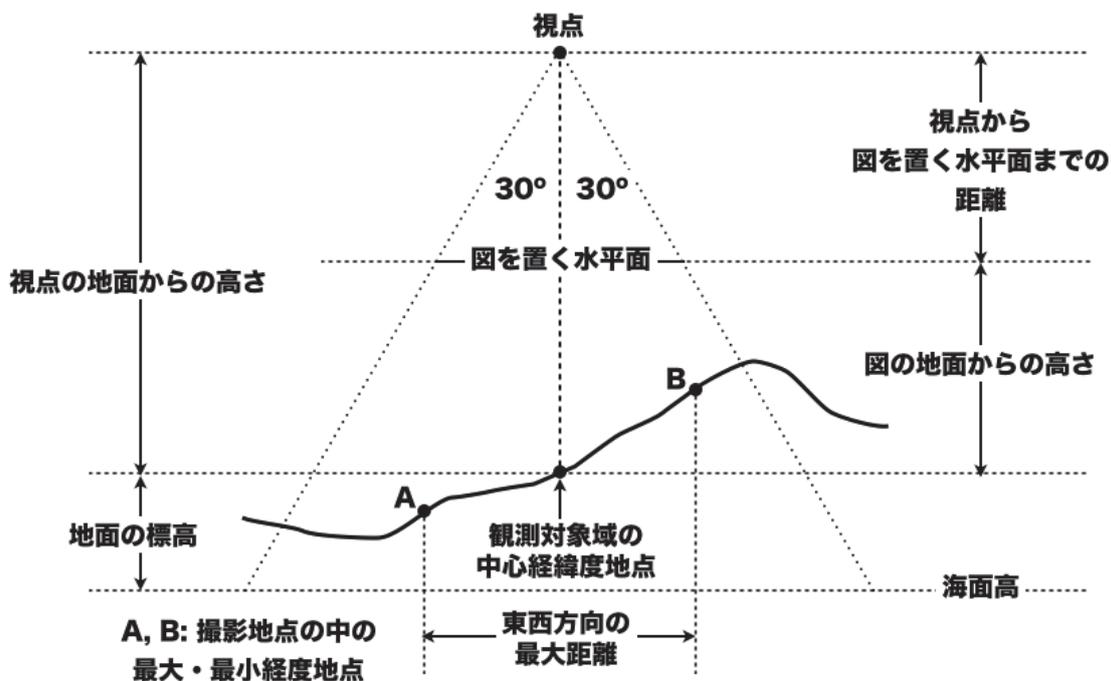


Fig. 6. Google Earth の 3 次元地図空間内にデータ図を作成する手法における概念図
Conceptual scheme for the technique to create a data chart on the 3-D map space in Google Earth.

7.2 Google Earth の基本的な表示特性

Google Earth はその地図画面の横方向に片側 30 度の視野角を持つように設計されている。例えば、Google Earth 上で地面から 1 km の高さに視点を置いて真下に視線を向けると、Google Earth の地図画面横方向には水平な地面で 1.155 km の地図範囲が表示されることになる。これは次の式で計算される。

$$1 \text{ km} \times \tan(30^\circ) \times 2 = 1.155 \text{ km}$$

コンピュータ画面内で、Google Earth の地図画面横幅を変えても横方向に表示される地図範囲は変わらない。このため、地図画面横幅を狭めるとコンピュータ画面に対して地図の縮尺が小さくなり、縦方向の地図表示範囲は縮尺減少に比例して拡大する。一方、地図画面の高さを縮めても地図の縮尺は変わらないので、地図の表示範囲は横方向は変わらず、縦方向は高さ減少分だけ小さくなる。

7.3 視点の設定

観測対象域を適度に地図画面内（すなわち視野内）に収めるための視点を、次のような手続きによって定めた。

- 1) 観測対象域の中心経緯度を次の式によって求め、これを視点の経緯度とする。

$$\begin{aligned} \text{中心緯度} &= (\text{撮影地点の最大緯度と最小緯度の和}) / 2 \\ \text{中心経度} &= (\text{撮影地点の最大経度と最小経度の和}) / 2 \end{aligned}$$

- 2) 撮影地点間の南北方向及び東西方向の最大距離 (km) を次の式によって求める。

$$\begin{aligned} (\text{南北方向の最大距離}) &= (\text{撮影地点間の最大緯度差}) \\ &\times 40,000 / 360 \\ (\text{東西方向の最大距離}) &= (\text{撮影地点間の最大経度差}) \\ &\times 40,000 / 360 \times \text{Cos}(\text{中心緯度}) \end{aligned}$$

上の式でパラメーターの 40,000 は地球全周の近似距離 (km)、360 は全周角度である。

- 3) 視点の高さを次の式によって定める。

$$(\text{視点の地面からの高さ}) = (\text{東西方向及び南北方向の最大距離の内長い方}) \times 1.9$$

この結果、地図画面横方向の表示範囲は撮影地点間の東西方向の最大距離の約 2.2 (=1.9 × 1.155) 倍ないしそれ以上になる。逆に言うと、地図画面の横幅を 1.0 とすると、観測対象域は縦横約 0.46 (=1/1.9/1.155) の枠内に収まる。これで、地図画面横幅 1.0 に対して縦の

長さを 0.46 以上とれば、観測対象域全体の表示が保証される。

なお、観測対象域が極端に小さい場合、この式では視点が地面に近くなりすぎて、問題が生じる場合があるので、視点高は 500 m を下限値とした。

7.4 図を置く水平面の高さの設定

地球の重力方向（真下）に向けた視線に垂直な面は水平面となるので、図は水平面に描くことになる。この水平面を視線が地面と交差する点と同じ高さに置くと、地面は通常平らではないため、図の一部が地面より低くなって隠れてしまう。このため、図を描く水平面は空中に置き、図が地面に触れないようにする必要がある。この時、高さを高くし過ぎて図が視点に近くなりすぎると、土地と図の結びつきが弱くなり、視点を少し動かしただけで図が対象域から大きく外れて見えてしまう問題も生じる。ただし、この問題は、視点を元の位置に容易に戻せるような仕組みを用意すれば大きな問題とはならず、むしろメリットになる。例えば、図を視点近くに置くことで、わずかに視点を動かしただけで図を介さずに対象域を眺めたり、別の図を見せるなどの手法が可能となる。したがって、図の高さの設定は図が地面に触れない範囲で一定の選択の幅がある。ただし、記号や文字の表示サイズに関連して別途考慮すべきことがある（「7.9 文字や記号のサイズ指定」の項、参照）。

今回の技術開発では次の式で図を描く水平面の高さを定めた。

$$(\text{図の地面からの高さ}) = (\text{視点の地面からの高さ}) \times 0.6$$

ここで、地面とは観測対象域の中心経緯度地点の地表面である。

7.5 Google Earth 地図画面サイズの設定

図を表示する Google Earth 地図画面の基準サイズは横 840 画素・縦 630 画素とした。このサイズは自由でよいが、あらかじめ設定しておく必要がある。その理由の一つ目は、独立の Google Earth では画面サイズを自由に変えられるのに対して、ブラウザのウェブページに埋め込まれた Google Earth 地図についてはその自由がないこと、二つ目は、文字や記号のサイズを画面に合わせて調整する必要があることである（「7.9 文字や記号のサイズ指定」の項、参照）。

7.6 仮の表示枠と XY 座標系の設定

図内の記号や文字の配置は、横 4・縦 3 の比を持つ仮の表示枠に、その中心を原点とし、横の長さ 1.0、縦の長さ 0.75 の XY 座標系を設定して行った。この縦横比は、上で設定した Google Earth 地図画面の画素の

縦横比に由来する。X と Y が取りうる座標値はそれぞれ -0.5 から +0.5 までと -0.375 から +0.375 までになる。作業の便宜のためにこれ以外の座標系を設定してもよいが、あとで行う Google Earth 地図空間座標への変換にはこの座標系を経由する必要がある。

7.7 データ図の基本デザインと記号や文字の配置

データ図を描くためには、データに従って表示枠内の任意の位置に記号や文字を配置することになる。記号は、Google 社が Google Earth のためにあらかじめ用意しているものを利用できるし、自分で作ることもできる。前者の場合、記号は Google 社のサーバーに置かれているので、KML ファイルの中でこれを URL で呼び出す形で利用する。後者の場合、作成した記号に名前を付けて任意のサーバー上に置いておいて、URL で呼び出すことになる。記号や文字のほかにも、位置を指定して任意の線や多角形を描くこともできる。すべての図の要素を座標で指定することになるので、デザインの自由度は高い。ただし、データに従って変化する図となるため、デザインの基本骨格には綿密な設計が必要である。以下では、観測点まとめ図の作成を具体例として説明していきたい。

観測点まとめ図は最上部に表題（観測点名と観測担当組織名）をつけ、その下にデータを項目ごとにひとかたまりに配置した。項目は、観測メタデータの 3 項目（観測年月、稼働時間、撮影地点数）と動物種別データ項目（撮影頻度）の 4 種類で、最後の項目は動物の種数分、存在する。

1 項目内では項目名を上、その下に観測の年・時期別のデータを行列の形で配置した。配置は年を横方向、年内の時期を縦方向とした。例えば、年 2 回の観測が 5 年にわたって行われていれば、1 項目内には項目名の下に 2 行 5 列のデータ表示が必要となる。観測年月以外の項目のデータは数値なので、これを数字と円記号の大きさを表現し、数字を上、円記号を下に配置した組み合わせを項目内の 1 行 1 列分とした。観測年月の項目では、上下に配置した西暦年と月の組み合わせを 1 行 1 列分とした。項目名の表示には 1 行 3 列分のサイズを用意した。この結果、1 項目の列数は項目名とデータの列数のうちの多い方、1 項目の行数はデータの行数 +1 となった。

なお、Google Earth で文字を表示するには記号のラベル表示機能を利用する必要がある。文字だけを表示する機能は用意されていないためである。しかし、ラベルについては本体の記号と重ならないようにずらして配置する自動制御が行われるため、通常、その表示位置を正確に指定できない。これを避けるには、記号とは別に座標を用意し、記号サイズをゼロに指定してラベル表示を行う必要がある。なお、文字表示を指定位置に正確に行うには、もう一つ別の自動制御を回避

する必要もある（「7.9 文字や記号のサイズ指定」の項、参照）。

項目の配置は、図の表題の下に観測のメタデータの 3 項目（観測年月・稼働日数・撮影地点数）を 1 行で配し、その次の行から横方向に動物種別の項目を並べた。その順番は観測データファイル内の動物種の記載順とし、1 回も記録がない種の表示は省略した。このため、表示項目数は観測点ごとに異なることになった。各項目は図の横幅の中に適当な間を開けて並ぶようにした。1 項目内の表示列数によって図の横方向に収まる項目数が変わるので、全項目表示に必要な行数も異なってくる。このため、図の縦のサイズは固定されず、表示項目数が多かたり、同じ項目数でも図の横方向に収まる項目数が少なかったりすると長くなる。図の縦のサイズは 1 項目の縦のサイズにも影響され、年内の観測回数が多いと、その分長くなる。

観測点によって 1 項目の表示サイズや項目の数が異なるため、まず、項目内 1 行 1 列分の表示サイズを定めてから 1 項目の表示サイズを求め、これに合わせて各項目の配置を決める手順をとった。項目内の記号・文字の座標はこれから派生的に定められる。ちなみに、項目内 1 行 1 列分の表示サイズは、7.6 で設定した座標系で横 0.04、縦 0.05 とした。なお、データが少ない場合は、図の中心が表示枠の中心にくるように各項目を配置した。しかし、データが多くなって図が縦に長くなり、仮の表示枠内に収まらない場合は、枠の下に項目の配置を伸ばした。したがって、この場合、記号や文字の Y 座標は -0.375 以下の値もとることになった。この場合、基準サイズの地図画面では図の下部が画面外になるが、視点を画面下（南）に動かせば、隠れた部分を見ることができる。一方、視点の標高を上げると、図の全体は視野に収まるが、文字の配置が乱れる可能性が高い（「7.9 文字や記号のサイズ指定」の項、参照）。図の全体を正しく表示するには、Google Earth 画面の縦のサイズを基準サイズより長くする必要がある。そうすることは、ウェブページ内の Google Earth 画面では難しいが、独立の Google Earth では可能である。

7.8 Google Earth 地図空間座標への変換

XY 座標から Google Earth の空間座標への変換は次の式で行う。

$$\text{経度} = (\text{観測対象域の中心経度}) + X \text{ 座標値} \times 360 / 40,000 / \text{Cos}(\text{中心緯度}) \times (\text{視点から図を置く水平面までの距離} \times 1.155)$$

$$\text{緯度} = (\text{観測対象域の中心緯度}) + Y \text{ 座標値} \times 360 / 40,000 \times (\text{視点から図を置く水平面までの距離} \times 1.155)$$

$$\text{標高} = \text{中心経緯度地点の地面の標高} + \text{地面からの図の高さ}$$

この変換の結果、Google Earth の地図表示画面を縦横比 (3:4) にすると、XY 座標を用いた仮の表示枠内と同等の位置に各記号や文字が表示されることになる。

7.9 文字や記号のサイズ指定

Google Earth では記号や文字のサイズを指定できる。そのサイズは、最初、基準サイズの Google Earth 地図画面に表示した上で調整する必要があった。その理由は次の通りである。

コンピュータ画面内で Google Earth 地図画面のサイズを変えても、表示されている記号や文字の大きさはコンピュータ画面に対して変化しない。一方、地図画面の横幅を変化させると、コンピュータ画面から見た地図縮尺が変わるため文字間・記号間の距離も変化する。このため、画面が狭すぎると記号や文字が重なってしまうことになる。

文字については、実際に重なりが起きる前に Google Earth の自動制御が働いて互いの位置をずらして表示する。このため、画面横幅が狭すぎると表示位置がずれてきれいに並ばなくなる。これを回避するには、基準サイズの地図画面の下で表示が重ならない（表示位置のずれが起きない）ように文字サイズを調整する必要がある。なお、文字の表示位置に自動制御が働くのは、その文字と他の文字との間およびその文字をラベルとする記号との間のみで、他の記号との関係は考慮されないようである。

ちなみに今回、横 840 画素・縦 630 画素とした基準画面に対して、データの値を示す数字サイズを 0.54、数字と漢字による月のサイズを 1 桁月で 0.72、2 桁月で 0.63 とした。項目名のサイズは 0.81、表題は 0.72 とした。サイズがすべて 0.09 の倍数になっているのは、整数比で各文字のサイズを定めた上で、その基準値を調整する方法をとったからである。

一方、データの値を表す円記号についても基準サイズの地図画面の下で、値と記号面積との関係式を定めた。記号の表示位置については文字の場合のように自動制御が働いて位置がずれることはないが、隣接する文字や記号と重なると表示が見にくくなるためである。撮影頻度データについての関係式は比例（定数項のない 1 次式）ではなく、次のように定数項を持つ 1 次式とした。

$$(\text{記号サイズ})^2 = a \times \text{撮影頻度} + b$$

定数項を入れた理由は、指定サイズが一定以下になると記号が表示されなくなるためである。ゼロでないデータは必ず記号が表示されるように $b = 0.025$ とした。また、データがゼロの場合は、この 1 次式を用いず、記号サイズにはゼロを当てた。1 次項の係数はデータの値の幅を考慮して $a = 0.5$ とした。なお、円の面積は

指定サイズの 2 乗となるため、サイズは 1 次式で得た結果の平方根で与えた。

なお、記号や文字の表示サイズについては、もう一つ考慮すべきことがある。Google Earth では同じサイズで指定した記号や文字でも、視点から遠くなると、その表示が小さくなるように制御されている。遠近感を出すためだと思われる。その制御の詳細は明らかにできなかったが、この制御が働くのは、視点から地面までの距離に対して視点から図を置く水平面までの距離が一定以上の割合になった場合に限られるようである。図を表示する高さの決定に上記項目 7.3 で示した式を用いた場合には、この制御によるものと思われる、意図しない表示の変化は経験していない。しかし、もっと地面近く (0.4 以下) に設定すると、条件によってはこの制御が働く可能性がある。

7.10 まとめ：Google Earth の 3 次元地図空間内にデータ図を作成するための手順

- 1) 視点の経緯度と高さを設定
- 2) 図の高さを設定
- 3) Google Earth 地図画面の基準サイズを設定
- 4) これと同じ縦横比を持つ仮の表示枠に、その中心を原点とし、横幅を 1 とする XY 座標系を設定
- 5) 図の基本骨格をデザイン
- 6) データに基づいて図の要素を配置
- 7) XY 座標を Google Earth の空間座標へ変換
- 8) 記号や文字のサイズを指定
- 9) KML ファイルを作成

なお、初期段階では、作成された KML ファイルを基準サイズの Google Earth 地図画面に表示して、8) の段階で指定した記号や文字のサイズを再調整する手続きが必要である。

8. 記号や文字の配色

Google Earth では記号や文字に色をつけることが可能で、そのために標準で用意され、名前前で指定できる 11 色 (白と黒を含む) がある。しかし、さまざまな色合いを持つ写真地図を背景にした場合、標準で用意された色は見えにくい場合が少なくなく、配色も統一感がない。本技術開発にあたっては、表示を効果的に見せるため新たに 13 の有彩色の配色パターンを作成した。表示では、これに白と灰色を加えた 15 色を利用した (Table 1)。黒は使用しなかった。

配色パターンの作成に当たって目標にしたのは次の 2 点である。

- 1) 背景に明度が低い濃い緑の森林、明度が高い白い雲・雪などがあっても判別しやすいこと。
- 2) 互いに区別しやすいこと。

明度を中間にすることで第一の目標はほぼ達成できたが、第二の目標は、明度が限定される中ではかなり

難しい課題で、達成は十分ではなかったかもしれない。Table 1 ではそれぞれの色に名前をつけたが、正式な色名ではないことに注意されたい。白と灰色を除く、13の有彩色は、Table 1 掲載の順番で色相環を巡回するグラデーションになる。

有彩色の配置には次の式を用いた。

$$\text{色番号} = ((\text{配置順番} + \text{調整数}) \times N - 1) \text{ の } 13 \text{ の剰余} + 1$$

この式で、N に 1 か 12 を入れると変化が逆向きのグラデーションになり、2 から 11 までの間の整数をいれると 13 色をさまざまな順番で表示できる。調整数は最初の色を指定するためのもので、0 から 11 の範囲で調整する。今回、グラデーションでは N = 1 を、色を対比させたいときは N = 9 を用いた。後者は、色相環を 3 回でほぼ 1 周する。

Table 1. 使用した配色 (15 色 : 有彩色 13 色と無彩色 2 色)

番号	指定コード	仮の色名
1)	ff00ffff	yellow
2)	ff00ffcc	yellowgreen
3)	ff00ff80	lightgreen
4)	ff20ff20	green
5)	ffc0ff40	mintgreen
6)	ffffff40	aqua
7)	ffffd0a0	paleblue
8)	ffffb0d0	purple
9)	ffff90f0	pink
10)	ffc080ff	rose
11)	ff8080ff	indianred
12)	ff60a0ff	orange
13)	ff00c0ff	gold
14)	ffbbbbbb	gray or grey
15)	ffffff	white

注：KML では色を透明度と 3 原色 (青・緑・赤) の値で指定する。各値は 16 進表記 2 桁 (00 ~ ff) で表現し、値の範囲は 0 ~ 255 となる。透明度は 00 が完全な透明、ff が完全な不透明を表す。表記は透明度・青・緑・赤の順で、OOBBGRR の形式になる。例えば、ある要素を黄色に指定する場合は、その要素を指定するタグの内側で、「<color> ff00ffff </color>」のように記述する。

9. ウェブページへの表示

ウェブページ内の Google Earth に表示を行う場合、KML ファイルを任意のサーバーに保存した上で、HTML ファイル内でこの KML ファイルを呼び出す形をとる。表示ページ内に Google Earth の地図画面を埋め込む手続きも同時に必要である。この一連の手続きは、Google Earth API を利用して行う (Google 2014c)。なお、KML ファイルの持つ情報のうち、ウェブページ内 Google Earth 画面への表示に利用できるのは文字・記号情報のみで、視点情報は無視される。このため、HTML ファイル内で別途視点を与える必要があり、こ

れにも Google Earth API が利用される。

今回の技術開発で作成した 5 種類の KML ファイルの内、ウェブによるデータ公開に利用したのは次の 3 種類である。

- 1) 観測点まとめ kml
- 2) 観測点まとめ複合 kml
- 3) 種別年別多地点 kml

この内、「観測点まとめ kml」の表示に際しては、当初の視点として図を見るための位置を指定した。その他、ページ内に用意したボタンのクリックにより、図から離れて観測対象域を斜め上空から俯瞰する視点や、北海道全域を眺める視点に移動できるようにした。また、視点を当初の位置に戻すためのボタンも用意した。さらに、KML ファイル内に組み込まれたツアー機能と呼び出して、観測点を周回して眺めるためのボタンも用意した。ツアー機能の呼び出しも Google Earth API を利用して行う。KML ファイル内のツアー機能部分に含まれる一連の視点情報は、ブラウザ側からツアー機能と呼び出すことで間接的に利用できることになる。

「観測点まとめ複合 kml」を用いた表示でも、上記と同様に、KML ファイル内に組み込まれたツアー機能と呼び出して利用するためのボタンを配置した。これにより、各観測点まとめ図の巡回表示を可能とした。

「種別年別多地点 kml」を用いた表示では、視点を手動で移動した場合に備えて当所の位置に戻すためのボタンのみを用意した。

10. 考察

10.1 野外調査データ地図化の利点と問題点

一般に野外調査で得られたデータは位置情報を含む。この位置情報を情報の受け手に示す方法は三つある。1) 地名で示す方法、2) 経緯度で示す方法、3) 地図上で該当地点を示す方法である。

1) 地名で示す方法は、情報の受け手が地名を知っている場合は便利だが、そうでなければ調べる手間がかかる。また、地名だけでは必ずしも的確に該当の場所を示せない。さらに、地名は継続性が必ずしも保証されないため、将来は位置情報として機能しなくなってしまう危険がある。

2) 経緯度で示す方法はその精度の範囲で正確に位置を表現できて継続性もあるが、情報の受け手がこれをすぐ地図上の位置として把握することは難しい。このため、経緯度の提示は将来、必要時に地図上の位置に変換するための記録としての側面が大きい。しかし、そうでありながら、経緯度は地図上の位置に変換しない限り間違ってもすぐにはわからない難点があり、記録としてこれだけに頼るのは危険である。

3) 地図の上に該当地点を示す場合にはこうした問題がない。しかし、データを得た地点が多数ある場合に、単に各該当地点を地図上に示すだけでは十分と言えな

い。地点とデータとの対応の把握が情報の受け手にとって大きな負担になるからである。

この負担を解消するには、データを直接地図上の該当地点に示せばよい。これにより、地点とデータとの関係が直感的に把握できて、地点間の違いも理解しやすくなる。このように位置情報を伴うデータの理解が飛躍的に容易になることがデータ地図化の利点である。

データの地図化はごく普通に行われており、主に地形や土地表面の状態を伝えることを目的とする一般地図に対して、こうした地図を thematic map (主題図あるいは主題地図)、その作成を thematic mapping と呼ぶ (Sandvik 2008)。しかし、多くの野外調査のように、1 地点に属するデータ項目が多数あると、通常の thematic mapping の手法は適用が難しく、データの地図化はそう容易ではない。今回行ったデータ地図化の技術開発にはこれを解決する手法の確立が含まれる。

10.2 今回の技術開発の特徴

今回の技術開発の特徴は二つある。1) データの地図化に、オンラインで利用できるデジタル地図 Google Earth とそれを制御する言語 KML を利用したこと、2) 本来、地図空間内の位置を示す記号とそのラベルを用いて、地図空間内にデータ図を作成する手法を確立したこと、である。

1) Google Earth と KML の利用

Google Earth (および Google-Earth-plugin) は民間企業の製品である。しかし、インターネットに接続できる環境さえあれば誰でも無料で利用でき、しかも使いやすいことから広く普及している。KML の技術も公開されており、その使用に制約は設けられていない。このため、KML ファイルを作成して配布したり、ウェブページ内の Google Earth に表示したりすることで、データの共有や公開が容易にできる。これがデータの地図化に Google Earth と KML を利用する利点である。実際、こうした利点のため、すでに多くの分野で地理空間情報の共有プラットフォームとして Google Earth の利用が進められている (例えば、Patterson 2007, 村尾・笹木 2007, 斎藤ら 2007, 田中・平藤 2009, 小林 2010, 栗田 2010)。Google Earth 以外にもオンラインで利用できるデジタル地図サービスは各種ある (Boulos 2005) が、3次元のデジタル地図として Google Earth は利便性・普及度・公共性のいずれにおいてもすでに他を凌駕しており、事実上の国際標準となっている。

デジタル地図にデータを表示する方法には他にも地理情報システム (GIS) があり、無料で利用可能な GIS ソフトウェア (QGIS など) の普及も図られている (例えば、岩崎ら 2009)。しかし、GIS は基本的に解析など研究を目的とするもので扱いが難しく、将来的にも利用範囲は限定されると予測される。KML ファイルさえ用意すれば、多くの人に手軽に情報を提示できる

Google Earth との違いは大きい。

2) 地図内に図を作成する手法の特殊性と利点

今回の技術開発では、「撮影地点 kml」を除く 4 種類の KML ファイルで、データの地図化を行っている。一般にデータの値を地図に表示するにはさまざまな方法がある。今回用いたのは、記号の大きさを表す方法であるが、KML に限っても他にさまざまな表現の可能性がある (Sandvik 2008)。しかし、「地図インターフェース上に一度に表示できる情報は、表やグラフで表示する場合とくらべて制約を受ける (田中・平藤 2009)」。たしかに、KML を用いて一つの地点に複数の記号を置くことは可能でも、それを同時に表示することは難しい。記号が重なってしまうからである。野外調査データの提示でデータの地図化があまり用いられない理由も、1 地点に属する多数の情報を地図上でうまく表現することが難しいことにあると思われる。この問題への対処法は二つある。

一つは、そのつど目的に応じて情報項目を選んで表示することである。KML でデータをうまく構造化すると、これを実現できる。例えば、Google Earth のサイドバーにデータ項目を階層化して表示しておけば、項目名のチェックボックスのオンオフで、目的に応じて必要な情報を選んで表示できる。KML のこの機能を利用したのが「個別観測 kml」と「種別年別多地点 kml」の 2 種類である。この二つは独立の Google Earth で使用することを前提にしているが、その理由は、ウェブページ内の Google Earth ではサイドバーが表示できず、特定の表示項目を選んで表示する操作を用意できないためである。

対処の二つ目は、本来 1 地点に属する多数の情報を編集し、図にしてから、該当地点に置く方法である。多数の情報を図に組み込むことで 1 地点に関わる情報の総合的な把握が可能となる。通常の thematic mapping がある主題に関して地理空間を広く把握することを目的とするのに対して、この方法は 1 地点で得られた多数の情報を総合的に把握することを主眼とするもので、同じデータの地図化の手法でありながら、性格が少し異なる。これを特に地点総合地図化 (site-comprehensive mapping) と呼んでおきたい。

これまでも図やグラフを関係地点に貼り付けるというデータ図化の手法は見られた。しかし、図やグラフが地図上で大きな面積を占めると位置を示す地図の機能が阻害されるため、提示する情報の量が制限されるという制約があった。この制約を大きく緩和したのが今回開発した、3次元地図空間内にデータ図を作成する手法 (地点総合地図化) である。地点総合地図化ではその性格上、複数地点の情報を一目で把握することは難しいが、例えば、「観測地点まとめ複合 kml」を独立の Google Earth に表示し、サイドバーの各地点をクリックして視点を移動することで、任意の地点の図を順次見比べることは可能である。

この手法の要点についてはすでに説明したので、以下では、KMLを利用してほぼ同じ効果を実現する別の手法を紹介し、それと比較してみたい。

KMLにはイメージオーバーレイと呼ばれる機能があり、画像を地図空間内の任意の位置に任意の大きさで置くことができる。今回開発した手法の手順 7.10-6) において仮想枠内に記号や文字を置く代わりに、単にその枠の地図空間座標を手順 7.10-7) の計算式で求め、その枠内に別途用意したデータ図をイメージオーバーレイの機能を利用して置けば、今回開発した手法とほぼ同じ表示を実現できる。表示面での唯一の違いは、今回の手法では図の背後に（文字や記号の間を通して）下の地図が見えるのに対して、イメージオーバーレイではそれができないことである。しかし、取り扱いでは両者に大きな違いがある。

イメージオーバーレイを利用する手法では、KML ファイルとは別に図を作成し、どこかのサーバーに置いて KML ファイルからこれと呼び出す必要がある。これに対して、今回開発した手法では図の作成も表示も KML ファイル一つで完結する。このため、ファイル管理が容易で、図を取り違えるなどの心配もない。さらに、KML ファイルは画像ファイルと比べてファイルサイズが 1/5-1/10 と格段に小さく、圧縮して KMZ 形式に変換するとさらにその 1/20 程度になる。これは情報の伝達コストも格段に低いことを意味する。これが KML のみで地点総合地図化を行う手法の利点である。

10.3 野生生物観測ネットワークにおけるデータの図化・地図化の効果

今回の技術開発の目的についてはすでに述べたが、これらはすべて北海道野生生物観測ネットワークの運営の必要から出てきたもので、開発された技術はすでに全面的に利用されている。以下では、その効果について補足しておきたい。

1) 観測ネットワークの運営・推進上の効果

北海道野生生物観測ネットワークは多くの機関が参加して行われている。観測の担当者はほとんど行政官や大学の技官の方々に、必ずしも野生生物に大きな関心があるわけではなく、また異動も激しい。今回の技術開発によって観測結果を地図化し、さらにこれをウェブ上で公開できたことは、こうした状況下で次のような効果があったと考えている。

第一は、観測担当者が現場の観測結果を容易に把握できるようになったこと、第二は、観測結果の共有により、他の現場との違いが把握できるようになったこと、第三は、結果の公開により、担当組織の活動を対外的にアピールできたこと、である。

これらは結果として担当者・担当組織の観測に対する意識にも大きく影響したと思われる。さらに、結果の公開は外部へのアピールによって観測ネットワーク

への参加を呼びこむ効果もあった。また、「研究者自身による一般への情報発信が強く求められている（川原ら 2012）」情勢の中で、著者にとっても、野生生物観測技術の開発という研究成果を社会にアピールするための重要な手段となった。

2) データ活用のための役割

観測データ活用のために必要なことは、第一に、現場の人々が的確に結果を把握できることである。観測とは、状態を把握、変化を察知して必要があれば事態に素早く対処できるように行うものだからである。第二に、現場のみならず、関心を持つ人・組織に広く結果を知ってもらうことである。それが幅広いデータの活用につながるからである。この点で、必要な時・必要な人に情報を提供できる、すなわち情報需要を満たすことはそれ自身がすでにデータの活用になっていると考えられる。いずれにせよ、情報をわかりやすく表現しておくこと、だれでもいつでも参照できるようにしておくことはデータ活用の要で、今回の技術開発による観測データの地図化とウェブ上での公開は、そのための中心的な役割を果たしていると考えている。

3) データベース検索機能

今回の技術開発にはもう一つ重要な側面がある。地図化によって可能となったデータ検索機能である。例えば、種別年別多地点表示 kml を用いて、種名（あるいは種名と年）で表示を選べば、その記録のある観測点ができる。その観測点のまとめ図を参照すれば、その記録が何年何月の観測で得られたのかがわかる。ここで、該当の観測データファイル（個別観測 xls）を参照すれば、その記録がいつ（何日何時何分に）どの撮影地点で得られたのかがわかる。さらに、その記録に振られた鳥獣撮影番号により写真も確認できる。観測データファイルと観測で得られた鳥獣写真は観測の年月別・地点別に体系的に保存され、ある種のデータベースとなっている。「種別年別多地点表示 kml」や「観測点まとめ kml」はこのデータベースを地図上で効率的に検索する道具になる。これらを利用することで膨大なデータの中から元のデータと写真を簡単に探しだし、確認することができる。

野生生物観測で用いている自動撮影手法では、日時と場所がピンポイントに正確で映像（写真）を伴う、極めて質の高い生息確認記録が残される。野生生物観測の主な目的は撮影頻度を指標として動物の数の変動を見ることにあるが、短中期的に数の変動を見るには撮影頻度が低すぎるような場合でも、長期的に見た場合には、記録の存在そのものが貴重なデータとなる場合がある。その場合に、元のデータや写真をすぐ確認できる形でデータベースが構築されていることの意義はとても大きいと考える。

すでに実績もある。夜行性のヤマシギは観察記録が少なく、その生息状況はよくわからないとされてきた（環境省 2014）。ヤマシギは林道をよく利用するため、

野生生物観測のデータベースには各地でヤマシギの記録が残されている。このため、問い合わせにすぐ対応してデータを提供したことがある。

11. 今後の課題

11.1 当初リストに記載されていない種の扱い

野生生物観測では出現可能性がある種をすべて予測できないため、用意すべきデータ項目を固定できない。観測データファイル「個別観測 xls」には哺乳類全種と鳥類の一部（以下、リスト記載種）については集計表に種名（一部、種群名を含む）があらかじめ用意されているが、それ以外の種（以下、リスト外種）については出現した場合のみ集計表に追加記載する。このため、集計表中のデータ位置が固定されず、「観測点まとめ xls」作成において複数の個別観測データを束ねる場合には特別な扱いが必要になる。現在の方式では、リスト外種は、種名のみが記載されるだけで、その量的なデータは捨てられている。このため、「観測点まとめ kml」や「種別年別多地点表示 kml」では扱うことができない。上で例を挙げたヤマシギはリスト記載種だったが、リスト外種であれば同様の対応はできなかった。

こうした種はそもそも出現がまれなために量的データは非常に小さくてあまり大きな意味はない。しかし、記録があったという事実はその分重要である。その意味で、リスト記載種もリスト外種も統一的に地図化可能な形で扱えることが望ましい。あらかじめ観測データファイルの種名リストを拡張することも可能性としては考えられるが現実的ではない。出現可能性があるすべての種をリストにするためには大きな表が必要で、それはスペースの大きなムダであると同時にデータ処理にも大きな負担となる。またそうすると、万が一、想定外の種が出現した場合には対処できない。このため、観測データの一次処理段階では現状通り、リスト外種を追加記載する形で処理し、これを束ねる段階でリスト記載種もリスト外種も統一的に扱うような仕組みが必要である。この問題の解決策はまだ見いだせていない。しかし、個別のデータに意味を持たせて記載する方式のコンピュータ言語である XML を介させれば、これが可能になるかもしれない。

11.2 画面に表示しきれない場合の観測点まとめ図の表示

今後、データの蓄積が進むと表示すべき図の量が増加し、1画面に表示しきれない場合がでてくる。観測点によっては、記録種数が多かったり、観測回数が多くて、すでにそうなっているところもある。これにどう対処するかが今後の課題である。すでに述べたように、図の表示面を視点に近づけることにより、視点のわずかな移動で別の図を表示することが原理的に可能である。将来は、これを利用して結果を複数ページに分割して表示する形の解決が可能であると思われる。

謝辞

本稿をまとめるに当たり、Simon Holledge 氏には英語についてご指導を頂いた他、今回開発した新しい手法の英語名称についてもアドバイスを頂いた。川路則友氏には、環境省の委員会の検討事項について関連情報を頂いた。地図化技術の開発にあたっては、北海道野生生物観測ネットワーク参加機関の方々に多くのご支援・ご協力を頂いた。感謝したい。

引用文献

- Blenkinsop, T. G. (2012) Visualizing structural geology: From Excel to Google Earth. *Computers and Geosciences*, 45, 52-56.
- Boulos, M. N. K. (2005) Web GIS in practice III: creating a simple interactive map of England's Strategic Health Authorities using Google Maps API, Google Earth KML, and MSN Virtual Earth Map Control. *International Journal of Health Geographics*, 4: 22 DOI:10.1186/1476-072X-4-22.
- Google (2014a) "Keyhole Markup Language", <https://developers.google.com/kml/?hl=ja>. (参照 2014-07-26).
- Google (2014b) "Google Earth", <http://www.google.co.jp/intl/ja/earth/>. (参照 2014-07-26).
- Google (2014c) "Google マップおよび Google Earth に関する使用許諾ガイドライン", <http://www.google.co.jp/permissions/geoguidelines.html>. (参照 2014-07-26).
- Google (2014d) "Google マップおよび Google Earth に関する使用許諾ガイドライン Frequently Asked Questions", <http://www.google.com/permissions/geoguidelines.html>. (参照 2014-07-26).
- Google (2014e) "Google Earth API", <https://developers.google.com/earth/?hl=ja&cs=1>. (参照 2014-07-26).
- 平川浩文 (2014) "北海道野生生物観測ネットワーク", <http://cse.ffpri.affrc.go.jp/hiroh/wildlife-monitoring>. (参照 2014-07-26).
- 岩崎巨典・デイビッド S. スプレイグ・小柳知代・古橋大地・山本勝利 (2009) FOSS4G を用いた歴史的農業環境閲覧システムの構築. *GIS - 理論と応用*, 17, 83-92.
- 環境省 (2014) "狩猟鳥獣のモニタリングのあり方検討会", <http://www.env.go.jp/nature/choju/effort/effort6/effort6.html>. (参照 2014-07-26).
- 川原慎太郎・杉村 剛・荒木文明・高橋桂子 (2012) Google Earth 用ボリューム可視化コンテンツ作成のための GUI ソフトウェアの開発. *ながれ*, 31, 141-146.
- 小林裕之 (2010) 森林情報発信のための Google Earth 用データの作成. 富山県農林水産総合技術センター

- 森林研究所研究, 2, 18-25.
- 栗田哲史 (2010) Google Earth を利用した地震ハザードマップの開発 (その2) - 広域メッシュ・データの表示に関する検討 - 地域安全学会梗概集, 27, 41-42.
- 村尾 修・笹木隆之 (2007) Google Earth を用いた江戸・東京の都市復興デジタル・アーカイブ. 日本建築学会報告集, 13, 811-814.
- OGC (2014) "KML", <http://www.opengeospatial.org/standards/kml>. (参照 2014-07-26).
- Patterson, T. C. (2007) Google Earth as a (Not Just) Geography Education Tool. *Journal of Geography*, 106, 145-152, DOI: 10.1080/00221340701678032.
- 齋藤 圭・篠崎道彦・日高圭一郎 (2007) 時空間情報共有プラットフォームとしての Google Earth の多面的活用に向けた技術検討. 日本建築学会報告集, 13, 317-320.
- Sandvik, B. (2008) "Using KML for Thematic Mapping. Dissertation paper, University of Edinburgh", http://thematicmapping.org/downloads/Using_KML_for_Thematic_Mapping.pdf. (参照 2014-07-26).
- 田中 慶・平藤雅之 (2009) 農業モデルにおける Web サービスを利用した地図インターフェイス. 農業情報研究, 18, 98-109.

Using Google Earth to map wildlife monitoring data

Hirofumi HIRAKAWA ^{1)*}

Abstract

For analysis, distribution and publication of wildlife monitoring data, I have developed techniques for mapping using Google Earth, the Internet 3-D map application. These techniques use KML, a computer language for digital maps. They have been developed as part of a data processing system and are embodied in macros that automatically process data from Excel files. Five different types of KML files are produced by the macros. These are used in connection with the Hokkaido Wildlife Monitoring Network project. One particular technique, which creates a data chart within the 3D-map space of Google Earth is probably original. The KML file produced by this technique displays simultaneously a number of different data collections for a given site, facilitating a comprehensive view of the available information. I call this “site-comprehensive mapping”. The essential aspects of this technique are described for future application. Some of the KML files are used to publish monitoring data at the following website: <http://cse.ffpri.affrc.go.jp/hiroh/wildlife-monitoring>.

Key words : Google Earth, KML, data-mapping, site-comprehensive mapping, camera trapping, Hokkaido Wildlife Monitoring Network

Received 27 December 2013, Accepted 15 October 2014

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

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

論文 (Original article)

都市近郊造林地における人工的ギャップ形成が哺乳類の活動に与える影響

林典子^{1)*}、井上大成¹⁾

要旨

都市近郊において、造林地の管理状態によって、哺乳類の活動にどのような変化がみられるのかを明らかにするために、下層密度が異なる造林地および人工的にギャップを作成した地点に自動撮影カメラを設置し、けもの道として利用する哺乳類相の違いを定量評価した。下層密度が高い林分の方が、低い林分よりもけもの道として利用する在来哺乳類種の多様度は高かった。しかし、ハクビシン、アライグマ、イエネコなど外来生物においても、下層植生密度が高い地点を多く利用する傾向が見られた。また、人工ギャップを形成した時、下層が繁茂している林分では、ギャップを作成することによって、哺乳類の利用総数は周辺に比べて減少する傾向がみられたが、多様度はギャップの方が高い傾向が見られた。また、タヌキ、アナグマ、ハクビシンはギャップを通過する頻度がコントロールに比べて有意に低かったが、イノシシ、アカネズミでは有意な傾向は認められず、ノウサギではギャップの利用頻度がやや高かった。都市近郊造林地の下層植生を管理したり、小規模な人工ギャップを作成することによって、哺乳類の種ごとの行動に異なる影響が及ぶことが明らかになった。

キーワード：自動撮影カメラ、哺乳類相、下層植生、人工ギャップ、都市近郊造林地

1. はじめに

戦後の拡大造林によって全国各地で増加した人工林がその後放置され、木材生産の場としてのみならず、多面的な機能が低下しているため、その再生が急務であることはしばしば指摘されている(林野庁 2013)。森林がもつ多面的機能の一つとして、生物多様性の保全は 1990 年代から森林管理の目的の一つとして掲げられるようになってきた(藤森 1997)。しかし、人工林の環境は一般的には生物多様性に欠け、哺乳類の生息の場として価値が低いと考えられている(村上 1996)。一方で、人工林と言っても、管理や立地によって、植生環境は多様となりうることも明らかになってきた(星野 1999; 長池 2002; 五十嵐ら 2014)。したがって、天然生の森林だけではなく、人工林も哺乳類の生息場所となる可能性があり、どのような人工林が各種哺乳類の生息環境として必要かを考える必要がある。これまで人工林を哺乳類の生息場所として評価した研究は極めて少ないが(石井・河原 2006, 川村ら 2014)、現在大きな面積を占める人工林を哺乳類の保全の場として管理していくために、そうした知見が必要である。

都市近郊の森林は特に天然林の割合は低く、東京都の多摩西部では人工林率は 6 割に及んでいる(東京都産業労働局 2013)。また、そのほとんどが昭和 30 年代に植林されたものであり、林齢構成は偏っているうえ、間伐などの手入れがされず、下層植生は乏しい(東京都産業労働局 2013)。都市近郊林では、最近

20 年間にタヌキ *Nyctereutes procyonoides*、アナグマ *Meles anakuma*、イノシシ *Sus scrofa* などが分布を広げている一方で、キツネ *Vulpes vulpes*、ノウサギ *Lepus brachyurus*、ムササビ *Petaurista leucogenys*、ニホンリス *Sciurus lis* などが退行していることが報告されている(曾根・土方 1992, Kataoka and Tamura 2005, 岡崎 2010, 八王子市 2014)。都市近郊における近年の環境変化に対して種によって反応が異なることは、それぞれの種が選好する環境が異なることを意味している(園田・倉本 2008)。しかし、都市近郊の造林地に生息する哺乳類が、森林管理による環境変化にどのような反応を示すのか定量評価した試みはほとんどない。

一般的に、野生動物が生息する条件として、下層の植生環境は重要な要因であると考えられている。たとえば都市近郊林に多いタヌキでは、テレメトリー調査で個体追跡をした結果、日中潜む場所として下層が繁茂したヤブを利用するため、生息条件として下層を残すことが必要であるとされている(園田 2008, 金子ら 2008)。哺乳類の生息には、繁殖、休息、採食、移動といった多様な用途に適した場が必要であり、それぞれに必要な植生環境は必ずしも同じではない。このうち活動時間に哺乳類が利用するけもの道として、どの程度下層植生が重要な要因であるか、明確になってはいない。本研究では、下層植生の密度が異なるけもの道で、利用する動物相の違いがあるかどうかを比較した。

原稿受付：平成 26 年 4 月 11 日 原稿受理：平成 26 年 9 月 8 日

1) 森林総合研究所多摩森林科学園

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

また、スギやヒノキが密植され、森林内に光が不足している造林地も多い。こうした針葉樹人工林において、小規模の人工的なギャップを作ることによって林床植生の多様性を復元し、そこに生息する動物相を豊かにすることによって、本来の自然生態系に倣った環境を作り上げることができると考えられている（長池 2002, 清和 2010）。小規模なギャップを作成することによって、植物の多様性が増すことが報告されているが（服部ら 2004, 山川ら 2009）、動物相への影響はほとんど調査されていない。行動範囲が広い哺乳類については、小規模な伐採が生息に影響する可能性は低いが、行動への影響は予想される。本研究では、小規模な人工ギャップを作成した場合、各種の哺乳類の利用頻度がどのように変化するか、短期的な影響を評価した。

以上より、都市近郊林で実施可能な小規模の管理が、各種哺乳類の活動にどのような影響を与える可能性があるかを明らかにする。

2. 調査地と方法

調査は東京都八王子市にある多摩森林科学園の試験林（36°38'37-39°04'N, 139°16'04-16°51'E, 標高 183~287m）において行った。試験林の一部にはモミ *Abies firma* やスダジイ *Castanopsis sieboldii* などが優占する自然林が残っているが、大部分は、スギ *Cryptomeria japonica* やヒノキ *Chamaecyparis obtusa* など針葉樹および各種広葉樹の人工林であり、多様な樹種の林分がモザイク状に混在している（勝木ら 2010）。人工林の多くは 1921

年に当地が皇室林野局林業試験場になってから、植栽試験林として造成されたものである。当初、植栽試験林では間伐や下刈りなどの管理が行われていたようだが、現在では二次林に誘導するため、意図的に管理を行わない状況である。そのため、下層の繁茂状況は上層あるいは中層の樹種や本数密度などの影響を受け、林分によって異なる。

本研究では、スギあるいはヒノキの植栽林分を対象とし、すでに利用されているけもの道に自動撮影カメラを設置した（Fig. 1）。Fig. 1 の地点 1 はモミやスダジイが優占する自然林の中に、ヒノキが植栽されている林分が混在し、南側で住宅地と隣接している。地点 2 はサクラ保存林として一般公開されているエリアに、スギあるいはヒノキの植栽林分が混在している。北側で住宅地と隣接している。地点 3 は多様な樹種の植栽試験林に囲まれたヒノキ林分である。住宅には接していない。それぞれの地点は 400m から 500m ほど離れているが、森林は連続しており、中型哺乳類にとっては日常的に移動する範囲である（Saeki et al. 2007, 金子 2002 など）。

哺乳類によるけもの道利用頻度と下層植生の密度との関わりを調べるために、地点 1 から 3 のそれぞれにおいて、下層の密度が低い a、下層密度が中程度の b、下層密度が高い c の 3 カ所ずつ、合計 9 カ所に調査区を設定した。2012 年 4 月に、9 カ所で、それぞれ任意に 5 カ所ずつ 1m × 1m のプロットをとり、その範囲内に生育する下層木本の本数密度を数えた。草本につ



Fig. 1. Location of the study plots set in Tama Forest Science Garden

いては、哺乳類の行動に影響するサイズと考えられなかったため、対象から外した。また、けもの道利用に関わる植生以外の要因として、餌となる土壤動物の現存量の違いが考えられる。そこで各調査地において、2012年9月3日と4日および2013年8月26日と27日に土壤動物量調査を行った。各調査プロットに25cm×25cmの枠を任意に3カ所置き、それぞれ深さ10cmまでの土壌を採取してビニール袋に入れて持ち帰った。土壌をバットに移し、目視によって概ね体長1mm以上の大型土壤動物を取り出し、分類群ごとに個体数を数え、総重量を湿重で測定した。さらに、食肉類の餌となる可能性がある鳥類については、哺乳類調査のために設置した自動撮影カメラに撮影された鳥類の撮影頻度を比較した。

2012年3月から2013年2月にかけて、9カ所に自動撮影カメラ（麻里府商事製 Fieldnote II または Fieldnote Duo）（以下カメラとする）を設置した。カメラはけもの道に向けて設置したが、餌による誘引は行わず、また特定の動物の巣穴近くではない場所とした。調査努力量はいずれのカメラにおいても毎月3週間とし、撮影された動物の種類と枚数をカウントした。撮影された映像の中で、30分以内に同種個体が出現した場合は同一個体とみなした（O'Brien et al. 2003, 園田・倉本 2008）。撮影枚数を地点ごと、下層密度ごとに集計し、哺乳類の種ごとに差が認められるかどうか χ^2 検定によって調べた。さらに、多様度を評価する指標として、各哺乳類種の撮影頻度を用いて、Simpsonの単純度指数 λ を求めた。

$\lambda = \sum n_i (n_i - 1) / (N(N-1))$ ただし、Nは各地点における哺乳類の総撮影頻度、 n_i はi番目の種の撮影頻度とした。

9カ所の調査地点のうち、現状の植生環境を配慮して人工ギャップを作成できると判断された地点1a、2b、2c、3a、3cの5カ所において、2013年2月に、林分内に人工ギャップを作成した。10m×10mの範囲に生育する樹高8m以上の上層木および、アオキ *Aucuba japonica*、ササ類を除去した。伐採された木は、ギャップ周囲にまとめて残置した。2013年5月から2014年1月まで、5カ所のギャップと周囲の無処理域（コントロールとする）に見られるけもの道にカメラをそれぞれ1台ずつ、合計10台設置した。コントロールのカメラはギャップの端から、約10–20mの距離に位置した。カメラは毎月3週間ずつおき、撮影された動物の種類と枚数をカウントした。ギャップとコントロールで撮影頻度に有意差があるかどうか、哺乳類の種ごとに χ^2 検定を行った。また、多様度を評価する指標として、各哺乳類種の撮影頻度を用いて、Simpsonの単純度指数 λ を求めた。

$\lambda = \sum n_i (n_i - 1) / (N(N-1))$ ただし、Nは各地点における哺乳類の総撮影頻度、 n_i はi番目の種の撮影頻度とした。

3. 結果

調査プロットの下層繁茂状況を調査した結果を Table 1 にまとめた。1m²あたりの平均本数は下層密度が低い地点では0から1本、下層密度が中程度の地点では2から4本、下層密度が高い地点では6から10本で、地点1、2、3で同様な値を示した。全地点でもっとも多かった樹種はアオキで地点1では全体の48%、地点2では40%、地点3では48%を占めた。次に多かったのは地点1と2ではアラカシ *Quercus glauca*、地点3ではアズマネザサ *Pleioblastus chino* であった。このほか、ヒサカキ *Eurya japonica*、サカキ *Cleyera japonica*、シロダモ *Neolitsea sericea*、ヤブツバキ *Camellia japonica*、シラカシ *Quercus myrsinifolia* などが出現した。このうち、地点1a、2b、2c、3a、3cにおいて、2014年2月にギャップを作成したため、以降ギャップ内のアオキ、アズマネザサは除去された。

2012年に行なった土壤動物調査で採集された総重量は6250cm³あたり0.05から1.10gまで22倍の差があった (Table 1)。アリ、シロアリ類を除いて、もっとも個体数が多かったのは、ムカデ・ヤスデ類、次いでミミズ類、双翅目幼虫、甲虫幼虫の順であった。下層植生の密度と土壤動物量との間に有意な関連は認められなかった ($r=0.22$, $t=0.60$, $P=0.71$)。すなわち、地点1では下層密度が高いプロットで土壤動物が多かったが、地点2および地点3では下層密度が中程度のプロットで土壤動物が多かった。ただし、いずれの地点でも下層密度が低いプロットで土壤動物量が相対的に少ない結果になった。また、コントロールとギャップで土壤動物量を比較すると、コントロールに比べてギャップで少ないという地点と、逆にギャップで多いという地点が混在し、全区域での土壤動物量はギャップとコントロールで有意な差は認められなかった ($t=0.85$, $P=0.21$) (Table 1)。

2012年3月から2013年2月における鳥類の撮影頻度は地点間で最少3回から最多12回であった (Table 1)。撮影された鳥類で多かった種は、地点1ではシロハラ *Turdus pallidus*、トラツグミ *Zoothera dauma*、地点2ではコジュケイ *Bambusicola thoracicus*、地点3ではヤマドリ *Syrnaticus soemmerringii* であった。また、下層植生の密度が低い地点では鳥類の撮影頻度は少なく、中ではカケス *Garrulus glandarius* が最も多かった。下層密度が中程度の地点ではシロハラ、ヤマドリが多かった。下層密度が高い地点ではコジュケイが最も多かった。2013年5月から2014年1月にかけて、ギャップで撮影された鳥類は極めて少なかったが、コントロールでは地点によって0から32枚と幅があった。多かったのはキジバト、コジュケイ、ヒヨドリの3種で、全体の83%を占めた。しかし、自動撮影の反応速度より早く行動する特に小型の鳥類は、撮影されにくい傾向があるため、本手法では必ずしもすべての現存鳥類を評価できているわけではない。

Table 1. Summary of environments and number of pictures taken in each study plot

	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c
2012Mar. - 2013Feb.									
Understory density (No./1m ²)	1.0±1.0	3.0±0.7	6.8±2.1	0.8±0.8	2.8±0.5	8.6±1.5	0.8±0.8	3.8±1.3	9.2±1.8
Soil invertebrate (g/6250cm ³)	0.27±0.18	0.33±0.33	1.09±0.67	0.05±0.06	0.33±0.20	0.10±0.06	0.11±0.05	0.44±0.24	0.14±0.11
Avian photos									
Total No.	3	9	5	7	7	12	6	8	9
<i>Gorsachius goides</i>	0	0	0	2	0	1	0	0	0
<i>Scolopax rusticola</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Bambusiolela thoracicus</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	0
<i>Syrnialus soemmerringii</i>	0	0	0	0	1	0	1	4	2
<i>Streptopelia orientalis</i>	1	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Hypsipetes amaurotis</i>	2	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Zoothera dauma</i>	0	3	1	0	1	0	0	0	1
<i>Turdus chrysolaus</i>	0	1	0	2	0	0	0	2	0
<i>Turdus pallidus</i>	0	3	2	0	2	1	0	1	0
<i>Horornis diphone</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Parus varius</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Emberiza variabilis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Garrulus glandarius</i>	0	0	0	1	0	0	2	0	0
<i>Garrulax canorus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
unknown	0	2	1	1	1	1	2	0	1
Mammal photos									
Total No.	42	14	13	45	21	93	34	52	41
Chiroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Apodemus speciosus</i>	2	1	3	2	1	6	0	1	0
<i>Lepus brachyurus</i>	0	1	0	0	0	0	5	1	0
<i>Vulpes vulpes</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	7	7	2	19	3	16	9	20	7
<i>Procyon lotor</i>	1	0	0	2	2	5	0	1	10
<i>Felis catus</i>	1	0	2	2	1	9	4	2	2
<i>Martes melampus</i>	2	2	1	2	0	0	0	1	1
<i>Meles anakuma</i>	10	2	1	1	1	5	0	3	6
<i>Paguma larvata</i>	4	1	0	6	6	30	4	5	2
<i>Cervus nippon</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sus scrofa</i>	15	0	3	13	7	16	9	17	8
unknown	0	0	1	0	0	6	0	1	4
2013Apr. - 2014Jan.									
Understory density (No./1m ²)	0.31±0.35	0.04±0.02	0.04±0.02	0.05±0.09	0.05±0.05	0.02±0.02	0.16±0.09	0.10±0.09	0.15±0.06
Soil invertebrate (g/6250cm ³)	0.04±0.02	0.04±0.02	0.04±0.02	0.02±0.02	0.02±0.02	0.02±0.02	0.04±0.03	0.04±0.03	0.15±0.06
Avian photos									
Total No.	1	0	0	0	0	2	2	5	6
<i>Bambusiolela thoracicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Strix uralensis</i>	1	0	0	0	0	6	0	2	3
<i>Streptopelia orientalis</i>	0	0	0	0	0	13	0	0	0
<i>Hypsipetes amaurotis</i>	0	0	0	0	0	11	0	0	0
<i>Tarsiger cyanurus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Zoothera dauma</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Turdus pallidus</i>	0	0	0	0	0	0	1	3	0
<i>Corvus corone</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0
unknown	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Mammal photos									
Total No.	9	28	43	145	22	46	40	32	55
Chiroptera	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Apodemus speciosus</i>	1	2	0	9	0	3	5	4	10
<i>Lepus brachyurus</i>	0	0	0	1	2	10	4	0	0
<i>Vulpes vulpes</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Nyctereutes procyonoides</i>	1	2	14	52	6	0	13	10	9
<i>Procyon lotor</i>	0	0	1	1	5	6	0	3	24
<i>Felis catus</i>	0	0	1	34	0	0	0	2	0
<i>Martes melampus</i>	2	1	1	1	0	1	1	0	0
<i>Meles anakuma</i>	3	16	10	24	5	3	3	6	5
<i>Paguma larvata</i>	1	4	1	12	1	1	2	0	1
<i>Cervus nippon</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Sus scrofa</i>	1	3	6	15	5	18	9	6	6
unknown	0	0	1	2	0	1	1	4	0

2012年3月から2013年2月に設置した9カ所のカメラでは、合計355枚哺乳類が撮影された。このうち、97%にあたる341枚について、哺乳類の種類が判別された。撮影枚数はカメラ設置個所によって差があり、最少は地点1cで13枚、最多は地点2cで93枚であった。地点1で多く撮影された種は、イノシシ、タヌキ、アナグマで、この3種が全体の69%を占めた。地点2ではハクビシン *Paguma larvata*、タヌキ、アナグマの順に多く、この3種が全体の76%を占めた。地点3でもイノシシとタヌキが多く、ハクビシンとアライグマ *Procyon lotor* が同数で3位となった。ハクビシンについては、撮影頻度が地点間で有意に異なり、地点2で多い傾向がみられた ($\chi^2=19.11, P<0.01$)。それ以外の種については、地点間での撮影頻度の違いは有意ではなかった。

下層の状態ごとに撮影された種の頻度を比べてみると (Fig. 2)、ハクビシン、アライグマ、イエネコ *Felis catus*、アカネズミ *Apodemus speciosus* において、下層密度が高い地点での撮影頻度が高い傾向があり、イノシシ、タヌキ、アナグマ、テン *Martes melampus* では下層密度による違いは明確ではなかった。ノウサギ、キツネは下層密度が低い地点で撮影された。総撮影頻度が高かったイノシシ、タヌキ、アナグマ、ハクビシン、イエネコ、アライグマの6種について検定を行っ

たところ、アライグマ ($\chi^2=8.59, P<0.05$) とハクビシン ($\chi^2=5.70, P=0.05$) で下層密度の高い地点で撮影頻度が有意に高かった。餌として土壌動物を多く利用するイノシシ、アナグマ、タヌキについて土壌動物量と撮影頻度との関係を解析したが、いずれの種においても有意な関係は認められなかった (イノシシ: $r=0.43, t=-1.27, P=0.25$, アナグマ: $r=0.21, t=-0.58, P=0.58$, タヌキ: $r=0.47, t=-1.40, P=0.20$)。

下層の3段階で多様性指数を比較すると、全哺乳類種を対象とした場合、下層が少ないaではSimpsonの $\lambda=0.200$ 、中程度のbでは $\lambda=0.220$ 、高密度のcでは $\lambda=0.158$ となり、下層密度が高い環境でやや多様性が増える傾向はあったものの顕著な差は認められなかった。しかし、アライグマ、ハクビシン、イエネコなどの外来生物を除いた多様性指数は、aでは $\lambda=0.993$ 、bでは $\lambda=0.322$ 、cでは $\lambda=0.272$ であり、下層が疎な環境では多様性が著しく下がる傾向があった。

2013年5月から2014年1月に設置した10台のカメラで、合計447枚哺乳類が撮影された。このうち、98%にあたる438枚について、哺乳類の種類が判別された。総撮影枚数は1aギャップ内で最少9枚から、2cコントロールで最多145枚と大きな差が認められた。総撮影枚数は1a、2c、3cでは、ギャップによって開

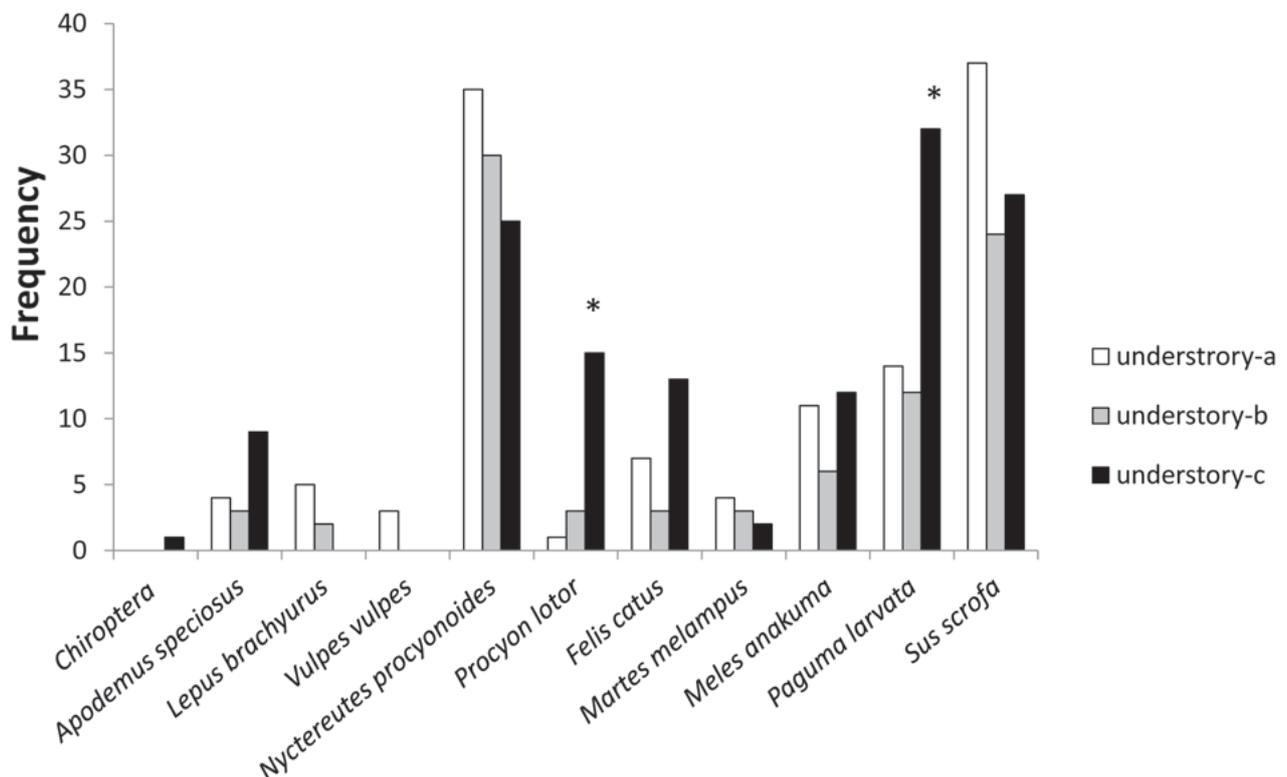


Fig. 2. Comparison of the number of pictures for 11 mammal species taken in different understory density (understory a=low, b=medium, c=high) *: $P<0.05$, **: $P<0.01$

けた環境でコントロールよりも撮影頻度が有意に減少する傾向が見られた (Table 1) (1a: $\chi^2=5.16$, $P<0.05$; 2c: $\chi^2=29.7$, $P<0.01$; 3c: $\chi^2=4.54$, $P<0.05$)。しかし、ギャップ地点において常に少ないというわけではなく、2b および 3a 地点では差が見られなかった (Table 1)。

種類ごとに解析してみると、タヌキ、アライグマ、アナグマ、ハクビシン、イエネコにおいて、ギャップよりもコントロールでの撮影総数が多い傾向があり、このうちタヌキ ($\chi^2=12.08$, $P<0.01$)、アナグマ ($\chi^2=4.78$, $P<0.05$)、ハクビシン ($\chi^2=7.08$, $P<0.01$)、イエネコ ($\chi^2=16.38$, $P<0.01$) において、差が有意であった (Fig.3)。イノシシ、アカネズミは、ギャップとコントロールで撮影枚数に有意差は認められなかった。また、撮影頻度が少ないため検定ができなかったが、ノウサギではギャップでより多く撮影される傾向があった。土壤動物を多く利用するイノシシ、アナグマ、タヌキにおいて、土壤動物量と撮影頻度との関係を解析したが、いずれの種においても有意な関係は見られなかった (イノシシ: $r=0.04$, $t=-0.12$, $P=0.91$, アナグマ: $r=0.12$, $t=-0.35$, $P=0.74$, タヌキ: $r=0.02$, $t=-0.05$, $P=0.96$)。

多様性指数は全哺乳類種を対象とした場合、ギャップ内で Simpson の $\lambda=0.153$ 、コントロールで $\lambda=0.163$ で大きな差は認められなかったが、アライグマ、ハクビシン、イエネコを除くと、ギャップで $\lambda=0.195$ 、コントロールで $\lambda=0.268$ となり、ギャップでやや多様性が高い傾向が見られた。

ギャップ形成後の時間経過による撮影枚数を見ると、ギャップもコントロールもおおむね同様の季節変化を示した (Fig.4)。すなわち、5月から7月まで少なめで、8月に最低値をとり、その後急増して10月に撮影総数が最大となった。しかし、12月に向けて急に減少した。ギャップを作成した2月以降、次第に哺乳類の利用が増加するといった一方向の傾向ではないことが明らかになった。こうした季節変化は撮影頻度が高いイノシシ、タヌキ、アナグマの活動量が大きく反映された結果であり、その状況はギャップでもコントロールでも違いは無かった。

4. 考察

本研究において、けもの道では下層植生の密度が高い方が利用する在来哺乳類種の多様度は上がることが明らかになった。従来から、林床が暗く下層植生が乏しい造林地では生物多様性が低いことが指摘されているが (村井・樋口 1988、石井・河原 2006)、けもの道の利用頻度についても、そうした環境は利用されにくいことが明らかになった。しかし一方で、キツネやノウサギなど、下層密度が低い方が多く撮影される種も存在した。したがって、下層環境として多様な状態を混在させることで多くの哺乳類種が利用しやすい環境を効率的に配置できると考えられる。

本研究では下層密度の違いによって土壤動物の現存量には有意な違いが見られなかった。また、土壤動物を主に餌として利用するイノシシ、アナグマ、タヌキにおいて、土壤動物量と利用頻度に明らかな関係は認められなかったため、これらの種では土壤動物を採食するためにけもの道の環境を選んでいるという可能性は低かったと考えられる。しかし、他の研究では人工林の間伐区の方が間伐遅れ区よりもリター層が多く、土壤動物の個体数、種数も多いという結果になっている (高橋ら 2010)。けもの道を利用する哺乳類が、土壤動物の採食場所として林床環境を選択しているかどうか、今後、より多くの場所で調査をする必要がある。

アライグマ、ハクビシン、イエネコといった都市近郊に多い外来哺乳類も、下層植生が繁茂したけもの道で利用頻度が高い傾向があった。本調査地で行なった自動撮影調査では、下層密度が高い地点で鳥類の撮影頻度は高かった。動きが速い鳥類を自動撮影カメラで全て把握できているわけではないが、相対的には下層が繁茂している地点により多くの鳥類が現存する可能性がある。本調査地以外でも一般的に、下層の密度が高い環境で鳥類の生息個体数や種数が多いことが知られている (一ノ瀬・加藤 1996, Maeda 1998)。待ち伏せ型の外来生物にとって、下層植生が密生した環境は、捕食行動を行う場所として頻繁に利用されている可能性がある。都市近郊の林で下層の繁茂をどの程度許容するかは、外来生物対策との兼ね合いで検討する必要があると考えられる。

密植され林床が暗くなった造林地では、間伐やギャップ作成によって、多様性を高める試みも数多く試験されている (服部ら 2004, 山川ら 2009, Taki et al. 2010)。本研究では、小規模伐採によって上層が開けたギャップではコントロールに比べて、哺乳類がけもの道を利用する頻度は減少する場合があることが示された。特に、下層密度が高い環境で小規模ギャップを作った場合、周囲のけもの道からギャップに出てくる頻度は大きく減少した。高槻・奥津 (2010) は、長野県において森林管理作業の行われている地点と、それが行われていない地点で自動撮影カメラに撮影された哺乳類を比較すると、管理されず下層が繁茂した森林地点でより多くの哺乳類が撮影されたとしており、本研究結果と状況は類似している。ただし、本研究において、小規模ギャップ作成への反応はどの種でも一様と言うわけではなく、タヌキ、アナグマ、イエネコ、ハクビシンで、ギャップ作成後には撮影頻度が大きく減少した。しかし、イノシシ、アライグマ、テン、ノウサギ、アカネズミでは、影響が明確ではなかった。ノウサギではむしろ、小規模ギャップでの撮影頻度が高い傾向が見られた。林縁で草本類を餌とするノウサギにとって、ギャップによって餌場ができたためと考えられる (矢竹ら 2003)。山梨県都留市で行なった自動撮影カメラ調査によると、本研究と同様、草刈りによってノウ

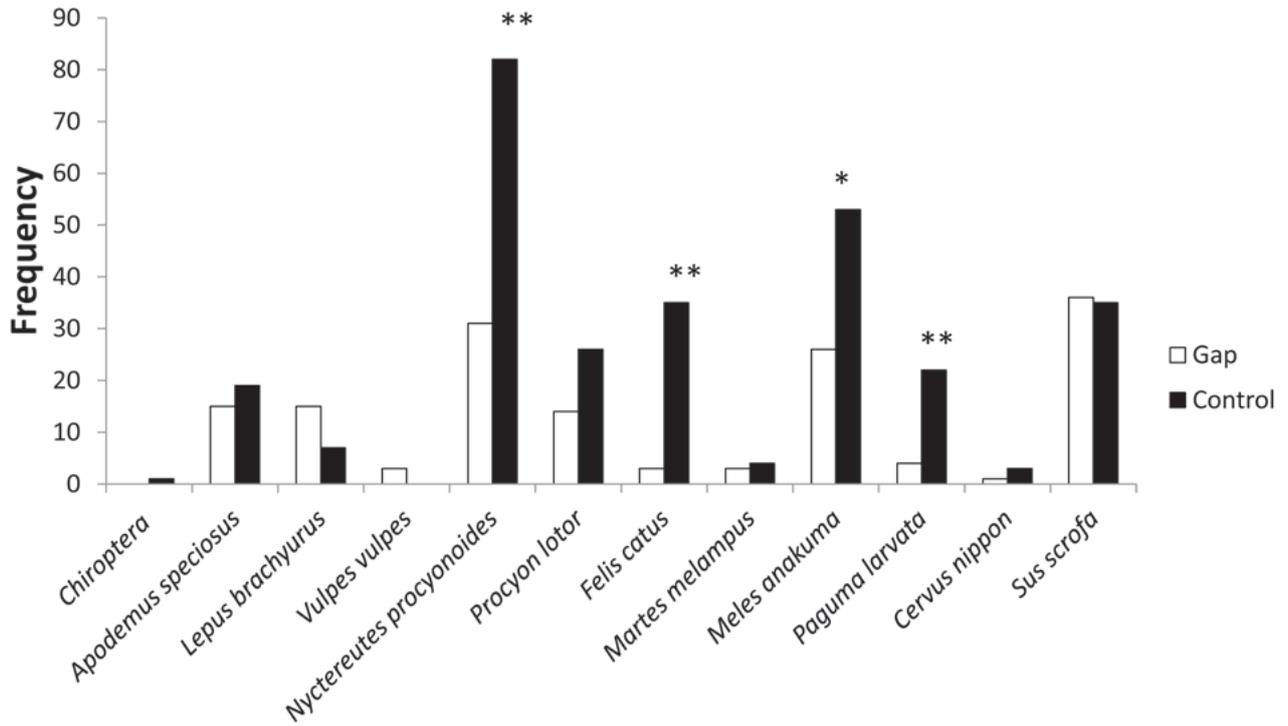


Fig. 3. Comparison of the number of pictures for 12 mammal species taken in the gap and the control *; $P < 0.05$, **; $P < 0.01$

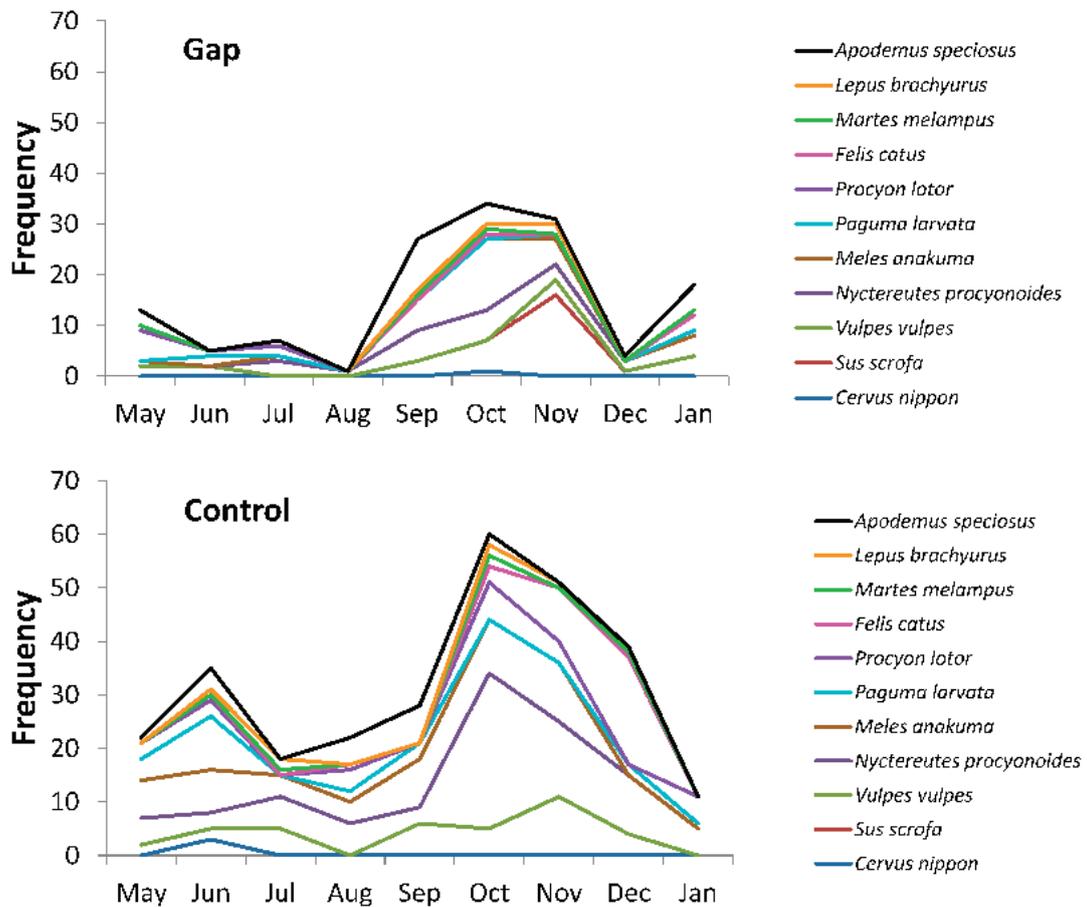


Fig. 4. Seasonal change in the number of pictures for 11 mammal species in the gap and the control

サギの撮影件数が増えた（北垣ら 2011）。全国的に新たな造林地が減少し、個体数が減少傾向にあるノウサギにとって（山田 2000）、小規模ギャップは短期間に適地が創出できる保全手法と言えるかもしれない。

全哺乳類で見ると撮影総数は、コントロールよりもギャップで少なかったが、多様性指数はやや高い傾向があった。長枝 (2008) は秋田県の広葉樹林内で、約 2m × 約 250m のベルト状の刈り払いをした場合、周囲に比べてタヌキ、ツキノワグマ *Ursus thibetanus*、ノウサギでは撮影数が増加するが、テンやネズミ類では撮影数が減ることを報告している。秋田県ではノウサギについて本研究と同様の傾向が見られたが、タヌキやテンでは逆の結果になった。地域やギャップの規模・形状によって各種の哺乳類の反応は異なることも予想されるため、今後多様な条件で調査する必要はある。

本研究ではギャップ作成から 1 年未満の短期的な反応しか追跡できていない。現状では、伐採された影響で下層がほとんど無い状況であり、調査期間内では時間とともに利用する哺乳類が増えるという傾向は見られなかった。季節変化としては、秋にイノシシ、タヌキ、アナグマといった優占種の活動量が増加する傾向が、ギャップでもコントロールでも同様に見られた。今後ギャップでの更新が進む中で、哺乳類の利用頻度が変わることが予想される。小規模ギャップの利用状況が長期的にどのように変化するかは、今後の課題である。

一方、自動撮影装置では樹上を利用するテンやハクビシンの利用頻度を過小評価していた可能性もある。また、ムササビ、ニホンリスなどの樹上性動物への影響は評価しきれていない。小規模ギャップを作成したことによる樹上性動物への影響は今後の課題である。

本調査から、下層の密度や上層木を除去することによって、哺乳類の利用頻度に影響する可能性が示唆された。しかし、本研究で行なった管理は小規模な面積であるため、各種哺乳類の生息個体数に直接影響するものではない。今後、こうした管理を行うことで、生物多様性保全や獣害対策に効果を発揮するかどうか確かめるために、その管理規模や継続年数も検討しなくてはならない。ただ、比較的小規模で人間生活との関わりが多い都市近郊林の人工林において、下層密度を多様にすることや人工的にギャップを作成するなどの小規模な管理によって、外来生物の温床とならない環境を作り、減少傾向にある種の生息環境を増やすことが可能となるかもしれない。

謝辞

本研究を行なうに当たり、試験林の植生管理を行っていたいただいた多摩森林科学園業務課、土壌動物調査を手伝っていただいた法政大学生命科学部生命機能学科の加藤雅俊、佐久間健、日本大学生物資源科学部森林資源科学科の黒川貴基、石橋宏康、山中朔生の諸氏に感謝申し上げます。

引用文献

- 藤森隆郎 (1997) 生物多様性の保全と森林管理の視点. 林業技術 667, 8-12.
- 八王子市 (2014) 八王子市の生物相 3. 哺乳類. 新八王子市 (自然編), 304-337.
- 服部 保・石田弘明・橋本佳延・南山典子・田村和也・浅見佳世 (2004) 照葉樹林成熟相とギャップ相の種組成および種多様性の比較. 日本生態学会誌, 54, 11-24.
- 星野知大 (1999) スギ人工林の施業方法の違いが林床植生と土壌に与える影響について. 国士舘大学地理学報告 8, 17-26.
- 一ノ瀬友博・加藤和弘 (1996) 武蔵野台地および狭山丘陵の樹林地における鳥類の分布と植生の種組成の関係について. ランドスケープ研究, 62, 577-580.
- 五十嵐哲也・牧野俊一・田中 浩・正木 隆 (2014) 植物の多様性の観点から人工林施業を考える—日本型「近自然施業」の可能性—. 森林総合研究所研究報告, 13, 29-42.
- 石井徹尚・河原輝彦 (2006) 造林地における林相の境界からの距離とアカネズミ・ヒメネズミの種構成変化. 東京農業大学集報 51, 8-13.
- 金子賢太郎・丸山将吾・永野 治 (2008) 国営昭和記念公園周辺に生息するタヌキの生息地利用について. ランドスケープ研究, 71, 859-864.
- 金子弥生 (2002) 日の出町のアナグマの行動圏の内部構造. 日本生態学会誌, 52, 243-252.
- Kataoka, T. and Tamura, N (2005) Effects of habitat fragmentation on the presence of Japanese squirrels, *Sciurus lis*, in the suburban forests. Mammal Study, 30, 131-137.
- 勝木俊雄・大中みちる・別所康次・岩本宏二郎・石井幸夫・島田和則 (2010) 森林総合研究所多摩森林科学園の野生植物. 森林総合研究所研究報告, 9, 207-225.
- 川村友友美・有本 勲・小池伸介・山崎晃司・森 貴久 (2014) 人工林におけるツキノワグマの潜在的な食物資源量に施業方法、林齢、樹種、シカ密度が与える影響. 日本森林学会誌 96, 93-99.
- 北垣憲仁・西 教生・渡辺通人 (2011) 都留市湧水群地域における「里山環境」の総合評価に関する研究—3. 十日市場地域における 2008～2010 年の哺乳類調査結果について—. 都留文科大学研究紀要, 73, 113-133.
- Maeda, T. (1998) Preference of birds for undergrowth in a Tokyo suburban deciduous forest. Biosphere Conservation, 1, 119-128.
- 村井英紀・樋口広芳 (1988) 森林性鳥類の多様性に影響する諸要因. Strix 7, 83-100.
- 村上興正 (1996) 第 39 回シンポジウム 1「哺乳類のハ

- ビタットとしての森林管理」の企画とまとめ. 哺乳類科学, 36, 67-69.
- 長枝昭彦 (2008) 緑の回廊におけるほ乳類・鳥類の利用を向上させる方法. 秋田県森林技術研究報告, 18, 41-50.
- 長池卓男 (2002) 森林管理が植物種多様性に及ぼす影響. 日本生態学会誌, 52, 35-54.
- O'Brien, T. G., Kinnaird, M. F. and Wibisono, H. T. (2003) Crouching tiger, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation* 6, 131-139.
- 岡崎弘幸 (2010) 東京都におけるムササビの分布最前線の変遷. 中央大学教育研究, 23, 47-60.
- 林野庁 (2013) 平成 25 年度森林・林業白書. 203pp.
- Saeki, M., Johnson, P. and Macdonald, D.W. (2007) Movements and habitat selection of raccoon dog in a mosaic landscape. *Journal of Mammalogy*, 88, 1098-1111.
- 清和研二 (2010) 広葉樹林化に科学的根拠はあるのか? —温帯林の種多様性維持メカニズムに照らして—. 森林科学, 59, 3-8.
- 曾根晃一・土方康次 (1992) 都市近郊林の野生鳥獣をめぐる諸問題. 森林科学, 4, 27-33.
- 園田陽一 (2008) 里山林とタヌキ—里山における藪の意味とは—. 山林, 1485, 44-47.
- 園田陽一・倉本 宣 (2008) 多摩丘陵および関東山地における非飛翔性哺乳類の種組成に対する森林の孤立化の影響. 応用生態工学 11, 41-49.
- 高橋洋子・竹中千里・吉田智弘 (2010) ヒノキ人工林において間伐施業が土壌動物の群集構成と個体数密度に与える影響—三重県会郡大紀町における事例—. 日本森林学会誌 92, 167-170.
- 高槻成紀・奥津憲人 (2010) アファンの森における哺乳類の自動撮影記録. 麻布大学雑誌, 21/22, 1-8.
- Taki, H., Inoue, T., Tanaka, H., Makihara, H. Sueyoshi, M., Isono, M. and Okabe K. (2010) Responses of community structure, diversity and abundance of understory plants and insect assemblages to thinning in plantations. *Forest Ecology and Management* 259, 607-613.
- 東京都産業労働局 (2013) 東京の森林・林業 (平成 25 年版). 200pp.
- 山川博美・伊藤 哲・作田耕太郎・溝上展也・中尾登志雄 (2009) 針葉樹人工林の小面積皆伐による異齡林施業が下層植生の種多様性およびその構造に及ぼす影響. 日本森林学会誌, 91, 277-284.
- 山田文雄 (2000) 厳しい生存の掟—ノウサギ—. 里山を考える 101 のヒント. 社団法人 日本林業技術協会, 106-107.
- 矢竹一穂・梨本 真・松木吏弓・竹内 亨・阿部聖哉・島野光司・白木彩子・石井 孝 (2003) 秋田駒ヶ岳山麓における糞粒法と INTGEP 法によるノウサギの生息密度の推定. 哺乳類科学, 43, 99-111.

Mammal activities in suburban plantation forests affected by making artificial gaps

Noriko HAYASHI^{1)*} and Takenari INOUE¹⁾

Abstract

Suburban plantation forests often lost the object of timber production and were left without forestry managements. These plantations have a possibility to produce important habitats for wildlife. We set automatic cameras on animal trails and compared the frequency of mammals trespassed on the trail with different undergrowth densities. The diversity of native species was larger in dense undergrowth trails than sparse undergrowth trails. Also in invasive species, such as raccoons, palm civets, and feral cats, trails with dense undergrowth were used more often. When artificial small gaps were made in plantations, the frequency of raccoon dogs, badgers and palm civets decreased but that of rabbits increased in the gaps. By conducting small-scaled managements and making habitat diversities, we may produce appropriate habitats for declining mammal species in suburban plantation forests.

Key words : automatic camera, mammal, undergrowth, artificial gap, suburban forests

Received 11 April 2014, Accepted 8 September 2014

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

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

研究資料 (Research record)

Variations in internal- and end checks in boxed-heart square timber of sugi (*Cryptomeria japonica*) cultivars dried by the high-temperature setting method

Kana YAMASHITA^{1)*}, Yasuhiko HIRAKAWA²⁾, Shuetsu SAITO³⁾,
Motoyoshi IKEDA⁴⁾, Hiroshi NAKATANI⁵⁾ and Masamitsu OHTA⁶⁾

Abstract

The variations of internal- and end checks formed in the boxed-heart square timber of sugi by the high-temperature setting method were examined with three cultivars. Total lengths of internal- and end checks were longer for aya-sugi than other cultivars. The total lengths of internal- and end checks exhibited high positive correlations with density and latewood percentage.

Key words : sugi boxed-heart square timber, high-temperature setting method, internal check, end check, wood properties

1. Introduction

Boxed-heart timber without a kerf is susceptible to surface checks, which are likely to trigger complaints related to housing construction. Various kiln drying methods to prevent surface check forming have been developed (Kuroda 2007). The high-temperature setting method developed by Yoshida et al. (Yoshida et al. 2000) makes drying set at the outer part of the timber by treating timber under conditions of high temperature and low moisture during the early stage (Tokumoto et al. 2004). Nowadays, this is one of the mainstream methods used for kiln drying of boxed-heart square timber in Japan. Recently, drying schedules which are not prone to cause internal check or strength deterioration have been studied for the main softwood species (Yoshida et al. 2004, Tokumoto et al. 2005, Research Group of Development of Technology for producing Safe and Trustful Dried Timber 2012).

Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don), the most common plantation species, shows significant variations in wood properties such as moisture content, shrinkage, density, and strength, which is why drying-check also varies by timber. In our previous study, boxed-heart square timber of two cultivars with different levels of tangential shrinkage and similar densities were kiln dried together using the high-

temperature setting method, and the timber with larger tangential shrinkage formed a larger area of internal checks (Yamashita et al. 2012b). In this study, internal- and end checks were examined among three cultivars which had different wood properties in density and tree ring structures.

For the high-temperature setting method, it is known that internal checks increase with extension of the high-temperature setting treatment and the dry-bulb temperature at drying (Yoshida et al. 2004, Research Group of Development of Technology for producing Safe and Trustful Dried Timber 2012), which suggests that a small difference in drying condition would make a difference in internal check. In this study, different cultivars were dried separately. Although the small difference in drying condition might have affected the drying-check difference among cultivars, some internal check characteristics by cultivars considered to have been affected by their wood properties were observed.

2. Materials and methods

2.1 Materials

Three sugi cultivars, boka-sugi (B), aya-sugi (A), and ryuunohige (R) were used. The sample trees were the same as those used in our previous studies on bow (Yamashita et

Received 2 July 2013, Accepted 21 October 2014

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

2) Research Planning and Coordination Department, FFPRI

3) Department of Wood Processing, FFPRI

4) Grandworks Inc.

5) Forestry Research and Instruction Station of Kumamoto

6) The University of Tokyo

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

al. 2011). Trees of each cultivar were taken from the same stands (boka-sugi: Takaoka, Toyama; aya-sugi: Kahoku, Kumamoto; ryuunohige: Kikuchi, Kumamoto). As shown in Fig. 1, logs were taken at two heights above ground (lower height, “timber 1”; upper height, “timber 4”) and sawn into 1.8–1.9 m-long boxed-heart square timber with a 115 × 115 mm cross-section including pith at the center of each end. Disks were cut at both ends of the logs to measure the fundamental wood properties.

2.2 Wood properties

Moisture contents of the heartwood (MC_{HW}) and sapwood (MC_{SW}) were measured using disks. The heartwood area percentage (HWP) on the transverse faces was calculated from the heartwood radius and timber

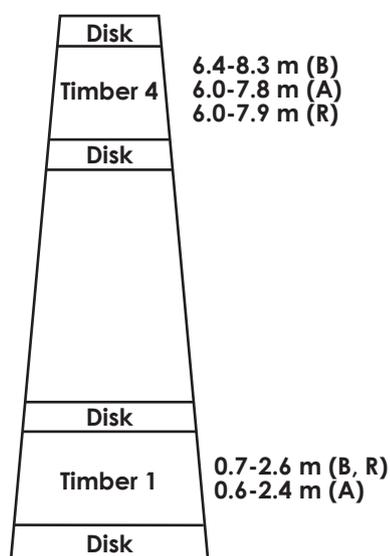


Fig. 1. Sampling heights above ground for boka-sugi (B), aya-sugi (A), and ryuunohige (R)

dimension. Basic density (BD) was measured using small blocks cut at 20 mm intervals from the pith to the edge of the timber, whereupon their mean values were calculated. The tree ring parameters, ring width (RW), latewood percentage (LWP), earlywood density (EWD), and latewood density (LWD), were measured by soft X-ray densitometry (Yamashita et al. 2009) and averaged through rings included in each timber. The earlywood and latewood boundary was set at 550 kg/m³. Tangential and radial shrinkages from green to oven-dried condition (α_T , α_R) were measured using small clear samples of dimensions 30 (T) × 30 (R) × 5 (L) mm, at a distance of 30 mm from the pith where internal checks appeared most prominently. Those wood properties in diametrically opposed directions were averaged for each disk, and the mean values at both ends of the timber were calculated.

2.3 Kiln-drying

Timbers 1 and 4 from each cultivar were arranged alternately in stacked layers in the kiln (SKIF10LPT, Shinshiba) (Table 1). The drying schedule was as follows: steaming (90°C dry bulb, 90°C wet bulb, 8 h), drying (120°C dry bulb, 90°C wet bulb, 88 h), and conditioning (95°C dry bulb, 91°C wet bulb, 24 h). The moisture content of the green (MC_{GT}) and dried timber (MC_{DT}) was obtained as the water weight per oven-dry wood weight.

2.4 Measuring internal checks

As shown in Fig. 2, after kiln drying, 40-mm-thick transverse slices were taken using a circular saw from five longitudinal positions: both ends (slices 1 and 5), the center (slice 3), and their mid-section (slices 2 and 4). The internal check was measured using slices 2, 3, and 4. The end check was measured using the inner faces 40 mm from the ends of slices 1 and 5, because the end surface cut by a chainsaw was rough. The transverse face of each slice was

Table 1. Heartwood area percentage and the moisture contents of the heartwood, the sapwood, green timber, and kiln-dried timber

Kiln group	Cultivar	Sample	N	H (m)	HWP (%)		MC_{HW}		MC_{SW}		MC_{GT} (%)		MC_{DT} (%)	
					Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
1	Boka-sugi	B1	21	0.7–2.6	95.8	8.5	81.5	16.1	244.5	31.1	78.3	11.0	6.6	3.6
1		B4	21	6.4–8.3	37.1	16.4	87.4	11.6	216.3	18.0	125.6	18.6	9.5	4.6
2	Aya-sugi	A1	15	0.6–2.4	100	0.0	47.5	2.9	—	—	41.4	5.5	7.6	3.2
2		A4	15	6.0–7.8	98.8	4.5	40.1	1.3	108.3	2.9	44.9	3.9	13.0	2.9
3	Ryuunohige	R1	8	0.7–2.6	100	0.0	100.0	13.5	—	—	50.4	15.9	4.2	2.0
3		R4	8	6.0–7.9	65.5	10.3	47.9	3.2	137.9	21.4	32.9	6.9	5.3	3.1

H: Height above ground of the timber source, HWP: heartwood area percentage on the transverse face of timber, MC_{HW} : moisture content of the heartwood, MC_{SW} : moisture content of the sapwood, MC_{GT} : moisture content of green timber, MC_{DT} : moisture content of dried timber.

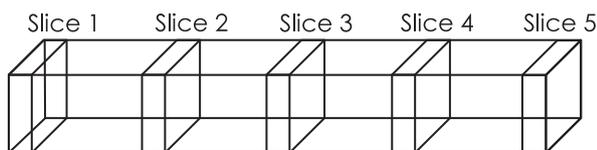


Fig. 2. Drying-check measurement positions within a timber

scanned by an image scanner (GT-F600, Epson) and printed out on white paper. The outline of the check was traced on the back of the printed paper, and its image captured by the scanner. The numbers (NIC, NEC), total areas (TAIC, TAEC), and average areas (AAIC, AAEC) of the internal- and end checks were obtained by an image processing program (ImageJ, NIH). Total lengths of the internal- and end check (TLIC, TLEC) were measured using a ruler. The number, total length, and total area of drying-checks were calculated per square meter of the green timber transverse area.

3. Results and discussion

3.1 Wood properties

The heartwood area percentage (HWP) differed by samples (Table 1). Timbers 1 and 4 of aya-sugi (A1 and A4) and ryuunohige timber 1 (R1) were occupied with the heartwood. For boka-sugi timber 1 (B1), some timber contained the sapwood at its edges. For timber 4 of boka-sugi (B4) and ryuunohige (R4), the heartwood was inside the inscribed circle.

The moisture content of green timber (MC_{GT}) was high for B4, which contained high percentage of the sapwood (Table 1). The MC_{GT} was low for aya-sugi, of which moisture content of the heartwood (MC_{HW}) was low and HWP was high. Ryuunohige timber 1 (R1) exhibited higher MC_{GT} than timber 4 (R4), because its MC_{HW} was higher. The

moisture content of dried timber (MC_{DT}) was high for aya-sugi, and low for ryuunohige.

The basic density (BD) and the latewood percentage (LWP) were large for aya-sugi and small for boka-sugi (Table 2). The ring width (RW) was large for aya-sugi and small for ryuunohige. Boka-sugi exhibited large earlywood density (EWD) and small latewood density (LWD), while ryuunohige exhibited small EWD and large LWD. Tangential shrinkage (α_T) and radial shrinkage (α_R) were large for ryuunohige and small for boka-sugi (Table 2).

3.2 Variation of internal checks

First, the variation within timber in the longitudinal direction was examined. Slices 1 and 5 taken from the timber ends showed many small checks all over the transverse face, while slices 2, 3, and 4 showed fewer and larger checks (Fig. 3). As a result of check measurement, the number and total area were larger, total length longer, and average area smaller for slices 1 and 5 compared to slices 2, 3, and 4 (Fig. 4). Among slices 2, 3, and 4, no significant difference emerged in the internal check parameters except number of R1, average areas of B4 and R1 ($P < 0.05$). Therefore, we decided to use slice 3 as representative of internal check of each timber.

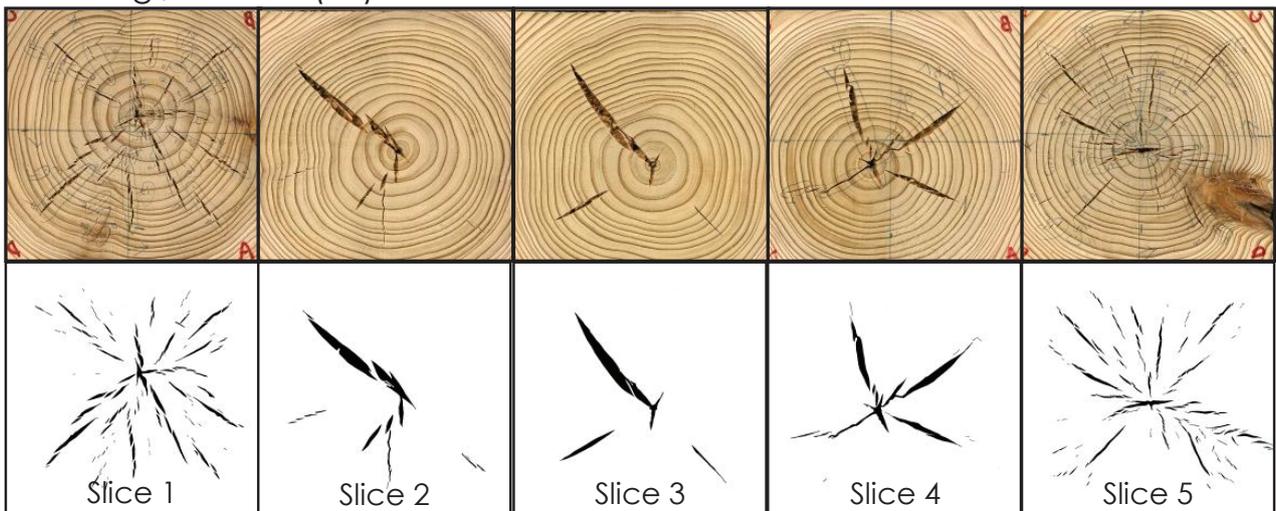
As for internal check, aya-sugi formed many small checks. Aya-sugi exhibited the largest number (NIC), the longest total length (TLIC), and the smallest average area (AAIC) (Fig. 5). The difference among cultivars of NIC and TLIC were significant by Tukey-Kramer HSD test ($P < 0.05$). The MC_{DT} of aya-sugi was higher than the others (Table 1), which suggested that its internal check might be more prominent when they are dried at the same level as the others. Previous study also reported that internal check occurrence was more prominent for aya-sugi than obi-sugi and shakain (Research Group of Development of Technology for producing Safe and Trustful Dried Timber 2012). It might be attributable to the wood property of aya-sugi.

Table 2. Basic density, tree ring structures, and shrinkage

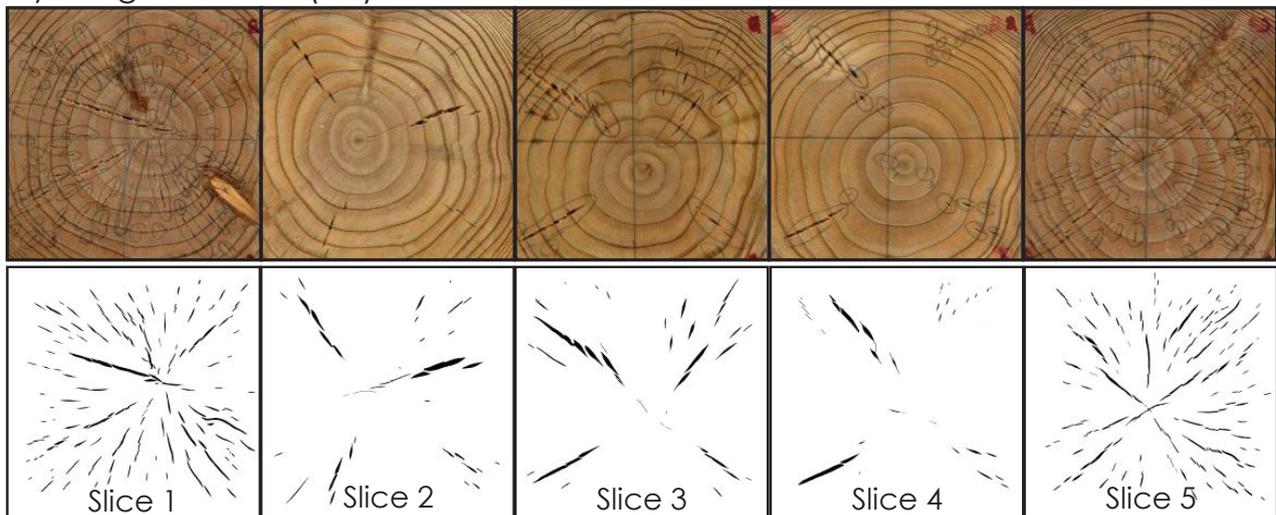
Sample	BD (kg/m ³)		RW (mm)		LWP (%)		EWD (kg/m ³)		LWD (kg/m ³)		α_T (%)		α_R (%)		α_T/α_R (%/%)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
B1	343	16	3.70	0.56	27.9	4.6	365	17	758	26	5.25	0.48	2.56	0.21	2.09	0.22
B4	322	14	3.88	0.47	23.4	5.9	381	13	765	21	5.53	0.40	2.68	0.25	2.08	0.15
A1	373	15	4.36	0.86	40.4	7.5	344	26	781	26	6.12	0.31	2.44	0.23	2.55	0.17
A4	405	9	4.17	0.66	43.2	4.5	379	24	801	27	6.46	0.33	2.35	0.13	2.77	0.11
R1	356	7	2.56	0.60	29.0	4.6	337	30	848	33	7.24	0.46	2.81	0.21	2.58	0.13
R4	373	10	2.28	0.47	34.0	3.1	330	19	888	18	7.40	0.41	3.16	0.10	2.35	0.12

BD: basic density, RW: ring width, LWP: latewood percentage, EWD: earlywood density, LWD: latewood density, α_T : tangential shrinkage, α_R : radial shrinkage.

Boka-sugi, Timber 1 (B1)



Aya-sugi, Timber 1 (A1)



Ryuunohige, Timber 1 (R1)

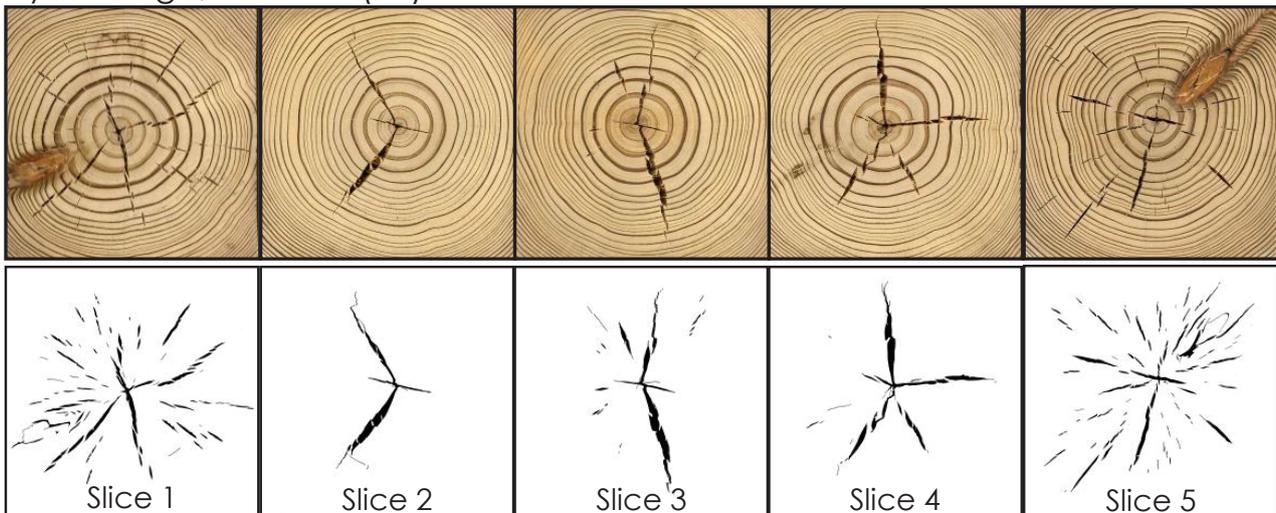


Fig. 3. Typical images of internal-check (slices 2, 3, and 4) and end-check (slices 1 and 5)

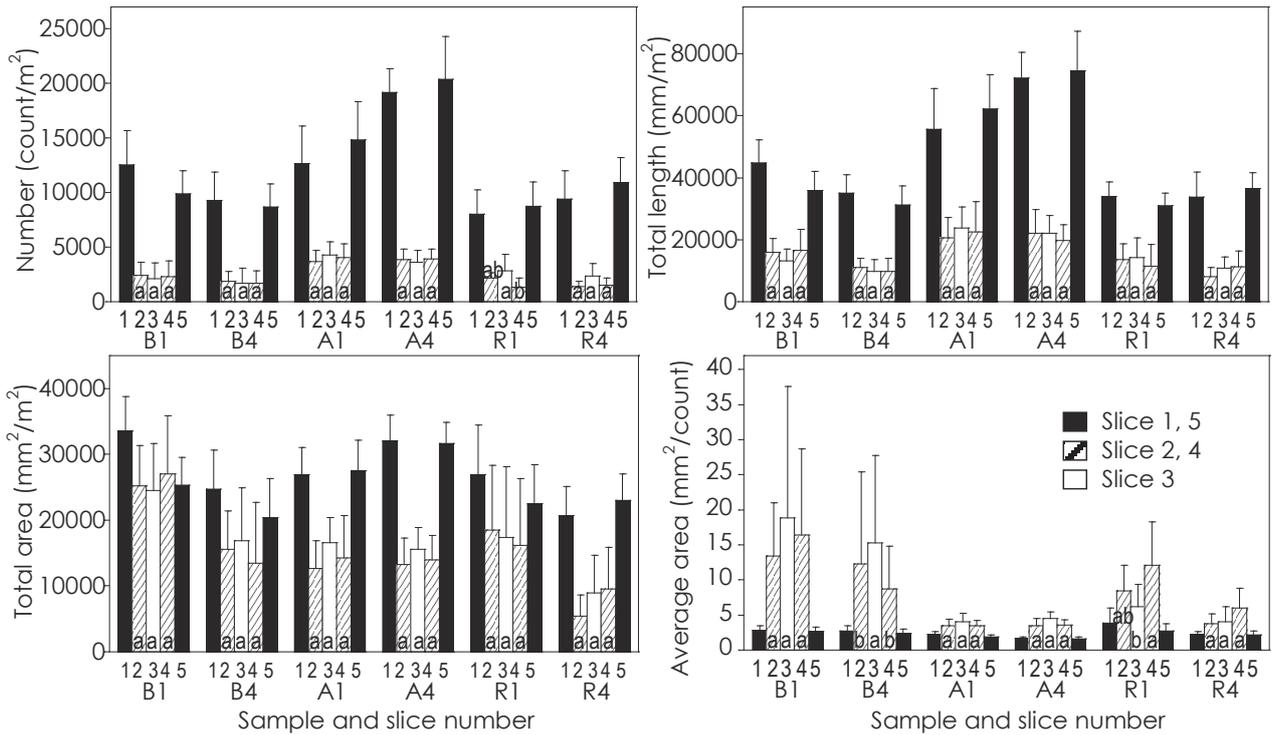


Fig. 4. Drying-check variation within a timber
a and b show significant difference among slice 2, 3, and 4 within each sample group using the Tukey-Kramer HSD test ($P < 0.05$).

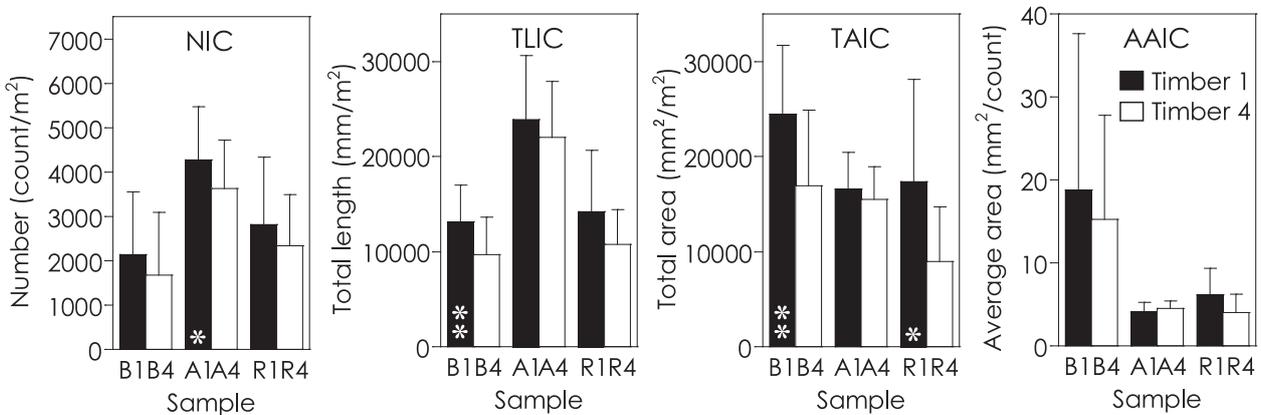


Fig. 5. Means and standard deviations of internal check parameters
Asterisks show significant difference between timber 1 and timber 4 within cultivars using a paired t-test (** $P < 0.01$, * $P < 0.05$).

In order to evaluate internal check, different parameters such as total length, the maximum length, and total area are used depending on its purpose such as comparing with the strength properties (Ido et al. 2005, Obara et al. 2006, Saito and Tonosaki 2008, Tonosaki et al. 2010, Research Group of Development of Technology for producing Safe and Trustful Dried Timber 2012). In this study, the correlations between total length of internal check and wood properties

were obtained to examine which wood properties are related to check occurrence. The BD and LWP exhibited the highest correlations among the wood properties (Table 3, Fig. 6). One possible explanation is that the timber with high density prone to form checks.

In our previous study (Yamashita et al. 2012b), timbers dried together were compared, and most timber didn't contain the sapwood. In this study, each cultivar was dried

Table 3. Correlation coefficients between total length of internal- and end checks and wood properties

	HWP	MC _{GT}	BD	RW	LWP	EWD	LWD	α_T	α_R	α_T/α_R
Internal check	0.545***	-0.490***	0.562***	0.420***	0.661***	0.363***	-0.160	0.188	-0.365***	0.525***
End check	0.344**	-0.347***	0.619***	0.602***	0.673***	0.571***	-0.309**	0.061	-0.528***	0.559***

BD, RW, LWP, EWD, LWD, α_T , and α_R : see Table 2. *** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$.

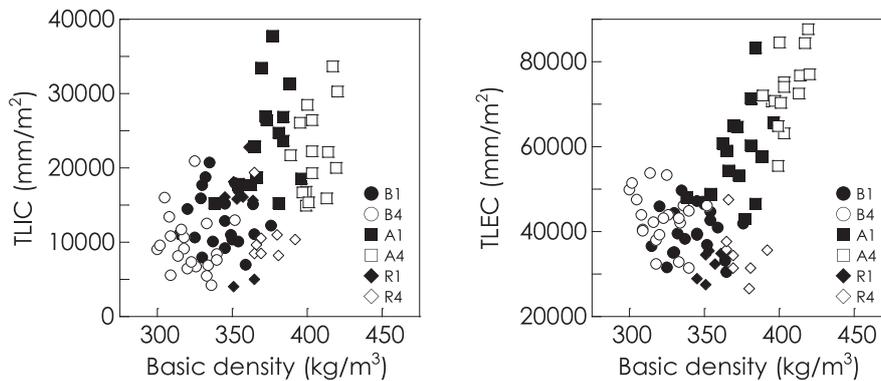


Fig. 6. Relationship between total length of check and basic density
TLIC: total length of internal check, TLEC: total length of end check.

individually, and HWP and moisture content distribution varied among samples, which made the effect of wood properties on internal checks more complicated. Most internal checks were observed within the heartwood, and TLIC exhibited a positive correlation with HWP (Table 3). The TLIC exhibited a negative correlation with MC_{GT} (Table 3). These results suggested a potentiality that the heartwood percentage and moisture content may affect internal-check formation. Surface check was not observed after drying, but there is a possibility that it had been formed at the initial stage and closed later during drying, which had an effect on drying set and internal check occurrence. Our previous study of conventional kiln drying observed that the total length of surface check was longer for the timber taken from the upper part of stem, which included more sapwood (Yamashita et al. 2012a). Kawabe et al. (Kawabe et al. 1993) reported that the internal stresses during vacuum-drying with high frequency heating were different depending on the heartwood moisture content. It is a future study whether the area and strength of drying set are different depending on the distributions of moisture content and heartwood/sapwood in high temperature setting method.

In our previous study using timber at similar level of density and HWP, the correlation with internal check was high for α_T (Yamashita et al. 2012b), whereas this

study showed a negative correlation with α_R and a positive correlation with α_T/α_R . These results suggest that larger tangential shrinkage and tangential/radial shrinkage anisotropy tends to increase internal checks, but its effect is complicated depending on other wood properties and drying condition.

3.3 Variation of end checks

The end of timber is prone to check, which is considered due to that shrinkage is relatively smaller in longitudinal rather than transverse direction, rapid longitudinal moisture movement results in high stresses at lumber ends due to quick drying, and the check appears in a line pattern at weak connections between ray parenchyma and tracheids (Terazawa and Tsutsumoto 1986).

The end-check difference was examined using the mean of slices 1 and 5. Among the cultivars, aya-sugi exhibited larger NEC and longer TLEC than the other two cultivars (Tukey-Kramer HSD test, $P < 0.05$) (Fig. 7). Among the wood properties, BD and LWP exhibited the highest correlations with TLEC (Table 3, Fig. 6). The HWP and α_T/α_R also exhibited positive correlations and MC_{GT} exhibited a negative correlation. Those results were common with those gained for internal check.

This study showed that both of internal- and end checks were smaller and more abundant for aya-sugi than other

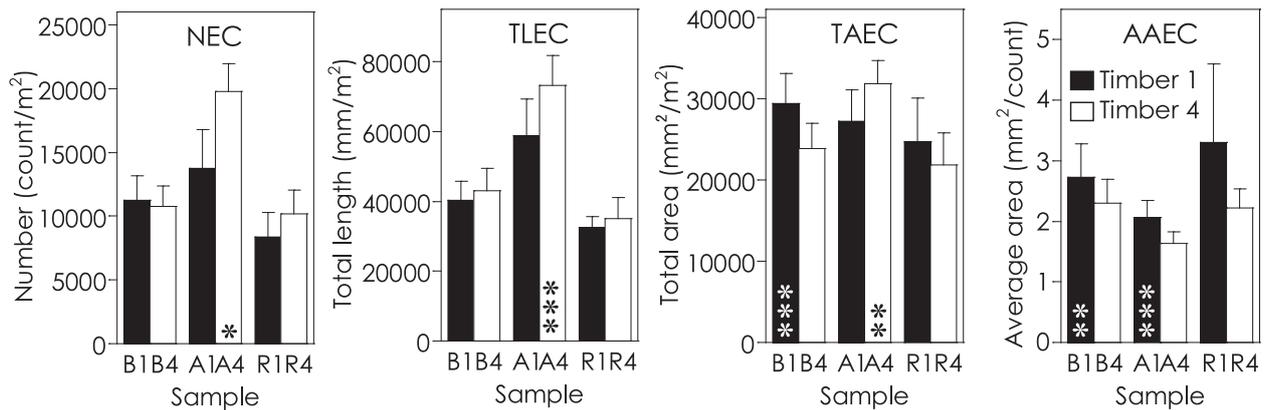


Fig. 7. Mean and standard deviation of end check parameter. Asterisks show significant difference between timber 1 and timber 4 within cultivars using a paired t-test (** $P < 0.001$, * $P < 0.01$, * $P < 0.05$).

two cultivars (Fig. 3). Sakagami et al. (Sakagami et al. 2009) observed that microcracks occurred between tracheid and ray parenchyma in the latewood region, the crack tip advanced in both the bark and pith directions, and stopped at the earlywood region. It would be interesting to examine whether the microcrack occurrence and stopping are different among samples with different tree ring structures.

4. Conclusion

Both of internal- and end check exhibited similar trends among cultivars: aya-sugi formed many drying checks and its total length was the longest. Density and latewood percentage were correlated with the total lengths of checks, which suggested that density and tree ring parameters are candidates of factors related to the drying check occurrence and elongation.

References

Ido, H., Nagao, H. and Kato, H. (2005) Effect of the internal check on the shear strength of sugi (*Cryptomeria japonica*) lumber. *Wood Industry*, 60, 170-174.

Kawabe, J., Sakamoto, K., Fujimoto, N. and Mataka, Y. (1993) Vacuum-drying with high-frequency heating of sugi logs. *Mokuzai Gakkaishi*, 39, 284-292.

Kuroda, N. (2007) Development of fundamental research on drying of boxed-heart square timber of sugi (*Cryptomeria japonica*). *Mokuzai Gakkaishi*, 53, 243-253.

Obara, M., Yamanouchi, K. and Fukudome, S. (2006) Evaluation of sugi boxed heart structure timber contained dry crack. *Reports of Kagoshima Prefectural Institute of Industrial Technology*, 20, 71-77.

Research Group of Development of Technology for producing Safe and Trustful Dried Timber (2012) *Manual of producing and utilizing of safe and trustful dried timber*. Ishikawa Forestry Experiment Station, 88 pp.

Saito, S. and Tonosaki, M. (2008) Characteristic of internal check in cross section of sugi square lumber with pith by kiln drying. *Kanto J. For. Res.*, 59, 311-312.

Sakagami, H., Tsuda, K., Matsumura, J. and Oda, K. (2009) Microcracks occurring during drying visualized by confocal laser scanning microscopy. *IAWA J.*, 30, 179-187.

Terazawa, S. and Tsutsumoto, T. (1986) "*Kiln-drying of wood. A revised edition*", Wood Technological Association of Japan, 44-49.

Tokumoto, M., Hokari, K., Takeda, T., Yasue, K. and Yoshida, T. (2004) Distributions of drying set in sugi and hinoki boxed-heart square timbers dried by the high-temperature setting method. *J. Soc. Matel. Sci. Japan*, 53, 370-375.

Tokumoto, M., Takeda, T. and Yoshida, T. (2005) Effect of subsequent kiln-schedule after the high-temperature setting treatment on internal stresses of sugi boxed-heart timber without back-splittings. *J. Soc. Matel. Sci. Japan*, 54, 365-370.

Tonosaki, M., Saito, S. and Miyamoto, K. (2010) Evaluation of internal checks in high temperature dried sugi boxed heart square sawn timber by dynamic shear modulus. *Mokuzai Gakkaishi*, 56, 79-83.

Yamashita, K., Hirakawa, Y., Nakatani, H. and Ikeda, M. (2009) Tangential and radial shrinkage variation within trees in sugi (*Cryptomeria japonica*) cultivars. *J. Wood Sci.*, 55, 161-168.

- Yamashita, K., Hirakawa, Y., Saito, S., Nakatani, H. and Ikeda, M. (2011) Bow variation in kiln-dried boxed-heart square timber of sugi (*Cryptomeria japonica*) cultivars. *J. Wood Sci.*, 57, 363-370.
- Yamashita, K., Hirakawa, Y., Saito, S., Ikeda, M. and Ohta, M. (2012a) Surface-check variation in boxed-heart square timber of sugi (*Cryptomeria japonica*) cultivars dried by the conventional kiln drying. *J. Wood Sci.*, 58, 259-266.
- Yamashita, K., Hirakawa, Y., Saito, S., Ikeda, M. and Ohta, M. (2012b) Internal-check variation in boxed-heart square timber of sugi (*Cryptomeria japonica*) cultivars dried by high-temperature kiln drying. *J. Wood Sci.*, 58, 375-382.
- Yoshida, T., Hashizume, T. and Fujimoto, N. (2000) High-temperature drying characteristics on boxed-heart square timber of karamatsu and sugi: Influences of high temperature conditions with low humidity on drying properties. *Wood Industry*, 55, 357-362.
- Yoshida, T., Hashizume, T., Takeda, T., Tokumoto, M. and Inde, A. (2004) Reduction of surface checks by the high-temperature setting method on kiln drying of sugi boxed-heart timber without back-splitting. *J. Soc. Matel. Sci. Japan*, 53, 364-369.

スギ在来品種の心持ち正角材における 高温乾燥で生じた内部割れと木口割れの変動

山下 香菜^{1)*}、平川 泰彦²⁾、齋藤 周逸³⁾、池田 元吉⁴⁾、中谷 浩⁵⁾、太田 正光⁶⁾

要旨

スギ3品種から採取した心持ち正角材を高温セット法で乾燥し、生じた内部割れと木口割れの変動を調べた。内部割れおよび木口割れの総長は、アヤスギで最も長く、密度と晩材率との間に高い正の相関を示した。

キーワード：スギ心持ち正角、高温セット法、内部割れ、木口割れ、材質

原稿受付：平成25年7月2日 原稿受理：平成26年10月21日

1) 森林総合研究所木材特性研究領域

2) 元森林総合研究所企画調整部

3) 森林総合研究所加工技術研究領域

4) 熊本県林業研究指導所

5) (株) グランドワークス

6) 東京大学

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

研究資料 (Research record)

札幌森林気象試験地の気象 (1999 ~ 2008 年)

溝口 康子^{1)*}、山野井 克己¹⁾、北村 兼三²⁾、中井 裕一郎³⁾、鈴木 覚³⁾

要旨

札幌市豊平区羊ヶ丘の落葉広葉樹林で1999年から気象観測を行っており、2008年までの観測データをとりまとめた。2004年9月の台風により森林のみならず観測施設も大きな被害を受けたため、翌年の5月まで観測は中断した。対象期間の全天日射量、気温、水蒸気圧の平均はそれぞれ12.6MJm⁻²d⁻¹、7.3℃、9.2hPaであった。風速の平均は2.5ms⁻¹、最多風向は南南東であった。ただし、日中と夜間では傾向が異なり、特に春季の日中は卓越風が北北西になった。林内における最大積雪深は2000年2月の137cmであった。降水量は2006年11月から観測を開始した。2007、2008年の2年間の平均年降水量は944.5mmであった。

キーワード：全天日射量、気温、水蒸気圧、降水量、風速、風向、札幌森林気象試験地

1. はじめに

森林総合研究所では、1999年に熊本から札幌までの森林5カ所に二酸化炭素動態観測施設を設置し、二酸化炭素をはじめとするフラックスおよび気象観測を行っている(大谷ら、2010)。札幌では札幌市豊平区羊ヶ丘の落葉広葉樹林に41mのアルミ製気象観測タワーをはじめとする観測設備を設け、1999年5月中旬から気象観測を、8月中旬からフラックス観測を本格的に開始した。

全国に観測地点を網羅している気象庁によるアメダス観測所をはじめ、地上における一般的な気象観測の多くは芝地の観測露場で行われている(気象庁、1998)。一方、群落構造の違いにより、微気象形成に影響する粗度や熱交換過程が芝地とは大きく異なる森林での継続的な気象観測データは少ないため貴重である。本試験地は、森林の二酸化炭素吸収に関わる研究(Nakai et al., 2003; Kitamura et al., 2012)が行われ、同様のフラックス観測を行っている観測ネットワークのFLUXNET (<http://www.fluxnet.ornl.gov/>) および AsiaFlux (<http://www.asiaflux.net/>; SiteCode: SAP) のサイトとして登録されている。また、対象とする森林では樹木・動物・昆虫の生態に関する研究・調査が行われており、長期生態学研究ネットワークである JaLTER (<http://www.jalter.org/>) の準サイト「羊ヶ丘」として登録されている。生態に影響を及ぼす環境要因としても気象条件の把握は重要である。

本報告では、観測開始から2008年までの約10年間の観測結果のうち、主要な気象要素(気温、日射、降水量)等についてとりまとめた。

2. 方法

2.1 試験地の概要

札幌市街地の南に位置する札幌森林気象試験地(Photo1)は、森林総合研究所所有の約150haの羊ヶ丘実験林(Fig.1)内に位置し、実験林の周辺は森林および草地が広がっている。試験地の中心となる観測タワー(北緯42°57.210′、東経141°23.117′E、標高182m)(Photo2)は、19世紀末の数度の山火事後に成立したシラカンバ、ミズナラをはじめとする落葉広葉樹林内(森林総合研究所北海道支所、1998)に位置し、各種放射、気温・湿度・風速プロファイルなどの気象およびエネルギー・CO₂フラックス観測を行っている(詳細はhttp://www2.ffpri.affrc.go.jp/labs/flux/SAP_j.html)。群落高は約20mである。また、林床にはチシマザサ、クマイザサが繁茂している。

2004年9月8日に通過した台風18号によって、北海道胆振・石狩地方の森林は大きな被害を受けた(山野井、2012)。羊ヶ丘実験林においても根返りや倒木など大きな被害を受けた(鷹尾ら、2005; 宇都木ら、2009)(Photo3)。観測設備も大きな被害を受けた(Nakai et al., 2004)ため、翌春まで観測は中断した。

1999年の気象観測開始から数年は、樹木の最大葉面積指数LAIは5~6であり(佐藤ら、2004)、閉鎖した林分となっていたが、台風被害後は樹木のLAIは約2以下と推定され(溝口ら、2014)、林床まで多くの光が届く環境に変化している。

原稿受付：平成26年7月14日 原稿受理：平成26年8月27日

1) 森林総合研究所北海道支所

2) 森林総合研究所九州支所

3) 森林総合研究所

* 森林総合研究所北海道支所 〒062-8516 札幌市豊平区羊ヶ丘7



Photo 1. 札幌森林気象試験地の様子
View of the Sapporo forest meteorology research site



Photo 2. 気象・フラックス観測タワー
Meteorological observation tower



Photo 3. 台風被害後の試験地の様子（2005年5月12日撮影）
Site view after the disturbance by the 18th typhoon in 2004
(shooting date: May 12, 2005)

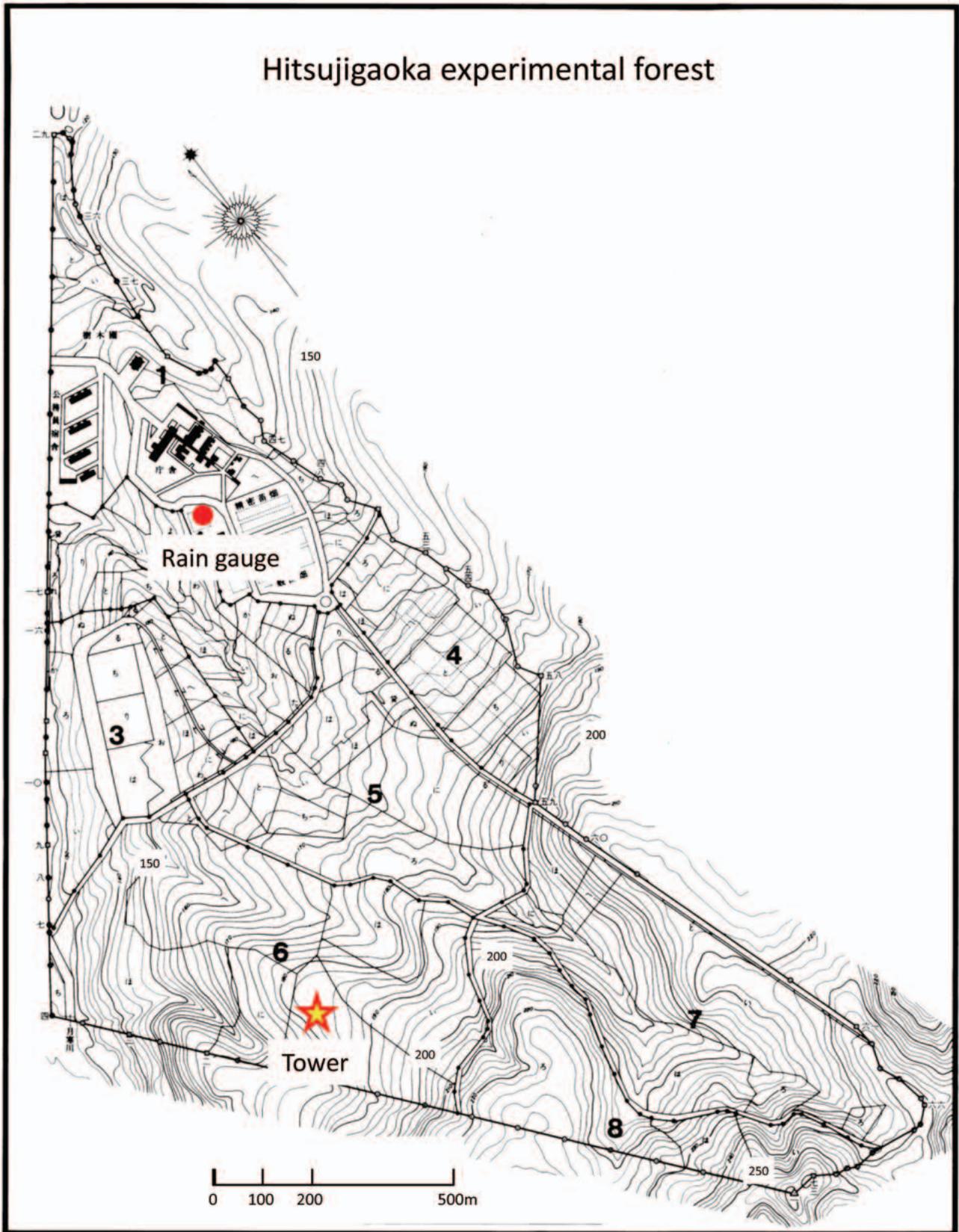


Fig. 1. 羊ヶ丘実験林内のタワーおよび雨量計設置場所
Location of the observation tower and rain gauge in the Hitsujigaoka experimental forest, Sapporo, Japan.

2.2 観測

観測タワー完成後の1999年春から順次センサを観測タワーに取り付け、観測を開始した (Table1)。全天日射計 CM-06F (Kipp & Zonen, Delft, Netherland) は、障害物のないタワー最上部に取り付けた (Photo4)。温湿度計 HMP45D (Vaisala Oxi, Helsinki, Finland) は表面を白色に塗装された二重の塩ビ製パイプ内にファンが取り付けられた通風筒の中に設置し、タワーの南面に設置した (Photo5)。風速計は測定当初 WM-30P (池田計器製作所, 東京) を、2006年5月19日以降は 05103 (R.M.Young, Michigan, USA) をタワーの西面に約2mパイプを張り出した先端に取り付けた (Photo6)。データロガーは CADAC2 (江藤電気, 東京) を用いた。データロガーをパソコンによって制御し、10秒間隔で測定、10分間平均値を、パソコンのハードディスクに記録した。2週間毎にフロッピーディスクを介してデータを回収した。

風向は、矢羽根式の風向計をタワー最上部に設置していたが、センサの不具合がみられたため、渦相関法によるフラックス測定に用いるために取り付けられた3次元超音波風速計 DA600 (カイジョーソニック; 現ソニック, 東京) の出力から計算した。プローブの取り付けはタワー西面に約2mパイプを張り出した先端に取り付けた (Photo7)。プローブは当初 TR-61C を用いた。台風被害後2005年の観測再開以降は TR-61A を使用している。

降水量は2006年11月にタワーから約2km離れた芝の露場 (北緯 42°59.7′、東経 141°23.4′E、標高 147m) に風防付きの溢水式雨量計 B-071 (横河電子機器, 東京) を設置 (Photo8) し、測定を開始した。データロガーは、Hobo H07-002-04 (Onset, Massachusetts, USA) を用いた。

林内の積雪深は、1999年から2004年までは光電式の積雪深計 MetSD-1800 (メテオ電子計測、札幌) を、2006年からは超音波式の積雪深計 SR50 (Campbell Scientific, Utah, USA) をタワーから約30m南側の林内に設置した (Photo9)。データロガーは CR10 (Campbell, USA) を用い、10秒間隔で測定、10分間平均値を内部メモリに記録し、2週間毎に USB メモリを介してデータを回収した。

2.3 データ処理

観測データはまず、降水量は30分積算値、それ以外は30分平均値に整理した。

全天日射量の欠測部分は、欠測時間が2時間以内の場合は、前後のデータから内挿した。それ以上の連続した欠測期間の場合、札幌森林気象試験地の東側に位置する北海道農業研究センターの露場 (北緯 43°00.4′、東経 141°24.7′E、標高 73m) で観測された日射量 (Sameshima et al., 2008) を用いて札幌森林気象試験地のデータとの一次回帰式を求めた上で代替した。これらの処理を行っても補完できない期間においては、札幌管区気象台 (北緯 43°3.6′、東経 141°19.7′E、標高 17m) のデータを用いて同様の処理を行った後に補完した。

気温の欠測部分は、欠測時間が2時間以内の場合は、前後のデータから内挿した。それ以上の連続した欠測期間の場合、雨量計設置場所の露場で観測されている苗畑・実験林管理のために行われている観測 (森林総合研究所北海道支所, 2009) で得られた気温データを用い、札幌森林気象試験地のデータとの三次回帰式を求めた上で代替した。これらの処理を行っても補完できなかった期間においては、北海道農業研究センター、次いで札幌管区気象台のデータを用いて同様の処理を行った後に補完した。

水蒸気圧は、気温と相対湿度から求めた。水蒸気圧および風速は欠測時間が2時間以内の場合は、前後のデータから内挿した。それ以上の連続した欠測期間の場合、測定高度 33.5m、次いで 25.8m の水蒸気圧の値で代替した。これらの処理を行っても補完できなかった期間は欠測とした。

風向、降水量および積雪深は、観測データをそのまま用い欠測値の補完は行わなかった。

3. 結果

全天日射量、気温、水蒸気圧、降水量、風速、風向、積雪深の1999年から2008年の観測データの年統計値を Table2 に示す。また、積雪深を除く要素の月統計値を Table3 に示す。

3.1 全天日射量

2000年から2008年の年平均全天日射量は $12.6 \text{ MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$ 、台風被害による欠測期間が長く、推定値が多い2004、2005年を除くと $12.8 \text{ MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$ であった。この期間で最も日射量が多かった年は2007年、少なかった年は2000年であった。

季節変化 (Fig.2a) では6月の月平均値が最も多く $19.9 \text{ MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$ 、次いで5月の $18.4 \text{ MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$ 、7月の $17.9 \text{ MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$ であった。最も少なかったのは12月の $5.3 \text{ MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$ であった。札幌は高緯度に加え日本海側からの季節風で一般に冬季は降雪があるため日射量は冬季少ないが、夏季は日照時間が長く、さらに梅雨の季節がないなどの条件から、5～7月の日射量は日本の他の地域と同等以上の傾向にある。

3.2 気温および水蒸気圧

2000年から2008年の年平均気温は 7.3°C であった。この期間で最も気温の高かった年は2008年、低かった年は2001年であった。日平均気温の最高値は毎年7～8月に記録し、 21.4 から 27.7°C と年によって大きな変動があった。夏日 (日最高気温が 25°C 以上 30°C 未満) は1999年が最も多く、真夏日 (日最高気温が 30°C 以上) も6日を記録した。日平均気温の最低値は12月から2月の間に記録し、 -13.0°C から -7.1°C とこれも年によって大きな変動があった。真冬日 (日最高気温が 0°C 以下) は2001年が最も多く94日を記録した。ただし、夏日、真夏日、真冬日は30分平均値のデータを元に計算しているため、気象庁のデータと差が生じることに注意する必要がある。

月平均値 (Fig.2a) は 8 月に最も高く 20.1℃、1 月に最も低く -5.1℃であった。月平均値が最も高かったのは 2006 年の 8 月で 22.0℃、月平均値が最も低かったのは 2001 年の 1 月の -7.3℃であった。月平均値の変動幅が大きいのが 2 月、次いで 7 月であった。

水蒸気圧の年平均値は 9.2hPa で、月平均値 (Fig.2b) は 8 月が最高の 19.7hPa、1 月が最低の 3.2hPa であった。月平均値の変動幅が大きいのは 7 月、次いで 8 月だった。

3.3 降水量および積雪深

降水量が年間を通して観測できるようになったのは 2007 年からである。2 年間の平均値は 944.5mm であった。2008 年の降水量は少なく、札幌管区気象台の平年値 1107mm を大幅に下回った。2007 年の年間降水量は札幌の平年値と同等であったが、9 月の降水量は 200mm を越えた (Fig.2b)。

積雪深計は林内に設置されており林床はササで覆われていることから、積雪開始、終了日の判別は難しいため、年間の最大積雪深のみ Table2 に記述した。2000 年 2 月に最大積雪深 137cm を記録した。積雪深が最も低かったのは 2002 年の冬であった。

3.4 風速および風向

年平均風速は 2.5ms⁻¹、最大日平均風速は 2008 年に記録した 6.3ms⁻¹ であった。月平均風速は 4 月が最も大きく次いで 3、5 月であった (Fig.2c)。年間を通した最多風向は南南東である。月毎の最多風向は主に南南西から南南東であるが、3 月および 4 月は北北西であった。卓越風は日中と夜間、季節によって異なる (Fig.3)。冬季 1 月は夜間南西～南南西方向から風が吹き、日中は主に北北西～北西方向から吹く。春季 4 月は主に南南西～南南東方向から風が吹くが、日中は北北西からの風も多かった。夏季 7 月は日中・夜間ともに南南東が主風向である。秋季 10 月の夜間は南南西が最多風向で、日中は主に南南東と北北西からの風が吹いている。年間を通して夜間は南南西、日中は北北西と南南東からの風が多かった。

謝辞

本観測およびとりまとめの一部は、農林水産省：気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のためのプロジェクト「地球温暖化が森林及び林業分野に与える影響評価と適応技術の開発」および環境省地球環境保全試験研究費「アジア陸域炭素循環観測のための長期生態系モニタリングとデータのネットワーク化促進に関する研究」、「センサーネットワーク化と自動解析化による陸域生態系の炭素循環変動把握の精緻化に関する研究」、文部科学省新世紀重点研究創世プラン：人・自然・地球共生プロジェクト「陸域生態系モデル作成のためのパラメタリゼーションに関する研究」によって行った。札幌管区気象台のデータは、農林水産基礎数値データベースシステムを利用して取得した。

北海道農業研究センターからは露場の気象データの提供 (<http://www.naro.affrc.go.jp/harc/kisyo/index.html>) を受けた。菅田久子氏にはセンサ等の管理を手伝って頂いた。森林総合研究所企画部大谷義一氏には、データロガーの制御プログラムの提供をはじめ、観測施設整備開始時からこれまでの観測期間中、多くの支援と助力を頂いた。また、試験地のある羊ヶ丘実験林の維持・管理は森林総合研究所北海道支所業務係をはじめとした多くのスタッフによって行われている。これらの方々に深く感謝の意を表します。

引用文献

- 気象庁 (1998) 気象観測の手引き . 気象庁 , 127pp.
- Kitamura, K., Nakai Y., Suzuki S., Ohtani, Y., Yamanoi K. and Sakamoto T. (2012) Interannual variability of net ecosystem production for a broadleaf deciduous forest in Sapporo, northern Japan. *J. For. Res.*, 17(3), 323-332.
- 溝口康子・山野井克己・宇都木玄・飛田博順 (2014) 札幌森林気象試験地における台風攪乱後の林床光環境の変化 . 北森研 , 62, 89-90.
- Nakai, Y., Kitamura, K., Suzuki, S. and Abe, S. (2003) Year-long carbon dioxide exchange above a broadleaf deciduous forest in Sapporo, Northern Japan. *Tellus B*, 55(3), 305-312.
- Nakai, Y., Ohtani, Y., Yamanoi, K. (2004) Damage by Typhoon 200418 at Sapporo-site, FFPRI FluxNet. *AsiaFlux Newsletter*, 12, 13-14.
- 大谷義一・溝口康子・油田さと子 (2010) 国内森林生態系の二酸化炭素吸収量の長期観測 - 森林総合研究所フラックス観測ネットワーク (FFPRI FluxNet) -. 砂防学会誌 , 62(5), 45-48.
- Sameshima, R., Hirota, T., Hamasaki, T., Kato, K., and Iwata, Y. (2008) Meteorological Observation System at the National Agricultural Research Center for Hokkaido Region since 1966. 北海道農業研究センター研究資料 , 67,1-8.
- 佐藤桃子・宇都木玄・阿部 真・飯田滋生・田内裕之 (2004) 札幌市郊外の落葉広葉樹林における現存量に関する諸量の推定 (II) - 葉面積指数とその季節変化について - . 日林北支論 , 52, 102-104.
- 森林総合研究所北海道支所 (1998) 羊ヶ丘実験林施行計画 (第 4 次). 森林総合研究所北海道支所 , 44pp.
- 森林総合研究所北海道支所 (2009) 平成 21 年版森林総合研究所北海道支所年報 . 森林総合研究所北海道支所 , 106pp.
- 鷹尾 元・宇都木玄・佐々木尚三・飯田滋生・阿部 真・飛田博順 (2005) LIDAR による落葉広葉樹林の風倒害の評価 : 写真測量とリモートセンシング . 44(6), 18-21.
- 宇都木玄・高橋正義・飛田博順・上村 章・北岡 哲・阪田匡司・鷹尾 元・渡辺 力 (2009) LIDAR データを用いた林冠攪乱強度と森林構造の関係 . 日林北支論 , 57, 69-71.
- 山野井克己 (2012) 台風による森林攪乱 . 日本農業気象学会北海道支部編 “北海道の気象と農業” . 北海道新聞社 , 366-370.

Table 1. 気象観測要素
Meteorological observation elements

Element	Instrument			Measurement initiation date	Comment
	Manufacturer	Model	Setting height		
Global solar radiation	Kipp & Zonen, Nethreland	CM-06F	41.3 m	May 13, 1999	with a fan
Air temperature Vapor pressure	Vaisala, Finland	HMP45D	29.6 m	May 13, 1999	installed in a radiation shield with a fan
Wind velocity	Ikeda Keiki, Japan R. M. Young, USA	WM-30P 05103	29.6 m	May 21, 1999 May 19, 2006	removed date; July 04, 2006
Wind direction	Kaijo Sonic, Japan	DA600: TR-61C DA600: TR-61A	28.5 m	July 09, 1999 May 20, 2005	removed date; September 08, 2004
Precipitation	Yokogawa Denshikiki, Japan	B-071	2.0 m	November 30, 2006	with a wind shield, location; open space ~ 2 km from the tower
Snow depth	Meteo Denshikeisoku, Japan	MetSD-1800	on the ground	October 25, 1999	removed date; September 08, 2004
	Campbell, USA	SR50	2.5 m	January 26, 2006	

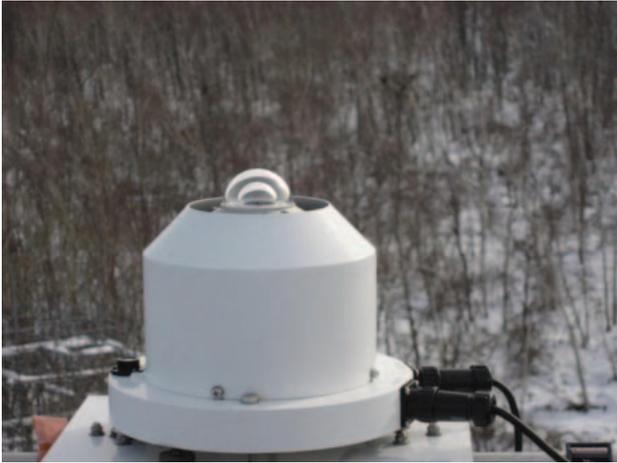


Photo 4. ファン付き全天日射計 CM-06F (Kipp&Zonen)
Pyranometer with a fan: CM-06F (Kipp&Zonen)



Photo 5. 通風筒付き温湿度計 HMP-45D (Vaisala)
Humidity and temperature sensor, covered with a radiation shield equipped with a fan: HMP45D (Vaisala)



Photo 6. 風速計 (a) WM-30P (池田計器)、(b) 05103 (R.M.Young)
Anemometers (a) WM-30P (Ikeda Keiki), (b) 05103 (R.M.Young)

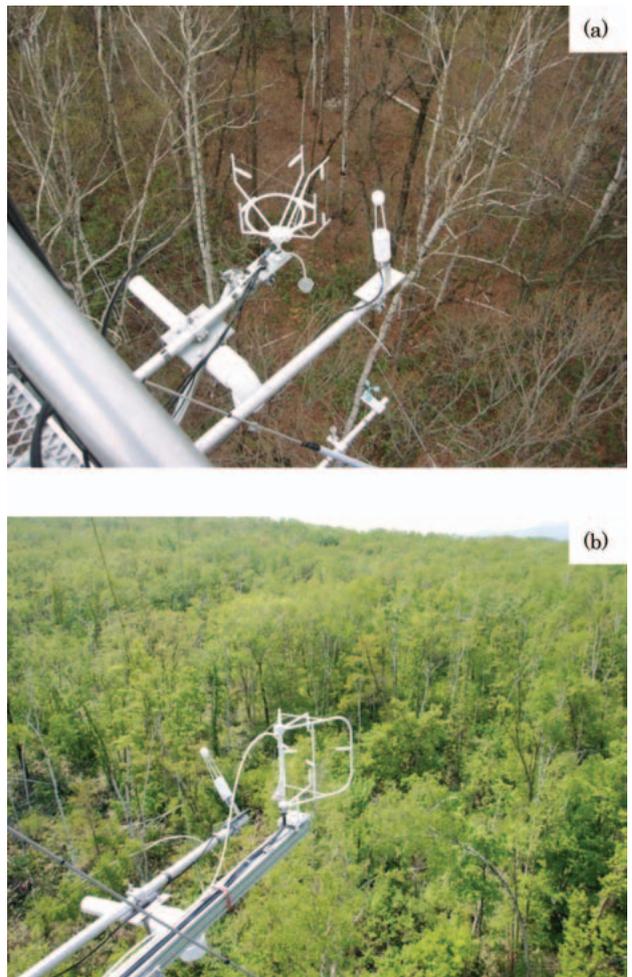


Photo 7. 3次元超音波風速計プローブ (カイジョーソニック、現ソニック)
Probes of 3D ultrasonic anemometer: DA600 (Sonic)
(a) TR-61C, (b) TR-61A



Photo 8. 溢水式雨量計 B-071-12 (横河電子機器) を用いた降水量観測
Tipping bucket rain gauge with a wind shield: B-071 (Yokogawa Denshikiki)



Photo 9. 林内における積雪深測定 (a) MetSD-1800 (メテオ電子)、(b) SR-50 (Campbell)
Snow gauges within the canopy; (a) MetSD-1800 (Meteo Denshikeisoku), (b) SR-50 (Campbell)

Table 2. 1999 年から 2008 年までの年統計値
Annual meteorological data from 1999 to 2008

	Global solar radiation (MJ m ⁻² d ⁻¹)		Air temperature (°C)				Summer days	Tropical days	Ice days	Vapor pressure (hPa)	Precipitation (mm yr ⁻¹)	Maximum snow depth (cm)	Wind Velocity (ms ⁻¹)		Prevailing wind direction		
	Mean	Maximum daily mean	Minimum of daily mean	Date	Maximum of daily mean	Date							Mean	Daily maximum			
1999	NA	27.3	NA	NA	NA	31	6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
2000	12.1	7.3	27.7	Aug. 01	-12.4	Jan. 26	27	2	92	10.1	NA	137	Feb. 25	2.5	5.5	Jun. 25	SSE
2001	12.8	6.6	23.0	Jul. 23	-13.0	Feb. 03	14	0	94	8.8	NA	114	Feb. 01	2.6	5.2	Aug. 09	SSE
2002	12.5	7.2	22.3	Aug. 01	-10.9	Dec. 27	9	0	66	9.0	NA	83	Feb. 24	2.6	5.8	Apr. 18	S
2003	12.8	7.1	21.4	Aug. 04	-12.3	Jan. 15	3	0	71	8.9	NA	98	Feb. 17	2.6	5.2	Apr. 06	S
2004	(12.2)	(7.9)	26.2	Jul. 31	(-9.5)	(Dec. 29)	(22)	(1)	(66)	NA	NA	112	Feb. 06	NA	NA	NA	NA
2005	(12.7)	(7.1)	24.8	Aug. 05	(-10.3)	(Jan. 10)	24	0	(80)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2006	12.9	7.3	24.9	Aug. 06	-10.6	Jan. 23	18	1	72	9.1	NA	120	Feb. 04	2.7	6.2	May 10	SSE
2007	12.9	7.6	26.9	Aug. 15	-7.1	Jan. 11	20	4	66	9.6	1112.5	119	Mar. 15	2.2	5.3	Jan. 08	SSW
2008	12.9	7.7	23.7	Jul. 06	-9.7	Jan. 17	11	0	76	9.1	776.5	131	Feb. 28	2.4	6.3	Apr. 01	SSE
Average	12.6	7.3					17.4	1.4	76.7	9.2	944.5	114		2.5			SSE
Maximum	12.9	7.7	27.7	Aug. 01, 2000	-7.1	Jan. 11, 2006	31	6	94	10.1	1112.5	137	Feb. 25, 2000	2.7	6.3	Apr. 01, 2008	
Minimum	12.1	6.6	21.4	Aug. 04, 2003	-13.0	Feb. 03, 2001	3	0	66	8.8	776.5	83	Feb. 24, 2002	2.2	5.2	Apr. 06, 2003	

欠測期間が 10%以上の場合は NA。全日射量および気温の () の値は、実際の観測が行われず補完されたデータが 10%以上ある場合。夏日 (Summer day) は日最高気温が 25°C以上、真夏日 (Tropical day) は日最高気温が 30°C、真冬日 (Ice day) は日最高気温が 0°C以下の日。NA suggests more than a 10% data gap. NA suggests more than a 10% data gap. Parenthetical values indicate that the data included more than 10% of the estimated values. Summer, tropical, and ice days indicate that the daily maximum temperature was between 25 °C and 30 °C, higher than 30 °C, and lower than 0 °C, respectively.

Table 3. 1999 年から 2008 年までの月統計値
Monthly meteorological data from 1999 to 2008

Year	Month	Global solar radiation (MJ m ⁻² d ⁻¹)	Mean (°C)	Air temperature		Minimum (°C)	Vapor pressure (hPa)	Precipitation (mm month ⁻¹)	Mean (ms ⁻¹)	Wind Velocity		Prevailing wind direction	
				Maximum (°C)	Date&time					Maximum (ms ⁻¹)	Date&time		
1999	Jan.	NA			NA		NA	NA		NA		NA	
	Feb.	NA			NA		NA	NA		NA		NA	
	Mar.	NA			NA		NA	NA		NA		NA	
	Apr.	NA			NA		NA	NA		NA		NA	
	May	NA			NA		NA	NA		NA		NA	
	Jun.	19.8	16.0	25.8	01,13:45	8.4	09,04:45	13.4	NA	2.5	7.0	24,12:45	NA
	Jul.	16.1	20.2	30.8	27,15:15	10.8	10,05:15	20.4	NA	2.2	6.0	24,03:45	NA
	Aug.	17.2	22.6	31.8	08,14:45	15.2	27,05:45	22.7	NA	2.4	6.1	22,10:45	NA
	Sep.	13.9	17.6	26.0	09,12:15	7.7	22,04:15	15.8	NA	2.6	9.8	25,14:15	SSW
	Oct.	9.5	10.2	18.6	08,10:45	-0.4	17,05:15	9.4	NA	2.7	7.5	03,12:45	SSW
	Nov.	(6.1)	(4.0)	(15.5)	24,13:45	(-7.4)	29,04:15	(5.8)	NA	(2.4)	(6.9)	13,11:15	SSW
	Dec.	5.5	-2.5	5.7	09,18:15	-10.1	12,06:45	3.8	NA	2.3	9.6	07,11:45	SW
2000	Jan.	6.3	-4.5	5.1	07,11:45	-13.5	26,22:45	3.5	NA	2.1	8.5	07,00:45	SSW
	Feb.	9.7	-5.6	0.6	05,13:15	-12.4	16,04:15	3.0	NA	1.8	6.9	12,13:15	NA
	Mar.	12.9	-1.5	9.7	04,13:15	-8.3	09,20:15	3.8	NA	2.9	7.9	09,12:15	W
	Apr.	14.5	4.3	13.8	30,14:15	-1.7	02,02:15	6.1	NA	3.1	8.0	06,15:15	NNW
	May	16.1	12.3	24.5	29,15:15	5.2	05,04:15	10.9	NA	2.7	6.8	30,07:45	SSE
	Jun.	18.7	14.9	26.5	18,14:15	7.3	08,04:45	13.8	NA	2.4	8.0	25,10:45	SSE
	Jul.	16.3	20.3	31.8	31,15:45	12.2	10,04:45	20.3	NA	2.6	6.9	22,12:15	SSE
	Aug.	17.9	21.8	33.1	01,12:15	14.9	13,04:45	21.2	NA	2.5	6.6	22,00:45	SSE
	Sep.	10.5	16.7	24.2	07,13:15	9.2	29,05:15	15.9	NA	2.3	5.6	16,10:45	SSE
	Oct.	10.1	9.9	20.4	08,12:15	0.2	18,07:15	8.7	NA	2.5	7.7	18,10:15	SSW
	Nov.	(6.4)	(2.4)	(16.1)	07,12:45	(-8.7)	(29,19:15)	NA	NA		NA		WNW
	Dec.	(5.5)	(-4.1)	(5.3)	31,14:45	(-11.3)	26,06:45	NA	NA		NA		SSW
2001	Jan	6.9	-7.3	6.4	10,10:15	-16.1	15,07:15	2.6	NA	2.3	7.8	10,17:45	SSW
	Feb	9.4	-7.3	3.0	22,03:15	-14.7	03,08:15	2.5	NA	2.6	8.1	10,13:15	W
	Mar	13.5	-1.8	(11.6)	(20,12:15)	(-18.5)	(10,05:15)	3.8	NA	2.9	7.9	19,12:45	SSE
	Apr	17.5	6.5	(21.9)	18,13:15	(-3.3)	(02,04:15)	5.8	NA	3.2	8.8	24,07:45	NA
	May	19.1	11.6	25.4	30,14:15	1.1	02,04:15	9.1	NA	2.5	7.6	22,16:15	SSE
	Jun	20.2	14.9	26.0	28,12:15	7.2	15,04:15	12.9	NA	2.3	7.0	06,00:15	NNW
	Jul	15.9	18.8	27.0	23,13:45	10.9	06,18:15	18.7	NA	2.5	7.6	06,18:15	SSE
	Aug	18.1	18.8	26.2	24,13:45	12.8	05,04:15	18.0	NA	2.6	7.1	09,19:15	SSE
	Sep	13.1	15.1	23.3	10,10:45	4.6	21,19:15	13.8	NA	2.4	7.2	30,12:45	S
	Oct	8.6	10.4	17.3	09,14:15	1.8	26,05:45	9.5	NA	2.5	8.1	25,13:15	SSW
	Nov	6.0	3.8	14.2	24,13:15	-7.1	27,07:45	5.7	NA	2.4	6.5	12,22:45	SSW
	Dec	5.4	-5.2	3.8	13,18:15	-10.4	23,03:45	3.0	NA	2.4	10.0	30,18:45	W
2002	Jan	6.3	-4.0	5.5	22,10:45	-12.4	20,07:15	3.4	NA	2.3	7.2	07,23:15	SSW
	Feb	10.0	-2.0	8.1	28,13:45	-10.2	12,03:15	3.8	NA	2.5	9.0	19,15:15	SSW
	Mar	12.2	0.7	9.8	31,14:15	-10.3	02,18:15	4.3	NA	2.9	9.2	22,10:15	NW
	Apr	16.8	7.5	17.8	15,15:15	-0.1	06,05:15	6.7	NA	3.4	11.0	18,03:15	S
	May	(20.5)	(11.7)	(22.2)	(28,12:15)	(4.9)	(02,03:15)	(8.6)	NA	(2.6)	(8.5)	01,14:15	S
	Jun	20.6	13.7	23.6	08,14:15	4.3	25,04:45	12.1	NA	2.7	6.4	20,15:15	S
	Jul	15.8	18.7	27.1	13,12:45	12.4	11,04:45	18.9	NA	2.6	6.4	12,05:15	SSE
	Aug	12.4	18.1	27.6	01,09:45	12.1	22,04:45	18.3	NA	2.7	6.9	03,12:15	S
	Sep	14.1	15.5	25.9	03,12:15	6.9	26,03:15	13.7	NA	2.4	6.4	19,22:15	SW
	Oct	9.8	10.2	23.1	03,12:15	0.9	30,03:15	9.4	NA	2.6	9.0	02,11:45	SW
	Nov	5.6	1.1	11.7	12,09:15	-6.8	21,18:15	5.1	NA	2.6	8.3	28,04:45	W
	Dec	5.4	-4.8	8.1	05,02:45	-11.8	30,22:15	3.1	NA	2.2	7.5	06,13:15	W
2003	Jan	6.4	-5.2	4.0	13,12:45	-15.7	15,04:15	3.2	NA	2.4	8.9	28,16:45	SW
	Feb	9.1	-5.1	4.5	08,12:15	-12.9	06,05:15	3.3	NA	2.0	8.0	17,10:45	SW
	Mar	13.4	-0.9	11.6	25,13:15	-11.6	10,04:45	4.0	NA	2.7	9.5	16,14:45	NNW
	Apr	14.9	6.5	18.8	17,14:15	-3.0	10,04:15	6.4	NA	2.9	8.0	30,11:45	NA
	May	20.0	11.1	24.1	29,12:45	0.2	01,02:45	8.9	NA	3.0	7.9	02,11:15	S
	Jun	20.0	15.3	24.7	22,14:15	5.4	05,04:45	13.5	NA	2.7	9.7	03,17:15	S
	Jul	19.7	15.4	22.6	05,14:45	10.5	14,04:45	14.1	NA	2.8	7.6	10,08:45	SSE
	Aug	15.7	18.6	27.0	06,13:45	12.5	27,04:15	18.2	NA	2.4	6.6	08,00:15	S
	Sep	13.0	15.6	24.3	01,12:45	6.8	21,04:15	14.3	NA	2.4	8.5	14,08:15	SSW
	Oct	9.7	9.9	18.6	11,14:45	3.2	21,05:15	9.2	NA	2.6	6.3	02,19:45	SW
	Nov	6.3	4.6	19.4	03,12:15	-6.4	28,06:15	6.4	NA	2.5	7.1	22,04:15	SW
	Dec	(5.1)	(-1.6)	(5.3)	01,13:15	(-8.9)	(30,18:15)	NA	NA		NA		NW
2004	Jan	(5.9)	(-4.2)	(2.5)	21,16:15	(-11.0)	29,07:15	(3.5)	NA	(2.4)	(10.1)	14,12:45	SW
	Feb	8.7	-2.9	3.8	26,10:15	-9.8	02,05:15	3.8	NA	2.5	10.1	26,11:45	W
	Mar	12.7	-1.1	10.9	17,14:15	-12.5	04,05:15	4.1	NA	2.9	8.5	11,14:15	SW
	Apr	15.9	4.6	18.0	29,15:15	-3.9	03,07:15	5.1	NA	3.0	9.1	21,10:15	NNW
	May	17.0	12.1	24.4	27,15:15	2.7	02,04:15	9.7	NA	3.0	8.5	03,20:15	S
	Jun	(19.9)	(16.6)	(27.2)	14,12:15	(5.6)	16,03:45	NA	NA		NA		S
	Jul	(17.4)	(19.5)	(30.2)	30,16:45	(6.9)	(02,03:15)	NA	NA		NA		NA
	Aug	15.6	19.7	29.8	08,12:45	10.3	26,04:45	18.4	NA	2.4	8.7	31,17:45	NA
	Sep	(12.6)	(16.3)	(25.6)	01,13:15	(7.5)	(15,04:15)	NA	NA		NA		NA
	Oct	(9.6)	(10.8)	(23.7)	(07,11:15)	(-0.7)	(27,03:15)	NA	NA		NA		NA
	Nov	(6.3)	(5.8)	(16.8)	(11,15:15)	(-7.6)	(30,06:15)	NA	NA		NA		NA
	Dec	(4.8)	(-2.5)	(8.5)	(03,13:15)	(-12.9)	(29,01:15)	NA	NA		NA		NA

欠測期間が 10% 以上の場合は NA。全天日射量および気温の () の値は、実際の観測が行われず補完されたデータが 10% 以上ある場合。

NA suggests more than 10% data gap.

Parenthetical values indicate that the data include more than 10% of the estimated values.

Table 3. 1999 年から 2008 年までの月統計値 (つづき)
 Monthly meteorological data from 1999 to 2008 (Continue)

Year	Month	Global solar radiation (MJ m ⁻² d ⁻¹)	Mean (°C)	Air temperature		Vapor pressure (hPa)	Precipitation (mm month ⁻¹)	Mean (ms ⁻¹)	Wind Velocity		Prevailing wind direction		
				Maximum (°C) Date&time	Minimum (°C) Date&time				Maximum (ms ⁻¹) Date&time				
2005	Jan	(6.3)	(-5.3)	(4.6)	(03,13:15)	(-16.2)	(11,01:15)	NA	NA	NA	NA		
	Feb	(9.4)	(-5.8)	(2.5)	(20,12:15)	(-14.4)	(11,23:15)	NA	NA	NA	NA		
	Mar	(13.0)	(-1.5)	(9.4)	(07,12:15)	(-11.7)	(04,01:15)	NA	NA	NA	NA		
	Apr	(14.5)	(4.3)	(18.1)	(27,11:15)	(-4.8)	(01,05:15)	NA	NA	NA	NA		
	May	(17.6)	(9.0)	(23.0)	(29,10:15)	(0.9)	(15,03:45)	NA	NA	NA	NA		
	Jun	20.3	16.7	28.9	23,14:15	8.5	07,04:15	14.2	NA	2.7	7.6	02,15:15	SSE
	Jul	16.9	18.1	27.0	17,13:45	11.4	06,01:15	17.2	NA	2.3	6.8	27,17:45	SSE
	Aug	17.8	21.4	29.7	05,12:45	12.2	24,05:15	20.5	NA	2.5	6.9	03,21:15	SSE
	Sep	13.0	16.8	26.4	02,14:45	8.9	26,05:45	14.6	NA	2.4	7.6	07,19:15	SSW
	Oct	10.4	11.5	19.1	08,11:45	3.1	19,06:45	9.5	NA	2.5	6.8	13,13:15	SSW
	Nov	6.7	4.0	17.1	07,10:15	-3.1	30,21:45	6.0	NA	2.6	8.4	29,08:15	WSW
	Dec	5.9	-4.3	3.4	09,12:15	-10.6	31,07:45	3.1	NA	2.4	7.4	11,08:45	SW
2006	Jan	6.2	-5.8	2.0	30,11:15	-14.7	23,04:45	3.0	NA	2.6	7.4	26,13:15	NW
	Feb	8.6	-4.4	6.3	21,12:15	-11.7	03,00:15	3.3	NA	2.8	10.4	27,07:15	W
	Mar	12.6	-0.6	6.5	16,12:45	-8.3	14,03:45	4.2	NA	3.3	9.1	29,03:15	SSE
	Apr	14.7	3.1	14.1	29,13:45	-4.6	08,05:15	5.4	NA	3.1	8.4	11,10:45	NNW
	May	19.3	11.2	23.8	18,14:15	2.1	02,02:15	7.9	NA	3.0	8.4	10,11:45	SSE
	Jun	17.1	13.6	22.0	30,14:15	5.4	03,04:15	12.8	NA	2.7	6.1	15,11:15	SSE
	Jul	20.6	18.4	27.1	14,12:15	12.5	01,03:45	16.9	NA	2.4	6.0	09,14:45	SSE
	Aug	18.8	22.0	30.4	09,14:15	15.5	26,04:15	21.8	NA	2.5	5.9	02,12:45	NA
	Sep	14.4	16.2	23.5	03,11:45	8.5	26,01:15	14.2	NA	2.4	7.4	20,06:45	SSW
	Oct	10.4	10.0	20.5	04,12:45	-1.5	23,06:15	9.0	NA	2.5	7.5	08,16:45	SSW
	Nov	5.7	4.6	15.3	04,13:45	-4.1	22,23:45	6.6	NA	2.5	8.8	22,11:15	SSW
	Dec	5.5	-2.0	5.7	26,13:45	-7.1	09,06:15	4.2	91.0	2.1	5.8	06,06:45	SW
2007	Jan	5.8	-3.4	3.8	01,15:15	-9.2	26,05:15	4.0	114.0	2.2	9.1	07,18:45	SSW
	Feb	8.5	-3.1	6.6	23,09:45	-9.9	10,06:15	4.1	94.0	2.6	8.2	16,02:15	NNW
	Mar	12.6	-1.0	11.2	25,14:45	-9.1	01,06:15	4.5	86.5	2.6	7.3	05,10:45	SW
	Apr	16.8	4.2	16.8	29,13:15	-2.0	15,06:45	6.2	55.0	2.5	6.9	28,08:15	S
	May	17.9	10.7	24.0	22,14:15	4.2	21,05:15	10.0	135.5	2.5	7.7	01,19:15	NNW
	Jun	22.4	16.8	25.1	17,12:45	7.9	02,04:15	15.8	64.0	2.1	7.4	05,11:45	SSE
	Jul	21.4	17.2	28.0	25,12:45	11.1	01,02:45	15.9	57.5	2.5	6.5	19,14:15	NA
	Aug	15.8	21.4	31.6	13,13:45	13.6	24,05:15	20.4	64.5	1.8	6.6	02,01:15	SSE
	Sep	11.5	17.0	28.0	21,14:15	7.6	30,04:45	16.0	213.5	1.9	5.7	03,19:45	SSW
	Oct	10.0	9.9	19.4	03,14:15	1.7	16,02:15	9.1	81.0	2.1	6.1	22,13:45	SSW
	Nov	6.7	2.6	13.9	05,12:15	-8.0	22,06:45	5.2	67.0	2.2	6.4	20,16:45	WNW
	Dec	5.4	-2.4	4.9	29,19:45	-8.7	26,07:45	3.8	80.0	1.7	5.8	29,13:15	SW
2008	Jan	6.5	-6.2	-0.3	06,14:15	-13.4	17,07:15	2.8	65.5	2.0	6.8	13,12:15	W
	Feb	9.4	-5.1	5.4	29,12:45	-13.8	25,02:15	3.1	90.5	2.6	9.2	14,11:15	NNW
	Mar	13.1	1.8	12.0	25,13:45	-8.2	03,06:15	4.8	25.5	2.2	6.6	11,17:45	NNW
	Apr	16.7	7.7	21.8	21,14:15	-0.7	13,04:45	6.1	9.5	2.8	8.6	01,13:15	NNW
	May	18.1	10.3	23.9	02,12:15	-0.3	10,04:45	9.3	106.0	2.9	7.4	20,15:15	SSE
	Jun	20.0	15.1	24.1	10,12:15	6.3	01,00:15	13.1	53.5	2.0	6.4	19,22:45	SSE
	Jul	17.3	19.2	27.3	06,14:15	10.6	01,04:15	18.6	55.5	2.5	6.2	07,19:15	SSE
	Aug	16.7	18.9	27.0	05,13:15	11.2	21,04:15	17.3	76.0	2.3	5.6	01,14:45	SSE
	Sep	15.4	17.0	25.8	01,11:15	6.8	29,04:15	14.3	24.0	2.4	6.7	24,14:15	SSW
	Oct	9.2	11.1	19.6	13,14:15	1.9	29,02:45	9.3	123.5	2.5	6.8	24,11:45	SSW
	Nov	7.1	3.0	16.6	06,13:45	-7.9	25,06:15	5.4	84.5	2.4	7.2	09,02:15	SSW
	Dec	4.7	-0.8	9.6	05,10:15	-11.6	26,23:15	4.7	62.5	2.5	8.7	31,12:45	SSE

欠測期間が 10% 以上の場合は NA。全天日射量および気温の () の値は、実際の観測が行われず補完されたデータが 10% 以上ある場合。

NA suggests more than 10% data gap.

Parenthetical values indicate that the data include more than 10% of the estimated values.

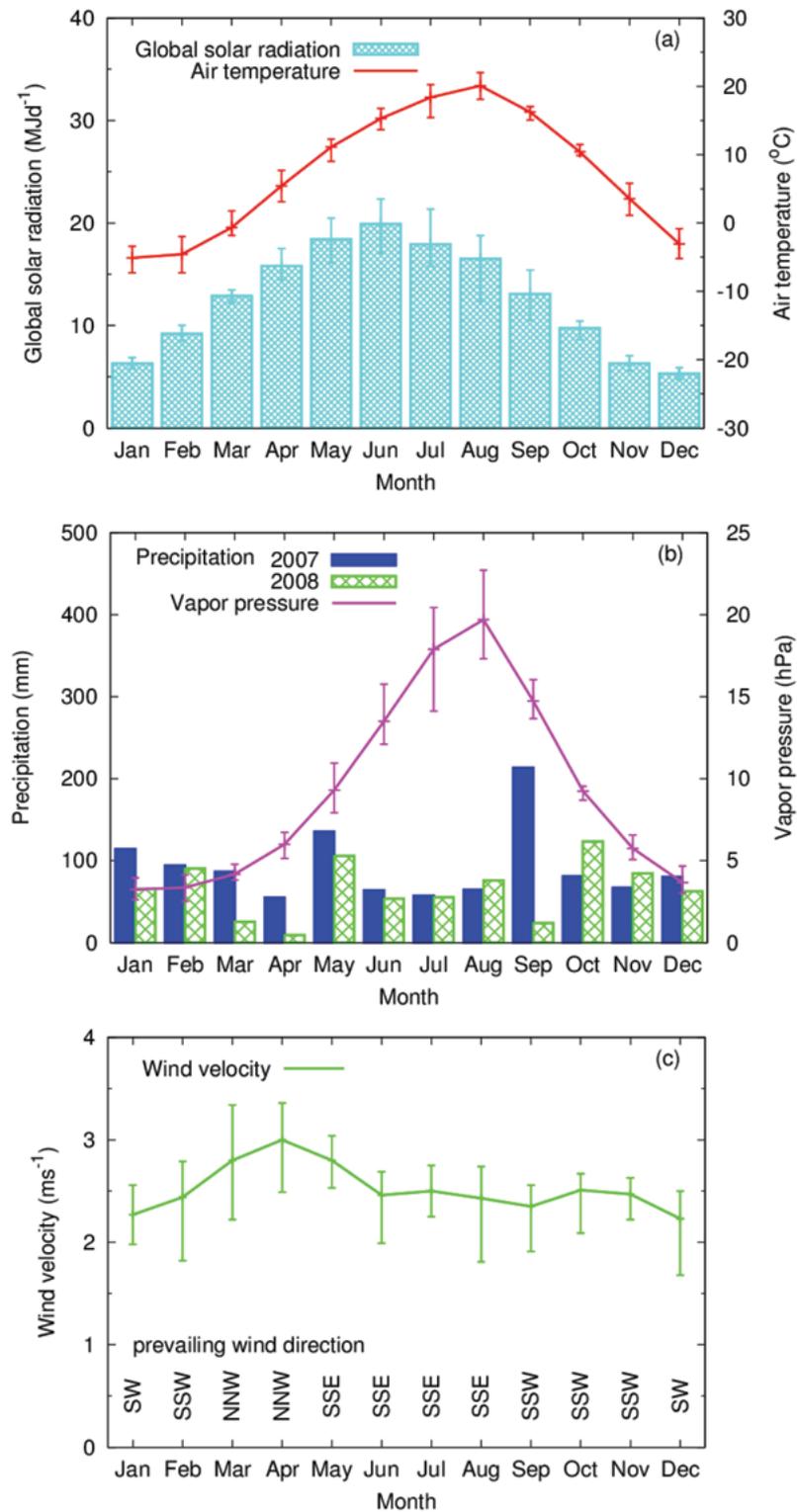


Fig. 2. 各要素の季節変化

(a) 2000年～2008年の全天日射量および気温の月平均値、(b) 2007年および2008年の月降水量および対象期間の水蒸気圧の月平均値、(c) 2000年～2008年の月平均風速および各月の最多風向。

エラーバーは、対象期間内の最大最小値。

Seasonal variation of meteorological elements.

(a) Monthly mean global solar radiation and air temperature, (b) monthly precipitation in 2007 and 2008, and mean in vapor pressure, and (c) monthly mean wind velocity and the maximum frequency of wind direction.

The error bars show the ranges from 2000 to 2008.

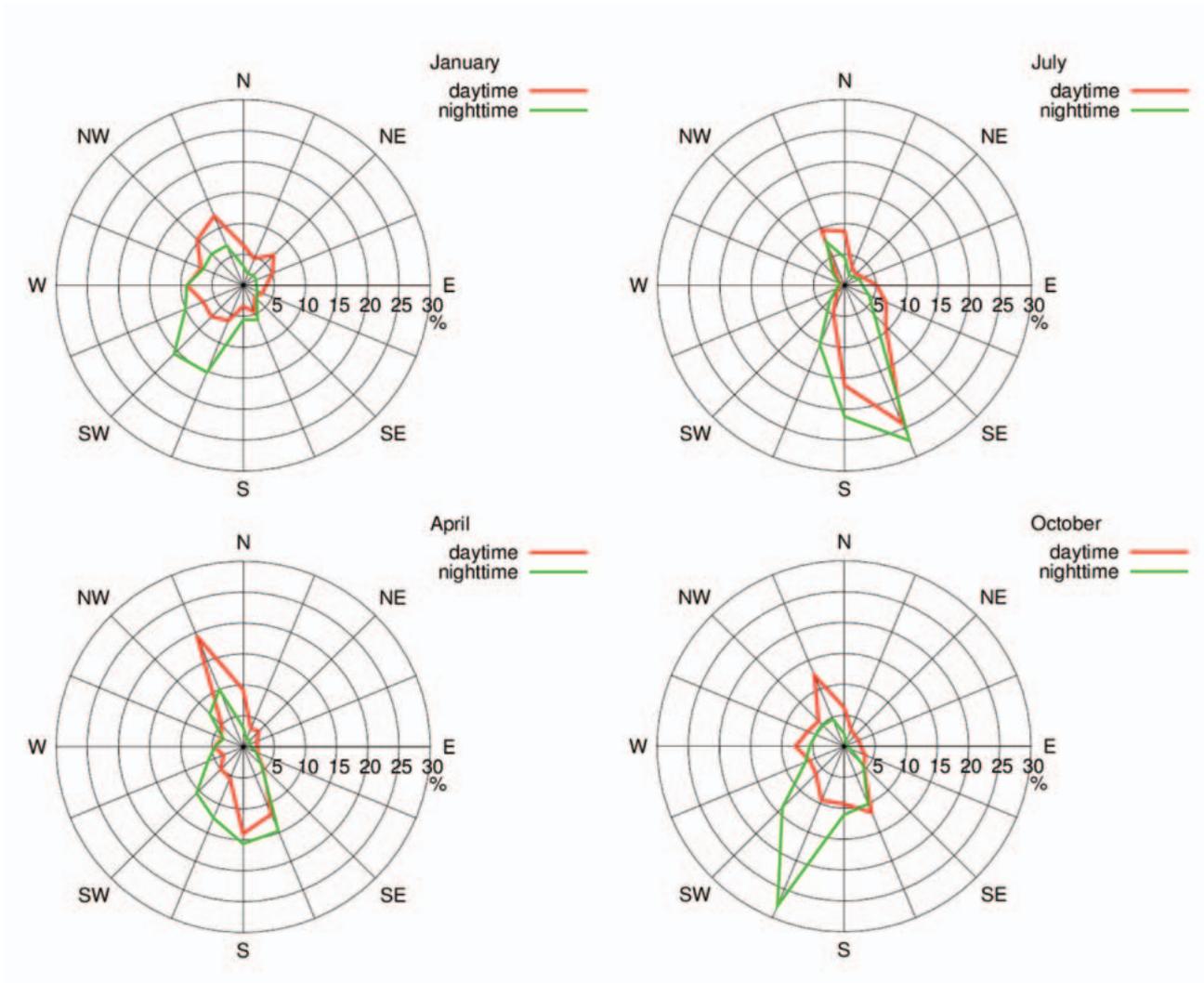


Fig. 3. 日中・夜間別の各月の風向頻度分布
 Monthly frequency distribution in wind direction, classified for both day and night.

Meteorological observations at the Sapporo forest meteorology research site from 1999 to 2008, Hokkaido, Japan

Yasuko MIZOGUCHI^{1)*}, Katsumi YAMANOI¹⁾, Kenzo KITAMURA²⁾,
Yuichiro NAKAI³⁾ and Satoru SUZUKI³⁾

Abstract

In 1999, we initiated meteorological observations in a deciduous broadleaf forest in Sapporo, Japan. In this article, we report observation results for a 10-year period between 1999 and 2008. The 18th typhoon in 2004 destroyed not only the forest canopy but also the observation facilities, interrupting observations until the following spring. Mean global radiation, air temperature, and vapor pressure were $12.6 \text{ MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$, $7.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, and 9.2 hPa , respectively. Mean wind velocity was 2.5 ms^{-1} ; the maximum frequency of wind direction was south-southeast. The maximum snow depth within the canopy was 137 cm in February 2000, and the mean annual precipitation from 2007 to 2008 was 944.5 mm.

Key words : global solar radiation, air temperature, vapor pressure, precipitation, wind velocity, wind direction, Sapporo forest meteorological research site

Received 14 July 2014, Accepted 27 August 2014

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

2) Kyusyu Research Center, FFPRI

3) FFPRI

* Hokkaido Research Center, FFPRI, 7 Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo, Hokkaido, 062-8516 JAPAN; e-mail: pop128@ffpri.affrc.go.jp

研究資料 (Research record)

定山溪森林理水試験地観測報告 (2008年1月～2012年12月)

阿部 俊夫^{1)*}、山野井 克己²⁾、溝口 康子²⁾、北村 兼三³⁾

要旨

定山溪森林理水試験地は、北海道札幌市郊外の国有林内にあり、積雪寒冷地における森林水文研究のため、1987年以降、隣接する2小流域の流出量と降水量の観測がおこなわれ、現在も継続中である。通年データの整備された1991年から2007年までの日流出量、日降水量は公表済みである。本報告は、その後の2008～2012年について日流出量、日降水量を取りまとめたものである。なお、観測期間中の主な出来事は次の通りである。2008年6月に圧力式水位計を追加し、2基の水位計で水位観測をおこなうようにした。2010年11月に雪尺を、2011年10月に超音波積雪深計を露場に設置した。2012年10月にヒーター付き雨雪量計を風圧よけ付き溢水式雨雪量計に更新した。また、近年、倒木の発生が多く、観測への支障が懸念される。

キーワード：定山溪森林理水試験地、積雪寒冷地、針広混交林、降水量、流出量

1. はじめに

定山溪森林理水試験地は、北海道の積雪寒冷地における森林水文研究のため、1987年に林野庁林業試験場北海道支場(現独立行政法人森林総合研究所北海道支所)によって札幌市郊外の定山溪国有林内に設定された(Fig. 1)。本試験地は、時雨1の沢および時雨2の沢という2つの小流域で構成されており(Fig. 2)、両流域とも天然生の針広混交林に覆われている。本試験地の開設から現在まで伐採や山火事のような大きな攪乱は一度も起こっていない。1991年から2007年までの観測資料については、すでに阿部ら(2010; 2011)で公開されており、本報ではそれ以降の2008年から2012年の5年間を対象に、日降水量および日流出量を報告する。

2. 試験地の概要

定山溪森林理水試験地(以後、定山溪試験地と略記する)は、北海道札幌市南区定山溪の国有林内(石狩森林管理署2441林班い小班)にあり、隣接した時雨1の沢(1.998 ha)、時雨2の沢(6.071 ha)からなっている(Fig. 2、Table 1)。開設時には、時雨1の沢を処理流域、時雨2の沢を基準流域とする対照流域法試験が計画されていたが、諸事情により時雨1の沢の伐採は行われることなく、今日に至っている(阿部ら、2010)。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1 m前後と推定され、斜面上部は特に土層が薄い(塩崎・真田、1990)。時

雨2の沢の土壌特性も、ほぼ同様であろうと推察される。森林については、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となっており、1998年時点での森林蓄積量は200 m³ ha⁻¹前後と算出されている。1991年～2007年の平均年降水量は1292 mm(阿部ら、2011)であり、11月から翌年4月は通常、積雪に覆われている。気温は、年平均気温6.2℃、最暖月平均気温19.7℃、最寒月平均気温-7.3℃である(2008～2012年)。

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50 m下方にある気象露場(Fig. 2)において、降水量を5分間隔で計測し、それらを積算して日降水量を求めた(日界は24時)。雨雪量計は、観測期間の大部分ではヒーター付き転倒マス式雨雪量計(横河電子機器WB0013-05-S1-HT、1転倒0.5 mm)を用いたが、2012年10月16日に風圧よけ付き溢水式雨雪量計(横河電子機器B-071-02、1転倒0.5 mm)へ更新した。降水パルスの記録にはOnset社HOBO eventまたは後継機のHOBO pendant eventを使用し、降雪の可能性がある11～4月は原則としてヒーターを有効にした。なお、雨雪量計受水部のゴミは現地へ行った際にその都度取り除いた。

原稿受付：平成26年6月17日 原稿受理：平成26年8月25日

1) 森林総合研究所東北支所

2) 森林総合研究所北海道支所

3) 森林総合研究所九州支所

* 森林総合研究所東北支所 〒020-0123 岩手県盛岡市下厨川字鍋屋敷92-25

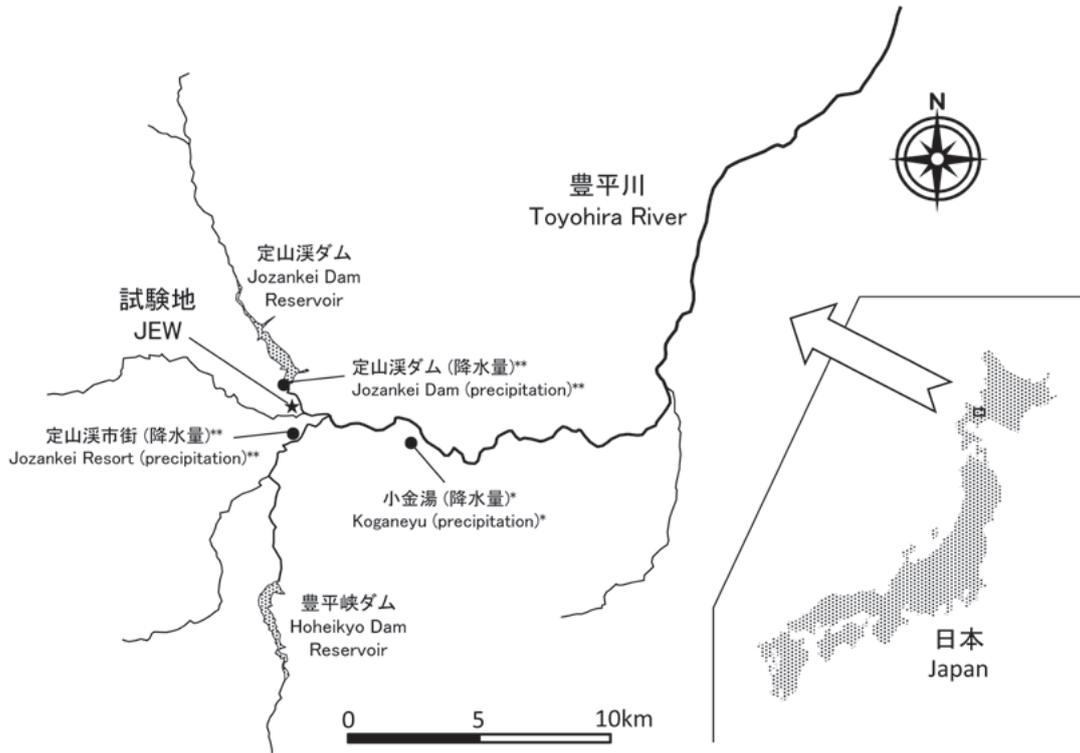


Fig. 1. 定山溪森林理水試験地の位置および近隣の気象観測所
 Location of Jozankei Experimental Watershed (JEW) and neighboring weather stations
 * 気象庁アメダス観測所。AMeDAS (Automated Meteorological Data Acquisition System) stations of Japan Meteorological Agency.
 ** 国土交通省河川局の観測所。Precipitation stations of River Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism.

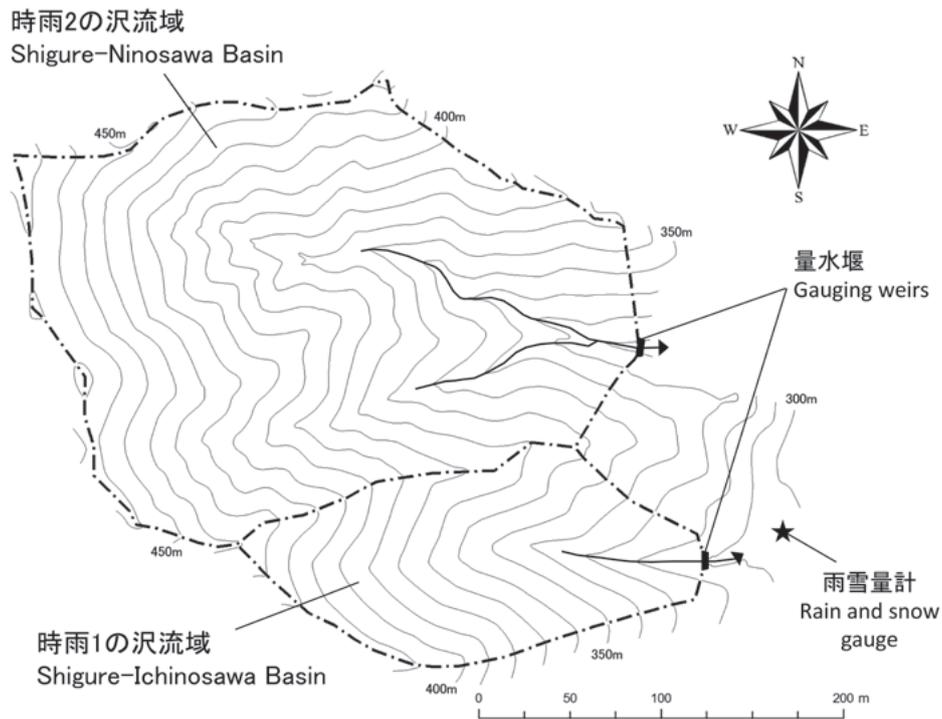


Fig. 2. 定山溪試験地の地形
 Topography of JEW

Table 1. 定山溪試験地の諸元
Physiographic characteristics of JEW

	時雨 1 の沢 Shigure-Ichinosawa	時雨 2 の沢 Shigure-Ninosawa
流域面積 (A) Drainage area	1.998 ha	6.071 ha
周囲長 Perimeter length	600 m	993 m
主流長 (L) Length of main stream	262 m	381 m
流域形状係数 (A/L ²) basin shape factor	0.291	0.418
標高 Elevation	311 ~ 441 m	319 ~ 477 m
平均高度 Mean elevation	371 m	398 m
平均傾斜 Mean slope angle	34.7°	36.0°
平均方位角 Mean slope azimuth	84.3°	108.7°
地質 Geology	石英斑岩 (新第三紀中新世) *1 Quartz porphyry (Neogene, Miocene)	
平均土層厚 Mean soil depth	1 m *2	未測定 No data
保水容量 Water holding capacity	324.3 mm *3	未測定 No data
飽和透水係数 Coefficient of permeability	A 層 (A-horizon) : 10 ⁻³ m s ⁻¹ 砂礫質土層 (sandy gravel layer) : 10 ⁻⁴ ~ 10 ⁻⁵ m s ⁻¹ 粘土質土層 (clay-rich layer) : 10 ⁻⁵ ~ 10 ⁻⁶ m s ⁻¹ 砂質土層 (sandy layer) : 10 ⁻³ m s ⁻¹ *4	未測定 No data
植生 Vegetation	針広混交林 mixed forest of conifer and broadleaf trees	
森林蓄積量 Growing stock of forest	181 m ³ ha ⁻¹ *5	208 m ³ ha ⁻¹ *5
本数密度 Stem density	611 ha ⁻¹ *5	712 ha ⁻¹ *5

*1 土居 (1953) より引用。 Cited from Doi (1953).

*2 塩崎・真田 (1990) より算出。 Calculated from Shiozaki and Sanada (1990).

*3 塩崎ら (1992) より引用。 Cited from Shiozaki et al. (1992).

*4 Terajima (2001) より引用。 Cited from Terajima (2001).

*5 1998 年プロット調査結果 (阿部ら, 2011)。 Results of plot survey in 1998 (Abe et al., 2011).

降水量の欠測は少なかったが、春と晩秋の大雪により2回の欠測が発生した(2009年4月26～28日、2010年10月26～28日)。欠測した日降水量の推定は前報(阿部ら, 2011)と同じ方法でおこなった。すなわち、定山溪試験地に近い3観測所(小金湯、定山溪ダム、定山溪市街)の日降水量から回帰式を用いて推定値を計算し、そのいずれかの値を採用した。使用した回帰式は阿部ら(2011)と同一である。採用の優先順位は、原則として2乗平均平方根誤差(RMSE)が小さく相関係数の大きい順に、小金湯、定山溪ダム、定山溪市街としたが、定山溪試験地にもっとも近い定山溪ダムと定山溪市街の推定値が類似していれば、定山溪試験地も同様の降水であったと考え、定山溪ダムまたは定山溪市街からの推定値を用いた。2009年4月26～28日の期間は定山溪ダムから推定した値を、2010年10月26～28日の期間は小金湯から推定した値を採用した。

3.2 水位観測と流出量の計算

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、流量へ換算した。この堰堤は、一般的な治山堰堤にノッチを取り付けて水位観測に流用したもので、堰堤上流側の湛水池が沈砂池を兼ね、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、金網が仕掛けられている。両流域とも、量水施設の構造は共通のため、水位-流量曲線も同じ式を用いた(阿部ら, 2010)。流出量は、流量を流域面積で除して水高で表したあと、1日ごとに合算し日流出量を求めた(日界は24時)。水位観測は堰堤湛水池内の観測井戸(内径0.61m)に水位計を設置しておこない、冬期(11～3月)は投光器(赤外線ランプ)を用い

てノッチ越流水と観測井戸内の水面の凍結を防止した。

水位観測は、基本的にフロート式の自記水位計(時雨1の沢は池田計器ADR-102、時雨2の沢は池田計器ADR-100SP)のプリー回転軸にポテンシオメーターを取り付け、フロートの上下動をデータロガー(コーナシステムまたはノースワンKADEC21-UHTV-C)で記録した。さらに、予備の水位計として、圧力式水位計(ログ電子D1-021A)を2008年6月10日に2流域の量水堰に設置した(Photo 1)。設置箇所は量水堰のVノッチから約0.5m上流の側壁である。いずれの水位計もデータロガーによる記録は5分間隔でおこなった。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。

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が、本観測期間中、2回の欠測があった。一つは時雨1の沢堰堤の排土作業による欠測(2008年1月28日～2月2日)であり、もう一つは時雨2の沢における洪水時のオーバーフローによる欠測(2011年9月6日)である。時雨2の沢のオーバーフローは、台風12号と13号の大雨(総雨量250mm、9月2～7日)による洪水のピーク付近でゴミ除けの金網が目詰まりし一時的に発生したものであった。このうち、2008年に発生した時雨1の沢の排土にともなう欠測についてのみ、流出量変化の小さい厳寒期であり、欠測期間も6日間と比較的短いことから、以下の方法で日流出量を推定した。すなわち、減水過程にあった1月24日から2月9日の日流出量を経過日数(1月24日を5とする)のべき乗式で近似し(日流出量 $=0.4845 \times \text{経過日数}^{-0.3000}$ 、 $R^2 = 0.9918$)、この式を用いて欠測期間の日流出量の推定をおこなった。



Photo 1. 新たに追加した圧力式水位計(A: センサ部; B: ロガー)

Pressure water-level gauges added to gauging weirs (A: pressure sensor installed in perforated pipe; B: data logger)

3.3 定山溪試験地におけるその他の観測、トラブル等

積雪に関する観測は、これまで現地調査の際にスノーサンプラーを用いて積雪水量や積雪深を測定するのみであったが、2010年11月24日に雪尺と自動撮影カメラ (Brinno GardenWatchCam) を、2011年10月20日に超音波積雪深計 (Campbell SR50A、データロガーは同社CR10X) を気象露場に設置した (Photo 2)。雪尺と積雪深計の2つを用いて積雪深の連続観測を開始した。

なお、本観測期間の中頃より倒木の発生が目立つようになってきた。Photo 3は晩秋に湿った大雪が降り、雪の重みで幹折れしたトドマツであるが、倒木により試験地内へ通じる電線が切断される危険があった。最近では量水堰や気象露場のすぐ近くでも多くの倒木が発生しており、施設や観測機器に被害が出かねない状況である。

4. 降水量および流出量

前報 (阿部ら, 2010; 2011) および本報の対象期間をあわせた1991～2012年の22年間について、本試験地の月流出量、月降水量の平均値を Fig. 3 に示した。流出量については欠測があるため、欠測期間を含む月を除外して平均値を計算した。平均値で見ると、月降水量、月流出量とも季節変化の傾向は前報までと同様であるが、

最大値および最小値には変化がみられた。月降水量は、最大値5つ (5月、8月、9月、11月、12月)、最小値3つ (3月、8月、9月) が更新され、特に11月の最大月降水量は240.0 mm (1995年) から337.5 mm (2012年) へ大幅に増加し、3月の最小月降水量は55.0 mm (1999年) から半分以下の19.5 mm (2008年) へ減少した。月流出量は、2流域とも最大値3つ (2月、6月、12月)、最小値2つ (4月、9月) が更新された。時雨1の沢の最大月流出量は、特に2月は16.3 mm (2002年) から38.0 mm (2010年) に倍増し、12月も78.2 mm (1992年) から110.8 mm (2010年) へ大幅に増加した。一方、4月の最小月流出量は時雨1の沢で255.5 mm (1998年) から129.7 mm (2008年) へ半減した。最大値、最小値の変化は時雨2の沢でも同様であった。なお、各月の平均値から計算した年流出量は、時雨1の沢が844 mm、時雨2の沢が873 mmであり、年降水量は1306 mmであった。

末尾の Table 2 に、日降水量、時雨1の沢および時雨2の沢の日流出量をまとめた。データは暦年に基づいて整理をおこなった。ただし、水収支を考える場合は、北村ら (2003) のように7月1日から始まる水年を用いた方が好ましいと考えられる。



Photo 2. 露場に設置した雪尺と超音波積雪深計
Snow scale and ultrasonic snow depth sensor installed at the meteorological station

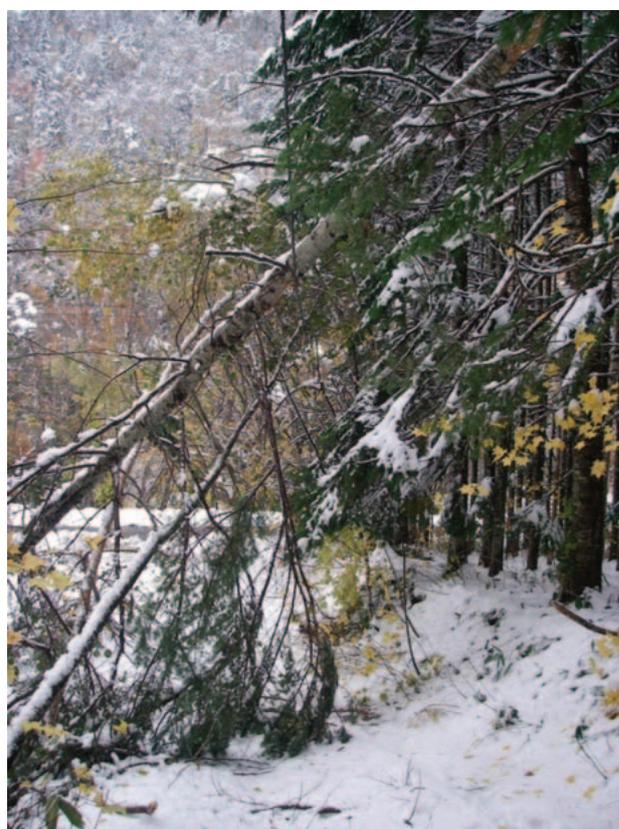


Photo 3. 晩秋の大雪で幹折れし、電線に架かった樹木 (2010年10月27日)
Tree trunk, broken by heavy snow in late fall and fallen on an electric cable (October 27, 2010)

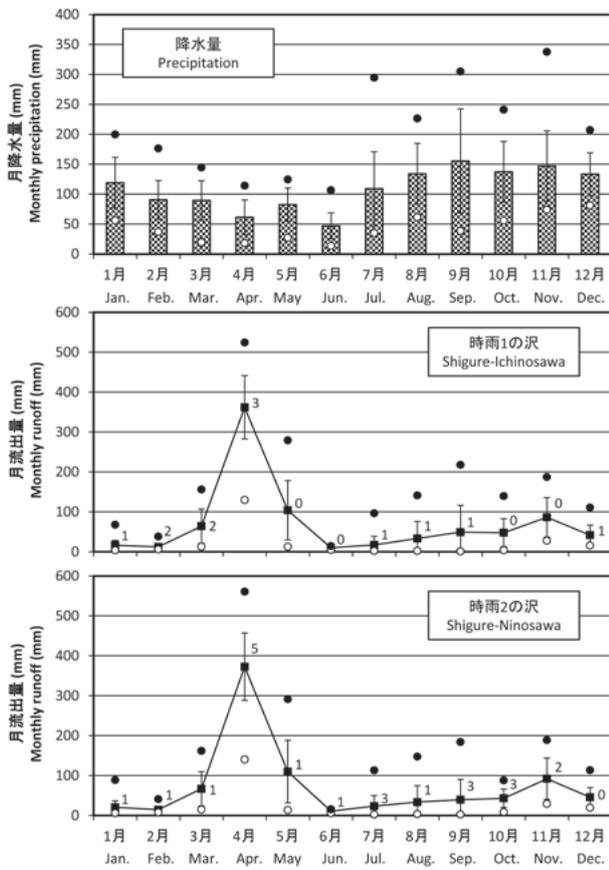


Fig. 3. 定山溪試験地の月流出量および月降水量の平均値 (1991 ~ 2012年)
 縦線は標準偏差、黒丸と白丸はそれぞれ最大値、最小値を示す。数字は計算から除外した欠測月数である。
 Mean monthly runoff and precipitation at JEW (1991–2012)
 Vertical bars represent standard deviations; closed and open circles represent maximum and minimum values, respectively. Figures indicate numbers of months that had missing data and were excluded from calculations.

謝辞

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。また、本報のとりまとめにあたり、菅田久子氏には資料整理を手伝っていただいた。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) 定山溪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・坂本知己・中井裕一郎・北村兼三・鈴木 覚・清水 晃 (2010) 定山溪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.

土居繁雄 (1953) 定山溪, 五万分の一地質図幅, 北海道開発庁.

北村兼三・中井裕一郎・鈴木 覚 (2003) 定山溪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.

塩崎正雄・北原 曜・真田悦子 (1992) 林地斜面土壌における保水率と流出水量の経時変動, 日林論, 103, 263-264.

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1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.

Terajima, T. (2001) Study on subsurface water discharge and sediment yield interaction, and the mechanism of subsurface hydraulic erosion at head water slopes, Bulletin of FFPRI, 381, 43-113.

Table 2. 定山溪試験地の日降水量および日流出量
Daily precipitation and runoff at JEW

2008年1月～6月 (January - June, 2008)		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	降水量 precipitation	流出量 runoff
気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure- Ichinosawa	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure- Ichinosawa	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure- Ichinosawa	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure- Ichinosawa	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure- Ichinosawa	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure- Ichinosawa	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure- Ichinosawa
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	降水量 precipitation	流出量 runoff
時雨2の沢 Shigure- Ninosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa
1	7.0	1.570	1.178	0.5	0.224	0.333	0.311	0.0	3.572	0.0	0.503	6.5	0.688
2	1.0	1.184	0.976	0.5	0.220	0.319	0.303	0.0	2.935	0.0	0.480	0.0	0.485
3	0.0	0.962	0.861	0.5	0.208	0.313	0.308	0.5	3.192	0.0	0.456	0.0	0.418
4	1.0	0.872	0.803	0.5	0.209	0.316	0.307	2.0	4.383	0.0	0.429	0.0	0.367
5	0.0	0.751	0.728	0.0	0.207	0.315	0.296	0.0	6.935	9.0	0.488	0.0	0.328
6	2.5	0.700	0.682	0.0	0.205	0.312	0.295	0.0	9.717	8.452	0.554	11.5	0.466
7	0.5	0.663	0.655	0.0	0.202	0.305	0.297	0.0	9.493	6.5	0.994	0.5	0.468
8	1.0	0.621	0.633	0.5	0.201	0.298	0.361	0.0	10.320	0.0	0.748	0.0	0.391
9	3.5	0.561	0.587	0.0	0.194	0.289	0.677	0.0	10.705	0.0	0.640	0.0	0.333
10	4.0	0.508	0.533	0.0	0.197	0.292	1.456	0.0	10.389	0.0	0.575	0.0	0.281
11	0.5	0.476	0.503	0.0	0.191	0.283	1.833	0.0	10.116	0.0	0.534	0.5	0.226
12	1.5	0.465	0.486	5.0	0.200	0.288	1.620	0.0	6.991	0.0	0.484	0.0	0.210
13	0.0	0.449	0.473	1.0	0.219	0.294	1.911	0.0	4.600	0.0	0.436	1.0	0.205
14	2.0	0.393	0.445	0.5	0.221	0.299	2.734	0.0	4.596	1.5	0.445	0.0	0.193
15	9.5	0.374	0.434	1.5	0.212	0.293	6.395	0.0	5.548	1.5	0.454	4.5	0.192
16	0.0	0.362	0.424	3.5	0.209	0.288	6.842	0.0	5.894	4.5	0.449	1.0	0.227
17	0.0	0.338	0.402	11.5	0.201	0.285	6.032	0.0	4.676	2.0	0.418	0.0	0.169
18	0.0	0.312	0.384	1.5	0.193	0.282	4.968	0.0	3.393	0.0	0.369	0.0	0.158
19	0.0	0.297	0.373	0.0	0.205	0.277	5.667	0.0	2.406	0.0	0.334	13.5	0.311
20	2.0	0.294	0.367	1.0	0.216	0.277	6.491	0.0	1.707	60.5	6.522	0.5	0.273
21	0.0	0.285	0.356	12.0	0.212	0.284	7.254	0.0	1.314	1.0	13.448	0.0	0.187
22	0.0	0.272	0.343	1.0	0.205	0.281	9.329	0.0	1.061	0.0	4.708	0.0	0.170
23	0.0	0.269	0.337	27.0	0.238	0.299	11.509	0.0	0.895	0.0	2.688	0.0	0.151
24	23.0	0.295	0.353	3.5	0.247	0.323	11.854	7.0	0.918	0.0	1.846	0.0	0.142
25	15.0	0.286	0.357	0.0	0.217	0.296	15.343	0.0	0.759	3.5	1.500	0.0	0.130
26	8.0	0.272	0.356	7.5	0.227	0.293	16.376	0.0	0.646	4.0	1.243	0.0	0.118
27	0.0	0.263	0.352	15.5	0.240	0.312	13.060	5.5	0.693	0.0	0.994	0.0	0.114
28	0.5	0.251	0.344	1.0	0.236	0.313	9.789	3.5	0.704	0.0	0.792	0.0	0.110
29	0.0	0.243	0.346	0.0	0.232	0.303	6.736	0.0	0.602	0.0	0.675	0.0	0.108
30	1.5	0.236	0.344	0.0	0.232	0.303	5.004	0.0	0.552	0.0	0.586	0.0	0.107
31	1.0	0.230	0.341	0.0	0.230	0.341	4.392	0.0	0.552	4.5	0.546	0.0	0.107
計 total	85.0	15.054	15.756	95.5	6.188	8.662	159.750	18.5	129.712	106.5	45.338	39.5	7.726
							154.552		140.067		45.084		10.629

※ 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.

Table 2. 定山溪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)

2009年1月~6月(January - June, 2009)		1月 January		2月 February		3月 March		4月 April		5月 May		6月 June	
日 day	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure- Ichinosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa	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	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
1	10.5	0.514	0.673	9.5	0.764	0.776	0.580	0.500	0.0	2.472	0.0	13.627	15.093
2	6.0	0.428	0.607	1.0	0.725	0.747	0.584	0.0	0.0	3.911	0.0	8.707	11.313
3	5.5	0.380	0.569	4.5	0.718	0.733	0.574	0.0	0.0	7.370	0.0	6.584	9.820
4	0.5	0.367	0.553	0.0	0.675	0.683	0.573	0.0	0.0	8.472	0.0	4.590	8.141
5	0.5	0.361	0.537	1.5	0.641	0.662	0.572	0.0	0.0	10.831	0.0	2.978	5.457
6	0.0	0.346	0.521	5.0	0.600	0.654	0.618	1.0	12.778	12.531	0.0	2.054	3.309
7	0.0	0.327	0.493	4.5	0.573	0.635	0.977	0.0	11.824	11.563	0.0	1.653	2.741
8	0.0	0.318	0.469	29.5	0.631	0.666	0.834	0.0	9.766	9.738	0.0	1.447	2.076
9	0.0	0.309	0.452	0.0	0.554	0.613	0.816	0.0	15.207	14.104	0.0	1.207	1.521
10	15.0	0.333	0.468	0.5	0.544	0.594	0.850	0.0	31.984	29.843	1.0	1.044	1.300
11	5.0	0.350	0.475	0.0	0.522	0.573	0.946	0.0	22.864	23.555	0.0	0.886	1.038
12	0.0	0.321	0.447	3.5	0.500	0.549	0.886	0.0	18.934	18.520	8.5	0.922	1.087
13	0.0	0.309	0.437	4.0	0.481	0.545	0.838	0.0	30.130	30.812	5.5	1.017	1.334
14	5.0	0.299	0.433	3.0	0.776	0.853	1.732	0.0	26.851	28.459	3.0	0.887	1.050
15	7.5	0.323	0.452	5.5	1.055	0.981	1.861	2.0	20.780	20.605	0.0	0.710	0.786
16	4.0	0.310	0.440	9.0	0.965	0.898	1.543	0.0	14.300	14.746	0.0	0.653	0.665
17	2.0	0.289	0.425	9.5	0.817	0.798	1.468	0.0	9.296	9.804	3.5	0.701	0.692
18	0.0	0.273	0.408	1.5	0.751	0.753	1.644	1.0	9.650	9.086	3.5	0.764	0.830
19	25.0	0.333	0.441	0.0	0.694	0.713	1.391	1.5	12.183	13.391	0.0	0.619	0.658
20	24.5	0.345	0.454	4.0	0.717	0.720	1.068	1.0	9.504	9.664	0.0	0.552	0.555
21	3.0	0.307	0.438	26.0	0.761	0.762	7.579	8.0	9.250	9.173	0.0	0.494	0.483
22	0.0	0.305	0.439	8.5	0.626	0.690	5.618	15.0	28.486	28.748	2.0	0.508	0.500
23	8.0	0.544	1.172	0.5	0.581	0.657	5.486	1.5	14.187	15.697	3.5	0.558	0.563
24	2.0	1.627	2.484	3.0	0.548	0.621	5.099	0.0	8.197	9.315	0.0	0.489	0.488
25	2.0	1.295	1.568	1.5	0.568	0.628	3.997	0.0	6.324	6.819	0.0	0.430	0.412
26	0.0	1.114	1.225	0.0	0.552	0.616	3.522	3.0	5.444	5.780	0.0	0.406	0.370
27	0.0	0.965	1.044	1.0	0.527	0.602	3.031	2.0	4.196	4.699	0.0	0.384	0.349
28	0.0	0.858	0.908	0.0	0.511	0.594	2.576	0.0	6.204	6.377	0.0	0.345	0.319
29	3.0	0.818	0.843	0.0	0.511	0.594	2.576	0.0	10.095	8.911	0.0	0.324	0.292
30	0.0	0.777	0.804	0.0	0.511	0.594	2.576	4.0	15.594	14.515	9.5	0.370	0.358
31	0.0	0.777	0.792	0.0	0.511	0.594	2.576	0.0	2.745	2.816	11.5	0.593	0.821
計 total	129.0	16.222	21.471	136.5	18.377	19.316	80.5	81.670	91.074	66.1	395.414	398.554	74.421
											51.5	56.503	74.421
												39.5	7.805
													9.472

※ 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.

Table 2. 定山溪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)

2009年7月~12月 (July - December, 2009)		7月 July		8月 August		9月 September		10月 October		11月 November		12月 December	
日	day	降水量 meteor. station	流出量 runoff	降水量 meteor. station	流出量 runoff	降水量 meteor. station	流出量 runoff	降水量 meteor. station	流出量 runoff	降水量 meteor. station	流出量 runoff	降水量 meteor. station	流出量 runoff
		気象露場 Shigure- Ichinosawa	時雨1の沢 Shigure- Ichinosawa	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure- Ichinosawa								
1	1	1.0	0.110	0.129	0.766	0.929	0.075	0.138	0.033	0.087	5.290	5.534	1.699
2	2	0.0	0.103	0.115	0.774	1.215	0.0	0.063	0.242	0.539	4.348	3.876	1.441
3	3	0.0	0.094	0.105	0.573	0.825	0.0	0.053	0.223	0.424	2.784	2.779	1.264
4	4	0.0	0.086	0.100	0.435	0.605	0.5	0.055	0.170	0.170	1.948	2.233	1.094
5	5	0.0	0.079	0.095	0.0	0.337	0.476	1.5	0.070	0.141	3.0	1.600	1.150
6	6	0.0	0.072	0.087	0.0	0.259	0.389	0.5	0.060	0.116	0.0	1.524	8.533
7	7	5.0	0.067	0.092	0.0	0.221	0.339	6.0	0.096	0.197	0.0	1.243	5.100
8	8	13.5	0.257	0.445	0.0	0.196	0.292	0.0	0.072	0.136	0.0	1.566	3.492
9	9	0.0	0.106	0.156	0.0	0.173	0.259	4.0	0.066	0.137	0.0	0.975	2.660
10	10	23.0	0.646	1.238	0.0	0.150	0.227	4.0	0.118	0.232	3.0	0.918	2.005
11	11	0.0	0.200	0.309	0.0	0.132	0.201	0.0	0.061	0.127	2.5	0.715	1.610
12	12	0.0	0.135	0.188	0.0	0.123	0.192	0.0	0.047	0.107	0.5	0.600	1.924
13	13	25.5	0.560	1.090	3.0	0.155	0.256	2.0	0.057	0.127	3.5	1.593	1.712
14	14	1.0	0.806	1.223	0.0	0.116	0.200	0.0	0.045	0.103	37.5	12.634	1.346
15	15	28.0	2.517	3.531	0.0	0.099	0.170	1.0	0.041	0.102	15.5	11.864	1.209
16	16	2.5	1.766	1.876	0.0	0.089	0.142	1.5	0.051	0.110	15.5	14.084	1.083
17	17	0.0	0.727	0.701	6.0	0.145	0.278	0.0	0.046	0.097	4.0	9.318	0.997
18	18	0.5	0.423	0.448	0.0	0.098	0.175	0.0	0.032	0.084	3.0	4.841	0.920
19	19	36.5	5.616	6.323	2.5	0.108	0.189	0.0	0.031	0.080	4.5	3.018	0.901
20	20	0.0	2.743	2.709	9.5	0.142	0.271	0.0	0.025	0.073	2.5	2.191	0.840
21	21	2.0	1.178	1.352	11.5	0.433	0.905	0.0	0.024	0.071	2.5	1.757	0.803
22	22	7.5	1.092	1.498	0.0	0.124	0.243	0.0	0.025	0.071	0.0	1.358	0.728
23	23	0.0	0.782	0.962	4.0	0.129	0.246	0.0	0.025	0.069	3.0	1.450	0.676
24	24	0.0	0.575	0.689	4.5	0.164	0.339	2.5	0.041	0.100	0.0	1.487	0.653
25	25	24.0	1.795	2.910	0.5	0.120	0.233	0.0	0.036	0.084	0.0	1.391	0.617
26	26	1.0	3.999	3.808	0.0	0.094	0.181	2.5	0.045	0.116	0.5	1.642	0.599
27	27	14.5	2.378	2.819	4.0	0.104	0.208	0.0	0.027	0.077	4.0	1.970	0.594
28	28	3.5	4.710	4.883	6.0	0.167	0.343	12.5	0.084	0.212	5.5	2.576	0.590
29	29	0.0	2.805	2.951	0.0	0.147	0.290	0.0	0.091	0.182	0.0	2.393	0.575
30	30	0.0	1.692	1.942	0.0	0.098	0.187	0.0	0.040	0.099	0.0	1.550	0.552
31	31	0.0	1.092	1.294	0.0	0.085	0.157	2.5	0.119	0.156	0.0	1.959	0.598
計	total	189.0	39.211	46.068	61.5	6.756	10.962	38.5	1.602	3.529	136.5	100.060	47.965

* 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.

Table 2. 定山溪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)

2010年1月~6月 (January - June, 2010)		1月 January		2月 February		3月 March		4月 April		5月 May		6月 June		
日 day	降水量 meteor. station	流出量 runoff												
	時雨1の沢 Shigure- Ichinosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa												
1	15.0	0.429	0.611	0.0	0.422	0.482	1.5	2.230	2.549	3.140	10.5	28.061	29.745	1.035
2	17.0	0.461	0.657	0.5	0.428	0.483	0.0	1.704	11.422	12.186	0.0	18.553	21.809	0.892
3	1.0	0.366	0.576	3.5	0.437	0.484	1.0	1.398	7.841	8.445	0.0	16.259	20.711	0.869
4	3.5	0.346	0.552	2.5	0.425	0.475	0.0	1.144	5.375	6.244	0.0	10.937	15.853	0.802
5	7.0	0.356	0.542	2.5	0.448	0.474	4.0	1.088	6.143	7.200	0.0	5.826	9.437	0.668
6	0.0	0.377	0.550	8.0	0.478	0.474	0.5	1.008	8.148	8.817	2.0	4.384	7.746	0.634
7	0.0	0.353	0.533	11.0	0.419	0.461	0.0	0.899	9.766	9.201	8.0	3.946	7.454	0.557
8	0.5	0.349	0.522	1.0	0.395	0.436	0.0	0.836	7.331	7.749	1.5	2.840	4.618	0.482
9	2.5	0.352	0.517	2.5	0.433	0.435	0.0	0.781	7.850	8.550	0.5	2.181	3.328	0.457
10	0.0	0.355	0.509	0.0	0.415	0.427	0.0	0.791	13.444	14.458	0.0	1.803	2.525	0.396
11	1.0	0.352	0.501	0.0	0.389	0.430	0.0	0.746	32.738	31.046	0.0	1.596	2.079	0.389
12	0.0	0.363	0.504	0.5	0.389	0.429	0.0	0.673	15.875	16.008	6.0	1.663	2.153	0.360
13	6.5	0.386	0.518	0.5	0.376	0.427	14.5	1.196	15.898	16.020	1.0	1.459	1.739	0.332
14	0.5	0.385	0.507	3.0	0.371	0.422	2.5	1.094	19.189	17.944	0.0	1.256	1.425	0.304
15	4.0	0.370	0.486	0.0	0.371	0.416	7.5	1.025	7.115	7.891	0.0	1.094	1.182	0.283
16	2.5	0.364	0.483	2.5	0.376	0.420	4.5	1.716	4.500	5.285	0.0	1.036	1.056	0.591
17	0.0	0.348	0.462	0.0	0.367	0.415	6.5	2.342	5.095	5.511	0.0	0.973	0.951	0.533
18	1.5	0.341	0.448	0.0	0.370	0.412	2.5	1.965	6.478	6.130	0.0	0.899	0.856	0.339
19	0.0	0.340	0.441	1.0	0.393	0.411	1.5	1.688	8.333	7.337	0.0	0.856	0.789	0.300
20	0.5	0.381	0.454	3.0	0.380	0.415	9.5	1.503	11.172	9.830	5.5	0.940	0.951	0.269
21	0.0	0.446	0.514	0.0	0.346	0.404	20.5	9.312	19.514	17.008	0.5	0.840	0.827	1.0
22	0.0	0.469	0.525	1.5	0.333	0.389	6.0	5.541	16.563	15.651	0.0	0.758	0.710	0.235
23	0.0	0.458	0.517	0.0	0.339	0.389	3.0	3.549	13.026	12.453	0.0	0.689	0.598	0.636
24	0.0	0.449	0.502	0.0	0.322	0.389	0.0	2.554	11.522	10.791	11.0	0.727	0.665	0.986
25	7.0	0.463	0.504	0.0	0.827	1.388	1.0	2.337	11.218	10.500	26.0	3.089	3.983	0.601
26	4.0	0.489	0.507	12.5	17.578	17.838	6.0	2.067	11.505	11.052	0.0	3.860	2.861	0.340
27	6.5	0.467	0.487	0.0	6.798	7.464	8.0	1.733	11.209	11.226	1.0	2.727	2.151	0.273
28	1.5	0.491	0.498	0.5	3.374	3.792	2.5	1.488	8.734	8.890	0.0	2.092	1.729	0.242
29	6.0	0.465	0.489	0.0	0.465	0.489	1.0	1.375	19.436	17.355	0.0	1.646	1.393	0.214
30	3.5	0.449	0.484	0.0	0.449	0.484	0.5	1.230	26.202	26.693	0.0	1.392	1.170	0.200
31	6.5	0.436	0.483	0.0	0.436	0.483	0.0	1.249	1.459	1.006	0.0	1.194	1.006	0.208
計 total	98.0	12.456	15.883	56.5	37.999	40.881	104.5	58.262	355.191	350.611	73.5	125.576	153.500	14.465

※ 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.

Table 2. 定山溪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)

2010年7月~12月 (July - December, 2010)		7月 July		8月 August		9月 September		10月 October		11月 November		12月 December	
日	day	降水量 meteor. station	流出量 runoff	降水量 meteor. station	流出量 runoff	降水量 meteor. station	流出量 runoff	降水量 meteor. station	流出量 runoff	降水量 meteor. station	流出量 runoff	降水量 meteor. station	流出量 runoff
		気象露場 Shigure- Ichinosawa	時雨1の沢 Shigure- Ninosawa	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure- Ninosawa								
1	1	4.5	0.270	0.300	2.318	3.803	0.492	0.776	0.0	0.287	0.369	7.0	8.357
2	2	0.0	0.209	0.235	1.787	2.333	0.0	0.387	0.0	0.229	0.296	8.0	17.691
3	3	0.0	0.185	0.196	0.0	1.175	12.0	0.588	11.5	0.294	0.458	25.0	24.454
4	4	10.5	0.328	0.589	0.0	0.852	0.5	0.477	18.5	1.423	2.181	2.0	13.232
5	5	0.0	0.243	0.379	0.0	0.657	0.0	0.362	5.5	1.708	1.810	1.0	7.600
6	6	1.0	0.197	0.253	0.0	0.530	1.5	0.324	0.0	1.026	1.004	0.5	5.443
7	7	0.0	0.176	0.220	2.50	1.195	2.099	1.662	0.0	0.631	0.676	0.0	4.378
8	8	4.0	0.217	0.283	14.0	4.389	5.337	0.0	0.664	0.836	0.0	7.0	3.471
9	9	0.0	0.167	0.215	0.0	2.244	2.462	0.0	0.453	0.573	1.5	16.5	4.948
10	10	1.0	0.162	0.199	0.0	1.425	1.722	0.0	0.346	0.463	11.0	32.5	21.278
11	11	0.0	0.147	0.176	45.0	5.240	7.366	0.0	0.293	0.408	0.5	2.5	15.160
12	12	42.0	2.533	4.092	40.0	42.850	45.719	0.0	0.249	0.356	7.0	11.0	6.530
13	13	0.0	0.942	1.046	0.0	11.213	14.193	0.0	0.230	0.312	0.0	4.5	6.478
14	14	0.0	0.478	0.529	0.0	4.000	5.345	0.0	0.202	0.286	0.0	2.5	5.114
15	15	0.0	0.316	0.378	0.5	2.241	3.076	0.0	0.180	0.266	16.5	3.5	3.657
16	16	0.0	0.243	0.292	4.0	1.568	2.180	0.0	0.163	0.248	2.5	0.0	2.549
17	17	0.0	0.199	0.234	0.0	1.061	1.446	0.0	0.152	0.232	1.0	0.0	1.928
18	18	0.0	0.179	0.205	0.0	0.769	1.038	6.5	0.173	0.272	0.5	0.0	1.567
19	19	1.0	0.197	0.223	0.0	0.569	0.784	11.0	0.343	0.662	0.0	0.0	1.318
20	20	0.5	0.166	0.213	0.0	0.483	0.625	6.0	0.174	0.298	0.0	0.0	1.148
21	21	0.0	0.153	0.191	0.5	0.437	0.557	2.5	0.318	0.557	1.5	0.0	1.009
22	22	0.5	0.158	0.192	2.5	0.417	0.563	0.0	0.184	0.298	0.0	12.5	1.138
23	23	7.5	0.212	0.298	26.5	1.141	2.140	2.0	0.166	0.246	0.0	0.0	1.556
24	24	31.5	1.974	4.108	45.0	13.734	17.081	2.0	0.174	0.290	0.0	0.0	1.373
25	25	0.0	0.799	0.964	0.0	4.306	5.369	0.0	0.141	0.225	0.0	0.0	1.285
26	26	0.0	0.464	0.527	0.0	2.333	3.035	2.0	0.151	0.233	72.6	4.0	1.236
27	27	17.0	0.824	1.425	0.0	1.505	1.972	0.0	0.131	0.198	26.4	0.0	1.075
28	28	9.5	1.841	2.437	0.0	1.084	1.412	29.0	0.176	0.299	0.0	9.0	1.100
29	29	54.5	18.546	20.987	0.0	0.844	1.134	4.0	0.889	1.288	15.5	15.5	0.943
30	30	0.5	7.727	10.395	8.5	0.719	0.986	0.0	0.434	0.543	0.0	11.0	0.835
31	31	0.0	3.023	4.155	0.5	0.677	1.165	0.0	0.0	3.541	0.0	0.0	0.778
計	total	185.5	43.275	55.936	226.5	113.763	139.258	104.0	11.578	18.184	177.0	175.5	167.851
										24.056	28.953	144.5	110.762
										171.400			113.591

※ 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.

Table 2. 定山溪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)

2011年1月~6月 (January - June, 2011)		1月 January		2月 February		3月 March		4月 April		5月 May		6月 June			
日	day	降水量 meteor. station	流出量 runoff												
		時雨1の沢 Shigure- Ichinosawa	時雨2の沢 Shigure- Ninosawa												
1	1	0.0	0.739	0.736	0.325	0.380	0.842	0.853	6.151	6.327	18.5	5.390	7.807		
2	2	0.5	0.658	0.674	0.0	0.289	0.371	0.820	7.660	8.058	16.5	11.163	11.964		
3	3	0.0	0.657	0.653	0.0	0.304	0.371	0.772	4.568	4.627	1.0	8.273	8.785		
4	4	0.0	0.667	0.647	0.0	0.308	0.377	0.719	3.225	3.188	8.5	5.522	6.319		
5	5	4.5	0.645	0.642	1.5	0.318	0.383	0.671	0.0	4.787	0.0	4.267	4.410		
6	6	3.0	0.643	0.646	0.0	0.299	0.377	0.663	0.0	12.343	0.0	3.365	3.533		
7	7	0.0	0.607	0.596	7.0	0.321	0.387	0.638	0.0	15.814	15.5	3.048	3.454		
8	8	1.5	0.569	0.550	2.0	0.315	0.380	0.608	2.5	26.020	0.5	4.030	4.411		
9	9	0.5	0.559	0.541	0.0	0.314	0.376	0.592	0.0	14.483	0.0	3.369	3.164		
10	10	0.5	0.554	0.513	3.5	0.316	0.373	0.573	2.0	11.638	2.0	3.005	2.838		
11	11	0.0	0.512	0.482	0.5	0.315	0.368	0.558	2.0	18.616	0.0	2.343	2.247		
12	12	19.0	0.497	0.464	0.0	0.322	0.366	0.541	0.0	13.586	0.0	1.951	1.835		
13	13	2.5	0.461	0.467	19.5	0.322	0.375	0.571	4.5	9.484	7.0	1.973	2.027		
14	14	0.0	0.441	0.445	0.0	0.308	0.363	0.775	0.0	12.609	1.5	1.689	1.676		
15	15	3.5	0.469	0.443	0.0	0.307	0.363	0.785	0.0	19.216	0.0	1.305	1.241		
16	16	18.0	0.496	0.452	1.0	0.308	0.373	0.831	12.0	31.503	3.0	1.201	1.148		
17	17	7.0	0.471	0.463	2.5	0.309	0.374	0.861	3.5	14.651	0.0	1.142	1.066		
18	18	2.0	0.419	0.452	15.5	0.343	0.390	0.809	0.0	7.964	0.0	1.000	0.920		
19	19	0.0	0.405	0.449	13.5	0.338	0.391	0.831	0.0	9.193	2.5	0.951	0.937		
20	20	1.5	0.414	0.454	5.0	0.326	0.394	0.921	0.0	9.076	2.5	0.900	0.858		
21	21	0.5	0.407	0.447	0.0	0.313	0.385	0.932	0.0	8.471	6.5	1.000	1.142		
22	22	0.5	0.396	0.440	0.0	0.319	0.399	1.043	0.0	9.025	0.5	0.897	0.917		
23	23	0.0	0.381	0.425	0.0	0.327	0.460	1.026	4.5	8.800	0.0	0.805	0.760		
24	24	0.0	0.377	0.422	2.5	0.379	0.614	1.009	11.5	14.360	1.0	0.754	0.682		
25	25	0.5	0.373	0.411	0.5	0.871	1.322	0.960	10.5	11.859	0.0	0.724	0.658		
26	26	0.0	0.347	0.401	0.5	0.888	1.131	0.943	2.0	10.640	0.0	0.670	0.572		
27	27	2.0	0.330	0.397	4.0	0.863	0.990	0.924	1.5	8.092	0.0	0.653	0.555		
28	28	3.5	0.339	0.390	0.0	0.833	0.894	1.138	21.0	13.739	3.0	0.663	0.581		
29	29	0.5	0.341	0.391	0.0	0.833	0.894	1.138	2.5	8.787	0.5	0.654	0.610		
30	30	5.0	0.352	0.392	0.0	0.833	0.894	1.138	0.0	5.457	0.0	0.602	0.529		
31	31	2.5	0.346	0.381	0.0	0.833	0.894	1.138	0.0	5.457	0.0	0.554	0.476		
計	total	79.0	14.872	15.266	85.0	11.100	13.727	31.754	90.5	351.817	90.5	73.863	78.122		
														10.217	10.055

※ 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.

Table 2. 定山溪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)

2011年7月~12月 (July - December, 2011)		7月 July		8月 August		9月 September		10月 October		11月 November		12月 December	
日 day	気象露場 meteor. station	7月 July		8月 August		9月 September		10月 October		11月 November		12月 December	
		降水量 precipitation	流出量 runoff										
		時雨1の沢 Shigure- Ichimosawa	時雨2の沢 Shigure- Nimosawa										
1	0.0	0.161	0.157	0.0	0.099	0.129	0.089	16.5	0.718	1.423	1.050	0.0	1.249
2	0.0	0.154	0.137	0.0	0.091	0.121	1.669	12.0	0.895	1.485	0.874	0.0	1.059
3	0.0	0.148	0.130	0.0	0.090	0.118	5.262	0.5	0.869	1.008	0.760	0.0	0.939
4	27.5	0.831	1.458	0.0	0.086	0.101	15.460	0.0	0.563	0.637	0.653	0.0	0.823
5	0.5	0.334	0.410	0.0	0.081	0.100	26.447	0.0	0.428	0.508	0.606	2.5	0.798
6	0.0	0.218	0.253	0.0	0.075	0.099	75.500	5.5	0.399	0.524	0.533	0.0	0.726
7	0.0	0.175	0.198	0.0	0.068	0.093	11.358	15.0	1.369	2.077	0.493	0.0	0.664
8	1.0	0.176	0.204	0.0	0.061	0.087	4.177	0.0	1.128	1.143	0.5	0.458	
9	1.5	0.154	0.182	0.0	0.062	0.082	2.176	0.0	0.802	0.813	0.0	0.399	
10	7.5	0.272	0.437	1.5	0.080	0.115	1.505	17.5	1.970	2.691	0.0	0.357	
11	0.5	0.164	0.222	0.5	0.069	0.091	1.020	0.0	2.283	1.995	0.0	0.324	
12	0.0	0.137	0.171	0.0	0.056	0.071	1.071	8.5	1.566	1.633	0.0	0.293	
13	2.0	0.128	0.160	0.0	0.048	0.062	0.919	0.0	1.197	1.284	4.0	0.311	
14	21.0	0.688	1.251	31.0	0.362	0.702	0.837	0.0	0.915	0.950	0.0	0.296	
15	0.0	0.395	0.526	12.5	0.396	0.692	1.5	0.5	0.799	0.826	1.0	0.256	
16	45.0	4.573	6.117	40.0	2.485	3.953	0.0	15.5	1.094	1.389	0.5	0.231	
17	3.0	4.377	4.125	7.0	3.053	3.566	1.0	5.0	1.387	1.630	4.0	0.220	
18	0.0	1.286	1.390	0.0	0.650	0.705	0.5	3.5	1.516	1.460	0.0	0.235	
19	0.0	0.745	0.833	0.0	0.316	0.385	1.0	0.0	1.270	1.122	11.5	0.776	
20	0.0	0.502	0.571	4.0	0.254	0.376	0.0	0.0	1.068	0.963	3.0	0.713	
21	0.0	0.343	0.425	0.0	0.175	0.278	0.0	0.0	0.930	0.866	15.5	0.648	
22	0.0	0.272	0.342	0.0	0.138	0.211	0.0	38.5	3.294	4.156	12.5	0.611	
23	0.0	0.237	0.282	0.0	0.122	0.185	0.5	10.5	16.522	13.412	6.0	0.628	
24	0.0	0.210	0.252	0.0	0.108	0.176	0.5	0.0	7.105	7.247	12.5	10.173	
25	0.0	0.184	0.224	2.0	0.116	0.188	0.0	8.0	4.179	4.846	6.0	5.041	
26	0.0	0.159	0.197	0.0	0.099	0.163	0.0	8.5	3.692	4.456	0.5	2.993	
27	3.0	0.187	0.240	0.0	0.086	0.141	0.0	1.0	3.522	3.407	5.5	2.684	
28	0.0	0.161	0.201	0.0	0.076	0.121	0.0	0.0	2.822	2.778	0.0	3.180	
29	0.0	0.137	0.170	0.0	0.069	0.115	0.0	0.0	2.190	2.278	0.0	3.360	
30	0.0	0.125	0.155	0.0	0.065	0.105	9.0	0.0	1.719	1.861	0.5	3.962	
31	0.0	0.111	0.144	0.0	0.064	0.098	0.0	0.0	1.363	1.538	0.0	0.651	
計 total	112.5	17.744	21.564	98.5	9.600	13.429	153.697	166.5	69.574	72.406	43.118	86.0	49.839
							86.251					207.0	29.716
													34.889

※ 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.

Table 2. 定山溪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)

2012年1月~6月 (January - June, 2012)		1月 January		2月 February		3月 March		4月 April		5月 May		6月 June		
日 day	降水量 meteor. station	流出量 Shigure- Ichinosawa Ninosawa												
1	1.5	0.574	0.645	0.0	0.407	0.486	0.296	0.374	0.5	4.472	4.584	0.0	4.878	6.837
2	7.5	0.603	0.655	1.5	0.406	0.481	0.0	0.299	3.0	2.987	3.074	0.0	3.577	5.394
3	7.5	0.631	0.681	0.5	0.385	0.463	0.5	0.292	11.5	2.528	2.535	16.5	2.705	4.178
4	0.0	0.650	0.681	5.0	0.374	0.452	0.0	0.285	11.5	4.054	4.217	82.5	43.252	30.624
5	28.0	0.661	0.703	0.0	0.352	0.432	1.5	0.286	1.0	3.495	3.613	3.0	22.214	22.272
6	6.0	0.612	0.662	0.0	0.353	0.425	5.0	0.319	1.5	2.797	2.913	3.5	8.272	9.295
7	2.0	0.579	0.642	3.0	0.404	0.443	2.5	0.351	4.0	2.236	2.361	1.5	4.918	5.602
8	0.0	0.576	0.628	2.5	0.402	0.446	0.5	0.337	1.0	1.806	1.939	0.5	3.454	3.699
9	0.0	0.605	0.643	5.0	0.343	0.434	0.0	0.328	1.0	1.715	1.907	5.5	2.811	3.045
10	0.5	0.619	0.653	6.0	0.316	0.427	0.0	0.344	0.0	4.448	4.271	0.0	2.420	2.382
11	2.5	0.646	0.662	1.5	0.310	0.418	0.0	0.392	8.0	17.663	15.382	0.0	2.138	1.959
12	7.5	0.632	0.659	3.5	0.308	0.416	0.0	0.438	0.0	25.335	23.958	0.0	1.940	1.671
13	4.5	0.648	0.663	5.0	0.308	0.403	0.5	0.437	1.0	13.507	13.622	0.0	1.637	1.380
14	1.0	0.663	0.663	2.0	0.325	0.405	0.0	0.428	0.0	14.044	13.863	0.0	1.450	1.197
15	1.0	0.621	0.649	9.0	0.346	0.414	8.0	0.434	0.0	19.290	19.434	1.0	1.404	1.160
16	0.0	0.608	0.619	1.0	0.337	0.406	0.0	0.404	0.0	20.549	20.687	5.5	1.438	1.309
17	0.0	0.588	0.599	0.0	0.340	0.403	0.0	0.486	0.0	18.976	18.625	0.0	1.198	1.040
18	0.0	0.569	0.590	5.0	0.333	0.398	0.0	0.544	0.0	15.794	15.745	0.0	1.045	0.909
19	0.0	0.548	0.564	0.0	0.310	0.391	6.0	0.565	0.0	20.030	19.514	0.0	0.920	0.787
20	0.0	0.541	0.553	2.0	0.305	0.385	9.0	0.563	0.0	22.465	22.696	0.0	0.827	0.685
21	0.0	0.557	0.554	1.5	0.309	0.385	2.0	0.551	0.0	22.693	22.846	0.0	0.763	0.621
22	0.0	0.548	0.567	0.0	0.304	0.374	1.0	0.520	0.0	23.482	23.036	0.0	0.720	0.559
23	2.5	0.568	0.578	5.0	0.325	0.374	1.5	0.483	2.0	30.738	30.023	0.0	0.716	0.544
24	0.0	0.559	0.576	2.0	0.322	0.378	3.5	0.508	1.0	26.795	27.304	0.0	0.693	0.530
25	0.0	0.547	0.569	0.5	0.285	0.377	4.5	0.497	0.0	27.236	27.823	0.0	0.653	0.508
26	1.5	0.504	0.554	2.5	0.299	0.381	8.5	0.477	3.5	24.504	26.580	0.0	0.626	0.488
27	0.0	0.483	0.536	2.5	0.295	0.377	1.5	0.459	0.5	21.096	22.338	0.0	0.579	0.453
28	0.0	0.460	0.517	0.0	0.275	0.366	0.0	0.459	0.0	11.176	12.482	0.0	0.523	0.408
29	0.5	0.459	0.509	0.0	0.279	0.364	0.0	0.797	2.0	8.949	10.618	5.0	0.543	0.478
30	0.0	0.452	0.500	0.0	0.279	0.364	0.0	0.7640	0.0	6.466	8.218	0.0	0.478	0.417
31	5.0	0.444	0.494	0.0	0.279	0.364	11.5	10.479	0.0	0.447	0.361	0.0	0.447	0.361
計 total	79.0	17.755	18.768	66.5	9.657	11.904	67.5	30.698	53.0	421.326	426.208	124.5	119.239	110.792
※ 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.														

Table 2. 定山溪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)

2012年7月~12月 (July - December, 2012)		7月 July		8月 August		9月 September		10月 October		11月 November		12月 December	
日 day	気象露場 meteor. station	時雨1の沢 Shigure-ichinosawa	時雨2の沢 Shigure-ninosawa	降水量 precipitation	流出量 runoff	時雨1の沢 Shigure-ichinosawa	時雨2の沢 Shigure-ninosawa	降水量 precipitation	流出量 runoff	時雨1の沢 Shigure-ichinosawa	時雨2の沢 Shigure-ninosawa	降水量 precipitation	流出量 runoff
1	0.0	0.135	0.108	13.5	0.232	0.372	0.115	5.5	0.172	0.304	0.172	19.5	1.027
2	0.0	0.141	0.117	0.0	0.097	0.119	0.107	1.0	0.135	0.238	0.135	22.5	7.731
3	0.0	0.140	0.107	0.0	0.079	0.094	0.100	1.5	0.123	0.215	0.123	13.0	9.928
4	0.0	0.135	0.102	0.0	0.073	0.083	0.170	0.0	0.109	0.194	0.109	34.0	21.515
5	28.0	0.590	0.793	3.0	0.083	0.103	0.114	0.0	0.095	0.174	0.095	0.0	11.845
6	0.5	0.249	0.289	2.5	0.110	0.146	0.111	2.0	0.112	0.185	0.112	3.0	5.046
7	0.0	0.176	0.175	0.0	0.072	0.089	0.096	0.0	0.088	0.162	0.088	50.5	17.492
8	0.0	0.150	0.142	0.0	0.060	0.077	0.078	0.0	0.076	0.146	0.076	1.0	19.812
9	1.5	0.163	0.163	0.0	0.055	0.070	6.581	0.0	0.072	0.136	0.072	3.0	6.165
10	0.0	0.145	0.136	13.5	0.261	0.515	4.089	0.5	0.067	0.132	0.067	0.5	3.338
11	0.0	0.134	0.116	0.5	0.144	0.236	4.513	16.0	0.282	0.485	0.282	0.0	2.278
12	52.5	2.297	3.671	0.0	0.087	0.125	2.176	0.0	0.195	0.316	0.195	11.5	2.288
13	0.5	0.816	0.893	14.5	0.250	0.421	0.989	0.5	0.127	0.200	0.127	1.0	2.401
14	0.0	0.339	0.356	0.0	0.187	0.275	0.590	29.0	0.845	1.394	0.845	6.5	2.229
15	0.0	0.230	0.248	1.5	0.111	0.134	0.415	2.5	2.212	2.480	2.212	0.5	2.088
16	0.0	0.193	0.205	46.5	3.589	4.969	0.784	3.0	0.721	0.795	0.721	0.5	1.895
17	0.0	0.165	0.173	0.0	0.448	0.512	0.501	19.0	1.699	2.315	1.699	16.0	3.167
18	0.0	0.145	0.148	0.0	0.230	0.275	0.369	3.0	2.996	2.725	2.996	41.5	5.621
19	0.0	0.132	0.136	0.0	0.161	0.195	0.328	5.0	1.569	1.714	1.569	1.5	5.415
20	0.0	0.127	0.121	35.0	3.098	4.094	0.270	8.0	1.390	1.655	1.390	6.0	4.208
21	0.0	0.121	0.118	0.0	1.276	1.140	0.225	9.5	2.764	2.817	2.764	4.5	3.216
22	0.0	0.119	0.115	0.0	0.439	0.429	0.274	1.0	1.725	1.609	1.725	2.5	2.625
23	0.0	0.108	0.107	7.5	0.379	0.514	0.224	20.0	3.592	4.029	3.592	2.5	2.304
24	0.0	0.105	0.104	0.5	0.252	0.340	0.117	10.5	5.655	5.597	5.655	1.0	1.949
25	0.0	0.103	0.106	15.5	0.658	0.666	0.655	2.5	3.072	3.033	3.072	2.5	1.669
26	0.0	0.092	0.099	0.0	0.488	0.503	0.463	1.5	1.741	1.892	1.741	13.0	1.798
27	0.0	0.089	0.095	0.0	0.282	0.288	0.285	0.0	1.167	1.225	1.167	47.0	1.928
28	0.0	0.080	0.088	0.0	0.191	0.212	0.236	4.5	0.911	0.975	0.911	12.0	1.757
29	0.0	0.076	0.081	0.0	0.157	0.174	0.198	4.0	0.996	1.271	0.996	9.5	4.013
30	0.0	0.069	0.073	0.0	0.127	0.143	0.205	0.0	0.814	0.877	0.814	11.0	3.533
31	0.0	0.063	0.075	0.0	0.111	0.123	0.128	1.0	0.651	0.718	0.651	9.5	1.062
計 total	83.0	7.627	9.260	154.0	13.787	17.436	23.230	25.454	151.0	36.173	40.008	337.5	160.281
							145.5					201.5	70.557
													156.857
													75.088

* 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 2008 through December 2012)

Toshio ABE^{1)*}, Katsumi YAMANOI²⁾, Yasuko MIZOGUCHI²⁾ and Kenzo KITAMURA³⁾

Abstract

Stream runoff in two small adjacent basins and precipitation have been surveyed since 1987, as part of research on forest hydrology in a cold, snowy region. The study site was at Jozankei Experimental Watershed (JEW) in a national forest near Sapporo, Japan. Full-year data were available from 1991 to 2007, and observation data from this period have been published. This report describes daily data of runoff and precipitation for the five years from 2008 through 2012. Major events in this period were as follows. Pressure water-level gauges were installed in addition to gauging weirs in June 2008, so that water-level could be observed with two gauge types. A snow scale was established in November 2010 and an ultrasonic snow depth meter was installed in October 2011 at the meteorological station. A rain and snow gauge with an electric heater was replaced by an overflow-type rain and snow gauge with a wind shield in October 2012. Fallen trees have occurred frequently in recent years, so we are concerned whether some troubles arise in our observation.

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

Received 17 June 2014, Accepted 25 August 2014

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

2) Hokkaido Research Center, FFPRI

3) Kyushu Research Center, FFPRI

* Tohoku Research Center, FFPRI, 92-25 Nabeyashiki, Shimokuriyagawa, Morioka, Iwate, 020-0123 JAPAN; e-mail: toshioa@ffpri.affrc.go.jp

研究資料 (Research record)

平成 18 ～ 22 年度に調査した収穫試験地等 固定試験地の経年成長データ (収穫試験報告 第 25 号)

細田 和男^{1)*}、家原 敏郎²⁾、鷹尾 元¹⁾、西園 朋広¹⁾、高橋 與明²⁾、石橋 聡³⁾、
高橋 正義¹⁾、古家 直行³⁾、小谷 英司⁴⁾、田中 邦宏⁵⁾、平田 泰雅⁶⁾、
光田 靖⁷⁾、北原 文章⁸⁾、近藤 洋史²⁾、齋藤 英樹¹⁾、佐野 真琴¹⁾

要旨

森林総合研究所は森林管理局と共同で、全国の国有林に現在およそ 180 か所の収穫試験地を設定し、定期的な林分調査を行っている。このうち本報では、平成 18 ～ 22 年度に調査を実施したスギ、ヒノキ、カラマツおよびトドマツの人工林収穫試験地等 41 試験地、74 試験区の調査結果を、過去の林分成長データとともに報告した。各試験地では、立木に識別番号を付して間伐、被害、枯死などの消長が記録されている。また胸高直径の測定位置を固定したり、樹高は測高器を用い原則として全数を測定したりするなど、精密な毎木調査が行われてきた。多くの試験地では、寺崎式 B 種間伐に相当する中庸度の下層間伐が施されているが、植栽本数、間伐強度を異にした試験区や無間伐区を設けている試験地もある。これら試験地の時系列データは収穫表の検証や調製のほか、システム収穫表のパラメータ調整、高齢級人工林の成長特性や間伐効果の解明、人工林の炭素固定量の評価、プロセスモデルの構築などにも応用されている。

キーワード：収穫試験地、固定試験地、人工林、林分成長、国有林

1. はじめに

収穫試験地は「所属施業団の現行あるいは将来予想される施業法によって施業した場合の成長量、収穫量及びその他の統計資料を収集するとともに林分構造の推移を解明する」(収穫試験施行要綱、昭和 34 年 6 月 12 日付け 34 林野指第 4127 号) ことを目的として、全国の国有林内に設定されている主に同齢単純林の固定試験地である。国有林において収穫試験地は、技術開発試験地や検定林などと並び、試験地の一種として位置づけられている(施業指標林、展示林及び試験地の取り扱いについて、平成元年 6 月 9 日付け元林野業一第 46 号)。また、収穫試験地の新設や廃止は森林管理局と森林総合研究所とが相互に協議して行うものと規定されている(収穫試験施行要綱)。

収穫試験地は 1897 年に大林区署で開始された造林試験を端緒とし、山林局長通牒「収穫試験施行方法」によって 1934 年に制度化された。1959 年、林野庁長官通達によって収穫試験施行要綱が改めて制定されるとともに、同時期に、戦前に設定された試験地の一部廃止と新

設が行われ、約 360 か所に整理された(諏訪 1960, 細田 2009)。その後、試験期間満了や風雪害等で廃止される試験地があり、現在は約 180 か所について試験が継続中である。また、森林総合研究所資源解析研究室では、収穫試験地とは別に、関東森林管理局および中部森林管理局管内の国有林 9 か所を対象に、固定試験地による成長予測や施業による成長比較の研究を行ってきた。

本報では、収穫試験報告第 24 号(細田ら 2009a)に引き続き、独立行政法人森林総合研究所第 2 期中期目標期間(平成 18 ～ 22 年度)において、「収穫試験地における森林成長データの収集(課題番号 ウ a 1 1 5)」により実施した収穫試験地等固定試験地の調査結果を公表し、広く一般の学術研究や技術開発、業務参考に供することを目的とする。なお、第 23 号までの収穫試験報告は、森林総合研究所研究報告とは別の冊子体として発行され、現在は森林総合研究所ウェブサイトにも掲載されているので(キーワード「収穫試験」で検索)、第 24 号および本報と併せて参照されたい。

原稿受付：平成 26 年 7 月 31 日 原稿受理：平成 26 年 9 月 9 日

1) 森林総合研究所森林管理研究領域

2) 森林総合研究所九州支所

3) 森林総合研究所北海道支所

4) 森林総合研究所東北支所

5) 森林総合研究所関西支所

6) 森林総合研究所温暖化対応推進拠点

7) 宮崎大学農学部

8) 森林総合研究所四国支所

* 森林総合研究所森林管理研究領域 〒 305-8687 茨城県つくば市松の里 1

2. 実施体制

前述のように、収穫試験地は戦前からの歴史をもつ制度であり、戦後の林政統一や林業試験場支場の設置などの経緯から、地域によって異なる実施体制がとられてきた。また、国有林組織の再編などに応じた実施体制の変遷があった。

北海道の収穫試験地は、北海道国有林の林政統一、林業試験場札幌支場（後の北海道支場）の設置を経て1960年代以降に設定されたものである。大半の収穫試験地の調査を旭川、北見、帯広、札幌、函館の各営林局（後に営林支局、森林管理局、分局にそれぞれ再編）が実施し、営林局調査分を含むすべての試験地の集計と一部試験地の調査を林試北海道支場（現在の森林総研北海道支所）が担当するという分担体制が長らく続いていた。しかし2004年に旭川、北見、帯広、函館の各分局が閉庁したことに伴って、現在は、大半の試験地の調査とすべての試験地の集計を森林総研北海道支所が、一部試験地の調査を北海道森林管理局が担当する体制となっている。

青森、秋田、大阪、高知、熊本の各営林局（現在の東北、近畿中国、四国、九州の各森林管理局）管内には戦前から収穫試験地が設定されており、各営林局の試験係が担当していたが、林政統一と林試支場の設置に伴って、営林局試験係の業務であった収穫試験地は林業試験場の各支場に引き継がれた。戦後に追加された新設試験地も含め、林試各支場（現在の森林総研東北支所、関西支所、四国支所、九州支所）が、収穫試験地の調査と集計を一貫して担当する体制が今日まで続いている。

前橋、東京の両営林局（現在の関東森林管理局）管内には、営林局が戦前に設定した収穫試験地も現存するが、前述の秋田営林局などのように、林政統一後、収穫試験地業務が営林局試験係から林業試験場に移管されることはなかった。また名古屋営林局管内（現在の中部森林管理局のうち富山県、岐阜県および愛知県）の収穫試験地は戦後の新設試験地である。これら前橋、東京、名古屋の各営林局管内の収穫試験地については、調査は各営林局が実施し、測定結果の集計は林業試験場本場の測定研究室（現在の森林総研資源解析研究室）が行うという分担体制がとられた。しかし北海道の場合と同様、関東森林管理局東京分局と中部森林管理局名古屋分局が2004年に閉庁したことなどにより、現在は資源解析研究室が調査と集計の両方を担当している。ただし、岐阜県下の一部試験地については中部森林管理局森林技術・支援センターが調査を分担している。

長野営林局（現在の中部森林管理局のうち長野県）管内の収穫試験地は、一部を除き戦後に設定されたもので、林試木曾分場（後に森林総研木曾試験地）が調査と集計の両方を担当していた。担当者が1999年度末に定年を迎えたことから、収穫試験地に関する業務は森林総研本所に引き継がれ、以降、長野県下の収穫試験地の調査と集計は資源解析研究室が担当している。

なお現在、北海道支所および資源解析研究室の担当試験地の調査については、一部少数ではあるが、職員の出張によらず、森林総研から民間企業・団体への委託業務として実施されている場合もある。

また、測定結果の集計については1970年から1990年前後まで、支所担当分の試験地も含め、本所の電子計算機による一括処理（樋渡1977）を行っていたが、その後パーソナルコンピュータの普及により、現在は本支所がそれぞれ集計を行い、データを保管するようになっている。

3. 調査方法

調査方法は収穫試験施行要綱に準拠しているが、試験地の設定年代や地域により多少の差違もある。収穫試験地は小班単位で指定されているが、小班全域を調査することは困難である。小班内に1つの標準地、あるいは施業方針や地位が異なる複数の試験区を設定している場合は、それぞれの試験区に1つの標準地を設定し、それら標準地について継続調査を行っている。収穫試験施行要綱では、標準地の面積は人工林で0.2ha以上と規定されているが、無間伐等の比較区では0.1ha程度、また戦前に設定された試験地では0.2haよりやや大きい場合が少なくない。なお、この標準地面積の妥当性については、細田ら(2012d)により事後的に検証されている。

立木調査は全立木（人工林でない場合は、胸高直径5cm以上）について識別番号を付し、原則として5年間隔、高齢級では10年間隔で胸高直径、樹高、寺崎式樹型級区分（寺崎1928）等の全数調査を行っている。ただし調査間隔は、調査や施業実行上の都合から、5年または10年間隔になっていない場合もある。

胸高直径は試験地によって、輪尺による2方向測定の場合と直径巻尺の場合とがあるが、ペンキで印づけた毎回同一の位置を0.1cm括約で測定することは共通している。樹高の測定には、若齢では測竿が、成長に伴ってブルーメライズ測高器などが用いられてきた。担当組織によって前後するが2000年頃からは、超音波またはレーザー距離計と傾斜センサーを内蔵した測高器（スウェーデンHaglöf社製 VERTEX III、VERTEX IV、米国Laser Technology社製 IMPLUSE200など）を用い、三角法により0.1m括約で樹高測定を行っている。なお、1960年代以降に新設された試験地では、設定当初の下層植生の調査結果、土壌断面スケッチ、土壌の化学分析結果、立木位置図、樹冠投影図などが記録され、台帳として保管されていることも多い。

4. 調査結果

平成18～22年度に調査が行われた41試験地の概況をTable 1に、直近の調査結果を含む41試験地、74試験区の経年成長データをTable 2に示す。

Table 1の林齢は植栽後に経過した成長期の数とした。

Table 2 において残存木とは間伐木以外の生立木を指す。残存木、間伐木および枯死木の合計本数は、原則として前回調査の残存木本数に一致するが、測定下限直径あるいは樹高が胸高に達した立木（進界木）を順次追加するため、合計本数が、前回の残存木本数を上回る場合もある。収穫試験施行要綱の規定は前述のとおりであるが、測定下限直径や進界木の扱いは試験地によって多少異なる場合があるので、詳しくは個別の調査報告を参照されたい。

間伐は調査選木後、次回調査までに実施されており時期は一定しないが、調査直後に実施されたものとして計上した。枯死木もまた正確な枯死年は不明であるが、前回調査以降に枯死もしくは消息不明となったものを今回調査時点の枯死木として計上した。単木幹材積は、該当する地域別、樹種別の二変数材積式等を、細田ら (2010a) の方法により補正して計算した。総成長量（総収穫量）は、試験地として調査を開始した以降の総成長量であって、比較的林齢が進んでから設定された試験地の場合は、第1回調査以前の間伐量が加算されていない点は注意を要する。

各収穫試験地では林況に応じ、寺崎式B種間伐（寺崎 1928）に相当するような中庸度の下層間伐が実施されてきた。一部では意図的に無間伐としたり、間伐強度や植栽本数の異なる試験区を設けたりしている試験地もある（番号 21～24、31～37）。また、同一小班内で斜面上の位置を変え、それぞれ地位が異なるように3か所の標準地が設定されている試験地もある（番号 16～19）。

なお、Table 2 の各試験地の統計量は過去の報告とは一致しない場合もある。これは、直近の測定結果を踏まえ、データの遡及修正、欠測値の補完、樹高曲線や単木材積の計算方法の改良などを逐次行っているためである。

5. 調査結果の利活用

収穫試験地等固定試験地の林分成長データは、本来の目的である収穫表の検証（田中・野田 2007, 細田ら 2007, 2008, 2009b, 2010b, 2011, 2012a, 2013）や収穫表の調製（和泉ら 2008, 石橋ら 2008, 2009, 2011）をはじめ、システム収穫表のパラメータ調整（田中 2002）や林分構造の解析（田中 1996, 田中ら 1998, 2000, 西園ら 2013）にも用いられてきた。間伐が収穫量に与える影響は従来から組み込まれてきた重要テーマであるが（寺崎ら 1964, 1968, 小坂ら 1967, 寺崎 1978, 金・小坂 1987, 細田ら 2005）、間伐に加えて地位や林齢との関係が総合的に検討され（西園ら 2008b, Nishizono et al. 2008, 西園 2009, 2010, 2012, Nishizono 2010, Nishizono and Tanaka 2012）、長伐期施業や高齢級林分の収穫予測に寄与する新たな知見が得られた。

また近年は地球温暖化問題に関連して、人工林の炭素固定量の評価（Hosoda and Iehara 2010, 細田ら 2012b, c, 細田 2013）や、気候変動を加味した将来予測を行うためのプロセスモデルの構築（光田ら 2007, 2009, 2013, Mitsuda

et al. 2011）にも応用されている。さらに最近では、国有林の業務研究（和泉ら 2008, 平野 2014）や外部の研究者による基礎研究（Waguchi 2009, 守口ら 2011）に利用されるケースも増えてきた。

6. おわりに

わが国で現在、組織的に継続調査が行われている固定試験地としては、収穫試験地の他に、①林木育種事業による「検定林」、②大学演習林の成長量試験地、③大面積長期生態研究プロット、④林野庁による「森林生態系多様性基礎調査」、⑤環境省による「重要生態系監視地域モニタリング（モニタリングサイト 1000）」などがある（細田 2013）。

①は、精英樹から得られた苗木が遺伝的にも本当に優れているかを検定することを目的として、これまで全国におよそ 2000 か所が造成されており、試験開始から 30 年を経過する箇所もある（井出 2008）。②に該当するものとして名称はそれぞれ異なるが、一部の大学演習林には組織的に管理されてきた固定試験地があり、一次データが公表されている例もある（たとえば松英 2012, 大村ら 2012）。③は主に天然林を対象とするもので、1980 年代後半から全国各地で、大学や森林総合研究所の研究グループにより精力的な調査研究が行われている（榎木ら 2007）。④は 1999 年に「森林資源モニタリング調査」としてスタートし（家原 1999）、2010 年から現制度に移行して、5 年で一巡する定点サンプリング調査が 4 巡目に入ったところである。⑤は森林だけでなく草原、里地、湖沼、沿岸域などを対象として 2002 年から行われているものである（石原ら 2010）。

これらと比較して収穫試験地は、国有林に限定されていることや、ほとんどが針葉樹の同齢単純林であるという制約はあるものの、測定期間と地理的分布を考慮すると国内最大規模のものといえる。個々の試験地については継続の必要性を絶えず検証しつつも、収穫試験地全体としては将来とも重要な研究基盤情報として、着実なデータの集積と更なる有効利用を図っていく必要がある。

謝辞

本報告にあたり、収穫試験地等固定試験地の管理や調査実施にご協力をいただいている各森林管理局の技術普及課、森林技術・支援センター、森林管理署、支署、森林管理事務所の各位、ならびに森林管理局と森林総合研究所の歴代の調査担当者に謝意を表します。また掲載した試験地の直近の現地調査は、著者のほかに多くの現職職員の協力を得て実施したので、特に名を記して深謝します。

北海道支所：佐々木尚三、八巻一成、嶋瀬拓也
東北支所：天野智将、林 雅秀、八巻一成（現北海道支所）
関西支所：近口貞介、榎山真司、齋藤和彦、田中 亘（現林業経営・政策研究領域）、野田 巖（現国際農林水産

業研究センター)

四国支所：門田春夫、弘田孝行、垂水亜紀、松本剛史、都築伸行（現 林業経営・政策研究領域）

九州支所：山田茂樹（現 林業経営・政策研究領域）、鹿又秀聡（現 林業経営・政策研究領域）

引用文献

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

榎木 勉・柴田英昭・日浦 勉・中静透 (2007) 日本における LTER の稼働—森林科学からのアプローチ. 日本森林学会誌, 89, 311-313.

平野辰典 (2014) ヒノキ間伐・無間伐区の 60 年間を比較する—収穫試験地の新たな役割—. 関東森林管理局森林・林業技術等発表集, 56, 印刷中.

樋渡ミヨ子 (1977) 林業試験場電算機プログラミング報告 (6) 収穫試験地データのとりまとめ. 林業試験場研究報告, 291, 1-59.

細田和男 (2009) 収穫試験地. 鈴木和夫ほか編”森林大百科事典”. 朝倉書店, 555-556.

細田和男 (2013) 森林継続調査法によるスギ、ヒノキおよびカラマツ人工林の炭素固定量の評価に関する研究. 岩手大学博士論文, 136pp.

Hosoda, K. and Iehara, T. (2010) Aboveground biomass equations for individual trees of *Cryptomeria japonica*, *Chamaecyparis obtusa* and *Larix kaempferi* in Japan. *Journal of Forest Research*, 15, 299-306.

細田和男・家原敏郎・光田 靖・古家直行 (2011) 固定試験地による越後・会津地方、北関東・阿武隈地方すぎ林分収穫表の検証. 関東森林研究, 62, 75-78.

細田和男・家原敏郎・光田 靖・西園朋広・石橋 聡・鷹尾 元・高橋正義・田中邦宏・平田泰雅・小谷英司・野田巖・近藤洋史・齋藤英樹 (2009a) 平成 13～17 年度に調査した収穫試験地等固定試験地の経年成長データ (収穫試験報告第 24 号). 森林総研研究報告, 8, 187-203.

細田和男・家原敏郎・光田 靖・高橋與明・中澤健一・大道一浩 (2007) 固定試験地による木曾地方ヒノキ林分収穫表の検証. 関東森林研究, 58, 31-34.

細田和男・家原敏郎・齋藤英樹 (2005) 間伐強度がヒノキ人工林の林分成長におよぼす影響—愛知県設楽町段戸国有林の事例—. 日本林学会関東支部論文集, 56, 43-46.

細田和男・光田 靖・家原敏郎 (2008) 固定試験地による信州地方カラマツ林収穫表の検証. 関東森林研究, 59, 35-38.

細田和男・光田 靖・家原敏郎 (2009b) 固定試験地による愛知・岐阜地方スギ林分収穫表の検証. 関東森林研究, 60, 35-38.

細田和男・光田 靖・家原敏郎 (2010a) 現行立木幹材積

表と材積式による計算値との相違およびその修正方法. 森林計画学会誌, 44, 23-39.

細田和男・光田 靖・高橋與明・家原敏郎 (2010b) 固定試験地による飛騨地方、愛知・岐阜南部地方ひのき林分収穫表の検証. 関東森林研究, 61, 69-72.

細田和男・西園朋広・家原敏郎・佐野真琴・光田 靖 (2013) 固定試験地による関東地方、富士・箱根地方および大井・天竜地方ひのき林分収穫表の検証. 関東森林研究, 64(1), 13-16.

細田和男・西園朋広・佐野真琴・家原敏郎・古家直行・光田 靖 (2012a) 固定試験地による茨城地方、天城地方すぎ林分収穫表の検証. 関東森林研究, 63(2), 53-56.

細田和男・西園朋広・佐野真琴・齋藤英樹・家原敏郎 (2012b) スギ、ヒノキおよびカラマツ固定試験地における間伐区と対照区の炭素固定量の比較. 森林計画学会誌, 45, 55-64.

細田和男・西園朋広・佐野真琴・高橋與明・光田 靖・家原敏郎 (2012c) 間伐強度の異なるヒノキ人工林における 35 年間の炭素固定量の比較. 森林計画学会誌, 46, 1-14.

細田和男・高橋與明・北原文章 (2012d) 標準地法における調査区の大きさと形状の再検討. 日本森林学会誌, 94, 105-111.

井出雄二 (2008) 51 年目の林木育種事業—期待される情報の活用—. 森林技術, 795, 2-7.

家原敏郎 (1999) 日本の新しい森林資源モニタリング調査. 山林, 1384, 54-61.

石原正恵・ほか 27 名 (2010) モニタリングサイト 1000 森林・草原調査コアサイト・準コアサイトの毎木調査データの概要. 日本生態学会誌, 60, 111-123.

石橋 聡・佐野 真・白石則彦 (1995) 収穫試験報告第 19 号 森林の構造と成長の関係解析に関する研究—北海道における収穫試験 30 年の経過—. 森林総合研究所北海道支所・道内 5 営林 (支) 局, 154p.

石橋 聡・佐々木尚三・高橋正義・鷹尾 元・佐野 真 (2008) 長期観察データによるトドマツ人工林の成長予測. 日本森林学会北海道支部論文集, 56, 111-113.

石橋 聡・高橋正義・佐々木尚三 (2011) エゾマツ人工林の成長予測. 日本林学会北海道支部論文集, 59, 95-97.

石橋 聡・高橋正義・佐々木尚三・立花 敏 (2009) 収穫試験地にみるカラマツ人工林の成長. 森林総研北海道支所研究情報誌「北の森だより」, 2, 5-8.

和泉慎太郎・英賀慶彦・西園朋広・澤田智志 (2008) スギ超長伐期林分における収穫予想表の調製に向けた取組. 国有林業務研究発表集, 平成 19 年度, 15-21.

小谷英司・平田泰雅・都築伸行・松本剛史・門田春夫・弘田孝行 (2007) 西又東又山スギ人工林収穫試験地

- の調査結果. 森林総研四国支所年報, 48, 30-31.
- 小谷英司・西園朋広・天野智将・中北理・森澤猛 (2011) 大沢人工林収穫試験地・相内沢人工林択伐試験地・上大内沢人工林収穫試験地における定期調査の概要. 森林総研東北支所年報, 52, 21-24.
- 小谷英司・垂水亜紀・門田春夫・弘田孝行・平田泰雅・都築伸行 (2008) 浅木原スギ人工林収穫試験地の調査結果. 森林総研四国支所年報, 49, 39-41.
- 小谷英司・垂水亜紀・松本剛史 (2009) 浅木原ヒノキ人工林収穫試験地の調査結果. 森林総研四国支所年報, 50, 32-33.
- 小谷英司・垂水亜紀・松本剛史・門田春夫・弘田孝行 (2010) 下ル川山スギ人工林収穫試験地の調査結果. 森林総研四国支所年報, 51, 30-31.
- 近藤洋史・齋藤英樹・山田茂樹 (2011) 菊池水源収穫試験地における林分構造の変化. 森林総研九州支所年報, 23, 26.
- 近藤洋史・齋藤英樹・山田茂樹・光田靖 (2010) 尾鈴収穫試験地における林分構造の変化. 森林総研九州支所年報, 22, 25.
- 金豊太郎・小坂淳一 (1987) スギ複層林施業試験の成長と収穫 (I) 相内沢人工林試験地の事例. 日本林学会東北支部会誌, 39, 143-145.
- 小坂淳一・寺崎康正・都築和夫・小西 明 (1967) 我が国におけるスギ間伐試験地の成績結果からみた、森林の取扱いと間伐の効果. 林業試験場東北支場年報, 8, 140-153.
- 松英恵吾 (2012) 宇都宮大学船生演習林における成長量標準地定期測定試料 (VII). 宇都宮大学農学部演習林報告, 48, 153-156.
- 光田 靖・細田和男・家原敏郎 (2013) 人工林長期継続調査データを利用した林分成長モデルのパラメータ推定. 統計数理, 61, 307-322.
- 光田 靖・細田和男・家原敏郎・松本光朗 (2009) 収穫試験地継続調査データによる炭素収支を基礎としたヒノキ成長モデルの構築. 関東森林研究, 60, 29-30.
- Mitsuda, Y., Hosoda, K., Iehara, T. and Matsumoto, M. (2011) Preliminary analysis on the use of a process-based forest growth model of *Cryptomeria japonica* planted forest to represent the effects of canopy structure change. Forest Resource Management and Mathematical Modeling (FORMATH), 10, 169-193.
- 光田 靖・家原敏郎・松本光朗 (2007) プロセスモデルを応用した林地生産力分布推定の試み. 関東森林研究, 58, 25-26.
- 光田 靖・北原文章・佐藤重穂・小谷英司 (2011) 下ル川山ヒノキ人工林収穫試験地の調査結果. 森林総研四国支所年報, 52, 34-35.
- 守口 海・植木達人・井上 裕 (2011) Gompertz 型自己間引き曲線の係数推定. 日本森林学会誌, 93, 113-122.
- 西園朋広 (2009) 針葉樹単純林における林分成長の長期的推移と収穫予測. 九州大学博士論文, 201pp.
- Nishizono, T. (2010) Effects of thinning level and site productivity on age-related changes in stand volume growth can be explained by a single rescaled growth curve. Forest Ecology and Management, 259, 2276-2291.
- 西園朋広 (2010) 森林の成長減退と間伐の影響. 森林総研東北支所研究情報, 9, 1-8.
- 西園朋広 (2012) 樹木・森林の成長—変異性と類似性—. 森林科学, 64, 35-38.
- 西園朋広・林 雅秀・天野智将・中北 理 (2010) 狼の巣人工林収穫試験地および大開人工林収穫試験地における定期調査の概要. 森林総研東北支所年報, 51, 23-25.
- 西園朋広・林 雅秀・八巻一茂・天野智将 (2008a) 岩川人工林収穫試験地における定期調査の概要. 森林総研東北支所年報, 49, 39-40.
- 西園朋広・林 雅秀・八巻一成・天野智将 (2009) 下内沢人工林収穫試験地および男鹿山人工林収穫試験地における定期調査の概要. 森林総研東北支所年報, 50, 28-30.
- 西園朋広・細田和男・井上昭夫 (2013) 収量比数と相対幹距との関係—関係式の誘導とその性質—. 森林計画学会誌, 47, 16-28.
- Nishizono, T. and Tanaka, K. (2012) Does the relationship between quadratic mean diameter and stem density in old thinned and unthinned *Cryptomeria japonica* forests deviate from a power function? Journal of Forest Planning, 18, 63-76.
- 西園朋広・田中邦宏・粟屋善雄・大石康彦・林 雅秀・横田康裕・天野智将・久保山裕史・八巻一成・古井戸宏通 (2008b) 秋田地方のスギ人工林における林分材積成長量の経年推移. 日本林学会誌, 90, 232-240.
- Nishizono, T., Tanaka, K., Hosoda, K., Awaya, Y. and Oishi, Y. (2008) Effects of thinning and site productivity on culmination of stand growth: results from long-term monitoring experiments in Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) forests in north-eastern Japan. Journal of Forest Research, 13, 264-274.
- 西園朋広・八巻一成・天野智将・瀧川英久 (2007) 馬場目人工林成績調査地および仁耐小掛山人工林収穫試験地における定期調査の概要. 森林総研東北支所年報, 48, 36-38.
- 大村和也・相川美絵子・五十嵐勇治・澤田晴雄・吉田弓子・才木道雄・大畑茂・千嶋武・原口竜成 (2012) 秩父演習林における人工林固定測定地林分成長資料 (2004～2010年). 演習林, 52, 25 - 185.

- 齋藤英樹・鹿又秀聡 (2007) 鬼神ヒノキ収穫試験地の調査結果 . 森林総研九州支所年報, 19, 25.
- 齋藤英樹・鹿又秀聡・藤田直子 (2009) 小石原スギ収穫試験地の調査結果 . 森林総研九州支所年報, 21, 19.
- 齋藤英樹・鹿又秀聡・山田茂樹 (2008) 川添スギ収穫試験地の調査結果 . 森林総研九州支所年報, 20, 20.
- 諏訪玲明 (1960) 国有林における収穫試験の沿革 . 林業試験場研究報告, 123, 103-136.
- 田中邦宏 (1996) 自然枯死による下層間伐—無間伐林分の林分構造— . 森林総研東北支所年報, 414, 1-4.
- 田中邦宏 (2002) 秋田地方スギを対象としたシステム収穫表のパラメータ推定 . 日本林学会大会学術講演集, 113, 436.
- 田中邦宏・栗屋義雄・大石康彦 (1998) スギ単純同齢林分における単木の占有空間と成長 . 日本林学会論文集, 109, 179-182.
- 田中邦宏・栗屋義雄・大石康彦 (2000) スギ人工林における樹冠長の推移と成長および枯損について . 日本林学会大会学術講演集, 111, 513.
- 田中邦宏・野田 巖 (2007) 固定試験地のデータを用いた既存の林分収穫表の検討—紀州地方ヒノキ林分収穫表の平均胸高直径について— . 森林応用研究, 16, 17-20.
- 田中邦宏・野田 巖 (2008) 多雪地帯のスギ人工林における利用間伐と間伐直後の成長について—六万山収穫試験地調査報告— . 森林総研関西支所年報, 49, 57-58.
- 田中邦宏・野田 巖 (2009) アカマツ天然林皆伐後に植栽されたヒノキ人工林の成長—奥島山収穫試験地(滋賀県近江八幡市) 定期調査報告— . 森林総研関西支所年報, 50, 59-61.
- 田中邦宏・齋藤和彦・近口貞介・榎山真司 (2011) 台風被害を受けた 173 年生スギ天然林の定期調査結果—遠藤スギ天然林択伐収穫試験地(岡山県苫田郡上斎原) 調査報告— . 森林総研関西支所年報, 52, 48-49.
- 田中邦宏・齋藤和彦・田中 亘・近口貞介・榎山真司 (2010) スギ高齢林分の成長—高取山スギ人工林収穫試験地(奈良県吉野郡) 調査報告— . 森林総研関西支所年報, 51, 58-60.
- 田中邦宏・田中 亘・榎山真司・川村直樹・佐々木哲平 (2007) 白見スギ収穫試験地の林分構造と成長 . 森林総研関西支所年報, 48, 55-56.
- 寺崎康正 (1978) 秋田地方スギ人工林施業の基礎的研究 . 京都大学農学部演習林集報, 12, 1-88.
- 寺崎康正・小坂淳一・金豊太郎 (1964) 林分の構造と成長, 収穫に関する研究 第 1 報—秋田スギ人工林の成長と収穫— . 林業試験場研究報告, 168, 1-306.
- 寺崎康正・小坂淳一・金豊太郎 (1968) スギ人工林施業の要点 . 林業科学技術振興所, 52pp.
- 寺崎 渡 (1928) 実験間伐法要綱 . 大日本山学会, 239pp.
- Waguchi, Y. (2009) Vertical distribution of the stem cross-sectional area increment in even-aged stands of hinoki cypress. *Journal of Forest Planning*, 15, 29-36.

注) 単年度の調査結果報告は平成 18-22 年度に関わるものだけを掲上した。

Table 1. 試験地の概況 (1/2)
The outline of experimental sites (Page 1 of 2)

担当組織 Laboratory	番号 No.	試験地名 Site	所在地 Location	森林管理 署等 Forest Office	林小班 Compartment	標高 Altitude (m)	斜面方位 /傾斜 Aspect /Slope(°)	土壌型 Soil type	試験 区数 Plots	測定期間 Surveying period		関係文献 References	
										年度 Fiscal year	林齢 Age		回数 Times
	1	中標津養老牛カラマツ人工林収穫試験地	北海道中標津町	根釧東部	455 い	200	SW/3	BID	1	1964-2006	12-54	8+	(1-15 共通)
	2	陸別斗満カラマツ人工林収穫試験地	北海道足寄町	十勝東部	1192 め 1	480	平坦	BIE	1	1967-2006	10-49	8+	石橋ら 1995
	3	精進川カラマツ人工林収穫試験地	北海道森町	渡島	1169 ろ	350	S/28	BD(d)	1	1968-2006	16-54	9+	石橋ら 2008
	4	丸瀬布カラマツ人工林収穫試験地	北海道遠軽町	網走西部	1108 う	360	NE/22	BD	1	1967-2007	13-53	9+	石橋ら 2009
	5	生田原カラマツ人工林収穫試験地	北海道遠軽町	網走西部	337 ね	400	SW/20	BD	1	1965-2007	8-50	10+	
	6	忠志カラマツ人工林収穫試験地	北海道北見市	網走中部	2285 た	140	SE/30	BD	1	1966-2007	6-47	9	
	7	雄信内トドマツ人工林収穫試験地	北海道北見市	留萌北部	50 い	60	NW/26	BC	1	1963-2008	28-73	8+	
	8	上金華カラマツ人工林収穫試験地	北海道北見市	網走中部	1009 と	360	SW/15	BD	1	1966-2008	6-48	9+	
	9	鹿の沢カラマツ人工林収穫試験地	北海道新得町	東大雪	1319 い	530	SW/16	BB(w)	1	1966-2008	11-53	8+	
	10	西上音更カラマツ人工林収穫試験地	北海道士幌町	東大雪	9 る	500	SE/7	BB(w)	1	1965-2009	8-52	9+	
	11	広内カラマツ人工林収穫試験地	北海道新得町	東大雪	2011 し	430	E/13	BID	1	1966-2009	13-56	9+	
	12	ヨビタラシカラマツ人工林収穫試験地	北海道木古内町	檜山	3146 に	140	W/14	BD(d)	1	1968-2009	15-56	8+	
	13	ベケレトドマツ人工林収穫試験地	北海道弟子屈町	根釧西部	4077 ろ	280	SE/17	BID-BID(d)	1	1965-2010	19-64	9+	
	14	秋田カラマツ人工林収穫試験地	北海道置戸町	網走中部	133 む	300	W/16	BD	1	1967-2010	14-57	9+	
	15	仙美里カラマツ人工林収穫試験地	北海道本別町	十勝東部	231 い	150	SE/20	BIE	1	1968-2010	11-53	8+	
	16	馬場目スギ人工林収穫試験地	秋田県五城目町	米代西部	2024 と, ち, り	200	NE-SW/7-28	BD	3	1937-2006	16-85	10+	西園ら 2007
	17	岩川スギ人工林収穫試験地	秋田県三種町	米代西部	99 と, ち, 100 は	300	S-E/8-15	BD	3	1940-2007	35-102	10+	西園ら 2008a
	18	下内沢スギ人工林収穫試験地	秋田県大館市	米代東部	156 に, に 1-3	330	SE/6-14	BD	3	1934-2008	37-111	12+	西園ら 2009
	19	大開スギ人工林収穫試験地	秋田県能代市	米代西部	1051 ろ	180	SE/5-15	BD-BB	3	1936-2009	27-100	11	西園ら 2010
	20	相内沢スギ人工林収穫試験地	秋田県小坂町	米代東部	3012 は	400	平坦	Bl(d)	1	1937-2010	32-105	9+	小谷ら 2011

Table 1. 試験地の概況 (2/2)
The outline of experimental sites (Page 2 of 2)

担当組織 Laboratory	番号 No.	試験地名 Site	所在地 Location	森林管理 署等 Forest Office	林小班 Compartment	標高 Altitude (m)	斜面方位 /傾斜 Aspect /Slope(°)	土壌型 Soil type	試験 区数 Plots	測定期間 Surveying period		関係文献 References	
										年度 Fiscal year	林齢 Age		回数 Times
森林管理 研究領域	21	裏谷ヒノキ人工林施業比較試験地	愛知県設楽町	愛知	48い	940-970	E/0-10	BD(d)-BD	4	1971-2006	44-79	8+	細田ら 2012c
	22	鱒沢1号ヒノキ人工林施業比較試験地	愛知県設楽町	愛知	70は	830-860	S/20	BD(d)-BD	4	1972-2007	21-56	8+	細田ら 2005
	23	鱒沢3号ヒノキ人工林施業比較試験地	愛知県設楽町	愛知	81と,ち	850-860	SW/0-20	BD(d)-BD	4	1972-2007	54-89	8+	細田ら 2005
	24	鱒沢4号ヒノキ人工林施業比較試験地	愛知県設楽町	愛知	68り	840-850	S/10	BD(d)-BD	4	1973-2008	30-65	8+	細田ら 2005
	25	西股ヒノキ人工林収獲試験地	岐阜県中津川市	東濃	21ろ	1010	NE/12	BD(d)	1	1964-2009	36-81	8	細田ら 2010b
	26	藪ヒノキ人工林収獲試験地	長野県南木曾町	南木曾	611ろ	1000	N/16	BD	1	1954-2010	23-79	11+	細田ら 2007
関西支所	27	白見スギ人工林収獲試験地	和歌山県新宮市	和歌山	105ほ	280-360	W/37	BD	1	1961-2006	10-55	10+	田中ら 2007
	28	六万山スギ人工林収獲試験地	石川県白山市	石川	55る	930-970	SW/20	BD(d)	1	1962-2007	15-60	10+	田中・野田 2008
	29	奥島山アカマツ天然林収獲試験地	滋賀県近江八幡市	滋賀	79は	110-150	NE/20	BB-BD	1	1957-2008	20-71	7+	田中・野田 2009
森林資源管理 研究グループ	30	高取山スギ人工林収獲試験地	奈良県高取町	奈良	49ほ	440-490	SW/40	BD	2	1935-2009	15-89	12+	田中ら 2010
	31	遠藤スギ沢伐天然林収獲試験地	岡山県上高尾村	岡山	39ろ	860-920	N/35	BD	2	1937-2010	100-173	11+	田中ら 2011
	32	西又東又山スギ人工林収獲試験地	高知県馬路村	安芸	2128ほ1,ほ2	800	W-NW/10-30	BD	2	1960-2006	10-56	12+	小谷ら 2007
流域森林保全 研究グループ	33	浅木原スギ人工林収獲試験地	香川県まんのう町	香川	55ほ	750	SW/40	BD(d)	4	1969-2007	11-49	8+	小谷ら 2008
	34	浅木原ヒノキ人工林収獲試験地	香川県まんのう町	香川	55ほ	800	NE/40-45	BD(d)	2	1970-2008	13-51	8+	小谷ら 2009
	35	下ル川山スギ人工林収獲試験地	高知県宿毛市	四万十	215ほ	500	W/5-10	BD	4	1972-2009	14-51	8+	小谷ら 2010
	36	下ル川山ヒノキ人工林収獲試験地	高知県宿毛市	四万十	15に	500	W-NW/20-35	BD	3	1966-2010	8-52	9+	光田ら 2011
九州支所	37	鬼神ヒノキ人工林収獲試験地	鹿児島県伊佐市	北薩	39み	400	N/13	BD	2	1967-2006	13-52	8+	齋藤・鹿又 2007
	38	川添スギ人工林収獲試験地	鹿児島県湧水町	鹿児島	1033た	650	NW/10-20	BD	1	1963-2007	13-57	9+	齋藤ら 2008
森林資源管理 研究グループ	39	小石原スギ人工林収獲試験地	福岡県真峰村	福岡	2022そ	600	NE/10-20	BD	1	1961-2008	16-63	9+	齋藤ら 2009
	40	尾鈴ヒノキ人工林収獲試験地	宮崎県川南町	西都児湯	1046や	330-350	S/25-32	BD(d)	1	1953-2009	43-99	8+	近藤ら 2010
	41	菊池水源スギ人工林収獲試験地	熊本県菊池市	熊本	3か	520	N/25-35	BD	1	1959-2010	13-64	10+	近藤ら 2011

注) 林齢計算の便宜上、4～6月に行った調査の測定年度は前年度とみなした。平成23年度以降も継続している試験地は測定回数に+を付した。土壌型の分類は、土じょう部(1976)によった。 Surveys conducted between April and June were included in the previous fiscal year. '+' following the number of surveying times means that the experiment will continue after FY2010. Soil type was classified according to Forest Soil Division (1976).

Table 2. 試験地の経年成長データ (1/21)
Time-series growth data of the plots (Page 1 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積	Site (Plot)	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)			平均樹高 Mean height (m)			本数 Number of trees (ha ⁻¹)			幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)			幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)		
			残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	定期平均 成長量 (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	定期平均 成長率 (%·yr ⁻¹)	総成長量 (総收穫量) (ha ⁻¹)
1 中標津養老 カラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha		12	7.9			6.2	2600	0	0	50.3				12.3	14.1	50.3	4.2
		18	12.7	8.8	5.2	10.1	1335	1125	140	90.0	33.8	1.1	1.1	12.3	14.1	123.8	6.9
		23	15.5		10.6	11.9	1320	0	15	152.5		0.7	0.7	12.5	10.3	186.3	8.1
		28	18.3	15.3	13.7	14.5	960	325	35	182.6	41.7	3.1	3.1	14.4	7.6	258.1	9.2
		33	19.6		17.0	17.0	960	0	0	243.4		0	0	12.2	5.7	318.9	9.7
		38	22.1	19.4	18.5	18.0	590	275	95	198.4	69.4	21.0	21.0	4.9	1.9	343.2	9.0
		43	24.0		19.4	19.4	590	0	0	252.9		0	0	10.9	4.8	397.7	9.2
		54	29.4	22.6	22.6	21.9	420	0	170	302.4	67.2	67.2	67.2	4.5	1.6	447.3	8.3
		10	7.7			5.6	1815	0	0	29.5				13.6	21.4	29.5	3.0
		15	11.8		3.4	8.8	1800	0	15	97.5		0.0	0.0	16.9	12.1	182.1	9.1
2 陸別斗満カラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha		20	15.5	11.9	7.1	13.0	1120	585	95	140.1	42.0	1.6	1.6	14.5	8.2	254.6	10.2
		25	17.8		18.0	15.2	1115	0	5	212.6		0.9	0.9	14.4	5.8	326.7	10.9
		30	21.0	17.2	12.7	17.8	660	445	10	200.5	84.1	0.8	0.8	15.6	6.5	404.9	11.6
		35	22.6	23.2	20.9	21.5	650	10	0	274.2	4.6	38.5	38.5	4.8	1.6	443.4	10.3
		43	25.5		24.0	23.7	540	0	110	312.7		75	75	4.5	1.4	470.4	9.6
		49	27.1		24.0	26.4	465	0	75	339.7		0	0	8.8	9.8	76.5	4.8
		16	8.6			8.3	2525	0	0	76.5				9.1	10.0	148.7	5.4
		19	11.6	8.2	5.6	10.2	1165	1220	140	68.7	34.3	1.7	1.7	9.8	7.1	197.7	6.8
		24	14.1		10.7	12.4	1085	0	80	114.4		4.0	4.0	6.6	4.8	230.8	6.8
		29	18.8	13.5	13.9	14.9	590	430	65	122.0	41.4	7.3	7.3	10.0	5.5	280.8	7.2
3 精進川カラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha		34	21.1		16.7	16.5	540	0	50	155.1		0	0	11.6	5.0	338.8	7.7
		39	23.2		24.6	18.1	540	0	0	205.0		4.2	4.2	6.7	2.4	372.1	7.6
		44	25.0		23.0	20.5	530	0	10	263.1		11.9	11.9	4.7	1.5	395.8	7.3
		49	26.4		25.4	22.1	500	0	30	296.4		30.3	30.3	24.0	14.8	102.2	7.9
		54	28.1		25.4	23.2	445	0	55	320.1		0	0	24.0	14.8	222.4	12.4
		13	12.0			9.7	1682	0	0	102.2				19.8	8.6	321.6	14.0
		18	16.5	12.3	5.9	14.6	1149	479	54	181.5	40.9	0.6	0.6	18.9	7.6	416.1	14.9
		23	20.4	16.9	12.4	18.3	690	417	41	201.2	79.5	3.3	3.3	12.0	4.6	476.1	14.4
		28	23.9	21.1	21.0	21.3	504	186	0	230.7	65.0	2.7	2.7	16.1	4.9	556.4	14.6
		33	26.0		25.2	23.3	496	0	8	290.7	86.5	7.0	7.0	15.1	4.7	631.9	14.7
4 丸瀬布カラマツ 人工林収穫試験地 0.242 ha		38	29.5	27.1	25.2	25.2	351	132	284.6		0	0	13.0	3.3	696.8	14.5	
		43	31.5		28.0	28.0	351	0	0	360.1		4.2	4.2	14.7	3.2	770.6	14.5
		48	33.6		29.2	29.2	351	0	0	425.0							
		53	35.8	31.8	31.8	30.6	347	0	4	498.7		4.2	4.2				

Table 2. 試験地の経年成長データ (2/21)
Time-series growth data of the plots (Page 2 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)				
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	定期平均 成長率 Periodic growth rate (%·yr ⁻¹)	総成長量 (総取量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	
5 生田原カラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	8	6.2				5.1				2585	0	0	0	26.1				13.5	22.6	26.1	3.3	
	13	9.2		3.5		9.2		2.9		2570	0	15	0	93.8			0.1	23.1	22.6	93.8	7.2	
	18	11.9		3.9		13.7		4.8		2420	0	150	0	209.1			0.9	18.6	15.2	209.1	11.6	
	20	13.7	11.0			15.2	13.5			1450	970	0	0	177.6	68.6			15.2	8.1	246.2	12.3	
	23	15.4		5.9		17.1		10.9		1350	0	100	0	223.4			2.1	10.2	7.6	292.0	12.7	
	28	17.2		11.7		17.5		14.9		1320	0	30	0	274.4			3.1	12.5	4.1	343.0	12.3	
	33	18.9		15.2		19.6		16.6		1195	0	125	0	337.2			20.1	8.9	4.1	405.8	12.3	
	38	19.9		16.0		21.3		18.1		1120	0	75	0	381.5			14.7	2.5	2.5	450.1	11.8	
	43	21.5		14.7		23.3		18.6		990	0	130	0	424.1			23.0	10.1	2.1	492.7	11.5	
	50	23.2		18.3		24.6		21.4		915	0	75	0	494.7			21.9	-11.5	2.2	563.3	11.3	
6 志志カラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	6	4.4		2.7		4.0		3.8		2340	0	60	0	10.7			0.2	12.3	29.7	10.7	1.8	
	11	9.0		5.5		8.5		8.3		2280	0	260	0	72.2			3.9	17.6	14.1	177.5	6.6	
	17	12.7		8.5		12.9		11.7		2000	0	105	0	176.5			3.9	14.3	6.9	234.7	11.2	
	21	15.4	11.8			15.4	13.8			1200	715	0	15	232.5	58.1		1.1	11.2	5.5	290.6	11.2	
	26	17.0		10.5		17.0		13.3		1185	0	60	0	305.8			8.7	14.7	5.4	363.9	11.7	
	31	19.1		15.2		18.9		15.9		1125	0	80	0	281.0			13.9	10.1	3.0	424.2	11.5	
	37	22.9	17.4			21.3	18.0			665	380	0	60	331.2	85.1		20.5	10.0	3.3	474.4	11.3	
	42	24.5		20.8		24.2		20.7		605	0	185	0	273.7			92.9	-11.5	-3.8	416.9	8.9	
	47	26.0		23.6		25.5		23.7		420	0	0	0	211.6			0	18.3	7.1	303.0	9.2	
	28	10.4		6.3		8.8		5.8		4090	0	125	0	208.1			1.8	14.6	6.0	375.9	9.9	
7 雄信内トドマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	33	13.6	9.8			11.2	9.7			2075	1890	0	250.1	94.9			4.9	14.9	5.2	450.3	10.5	
	38	16.0	13.0			12.4	11.6			1710	320	45	264.2	60.3			2.6	9.9	3.4	499.6	10.4	
	43	18.3	15.8			13.7	13.0			1285	405	20	362.2			1.2	9.7	2.9	548.2	10.3		
	48	19.7		20.0		14.4		14.1		1280	0	5	482.8	113.3			4.7	12.1	2.9	668.9	10.6	
	53	20.7		17.0		15.2		14.3		1280	0	25	394.4			45.2	2.5	0.5	693.8	9.5		
	63	22.7		21.4		17.5		17.4		1255	0	130	0	211.6			0	12.0	31.2	68.7	6.2	
	73	24.5	23.3			18.1	18.3			855	270	0	135	68.7			0.3	25.7	19.3	197.1	12.3	
	6	4.1		2.4		3.3		3.9		2285	0	0	0	8.5			0.6	17.1	9.0	299.6	13.6	
	8 上金華カラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	11	9.7	11.9			7.5	12.1			2170	800	65	139.6	57.6			1.2	16.9	5.9	384.1	14.2
		16	14.4		10.8		12.7		12.6		1305	0	15	242.0			19.3	8.2	2.4	425.0	13.3	
22		17.2		16.3		16.0		15.2		1290	0	120	326.5	79.2			7.1	10.4	3.3	476.9	12.9	
27		19.2	18.6			19.2	18.8			1170	0	110	288.2			82.3	-2.9	-0.9	462.3	11.0		
32		22.2		17.4		20.1		18.1		755	305	0	340.1			41.6	4.9	1.4	491.7	10.2		
37		23.3		18.1		22.7		18.1		725	0	185	325.5			80	2.9	0.5	693.8	9.5		
42		25.2		22.6		25.0		22.6		540	0	80	354.9			41.6	4.9	1.4	491.7	10.2		
48		27.7		23.5		26.3		24.7		460	0	0	354.9			41.6	4.9	1.4	491.7	10.2		

Table 2. 試験地の経年成長データ (3/21)
Time-series growth data of the plots (Page 3 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)							
		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)		総平均 成長量 (総收穫) Total increment (ha ⁻¹)		総平均 成長量 (総收穫) Total increment (ha ⁻¹)			
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	平均樹高 Mean height (m)	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	平均樹高 Mean height (m)	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	本数 Number of trees (ha ⁻¹)	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	本数 Number of trees (ha ⁻¹)	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	総平均 成長量 (総收穫) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 (総收穫) Total increment (ha ⁻¹)	
9 鹿の沢カラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	11	8.2		4.0	6.7	4.2		2340	0	20	50.2		2340	0	20	50.2		2340	0	20	17.7	18.7	50.2	4.6	
	16	13.2		7.0	11.1	6.7		1400	720	220	109.9		1400	720	220	109.9		1400	720	220	12.3	8.8	200.1	8.7	
	21	15.3			13.1			1400	0	0	171.5		1400	0	0	171.5		1400	0	0	13.7	6.7	268.8	10.3	
	26	17.9		16.6	16.2	15.6		940	345	115	190.7		940	345	115	190.7		940	345	115	6.6	3.2	301.8	9.7	
	31	19.0		17.9	17.4	17.0		915	0	25	223.6		915	0	25	223.6		915	0	25	13.9	5.4	371.1	10.3	
	36	21.8		16.4	19.8	17.8		615	290	10	219.6		615	290	10	219.6		615	290	10	10.1	3.8	462.4	10.3	
	45	24.2		22.8	22.8		615	0	0	310.9		615	0	0	310.9		615	0	0	8.5	2.5	530.0	10.0		
	53	26.8		20.9	25.7	23.0	21.8		465	105	45	323.5		465	105	45	323.5		465	105					
	8	6.7		5.3	5.3		2290	0	0	28.5		2290	0	0	28.5		2290	0	0	12.0	20.5	88.3	6.8		
	13	10.9		5.3	9.8	8.1	4.8		1300	925	65	64.1		1300	925	65	64.1		1300	925	65	14.7	14.6	161.9	9.0
10 西上音更カラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	18	14.2		13.1	13.0	10.7		1295	0	5	137.8		1295	0	5	137.8		1295	0	5	16.9	9.4	246.7	10.7	
	23	17.2		14.0	17.0	15.6		875	420	0	170.8		875	420	0	170.8		875	420	0	8.2	4.3	287.6	10.3	
	28	18.8			17.8			875	0	0	211.7		875	0	0	211.7		875	0	0	13.2	5.4	353.6	10.7	
	33	20.7		18.6	21.1	20.3		570	305	0	195.4		570	305	0	195.4		570	305	0	7.0	3.3	388.7	10.2	
	38	22.3			21.5			570	0	0	230.5		570	0	0	230.5		570	0	0	11.3	4.1	479.4	10.4	
	46	25.0		21.5	24.8	21.0		550	0	20	321.3		550	0	20	321.3		550	0	20	-0.9	-0.3	473.9	9.1	
	52	26.2		21.9	23.7	23.6		400	120	30	245.7		400	120	30	245.7		400	120	30					
	13	7.2		6.4	6.4		3610	0	0	62.6		3610	0	0	62.6		3610	0	0	12.8	13.5	126.4	7.0		
	18	11.3		4.1	9.9	8.0	5.0		1820	1370	420	98.0		1820	1370	420	98.0		1820	1370	420	8.0	6.8	166.3	7.2
	11 広内カラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	23	12.7			11.3			1820	0	0	137.8		1820	0	0	137.8		1820	0	0	12.3	8.2	190.9	7.6
25		13.7			12.4	10.8		1505	315	0	143.8		1505	315	0	143.8		1505	315	0	9.4	5.6	237.8	7.9	
30		16.1			14.3	12.7		1030	475	0	151.8		1030	475	0	151.8		1030	475	0	6.8	4.0	271.8	7.8	
35		17.5		14.4	15.2	13.9		1010	0	20	185.8		1010	0	20	185.8		1010	0	20	7.7	3.8	310.2	7.8	
40		18.4			16.4			1010	0	0	224.3		1010	0	0	224.3		1010	0	0	4.3	1.7	348.5	7.1	
49		20.5		14.7	17.3	14.4		910	0	100	262.6		910	0	100	262.6		910	0	100	6.7	2.3	395.4	7.1	
56		22.3		18.1	18.9	16.4		830	0	80	309.5		830	0	80	309.5		830	0	80					
15		10.9		8.6	9.5		1595	0	0	82.6		1595	0	0	82.6		1595	0	0	12.6	11.1	145.7	5.5		
20		14.0		8.2	11.7	7.9		1415	0	180	145.7		1415	0	180	145.7		1415	0	180	14.1	7.8	216.3	8.7	
12 ヨビタラシカラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha		25	16.5		10.2	13.9	7.6		1305	0	110	216.3		1305	0	110	216.3		1305	0	110	7.6	3.2	254.3	8.5
	30	21.3		14.9	17.0	14.5		610	535	160	183.8		610	535	160	183.8		610	535	160	10.6	5.0	307.3	8.8	
	35	23.3		15.1	18.6	13.8		605	0	5	236.9		605	0	5	236.9		605	0	5	8.4	3.2	349.1	8.7	
	40	24.7		19.5	19.5		605	0	0	278.7		605	0	0	278.7		605	0	0	14.0	4.5	419.2	9.3		
	45	26.7		18.4	22.3	16.7		435	155	15	264.6		435	155	15	264.6		435	155	15	7.4	2.4	500.2	8.9	
	56	29.0		25.1	24.6		435	0	0	345.6		435	0	0	345.6		435	0	0						

Table 2. 試験地の経年成長データ (4/21)
Time-series growth data of the plots (Page 4 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)					
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	定期平均 成長率 Periodic growth rate (%·yr ⁻¹)	総成長量 (総収量) Total increment (ha ⁻¹)	年平均 成長率 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)		
13 ベケレトドマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	19	9.0				6.8				2710	0	0		102.4				19.8	13.0	102.4	5.4		
	24	11.8	9.4	2.1	8.7	8.9	8.7	2.6	2.6	2220	500	15	0	179.9	21.6	0.0	0.0	20.0	8.7	201.5	8.4		
	29	16.5	10.1	3.0	9.0	12.4	9.0	3.0	3.0	1415	615	190	0.6	239.7	40.1	0.6	0.6	19.4	6.7	301.4	10.4		
	34	19.8	15.7	5.5	13.3	14.9	13.3	6.0	6.0	990	410	15	0.2	269.2	67.6	0.2	0.2	20.5	6.4	398.5	11.7		
	39	22.8		10.7	16.5	16.5	9.7	9.7	9.7	975	0	15	1.1	371.9		1.1	1.1	14.6	3.6	501.2	12.9		
	44	24.2		18.8	18.2	18.2	13.9	13.9	13.9	965	0	10	3.0	444.9		3.0	3.0	14.1	2.9	574.3	13.1		
	49	27.5	22.2	10.6	20.2	20.2	18.6	9.6	9.6	625	325	15	0.8	384.1	131.5	0.8	0.8	3.6	0.9	645.0	13.2		
	54	28.4		23.7	20.5	20.5	19.0	20.1	20.1	610	0	15	7.1	402.0		7.1	7.1	8.0	1.8	662.9	12.3		
	64	33.0	27.0	28.0	22.9	22.9	20.9	20.1	20.1	390	185	35	21.9	366.0	116.1	21.9	21.9	8.0	0.5	743.0	11.6		
	14 秋田カラマツ 人工林収穫試験地 0.199 ha	14	10.1		4.6	9.8	9.8	5.0	5.0	2905	0	60	0.4	133.3		0.4	0.4		27.1	14.5	133.3	9.5	
		18	12.4		5.8	12.5	12.5	6.7	6.7	2724	0	181	2.4	241.9		2.4	2.4		22.4	7.2	241.9	13.4	
		24	16.4	11.1	6.9	17.2	17.2	14.1	10.5	1538	1126	60	1.4	287.5	88.7	1.4	1.4		17.4	5.2	376.2	15.7	
		29	17.8		12.0	19.1	19.1	15.7	15.7	1523	0	15	1.3	374.3		1.3	1.3		8.1	2.0	463.0	16.0	
34		19.8		13.7	20.1	20.1	16.6	16.6	1317	0	206	26.8	414.6		26.8	26.8		9.5	2.2	503.3	14.8		
39		21.1		17.9	21.0	21.0	19.2	19.2	1216	0	101	462.1	24.1	462.1		24.1	24.1		15.1	3.0	550.8	14.1	
44		22.2		16.5	24.5	24.5	18.0	18.0	1106	0	111	537.6	23.2	537.6		23.2	23.2		17.6	3.0	626.3	14.2	
49		24.4	21.5	20.0	26.7	26.7	25.7	22.5	784	246	75	510.2	28.0	510.2	115.4	28.0	28.0		0.5	0.1	714.3	14.6	
57		27.6		21.0	27.7	27.7	24.4	24.4	593	0	191	514.5	85.3	514.5		85.3	85.3		16.3	13.3	818.6	12.6	
15 仙美カラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha		11	10.3		8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	1915	0	0	0	81.5		0	0		16.3	13.3	81.5	7.4	
		16	14.8	10.1	8.4	12.5	12.5	10.7	7.8	1245	535	135	3.7	136.9	26.1	3.7	3.7		13.9	8.1	163.0	10.2	
		21	16.9		11.6	14.5	14.5	10.7	10.7	1235	0	10	206.6		206.6		10	10		14.9	6.1	232.7	11.1
		26	19.8	17.7	12.2	18.3	18.3	17.7	13.7	690	410	135	11.0	190.6	90.3	11.0	11.0		17.4	6.1	306.9	11.8	
	31	21.2		18.2	19.9	19.9	17.5	17.5	670	0	20	233.9		233.9		20	20		8.7	4.1	350.2	11.3	
	36	24.1	20.5	22.2	22.3	22.3	20.5	20.5	410	230	30	202.6	78.2	202.6		30	30		9.4	3.6	397.2	11.0	
	45	27.9		23.4	25.6	25.6	22.0	22.0	405	0	5	309.4		309.4		5	5		11.9	4.6	503.9	11.2	
	53	31.2		25.9	28.9	28.9	24.4	24.4	290	0	115	309.3	72.9	309.3		115	115		-0.0	-0.0	503.8	9.5	
	16-1 馬場目スギ 人工林収穫試験地 (第1分区) 0.19 ha	16	12.2		7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	1963	0	0	0	100.3		0	0		19.3	13.0	100.3	6.3	
		21	15.6		20.9	9.1	9.1	9.8	9.8	2074	0	16	196.9		196.9		16	16		22.7	8.9	196.9	9.4
		26	17.7		11.4	11.2	11.2	11.2	7.5	2074	0	5	310.2		310.2		5	5		33.5	8.5	310.2	11.9
		31	19.3		12.1	14.3	14.3	14.3	7.5	2032	0	42	478.0		478.0		42	42		38.0	6.6	478.0	15.4
		36	23.4	15.6	9.7	18.7	18.7	14.7	8.5	1363	595	74	569.2	98.9	569.2		74	74		27.9	4.4	668.1	18.6
41		25.9	19.6	17.3	20.8	20.8	17.4	16.6	1168	158	37	665.0	43.8	665.0		37	37		22.4	2.9	807.7	19.7	
51		28.3		18.8	23.1	23.1	15.4	15.4	1158	0	11	889.4		889.4		11	11		20.3	2.2	1032.1	20.2	
56		30.4	27.7	24.4	24.3	24.3	23.4	20.8	747	395	16	695.1	295.7	695.1		16	16		15.9	1.9	1133.5	20.2	
75		34.1		21.7	28.3	28.3	21.3	21.3	721	0	26	996.9		996.9		26	26		0.5	0.1	1435.3	19.1	

Table 2. 試験地の経年成長データ (5/21)
Time-series growth data of the plots (Page 5 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)			
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	定期平均 成長率 Periodic growth rate (%·yr ⁻¹)	総成長量 (総収量) Total increment (ha ⁻¹)	年平均 成長率 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
16-2 馬場目スギ 人工林収穫試験地 (第2分区)	16	11.8				7.2				1588	0	0	0	73.1				14.0	13.0	73.1	4.6
	21	15.6		12.0	6.7	8.2				1667	0	69	143.1			2.5		19.8	10.3	143.1	6.8
	26	18.0		10.2	5.4	10.2				1681	0	10	242.3			0.2		48.4	13.3	242.3	9.3
	31	19.4		9.1	7.2	15.6				1716	0	84	484.2			2.5		23.9	4.4	484.2	15.6
	36	23.8	16.2	9.5	8.2	18.4				1159	414	173	527.5	76.0		6.4		27.1	3.8	603.5	16.8
	41	26.5	21.3	15.7	12.0	20.6	18.4			927	207	25	581.0	76.3		3.1		19.7	2.2	733.3	17.9
	51	30.5		10.9	7.8	25.2				868	0	59	852.4			2.9		13.6	1.3	1004.7	19.7
	56	32.2		11.6	9.8	25.7				863	0	5	950.8			0.3		20.2	1.5	1360.7	18.1
75	35.8		28.6	23.6	29.3				769	0	94	1208.3			82.0						
85	40.0		31.2	25.7	31.0				690	0	79	1410.3			94.4						
16-3 馬場目スギ 人工林収穫試験地 (第3分区)	16	9.3				6.0				805	0	0	19.3					7.7	19.9	19.3	1.2
	21	11.9		12.7	7.3	7.0				1290	0	30	57.7			1.3		11.7	13.5	57.7	2.7
	26	13.9		10.2	9.0	9.0				1435	0	0	116.2			0		10.6	7.4	116.2	4.5
	31	15.1		16.6	13.1	10.2				1600	0	0	169.1			0		26.1	11.1	169.1	5.5
	36	17.9	13.8	17.0	7.2	13.4	8.7			1405	185	200	286.4	13.3		28.3		10.9	3.5	299.7	8.3
	41	20.2	15.1	17.0	10.4	14.4	11.1			1200	120	85	326.5	14.2		6.8		24.0	5.4	354.0	8.6
	51	22.8		12.4	9.7	18.5				1200	0	0	566.3			0		19.3	3.1	593.8	11.6
	56	23.4	25.8	11.8	20.2	19.1	20.2			725	440	35	361.3	301.7		4.3		9.0	2.0	690.5	12.3
75	25.6		37.5	31.7	23.1				720	0	5	532.4			0.3						
17-1 岩川スギ 人工林収穫試験地 (第1分区)	35	27.8				17.9				884	0	0	494.7					25.5	4.1	494.7	14.1
	45	32.5	24.0	16.5	14.2	22.0	18.3			726	153	32	680.4	69.0		6.9		27.8	3.7	749.5	16.7
	50	34.5		10.7	13.1	23.8				721	0	5	819.5			0.3		24.7	2.8	888.6	17.8
	55	37.7	27.1	11.5	8.5	25.6	22.7			611	105	5	868.6	74.6		0.2		28.0	3.0	1012.2	18.4
	60	41.0	31.9			27.5	24.5			516	95	0	917.7	90.7				21.6	2.2	1152.0	19.2
	65	42.5				28.4				516	0	0	1025.7			10.4		23.1	2.1	1260.1	19.4
	70	44.5		27.7	21.6	29.8				505	0	11	1141.0			3.1		18.1	1.8	1375.4	19.6
	80	50.6	39.3	16.1	17.3	33.7	31.5			358	132	16	1119.2	245.8		46.9		15.4	1.3	1599.4	20.0
93	55.9		42.5	30.7	35.9				337	0	21	1319.4			9.0		20.3	1.4	1799.5	19.3	
102	58.9		37.5	31.7	38.0				332	0	5	1502.5			0						

Table 2. 試験地の経年成長データ (6/21)
Time-series growth data of the plots (Page 6 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)		平均樹高 Mean height (m)		本数 Number of trees (ha ⁻¹)			幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)			幹材純増成長量 Net volume increment (m ³)		
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	定期平均 成長率 Periodic growth rate (%·yr ⁻¹)	総成長量 (総収量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
17-2 岩川スギ 人工林収穫試験地 (第2分区)	35	21.9			16.4		1214	0	0	403.5			403.5	11.5
	45	26.8	19.9	14.8	19.2	15.7	914	279	21	506.0	77.5	3.0	583.5	13.0
	50	28.3			20.8		914	0	0	611.8			689.4	13.8
	55	31.5	22.8	23.8	22.7	19.4	743	171	0	649.8	72.6		800.0	14.5
	60	34.4	27.9		23.7	21.4	621	114	7	664.3	76.1	2.9	890.6	14.8
	65	35.7			25.0		621	0	0	750.6			976.9	15.0
	70	37.3			26.6		621	0	0	875.0			1101.3	15.7
	80	42.7	35.6		29.2	27.4	429	193	0	830.2	263.6		1320.1	16.5
	93	47.1		41.4	31.3		393	0	36	971.5		67.3	1461.3	15.7
	102	50.0			33.0		393	0	0	1142.8			1632.6	16.0
17-3 岩川スギ 人工林収穫試験地 (第3分区)	35	21.3			17.1		1158	0	0	370.2			370.2	10.6
	45	26.9	18.3	21.9	20.2	15.8	925	225	8	528.9	55.9	2.2	584.9	13.0
	50	28.5			22.3		925	0	0	660.5			716.4	14.3
	55	32.3	25.7		24.7	22.7	642	283	0	639.2	172.9		868.0	15.8
	60	35.0	31.5		26.6	25.7	558	83	0	700.9	81.8		1011.5	16.9
	65	37.1			28.1		558	0	0	826.1			1136.8	17.5
	70	39.2			28.9		558	0	0	938.3			1248.9	17.8
	80	45.7	37.2		31.7	29.6	358	200	0	852.5	317.4		1480.5	18.5
	93	50.9		37.8	35.3		350	0	8	1122.6		13.8	1750.6	18.8
	102	54.4			37.0		350	0	0	1326.0			1954.0	19.2
18-1 下内沢スギ 人工林収穫試験地 (第1分区)	37	29.0			20.0		522	0	0	333.6			333.6	9.0
	42	33.0	29.6		22.7	21.5	417	104	0	389.4	76.2		465.7	11.1
	52	37.8			26.3		417	0	0	585.8			662.0	12.7
	57	41.4	33.8		28.3	25.3	361	57	0	635.9	65.4		777.5	13.6
	62	44.4	38.0		30.3	28.3	330	30	0	706.8	47.2		895.7	14.4
	67	47.0	39.7		31.2	29.2	313	17	0	757.6	30.3		976.7	14.6
	72	49.2			32.8		313	0	0	866.2			1085.4	15.1
	77	50.9	50.2		33.6	33.9	265	48	0	799.9	141.7		1160.7	15.1
	87	55.3			34.0		265	0	0	926.0			1286.8	14.8
	92	58.1	53.4		35.8	32.5	204	61	0	820.0	192.9		1373.7	14.9
102	61.8			39.0		204	0	0	1002.7			1556.4	15.3	
111	65.2			39.7		204	0	0	1117.3			1671.0	15.1	

Table 2. 試験地の経年成長データ (7/21)
Time-series growth data of the plots (Page 7 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)							
		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)		定期平均 成長率 Periodic growth rate (%·yr ⁻¹)		総成長量 (総収量) Total increment (ha ⁻¹)		総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	定期平均 成長率 Periodic growth rate (%·yr ⁻¹)	総成長量 (総収量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)						
18-2 下内沢スギ 人工林収穫試験地 (第2分区) 0.23 ha	37	22.6	16.1	17.0	19.4	10.7	761	0	257.1	0	0	257.1	0	0	27.3	8.4	257.1	6.9							
	42	26.0	19.2	17.0	19.4	10.7	596	165	314.8	4	4	314.8	165	4	15.7	4.0	393.6	9.4							
	52	30.2	21.5	33.7	16.4	9.4	591	0	472.2	4	4	472.2	0	4	21.0	4.0	551.1	10.6							
	57	35.0	24.5	11.6	24.8	9.4	483	104	545.2	4	4	545.2	104	4	20.3	3.4	656.2	11.5							
	62	37.6	26.1	24.8	25.2	26.1	422	61	581.0	0	0	581.0	61	0	15.7	2.5	836.3	12.5							
	67	39.8	26.9	25.2	28.7	26.9	417	4	655.2	0	0	655.2	4	0	23.7	3.3	954.9	13.3							
	72	42.1	28.7	41.7	30.3	28.7	417	0	773.8	0	0	773.8	0	0	18.4	2.2	1047.1	13.6							
	77	43.3	32.1	30.3	29.6	32.1	417	0	866.0	0	0	866.0	0	0	17.6	1.8	1223.5	14.1							
	87	46.5	33.3	46.2	33.3	33.0	309	109	881.0	0	0	881.0	109	0	11.1	1.0	1279.1	13.9							
	92	49.4	35.1	46.2	35.1	33.0	283	0	951.8	26	26	951.8	0	26	7.1	0.8	1349.9	13.2							
	102	52.6	35.6	46.2	35.6	33.0	283	0	1055.1	0	0	1055.1	0	0	11.5	1.1	1453.1	13.1							
18-3 下内沢スギ 人工林収穫試験地 (第3分区) 0.24 ha	37	17.6	12.9	9.0	15.8	7.5	1117	0	199.7	0	0	199.7	0	0	25.8	9.8	199.7	5.4							
	42	20.8	15.5	9.0	15.8	7.5	892	221	267.7	8	8	267.7	221	8	19.0	5.2	328.5	7.8							
	52	24.9	18.0	17.2	13.5	11.4	896	0	458.1	0	0	458.1	0	0	22.2	4.3	518.9	10.0							
	57	30.7	22.2	24.1	22.2	20.8	633	250	524.2	13	13	524.2	250	13	22.7	3.9	629.7	11.0							
	62	34.3	24.2	24.1	23.6	20.8	508	121	554.9	4	4	554.9	121	4	21.8	3.6	743.0	12.0							
	67	37.2	25.7	29.8	27.1	22.2	475	33	636.6	0	0	636.6	33	0	21.1	3.1	852.0	12.7							
	72	39.4	27.1	23.3	28.3	22.2	471	0	741.8	4	4	741.8	0	4	17.2	2.2	957.2	13.3							
	77	41.0	28.3	44.0	28.5	25.8	467	4	824.0	0	0	824.0	4	0	13.5	1.5	1178.1	13.5							
	87	44.8	30.4	44.0	30.4	28.2	467	0	958.7	0	0	958.7	0	0	20.0	2.0	1278.2	13.9							
	92	48.6	33.7	44.0	33.7	28.4	325	142	815.1	46	46	815.1	142	46	7.9	0.9	1356.8	13.3							
	102	52.5	34.2	41.1	34.2	30.2	275	0	997.4	4	4	997.4	0	4	11.5	1.2	1460.5	13.2							
19-1 大開スギ 人工林収穫試験地 (第1分区) 0.2 ha	27	22.9	16.4	12.0	14.8	8.5	765	290	268.1	0	0	268.1	290	0	20.7	6.5	335.6	12.4							
	32	27.0	18.5	12.0	16.3	8.5	610	145	318.5	10	10	318.5	145	10	26.9	5.9	439.3	13.7							
	42	32.8	23.2	23.2	22.5	8.5	610	0	587.1	0	0	587.1	0	0	32.8	4.9	707.9	16.9							
	47	36.4	26.9	26.9	27.6	26.9	540	70	705.0	0	0	705.0	70	0	27.1	3.5	872.1	18.6							
	52	38.7	27.6	29.4	26.3	27.4	540	0	840.7	0	0	840.7	0	0	28.1	3.1	1007.8	19.4							
	57	42.0	29.4	31.0	26.3	27.4	480	60	917.3	0	0	917.3	60	0	19.4	2.0	1148.3	20.1							
	62	43.0	31.0	36.8	32.5	27.4	480	0	1014.5	5	5	1014.5	0	5	26.6	2.5	1245.5	20.6							
	67	45.1	32.5	44.6	33.5	32.1	415	60	1147.3	0	0	1147.3	60	0	15.9	1.3	1378.2	20.6							
	77	48.4	36.9	44.6	36.9	33.3	360	0	1161.3	55	55	1161.3	0	55	9.9	0.8	1537.1	20.0							
	90	52.5	38.0	31.9	38.0	29.7	265	90	1290.5	5	5	1290.5	90	5	13.6	1.0	1666.3	18.5							
	100	56.5	38.0	31.9	38.0	29.7	265	90	1095.6	5	5	1095.6	90	5	13.6	1.0	1802.7	18.0							

Table 2. 試験地の経年成長データ (8/21)
Time-series growth data of the plots (Page 8 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)						
		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)		総成長量 (総取量) Total increment (ha ⁻¹)		年平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)		
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	Mean DBH (cm)	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	Mean height (m)	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	Number of trees (ha ⁻¹)	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)	定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	枯死木 Dead trees	定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)	年平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
19-2 大開スギ 人工林収穫試験地 (第2分区)	27	17.8	16.4		12.8	11.8		1235	205	0	216.0	27.8	0	216.0	27.8	0	216.0	27.8	0	21.4	7.9	243.8	9.0	
	32	20.9	17.2	8.0	15.5	13.6	6.0	870	370	5	251.8	71.2	5	251.8	71.2	0.1	251.8	71.2	0.1	25.4	6.7	350.7	11.0	
	42	25.9			19.8			870	0	0	505.6			870	0	0	505.6			25.4	6.7	604.6	14.4	
	47	30.6	18.3		22.8	16.1		665	205	0	564.9	62.5		665	205	0	564.9	62.5	2.0	24.4	4.3	726.3	15.5	
	52	32.8		16.1	24.8		15.1	655	0	10	692.5			655	0	10	692.5		2.0	25.5	4.1	853.9	16.4	
	57	36.0	26.3		27.2	22.4		550	105	0	744.1	70.3		550	105	0	744.1	70.3		24.4	3.2	975.7	17.1	
	62	37.1			28.3			550	0	0	823.3			550	0	0	823.3			15.8	2.0	1054.9	17.0	
	67	38.8			29.4			550	0	0	927.2			550	0	0	927.2			20.8	2.4	1158.9	17.3	
	77	41.6	39.0		31.4	31.1		490	60	0	1005.9	111.1		490	60	0	1005.9	111.1		19.0	1.9	1348.7	17.5	
	90	44.9		40.2	33.6		31.3	435	0	55	1093.3			435	0	55	1093.3		108.5	6.7	0.6	1436.1	16.0	
100	46.8	49.6		34.1	35.3		330	105	0	905.4	329.1		330	105	0	905.4	329.1		14.1	1.2	1577.2	15.8		
19-3 大開スギ 人工林収穫試験地 (第3分区)	27	11.7	11.9		8.4	8.4		2545	100	0	133.7	5.1		2545	100	0	133.7	5.1		10.8	6.7	138.8	5.1	
	32	12.6			9.9			2585	0	0	187.8			2585	0	0	187.8			19.5	6.8	192.9	6.0	
	42	15.2	8.3	8.7	13.4	7.8	8.3	2495	85	5	380.3	2.4		2495	85	5	380.3	2.4	0.1	16.4	3.9	387.8	9.2	
	47	18.2	11.8		15.6	11.7		1640	855	0	391.3	70.9		1640	855	0	391.3	70.9		18.9	4.3	469.7	10.0	
	52	21.8	15.1	10.3	18.7	14.3	10.9	1055	550	35	397.1	88.9		1055	550	35	397.1	88.9	2.0	18.6	4.2	564.3	10.9	
	57	23.7	18.8		20.4	17.8		945	110	0	459.9	30.1		945	110	0	459.9	30.1		5.8	1.2	657.3	11.5	
	62	24.6		26.1	20.9		22.6	910	0	35	489.0			910	0	35	489.0		21.6	12.7	5.8	1.2	686.5	11.1
	67	26.0		12.9	21.7		11.5	895	0	15	552.6			895	0	15	552.6		1.3	2.4	12.7	2.4	750.0	11.2
	77	29.3	24.3	11.2	23.2	20.9	9.2	710	180	5	590.0	94.2		710	180	5	590.0	94.2	0.2	13.2	2.1	881.5	11.4	
	90	33.4		21.4	26.4		20.0	655	0	55	798.3			655	0	55	798.3		21.5	16.0	2.3	1089.9	12.1	
100	35.7	40.7	21.1	27.5	29.5	21.4	530	110	15	770.9	207.3		530	110	15	770.9	207.3	5.8	18.0	2.0	1269.7	12.7		
20 相内沢スギ 人工林収穫試験地	32	19.0	15.6		12.9	11.3		934	43	0	185.0	5.4		934	43	0	185.0	5.4		7.5	3.7	190.5	6.0	
	37	20.8	17.7		14.4	13.3		621	313	0	162.7	59.8		621	313	0	162.7	59.8		9.5	5.1	227.9	6.2	
	42	23.5		10.0	15.2		9.2	616	0	5	210.1			616	0	5	210.1		0.2	8.8	3.8	275.3	6.6	
	47	25.5		13.6	15.9		10.8	607	0	9	254.3			607	0	9	254.3		0.9	19.7	6.5	319.5	6.8	
	52	31.5	25.0	20.9	18.8	16.5	16.7	322	284	0	233.4	119.5		322	284	0	233.4	119.5	1.3	13.2	4.2	418.1	8.0	
	64	34.3	42.7	20.9	21.5	23.6		171	147	5	166.5	225.5		171	147	5	166.5	225.5		6.5	2.6	576.7	9.0	
	89	47.4			25.0			171	0	0	329.2			171	0	0	329.2			27.1	6.6	739.4	8.3	
	95	54.9		38.5	28.5		23.8	171	0	0	491.8			171	0	0	491.8		12.8	13.2	6.6	2.4	902.0	9.5
	105	62.7			30.8			161	0	9	623.5			161	0	9	623.5			13.2	2.4	1033.6	9.8	

Table 2. 試験地の経年成長データ (9/21)
Time-series growth data of the plots (Page 9 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積 Site (Plot) Surveying area	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)			
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	定期平均 成長率 Periodic growth rate (%·yr ⁻¹)	総成長量 (総取量) Total increment (ha ⁻¹)	年平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
21-1	44	16.8				13.1				2450	0	0		370.4				6.8	1.7	370.4	8.4
	49	17.1	10.5	12.1	12.1	13.9	12.1	12.1	12.1	2400	0	50	2.8	404.2				18.0	4.0	404.2	8.2
	54	18.3	12.3	13.6	13.6	15.0	13.6	13.6	13.6	2350	0	50	4.2	494.4				7.7	1.5	494.4	9.2
	59	19.4	13.2	14.6	14.6	15.8	14.6	14.6	14.6	2167	0	183	6.2	533.0				12.2	2.2	533.0	9.0
	64	20.0	12.3	14.9	14.9	16.8	14.9	14.9	14.9	2100	0	67	10.7	593.9				11.1	1.8	593.9	9.3
	69	20.6	15.5	16.7	16.7	17.7	16.7	16.7	16.7	2033	0	300	42.7	649.3				9.2	1.4	649.3	9.4
	74	22.5	14.4	17.1	17.1	18.9	17.1	17.1	17.1	1733	0	100	18.9	747.5				10.4	1.4	747.5	9.5
	79	23.3	16.7	17.1	17.1	19.8	17.1	17.1	17.1	1633	0										
21-2	44	18.4	13.1	14.1	14.1	15.1	14.1	14.1	14.1	2088	88	0	8.8	434.8				8.9	1.9	434.8	10.1
	49	18.9	12.4	13.8	13.8	15.9	13.8	13.8	13.8	2044	0	44	3.8	479.2				19.1	3.6	479.2	10.8
	54	20.9	14.9	16.2	16.2	16.7	16.2	16.2	16.2	1781	219	44	41.1	533.6				10.8	1.9	533.6	10.8
	59	21.4	16.1	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	1756	0	25	5.8	587.4				14.7	2.4	587.4	11.1
	64	22.3	16.7	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	1706	0	50	9.8	660.9				15.4	2.0	660.9	11.3
	69	23.1	15.9	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	1675	0	31	20.5	729.5				16.2	2.2	729.5	11.6
	74	25.5	15.8	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	1263	300	113	93.7	712.9				14.1	2.6	712.9	11.9
	79	26.5	16.8	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	1244	0	19	3.5	794.1				7.5	2.3	794.1	7.9
21-3	44	18.7	13.3	12.3	12.3	13.9	12.3	12.3	12.3	1594	388	0	34.8	313.0				17.4	4.4	313.0	8.7
	49	19.3	16.8	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	1594	0	0	62.6	350.7				10.5	2.6	350.7	9.2
	54	22.1	24.1	17.7	17.7	16.5	16.5	16.5	16.5	1219	0	0		375.0				12.1	2.3	375.0	9.4
	59	22.9	22.1	18.3	18.3	19.6	18.3	18.3	18.3	1219	0	19	7.8	427.6				17.0	2.9	427.6	9.9
	64	23.9	22.1	19.6	19.6	20.6	19.6	19.6	19.6	1200	0	6	0.9	492.4				14.1	2.6	492.4	10.2
	69	25.0	15.2	20.6	20.6	20.6	20.6	20.6	20.6	1194	0	0		503.2				8.8	2.5	503.2	10.7
	74	27.3	16.0	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	856	331	6	134.8	503.2				16.9	4.1	503.2	11.6
	79	28.5	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	856	0	0		573.6				7.6	2.2	573.6	10.2
21-4	44	21.7	16.0	13.9	13.9	15.1	13.9	13.9	13.9	1167	983	0	139.4	329.9				12.5	3.1	329.9	11.4
	49	22.2	22.0	16.5	16.5	16.1	16.5	16.5	16.5	1167	0	0		373.8				11.8	2.6	373.8	11.0
	54	25.1	22.0	17.9	17.9	17.1	17.9	17.9	17.9	767	400	0	128.8	329.5				16.8	3.2	329.5	11.4
	59	25.9	27.3	19.7	19.7	18.9	19.7	19.7	19.7	767	0	0		429.7				14.4	2.4	429.7	11.6
	64	27.3	24.4	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	767	0	0		488.5				16.8	3.2	488.5	11.4
	69	28.5	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	767	0	0		644.8				14.4	2.4	644.8	11.6
	74	30.1	24.4	20.3	20.3	20.8	20.3	20.3	20.3	767	0	17	8.2	572.7				11.6	2.4	572.7	11.6
	79	31.5	24.4	20.3	20.3	21.9	20.3	20.3	20.3	750	0	0		644.8				11.6	2.4	644.8	11.6

Table 2. 試験地の経年成長データ (10/21)
Time-series growth data of the plots (Page 10 of 21)

試験地 標準地面積 Site (Plot) Surveying area	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)																																																																		
		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)		総成長量 (総收穫) Total increment (ha ⁻¹)		年平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)																																																														
22-1	21	11.6	8.0	8.5	6.9	3117	0	33	149.9	0.6	17.3	9.0	149.9	7.1	26	13.4	7.0	10.3	7.6	3083	0	33	236.5	9.1	31	15.0	12.4	11.1	2800	0	283	313.3	10.1	36	16.2	8.1	13.5	10.0	2733	0	67	410.2	11.4	41	17.4	8.7	14.4	10.9	2600	0	133	483.6	11.8	46	19.0	11.4	16.1	11.6	2317	0	283	569.2	12.4	51	20.3	11.8	17.9	13.5	2167	0	150	680.4	13.3	56	21.9	13.4	19.4	13.4	2000	0	167	797.3	14.2	
22-2	21	13.0	14.6	8.7	8.4	2917	17	0	177.5	1.1	19.6	8.7	178.6	8.5	26	14.7	6.8	10.5	7.4	2867	0	50	275.4	10.6	31	16.8	6.5	12.2	7.7	2617	33	217	373.2	12.1	36	18.4	10.5	14.5	11.7	2417	0	200	492.4	13.8	41	19.3	11.4	15.7	11.7	2367	0	50	579.0	14.2	46	22.8	11.2	17.4	12.4	1133	1167	67	419.1	14.5	51	23.7	11.2	19.2	12.4	1133	0	0	508.7	14.8	56	25.2	11.3	20.4	11.3	1133	0	0	612.9	15.4
22-3	21	13.2	8.6	9.2	7.4	2517	367	0	166.9	9.1	20.6	9.4	176.0	8.4	26	15.4	12.9	11.2	10.3	2483	0	33	270.1	10.7	31	18.4	14.0	13.1	12.0	1667	817	0	298.2	12.5	36	19.7	15.2	15.2	16.2	1667	0	0	402.9	13.7	41	21.3	11.4	16.2	17.0	1667	0	0	504.8	14.5	46	24.2	11.4	17.9	11.2	1033	617	17	438.1	15.0	51	25.4	11.8	19.3	13.5	1033	0	0	526.0	15.3	56	27.2	13.4	20.9	13.4	1033	0	0	656.6	16.3
22-4	21	12.3	7.6	8.5	6.7	2467	517	0	129.3	8.8	17.2	10.0	138.1	6.6	26	14.4	9.4	10.3	7.6	2467	0	0	215.4	8.6	31	18.3	17.8	12.3	11.6	1233	1200	33	201.5	10.7	36	19.4	15.8	14.5	13.9	1183	0	50	259.5	10.9	41	21.7	15.8	17.0	18.0	1183	0	0	359.9	12.0	46	23.2	12.4	18.7	12.2	850	317	17	442.3	12.5	51	25.8	12.4	20.1	20.1	850	0	0	535.9	13.2	56	27.9	12.4	20.1	20.1	850	0	0	612.9	14.0

Table 2. 試験地の経年成長データ (11/21)
Time-series growth data of the plots (Page 11 of 21)

試験地 標準地面積 Site (Plot) Surveying area	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)							
		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)		定期平均 成長率 Periodic growth rate (%·yr ⁻¹)		総成長量 (総收穫量) Total increment (ha ⁻¹)		総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	定期平均 成長率 Periodic growth rate (%·yr ⁻¹)	総成長量 (総收穫量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)							
23-1 鱈沢3号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (比較区) 0.06 ha	54	22.1	16.3		1433	0	0	461.0			0	0	0	14.0	2.8	461.0	8.5								
	59	23.1	17.2	12.4	1417	0	17	531.1	14.0	17	1417	0	17	14.0	2.8	531.1	9.0								
	64	24.4	17.7	21.3	1400	0	17	601.5	17.1	17	1400	0	17	14.1	2.5	601.5	9.4								
	69	25.1	19.4	15.7	1383	0	17	691.4	17.1	17	1383	0	17	18.0	2.8	691.4	10.0								
	74	26.1	20.2		1383	0	0	778.6		0	1383	0	0	17.4	2.4	778.6	10.5								
	79	26.9	21.0		1383	0	0	865.9		0	1383	0	0	17.5	2.1	865.9	11.0								
	84	27.8	22.0		1383	0	0	967.9		0	1383	0	0	20.4	2.2	967.9	11.5								
	89	28.9	23.1		1383	0	0	1097.7		0	1383	0	0	25.9	2.5	1097.7	12.3								
	89	30.2	25.5	20.8	1067	0	17	913.1	19.7	17	1067	0	17	22.4	2.3	1176.0	13.2								
23-2 鱈沢3号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (弱度間伐区) 0.06 ha	54	23.2	16.3		1383	183	0	517.3	16.4	0	1383	183	0	517.3	32.7	550.0	10.2								
	59	23.0	19.0		1383	0	0	577.6		0	1383	0	0	577.6		610.3	10.3								
	64	25.0	18.2		1283	100	0	644.8	19.0	0	1283	100	0	644.8	26.1	703.5	11.0								
	69	25.6	21.3		1283	0	0	746.3		0	1283	0	0	746.3		805.0	11.7								
	74	26.3	22.1		1283	0	0	817.7		0	1283	0	0	817.7		876.5	11.8								
	79	28.2	22.4		1083	200	0	815.9	21.9	0	1083	200	0	815.9	92.1	966.8	12.2								
	84	29.0	24.5		1067	0	17	913.1		17	1067	0	17	19.4	2.2	1064.0	12.7								
	89	30.2	25.5		1067	0	0	1025.1		0	1067	0	0	22.4	2.3	1176.0	13.2								
	89	32.2	18.4		1117	450	0	443.9	17.4	0	1117	450	0	443.9	110.1	554.0	10.3								
23-3 鱈沢3号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (中度間伐区) 0.06 ha	54	24.2	19.2		1117	0	0	512.4		0	1117	0	0	512.4		622.5	10.6								
	59	27.1	20.3	26.1	767	333	17	461.1	20.1	17	767	333	17	461.1	155.4	726.6	11.4								
	64	27.1	24.1		767	0	0	542.9		0	767	0	0	542.9		808.4	11.7								
	69	28.7	21.3		767	0	0	620.1		0	767	0	0	620.1		885.5	12.0								
	74	29.9	22.5		767	0	0	616.2		0	767	0	0	616.2	86.5	968.2	12.3								
	79	32.8	26.7		633	133	0	708.7	22.1	0	633	133	0	708.7		1060.7	12.6								
	84	34.3	24.3		633	0	0	816.1		0	633	0	0	816.1		1168.0	13.1								
	89	36.3	25.2		633	0	0	401.4		0	633	0	0	401.4	89.3	490.7	9.1								
	89	38.3	24.6		833	350	0	444.2	17.6	0	833	350	0	444.2	89.3	533.5	9.0								
23-4 鱈沢3号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (強度間伐区) 0.06 ha	54	26.2	21.1		517	317	0	367.5	20.7	0	517	317	0	367.5	178.1	634.9	9.9								
	59	29.2	21.6		517	0	0	415.3		0	517	0	0	415.3		682.7	9.9								
	64	30.8	22.1		517	0	0	458.7		0	517	0	0	458.7		726.1	9.8								
	69	32.0	22.6		433	83	0	438.8	22.3	0	433	83	0	438.8	74.4	780.5	9.9								
	74	34.0	23.9		433	0	0	515.1		0	433	0	0	515.1		856.9	10.2								
	79	36.0	24.6		433	0	0	589.7		0	433	0	0	589.7		931.4	10.5								
	84	38.3	24.6		433	0	0	8.6		0	433	0	0	8.6	2.0	533.5	9.0								
	89	38.3	24.6		433	0	0	20.3		0	433	0	0	20.3	4.1	634.9	9.9								
	89	38.3	24.6		433	0	0	9.6		0	433	0	0	9.6	2.4	682.7	9.9								

Table 2. 試験地の経年成長データ (12/21)
Time-series growth data of the plots (Page 12 of 21)

試験地 標準地面積 Site (Plot) Surveying area	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)					
		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)		総成長量 (総取量) Total increment (ha ⁻¹)		年平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	平均樹高 Mean height (m)	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	平均樹高 Mean height (m)	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	本数 Number of trees (ha ⁻¹)	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)	定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	総成長量 (総取量) Total increment (ha ⁻¹)	年平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)			
24-1	30	13.8			11.9				3400	0	0		322.4				322.4		322.4	10.7			
鱈沢4号	35	14.9	8.5		13.8	11.3			3200	0	200		413.6		6.7		413.6	5.0	413.6	11.8			
ヒノキ人工林 施業比較試験地 (比較区)	40	16.9	10.4		16.0	14.8			2700	0	500		512.1		33.0		512.1	4.3	512.1	12.8			
	45	18.1	10.5		16.9	15.3			2550	0	150		583.0		10.5		583.0	2.6	583.0	13.0			
	50	19.4	13.9		17.9	16.9			2300	0	250		644.5		33.6		644.5	2.0	644.5	12.9			
	55	20.0			18.5				2300	0	0		708.7		8.0		708.7	1.9	708.7	12.9			
	60	21.1	15.3		19.5	17.2			2250	0	50		825.4		21.6		825.4	3.0	825.4	13.8			
0.02 ha	65	22.5	14.1		20.7	17.9			2100	0	150		937.9		30.8		937.9	2.6	937.9	14.4			
24-2	30	14.1	10.2		13.1	12.9			2750	550	0		294.7	30.8			325.4	4.9	407.5	11.6			
鱈沢4号	35	15.1	9.6		14.8	12.9			2650	0	100		376.8		4.8		407.5	5.0	514.4	12.9			
ヒノキ人工林 施業比較試験地 (弱度間伐区)	40	16.6	10.5		16.6	16.1			1950	650	50		383.7	100.0	3.2		514.4	2.2	559.9	12.4			
	45	17.6	10.9		17.3	14.7			1850	0	100		429.2		7.1		560.7	0.0	560.7	11.2			
	50	19.3	15.3		18.2	16.8			1450	0	400		430.0		70.7		624.0	2.7	624.0	11.3			
	55	20.6	12.3		18.9	14.9			1400	0	50		493.3		11.6		696.0	2.7	696.0	11.6			
0.02 ha	60	22.4	13.3		19.8	16.3			1300	0	100		565.3		21.5		756.7	2.0	756.7	11.6			
	65	24.7	14.4		20.8	17.2			1150	0	150		626.0		73.6		899.6	3.2	899.6	13.8			
24-3	30	15.5	11.2		13.6	13.0			2275	1075	0		299.9	73.6			373.5	4.9	456.4	13.0			
鱈沢4号	35	16.6	9.1		15.2	12.9			2250	0	25		382.8		1.1		456.4	5.1	568.9	14.2			
ヒノキ人工林 施業比較試験地 (中度間伐区)	40	19.7	17.1		16.9	16.4			1125	1075	50		299.3	196.0	9.9		568.9	3.8	631.6	14.0			
	45	21.2	15.6		17.9	16.7			1100	0	25		362.0		4.0		722.8	4.5	722.8	14.8			
	50	22.9			19.0				1100	0	0		453.2		18.3		814.1	4.0	934.4	15.6			
	55	24.7			19.7				1100	0	0		544.5		24.1		1032.6	2.8	1032.6	15.9			
0.04 ha	60	26.1			21.4				1100	0	0		664.8		54.0		318.9	4.5	385.5	11.0			
	65	27.5			22.3				1100	0	0		763.0		170.6		499.4	5.9	499.4	12.5			
24-4	30	17.5	12.8		13.0	12.1			1675	625	0		265.0	54.0			385.5	3.4	550.6	12.2			
鱈沢4号	35	18.3			14.7				1675	0	0		331.6		11.1		499.4	4.5	633.4	12.7			
ヒノキ人工林 施業比較試験地 (強度間伐区)	40	22.0	17.8		16.6	16.1			850	825	0		274.9	170.6	10.9		692.9	2.7	692.9	12.6			
	45	23.7	25.6		17.5	17.3			825	0	25		326.1		20.0		799.6	2.0	799.6	13.8			
	50	25.8	24.1		18.7	18.8			825	0	25		408.9		800		899.6	3.2	899.6	13.8			
	55	27.8			19.2				800	0	0		468.4		800		1032.6	2.8	1032.6	15.9			
0.04 ha	60	29.8			20.6				800	0	0		575.1		20.0		318.9	4.5	385.5	11.0			
	65	31.4			21.9				800	0	0		675.1		20.0		499.4	5.9	499.4	12.5			

Table 2. 試験地の経年成長データ (13/21)
Time-series growth data of the plots (Page 13 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)					
		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)		総成長量 (総収量) Total increment (ha ⁻¹)		年平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	
25 西股ヒノキ 人工林収穫試験地 0.262 ha	36	18.5				13.6				1324	0				269.2				18.8	6.0	269.2	7.5	
	41	20.8	6.4			14.8	6.0			1305	0	19			363.3	0.3			18.8	6.0	363.3	8.9	
	45	22.1	15.1	20.0		15.7	11.9	15.5		851	439	15			281.8	117.5			9.0	2.4	399.3	8.9	
	54	26.9	17.5	19.7		17.9	14.6	16.3		565	279	8			290.8	85.2			10.5	3.2	493.5	9.1	
	61	29.4				19.0				565	0	0			364.9				10.6	3.2	567.5	9.3	
	71	32.0	29.4			20.9	19.0			561	0	4			466.8	2.4			10.2	2.5	669.4	9.4	
	76	33.6				21.8				561	0	0			533.3				13.3	2.7	736.0	9.7	
	81	36.3				23.5				561	0	0			661.6				25.7	4.3	864.3	10.7	
	26 蘭ヒノキ 人工林収穫試験地 0.21 ha	23	13.3	9.2			10.7	8.4	8.6		1914	471	5			154.6	17.3			15.8	7.8	171.9	7.5
		29	15.6				12.5				1914	0	0			249.5				15.6	5.6	266.8	9.2
33		18.0	10.4	12.9		14.2	7.4	12.4		1433	448	33			271.5	40.5			13.3	4.4	329.3	10.0	
38		19.3				15.5				1433	0	0			338.1				13.2	3.6	395.9	10.4	
43		21.4	17.1			16.8	15.8	15.8		1076	357	0			335.0	69.1			12.7	3.5	461.9	10.7	
48		22.8				17.8				1076	0	0			398.7				13.0	3.0	525.6	11.0	
53		24.5	20.8			19.0	18.6	18.6		886	190	0			400.5	63.3			12.9	3.0	590.7	11.1	
58		25.9				19.9				886	0	0			465.2				12.8	2.5	655.3	11.3	
64		27.2				21.1				886	0	0			542.0				18.8	3.2	732.2	11.4	
69		28.8				22.3				886	0	0			636.1				14.6	2.1	826.3	12.0	
27 白見スギ 人工林収穫試験地 0.2 ha	79	30.5	31.6			24.6	23.7	23.7		871	0	14			782.1	12.7			21.6	2.2	972.3	12.3	
	10	8.5				6.5				3320	0	0			81.1				26.8	18.1	81.1	8.1	
	15	13.8	4.3	8.5		10.3	4.6	7.9		2105	1135	80			181.8	33.3			28.1	11.1	215.1	14.3	
	20	17.8	12.1			13.6	11.1	11.1		1635	470	0			287.3	34.8			30.9	8.5	355.4	17.8	
	25	22.1	5.6	16.7		16.5	6.1	14.5		1185	445	5			367.9	73.9			31.9	7.1	509.9	20.4	
	30	24.8	14.1			19.0	14.4	14.4		1180	0	5			527.3				38.8	6.2	669.4	22.3	
	35	27.8	15.3	18.4		22.6	14.9	18.8		1080	95	5			697.9	23.5			31.8	4.1	863.4	24.7	
	40	30.1				23.8				1080	0	0			857.0				33.7	3.6	1022.5	25.6	
	45	34.0	21.5	27.3		26.4	19.1	24.1		750	315	15			816.0	209.5			24.5	2.8	1191.0	26.5	
	50	35.5				27.7				750	0	0			938.3				21.6	2.2	1313.3	26.3	
55	37.4				27.9				750	0	0			1046.1				21.6	2.2	1421.1	25.8		

Table 2. 試験地の経年成長データ (14/21)
Time-series growth data of the plots (Page 14 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)			
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	定期平均 成長率 Periodic growth rate (%·yr ⁻¹)	総成長量 (総取量) Total increment (ha ⁻¹)	年平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
28 六万山スギ 人工林収穫試験地	15	9.8				5.8				2320	0	0	0	69.7				18.3	15.9	69.7	4.6
	20	13.2	13.2	9.5	6.5	8.0	6.8	6.5	6.5	2210	100	10	10	156.1	5.2	0.3		20.8	10.0	161.4	8.1
	25	16.2	10.3	12.0	7.0	10.0	6.2	7.0	7.0	2005	205	0	25	253.8	6.1			24.1	7.7	265.2	10.6
	30	19.3	11.4	15.7	10.4	12.3	6.9	10.4	10.4	1770	210	25	80	365.6	8.5	1.1		28.5	6.5	385.5	12.8
	35	23.9	16.6	17.4	9.4	14.8	11.5	10.4	9.4	1270	420	15	15	448.9	59.1	8.6		36.6	6.8	527.9	15.1
	40	27.4	21.8	32.5	20.3	17.7	14.4	20.3	20.3	1115	140	0	0	590.2	41.7	1.7		26.1	4.0	710.9	17.8
	45	29.4		30.8	20.2	19.4		20.2	20.2	1100	0	5	5	720.8		3.3		34.3	4.3	841.5	18.7
	50	31.6	36.7		14.4	21.1	24.9		14.4	1095	0	0	0	892.3	640.1			44.6	4.4	1013.0	20.3
	55	30.2		19.8	17.7	21.5		17.7	17.7	600	515	0	50	475.1		14.4		7.1	1.4	1235.8	22.5
	60	32.4			6.0	22.5		6.0	6.0	550	0	0	0	510.5						1271.2	21.2
	29	20	7.7		6.2	6.2		6.2	6.2	2782	0	0	0	54.5				8.6	11.3	54.5	2.7
		25	9.5		6.2	6.0	8.0	8.1	6.0	2591	0	191	191	97.6		2.4		4.7	4.3	97.6	3.9
	30	10.9	8.2	8.4	7.8	8.5	8.1	7.8	2288	41	610	610	120.0	1.1	18.3		9.3	5.6	121.1	4.0	
	40	13.8		9.6	8.5	10.9		8.5	2087	0	215	215	212.6		9.3		11.7	4.3	213.8	5.3	
	50	17.6	10.9	15.0	11.2	13.9	10.6	11.2	1582	123	382	382	321.7	8.0	49.0		7.6	2.1	330.9	6.6	
	60	20.8	13.7	20.4	14.2	16.0	12.0	14.2	1186	215	181	181	371.9	25.4	50.3		16.3	3.5	406.4	6.8	
	71	25.0		25.3	17.7	18.3		17.7	1077	0	109	109	551.0		59.9				585.6	8.2	
30-1 高取山スギ 人工林収穫試験地 (第1分地)	15	11.2	9.3			10.0	8.9			2115	1000	0	124.8	37.9			19.5	11.2	162.7	10.8	
	20	14.7	12.0	9.9	11.0	11.7	11.6	11.0	1570	545	0	0	179.7	42.6			18.2	7.8	260.3	13.0	
	26	18.8	13.7	15.2	13.9	15.0	13.3	13.9	1095	470	5	5	237.2	51.5	0.2		19.0	6.9	369.3	14.2	
	30	21.1	16.3	17.8	13.1	16.6	14.4	13.9	1045	25	25	25	308.6	4.5	3.6		20.2	5.6	445.2	14.8	
	35	23.8	17.8	12.1	17.2	18.4	17.2	13.1	960	80	5	5	392.1	17.2	0.4		18.4	4.2	545.9	15.6	
	40	26.2	18.8		18.1	20.3	18.1		870	90	0	0	461.1	23.1			15.4	3.1	638.0	16.0	
	45	28.2	25.5	20.3	20.8	21.7	20.8	18.8	660	210	0	0	432.0	106.0	1.4		8.4	1.9	715.0	15.9	
	50	29.1		19.3	23.3	22.4		17.6	655	0	5	5	474.2		2.5		12.3	2.3	879.7	14.7	
	60	31.8	28.5	20.5	23.3	24.1	23.3	17.5	645	0	10	10	596.7	6.8	4.2		11.0	1.7	989.9	14.1	
	70	34.7		26.9	29.8	24.9		22.3	620	10	15	15	700.2		56.1		9.9	1.3	1089.4	13.6	
	80	37.5		34.1	29.8	28.9		28.1	530	0	90	90	799.6		36.6		8.4	1.0	1165.3	13.1	
	89	39.9			29.8	29.8			500	0	30	30	875.6								

Table 2. 試験地の経年成長データ (15/21)
Time-series growth data of the plots (Page 15 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)			
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	定期平均 成長率 Periodic growth rate (%·yr ⁻¹)	総成長量 (総取量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
30-2 高取山スギ 人工林収穫試験地 (第2分地)	15	13.2	10.8		10.9	9.9		1625	930	0	130.0	47.7		23.7	12.5	177.6	11.8				
	20	17.0	14.8		14.1	13.4		1190	435	0	195.9	52.8		23.7	12.5	296.4	14.8				
	26	20.9	16.8		16.0	15.2		885	305	0	239.7	52.5		16.0	6.6	392.6	15.1				
	30	23.2	17.6		17.5	15.3		855	30	0	305.4	5.9		17.9	6.5	464.3	15.5				
	35	25.8	24.4		19.2	18.0		815	40	0	389.6	16.9		20.2	5.7	565.3	16.2				
	40	27.5	20.2		21.9	17.9		785	30	0	484.8	8.6		20.8	4.7	669.1	16.7				
	45	29.5	27.1		22.5	21.5		640	145	0	463.6	85.2		12.8	2.5	733.1	16.3				
	50	30.2		21.6	22.9		19.9	635	0	5	491.9		1.7	5.7	1.2	761.4	15.2				
	60	32.7		19.8	24.4		19.3	630	0	5	609.5		1.4	11.8	2.1	879.0	14.7				
	70	35.5	30.5	27.0	25.2	24.4	20.2	585	20	25	687.5	15.7	13.0	9.4	1.4	972.8	13.9				
31-1 遠藤スギ 択伐天然林 収穫試験地 (択伐区)	80	37.5		26.3	28.2	23.0	550	0	35	815.0		20.2	12.7	1.7	1100.2	13.8					
	89	39.6		29.4	29.9	26.5	530	0	20	918.9		18.1	11.5	1.3	1204.1	13.5					
	100	21.6	18.2		15.2	13.6		668	679	0	284.0	197.8		9.0	2.9	481.8	4.8				
	105	21.5		15.7	14.3	11.6	755	0	8	329.0		10.1	9.0	2.6	571.8	5.2					
	110	23.3		14.8	15.2	10.4	709	0	64	374.0		0.5	5.8	1.5	606.8	5.2					
	116	24.5		10.5	15.9	7.7	699	0	11	409.1		4.0	7.1	1.7	642.3	5.3					
	121	24.9	44.9	16.2	16.7	12.4	656	24	18	396.0	48.5	6.7	3.2	0.8	677.2	5.1					
	132	27.3		15.8	15.6	10.8	639	0	33	430.9		2.6	5.0	1.1	727.3	5.1					
	142	27.0	41.9	17.0	15.1	9.5	552	77	15	362.6	118.4	9.4	8.6	2.1	813.0	5.3					
	152	29.5		16.0	17.8	9.8	530	0	47	448.2		1.2	6.9	1.5	847.6	5.4					
31-2 遠藤スギ 択伐天然林 収穫試験地 (無施肥区)	157	30.3		13.3	18.1	9.9	534	0	15	482.8		1.3	7.6	1.5	923.3	5.5					
	167	32.5		14.9	18.4	9.9	526	0	9	558.5		310.4	-49.2	-12.0	628.1	3.6					
	173	31.6		36.2	15.9	17.4	272	0	268	263.4		4.4	18.3	3.4	581.4	5.5					
	100	21.4		12.1	16.3	12.7	1118	0	0	489.7		29.2	4.2	0.7	602.4	5.5					
	105	20.9		12.8	15.6	11.5	1306	0	51	581.4		12.0	4.0	0.6	626.2	5.4					
	110	23.5		14.1	16.8	12.2	1067	0	239	602.4		18.4	2.6	0.4	639.4	5.3					
	116	24.9		15.9	17.5	13.7	980	0	87	626.2		16.8	3.5	0.5	677.6	5.1					
	121	26.0		15.0	18.3	11.8	910	0	70	639.4		18.8	5.1	0.7	728.6	5.1					
	132	28.7		16.1	18.3	11.6	815	0	95	677.6		19.1	6.3	0.8	791.6	5.2					
	142	31.8		22.0	19.1	12.2	712	0	102	728.6		4.8	-1.3	-0.2	785.1	5.0					
0.5867 ha	152	35.0		27.3	20.5	14.5	632	0	15	785.1		27.3	3.2	0.4	817.3	4.9					
	157	35.9		35.5	19.8	16.1	622	0	41	817.3		263.7	-58.3	-9.1	467.8	2.7					
	167	37.6			16.7	14.6	334	0	276	467.8											

Table 2. 試験地の経年成長データ (16/21)
Time-series growth data of the plots (Page 16 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)			平均樹高 Mean height (m)			本数 Number of trees (ha ⁻¹)			幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)			幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)			
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	定期平均 成長率 Periodic growth rate (%·yr ⁻¹)	総成長量 (総取量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
32-1 西又東又スギ 人工林収穫試験地 (施業区) 0.203 ha	10	9.6			7.4			3286	0	0	117.3			30.6	15.8	117.3	11.7
	15	12.5			11.0			3286	0	0	270.1			27.4	8.8	270.1	18.0
	18	15.2	11.5	6.6	13.1	11.7	6.6	1931	1335	20	253.0	99.2	0.3	24.0	8.7	352.2	19.6
	20	16.2		13.5	14.0	12.0	12.0	1926	0	5	301.1		0.5	23.1	6.4	400.3	20.0
	25	18.0			16.1			1926	0	0	416.5			18.8	4.3	515.7	20.6
	27	20.2	15.5	15.1	17.4	15.5	14.4	1232	685	10	345.7	108.5	1.5	25.1	6.5	553.4	20.5
	30	21.9		20.0	18.4	19.4	19.4	1227	0	5	420.9		1.5	17.5	3.8	628.6	21.0
	35	23.8			19.2			1227	0	0	508.2			28.7	4.9	715.9	20.5
	40	25.6			21.6			1227	0	0	651.6			13.8	2.0	928.4	20.6
	45	26.3			22.8			1227	0	0	720.7			28.2	3.5	1097.8	21.5
32-2 西又東又スギ 人工林収穫試験地 (対照区) 0.078 ha	51	28.1			24.7			1227	0	0	890.1			9.3	1.0	1144.2	20.4
	56	29.5	29.4	18.8	24.0	24.1	19.1	1182	20	25	921.7	14.9	7.0	31.0	13.1	158.9	14.4
	11	11.5			8.5			2782	0	0	313.7			38.5	10.4	429.1	22.6
	16	14.5		7.9	13.5	6.7	6.7	2744	0	38	429.1		0.8	30.1	6.6	489.4	23.3
	19	16.0			14.6			2744	0	0	489.4			23.7	4.3	607.8	23.4
	21	16.6		9.0	16.1	9.9	9.9	2705	0	38	607.8		1.6	20.7	3.1	711.3	22.9
	26	17.8		10.8	17.3	11.0	11.0	2590	0	115	711.3		7.4	17.9	2.4	782.9	22.4
	31	19.2		11.3	17.8	13.4	13.4	2577	0	13	782.9		1.0	28.1	3.3	923.2	23.1
	35	19.9		13.7	19.5	15.8	15.8	2538	0	38	923.2		4.9	17.2	1.8	1009.1	22.4
	40	20.8		8.6	21.5	13.9	13.9	2474	0	64	1009.1		3.3	26.5	2.4	1168.0	22.9
33-1 浅木原スギ 人工林収穫試験地 (1500本植栽、畧間伐 区) 0.227 ha	51	22.7			22.9	17.0	17.0	2385	0	90	1168.0		8.4	24.3	2.0	1289.7	23.0
	56	24.0		15.3	23.6	19.9	19.9	2282	0	103	1289.7		19.8	3.9	7.0	0.6	
	11	3.9			3.6			1308	0	0	26.4			7.1	14.9	69.0	3.1
	16	6.9		2.9	5.3	3.0	3.0	1300	0	48	69.0		0.1	10.5	5.3	167.0	5.1
	22	10.2	11.5	2.1	7.5	2.5	2.5	1282	0	22	121.5		0.0	9.0	4.6	221.0	5.7
	27	12.8		6.6	9.3	4.7	4.7	1273	0	9	167.0		0.1	7.6	3.5	262.9	6.0
	33	15.1		7.9	10.3	6.4	6.4	1225	0	53	221.0		1.9	8.4	5.4	344.1	7.0
	39	16.4			12.4			1225	0	0	262.9		0.9	16.2	5.4	344.1	7.0
	44	17.2		11.5	12.8	10.6	10.6	1211	0	13	262.9		0.9	16.2	5.4	344.1	7.0
	49	18.6		11.8	13.9	10.7	10.7	1211	0	13	344.1		0.9	16.2	5.4	344.1	7.0

Table 2. 試験地の経年成長データ (17/21)
Time-series growth data of the plots (Page 17 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)			
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	定期平均 成長率 Periodic growth rate (%·yr ⁻¹)	総成長量 (総取量) Total increment (ha ⁻¹)	年平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
33-2 浅木原スギ 人工林収穫試験地 (1500 本植栽、無間伐 区) 0.2 ha	11	3.2				3.2				1340	0	0		4.5				2.9	24.7	4.5	0.4
	16	6.0	1.0		1.5	4.8				1390	0	5		19.2				5.6	15.5	19.2	1.2
	22	9.3	1.3		2.0	6.8				1375	0	15		52.5				9.0	12.0	52.5	2.4
	27	11.7	2.8		3.3	8.8				1365	0	10		97.8				7.6	6.3	97.8	3.6
	33	13.7	7.0		5.6	10.0				1315	0	50		143.1				7.5	4.5	143.1	4.3
	39	15.1	3.8		3.8	11.5				1300	0	15		188.0				9.2	4.4	188.0	4.8
	44	16.1				12.5				1300	0	0		233.9				9.4	3.6	233.9	5.3
	49	17.2	14.0		12.5	13.7				1280	0	25		280.8				19.3	4.4	280.8	5.7
	33-3	11	3.6			3.4				5147	0	0		18.6				7.5	20.0	18.6	1.7
16	5.5	3.1		3.1	4.9				5224	0	103		55.9				11.9	13.0	55.9	3.5	
22	7.4	3.2		3.6	6.5				5181	0	69		127.0				15.1	8.8	127.0	5.8	
28	9.0	7.9		7.3	8.0				5112	0	78		217.5				12.0	3.9	217.5	7.8	
33	9.9	6.0		6.0	8.9				4957	0	155		270.7				10.4	2.8	270.7	8.2	
39	10.6				9.8				4957	0	0		342.4				19.3	4.4	342.4	8.8	
44	11.1	7.1		7.2	10.2				4862	0	95		394.2				23.7	7.7	394.2	9.0	
49	12.0	6.6		7.5	11.3				4750	0	147		490.7				9.1	19.6	490.7	10.0	
33-4	11	4.0			3.8				4806	0	0		23.7				15.7	13.5	23.7	2.2	
16	6.1	3.8		3.7	5.6				4669	0	145		69.2				20.1	9.4	69.2	4.3	
22	8.8	3.1		3.5	7.8				4347	0	323		163.6				17.1	5.4	163.6	7.4	
27	10.1	5.3		6.3	9.7				4298	0	48		263.9				16.5	4.0	263.9	9.8	
33	11.5	10.7		11.1	11.4				4000	0	298		366.6				13.2	2.6	366.6	11.1	
39	12.2	7.8		10.6	13.1				3976	0	24		465.6				19.9	3.4	465.6	11.9	
44	12.8	9.9		11.6	13.5				3887	0	89		531.7				7.4	16.7	531.7	12.1	
49	13.5	3.5		4.6	13.3				4065	0	8		631.3				5.0	24.8	631.3	12.9	
34-1	13	3.1			3.4				2377	0	0		7.7				13.8	12.4	7.7	0.6	
18	6.4	4.9		3.8	5.4				2396	0	6		32.5				14.6	7.7	32.5	1.8	
23	9.2	2.3		3.2	7.5				2299	0	97		77.4				12.6	4.7	77.4	3.4	
28	12.1	4.5		4.7	9.1				2260	0	39		146.6				13.2	2.6	146.6	5.2	
34	14.1	10.4		10.8	12.2				2097	0	162		234.0				16.7	4.7	234.0	6.9	
40	15.9	6.3		7.5	12.8				2065	0	32		309.9				13.2	2.6	309.9	7.7	
45	17.6	9.8		12.5	15.1				1935	0	130		393.2				16.7	4.7	393.2	8.7	
0.154 ha	51	19.3	10.0	13.2	16.0				1844	0	97		472.5				13.2	3.1	472.5	9.3	

Table 2. 試験地の経年成長データ (18/21)
Time-series growth data of the plots (Page 18 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)					
		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)		総成長量 (総取量) Total increment (ha ⁻¹)		年平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	平均胸高直径 Mean DBH (cm)	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	平均樹高 Mean height (m)	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	本数 Number of trees (ha ⁻¹)	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)	定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	総成長量 (総取量) Total increment (ha ⁻¹)	年平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)			
34-2 浅木原ヒノキ 人工林収穫試験地 (3000本植栽、畝間伐区) 0.196 ha	13	3.7				3.6						2694	0	0	10.2				6.2	24.2	10.2	0.8	
	18	6.8		3.5		5.7		3.6		26		2699	0	26	41.4			0.1	6.2	24.2	41.4	2.3	
	23	9.1		3.0		7.3		3.9		82		2617	0	82	84.3			0.3	8.6	13.7	84.3	3.7	
	28	11.5		4.4		9.0		5.6		87		2531	0	87	150.9			0.6	13.3	11.3	150.9	5.4	
	34	13.5		8.3		12.5		9.2		250		2281	0	250	250.7			9.8	16.6	8.3	250.7	7.4	
	40	14.9		11.7		14.2		12.9		97		2184	0	97	324.5			8.3	12.3	4.3	324.5	8.1	
35-1 下ル川スギ 人工林収穫試験地 (強度間伐区) 0.116 ha	45	15.8		11.4		15.3		13.9		10		2173	0	10	388.8			0.8	12.9	3.6	388.8	8.6	
	51	17.5		11.0		14.9		11.8		133		2082	0	133	446.8			10.7	9.7	2.3	446.8	8.8	
	14	14.5				11.3				0		2509	0	0	274.2				38.7	10.4	274.2	19.6	
	19	17.4		7.2		14.1		5.8		52		2457	0	52	467.8			0.8	38.7	10.4	467.8	24.6	
	23	22.8		11.1		18.6		16.4		362		1241	853	362	460.9	156.1		25.9	37.3	6.9	617.0	26.8	
	29	25.5				20.7				0		1241	0	0	629.0				28.0	5.1	785.2	27.1	
35-2 下ル川スギ 人工林収穫試験地 (無間伐区) 0.113 ha	34	29.8		22.4		23.7		21.8		0		879	362	0	660.4				36.3	5.0	966.8	28.4	
	40	32.2		36.6		26.0		26.7		0		862	17	0	813.8			2.4	29.0	3.9	1140.9	28.5	
	45	34.6		16.9		28.9		25.7		9		853	0	9	1003.1				37.9	4.2	1330.1	29.6	
	51	37.3				30.5				0		853	0	0	1200.4				32.9	3.0	1527.4	29.9	
	14	14.1				10.2				0		2469	0	0	236.0				36.2	11.1	236.0	16.9	
	19	17.2		8.1		13.2		6.6		62		2407	0	62	416.8			1.5	36.2	11.1	416.8	21.9	
35-3 下ル川スギ 人工林収穫試験地 (弱度間伐区) 0.106 ha	23	19.5		8.9		16.0		9.9		159		2248	0	159	572.6			6.0	38.9	7.9	572.6	24.9	
	29	22.1		12.2		19.5		14.2		239		2009	0	239	752.2			23.1	29.9	4.5	752.2	25.9	
	34	24.4		15.7		21.1		18.5		239		1770	0	239	848.6			44.2	19.3	2.4	848.6	25.0	
	40	25.8				24.4				0		1770	0	0	1088.3				39.9	4.1	1088.3	27.2	
	45	27.2		17.6		25.9		22.0		88		1681	0	88	1201.8			23.9	22.7	2.0	1201.8	26.7	
	51	29.3		21.6		27.3		24.2		204		1478	0	204	1274.1			88.9	12.1	1.0	1274.1	25.0	
35-3 下ル川スギ 人工林収穫試験地 (弱度間伐区) 0.106 ha	14	15.6				11.3				0		2189	0	0	272.7				42.3	11.2	272.7	19.5	
	19	19.1		10.9		14.4		8.1		57		2132	0	57	484.1			3.3	42.3	11.2	484.1	25.5	
	23	23.5		10.9		18.1		10.2		151		1349	632	151	520.3	127.0		9.2	40.8	7.2	647.3	28.1	
	29	26.2				21.9		15.9		0		1349	0	0	758.9				39.8	6.2	885.9	30.5	
	34	30.5		23.2		23.7		21.9		0		887	462	0	697.6	207.8			29.3	3.5	1032.4	30.4	
	40	33.1				26.3				0		887	0	0	886.5				31.5	4.0	1221.3	30.5	
45	35.6					29.1				0		887	0	0	1107.6				44.2	4.4	1442.5	32.1	
	37.5		31.2		30.4		29.5		9		877	0	9	1257.0			9.2	24.9	2.1	1591.8	31.2		

Table 2. 試験地の経年成長データ (19/21)
Time-series growth data of the plots (Page 19 of 21)

試験地 標準地面積 Site (Plot) Surveying area	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)			
		残存木 Remaining trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		残存木 Remaining trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		残存木 Remaining trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		残存木 Remaining trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees		定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	定期平均 成長率 Periodic growth rate (%·yr ⁻¹)	総成長量 (総取量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
35-4 下ル川スギ 人工林収穫試験地 (中齢度間伐区)	14	13.9				10.4				2236	0	0	214.1					34.0	11.4	214.1	15.3
	19	17.5		8.6		13.1		7.8		2154	0	81	384.3					34.0	11.4	384.3	20.2
	23	22.4	15.6	9.8		16.7	14.5	9.6		1228	772	154	402.2	119.3				34.3	7.6	521.5	22.7
	29	25.1				20.9				1228	0	0	613.9					35.3	6.9	733.2	25.3
	34	29.6	20.6			23.3	20.9			919	309	0	673.2	105.8				33.0	4.7	898.4	26.4
0.123 ha	40	32.5	29.9			25.9	25.3			797	122	0	765.7	97.2				31.6	4.1	1088.0	27.2
	45	34.7				28.5				797	0	0	944.1					35.7	4.2	1266.4	28.1
	51	37.2		27.4		30.4		27.0		797	0	24	1097.5	17.7				25.6	2.5	1419.8	27.8
36-1 下ル川ヒノキ 人工林収穫試験地 (若間伐区)	8	6.4				4.5				3090	0	0	32.7					18.5	23.4	32.7	4.1
	13	10.5		5.4		7.6		4.2		3065	0	25	125.2					21.4	12.0	125.2	9.6
	18	13.0		6.7		10.0		5.0		2975	0	90	232.3					22.0	7.7	232.3	12.9
	23	15.1		7.3		12.4		7.2		2745	0	230	342.5					14.2	3.6	342.5	14.9
	30	17.0		9.0		14.3		9.5		2485	0	260	441.9					17.0	3.5	441.9	15.1
0.2 ha	36	18.1		10.5		16.2		12.0		2385	0	100	543.9					27.3	5.0	543.9	14.4
	41	20.8	14.8			17.0	15.2	15.3		1630	705	50	490.2	101.4				18.7	2.8	700.7	15.6
	45	21.8				19.1		18.8		1630	0	0	599.3					18.7	2.8	831.4	16.0
	52	23.3		16.9		20.5		18.8		1615	0	15	730.0					18.7	2.8	831.4	16.0
	8	5.5				3.9				2495	0	0	18.0					12.1	25.0	18.0	2.2
36-2 下ル川ヒノキ 人工林収穫試験地 (B種間伐区)	13	9.8		3.9		6.7		3.2		2435	0	60	78.3					13.5	12.1	78.3	6.0
	18	12.1		6.3		8.9		4.8		2345	0	90	145.9					18.8	9.7	145.9	8.1
	23	15.4		6.9		11.5	8.5	5.9		1845	415	85	220.1	19.8				17.8	6.3	239.9	10.4
	30	19.5	13.1	11.9		14.4	12.9	12.3		1375	415	55	306.5	38.4				11.9	3.5	364.7	12.2
	36	21.3				14.8		17.1		1375	0	0	377.7					23.2	5.3	435.9	12.1
0.2 ha	41	23.2	22.0	20.4		17.6	17.4	17.1		1105	215	55	419.9	73.6				10.3	2.3	551.8	13.5
	45	24.2				18.0		19.1		1105	0	0	461.1					14.9	2.9	593.0	13.2
	52	26.0		24.3		19.4		19.1		1090	0	15	565.6					14.9	2.9	697.5	13.4
	8	3.3				3.0				2715	0	0	8.3					5.5	25.0	8.3	1.0
	13	6.5		5.4		5.0		4.5		2775	0	5	35.7					11.4	17.8	35.7	2.7
36-3 下ル川ヒノキ 人工林収穫試験地 (無間伐区)	18	9.5				7.2				2775	0	0	92.8					14.4	11.2	92.8	5.2
	23	11.9		3.8		8.9		4.0		2745	0	30	164.5					11.8	5.7	164.5	7.2
	30	13.9		4.7		10.3		4.6		2705	0	40	247.3					6.5	2.4	247.3	8.2
	36	15.3		8.4		10.1		6.7		2655	0	50	286.4					19.7	5.9	286.4	8.0
	41	16.3	10.2			12.7	9.5			2495	160	0	377.0	8.1				23.2	5.5	385.1	9.4
0.2 ha	45	17.0				14.6				2495	0	0	469.8					11.1	2.2	477.9	10.6
	52	18.8		10.7		15.8		12.0		2255	0	250	547.9					11.1	2.2	555.9	10.7

Table 2. 試験地の経年成長データ (20/21)
Time-series growth data of the plots (Page 20 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)									
		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		間伐木 Thinned trees		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		残存木 Remain- ing trees		間伐木 Thinned trees		枯死木 Dead trees		定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)		総成長量 (総取量) Total increment (ha ⁻¹)		年平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	
37-1 鬼神ヒノキ 人工林収穫試験地 (間伐区) 0.2 ha	13	8.8			5.8			4.6			2865	0	15	63.6			2865	0	15	63.6			12.7	13.3	63.6	4.9	
	18	12.0	9.3		5.8	7.1			4.6		2075	790	0	103.7	23.3		2075	790	0	103.7	23.3		12.7	13.3	127.0	7.1	
	23	14.0			8.9			9.4			2075	0	0	170.0			2075	0	0	170.0			13.3	9.7	193.3	8.4	
	28	14.8			8.9			9.4			2070	0	5	228.3	34.8		2070	0	5	228.3	34.8		11.7	5.9	251.7	9.0	
	33	16.7	12.9		14.3	11.8			13.2		1650	420	0	248.3			1650	420	0	248.3			11.0	4.3	306.4	9.3	
	40	18.1			16.5			15.0			1645	0	5	318.5			1645	0	5	318.5			10.0	3.5	376.6	9.4	
	45	19.5	17.5		14.9			14.7			1380	235	30	336.4	44.8		1380	235	30	336.4	44.8		12.6	3.6	439.3	9.8	
	52	21.3			14.9			16.4			1370	0	10	463.0			1370	0	10	463.0			18.1	4.5	565.9	10.9	
	37-2 鬼神ヒノキ 人工林収穫試験地 (比較区) 0.049 ha	13	7.8			13.7			13.3			3082	0	0	50.7			3082	0	0	50.7			15.6	3.3	531.6	10.2
		18	10.7			2.7			2.2			3061	0	20	117.6			3061	0	20	117.6			13.4	15.9	117.6	6.5
		23	12.7			5.6			5.4			3000	0	61	201.6			3000	0	61	201.6			16.8	10.5	201.6	8.8
		28	13.6			7.2			8.0			2959	0	41	271.1			2959	0	41	271.1			13.9	5.9	271.1	9.7
33		14.6			9.3			10.0			2878	0	82	340.3			2878	0	82	340.3			13.9	4.5	340.3	10.3	
40		16.3			11.1			11.9			2429	0	449	388.1			2429	0	449	388.1			6.8	1.9	388.1	9.7	
45		17.4			13.6			13.8			2163	0	265	422.1			2163	0	265	422.1			6.8	1.7	422.1	9.4	
52		20.0			13.7			17.8			1776	0	388	531.6			1776	0	388	531.6			15.6	3.3	531.6	10.2	
38 川添スギ 人工林収穫試験地 0.098 ha		13	6.9			13.7			13.3			3082	0	0	30.5			3082	0	0	30.5			10.8	18.8	30.5	2.3
		18	10.2			2.7			2.2			3082	0	20	117.6			3082	0	20	117.6			13.4	15.9	117.6	6.5
		23	14.0	10.4		5.6			5.4			3000	0	61	201.6			3000	0	61	201.6			16.8	10.5	201.6	8.8
		28	15.4			7.2			8.0			2959	0	41	271.1			2959	0	41	271.1			13.9	5.9	271.1	9.7
	33	18.3	15.9		9.3			12.7			2878	0	82	340.3			2878	0	82	340.3			13.9	4.5	340.3	10.3	
	40	16.3			11.1			11.9			2429	0	449	388.1			2429	0	449	388.1			6.8	1.9	388.1	9.7	
	45	17.4			13.6			13.8			2163	0	265	422.1			2163	0	265	422.1			6.8	1.7	422.1	9.4	
	52	20.0			13.7			17.8			1776	0	388	531.6			1776	0	388	531.6			15.6	3.3	531.6	10.2	
	39 小石原スギ 人工林収穫試験地 0.187 ha	13	6.9			13.7			13.3			3082	0	0	30.5			3082	0	0	30.5			10.8	18.8	30.5	2.3
		18	10.2			2.7			2.2			3082	0	20	117.6			3082	0	20	117.6			13.4	15.9	117.6	6.5
		23	14.0	10.4		5.6			5.4			3000	0	61	201.6			3000	0	61	201.6			16.8	10.5	201.6	8.8
		28	15.4			7.2			8.0			2959	0	41	271.1			2959	0	41	271.1			13.9	5.9	271.1	9.7
33		18.3	15.9		9.3			12.7			2878	0	82	340.3			2878	0	82	340.3			13.9	4.5	340.3	10.3	
40		16.3			11.1			11.9			2429	0	449	388.1			2429	0	449	388.1			6.8	1.9	388.1	9.7	
45		17.4			13.6			13.8			2163	0	265	422.1			2163	0	265	422.1			6.8	1.7	422.1	9.4	
52		20.0			13.7			17.8			1776	0	388	531.6			1776	0	388	531.6			15.6	3.3	531.6	10.2	
39 小石原スギ 人工林収穫試験地 0.187 ha		16	7.1			13.7			13.3			2770	0	0	32.0			2770	0	0	32.0			7.5	14.8	32.0	2.0
		21	9.4			6.8			2.8			2920	0	11	69.5			2920	0	11	69.5			10.1	10.7	69.5	3.3
		26	11.2			7.2			7.0			2920	0	0	120.0			2920	0	0	120.0			10.1	10.7	120.0	4.6
		31	12.6			8.6			8.6			2920	0	0	174.9			2920	0	0	174.9			11.0	7.4	174.9	5.6
	36	14.6	12.0		10.3	9.4					2203	717	0	202.7	43.5		2203	717	0	202.7	43.5		14.3	6.8	246.2	6.8	
	41	16.4			12.1			12.1			2203	0	0	295.9			2203	0	0	295.9			18.7	7.5	339.4	8.3	
	46	17.9			13.4			13.4			2203	0	0	385.3			2203	0	0	385.3			17.9	5.2	428.8	9.3	
	51	19.0			14.4			14.4		13.3	2144	0	59	448.4			2144	0	59	448.4			12.6	3.0	492.0	9.6	
	63	23.8	21.4		17.4	16.8					1369	775	0	524.4	238.1		1369	775	0	524.4	238.1		26.2	4.3	806.1	12.8	

Table 2. 試験地の経年成長データ (21/21)
Time-series growth data of the plots (Page 21 of 21)

試験地 (試験区) 標準地面積 Site (Plot) Surveying area	林齢 Age	平均胸高直径 Mean DBH (cm)				平均樹高 Mean height (m)				本数 Number of trees (ha ⁻¹)				幹材積合計 Stem volume (m ³ ·ha ⁻¹)				幹材積純成長量 Net volume increment (m ³)				
		残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remain- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	枯死木 Dead trees	定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	定期平均 成長率 Periodic growth rate (%·yr ⁻¹)	総成長量 (総取量) Total increment (ha ⁻¹)	年平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	
40 尾鈴ヒノキ 人工林収穫試験地 0.493 ha	43	16.9				12.4				1337	0	0	0	209.9				4.2	1.9	209.9	4.9	
	48	17.7		17.8	13.2	13.0				1290	0	47	0	230.8			7.8	4.2	1.9	230.8	4.8	
	54	19.1				13.8				1290	0	0	0	287.7				9.5	3.7	287.7	5.3	
	59	20.7		11.3	11.4	15.2				1201	0	89	0	331.4			6.9	8.7	2.8	331.4	5.6	
	68	23.3		13.5	13.4	17.6				1093	0	108	0	433.8			11.8	11.4	3.0	433.8	6.4	
	80	26.5		18.5	17.5	19.8				959	0	134	0	540.5			34.0	8.9	1.8	540.5	6.8	
	87	28.6		22.8	19.4	20.9				801	0	160	0	540.5			69.2	-0.0	-0.0	540.5	6.2	
	99	31.2		22.3	20.6	23.3				720	0	81	0	640.7			34.1	8.4	1.4	640.7	6.5	
	41 菊池水源スギ 人工林収穫試験地 0.205 ha	13	6.4				4.3				1707	0	0	14.9					18.3	30.1	14.9	1.1
		18	11.1				6.8				2707	0	0	106.3					31.1	16.9	106.3	5.9
23		15.3		14.8	10.2	10.1				1815	893	0	181.7	80.0				23.4	9.7	261.7	11.4	
28		18.2		6.1	8.7	13.1				1434	376	5	255.0	43.6			0.1	23.8	7.6	378.7	13.5	
33		19.9				16.1				1434	0	0	374.0					17.6	4.2	497.6	15.1	
38		21.4		13.5	14.4	17.6				1429	0	5	462.0			0.5		19.6	3.8	585.7	15.4	
43		22.6				19.0				1429	0	0	560.0					15.4	2.5	683.7	15.9	
49		24.0		19.8	18.2	20.5				1371	0	59	652.6			17.7		19.4	2.8	776.3	15.8	
54		25.1				21.7				1371	0	0	749.5					19.3	2.3	873.2	16.2	
64		27.2		25.7	21.6	24.5				1249	63	59	902.1	40.8		21.0		19.3	2.3	1066.6	16.7	

注) 残存木とは間伐木以外の生立木を指す、残存木・間伐木・枯死木の合計本数が前回の残存木本数を上回る場合があるのは、境界木による。
Remaining trees mean living trees except thinned trees. There is a case that a total number of remaining, thinned, and dead trees becomes more than the previous number of remaining trees when there were ingrowth trees.

Time-series data of the growth and yield experimental sites surveyed in FY2006-2010 (Growth and Yield Experiment Report No.25)

Kazuo HOSODA^{1)*}, Toshiro IEHARA²⁾, Gen TAKAO¹⁾, Tomohiro NISHIZONO¹⁾, Tomoaki TAKAHASHI²⁾, Satoshi ISHIBASHI³⁾, Masayoshi TAKAHASHI¹⁾, Naoyuki FURUYA³⁾, Eiji KODANI⁴⁾, Kunihiro TANAKA⁵⁾, Yasumasa HIRATA⁶⁾, Yasushi MITSUDA⁷⁾, Fumiaki KITAHARA⁸⁾, Hiroshi KONDO²⁾, Hideki SAITO¹⁾ and Makoto SANO¹⁾

Abstract

More than 180 permanent experimental sites in national forests all over Japan are managed for growth and yield study by FFPRI and Regional Forest Offices and have been surveyed at intervals of approximately 5–10 years. This article reports the time-series growth data of 74 plots at 41 sites, including *Cryptomeria japonica*, *Chamaecyparis obtusa*, *Larix kaempferi*, and *Abies sachalinensis* planted forests, for which the most recent survey was conducted between FY2006 and FY2010. To obtain precise growth data, each plot was surveyed in detail: every individual tree was identified by a unique number, and its condition (damaged, thinned, or dead) was recorded; the breast height was permanently marked with paint for measurement of the diameter at the same position; and the heights of all individuals were measured using a hypsometer. Moderate qualitative thinning has been performed in most plots, but some sites have plots with different planting densities or with different thinning intensities including an unthinned plot. Time-series growth data of these plots were used to construct and verify yield tables, to analyze thinning effects and growth characteristics of old-aged stands, and to adjust the parameters of system yield tables. Amid growing concerns regarding global warming, these data are increasingly used to evaluate carbon storage by planted forests and to adjust the parameters of process-based growth models.

Key words : growth and yield experimental site, permanent plot, planted forest, stand growth, national forest

Received 31 July 2014, Accepted 9 September 2014

1) Department of Forest Management, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Kyushu Research Center, FFPRI

3) Hokkaido Research Center, FFPRI

4) Tohoku Research Center, FFPRI

5) Kansai Research Center, FFPRI

6) Bureau of Climate Change, FFPRI

7) Faculty of Agriculture, University of Miyazaki

8) Shikoku Research Center, FFPRI

* Department of Forest Management, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 JAPAN; e-mail: khosoda@affrc.go.jp

研究資料 (Research record)

森林総合研究所多摩森林科学園の穿孔性甲虫類 (鞘翅目ホソカミキリムシ科・カミキリムシ科・タマムシ科・キクイムシ科)

松本 和馬^{1)*}、楨原 寛²⁾、栗原 隆³⁾、後藤 秀章⁴⁾、永野 裕⁵⁾

要旨

東京都八王子市の森林総合研究所多摩森林科学園で採集されたホソカミキリムシ科1種、カミキリムシ科120種、タマムシ科37種、キクイムシ科56種、合計214種の食材性甲虫類を記録した。記録された種には環境省のレッドリスト種1種、東京都のレッドリスト種21種が含まれていた。その他の希少種、最近の侵入種等特筆すべき種についても論議した。

キーワード：東京都、八王子市、甲虫、穿孔性、カミキリムシ科、タマムシ科、キクイムシ科

1. はじめに

森林総合研究所多摩森林科学園(東京都八王子市)は総面積57.1 haで、その大部分は樹林に被われている。これまで昆虫相に関する報告は、粘管目(Niijima 1971)、原尾目(Imadate 1974)、半翅目カイガラムシ類(河井1973)、鞘翅目の一部(岩田ら1991, 1993)、鱗翅目チョウ類(松本2006)、双翅目(松本ら2007)、蜻蛉目(松本2009)などの分類群について行われている。

筆者らの内、松本は1989年10月から1991年4月まで、および2000年4月から2012年4月まで多摩森林科学園の昆虫相の解明を目的として標本の採集、蓄積に努めてきた。楨原も1990年代以降たびたび樹幹穿孔性甲虫類を中心とした採集調査を多摩森林科学園で試み標本を蓄積して来た。両名と永野は2003年と2004年に誘引剤を用いたトラップによりホソカミキリムシ科、カミキリムシ科、タマムシ科、キクイムシ科の樹幹穿孔性甲虫類の採集を多摩森林科学園内のケヤキ林およびシラカシ林で行い、松本、楨原、永野がカミキリムシ科、松本、栗原がタマムシ科、後藤がキクイムシ科を同定した。ここではこのようにしてこれまでに得られた標本と森林総合研究所に保管されている標本に基づき、これらの科の記録種を報告する。なお、キクイムシ科 Scolytidae は Knizek and Beaver (2004) によりゾウムシ科 Curculionidae の亜科として扱われているが、ここでは従来の分類に従い独立

の科として扱う。また、キクイムシ科に近縁のナガキクイムシ科 Platypodidae は今までのところ科学園から記録されていない。

以下の目録に掲げる採集データは、上記の標本に基づくが、これ以外に文献上に報告された種がある場合はその文献を引用して別に示した。採集地はすべて多摩森林科学園(古い標本の場合は前身の林業試験場「浅川分室」または「浅川実験林」)の構内であるので省略したが、地名は東京都八王子市甘里町(1955年から1981年までは八王子市長房町、1954年以前は南多摩郡横山村下長房)である。採集者名は、松本によるものは"KM"、楨原によるものは"HM"、永野によるものは"HN"と略記した。その他の標本については判明する限り実名を漢字で記したが、漢字表記が不明な場合はラベルに記載された通りの表記法で実名を記し、ラベルに採集者名のないものについては「採集者不明」と記した。学名と和名は、タマムシ科については大桃ら(2013)、カミキリムシ科については長谷川ら(2007)に従うことを原則としたが、一部の種については同定者の判断によりこの限りではない。キクイムシ科については概ね後藤(2009)の通りであるが一部の種は最新の扱いに改めてある。属あるいは亜属や種群までの同定ができる単一個体のみ得られている標本、および同様の条件で複数種が混在していないと考えられる標本群は属名を表記して採録した。

原稿受付：平成26年8月7日 原稿受理：平成26年9月18日

1) 森林総合研究所東北支所

2) 千葉県いすみ市

3) 栃木県立博物館

4) 森林総合研究所九州支所

5) 自然環境研究センター

* 森林総合研究所東北支所 〒020-0123 岩手県盛岡市下厨川字鍋屋敷92-25

2. 標本目録

Disteniidae ホソカミキリ科

I. Distenia gracilis gracilis (Blessig, 1872)

ホソカミキリ

1♂, 15. VII. 1996, HM; 1♀, 1. VIII. 1996, HM; 1♂1♀, 19. VII. 2000, KM; 1♀, 13. VII. 2001, KM.

Cerambycidae カミキリムシ科

Prioninae ノコギリカミキリ亜科

I. Aegosoma sinicum sinicum White, 1853

ウスバカミキリ

1♂, 31. VII. 1990, KM; 1♂, 12. VIII. 1990, KM; 1♀, 16. VIII. 1995, HM; 1♂, 13. VIII. 1996, HM; 1♂, 28. VII. 1995, 石川敏雄; 1♀, 20. VII. 2004, KM; 1♂, 21. VII. 2005, KM; 1♀, 13. VIII. 2003, KM.

2. *Prionus insularis insularis* Motschulsky, 1857

ノコギリカミキリ

1♀, 12. VII. 1960, Enda; 1♂, 3. VII. 1968, Nobuo Enda; 1♂, 1. VII. 1995, 採集者不明; 1♂, 14. VII. 1995, 石川敏雄; 1♀, 18. VII. 2000, KM; 1♂, 19. VII. 2002, KM; 1♂, 24. VII. 2003, KM; 1♀, 16. VII. 2004, KM.

3. *Prionus sejunctus* Hayashi, 1959

ニセノコギリカミキリ

1♂1♀, 6. VIII. 1990, KM; 1♂, 11. VIII. 1990, KM; 1♀, 13. VIII. 1990, KM; 1♂1♀, 11. VIII. 1995, HM; 1♂, 16. VIII. 2000, KM.

4. *Psephactus remiger remiger* Harold, 1879

コバネカミキリ

1♂1♀, 27. VII. 1995, HM; 1♀, 13. VII. 2002, KM; 1♀, 24. VII. 2002, KM; 1♂, 12. VII. 2006, KM; 2♂♂, 18. IX. 2003, KM; 1♀, 13. VIII. 2003, KM; 1♂, 31. VII. 2003, KM; 2♂♂, 16. VII. 2004, KM; 2♂♂, 29. VII. 2004, KM; 1♂, 27. VIII. 2004, KM.

Spondylidinae クロカミキリ亜科

I. Spondylis buprestoides (Linnaeus, 1758)

クロカミキリ

1♂, 18. (月不明) 1961, N. Enda; 1♀, 18. IX. 1961, N. Enda; 1♂, VI. 1990, KM; 1♀, 13. VII. 1995, HM; 1♂, 20. IX. 1995, HM; 1♂, 29. XI. 2000, KM; 1♂, 24. VIII. 2001, KM; 1♂, 20. IX. 2001, KM; 1♀, 26. IX. 2001, KM; 1♂, 15. VII. 2003, KM; 1♂, 18. IX. 2003, KM; 1♀, 28. VIII. 2003, KM; 1♀, 3. X. 2003, KM; 1♂2♀♀, 2. VII. 2004, KM; 3♂♂2♀♀, 16. VII. 2004, KM; 2♂♂, 16. VIII. 2004, KM; 4♂♂1♀, 17. IX. 2004, KM; 1♂1♀, 30. IX. 2004, KM; 1♂, 15. X. 2004, KM.

2. *Arhopalus coreanus* (Sharp, 1905)

サビカミキリ

1♂1♀, 4. IX. 1961, Nobuo Enda; 1♀, 8. IX. 1961, Nobuo Enda; 1♀, 4. VIII. 1990, KM; 1♀, 13. VII. 1995, HM; 1♂, 20. IX. 1995, HM.

3. *Cephalallus unicolor* (Gahan, 1906)

ツシマムナクボカミキリ

1♀, 6. IX. 1995, HM; 2♀♀, 11. VII. 2000, KM.

4. *Asemum striatum* (Linnaeus, 1758)

オオマルクビヒラタカミキリ

1♂, 12. IV. 1962, 採集者不明.

Lepturinae ハナカミキリ亜科

I. Rhagium femorale N. Ohbayashi, 1994

ホンドニセハイイロハナカミキリ

1ex., 7. V. 2007, KM.

2. *Stenocorus (Eotoxotus) caeruleipennis* (Bates, 1873)

フタコブルリハナカミキリ

1♀, 29. V. 2003, KM.

3. *Toxotinus reinii* (Heyden, 1879)

モモグロハナカミキリ

1♀, 28. V. 1956, Y. Kato; 1♂, 18. V. 2000, KM; 1♀, 25. V. 2000, KM; 1♀, 21. V. 2003, KM; 1♂, 26. V. 2003, KM; 1♂, 18. V. 2007, KM.

4. *Gaurotes (Paragaurotes) doris* (Bates, 1884)

カラカネハナカミキリ

1♂, 12. IV. 1962, 採集者不明; 1♀, 17. VI. 1996, HM.

5. *Lemula decipiens* Bates, 1884

キバネニセハムシハナカミキリ

1ex, 17. VI. 1996, HM; 1♀, 28. IV. 2003, KM.

6. *Dinoptera (Dinoptera) minuta* (Gebler, 1832)

ヒナルリハナカミキリ

1♂, 8. V. 1996, HM; 1♀, 20. V. 1996, HM; 1♂3♀♀, 17. V. 2004, KM; 1♂2♀♀, 11. IV. 2005, KM; 1♂, 22. IV. 2005, KM.

7. *Pidonia (Pidonia) grallatrix* (Bates, 1884)

オオヒメハナカミキリ

1♀, 16. V. 1967, Nobuo Enda; 2♂♂, 21. IV. 1968, Nobuo Enda; 1♂, 25. V. 1968, 採集者不明; 1♀, 31. V. 1995, HM; 1♂, 28. VI. 1995, HM; 1♂2♀♀, 6. VI. 2003, KM; 3♂♂3♀♀, 26. VI. 2003, KM; 1♂2♀♀, 17. V. 2004, KM; 1♂1♀, 31. V. 2004, KM; 1♂2♀♀, 17. VI. 2004, KM.

8. *Pidonia (Omphalodera) puziloi* (Solsky, 1873)

フタオビヒメハナカミキリ

1♀, 17. VI. 1995, HM.

9. *Pidonia (Cryptopidonia) simillima* Ohbayashi et Hayashi, 1960

ニセヨコモンヒメハナカミキリ

1♀, 17. VI. 1996, HM.

10. *Pidonia (Cryptopidonia) amentata amentata* (Bates, 1884)

セスジヒメハナカミキリ

1♀, 21. IV. 1968, Nobuo Enda; 1♀, 1968, Nobuo Enda; 1♀, 10. V. 2000, KM; 1♂, 12. V. 2000, KM; 3♂♂2♀♀, 2. V. 2001, KM; 1♂1♀, 4. V. 2001, KM; 1♀, 6. V. 2003, KM.

11. *Anastrangalia scotodes scotodes* (Bates, 1873)

ツヤケシハナカミキリ

2♂♂1♀, 1968, Nobuo Enda; 1♀, 21. V. 1990, KM; 1♂, 17. V. 1995, HM; 1♀, 31. V. 1995, HM; 1♀, 28. V. 2003, KM; 1♀, 19. VI. 2003, KM; 1♂1♀, 26. VI. 2003, KM; 1♂1♀, 31. V. 2004, KM.

12. *Stictoleptura (Aredolpona) succedanea* (Lewis, 1879)

アカハナカミキリ

1♀, 16. VII. 1963, Nobuo Enda; 1♂1♀, 11. VIII. 1995, HM; 1♂1♀, 16. VII. 1997, Satoshi Shimano; 1♂, 7. VII. 1999, Yoshikatu Mizutani; 1♂, 11. VII. 2000, KM; 1♂, 12. VII. 2000, KM; 1♀, 19. VII. 2000, KM; 1♂, 27. VII. 2000, KM; 1♂, 18. VII. 2003, KM; 2♀♀, 31. VII. 2003, KM; 1♂, 13. VIII. 2003, KM; 1♂, 16. VII. 2004, KM; 1♀, 23. VII. 2004, KM; 3♂♂3♀♀, 29. VII. 2004, KM.

13. *Paranaspia anaspidoidea* (Bates, 1873)

ベニバハナカミキリ

1♂1♀, 28. VI. 1995, HM.

14. *Leptura modicenotata* Pic, 1901

ツマゲロハナカミキリ

1♂, 1968, Nobuo Enda; 1♀, 25. V. 1968, 採集者不明; 1♂1♀, 31. V. 1995, HM; 1♀, 24. V. 2000, KM; 1♀, 30. V. 2002, KM; 1♀, 6. VI. 2003, KM; 1♀, 26. VI. 2003, KM; 1♀, 31. V. 2004, KM; 1♀, 17. VI. 2004, KM; 1♂, 16. V. 2008, KM.

15. *Leptura dimorpha* Bates, 1873

ムネアカクロハナカミキリ

1♀, 21. V. 1990, KM; 1♂1♀, 17. V. 1995, HM.

16. *Leptura ochraceofasciata ochraceofasciata* (Motschulsky, 1861)

ヨツスジハナカミキリ :

1♀, 23. VI. 1964, Nobuo Enda; 1♀, 2. VII. 1990, KM; 1♂1♀, 28. VI. 1995, HM; 1♀, 29. VI. 1995, 石川敏雄; 1♀, 27. VI. 2001, KM; 1♀,

9. VI. 2002, KM; 1♂1♀, 26. VI. 2003, KM; 5♂♂6♀♀, 15. VII. 2003, KM; 1♀, 31. VII. 2003, KM; 1♀, 13. VIII. 2003, KM; 1♀, 15. VII. 2003, KM; 1♂, 17. VI. 2004, KM; 3♂♂2♀♀, 2. VII. 2004, KM; 2♂♂1♀, 16. VII. 2004, KM; 1♂1♀, 5. VII. 2005, KM; 1♀, 26. VI. 2007, KM.

17. *Macroleptura regalis* (Bates, 1884)

オオヨツスジハナカミキリ

1♀, 1. VIII. 1995, HM; 6♂♂, 29. VI. 1999, Tamotsu Kushida; 1♀, 29. VI. 1999, Katsuhiko Tabata; 1♀, 20. VII. 2000, KM; 1♀, 22. VII. 2005, KM; 1♀, 25. VII. 2008, KM.

18. *Parastrangalis nymphula* (Bates, 1884)

ニンフホソハナカミキリ

1♀, 16. V. 1967, Nobuo Enda; 1♂1♀, 1968, Nobuo Enda; 1♂, 18. V. 1990, KM; 17. V. 1995, HM; 1♂, 31. V. 1995, HM.

19. *Idiostrangalia contracta* (Bates, 1884)

ミヤマホソハナカミキリ

1♂, 15. VI. 1995, HM; 1♀, 28. VI. 1995, KM; 1♂, 15. VII. 2003, KM; 1♀, 31. V. 2004, KM; 1♂, 17. VI. 2004, KM.

Cerambycinae カミキリ亜科

1. *Neocerambyx raddei* (Blessig, 1872)

ミヤマカミキリ

1♂1♀, 25. VII. 1972, 石塚秀樹; 1♀, 13. VIII. 1996, HM; 1♂, 15. VIII. 2003, KM.

2. *Aeolesthes (Pseudaeolesthes) chrysothrix chrysothrix* (Bates, 1873)

キマダラミヤマカミキリ

1♂, 6. IX. 1995, HM; 1♂, 9. VI. 2002, KM; 1♂, 2. VII. 2004, KM; 2♂♂, 16. VII. 2004, KM; 1♀, 16. VIII. 2004, KM.

3. *Xystrocera globosa* (Olivier, 1795)

アオスジカミキリ

1♂, 27. VI. 2001, KM; 23♂♂36♀♀, 13~26. VI. 2001, KM.

4. *Allotraeus (Allotraeus) sphaerioninus* Bates, 1877

トビイロカミキリ

1♂, 15. VI. 1995, HM; 1♀, 16. V. 1997, Nobuo Enda.

5. *Stenygrinum quadrinotatum* Bates, 1873

ヨツボシカミキリ

1♀, 26. VI. 1947, Y. Kato.

6. *Stenodryas clavigera clavigera* Bates, 1873

アメイロカミキリ

1♀, V. 1982, HM; 1♀, 2. VI. 2001, KM; 1♂, 26. VI. 2003, KM; 1♂, 27. VI. 2003, KM.

7. *Ceresium sinicum* White, 1855
テツイロヒメカミキリ
1♀, 3. VII. 1996, HM.
8. *Stenhomalus cleroides* Bates, 1873
カッコウメダカカミキリ
1♀, 27.V. 1968, Nobuo Enda.
9. *Glaphyra (Glaphyra) gracilis* (Hayashi, 1949)
オダヒゲナガコバネカミキリ
1♂1♀, 6. V. 1982, HM.
10. *Glaphyra (Glaphyra) kojimai* (Matsushita, 1939)
コジマヒゲナガコバネカミキリ
1♂1♀, 6 V. 1982, HM.
11. *Dere thoracica* White, 1855
ホタルカミキリ
1♂, 16. V. 1967, Nobuo Enda; 1♀, 21. IV. 1968, Nobuo Enda;
1♂1♀, 16 V. 1967, Nobuo Enda; 1♂, 25. V. 2001, KM; 1♂, 6.
VI. 2003, KM.
12. *Rosalia (Rosalia) batesi* Harold, 1877
ルリボシカミキリ
2♂♂, 1. VIII. 1996, HM; 1♂, 28. VIII. 2000, KM; 1♀, 5. VII.
2001, KM; 1♂, 11. VII. 2001, HM; 1♀, 12. VII. 2001, KM; 1♀,
13. VII. 2001, KM; 1♂, 2. VII. 2004, KM; 1♂, 16. VII. 2004,
KM; 1♂, 23. VII. 2004, KM; 1♀, 11. VII. 2005, KM.
13. *Chloridolum (Leontium) viride* (Thomson, 1864)
ミドリカミキリ
1♂3♀♀, 26. V. 1968, 採集者不明; 1♀, 1968, Nobuo Enda;
1♂1♀, 6. V. 1982, HM.
14. *Schwarzerium quadricollis* (Bates, 1884)
アオカミキリ
2♀♀, 13. VII. 2005, KM.
15. *Purpuricenus (Sternoplistes) spectabilis* Motschulsky, 1857
ヘリグロベニカミキリ
1♂, 1967, Nobuo Enda; 1♀, 18. V. 1990, KM; 1♀, 18. V. 2001,
KM; 1♀, 21. V. 2003, KM; 1♀, V. 2005, KM; 1♀, 30.V. 2006,
KM.
16. *Purpuricenus (Sternoplistes) temminckii* (Guérin-Méneville,
1844)
ベニカミキリ
1♀, 23. IV. 1998, K. Sayama; 1♀, 8. V. 2001, KM; 1♂, 19. VI.
2001, KM; 1♀, 28. V. 2002, KM.
17. *Callidiellum rufipenne* (Motschulsky, 1860)
ヒメスギカミキリ
2♂♂, 19. IV. 1954, Y. Kato; 4♂♂2♀♀, 4. IV. 2002, KM;
1♂1♀, 11. IV. 2002, KM.
18. *Semanotus japonicus* (Lacordaire, 1869)
スギカミキリ
1♀, 21. IV. 1968, Nobuo Enda; 1♀, 13. IV. 2001, Y. Mizutani;
1♀, 5. VI. 2007, KM (死体拾得); 1♀, 17. IV. 2008, HN.
19. *Poecilium maaki viarius* Danilevsky, 1988
アカネカミキリ
1♂, 17. IV. 2002, KM.
20. *Phymatodes (Phymatodes) testaceus* (Linnaeus, 1758)
チャイロホソヒラタカミキリ
2♂♂1♀, 11. VI. 2010, Mitsuki Shimazu.
21. *Xylotrechus (Xyloclytus) chinensis kurosawai* (Fujita, 2010)
トラフカミキリ
1♀, 13. VI. 1967, Nobuo Enda.
22. *Xylotrechus (Xylotrechus) rufilius rufilius* Bates, 1884
クビアカトラカミキリ
1♀, 2. VII. 2004, KM.
23. *Xylotrechus (Xylotrechus) emaciatus* Bates, 1884
ニイジマトラカミキリ
1♂, 13. VII. 1990, KM; 1♂, 27. VII. 1995, HM; 1♀, 3. VII. 1996,
HM; 1♂, 19. VII. 2000, KM; 1♀, 30. VII. 2000, KM; 1♀, 12. VII.
2001, KM; 1♂, 12. IX. 2001, KM; 1♂, 3. IX. 2002, KM; 3♂♂1♀,
15. VII. 2003, KM; 1♂1♀, 13. VIII. 2003, KM; 2♂♂1♀, 28. VIII.
2003, KM; 2♂♂1♀, 18. IX. 2003, 採集者不明; 8♂♂1♀, 2. VII.
2004, KM; 4♂♂ 5♀♀, 16. VII. 2004, KM; 1♂, 23. VII. 2004,
KM; 3♂♂2♀♀, 29. VII. 2004, KM; 1♀, 27. VIII. 2004, KM.
24. *Xylotrechus (Xylotrechus) pyrrhoderus pyrrhoderus* Bates,
1873
ブドウトラカミキリ
1♂, 5. X. 1995, HM; 1♀, 20. IX. 1995, HM; 1♂1♀, 26. VI. 2003,
KM; 2♂♂, 13. VIII. 2003, KM; 1♀, 17. VI. 2004, KM; 1♀, 2.
VII. 2004, KM; 1♀, 16. VIII. 2004, KM; 1♀, 30. IX. 2004, KM.
25. *Xylotrechus (Xylotrechus) cuneipennis* (Kraatz, 1879)
ウスイロトラカミキリ
1♂, 17. VI. 1996, HM; 1♀, 15. VII. 1996, HM; 1♂, 31. V.
2004, KM; 2♂♂4♀♀, 2. VII. 2004, KM; 1♂, 29. VII. 2004,
KM; 2♂♂, 16. VIII. 2004, KM; 1♀, 17. IX. 2004, KM.

26. *Cyrtoclytus caproides caproides* (Bates, 1873)

キスジトラカミキリ

1♂, 12. VII. 1990, Nobuo Enda; 1♀, 31. V. 1995, HM.

27. *Clytus auripilis* Bates, 1884

キンケトラカミキリ

6♂♂4♀♀, 21. IV. 1968, Nobuo Enda; 2♂♂, 22. IV. 2004, em., KM; 1♂, 13. V. 2004, em., KM; 1♀, 15. V. 2004, em., KM; 2♀♀ 29. IV. 2005, em., KM; 6♂♂1♀, IV. 2005, em., KM; 3♂♂6♀♀, V. 2005, em., KM; 1♂1♀, 8. V. 2008, HN.

28. *Chlorophorus japonicus* (Chevrolat, 1863)

エグリトラカミキリ

1♀, 4. VI. 1956, Y. Kato 1♀, 15. VII. 1996, HM; 1♀, 31. V. 2004, KM; 1♂, 17. VI. 2004, KM; 1♂1♀, 2. VII. 2004, KM.

29. *Rhaphuma xenisca* (Bates, 1884)

ホソトラカミキリ

1♂, 22. VI. 1961, N. Enda; 1♀, 3. VII. 1996, HM.

30. *Rhaphuma diminuta diminuta* (Bates, 1874)

ヒメクロトラカミキリ

1♀, 8. V. 1996, HM.

31. *Grammographus notabilis notabilis* (Pascoe, 1862)

キイロトラカミキリ

1♀, 18. VI. 1949, T. Joraku; 2♂♂1♀, 20. V. 1968, Nobuo Enda; 1♀, 21. V. 1968, Nobuo Enda; 1♀, 13. VII. 1995, HM; 2♂♂, 15. VI. 2000, KM; 1♀, 6. VI. 2003, KM; 1♂, 19. VI. 2003, KM; 1♀, 31. V. 2004, KM; 1♀, V. 2005, em., KM; 1♀, 2. VII. 2004, KM.

32. *Demonax transilis* Bates, 1884

トゲヒゲトラカミキリ

1♂1♀, 25. V. 1968, 採集者不明; 1♀, 31. V. 1995, HM; 1♂, 28. VI. 1995, HM; 1♀, 12. V. 2000, KM; 1♀, 25. V. 2000, KM; 1♀, 12. V. 2001, KM; 1♂, 11. VI. 2002, KM; 1♀, 24. VI. 2002, KM; 1♀2exs., 6. VI. 2003, KM; 1♂, 19. VI. 2003, KM; 1♂, 27. VI. 2003, KM; 3exs., 26. VI. 2003, KM; 1♂2exs., 15. VII. 2003, KM; 1♂1♀, 31. V. 2004, KM; 2♂♂, 17. VI. 2004, KM; 1♂1♀, 2. VII. 2004, KM; 1♀, 16. VII. 2004, KM; 1♀, 5. VII. 2005, KM.

33. *Paraclytus excultus* Bates, 1884

シロトラカミキリ

1♀, 16. V. 1967, Nobuo Enda; 1♀, 26. V. 1968, Nobuo Enda; 1♂, 26. V. 1968, Nobuo Enda; 1♀, 3. VII. 1996, HM.

34. *Anaglyptus (Anaglyptus) niponensis* Bates, 1884

トガリバアカネトラカミキリ

1♂1♀, 26. V. 1968, Nobuo Enda; 2♂♂3♀♀, 21. XI. 1967, 採集者

不明; 1♂, 31. V. 1995, HM; 1♀, 28. VI. 1995, HM; 1♀, 9. V. 2000, KM; 1♂, 17. V. 2003, KM; 2♂♂, 6. VI. 2003, KM; 2♂♂, 19. VI. 2003, KM; 3♂♂2♀♀, 26. VI. 2003, KM; 1♂1♀, 15. VII. 2003, KM; 1♀, 22. IV. 2004, KM; 2♂♂2♀♀, 17. V. 2004, KM; 3♂♂7♀♀, 31. V. 2004, KM; 8♂♂8♀♀, 17. VI. 2004, KM; 2♂♂1♀, 2. VII. 2004, KM; 1♀, 31. V. 2005, KM; 1♂, V. 2005, em., KM; 1♀, 28. V. 2007, KM.

35. *Anaglyptus (Akajimatora) bellus bellus* Matsumura et Matsushita, 1933

アカジマトラカミキリ

1♂, 1. IX. 1994, HM; 1♀, 20. IX. 2000, KM; 1♀, 6. X. 2000, KM; 2♀♀, 26. X. 2000, KM; 1♂, 4. X. 2002, KM; 1♂, 11. IX. 2003, KM; 1♂, 6. IX. 2004, em., KM; 2♂♂1♀, 12~14. IX. 2004, KM; 1♀, 15. IX. 2004, em., KM; 1♂4♀♀, 17. IX. 2004, KM; 1♀, 18~19. IX. 2004, em., KM; 1♀, 30. IX. 2004, KM; 1♂, 1. X. 2004, KM; 1♂1♀, 26. VIII. 2005, em., KM; 1♂1♀, 9. IX. 2005, em., KM.

Lamiinae フトカミキリ亜科

1. *Falsomesosella (Falsomesosella) gracilior* (Bates, 1884)

シロオビゴマフカミキリ

1♀, 15. VII. 1996, HM; 1♀, 28. V. 2002, KM; 1♂, 9. VI. 2002, KM; 1♂, 29. VI. 2002, KM.

2. *Mesosa (Mesosa) mediofasciata* Breuning, 1942

ヨツボシシロオビゴマフカミキリ

1ex., 19. VIII. 1952, 採集者不明; 1♂, 19. XII. 1952, 採集者不明; 1♂, 30. IX. 2004, KM.

3. *Mesosa (Mesosa) japonica* Bates, 1873

ゴマフカミキリ

1♂, 15. VII. 1996, HM; 1♀, 16. IV. 2002, KM.

4. *Mesosa (Perimesosa) hirsuta hirsuta* Bates, 1884

カタシロゴマフカミキリ

1♀, 1. VIII. 1996, HM; 1♂1♀, 12. VII. 2000, KM; 1♀, 19. VII. 2000, KM; 1♀, 15. VIII. 2000, KM; 1♀, 10. VII. 2001, KM; 1♂, 8. VIII. 2002, KM; 1♂, 20. VII. 2004, KM; 1♂, 30. VII. 2004, KM.

5. *Mesosa (Aplocnemia) longipennis* Bates, 1873

ナガゴマフカミキリ

1♀, 27. VII. 1995, HM; 1♂, 1. VIII. 1996, HM; 1♀, 13. VIII. 2003, KM; 1♀, 2. VII. 2004, KM; 1♂, 16. VIII. 2004, KM; 1♂, 29. VIII. 2004, KM.

6. *Asaperda agapanthina* Bates, 1873

シナノクロフカミキリ

1♀, 3. VII. 1996, HM; 1♂, 28. VI. 1995, HM; 1♂, 25. V. 2000, KM; 1♂, 25. V. 2001, KM; 1ex., 20. V. 2003, KM; 1♀, 2. VII. 2003, KM; 1♂1♀, 6. VI. 2003, KM; 1ex., 15. V. 2005, KM.

7. *Asaperda rufipes* Bates, 1873

キクスイモドキカミキリ

1♂, 27. V. 1968, Nobuo Enda.

8. *Microlera ptinoides* Bates, 1873

ヒシカミキリ

1♂1♀, 27. V. 1968, Nobuo Enda; 1♂, 8. VI. 2001, KM.

9. *Sybra (Sybrodiboma) subfasciata subfasciata* (Bates, 1884)

シロオビチビカミキリ

1♀, 17. IX. 2004, KM.

10. *Aulaconotus pachypezoides* Thomson, 1864

タテジマカミキリ

1♂, 15. VIII. 2006, em., KM

11. *Pterolophia (Pterolophia) angusta* (Bates, 1873)

マルモンサビカミキリ

1♀, 31. V. 1995, HM; 1♀, 5. X. 1995, HM.

12. *Pterolophia (Pterolophia) zonata* (Bates, 1873)

アトジロサビカミキリ

1♀, 24. VI. 1954, Y. Kato; 1♀, 4. VII. 1964, Nobuo Enda; 1♀, 11. VI. 1990, KM; 1♀, 2. VII. 1990, KM; 1♀, 1990, KM; 1♀, 13. VII. 1995, HM; 1♀, 30. VII. 2000, KM; 1♂, 27. VI. 2003, KM; 1♀, 5. VII. 2003, KM; 1♀, 15. VII. 2003, KM; 1♂1♀, 2. VII. 2004, KM; 1♂2♀, 16. VII. 2004, KM; 2♂♂3♀♀, 29. VII. 2004, KM; 1♂, 16. VIII. 2004, KM; 1♀, 27. VIII. 2004, KM.

13. *Pterolophia (Pterolophia) caudata caudata* (Bates, 1873)

トガリシロオビサビカミキリ

2♀♀, 27. V. 1968, Nobuo Enda; 1♀, 13. VII. 1990, KM; 1♀, 28. VI. 1995, HM; 1♂, 16. VIII. 1995, HM; 1♂, 16. VII. 1997, Satoshi Shimano; 1♀, 27. VI. 2003, KM.

14. *Pterolophia (Pterolophia) granulata* (Motschulsky, 1866)

アトモンサビカミキリ

1♀, 26. IV. 1955, Y. Kato; 1♂, 18. V. 2001, KM; 1♂1♀, 30. IV. 2003, KM; 1♂, 3. VI. 2003, KM; 1♀, 19. VI. 2003, KM; 1♂, 20. VII. 2004, KM.

15. *Pterolophia (Ale) jugosa jugosa* (Bates, 1873)

ナカジロサビカミキリ

1♂1♀, 15. VII. 1995, HM; 1♂, 15. IX. 2001, KM; 1♀, 10. IX. 2004, KM; 1♀, IV. 2005, KM; 1♀, 27. III. 2008, KM.

16. *Pterolophia (Hylobrotus) annulata* (Chevrolat, 1845)

ワモンサビカミキリ

1♂, 23~27. V. 2003, KM.

17. *Niphona (Niphona) furcata* (Bates, 1873)

ハイイロヤハズカミキリ

1♀, 4. VI. 1996, HM; 1♂, 3. VII. 1996, HM; 1♂, 17. IV. 2002, KM.

18. *Monochamus (Monochamus) alternatus endai* Makihara, 2004

マツノマダラカミキリ

1♂, 22. VI. 1961, 採集者不明; 1♂, 6. VII. 1963, Nobuo Enda; 1♂, 30. VII. 1963, Nobuo Enda; 1♀, 11. VIII. 1995, HM; 1♂2♀♀, 12~15. VI. 2000, KM; 1♂, 28. VI. 2000, KM; 1♀, 13. VIII. 2003, KM; 1♀, 27. VIII. 2004, KM.

19. *Monochamus (Monochamus) grandis* Waterhouse, 1881

ヒゲナガカミキリ

4♂♂1♀, 12. VII. 1960, Nobuo Enda; 1♀, 14. VII. 1960, Enda; 1♀, 24. VIII. 1960, Nobuo Enda; 1♀, 25. VII. 1963, Nobuo Enda; 1♂, 18~19. VII. 1996, em., HM; 1♂, 12. VII. 2001, KM; 1♀, 14. IX. 2001, KM; 1♂, 10. VIII. 2005, KM.

20. *Monochamus (Monochamus) subfasciatus subfasciatus* (Bates, 1873)

ヒメヒゲナガカミキリ

1♂, 26. VII. 2000, KM; 1♂, 18. V. 2001, KM; 1♂1♀, 25. V. 2001, KM; 1♀, 10. VI. 2003, KM; 1♀, 14. VII. 2003, KM; 1♀, 3. VII. 2004, KM.

21. *Anoplophora malasiaca* (Thomson, 1865)

ゴマダラカミキリ

1♀, 24. VIII. 1960, Nobuo Enda; 1♀, 22. VI. 1961, 採集者不明; 1♂, 7. VII. 1961, Nobuo Enda; 1♀, 16. VII. 1997, 島野智之; 1♂, 30. VI. 2003, KM.

22. *Acalolepta luxuriosa luxuriosa* (Bates, 1873)

センノキカミキリ

1♀, 1. VIII. 1996, HM.

23. *Acalolepta fraudatrix fraudatrix* (Bates, 1873)

ビロウドカミキリ

1♀, 13. VII. 1951, T. Ogawa; 1♂, 12. VII. 1960, Enda; 2♂♂, 7. VII. 1961, Nobuo Enda; 2♂♂, 12. VII. 1961, Nobuo Enda; 1♂, 7. VII. 1962, 採集者不明; 1♀, 30. VII. 1963, Nobuo Enda; 1♂, 12. IV. 1964, 採集者不明; 1♂1♀, 10. VII. 1971, 採集者不明; 1♀, VIII. 1990, KM; 2♀♀, 2. VIII. 1990, KM; 1♂, 12. VII. 1995, HM; 1♀, 10. VII. 2000, KM; 1♀, 16. VII. 2002, KM; 26. VI. 2003, KM; 1♀, 13. VIII. 2003, KM; 1♀, 29. VII. 2004, KM; 2♂♂1♀, 5. VII. 2005, KM; 1♂1♀, 17. VII. 2005, KM.

24. *Acalolepta kusamai* Hayashi, 1969

チャイロヒゲビロウドカミキリ

1♂, 11. VIII. 1995, HM.

25. *Acalolepta sejuncta sejuncta* (Bates, 1873)
ニセビロウドカミキリ
1♀, 13. VII. 1995, HM; 1♂, 27. VII. 1995, HM; 1♂, 24. VII. 2003, KM; 1♀, 2. VII. 2004, KM; 1♂, 16. VII. 2004, KM; 1♂, 29. VII. 2004, KM.
26. *Uraecha bimaculata bimaculata* Thomson, 1864
ヤハズカミキリ
2♀♀, 15. VI. 1995, HM; 1♂, 15. VII. 2003, KM; 1♂, 18. IX. 2003, KM; 3♀♀, 29. VII. 2004, KM; 1♂, 27. VIII. 2004, KM; 1♂1♀, 6. VII. 2006, KM; 2♀♀, 7. VII. 2006, KM; 1♂, 23. VII. 2006, KM.
27. *Psacotha hilaris hilaris* (Pascoe, 1857)
キボシカミキリ
1♂, 4. IX. 1990, KM; 1♀, 19. IX. 1995, HM; 1♂, 9. VIII. 2000, KM; 1♀, 14. IX. 2000, KM; 1♂, 23. X. 2001, KM; 1♀, 31. VII. 2003, KM; 1♀, 20. VIII. 2003, KM; 1♂, 19. VIII. 2004, KM.
28. *Xenicotela pardalina* (Bates, 1884)
チャボヒゲナガカミキリ
1ex., 3. VII. 1996, HM; 1ex. 15. VII. 1996, HM; 1♀, 15. VII. 2003, KM; 2♂♂1♀, 2. VII. 2004, KM; 1♂, 29. VII. 2004, KM.
29. *Apriona japonica* Thomson, 1878
クワカミキリ
1♂1♀, 31. VII. 1990, KM; 1♂, 26. VII. 2000, KM; 1♀, 3. VIII. 2005, KM.
30. *Batocera lineolata* Chevrolat, 1852
シロスジカミキリ
1♀, 28. V. 2002, KM; 1♂, 5. VII. 2002, KM.
31. *Rhodopina lewisii lewisii* (Bates, 1873)
セミスジコブヒゲカミキリ
1♀, 6. VII. 1995, 石川敏雄; 1♂, 2. VII. 2004, KM; 2♂♂, 16. VII. 2004, KM.
32. *Rhopaloscelis unifasciatus* Blessig, 1873
ヒトオビアラゲカミキリ
1ex., 3. VII. 1996, HM; 1♂, 24. V. 2000, KM.
33. *Rhopaloscelis maculatus* Bates, 1877
フタモンアラゲカミキリ
1ex., 6. IX. 1995, HM; 1♂1♀, VI. 2007, em., KM.
34. *Arhopaloscelis bifasciatus* (Kraatz, 1879)
フタオビアラゲカミキリ
1♂, VI. 2007, em., KM.
35. *Graphidessa venata venata* Bates, 1884
クモノスモンサビカミキリ
1ex., 17. VI. 1996, HM.
36. *Mimectatina divaricata divaricata* (Bates, 1884)
ドイカミキリ
1ex., 17. V. 1995, HM; 1♀, 5. VI. 2003, KM.
37. *Pogonocherus seminiveus* Bates, 1873
ネジロカミキリ
1ex., 5. IV. 2012, KM.
38. *Acanthocinus orientalis* Ohbayashi, 1939
ヒゲナガモモフトカミキリ
1♂, 8. VII. 1968, Nobuo Enda; 1♀, 9. VII. 1968, Nobuo Enda.
39. *Leiopus stillatus* (Bates, 1884)
ゴマダラモモフトカミキリ
1♂, 22. VI. 1961, N. Enda; 1♂, 25. VI. 1963, Nobuo Enda; 2♂♂1♀, 11. VII. 1963, Nobuo Enda; 1♀, 15. VII. 1963, Nobuo Enda; 1♂, 20. VII. 1963, Nobuo Enda.
40. *Exocentrus testudineus* Matsushita, 1931
キッコウモンケシカミキリ
1ex., 15. VI. 1995, HM.
41. *Exocentrus galloisi* Matsushita, 1933
ガロアケシカミキリ
1♂, 6. VII. 2006, KM.
42. *Exocentrus lineatus* Bates, 1873
アトモンマルケシカミキリ
1♂, 11. VIII. 1990, KM; 1ex., 13. VII. 1995, HM; 1ex., 15. VII. 1996, HM.
43. *Exocentrus guttulatus* Bates, 1873
シラオビゴマフケシカミキリ
1ex., 16. VI. 1996, em., HM.
44. *Saperda tetrastigma* Bates, 1879
ムネモンヤツボシカミキリ
1♀, 2. VII. 2004, KM;
45. *Eutetrappa ocelota* (Bates, 1873)
ヤツメカミキリ
1♀, 28. V. 1950, N. Gokan; 1ex., VI. 1990, KM; 2♀♀, 13. VII. 2001, KM; 1♂, 27. VII. 2001, KM; 1♀, 27. VI. 2003, KM; 1♀, 31. V. 2004, KM; 1♀, 19. VI. 2004, KM.
46. *Pareutetrappa eximia* (Bates, 1884)
フチグロヤツボシカミキリ
1♂, 2. VII. 2004, KM.

47. *Cagosima sanguinolenta* Thomson, 1864

ハンノキカミキリ

1♀, 27. V. 1959, S. Nagai.

48. *Paraglenea fortunei* (Saunders, 1853)

ラミーカミキリ

1♂, 16. VII. 1997, 水谷吉勝; 1♂, 24. V. 2000, KM; 1♂, 25. V. 2000, KM; 1♀, 6. VI. 2000, KM; 2♀♀, 7. VI. 2000, KM; 1♀, 11. VI. 2001, KM; 1♀, 26. VI. 2001, KM; 1♂1♀, 27. VI. 2001, KM; 1♂, 10. VII. 2001, KM; 1♀, 24. VI. 2002, KM; 1♂, 31. VII. 2003, KM; 2♂♂, 2. VII. 2004, KM; 1♀, 29. VIII. 2004, KM.

49. *Praolia citrinipes citrinipes* Bates, 1884

ヒゲナガヒメルリカミキリ

1ex., 15. VII. 1996, HM; 1ex., 6. VI. 2003, KM; 1♀, 16. VII. 2004, KM.

50. *Menesia flavotecta* Heyden, 1886

オニグルミノキモンカミキリ

1♀, 3. VI. 1965, Nobuo Enda; 1♂, 3. VII. 1996, HM.

51. *Glenea (Glenea) relictata relictata* Pascoe, 1868

シラホシカミキリ

1ex., 28. VI. 1995, HM; 1♀, 7. VI. 2000, KM; 1♂, 15. VI. 2000, KM; 1♂, 19. VII. 2000, KM; 1♂, 19. VI. 2003, KM; 1♂, 17. VI. 2004, KM; 1♀, 2. VII. 2004, KM; 1♂, 16. VII. 2004, KM; 1♂, 20. VII. 2004, KM; 1♂, 23. VII. 2004, KM.

52. *Eumecocera trivittata* (Breuning, 1947)

セミスジニセリンゴカミキリ

1ex., 17. VI. 1996, HM.

53. *Epiglenea comes comes* Bates, 1884

ヨツキボシカミキリ

2♀♀, 27. V. 1968, Nobuo Enda; 1ex. 28. VI. 1995, HM; 1ex., 3. VII. 1996, HM; 3♂♂, 19. VI. 2003, KM.

54. *Nupserha marginella* (Bates, 1873)

ヘリゲロリンゴカミキリ

1♂, 13. VII. 2002, KM.

55. *Oberea (Oberea) hebescens* Bates, 1873

ヒメリンゴカミキリ

1ex., 31. V. 1995, HM; 1♂, 7. VI. 2000, KM; 1♀, 10. V. 2001, KM; 1♀, 12. V. 2002, KM.

56. *Oberea (Oberea) japonica* (Thunberg, 1787)

リンゴカミキリ

1♀, 12. VII. 2001, KM; 1♂, 3. VI. 2003, KM; 1♀, 25. VII. 2007, KM.

Buprestidae タマムシ科

Chrysochroinae ルリタマムシ亜科

1. *Chrysochroa fulgidissima fulgidissima* (Schöherr, 1817)

ヤマトタマムシ

1ex., 12. VII. 2000, KM; 1ex., 16. VII. 2000, KM; 1ex., 9. VIII. 2000, KM; 1ex., 18. VIII. 2000, KM; 1ex., 14. VII. 2003, KM; 1ex., 23. VII. 2004, KM.

2. *Chalcophora japonica japonica* (Gory, 1840)

ウバタマムシ

1ex., 27. V. 1957, Akira Nobuchi; 1ex., 5. VI. 2000, T. Ishikawa; 1ex., 11. IV. 2001, 林典子; 1ex., 16. XI. 2002, KM.

3. *Lamprodila (Palmar) vivata* (Lewis, 1893)

マスダクロホシタマムシ

1ex., 3. VII. 1996, HM; 1ex., 29. VI. 2002, KM; 3exs., 19. VI. 2003, KM.

Buprestinae クロタマムシ亜科

1. *Buprestis (Buprestis) haemorrhoidalis japonica* Saunders, 1873

クロタマムシ

1ex., 23. VII~5. VIII. 1997, HM; 1ex., 21. VIII~3. IX. 1997, HM.

2. *Eurythyrea tenuistriata* Lewis, 1893

アオタマムシ

1ex., 18. VII. 2000, 林典子.

3. *Anthaxia (Haplantaxia) proteus* Saunders, 1873

ヒメヒラタタマムシ

1ex., 14. V~11. VI. 1997, HM; 24exs., 14. V~11. VI. 1997, HM; 8exs., 11~27. VI. 1997, HM; 2 exs., 11~23. VII. 1997, HM; 4exs., 11~23. VII. 1997, HM; 1♀, 31. V. 2004, KM.

4. *Chrysobothris succedanea* Saunders, 1873

ムツボシタマムシ

1ex., 1. VIII. 1996, HM; 1ex., 11~23. VII. 1997, HM; 1ex., 19. VI. 2003, KM; 1ex., 31. VII. 2003, KM.

Agrilinae ナガタマムシ亜科

1. *Agrilus asiaticus* Kerremans, 1898

オオウグイスナガタマムシ

1ex., 28. V. 2002, KM; 1ex., 19. VI. 2003, KM.

2. *Agrilus cyaneoniger* Saunders, 1873

クロナガタマムシ

1ex., 19. VI. 2003, KM.

3. *Agrilus daimio* Obenberger, 1936
ダイミョウナガタマムシ
2exs., 14. V~11. VI. 1997, HM; 1ex., 27. VI~11. VII. 1997, HM; 1ex.,
11~23. VII. 1997, HM; 15exs., 6 VI. 2003, KM; 1ex., 26. VI. 2003, KM.
4. *Agrilus discalis* Saunders, 1873
ヒシモンナガタマムシ
1ex., 6~30. IV. 1997, HM; 2exs., 30. IV~14. V. 1997, HM.
5. *Agrilus marginicollis* Saunders, 1873
ブドウナガタマムシ
1ex., 11~27. VI. 1997, HM; 1ex., 27. VI~11. VII. 1997, HM;
5exs., 11~23. VII. 1997, HM; 1ex., 23. VII~5. VIII. 1997, HM;
1 ♀, 6 VI. 2003, KM.
6. *Agrilus pilosovittatus* Saunders, 1873
シラケナガタマムシ
1ex., 11~27. VI. 1997, HM.
7. *Agrilus ribbei* Kiesenwetter, 1879
ホソアシナガタマムシ
1ex., 11. VI. 2002, KM.
8. *Agrilus sospes* Lewis, 1893
シロテンナガタマムシ
7exs., V. 2005, em. KM.
9. *Agrilus spinipennis* Lewis, 1893
ケヤキナガタマムシ
1ex., 3. V. 1955, Y. Kato; 5exs., 4. VI. 1956, Y. Kato; 2ex., 6.
VI. 1956, Y. Kato; 4exs., 26. VI. 1994, HM; 1ex., 27. VII. 1994,
HM; 1ex., 18. VIII. 1994, HM; 2exs., 27. VI~11. VII. 1997, HM;
2exs., 11~23. VII. 1997, HM; 1ex., 1. IX. 2001, KM; 1♂4♀♀, 23
VI. 2003, KM; 1♂, 26 VI. 2003, KM; 1ex., 26. VI. 2003, KM;
1♂, 15 VII. 2003, KM; 2♀♀, 31 VII. 2003, KM; 1♂, 13. VIII.
2003, KM; 1ex., 18. IX. 2003, KM; 1♀, 31 V. 2004, KM; 1♀, 17.
VI. 2004, KM; 1♂, 2. VII. 2004, KM; 7exs., 19. VI. 2004, KM.
10. *Agrilus tempestivus* Lewis, 1893
ウグイスナガタマムシ
1ex., 27. VI~11. VII. 1997, HM; 1ex., 25. VI. 2001, KM; 7exs., 19.
VI. 2003, KM; 2♂♂1♀, 26. VI. 2003, KM; 2♀♀, 23. VI. 2003, KM;
1♂1♀, 17. V. 2004, KM; 1♂, 31. V. 2004, KM; 1♀, 2. VII. 2004, KM.
11. *Agrilus viridiobscurus* Saunders, 1873
アオグロナガタマムシ
1ex., 26. VI. 2003, KM.
12. *Agrilus yamabusi* Miwa et Chûjô, 1940
ヒコサンナガタマムシ
1ex., 27. VI~11. VII. 1997, HM; 5exs., 11~23. VII. 1997, HM;
1ex., 11~23. VII. 1997, HM; 11exs., 11~23. VII. 1997, HM.
13. *Paracylindromorphus japonensis* (Saunders, 1873)
ホソツツタマムシ
1ex., 14. V~11. VI. 1997, HM; 1ex., 11~27. VI. 1997, HM.
14. *Trachys auricollis* Saunders, 1873
クズノチビタマムシ
3exs., 21. V. 1990, KM; 1ex., 16. VII. 1997, Satoshi Shimano;
3exs., 14. V~11. VI. 1997, HM; 9exs., 27. VI~11. VII. 1997,
HM; 3exs., 11~23. VII. 1997, HM; 1ex., 5~21. VIII. 1997, HM;
3exs., 3~19. IX. 1997, HM; 1ex., 11. VI. 2001, KM; 1ex., 12.
VI. 2001, KM; 1ex., 6. VI. 2003, KM; 1ex., 26. VI. 2003, KM.
15. *Trachys broussonetiae* Kurosawa, 1985
コウゾチビタマムシ
2exs., 14. V~11. VI. 1997, HM; 1ex., 11~27. VI. 1997, HM;
6exs., 27. VI~11. VII. 1997, HM; 1ex., 11~23. VII. 1997, HM;
1ex., 11~23. VII. 1997, HM; 2exs., 21. VIII~3. IX. 1997, HM;
1ex., 6. VI. 2003, KM.
16. *Trachys cupricolor* Saunders, 1873
ドウイロチビタマムシ
1ex., 3~19. IX. 1997, HM; 2exs., 7. X~7. XI. 1997, HM; 1ex.,
12. X. 2000, KM; 1ex., 9. V. 2001, KM; 1ex., 11. X. 2001, KM;
2exs., 19. X. 2001, KM; 1ex., 28. IV. 2003, KM; 1ex., 16. X.
2003, KM; 1♀, 17. V. 2004, KM.
17. *Trachys inconspicua* Saunders, 1873
ウメチビタマムシ
1ex., 27. VI~11. VII. 1997, HM.
18. *Trachys minuta salicis* (Lewis, 1893)
ヤナギチビタマムシ
3exs., 30. V. 2003, KM.
19. *Trachys pseudoscrobiculatus pseudoscrobiculatus*
Obenberger, 1940
クロチビタマムシ
3exs., 14. V~11. VI. 1997, HM; 20exs., 27. VI~11. VII. 1997,
HM; 2exs., 27. VI~11. VII. 1997, HM; 3exs., 11~23. VII. 1997,
HM; 3exs., 11~23. VII. 1997, HM; 1ex., 23. VII~5. VIII. 1997,
HM; 1ex., 5~21. VIII. 1997, HM; 1ex., 21. VIII~3. IX. 1997,
HM; 6exs., 3~19. IX. 1997, HM.
20. *Trachys robusta* Saunders, 1873
サシゲチビタマムシ
3exs., 12. VI. 2001, KM; 1ex., 19. VIII. 2001, KM; 2exs., 30. V.
2003, KM; 2exs., 26. VI. 2003, KM; 1ex. 13. VIII. 2003, KM.

21. *Trachys tokyoensis* Oberberger, 1940

ヌスビトハギチビタムシ

1ex., 14. V~11. VI. 1997, HM; 1ex., 5~21. VIII. 1997, HM.

22. *Trachys tsushimae* Obenberger, 1922

アカガネチビタムシ

4exs., 14. V~11. VI. 1997, HM; 1ex., 27. VI~11. VII. 1997, HM; 2exs., 11~23. VII. 1997, HM; 2exs., 23. VII~5. VIII. 1997, HM; 1ex., 18. V. 2001, KM; 1ex., 19. VIII. 2001, KM; 1ex., 13. IX. 2001, KM; 3exs., 6. VI. 2003, KM; 1ex., 26. VI. 2003, KM.

23. *Trachys variolaris* Saunders, 1873

ダンダラチビタムシ

1ex., 11~23. VII. 1997, HM; 1ex., 5~21. VIII. 1997, HM; 1ex., 25. IX. 2001, KM; 1ex. 31 X. 2003, KM.

24. *Trachys yanoi* Kurosawa, 1959

ヤノナミガタチビタムシ

1ex., 27. VI~11. VII. 1997, HM; 1ex., 10. V. 2001, KM; 1ex., 18. IV. 2003, KM; 1♂, 16. VII. 2004, KM; 1♀, 29. VII. 2004, KM.

25. *Habroloma (Parahabroloma) griseonigrum* (Saunders, 1873)

ハイイロヒラタチビタムシ

2exs., 30. IV~14. V. 1997, HM; 9exs., 14. V~11. VI. 1997, HM; 6exs., 11~27. VI. 1997, HM; 11exs., 27. VI~11. VII. 1997, HM; 1ex., 23. VII~5. VIII. 1997, HM; 4exs., 5~21. VIII. 1997, HM; 3exs., 21. VIII~3. IX. 1997, HM; 1ex., 28. IV. 2001, KM; 5exs., 17. XI. 2001, KM; 1♂1♀, 6. VI. 2003, KM; 1♀, 15. VII. 2003, KM; 1♂1♀, 31. V. 2004, KM.

26. *Habroloma (Parahabroloma) subbicorne* (Motschulsky, 1860)

ヒラタチビタムシ

1ex., 14. V~11. VI. 1997, HM; 2exs., 21. VIII~3. IX. 1997, HM; 1ex., 3~19. IX. 1997, HM.

Scolytidae キクイムシ科

Hylesininae カワノキクイムシ亜科

1. *Sueus niisimai* (Eggers, 1926)

ニシマキクイムシ

1♀, 18. IX. 2003, KM; 4♀♀, 17. V. 2004, KM; 1♂3♀♀, 16. VII. 2004, KM; 1ex., 13. V. 2005, KM; 1ex., 9. IX. 2005, KM; 1ex., 1. VI. 2006, KM; 1ex., 28. VII. 2006, KM; 1ex., 12. VIII. 2006, KM; 1ex., 24. VIII. 2006, KM; 6exs., 21. IX. 2006, KM.

2. *Polygraphus parvulus* Murayama, 1956

ヒメヨツメキクイムシ

1ex., 12. X. 2006, KM.

Scolytinae ゾウキカワノキクイムシ亜科

1. *Scolytus frontalis* Blandford, 1894

ニレカワノキクイムシ

1ex., 13. VIII. 2003, KM; 2exs., 13. VIII. 2003, KM; 2exs., 17. IX. 2004, KM; 1ex., 30. IX. 2004, KM; 1ex., 29. IX. 2005, KM.

2. *Scolytus japonicus* Chapuis, 1875

ニホンキクイムシ

1ex., 17. IX. 2004, KM; 1ex., 20. VI. 2006, KM.

3. *Scolytoplatypus mikado* Blandford, 1893

ミカドキクイムシ

1♀, 27. VII. 1994, HM; 3exs., 6. VI. 2003, KM; 3♀♀, 15. VII. 2003, KM; 3♀♀, 31. VII. 2003, KM; 1ex., 13. VIII. 2003, KM; 1♂1♀, 28. VIII. 2003, KM; 1♀, 18. IX. 2003, KM; 4♂♂3♀♀1ex., 13. VIII. 2003, KM; 1♂2♀♀, 28. VIII. 2003, KM; 3exs., 18. IX. 2003, KM; 1♂, 16. X. 2003, KM; 13♂♂5♀♀, 17. V. 2004, KM; 5♂♂3♀♀, 31. V. 2004, KM; 1♂1♀, 17. VI. 2004, KM; 1♀, 2. VII. 2004, KM; 1♂2♀♀, 16. VII. 2004, KM; 2♂♂6♀♀, 31. V. 2004, KM; 1♂3♀♀, 16. VII. 2004, KM; 1♂1♀, 17. V. 2004, KM; 2♂♂6♀♀, 31. V. 2004, KM; 2♀♀, 2. VII. 2004, KM; 1♀, 16. VII. 2004, KM; 1♂7♀♀, 17. V. 2004, KM; 3♂♂4♀♀, 17. V. 2004, KM; 3♂♂12♀♀, 31. V. 2004, KM; 1♂2♀♀, 17. VI. 2004, KM; 1♂1♀, 29. IV. 2005, KM; 3♂♂6♀♀, 13. V. 2005, KM; 1♀, 31. V. 2005, KM; 4♂♂3♀♀, 17. VI. 2005, KM; 1♂2♀♀, 3. VII. 2005, KM; 1♀, 28. VII. 2005, KM; 9♂♂16♀♀, 1. VI. 2006, KM; 2♂♂15♀♀, 20. VI. 2006, KM; 3♀♀, 7. VII. 2006, KM; 1♀, 28. VII. 2006, KM.

4. *Taphrorychus striatus* Nobuchi, 1966

ズイノキクイムシ

1ex., 15. VIII. 2005, KM.

5. *Dryocoetes affinis* Blandford, 1894

トオホクキクイムシ

1ex., 20. VI. 2006, KM.

6. *Coccotrypes cardamomi* Schaufuss, 1905

クリノミキクイムシ

1♀, 3. VII. 2005, KM.

7. *Coccotrypes graniceps* (Eichhoff, 1877)

ドングリキクイムシ

2♀♀, 3. VII. 2005, KM.

8. *Dryoxylon onoharaensis* (Murayama, 1934)

オノハラキクイムシ

1ex., 1. VI. 2006, KM.

9. *Indocryphalus pubipennis* (Blandford, 1894)
カナクギノキクイムシ
1♂, 29. IV. 2005, KM; 2♂♂2♀♀, 13. V. 2005, KM; 1♀, 20. VI. 2006, KM.
10. *Ambrosiodmus lewisi* (Blandford, 1894)
ルイスザイノキクイムシ
1♀, 17. VI. 2004, KM.
11. *Ambrosiodmus rubricollis* (Eichhoff, 1875)
アカクビクイムシ
3♀, 17. VI. 2005, KM.
12. *Ambrosiodmus* sp.
1ex., 2. VII. 2004, KM.
13. *Amasa amputates* (Blandford, 1894)
ツツミクイムシ
1♀, 31. V. 2004, KM; 1♀, 31. V. 2005, KM; 1♀, 17. VI. 2005, KM;
1♀, 1. VI. 2006, KM; 2♀, 20. VI. 2006, KM; 1♀, 7. VII. 2006, KM.
14. *Euwallacea interjectus* (Blandford, 1894)
アイノキクイムシ
2♀♀, 1. VI. 2006, KM.
15. *Euwallacea validus* (Eichhoff, 1875)
トドマツオオクイムシ
1♀, 13. V. 2005, KM; 1♀, 17. VI. 2005, KM.
16. *Xyleborus atratus* Eichhoff, 1875
クワノキクイムシ
1♀, 29. IV. 2005, KM; 2♀♀, 13. V. 2005, KM.
17. *Xyleborus bicolor* Blandford, 1894
フタイロクイムシ
1♀, 14. VII. 2005, KM.
18. *Xyleborus defensus* Blandford, 1894
シイノホソクイムシ
1♀, 17. VI. 2005, KM; 1♀, 14. VII. 2005, KM.
19. *Xyleborus ganshoensis* Murayama, 1952
ガンシヨクイムシ
1ex., 26. VI. 2003, KM; 2exs., 15. VII. 2003, KM; 1ex., 17. IX. 2004, KM; 1♀, 31. V. 2005, KM; 1♀, 20. VI. 2006, KM; 1♀, 1. VI. 2006, KM; 1♀, 1. XI. 2006, KM.
20. *Xyleborus japonicus* Nobuchi, 1981
ニホンザイノキクイムシ
1♀, 3. VII. 2005, KM; 1♀, 1. VI. 2006, KM.
21. *Xyleborus laetus* Nijima, 1909
ヨシカワクイムシ
1ex., 17. V. 2004, KM.
22. *Xyleborus misatoensis* Nobuchi, 1981
ミサトザイノキクイムシ
1ex., 6. VI. 2003, KM; 1ex., 31. V. 2004, KM; 4♀♀, 31. V. 2005, KM; 4♀♀, 17. VI. 2005, KM; 1♀, 14. VII. 2005, KM;
1♀, 28. VII. 2005, KM; 1♀, 26. VIII. 2005, KM; 5♀♀, 1. VI. 2006, KM; 2♀♀, 20. VI. 2006, KM.
23. *Xyleborus muticus* Blandford, 1894
カシワギクイムシ
1ex., 31. VII. 2003, KM; 1♀, 26. VIII. 2005, KM.
24. *Xyleborus pfeili* (Ratzeburg, 1837)
ファイルクイムシ
1ex., 26. VI. 2003, KM.
25. *Xyleborus seiryorensis* Murayama, 1930
セイリヨウリクイムシ
1♀, 29. IV. 2005, KM.
26. *Xyleborus validus* Eichhoff, 1875
トドマツオオクイムシ
1♀, 17. V. 2004, KM.
27. *Xyleborus wakayamensis* Nobuchi, 1981
ワカヤマザイノキクイムシ
1ex., 31. VII. 2003, KM; 1ex., 6. VI. 2003, KM; 2exs., 17. VI. 2004, KM; 1ex., 17. V. 2004, KM; 1ex., 2. VII. 2004, KM.
28. *Xyleborus* sp.
2exs., 31. VII. 2003, KM; 2exs., 18. IX. 2003, KM; 1ex., 26. VI. 2003, KM; 2exs., 16. VII. 2004, KM; 1ex., 17. IX. 2004, KM;
1ex., 30. IX. 2004, KM; 1ex., 2. VII. 2004, KM; 3♀♀, 28. VII. 2005, KM; 1♀, 15. VIII. 2005, KM; 4♀♀, 26. VIII. 2005, KM;
2♀♀, 29. IX. 2005, KM; 1♀, 14. X. 2005, KM; 1♀, 7. VII. 2006, KM; 4♀♀, 28. VII. 2006, KM; 2♀♀, 21. VIII. 2006, KM; 1♀, 24. VIII. 2006, KM; 3♀♀, 21. IX. 2006, KM; 1♀, 12. X. 2006, KM.
29. *Xylosandrus borealis* Nobuchi, 1981
ヒメハネミジカクイムシ
1ex., 26. VI. 2003, KM; 1ex., 17. V. 2004, KM.
30. *Xylosandrus brevis* (Eichhoff, 1877)
ハネミジカクイムシ
1♀, 6. VI. 2003, KM; 6♀♀, 17. V. 2004, KM; 2♀♀, 31. V. 2005, KM; 2♀♀, 17. VI. 2005, KM; 1♀, 20. VI. 2006, KM;
1♀, 7. VII. 2006, KM; 1♀, 21. VIII. 2006, KM.

31. *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky, 1866)

サクキクイムシ

1♀, 18. IX. 2003, KM; 7♀♀, 17. V. 2004, KM; 29♀♀, 31. V. 2004, KM; 23♀♀, 17. VI. 2004, KM; 2♀♀, 2. VII. 2004, KM; 1♀, 31. V. 2005, KM; 2♀♀, 17. VI. 2005, KM; 6♀♀, 1. VI. 2006, KM; 1♀, 20. VI. 2006, KM; 2♀♀, 7. VII. 2006, KM; 2♀♀, 28. VII. 2006, KM.

32. *Xylosandrus compactus* (Eichhoff, 1875)

シイノコキクイムシ

3♀♀, 31. VII. 2003, KM; 1♀, 28. VIII. 2003, KM; 1♀, 18. IX. 2003, KM; 2♀♀, 31. V. 2004, KM; 8♀♀, 17. VI. 2004, KM; 1♀, 2. VII. 2004, KM; 1♀, 16. VII. 2004, KM; 1♀, 29. VII. 2004, KM; 1♀, 17. IX. 2004, KM; 1♀, 31. V. 2005, KM; 9♀♀, 17. VI. 2005, KM; 20♀♀, 3. VII. 2005, KM; 7♀♀, 14. VII. 2005, KM; 2♀♀, 28. VII. 2005, KM; 3♀♀, 15. VIII. 2005, KM; 2♀♀, 26. VIII. 2005, KM; 1♀, 29. IX. 2005, KM; 1♀, 1. VI. 2006, KM; 6♀♀, 20. VI. 2006, KM; 10♀♀, 7. VII. 2006, KM; 6♀♀+3exs., 28. VII. 2006, KM; 3♀♀, 30. VII. 2006, KM; 1♀, 12. VIII. 2006, KM; 13♀♀, 21. VII. 2006, KM; 1♀, 24. VIII. 2006, KM; 8♀♀, 21. IX. 2006, KM; 1♀, 12. X. 2006, KM.

33. *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1984)

ハンノキクイムシ

16♀♀, 17. V. 2004, KM; 11♀♀, 31. V. 2004, KM; 1♀, 17. VI. 2004, KM; 1♀, 2. VII. 2004, KM; 1♀, 29. VII. 2004, KM; 1♀, 17. IX. 2004, KM; 5♀♀, 29. IV. 2005, KM; 9♀♀, 13. V. 2005, KM; 1♀, 31. V. 2005, KM; 15♀♀, 17. VI. 2005, KM; 2♀♀, 3. VII. 2005, KM; 1♀, 28. VII. 2006, KM; 1♀, 24. VIII. 2006, KM.

34. *Xylosandrus mutilatus* (Bladford, 1894)

クスノオオキクイムシ

2♀♀, 3. VII. 2005, KM; 1♀, 15. VIII. 2005, KM; 1♀, 7. VII. 2006, KM; 1♀, 24. VIII. 2006, KM; 1♀, 21. IX. 2006, KM.

35. *Xyleborinus andrewesi* (Bladford, 1896)

ホソバネキクイムシ

2♀♀, 3. VII. 2005, KM.

36. *Xyleborinus saxeseni* (Ratzenburg, 1937)

サクセスキクイムシ

1♀, 26. VI. 1994, HM; 1♀, 26. VI. 2003, KM; 1♀, 31. VII. 2003, KM; 1♀, 13. VIII. 2003, KM; 2♀♀, 31. VII. 2003, KM; 5♀♀, 31. V. 2004, KM; 2♀♀, 17. VI. 2004, KM; 4♀♀, 2. VII. 2004, KM; 1♀, 16. VII. 2004, KM; 5♀♀, 31. V. 2004, KM; 2♀♀, 17. VI. 2004, KM; 4♀♀, 2. VII. 2004, KM; 1♀, 31. V. 2004, KM; 3♀♀, 31. V. 2004, KM; 1♀, 17. VI. 2004, KM; 1♀, 2. VII. 2004, KM; 8♀♀, 29. IV. 2005, KM; 1♂10♀♀, 13. V. 2005, KM; 6♀♀, 31. V. 2005, KM; 11♀♀, 17. VI. 2005,

KM; 6♀♀, 3. VII. 2005, KM; 2♀♀, 14. VII. 2005, KM; 1♀, 28. VII. 2005, KM; 1♀, 15. VIII. 2005, KM; 7♀♀1ex., 1. VI. 2006, KM; 37♀♀, 20. VI. 2006, KM; 11♀♀, 7. VII. 2006, KM; 1♀, 28. VII. 2006, KM; 1♀, 12. VIII. 2006, KM; 1♀, 24. VIII. 2006, KM; 2♀♀, 21. IX. 2005, KM.

37. *Cryphalus* sp. 1

3exs., 6. VI. 2003, KM; 2exs., 26. VI. 2003, KM; 1ex., 16. VII. 2004, KM; 1ex., 20. VI. 2006, KM; 14exs., 21. VIII. 2006, KM.

38. *Cryphalus* sp. 2

1ex., 30. IX. 2004, KM; 1ex., 17. VI. 2005, KM; 5exs., 1. VI. 2006, KM; 4exs., 20. VI. 2006, KM.

39. *Cryphalus* sp. 3

1ex., 13. V. 2005, KM; 18exs., 31. V. 2005, KM; 3exs., 1. VI. 2006, KM; 1ex., 21. VIII. 2006, KM.

40. *Cryphalus* sp. 4

1ex., 29. IV. 2005, KM.

41. *Ptilopodes* sp. 1

1ex., 29. IV. 2005, KM; 1ex., 17. VI. 2005, KM.

42. *Ptilopodes* sp. 2

1ex., 31. V. 2005, KM.

43. *Cosmoderes monticolis* Eichhoff, 1878

ツルノコキクイムシ

1ex., 30. IX. 2004, KM.

44. *Hypothenemus birmanus* (Eichhoff, 1878)

ナガサキコキクイムシ

1ex., 6. VI. 2003, KM; 2ex., 31. VII. 2003, KM; 1ex., 6. VI. 2003, KM.; 1ex., 17. VI. 2004, KM; 1ex., 27. VIII. 2004, KM; 3exs., 30. IX. 2004, KM.

45. *Hypothenemus eruditus* Westwood, 1836

チビコキクイムシ

2exs., 6. VI. 2003, KM; 1ex., 26. VI. 2003, KM; 1ex., 26. VI. 2003, KM; 1ex., 17. VI. 2004, KM.

46. *Hypothenemus expers* Blandford, 1894

タブノコキクイムシ

8exs., 18. IX. 2003, KM; 3exs., 18. IX. 2003, KM; 2exs., 17. V. 2004, KM; 1ex., 17. VI. 2004, KM; 2exs., 29. VII. 2004, KM; 1ex., 16. VIII. 2004, KM; 1ex., 30. IX. 2004, KM; 2exs., 15. X. 2004, KM; 1ex., 29. IV. 2005, KM; 9exs., 13. V. 2005, KM; 1ex., 31. V. 2005, KM; 18exs., 17. VI. 2005, KM; 1♀, 5exs., 3. VII. 2005, KM; 2exs., 14. VII. 2005, KM; 8exs., 28. VII. 2005, KM; 2♀♀,

15exs., 15. VIII. 2005, KM; 5exs., 26. VIII. 2005, KM; 2exs., 9. IX. 2005, KM; 2exs., 14. X. 2005, KM; 5exs., 1. VI. 2006, KM; 8exs., 20. VI. 2006, KM; 20exs., 7. VII. 2006, KM; 5exs., 28. VII. 2006, KM; 2exs., 30. VII. 2006, KM; 4exs., 12. VIII. 2006, KM; 17exs., 21. VIII. 2006, KM; 16exs., 24. VIII. 2006, KM; 13exs., 21. IX. 2006, KM; 7exs., 12. X. 2006, KM; 1ex., 5. XI. 2006, KM.

47. *Hypothenemus oblongus* (Nobuchi, 1981)

チャイロコキクイムシ
1ex., 26. VI. 2003, KM.

48. *Hypothenemus* sp. 1

1ex., 17. V. 2004, KM; 8exs., 29. IV. 2005, KM; 15exs., 13. V. 2005, KM; 5exs., 31. V. 2005, KM; 32exs., 17. VI. 2005, KM; 23exs., 3. VII. 2005, KM; 1ex., 14. VII. 2005, KM; 2exs., 28. VII. 2005, KM; 3exs., 15. VIII. 2005, KM; 4exs., 26. VIII. 2005, KM; 3exs., 9. IX. 2005, KM; 1ex., 29. IX. 2005, KM; 39exs., 1. VI. 2006, KM; 82exs., 20. VI. 2006, KM; 26exs., 7. VII. 2006, KM; 5exs., 28. VII. 2006, KM; 2exs., 30. VII. 2006, KM; 5exs., 12. VIII. 2006, KM; 3exs., 21. VIII. 2006, KM; 13exs., 24. VIII. 2006, KM; 8exs., 21. IX. 2006, KM.

49. *Hypothenemus* sp. 2

1ex., 6. VI. 2003, KM; 2exs., 29. IV. 2005, KM; 1ex., 31. V. 2005, KM; 5exs., 17. VI. 2005, KM; 1ex., 3. VII. 2005, KM; 1ex., 9. IX. 2005, KM; 3exs., 29. IX. 2005, KM; 3exs., 1. VI. 2006, KM; 7exs., 20. VI. 2006, KM; 1ex., 30. VII. 2006, KM; 4exs., 21. IX. 2006, KM; 3exs., 12. X. 2006, KM; 1ex., 5. XI. 2006, KM.

3. 文献記録

本調査では標本が得られなかったが、文献に科学園での採集記録がある種として以下のものがある。

カミキリムシ科

Xylotrechus (Ootora) villioni (Villard, 1982)

オオトラカミキリ

楨原 (1987) に ”1♀, 23. VIII. 1984, 服部伊楚子” の記録がある。

Sybra (Sybra) flavomaculata Breuning, 1939

キボシチビカミキリ

岩田ら (1993) に ”1ex., 11-24. VII. 1991” の記録がある。

タマムシ科

Coraebus quadriundulatus Motschulsky, 1866

シロオビナカボソタマムシ

栗原ら (2010) に、”6exs., 21. V. 1953, T. Fujimura” の記録がある。

Agrilus sp.

栗原ら (2010) に、”1ex., 17. V. 1953, A. Habu” の記録がある。

Trachys reitteri Obenberger, 1930

マメチビタマムシ

栗原ら (2010) に、”1ex., 21. V. 1953, T. Fujimura; 1ex., 19. VIII. 1987, K. Konishi” の記録がある。

Trachys sp.

チビタマムシ属の不明種

栗原ら (2010) に、”1ex., 21. V. 1953, T. Fujimura” の記録がある。

キクイムシ科

Scolytoplatypus daimio Blandford, 1893

ダイミョウキクイムシ

岩田ら (1991) に 4exs., 24. VIII ~ 6. IX. 1989; 2exs., 6. IX. ~ 16. IX. 1989; 2exs., 16. IX. ~ 26. IX. 1989; 3exs., 20. VII. ~ 30. VII. 1990 の記録がある。

Orthotomicus angulatus (Eichhoff, 1875)

マツノツノキクイムシ

Nobuchi (1974) にデータなしで被見標本の産地として ”Asakawa” が挙げられている。Nobuchi (野淵 輝) の一連の報告に現れる Asakawa (浅川) は浅川実験林を指している。

Polygraphus proxinus Blandford, 1894

トドマツノキクイムシ

Nobuchi (1979) にデータなしで被見標本の産地として ”Asakawa” が挙げられている。

Scolytogenes badius (Nobuchi, 1975)

クリイロコキクイムシ

Nobuchi (1975, 1985) にデータなしで被見標本の産地として ”Asakawa” が挙げられている。

Scolytogenes scolytomimoides (Nobuchi, 1975)

テイカカズラコキクイムシ

Nobuchi (1975) が ”Asakawa” を基産地として記載した種で、ホロタイプ標本として 1ex., 22. VII. 1965, A. Nobuchi、パラタイプ標本として、65exs., 22. VII. 1965, A. Nobuchi; 6exs., 29. IV. 1959; 8exs., VII. 1966, A. Nobuchi の記録を挙げている。Nobuchi (1985) が ”Asakawa” を模式産地として挙げているのは、Nobuchi (1975) の再録である。

なお、Nobuchi (1981) により ”*Pseudocosmoderes attenuatus* Nobuchi” のパラタイプ標本として 8exs., 23. VIII. 1966 が記録されているが、同種は現在、*Cosmoderes monticolis* Eichhoff, 1878 ツルノコキクイムシのシノニムとして扱われている。

4. 東京都未記録種

「東京都本土部昆虫目録」(伊東ら 2014)では、伊豆諸島、小笠原諸島を除く東京都本土部に記録のあるホソカミキリ科1種、カミキリムシ科296種、タマムシ科76種、ククイムシ科66種を掲げている。ホソカミキリ科、カミキリムシ科、タマムシ科に関しては、本報告で目録に掲げた種は全てこの中に含まれているので、東京都未記録種はない。ククイムシ科では、種名が確定している種にかぎってもズイノククイムシ、トオホククイムシ、オノハラククイムシ、ツヅミククイムシ、アキノククイムシ、フタイロククイムシ、シイノホソククイムシ、ヨシカワククイムシ、ミサトザイノククイムシ、カシワギククイムシ、ファイルククイムシ、セイリョウリククイムシ、ホソバネククイムシ、ナガサキコククイムシの14種が東京都本土部昆虫目録になく、これらは東京都本土部の未記録種である可能性が高い。このように多くの種が今回新たに記録されたと考えられることに加え、これまで東京都本土部から記録があるとされる66種は、本報告で標本記録を挙げた科学園産46種(種名が確定している標本記録41種に文献記録のある5種を加算)の1.4倍に過ぎないことを考慮すると、東京都のククイムシ相の解明度はかなり低いと推定できる。

5. 絶滅危惧種・希少種

上記目録に掲げた種には環境省(2012)の「昆虫類のレッドリスト」、および東京都環境局(2010)が定めたレッドリストである「東京都の保護上重要な野生生物種(本土部)」に挙げられた種が含まれている。東京都では地域を区分してそれぞれの地域のレッドリスト種を指定しており、科学園のある八王子市は多摩南部に含まれる。ただし指定に当たって昆虫類の全ての分類群を検討対象とした訳ではなく、ククイムシ科は対象となっていない。

環境省指定のレッドリスト種

絶滅危惧IB類：ヨツボシカミキリ

東京都指定の南多摩地域レッドリスト種

絶滅：オオマルクビヒラタカミキリ

絶滅危惧IA類：ヨツボシカミキリ

絶滅危惧II類：アオスジカミキリ、ハンノキカミキリ、クロタマムシ

準絶滅危惧：ホンドニセハイイロハナカミキリ、フタコブルリハナカミキリ、ツヤケシハナカミキリ、ムネアカクロハナカミキリ、オオヨツスジハナカミキリ、オダヒゲナガコバナカミキリ、アオカミキリ、ミドリカミキリ、トラフカミキリ、ホタルカミキリ、ヒゲナガカミキリ、シロスジカミキリ、ネジロカミキリ、ヒゲナガモモフトカミキリ、ウバタマムシ

このように多くのレッドリスト種の記録があることは

科学園の森林環境が良好であることを示すものと考えられる。

ただし、オオマルクビヒラタカミキリ、ヨツボシカミキリ、トラフカミキリ、ヒゲナガモモフトカミキリ、ハンノキカミキリは、1960年代以前の記録があるに過ぎず、現在は生息していない可能性が高い。また、ミドリカミキリは1980年代に1例の記録があるが、その後発見されていないので、本種も個体数が著しく減少したか、絶滅した可能性がある。また、レッドリストには取り上げられていないが、カッコウメダカカミキリ、ククスイモドキカミキリ、ゴマダラモモフトカミキリも1970年代以降の記録がなく、衰退ないしは絶滅している可能性がある。ヨツボシカミキリ、ミドリカミキリ、トラフカミキリ、シロスジカミキリは1960年代には普通種であり、いわゆる里山に多かった昆虫で、これらの種の減少の原因は明らかではないが、トラフカミキリはクワ(ヤマグワ) *Morus australis* Poir. を寄主とすることから養蚕の衰退によるクワ栽培の減少が関与している可能性がある。シロスジカミキリの減少は里山の更新が停止し、主要な寄主であるクヌギ *Quercus acutissima* Carruth.・コナラ *Quercus serrata* Murray が大径木化した結果粗皮が厚くなり、利用困難になったことが原因ではないかと推察されている(高桑2007)。

レッドリストには取り上げられていないが、ベニバナナカミキリ、オオトラカミキリ、アカジマトラカミキリ、タテジマカミキリ、アオタマムシは分布が局所的で個体数も比較的少ない種である。科学園ではオオトラカミキリの食痕のついたモミ *Abies firma* Sieb. et Zucc. は多数見られるが、これらは長年の蓄積であり、生息個体数を直ちに反映するものではない(Iwata et al. 1997)。井上ら(2010)は科学園でオオトラカミキリによるマツ科樹種の加害状況を調査し、それまで未記録の寄主であったヒマラヤスギ *Cedrus deodara* (Roxb.) G. Don への加害を報告している。アカジマトラカミキリは実験林の1917年植栽のケヤキ *Zelkova serrata* (Thunb.) Makino 林に発生しており、個体数が多いことは特筆できる。

6. 近年定着した種

ルリボシカミキリとラミーカミキリは最近になって科学園に侵入定着した種であると考えられる。ルリボシカミキリはかつては山地帯に生息する種であったが、最近になって関東地方及び山梨県の低地で記録されるようになった(高桑2000)。その原因は明らかではない。科学園では1980年代までは見られなかったが1996年から記録されるようになり、現在は全域に普通である。ラミーカミキリは中国南部原産の侵入種で、明治時代にラミー(カラムシ栽培品種) *Boehmeria nivea* (L.) Gaudich. var. *tenacissima* (Roxb.) Miq. の輸入に伴って国内に侵入した種であり近年関東地方でも分布が拡大している(大野1985, 2001)。本種も科学園では1980年代までは見ら

れなかったが1997年から記録されるようになった。現在では科学園内のサクラ保存林に多数自生するカラムシ *B. nivea* (L.) Gaudich. var. *concolor* Makino f. *nipponivea* (Koidz.) Kitam. ex H. Ohba に発生しており、個体数は多い。

引用文献

- 後藤秀章 (2009) 日本産キクイムシ類分類学研究の歴史と種のリスト. 日林誌, 91, 479-485.
- 長谷川道明・栗原 隆・榎原 寛・新里達也・大林延夫・斉藤明子・斉藤秀生・佐藤正孝・新開 孝・武田雅志・田辺秀男 (2007) 日本産カミキリムシ. 大林延夫・新里達也編, 東海大学出版会, 818pp.
- Imadate, G. (1974) Fauna Japonica, Protura (Insecta). Keigaku Publishing Co., 351pp.
- 井上大成・佐藤茂幸・榎原寛・岩本宏二郎 (2010) オオトラカミキリの新食樹と各種のマツ科における加害状況調査. 森林防疫, 59, 135-138.
- 伊東憲正・亀澤洋・紺野剛・浜路久徳・雛倉正人・松原豊 (2014) "東京都本土部昆虫目録作成プロジェクト", <http://homepage3.nifty.com/TKM/>, (参照 2014-04-15).
- 岩田隆太郎・須田 到・山田房男・永田健二 (1993) 針葉樹林における甲虫類誘引試験 (IV) - 八王子市森林総合研究所多摩森林科学園モミ林, 続報一. 日本林学会関東支部大会発表論文集, 44, 119-122.
- Iwata, R., Yamada, F., Katô, H., Makihara, H., Araya, K., Ashida, H. and Takeda, M. (1997) Nature of galleries, durability of boring scars, and density of *Xylotrechus villioni* (Villard) larvae (Coleoptera: Cerambycidae), on coniferous tree trunks. Pan-Pacific Entomology, 73, 213-224.
- 岩田隆太郎・山田房男・須田 到・榎原 寛・岩淵喜久男・永田健二 (1991) 針葉樹林における甲虫類誘引試験 (I) - 八王子市森林総合研究所多摩森林科学園モミ林. 日本林学会大会発表論文集, 102, 261-264.
- 環境省 (2012) "昆虫類のレッドリスト", http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_f.html, (参照 2014-04-15).
- 河合省三 (1973) 都市環境とカイガラムシの発生に関する研究, 環境庁編, "都市環境下における人間環境指標動植物に関する研究", 環境庁, 18-57.
- Knižek, M. and R. Beaver (2004) Taxonomy and systematics of bark and ambrosia beetles. In Lieutier, F., K.R. Day, A. Battisti, J.C. Grégoire, and H.F. Evans (eds.) "Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis". Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 41-54.
- 栗原 隆・吉武 啓・中谷至伸・吉松慎一 (2010) 農業

- 環境技術研究所所蔵日本産タマムシ科 (昆虫綱: コウチュウ目) 標本目録. 農環研報, 27, 141-160.
- 榎原 寛 (1987) 東京都浅川実験林で採集されたオオトラカミキリ. 月刊むし, (200), 40.
- 松本和馬 (2006) 森林総合研究所多摩森林科学園のチョウ相. 森林総研研報, 5, 69-84.
- 松本和馬 (2009) 森林総合研究所多摩森林科学園の蜻蛉相. 森林総研研報, 18, 109-114.
- 松本和馬・三井偉由・鳥居隆史 (2007) 森林総合研究所多摩森林科学園の双翅目昆虫相. 森林総研研報, 6, 77-88.
- Nijjima, K. (1971) Seasonal changes in collembolan populations in a warm temperate forest of Japan. Pedobiologia, 11, 11-26.
- Nobuchi, A. (1974) Studies on Scolytidae XII The bark beetles of the tribe Ipini in Japan (Coleoptera). Bll. Gov. For. Exp. Sta., (266), 33-60+4pl.
- Nobuchi, A. (1975) Studies on Scolytidae XIII Twenty-one species of Cryphalini from Japan (Coleoptera). Bll. Gov. For. Exp. Sta., (277), 41-60+2pl.
- Nobuchi, A. (1979) Studies on Scolytidae XVIII Bark beetles of the tribe Polygraphini in Japan (Coleoptera, Scolytidae). Bll. Gov. For. Exp. Sta., (308), 1-16+2pl.
- Nobuchi, A. (1981) Studies on Scolytidae (Coleoptera) : XXI. three new genera and species from Japan. Konchu, 49, 12-18.
- Nobuchi, A. (1985) Family Scolytidae. Check-list of Coleoptera of Japan No. 30. The Coleopterists' Association of Japan, 32pp.
- 大桃定洋・福富宏和・吉田和久 (2013) 日本産タマムシ大図鑑. むし社, 206pp.
- 大野正男 (1985) 日本産主要動物の種別文献目録 (16) ラミーカミキリ (1). 東洋大学紀要 教養課程篇 (自然科学), (29), 69-107.
- 大野正男 (2001) 日本産主要動物の種別文献目録 (16b) ラミーカミキリ (3). 東洋大学紀要 教養課程篇 (自然科学), (45), 113-171.
- 高桑正敏 (2000) 南部フォッサマグナ地域におけるルリボシカミキリの分布拡大とその周辺. 月刊むし, (335), 2-17.
- 高桑正敏 (2007) 雑木林におけるシロスジカミキリと好樹液性昆虫はなぜ衰退したか? 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), (36), 75-90.
- 東京都環境局 (2010) "東京都の保護上重要な野生生物種 (本土部) 2010 年版", http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/nature/animals_plants/rare_creature/red_data_book/redlist2010/, (参照 2014-04-15).

Wood-boring beetles of Disteniidae, Cerambycidae, Buprestidae and Scolytidae collected in Tama Forest Science Garden of Forestry and Forest Products Institute

Kazuma MATSUMOTO^{1)*}, Hiroshi MAKIHARA²⁾, Takashi KURIHARA³⁾,
Hideaki GOTO⁴⁾ and Hiroshi NAGANO⁵⁾

Abstract

A total of 214 species of wood stem boring beetles collected in Tama Forest Science Garden of Forestry and Forest Products Institute, Hachioji City, Tokyo Metropolis, were recorded. The beetles belong to Disteniidae (1 species), Cerambycidae (120 species), Buprestidae (37 species) and Scolytidae (56 species). One species is nominated in the Red List by Ministry of the Environment, and 21 species in the Red List by Tokyo Metropolis. Other rare species and recently invaded species are also discussed.

Key words : Tokyo Metropolis, Hachioji City, Coleoptera, Cerambycidae, Buprestidae, Scolytidae

Received 7 August 2014, Accepted 18 September 2014

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

2) Isumi, Chiba

3) Tochigi Prefectural Museum (TPM)

4) Kyushu Research Center, FFPRI

5) Japan Wildlife Research Center (JWRC)

* Tohoku Research Center, FFPRI, 92-25 Nabeyashiki, Shimokuriyagawa, Morioka, Iwate, 020-0123 JAPAN; e-mail: kazuma@ffpri.affrc.go.jp

研究資料 (Research record)

十日町における冬期の気象および雪質の調査資料 (8) (2009/10年～2013/14年5冬期)

竹内 由香里^{1)*}、遠藤 八十一²⁾、庭野 昭二²⁾、村上 茂樹¹⁾

要旨

森林総合研究所十日町試験地では雪氷災害や地球科学の研究の基礎資料とするために、1918年からの気象観測に加えて、1939/40年冬期からは積雪の断面観測が継続されてきた。本報告には最近5冬期(2009/10年～2013/14年)の毎日の天気、気温、降水量、降雪深、積雪深、積雪水量および約10日毎に実施した積雪断面観測結果をまとめた。

キーワード：積雪断面観測、気象観測、十日町

1. はじめに

森林総合研究所十日町試験地では、1917年3月に林業試験場十日町森林測候所として開設されて以来、治山治水や雪氷災害防止の基礎資料とするため、また地球科学研究の基礎データとするために気象および積雪の観測が継続されてきた(竹内ら2008)。1939/40年冬期からは積雪断面観測が開始され、当初は5日毎、1951/52年以降は10日毎に観測した雪質や密度、硬度などのデータが蓄積されてきた。観測結果は積雪の密度資料(防災部雪害研究室1952)、雪質調査資料(雪質、硬度、抗剪力、抗張力)(防災部雪害研究室1953)および雪質の調査資料(2)～(7)(十日町試験地ら1967, 十日町試験地・防災第一研究室1986, 1987, 山野井ら2000, 2005, 竹内ら2009)として公表されている。本報告は、その後5冬期(2009/10年～2013/14年)の毎日の降積雪観測および10日毎の積雪断面観測の結果をまとめたものである。なお本報告では、例えば2013年11月～2014年4月の冬期間を2013/14年冬期または2014年冬期と記した。

2. 観測の方法

観測は新潟県十日町市にある森林総合研究所十日町試験地(北緯37°08′、東経138°46′、標高200m)の観測露場で行なった。竹内ら(2009)、秋田谷・山田(1991)、気象庁(2005)、日本雪氷学会(2010)などに倣って以下の方法で実施した。

2.1 気象・積雪観測

通年で観測している天気(2012年5月以降は冬期のみ)、

気温、降水量などに加え、冬期間は降雪深、積雪深、積雪水量を測定した。天気は9時に目視観測した。気温、降水量、積雪深は自動観測(Photo 1, 2)により1時間ごとに記録した結果にもとづいて、本報告では日平均気温、日降水量、9時の積雪深を掲載した。降雪深(降雪の深さ)は降雪板(Photo 2)に積もった積雪の深さを毎日9時にものさしで測定し、前日の日降雪深とした。測定後は、板上の積雪を除去し、雪面を平らにならして板を設置しなおした。積雪水量の測定には、神室型スノーサンプラー(断面積:20cm²)を用いた(Photo 3)。スノーサンプラーを雪面から鉛直に地面まで差し込んで全層の積雪を採取し、袋に入れた雪の質量を台ばかり(最小目盛5g、最大荷重2kg)で測定した。測定は3回行ない、平均をとった。以上の観測方法はTable 1にまとめた。降水量は通常は風除け付の溢水式降水量計(Photo 1a)を使用した。故障時には転倒ます型雨量計(ヒーター付、風除けなし)(Photo 1b)の測定値を使用した。

2.2 積雪の断面観測

積雪は、降雪のたびにできた多数の層が積み重なって構成されている。地面から雪面までの積雪全層について、雪質や温度、密度などの物理量の分布を調べるのが積雪の断面観測である。断面観測は、十日町試験地において70年以上継続されてきた通りに積雪期間中ほぼ10日毎(毎月5、15、25日またはその前後の日)に行なった。積雪を地面まで掘って幅2mほどの鉛直断面(Photo 4)を作成し、以下に記述する順に各項目の測定を行なった。

原稿受付：平成26年8月7日 原稿受理：平成26年9月16日

1) 森林総合研究所十日町試験地

2) 元森林総合研究所十日町試験地

* 森林総合研究所十日町試験地 〒948-0013 新潟県十日町市辰乙614

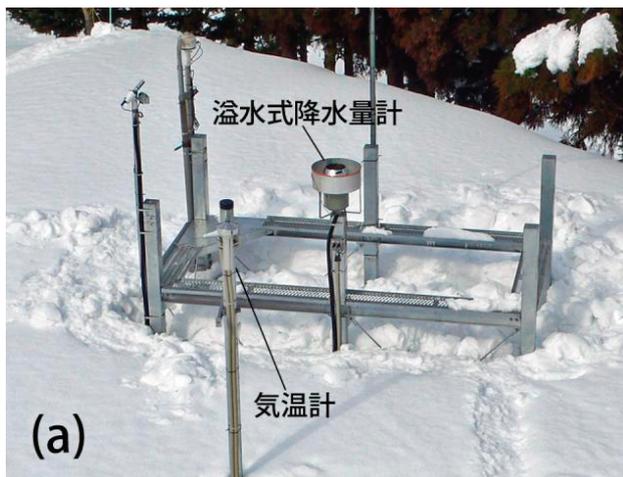


Photo 1. 十日町試験地の気象観測の様子 (a) 気温計 (通風筒) と溢水式降水量計 (風除けとヒーター付) (b) 転倒ます型雨量計 (ヒーター付)
 Meteorological observations of Tohkamachi Experimental Station, FFPRI (a) Thermometer in the ventilation pipe, and snow and rain gauge with heater and windbreak (b) Tipping bucket rain gauge with heater



Photo 2. 降雪板 (雪板) と超音波積雪深計
 The board for measuring snowfall depth and the ultrasonic snow depth meter



Photo 3. 神室型スノーサンプラーを用いた積雪水量の測定
 Measurement of snow-water equivalent using the Kamuro-type snow sampler

Table 1. 気象・積雪観測の方法
 Observation methods

項目	方法	観測時刻
天気	目視観測	9時
気温	白金測温抵抗体気温計. 高さ 4.0 m ヴァイサラ株式会社製 HMP45D (2011 年冬期まで) 横河電子機器株式会社製 E-734 (2011 年夏期以降)	毎正時
降水量	溢水式降水量計 (受水口の高さ 3.5 m) 横河電子機器株式会社製 B-071 転倒ます型雨量計 (ヒーター付) (受水口の高さ 3.9 m) *1 横河電子機器株式会社製 B-011	毎正時
積雪深	超音波積雪深計 株式会社カイジョーソニック製 SL-350 型	毎正時
降雪深	降雪板 (雪板)	9時
積雪水量	神室型スノーサンプラー (断面積 20 cm ²)	9 ~ 10 時 *2

*1 2009/11/01 ~ 2010/02/10, 2012/01/08 ~ 24, 2014 年冬期に使用

*2 休日や不在日は欠測

1) 天気・気温・積雪深

観測開始時の天気、気温および積雪断面の中央に雪尺(スケール)を立てて測定した積雪深を記録した。

2) 雪温

サーミスター温度計(分解能 0.1°C)で雪面および高さ 10 cm 間隔の雪温を測定した。温度計は予め 0°C の検定をし、測定値の補正は不要であることを確認している。雪面温度はセンサーが日射を受けないよう雪べらなどで陰をつくって測定した。

3) 層構造・雪質

目視観測により積雪の層構造と各層の雪質を記載した。雪質は日本雪氷学会積雪分類(日本雪氷学会 1998)に従って Table 2 のように判別し、記号で表記した。同一の層に部分的に異なる雪質が混在している場合、具体的にはしまり雪層の一部が水みちとなりざらめ雪になっている場合にはスラッシュで区切って「●/○」と表記した。氷板は層境界をあらわす実線の右端に i と記載した。ただし、ある厚さの積雪層の中に薄い氷板が多数含まれていて、各々の氷板を記載することが難しい場合には、まとめて「○i」と表記した。また、新雪中のあられ粒子が顕著なときには「+△」と表記した。

4) 密度

積雪の密度は、高さ 3 cm、容積 100 cm³ の角形密度サンプラーを用いて採取した積雪の質量を電子天秤(分解能 0.1 g)で測定して求めた(Photo 5)。測定は 3) で確認した層ごとに、原則として各層の中央付近の高さで測定し、氷板や層境界にかからないようにした。ひとつの層が厚い時には上方と下方の 2ヶ所以上で測定した。密度サンプラーの中央の高さを測定高さとした。

5) 含水率

2) の雪温が 0°C の層については、積雪の含水率を誘電方式の含水率計(Denoth 1994)で測定した。Denoth 式含水率計は、オーストリアのインスブルック大学実験物理学研究所製で Photo 6 のように板状のセンサー(12.5 cm × 14 cm、厚さ 1.5 mm)を積雪層に差し込み、誘電定数を測定する。含水率計本体にはブリッジ回路が入っていて、測定の際は 2つのダイヤルを調整し、電流を示すアナログメーターが最小になったときの表示 U をよむ。この値が式(2)の U となる。体積含水率 W_v は、雪の誘電定数 ε を表わす関係式(1)と(2)を解いて算出した。ここで、 ρ は積雪の密度、 U_{ref} はセンサーを 0°C の空気中においたときの検定値、 k は含水率計の定数であり、 U_{ref} や k は含水率計ごとの固有の値である。

$$\varepsilon = 1 + 1.92\rho + 0.44\rho^2 + 0.187W_v + 0.0046W_v^2 \quad (1)$$

$$\varepsilon = 1 + k \log(U/U_{ref}) \quad (2)$$

日本では積雪の含水率を重量含水率(積雪の全質量に対する水の質量の割合)で表わすのが一般的なので、得られた体積含水率 W_v (積雪の全体積に対する水の体積

の割合)は式(3)により重量含水率 W に換算した。 ρ_{water} と ρ は各々水と積雪の密度であり、 $\rho_{water} = 1000 \text{ kg m}^{-3}$ とした。

$$W = W_v (\rho_{water} / \rho) \quad (3)$$

上記 1) ~ 4) の測定をしている間、含水率計のセンサーは積雪に差し込んで 0°C に冷やしてから使用した。そうすることにより、0°C の空気中の検定値 U_{ref} を用いて計算する際の誤差が小さくなると考えられるからである(竹内ら 2005)。含水率は、式(1)や式(3)が示すように算出の際に密度も必要なので、4) の密度測定と同じ高さで測定した。

6) 粒径

積雪の粒径は、フルイ式の粒度ゲージ(Photo 7; 遠藤ら 2003)を用いて、0.2 mm 以下、0.2 - 0.5 mm、0.5 - 1.0 mm、1.0 - 2.0 mm、2.0 - 5.0 mm、5.0 mm 以上の 6 段階に区分した。ただし、例えば 0.5 - 1.0 mm と 1.0 - 2.0 mm の粒径が混在するような場合には、0.5 - 2.0 mm とまとめて記載した。測定は、密度を測定した付近の積雪を対象とした。

7) 硬度

積雪の硬度はプッシュゲージ(デジタル式荷重測定器)で測定した(Photo 8; Takeuchi et al. 1998, 竹内ら 2001)。使用したのはアイコーエンジニアリング社製のデジタルプッシュプルゲージ MODEL RX-10 で最小表示 0.01N、最大荷重 100 N である。直径 15.30 mm の円板状のアタッチメントを積雪断面に等速度(数 cm s⁻¹)で 1 ~ 2 cm 押し込み、雪面を突き破るときの破壊強度、すなわち抵抗力の最大値を測定した。測定は 5 cm 間隔で行ない、同じ高さで 2 ~ 3 回測定して平均をとった。測定値(N)をアタッチメントの断面積(m²)で除して硬度(kPa)とした。

Table 2. 雪質の分類と記号
The classification for grain shape of snow and the graphic symbols

雪質	記号
新雪	++
こしまり雪	//
しまり雪	●●
ざらめ雪	○○
こしもざらめ雪	□□
しもざらめ雪	^^
氷板	-i
表面霜	VV



Photo 4. 積雪断面観測 撮影日 2013 年 2 月 25 日 積雪深 286 cm
Snow pit observation. The snow depth was 286 cm on 25 February, 2013



Photo 5. 密度の測定 (a) 密度サンプラー (b) 採取した 100 cm³ の雪の質量を測定 (竹内ら 2009)
Measurement of snow density (a) Sampler for measuring snow density (b) Measurement of the mass of 100 cm³ snow



Photo 6. Denoth 式含水率計を用いた含水率の測定 (竹内ら 2009)
Measurement of liquid-water content of snow using the snow wetness dielectric device developed by Denoth, A.

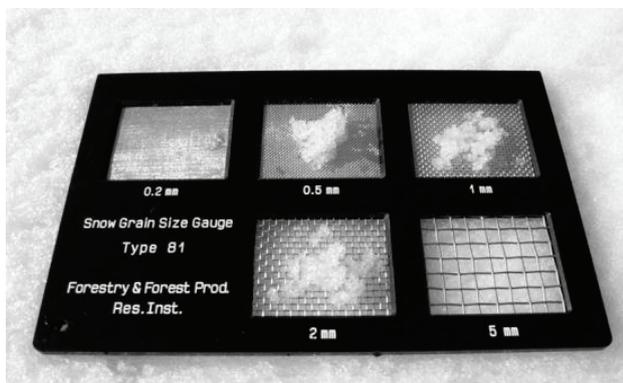


Photo 7. フルイ式粒度ゲージ (竹内ら 2009)
Snow grain size gauge using sieves



Photo 8. プッシュゲージを用いた硬度の測定 (竹内ら 2009)
Measurement of snow hardness using the push-gauge

8) 積雪水量

2.1の積雪水量測定とは別に、断面観測の一環として、神室型スノーサンプラーを使わずに雪面から地面までの全層積雪水量を測定した。すなわち、全層の積雪をいくつかに分けて採取し、各々の質量を電子天秤（最小表示0.1 g、最大容量1200 g）で測定し、合計した。まず、積雪の適当な高さに雪べらを水平に差し入れ、その真上の雪面から円筒形スノーサンプラー（長さ50 cm、断面積40 cm²）を雪べらに達するまで鉛直に差し込んで積雪を採取、質量を測定した。雪べらを真下の適当な位置に差し替え、1回目の雪べらの位置からスノーサンプラーを鉛直に差し込み、同様の作業を繰り返して全積雪の質量を測定した。質量の合計値をサンプラーの断面積で除すと、積雪水量（mm）が得られる。さらにこの値を積雪深で除して全層平均密度（kg m⁻³）も求めた。

9) ラム硬度

ラム硬度とは、先端が直径4 cm、頂角60°の円錐形形状の細長い金属製パイプ（ラムゾンデ；Photo 9）におもりを落として衝撃を与え、積雪内へ貫入した深さを測定して求めた硬度である。長さ1 mのパイプを積雪深に応じて継ぎ足しながら、雪面から地面までのラム硬度を連続して測定することができる。おもりの落下高さh（cm）、落下回数nおよびラムゾンデの貫入深さΔX（cm）を測定し、式（4）によってラム硬度R（kg）を計算した。ここで、Q（kg）はラムゾンデの質量で、継ぎ足して本数が増えればQも増加する。M（kg）はおもりの質量、m（kg）はガイド棒の質量である。

$$R = Q + M + m + (hnM) / \Delta X \quad (4)$$



Photo 9. ラムゾンデを用いたラム硬度の測定
(竹内ら 2009)
Measurement of Ram hardness using the rammsonde

これにもとづき積算ラム硬度（kg cm）はΣ（ΔX R）、平均ラム硬度（kg）は積算ラム硬度を積雪深HS（cm）で除してΣ（ΔX R）/ HSとして算出した。

3. 観測結果

Fig. 1 に 5 冬期の日平均気温、Fig. 2 に積雪深と日降雪深を示した。また Table 3 に冬期毎の降雪と根雪の初終日および日数をまとめた。根雪（長期積雪）の初終日と初終間日数は気象庁（2005）にならって次のように決めたが、積雪の有無は9時の積雪深によって決めた。根雪は、積雪が30日以上にわたって継続した場合とし、10日以上継続した期間が2つあり、その間の無積雪日が合計5日以内の場合には2つの期間を通じて積雪が継続したものとみなした。冬期間の降雪深積算値および積雪深や積雪水量の最大値は Table 4 にまとめた。これらの元となる11月～4月の気象要素の日別値（天気、日平均気温、日降水量、日降雪深、9時の積雪深、積雪水量）を冬期別に Table 5 に掲載した。さらに5冬期間の積雪断面観測の結果を Fig. 3 に示した。表中の×は欠測、－は現象なし、0は四捨五入して1に満たない測定値を表わす。

Table 3. 降雪と根雪の初終日および日数
The first and last days, and the number of days on which snowfall and continuous snow cover were observed

年（冬期）	降雪		根雪		
	初雪	降雪日数	初日	終日	初終間日数
2009/10	11.02	62	12.15	04.18	125
2010/11	12.09	76	12.24	04.29	127
2011/12	11.21	84	12.17	04.27	133
2012/13	11.14	77	12.07	04.18	133
2013/14	11.11	73	12.12	04.11	121
平年値	11.22	69	12.16	04.11	117

※平年値は1981～2010年の30年平均値

Table 4. 冬期の降雪深積算値、最大積雪深、最大積雪水量
Total daily snowfall, the maximum snow depth and the maximum snow-water equivalent during the winter periods

年（冬期）	降雪深積算値 (cm)	最大積雪深 (cm)	最大積雪水量 (mm)
2009/10	1097	251	846
2010/11	1360	302	954
2011/12	1512	302	1007
2012/13	1386	289	1059
2013/14	1005	183	614
平年値	1060	214	718

※最大積雪水量は観測した日のうちの最大値
※平年値は1981～2010年の30年平均値

謝辞

本報告の観測の一部は、丸山健治氏（(有)柳電機商会）並びに小海義則氏、西川勝二氏に支援していただいた。また、経費の一部は森林総合研究所基盤事業費（事項番号：K13、事項名：多雪地帯積雪観測）を使用した。

引用文献

- 秋田谷英次・山田知充 (1991) 積雪調査, 雪氷調査法, 北海道大学図書刊行会, p. 29-45.
- 防災部雪害研究室 (1952) 積雪の密度資料, 林業試験集報, **63**, 95-160.
- 防災部雪害研究室 (1953) 雪質調査資料 (雪質, 硬度, 抗剪力, 抗張力), 林業試験場研究報告, **62**, 59-124.
- Denoth, A. (1994) An electronic device for long-term snow wetness recording. *Annals of Glaciology*, **19**, 104-106.
- 遠藤八十一・竹内由香里・山野井克己・村上茂樹・庭野昭二 (2003) フルイを用いた積雪粒度ゲージ. 2003年度日本雪氷学会全国大会講演予稿集, 205.
- 気象庁 (2005) 気象観測統計の解説. 気象観測統計指針, 1-118.
- 日本雪氷学会 (1998) 日本雪氷学会積雪分類. 雪氷, **60**, 419-436.
- 日本雪氷学会 (2010) 積雪観測ガイドブック. 朝倉書店, 136pp.
- 竹内由香里・遠藤八十一・庭野昭二・村上茂樹 (2009) 十日町における冬期の気象および雪質の調査資料 (7) (2004/05年～2008/09年5冬期). 森林総合研究所研究報告, **8**, 227-277.
- 竹内由香里・遠藤八十一・山口 悟・河島克久・村上茂樹・平島寛行・伊豫部勉・宮崎伸夫・納口恭明・佐藤和秀 (2005) 誘電方式と熱量方式による積雪含水率計の比較測定. 寒地技術論文・報告集, **21**, 220-224.
- 竹内由香里・庭野昭二・村上茂樹・山野井克己・遠藤八十一・小南裕志 (2008) 新潟県十日町市の気象90年報 (1918年～2007年). 森林総合研究所研究報告, **7**, 187-244.
- Takeuchi, Y., Nohguchi, Y., Kawashima, K. and Izumi, K. (1998) Measurement of snow hardness distribution. *Annals of Glaciology*, **26**, 27-30.
- 竹内由香里・納口恭明・河島克久・和泉 薫 (2001) デジタル式荷重測定器を利用した積雪の硬度測定. 雪氷, **63**, 441-449.
- 十日町試験地・防災第一研究室 (1986) 雪質の調査資料 (3) 1965年12月～1975年4月10冬季. 林業試験場研究報告, **341**, 63-145.
- 十日町試験地・防災第一研究室 (1987) 雪質の調査資料 (4) 1975年12月～1985年4月10冬季. 林業試験場研究報告, **342**, 61-151.
- 十日町試験地・山形分場多雪地帯林業第二研究室・防災部防災科 (1967) 雪質の調査資料 (2). 林業試験場研究報告, **199**, 1-46.
- 山野井克己・遠藤八十一・小南裕志・庭野昭二・渡辺成雄・大関義男 (2000) 雪質の調査資料 (5) (1985年12月～1999年4月14冬季). 森林総合研究所研究報告, No. **378**, 87-181.
- 山野井克己・竹内由香里・村上茂樹・庭野昭二・遠藤八十一・渡辺成雄 (2005) 十日町における雪質の調査資料 (6) (1999年11月～2004年4月5冬季). 森林総合研究所研究報告, **4**, 225-258.

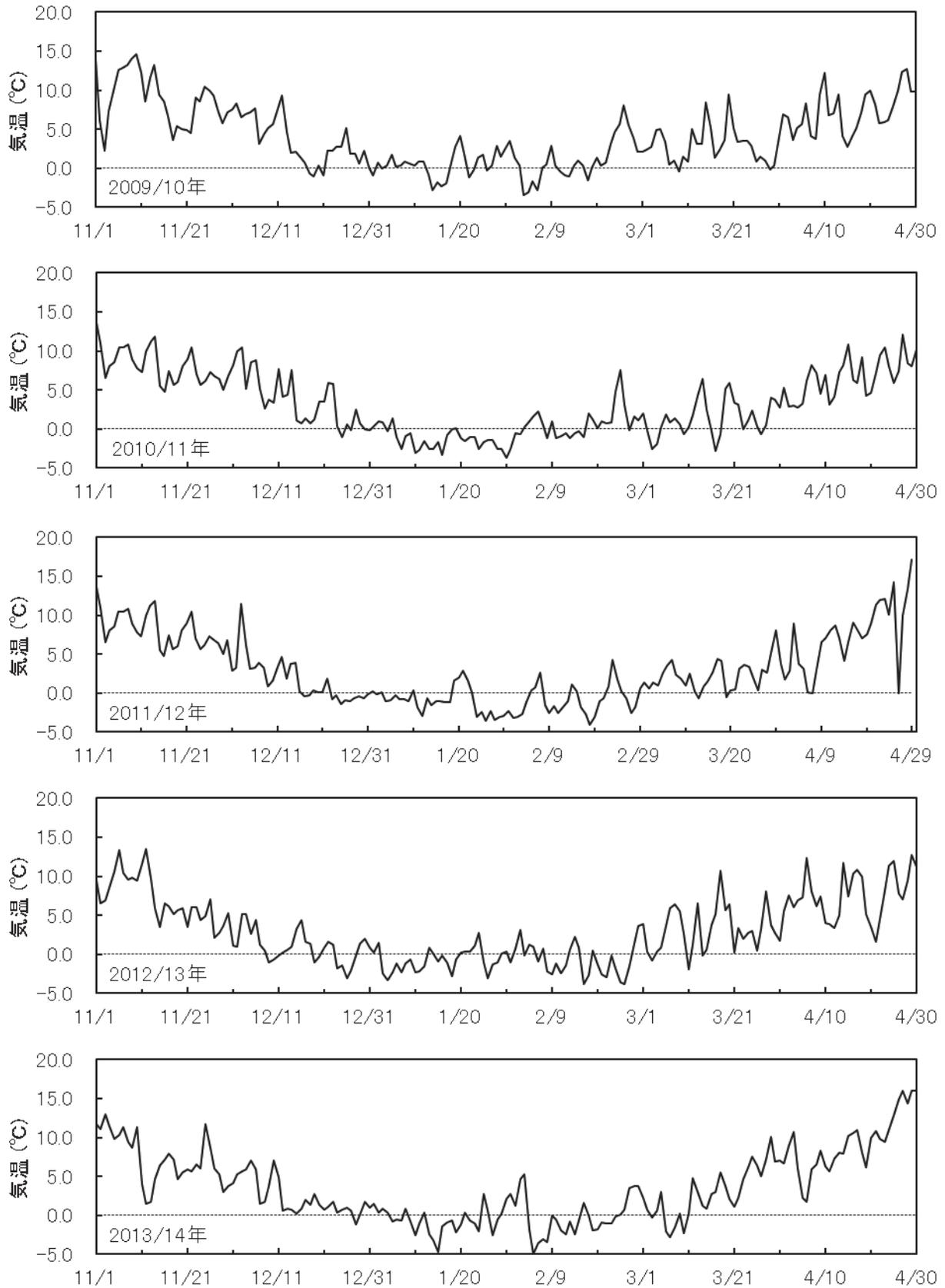


Fig. 1. 日平均気温
Daily mean air temperature

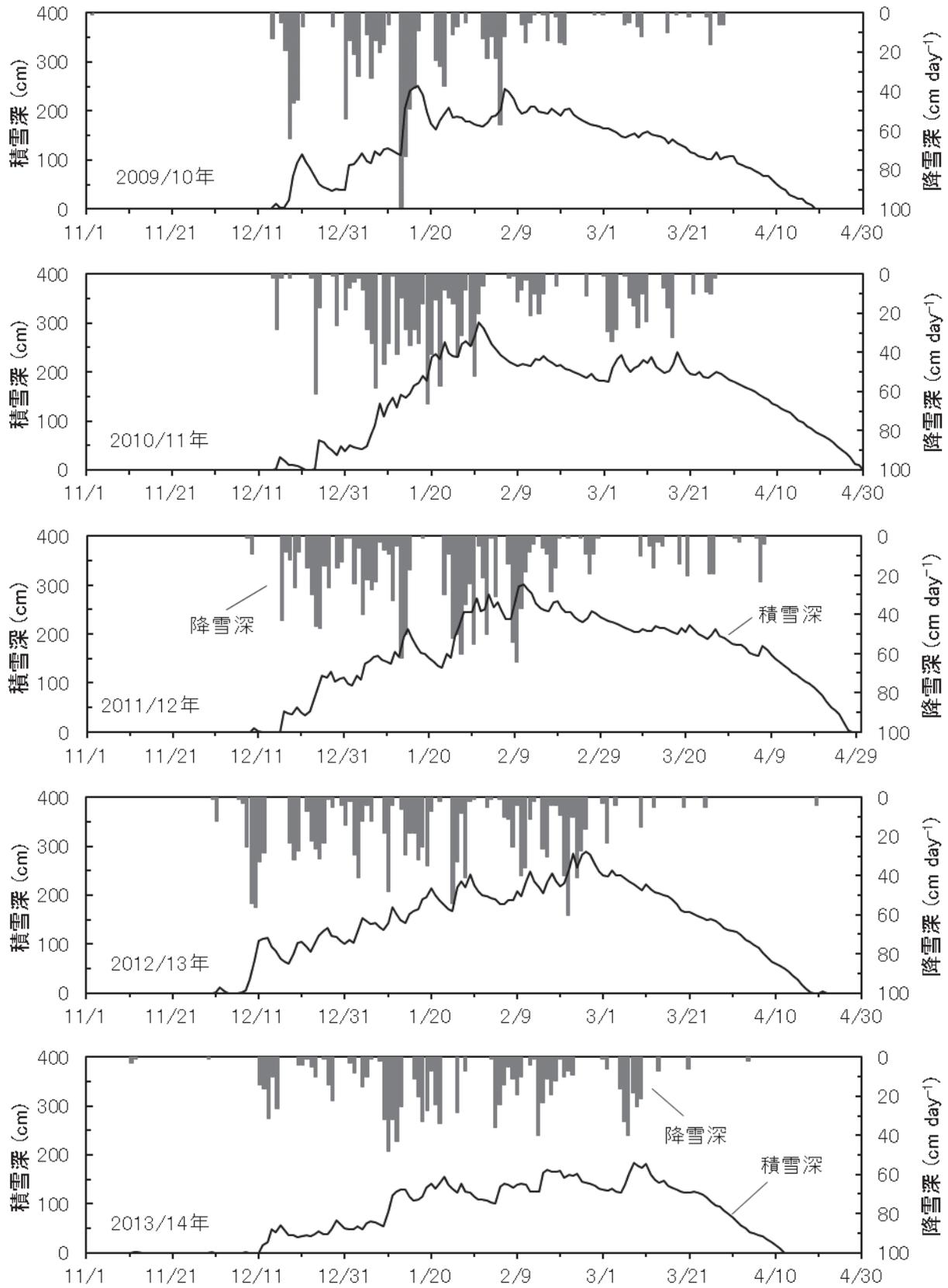


Fig. 2. 積雪深と日降雪深
Snow depth and daily snowfall depth

Table 5. 気象要素の日別値 (2010 年冬期)
Daily meteorological data (2010 winter period)

2009 年							2009 年							2010 年						
月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)	月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)	月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)
11.01	晴	13.9	19.5	-	-	-	12.01	霧	7.5	-	-	-	-	1.01	雪	-0.9	21.5	14	90	×
11.02	曇	6.2	26.5	1	-	-	12.02	晴	8.3	-	-	-	-	1.02	雪	0.7	23.5	21	92	×
11.03	雪	2.3	22.0	-	-	-	12.03	曇	6.5	4.5	-	-	-	1.03	雪	0.0	38.5	32	101	×
11.04	快晴	7.3	-	-	-	-	12.04	雨	6.9	10.0	-	-	-	1.04	曇	0.3	1.5	-	114	267
11.05	晴	9.9	-	-	-	-	12.05	曇	7.2	-	-	-	-	1.05	雪	1.8	19.0	11	97	264
11.06	晴	12.6	-	-	-	-	12.06	曇	7.7	8.0	-	-	-	1.06	雪	0.2	18.0	33	94	289
11.07	快晴	12.8	-	-	-	-	12.07	雨	3.1	12.0	-	-	-	1.07	曇	0.4	68.0	14	117	332
11.08	晴	13.2	-	-	-	-	12.08	曇	4.4	-	-	-	-	1.08	雪	0.8	25.0	20	109	412
11.09	晴	14.0	-	-	-	-	12.09	晴	5.2	-	-	-	-	1.09	雪	0.6	18.0	16	122	×
11.10	晴	14.6	1.5	-	-	-	12.10	霧	5.6	-	-	-	-	1.10	雪	0.3	22.0	6	124	×
11.11	雨	12.2	46.0	-	-	-	12.11	雨	7.7	5.5	-	-	-	1.11	快晴	0.9	-	-	119	×
11.12	曇	8.5	1.5	-	-	-	12.12	雨	9.3	8.5	-	-	-	1.12	曇	0.9	3.0	0	114	402
11.13	晴	11.6	-	-	-	-	12.13	曇	4.7	0.5	-	-	-	1.13	晴	-0.8	43.5	100	110	399
11.14	雨	13.2	13.0	-	-	-	12.14	晴	2.0	9.5	13	-	-	1.14	雪	-2.8	60.0	73	204	504
11.15	曇	9.5	0.5	-	-	-	12.15	雪	2.1	11.5	0	11	×	1.15	雪	-1.8	48.5	49	241	531
11.16	曇	8.5	-	-	-	-	12.16	雨	1.4	7.0	5	2	×	1.16	曇	-2.3	23.0	38	248	×
11.17	雨	6.7	7.0	-	-	-	12.17	雪	0.7	1.0	19	3	×	1.17	雪	-1.9	19.5	9	251	×
11.18	雨	3.6	15.0	-	-	-	12.18	雪	-0.7	51.0	64	18	×	1.18	晴	0.7	7.0	-	233	614
11.19	曇	5.4	4.5	-	-	-	12.19	雪	-	57.0	46	68	×	1.19	雨	2.8	7.0	-	198	627
11.20	雨	5.0	6.0	-	-	-	12.20	晴	0.3	18.5	44	93	×	1.20	快晴	4.2	-	-	175	640
11.21	雨	4.9	16.5	-	-	-	12.21	雪	-0.9	39.0	7	112	150	1.21	雨	1.9	17.0	24	162	639
11.22	晴	4.5	-	-	-	-	12.22	晴	2.3	-	-	95	153	1.22	雪	-1.2	19.5	27	180	640
11.23	晴	9.1	-	-	-	-	12.23	晴	2.3	5.0	-	84	×	1.23	雪	-0.2	40.0	37	192	×
11.24	快晴	8.6	-	-	-	-	12.24	雨	2.8	3.5	-	66	163	1.24	雪	1.3	12.5	-	207	×
11.25	曇	10.5	4.5	-	-	-	12.25	快晴	2.7	-	-	52	143	1.25	晴	1.7	16.0	11	186	683
11.26	晴	10.0	2.5	-	-	-	12.26	曇	5.1	7.5	-	45	×	1.26	曇	-0.3	8.0	7	188	719
11.27	快晴	9.3	0.5	-	-	-	12.27	曇	1.9	0.5	-	41	×	1.27	快晴	0.3	2.0	-	187	680
11.28	雨	7.2	9.5	-	-	-	12.28	曇	1.9	21.0	7	38	×	1.28	雨	2.9	8.5	5	179	683
11.29	曇	5.8	6.0	-	-	-	12.29	雪	0.6	1.5	-	41	×	1.29	雪	1.5	13.0	-	179	699
11.30	曇	7.2	0.5	-	-	-	12.30	曇	2.3	-	-	40	×	1.30	晴	2.6	-	-	173	×
							12.31	雪	0.1	40.5	54	39	×	1.31	晴	3.5	2.0	-	170	×

Table 5. 気象要素の日別値 (2010年冬期 つづき)
Daily meteorological data (2010 winter period. Continue)

2010年				2010年				2010年					
月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)	月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)
2.01	雨	1.3	9.0	13	168	686	3.01	晴	2.1	7.5	1	165	759
2.02	快晴	0.4	9.5	23	176	694	3.02	曇	2.4	6.5	-	164	762
2.03	雪	-3.5	7.0	12	189	700	3.03	雨	2.7	5.0	-	160	724
2.04	雪	-3.1	6.5	23	190	703	3.04	曇	4.9	2.5	-	157	711
2.05	雪	-1.7	49.0	57	203	723	3.05	雨	5.0	2.5	-	149	690
2.06	雪	-2.8	22.5	12	245	×	3.06	雨	3.4	4.5	6	147	×
2.07	雪	0.1	6.5	-	240	×	3.07	雪	0.5	16.5	5	151	×
2.08	曇	0.5	5.0	-	225	781	3.08	曇	1.0	0.5	-	154	680
2.09	雨	2.9	19.5	-	205	817	3.09	曇	-0.4	1.5	7	147	676
2.10	雨	0.3	12.5	6	195	783	3.10	雨	1.5	15.0	12	154	683
2.11	曇	-0.4	16.5	15	198	×	3.11	雪	0.9	23.0	-	158	716
2.12	雪	-0.9	3.5	5	208	825	3.12	快晴	5.0	0.5	-	153	×
2.13	晴		1.0	1	209	×	3.13	雨	3.1	12.0	-	151	×
2.14	快晴	0.4	-	-	199	×	3.14	曇	3.1	-	-	149	×
2.15	雨	1.0	1.5	1	196	843	3.15	晴	8.4	2.0	-	145	690
2.16	曇	0.3	2.0	14	194	833	3.16	雨	5.2	17.5	10	135	658
2.17	曇	-1.6	3.5	-	204	823	3.17	雪	1.3	10.0	-	142	668
2.18	曇	0.1	1.0	2	197	803	3.18	曇	2.4	4.0	1	135	663
2.19	曇	1.3	8.5	15	190	836	3.19	曇	3.6	1.0	-	130	657
2.20	雪	0.4	10.0	16	202	×	3.20	快晴	9.4	-	-	126	×
2.21	晴	0.7	1.5	-	204	×	3.21	曇	5.1	25.0	2	115	×
2.22	快晴	3.1	-	-	192	846	3.22	曇	3.4	2.0	-	113	×
2.23	快晴	4.6	-	-	186	835	3.23	曇	3.5	-	-	108	540
2.24	快晴	5.6	-	-	181	808	3.24	曇	3.5	1.5	-	106	536
2.25	快晴	8.0	-	-	177	815	3.25	雨	2.9	22.5	2	102	533
2.26	雨	5.5	17.5	-	172	782	3.26	雪	0.9	8.5	16	102	503
2.27	雨	3.9	7.5	1	170	×	3.27	快晴	1.5	6.0	0	116	×
2.28	曇	2.1	5.5	-	168	×	3.28	曇	1.0	2.5	6	102	×
							3.29	雪	-0.2	7.0	6	106	502
							3.30	晴	0.4	3.0	-	107	501
							3.31	晴	4.0	-	-	107	500

Table 5. 気象要素の日別値 (2011 年冬期)
Daily meteorological data (2011 winter period)

2010 年				2010 年				2011 年					
月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)	月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)
11.01	曇	13.6	26.0	-	-	-	1.01	雪	0.4	23.5	7	50	×
11.02	晴	10.9	29.5	-	-	-	1.02	雨	1.0	19.0	4	47	×
11.03	雨	6.6	19.5	-	-	-	1.03	曇	0.9	2.0	2	44	×
11.04	快晴	8.1	-	-	-	-	1.04	雪	-0.3	15.0	8	42	139
11.05	雨	8.6	4.5	-	-	-	1.05	快晴	1.4	6.0	28	48	158
11.06	快晴	10.4	0.5	-	-	-	1.06	雪	-1.1	50.0	35	71	181
11.07	晴	10.4	-	-	-	-	1.07	雪	-2.5	20.0	58	92	213
11.08	晴	10.8	-	-	-	-	1.08	雪	-0.9	28.0	0	135	×
11.09	雨	9.0	5.0	-	-	-	1.09	雨	-0.5	31.5	46	110	×
11.10	曇	7.8	20.5	-	-	-	1.10	雪	-3.1	18.0	35	131	×
11.11	曇	7.3	9.5	-	-	-	1.11	雪	-2.7	8.5	1	147	309
11.12	曇	10.0	0.5	-	-	-	1.12	晴	-1.6	21.0	41	127	312
11.13	曇	11.2	-	-	-	-	1.13	雪	-2.6	15.0	12	154	336
11.14	曇	11.8	7.5	-	-	-	1.14	晴	-2.6	8.5	28	147	338
11.15	雨	5.5	14.0	-	-	-	1.15	雪	-1.7	17.5	36	155	×
11.16	曇	4.8	-	-	-	-	1.16	雪	-3.3	32.0	28	172	×
11.17	晴	7.4	1.0	-	-	-	1.17	雪	-0.8	35.5	35	178	418
11.18	雨	5.6	11.5	-	-	-	1.18	雪	0.0	35.0	15	192	463
11.19	快晴	6.0	-	-	-	-	1.19	雪	0.1	43.5	66	182	469
11.20	快晴	8.1	-	-	-	-	1.20	雪	-1.2	48.0	41	231	532
11.21	快晴	9.0	-	-	-	-	1.21	雪	-1.5	11.0	13	237	564
11.22	曇	10.4	13.5	-	-	-	1.22	雪	-1.1	34.5	57	226	×
11.23	雨	7.0	14.0	-	-	-	1.23	雪	-1.1	16.5	8	261	×
11.24	晴	5.7	-	-	-	-	1.24	晴	-2.5	-	12	239	621
11.25	晴	6.1	0.5	-	-	-	1.25	雪	-1.7	15.5	15	233	628
11.26	雨	7.3	0.5	-	-	-	1.26	雪	-1.4	13.5	42	231	643
11.27	晴	6.8	0.5	-	-	-	1.27	晴	-1.4	34.5	31	258	663
11.28	雨	6.4	3.0	-	-	-	1.28	雪	-2.5	11.5	8	264	695
11.29	晴	5.0	9.0	-	-	-	1.29	曇	-2.5	8.0	36	254	×
11.30	快晴	6.8	1.5	-	-	-	1.30	雪	-3.7	48.5	52	274	×
							1.31	雪	-2.6	24.0	20	302	777

Table 5. 気象要素の日別値 (2011年冬期 つづき)
Daily meteorological data (2011 winter period. Continue)

2011年				2011年				2011年					
月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)	月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)
2.01	雪	-0.5	11.0	6	290	802	3.01	雨	2.0	8.0	1	182	806
2.02	快晴	-0.6	0.5	-	273	795	3.02	雪	-0.1	16.0	29	181	×
2.03	快晴	0.2	-	0	257	779	3.03	雪	-2.6	20.5	34	209	807
2.04	曇	1.0	-	-	245	×	3.04	雪	-1.9	33.0	28	227	850
2.05	曇	1.6	-	-	235	×	3.05	曇	0.2	3.5	-	234	×
2.06	快晴	2.3	-	0	228	×	3.06	曇	1.9	-	1	214	×
2.07	雪	0.5	11.5	2	220	792	3.07	雪	0.8	9.5	12	200	852
2.08	快晴	-1.2	0.5	1	216	793	3.08	雪	1.4	11.0	16	209	871
2.09	雪	1.0	6.5	14	212	792	3.09	快晴	0.6	20.0	27	212	885
2.10	雪	-1.2	12.5	8	217	804	3.10	雪	-0.6	10.5	10	225	×
2.11	晴	-0.9	1.5	3	215	×	3.11	晴	0.2	15.0	24	218	893
2.12	晴	-0.5	7.0	21	212	×	3.12	快晴	1.8	12.5	-	230	×
2.13	雪	-1.2	23.5	10	226	×	3.13	快晴	4.3	-	-	211	×
2.14	晴	-0.5	6.0	20	224	835	3.14	晴	6.4	-	-	205	896
2.15	雪	-0.3	22.5	10	232	855	3.15	曇	2.5	7.5	7	199	860
2.16	快晴		-	-	225	852	3.16	曇	-0.3	12.0	17	202	910
2.17	曇	2.0	-	-	219	857	3.17	雪	-2.8	35.0	32	216	928
2.18	雨	1.2	28.0	6	213	865	3.18	晴	-0.6	1.5	-	240	954
2.19	曇	0.1	-	-	215	×	3.19	快晴	5.1	-	-	218	×
2.20	快晴	1.0	-	-	207	×	3.20	晴	5.9	0.5	-	205	×
2.21	快晴	0.7	-	-	204	860	3.21	雨	3.4	11.0	-	197	×
2.22	快晴	0.9	-	-	201	831	3.22	晴	3.1	1.0	10	195	928
2.23	快晴	4.8	-	-	197	828	3.23	雪	0.0	9.0	-	200	921
2.24	快晴	7.6	-	-	192	727	3.24	晴	1.1	-	0	191	913
2.25	雨	3.1	6.5	11	189	833	3.25	晴	2.4	4.0	9	188	912
2.26	晴	-0.1	1.0	-	196	×	3.26	雪	0.4	14.5	10	195	×
2.27	晴	1.6	0.5	-	186	×	3.27	雪	-0.7	10.0	2	201	×
2.28	雨	1.1	11.0	-	183	813	3.28	快晴	0.5	-	-	196	904
							3.29	晴	4.0	-	-	190	897
							3.30	晴	3.7	3.0	0	185	895
							3.31	曇	2.7	6.5	-	180	870

Table 5. 気象要素の日別値 (2012年冬期 つづき)
Daily meteorological data (2012 winter period. Continue)

2012年		平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)	2012年		平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)	2012年		平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)	
月日	天気	天気	天気	天気	天気	天気	月日	天気	天気	天気	天気	天気	天気	月日	天気	天気	天気	天気	天気	天気	
2.01	雪	-3.2	17.5	21	246	721	3.01	晴	1.4	-	-	231	971	4.01	晴	1.7	14.0	3	177	×	
2.02	雪	-3.1	28.0	50	251	742	3.02	曇	0.6	3.5	0	227	978	4.02	晴	2.9	4.5	-	178	864	
2.03	雪	-2.7	13.0	1	281	755	3.03	曇	1.3	3.0	-	225	×	4.03	曇	8.9	12.5	-	172	854	
2.04	曇	-1.2	26.5	31	254	×	3.04	晴	1.0	-	-	221	×	4.04	雪	3.7	2.0	-	161	805	
2.05	曇	0.3	4.5	-	265	×	3.05	雨	2.6	6.0	-	217	988	4.05	雨	3.1	23.5	1	158	787	
2.06	晴	0.7	2.5	-	247	803	3.06	雨	3.5	6.0	-	213	998	4.06	雪	0.1	9.0	23	156	770	
2.07	雨	2.6	29.0	14	231	815	3.07	曇	4.3	0.5	-	208	1003	4.07	雪	0.0	16.5	4	176	×	
2.08	雪	-1.6	39.0	54	230	825	3.08	曇	2.4	-	-	204	986	4.08	晴	3.0	0.5	-	168	×	
2.09	雪	-2.5	44.0	64	262	873	3.09	曇	1.9	14.5	10	203	944	4.09	晴	6.5	0.5	-	157	753	
2.10	雪	-1.7	27.0	37	298	875	3.10	雪	1.0	16.5	-	209	×	4.10	快晴	7.0	-	-	150	731	
2.11	雪	-2.5	16.0	18	302	×	3.11	晴	2.5	5.0	5	205	×	4.11	曇	8.1	10.0	-	143	708	
2.12	雪	-1.8	17.0	8	291	×	3.12	雪	0.2	15.0	16	205	973	4.12	晴	8.7	10.5	-	135	693	
2.13	快晴	-1.1	1.5	4	282	910	3.13	雪	-0.6	9.5	3	217	922	4.13	曇	7.1	-	-	128	658	
2.14	曇	1.1	2.0	-	262	×	3.14	快晴	0.9	-	5	211	927	4.14	雨	4.1	24.0	-	121	×	
2.15	雨	0.2	4.5	6	252	×	3.15	曇	1.5	5.0	-	212	941	4.15	晴	6.5	-	-	117	×	
2.16	雪	-1.8	1.5	9	249	×	3.16	晴	2.6	-	-	207	×	4.16	快晴	9.1	-	-	109	581	
2.17	雪	-2.7	6.0	28	247	×	3.17	雨	4.4	10.0	-	204	×	4.17	晴	8.2	-	-	103	546	
2.18	雪	-4.1	24.0	16	265	×	3.18	曇	4.1	7.0	14	200	×	4.18	曇	7.1	-	-	98	503	
2.19	曇	-3.0	3.0	1	267	×	3.19	雪	-0.5	14.0	0	212	956	4.19	快晴	7.6	-	-	91	443	
2.20	雪	-1.1	0.5	0	252	956	3.20	晴	0.3	5.0	20	203	×	4.20	曇	8.9	-	-	83	392	
2.21	雪	-0.6	3.5	1	245	966	3.21	雪	0.5	13.0	-	218	953	4.21	晴	11.3	-	-	74	×	
2.22	晴	0.8	-	-	244	987	3.22	晴	3.1	-	-	207	952	4.22	曇	12.0	3.5	-	62	×	
2.23	雨	4.3	10.0	-	235	964	3.23	曇	3.6	5.0	-	199	950	4.23	曇	12.1	4.0	-	49	252	
2.24	曇	1.7	5.0	1	229	971	3.24	雨	3.4	10.0	-	195	×	4.24	曇	10.1	-	-	43	213	
2.25	雨	0.2	11.5	9	225	×	3.25	晴	2.0	9.5	19	190	×	4.25	快晴	14.3	-	-	35	×	
2.26	雪	-0.7	15.5	19	232	×	3.26	雪	0.4	25.5	19	198	928	4.26	曇	0.0	4.0	-	18	×	
2.27	雪	-2.6	8.0	9	246	978	3.27	快晴	3.0	4.0	-	210	1007	4.27	曇	10.0	2.0	-	4	×	
2.28	曇	-1.8	1.0	1	242	983	3.28	雨	2.6	8.0	-	196	957	4.28	×	13.4	-	-	-	-	
2.29	雪	0.6	2.5	-	235	962	3.29	快晴	5.1	-	-	192	914	4.29	×	17.1	-	-	-	-	
							3.30	曇	8.1	-	-	186	891	4.30	×	16.6	-	-	-	-	
							3.31	曇	3.8	30.5	1	179	×								

Table 5. 気象要素の日別値 (2013年冬期 つづき)
Daily meteorological data (2013 winter period. Continue)

2013年		平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)	2013年		平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)
月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)	月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)
2.01	快晴	0.7	-	-	201	758	3.01	曇	3.9	5.5	3	240	1034
2.02	曇	3.1	9.5	5	198	×	3.02	雪	0.3	11.5	23	238	×
2.03	雪	-0.2	5.0	1	194	×	3.03	雪	-0.8	8.0	0	251	×
2.04	曇	1.2	16.5	-	191	769	3.04	晴	0.3	-	4	241	1037
2.05	雪	1.0	0.5	1	182	763	3.05	雪	0.9	1.0	-	240	1015
2.06	雪	-0.9	8.5	10	181	×	3.06	晴	3.6	-	-	235	1037
2.07	曇	0.7	1.5	11	190	764	3.07	晴	5.9	-	-	229	1030
2.08	雪	-2.2	14.5	25	189	776	3.08	晴	6.4	0.5	-	222	1017
2.09	雪	-2.6	11.5	4	208	×	3.09	晴	5.5	-	-	216	×
2.10	晴	-1.2	8.0	40	198	×	3.10	雨	2.6	7.0	15	210	×
2.11	雪	-2.4	35.5	36	229	×	3.11	雪	-1.9	7.0	-	223	1000
2.12	晴	-1.4	2.0	11	249	832	3.12	快晴	1.2	-	-	212	961
2.13	雪	0.6	14.5	2	228	847	3.13	晴	6.6	9.5	5	207	965
2.14	曇	2.2	1.5	-	217	858	3.14	雪	-0.2	4.0	-	205	948
2.15	曇	0.9	10.5	26	204	854	3.15	晴	0.6	-	-	201	952
2.16	雪	-3.8	18.5	30	227	×	3.16	晴	3.7	-	-	198	×
2.17	雪	-2.7	8.5	4	245	×	3.17	快晴	5.2	-	-	192	×
2.18	雪	0.5	19.0	4	228	916	3.18	雨	10.7	6.5	-	182	898
2.19	雪	-1.3	3.0	9	219	908	3.19	曇	5.6	1.5	-	170	847
2.20	曇	-2.6	16.5	40	225	895	3.20	快晴	6.4	0.5	5	166	×
2.21	雪	-2.9	28.0	60	253	953	3.21	雪	0.2	7.0	-	166	818
2.22	曇	-0.2	19.5	10	285	986	3.22	快晴	3.4	-	-	161	775
2.23	雪	-1.8	18.5	41	257	×	3.23	曇	2.0	0.5	-	157	×
2.24	雪	-3.6	27.0	27	283	×	3.24	快晴	2.8	-	-	154	×
2.25	雪	-3.8	14.0	16	289	1042	3.25	曇	3.0	5.5	5	149	743
2.26	晴	-1.5	2.0	-	284	1044	3.26	雪	0.5	3.0	-	151	723
2.27	曇	1.3	3.0	-	263	1028	3.27	晴	3.3	-	-	148	722
2.28	晴	3.6	1.5	-	249	1059	3.28	晴	8.0	-	-	142	711
							3.29	雨	3.8	1.0	-	133	665
							3.30	曇	2.8	1.5	-	130	×
							3.31	晴	1.7	4.0	-	128	×
							4.01	晴	5.5	0.5	-	126	621
							4.02	曇	7.6	3.0	-	119	593
							4.03	雨	6.0	30.5	-	109	566
							4.04	雨	6.9	2.0	-	105	534
							4.05	快晴	7.3	-	-	99	503
							4.06	晴	12.3	0.5	-	92	×
							4.07	雨	8.1	12.0	-	82	×
							4.08	晴	6.2	3.0	-	74	369
							4.09	快晴	7.4	2.0	-	65	348
							4.10	曇	4.0	9.5	-	60	307
							4.11	晴	3.9	1.0	-	56	280
							4.12	晴	3.4	2.5	-	51	244
							4.13	快晴	5.0	0.5	-	43	×
							4.14	晴	11.7	-	-	36	×
							4.15	快晴	7.4	8.5	-	28	146
							4.16	快晴	10.3	-	-	18	92
							4.17	曇	10.8	-	-	10	-
							4.18	曇	10.0	2.0	-	2	-
							4.19	晴	5.2	9.0	-	-	-
							4.20	曇	3.5	3.0	4	-	-
							4.21	雪	1.6	16.0	-	3	×
							4.22	雨	4.5	2.0	-	-	-
							4.23	晴	8.2	-	-	-	-
							4.24	雨	11.3	8.0	-	-	-
							4.25	晴	12.0	1.0	-	-	-
							4.26	曇	7.8	6.5	-	-	-
							4.27	×	7.0	29.5	-	-	-
							4.28	×	9.4	12.0	-	-	-
							4.29	×	12.7	-	-	-	-
							4.30	雨	11.2	0.5	-	-	-

Table 5. 気象要素の日別値 (2014 年冬期)
Daily meteorological data (2014 winter period)

2013 年							2013 年							2014 年						
月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)	月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)	月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)
11.01	×	11.7	-	-	-	-	12.01	雨	4.2	9.5	-	-	-	1.01	曇	1.5	15.0	3	47	×
11.02	×	11.1	-	-	-	-	12.02	曇	5.3	-	-	-	-	1.02	雪	0.4	20.0	8	48	×
11.03	晴	13.0	4.5	-	-	-	12.03	晴	5.7	6.0	-	-	-	1.03	晴	0.9	-	-	55	×
11.04	雨	11.5	30.0	-	-	-	12.04	晴	5.9	-	-	-	-	1.04	雪	0.3	19.0	15	48	×
11.05	×	9.8	4.5	-	-	-	12.05	晴	7.0	-	-	-	-	1.05	晴	-0.8	3.0	10	61	×
11.06	×	10.3	0.5	-	-	-	12.06	雨	5.9	17.0	-	-	-	1.06	雪	-0.5	8.0	1	65	202
11.07	雨	11.3	13.0	-	-	-	12.07	雪	1.5	31.0	0	-	-	1.07	晴	-0.6	-	0	62	197
11.08	雨	9.4	14.5	-	-	-	12.08	雨	1.7	6.0	-	1	-	1.08	晴	0.8	7.5	2	58	194
11.09	晴	8.7	-	-	-	-	12.09	快晴	3.8	-	-	-	-	1.09	雪	-0.8	24.0	32	54	200
11.10	曇	11.4	15.5	-	-	-	12.10	雨	7.1	14.5	-	-	-	1.10	雪	-2.5	25.0	48	84	222
11.11	×	4.0	26.5	3	-	-	12.11	晴	4.9	3.0	14	-	-	1.11	雪	-1.1	37.0	32	116	×
11.12	×	1.5	40.0	1	2	×	12.12	雪	0.6	54.0	16	15	25	1.12	晴	0.3	14.0	43	125	×
11.13	雪	1.7	15.0	-	1	×	12.13	晴	0.9	14.0	31	22	25	1.13	雪	-2.4	21.5	25	130	×
11.14	快晴	4.7	0.5	-	-	-	12.14	曇	0.7	29.0	10	47	×	1.14	雪	-3.2	6.5	0	130	332
11.15	×	6.4	2.0	-	-	-	12.15	雪	0.2	28.5	26	41	×	1.15	晴	-4.7	-	0	115	317
11.16	快晴	7.2	-	-	-	-	12.16	雪	0.9	19.0	-	57	131	1.16	曇	-1.4	1.0	11	106	319
11.17	快晴	7.9	-	-	-	-	12.17	曇	2.0	1.0	-	45	120	1.17	雪	-0.9	12.5	20	109	319
11.18	×	7.2	-	-	-	-	12.18	霧	1.4	-	-	36	119	1.18	晴	-0.7	5.0	33	115	×
11.19	×	4.6	-	-	-	-	12.19	曇	2.8	1.0	-	35	120	1.19	雪	-2.2	34.0	27	133	×
11.20	×	5.5	3.0	-	-	-	12.20	雨	1.3	10.0	4	32	114	1.20	晴	-1.2	-	7	142	372
11.21	×	5.9	11.5	-	-	-	12.21	雨	0.7	27.5	4	34	×	1.21	雪	0.3	12.0	24	132	375
11.22	×	5.6	30.5	-	-	-	12.22	雪	1.1	13.0	1	35	×	1.22	雪	-0.7	31.5	34	142	381
11.23	曇	6.6	4.5	-	-	-	12.23	曇	1.7	3.0	5	34	×	1.23	雪	8.5	0	156	424	
11.24	晴	6.0	6.0	-	-	-	12.24	雪	0.3	19.5	10	37	132	1.24	快晴	-2.0	-	-	139	403
11.25	×	11.7	5.5	-	-	-	12.25	晴	0.7	-	-	43	141	1.25	曇	2.7	-	-	131	×
11.26	×	8.7	-	-	-	-	12.26	雪	1.0	0.5	1	38	136	1.26	雨	0.6	18.5	28	123	×
11.27	×	6.0	0.5	-	-	-	12.27	雪	0.6	24.5	14	37	140	1.27	雪	-2.5	5.5	-	142	427
11.28	×	5.3	-	-	-	-	12.28	雪	-1.2	17.0	22	49	×	1.28	晴	-0.5	6.0	7	126	426
11.29	×	3.0	16.5	1	-	-	12.29	晴	0.1	8.5	0	66	×	1.29	雪	0.2	0.5	-	123	409
11.30	曇	3.8	3.5	-	2	×	12.30	曇	1.8	-	-	58	×	1.30	晴	2.1	5.5	-	115	435
							12.31	雪	1.0	9.0	-	51	×	1.31	雪	2.8	11.5	-	109	457

Table 5. 気象要素の日別値 (2014 年冬期 つづき)
Daily meteorological data (2014 winter period. Continue)

2014 年				2014 年				2014 年				2014 年								
月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)	月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)	月日	天気	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	降雪深 (cm)	積雪深 (cm)	積雪水量 (mm)
2.01	晴	1.2	-	-	109	×	3.01	霧	2.2	0.5	1	129	×	4.01	快晴	6.7	0.0	-	64	290
2.02	曇	4.7	-	-	107	×	3.02	曇	0.7	6.0	6	127	×	4.02	晴	8.9	0.0	-	57	259
2.03	晴	5.3	3.5	1	103	425	3.03	雪	-0.3	2.0	-	132	543	4.03	晴	10.7	0.0	-	50	232
2.04	雪	-1.8	8.0	36	100	407	3.04	晴	0.6	-	-	125	541	4.04	雨	6.0	23.0	2	41	184
2.05	雪	-4.9	19.5	24	136	425	3.05	雨	3.0	18.5	16	124	530	4.05	曇	2.2	6.0	-	39	×
2.06	雪	-3.6	6.0	14	142	443	3.06	雪	-2.0	15.5	33	139	545	4.06	曇	1.7	6.5	0	35	×
2.07	曇	-3.1	2.5	5	140	442	3.07	雪	-2.8	29.5	40	162	557	4.07	晴	5.9	0.0	-	33	159
2.08	雪	-3.5	7.5	11	133	×	3.08	雪	-1.6	21.5	18	183	×	4.08	曇	6.5	0.0	-	27	117
2.09	雪	0.0	5.0	19	139	×	3.09	晴	0.2	5.5	25	177	×	4.09	晴	8.3	0.0	-	21	×
2.10	雪	-0.5	15.0	10	142	471	3.10	雪	-2.3	24.0	21	174	614	4.10	晴	6.3	2.0	-	15	×
2.11	曇	-1.9	1.0	-	140	×	3.11	晴	0.2	3.0	-	181	610	4.11	快晴	5.6	0.0	-	10	×
2.12	晴	-2.4	-	4	126	465	3.12	晴	4.8	-	-	160	598	4.12	快晴	7.3	0.0	-	-	-
2.13	雪	-0.8	2.5	1	126	467	3.13	曇	3.0	10.0	-	149	576	4.13	快晴	8.0	0.0	-	-	-
2.14	曇	-2.4	13.5	40	125	462	3.14	雪	1.2	8.0	7	144	589	4.14	快晴	7.9	0.0	-	-	-
2.15	雪	-0.6	62.0	23	163	×	3.15	晴	0.9	1.0	-	148	×	4.15	×	10.2	0.0	-	-	-
2.16	雨	1.6	14.0	11	169	×	3.16	晴	2.7	9.0	-	137	×	4.16	×	10.6	0.0	-	-	-
2.17	雪	0.0	11.0	19	165	569	3.17	快晴	3.0	-	-	134	566	4.17	×	10.9	0.0	-	-	-
2.18	雪	-1.9	9.5	12	166	578	3.18	曇	5.5	25.5	-	129	552	4.18	×	8.1	4.0	-	-	-
2.19	雪	-1.8	2.5	1	167	570	3.19	曇	3.7	0.5	-	126	537	4.19	×	6.2	0.0	-	-	-
2.20	曇	-0.9	0.5	10	153	565	3.20	雨	2.1	18.0	-	124	537	4.20	×	9.9	0.0	-	-	-
2.21	雪	-1.1	6.0	7	159	589	3.21	雪	1.1	27.0	6	122	×	4.21	×	10.8	13.5	-	-	-
2.22	雪	-1.1	3.0	9	157	×	3.22	晴	2.3	1.0	-	126	×	4.22	×	9.8	1.0	-	-	-
2.23	曇	-0.2	0.5	-	161	×	3.23	曇	4.6	-	-	122	×	4.23	×	9.4	0.0	-	-	-
2.24	晴	0.1	-	-	145	577	3.24	快晴	6.1	-	-	119	514	4.24	×	10.9	0.0	-	-	-
2.25	曇	0.7	4.0	-	143	572	3.25	晴	7.6	-	-	113	481	4.25	×	12.8	0.0	-	-	-
2.26	快晴	3.5	-	-	141	568	3.26	曇	6.4	7.5	-	104	450	4.26	×	14.9	0.0	-	-	-
2.27	曇	3.7	-	-	137	555	3.27	雨	5.0	14.0	-	97	439	4.27	×	16.0	0.0	-	-	-
2.28	曇	3.8	6.5	-	131	552	3.28	快晴	7.2	-	-	94	416	4.28	×	14.4	0.0	-	-	-
							3.29	晴	10.1	-	-	87	×	4.29	×	16.0	0.0	-	-	-
							3.30	雨	6.9	28.5	-	81	×	4.30	×	16.0	4.5	-	-	-
							3.31	雨	7.0	8.5	-	72	332							

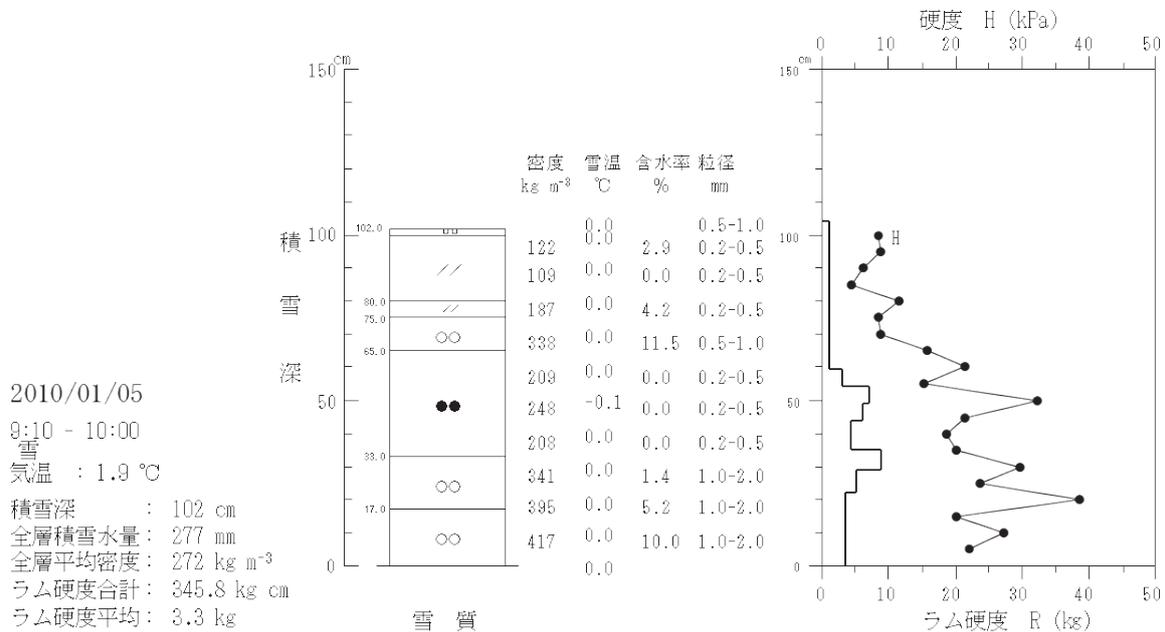
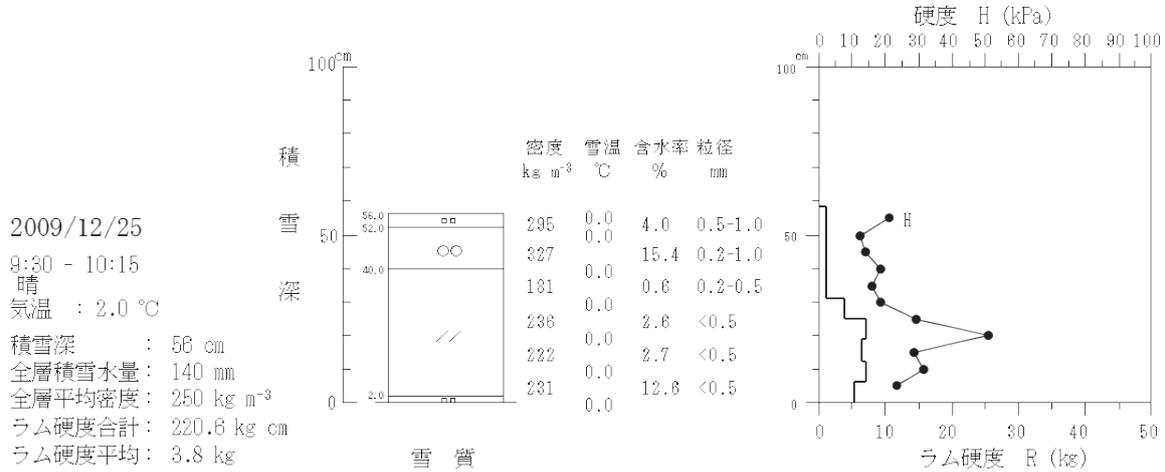


Fig. 3. 積雪断面観測 (2010年冬期)
Snow pit observation (2010 winter period)

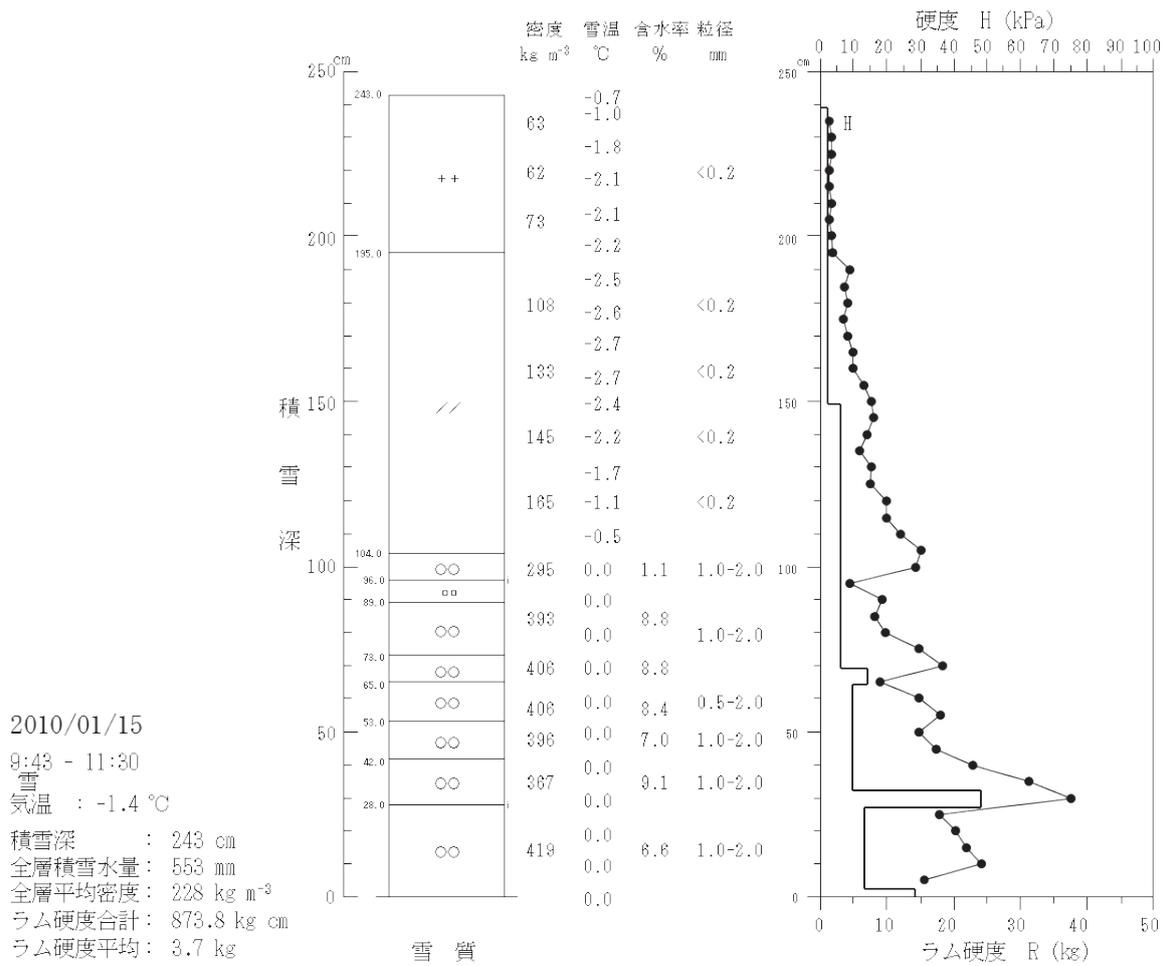


Fig. 3. 積雪断面観測 (2010年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2010 winter period, continue)

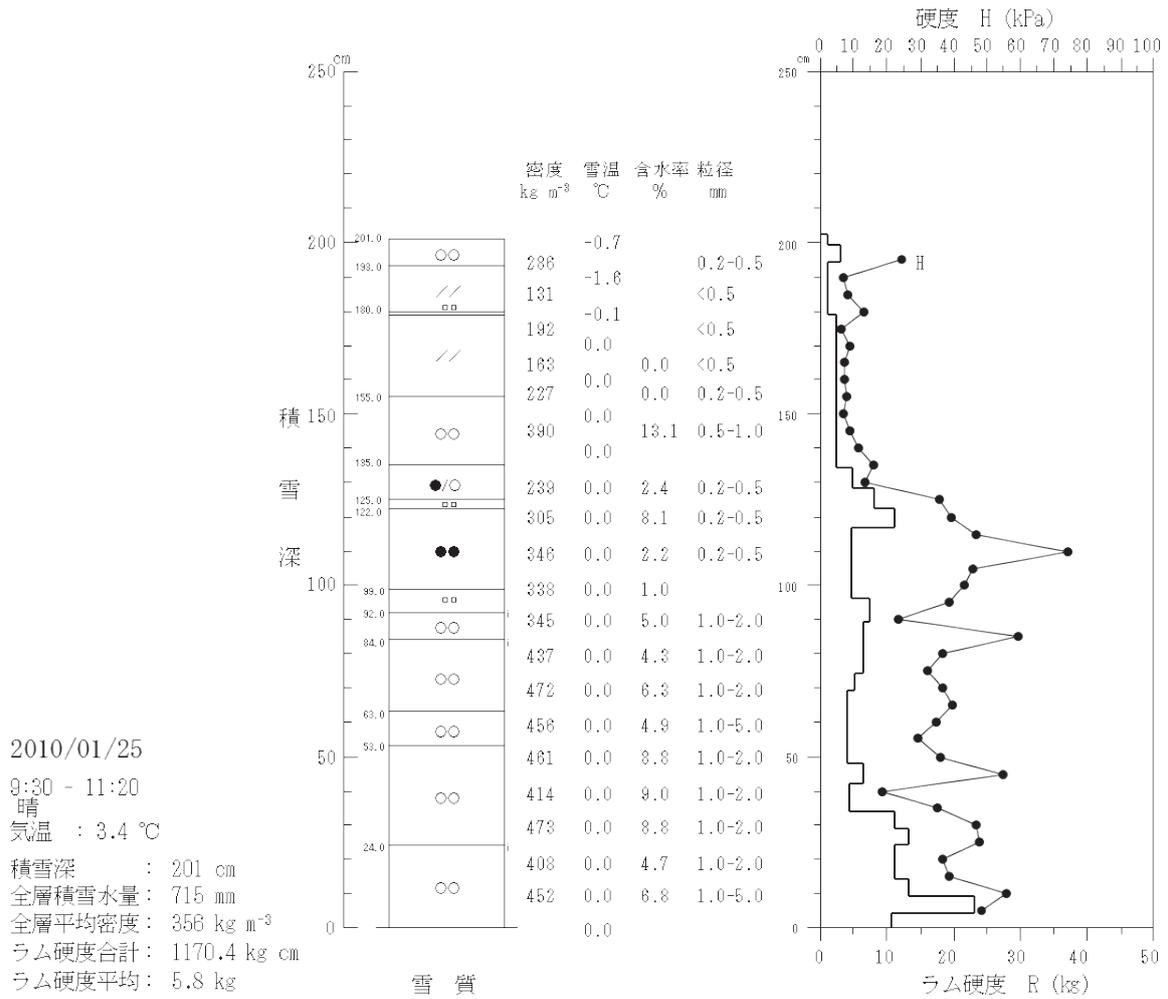


Fig. 3. 積雪断面観測 (2010年冬期、つづき)
Snow pit observation (2010 winter period, continue)

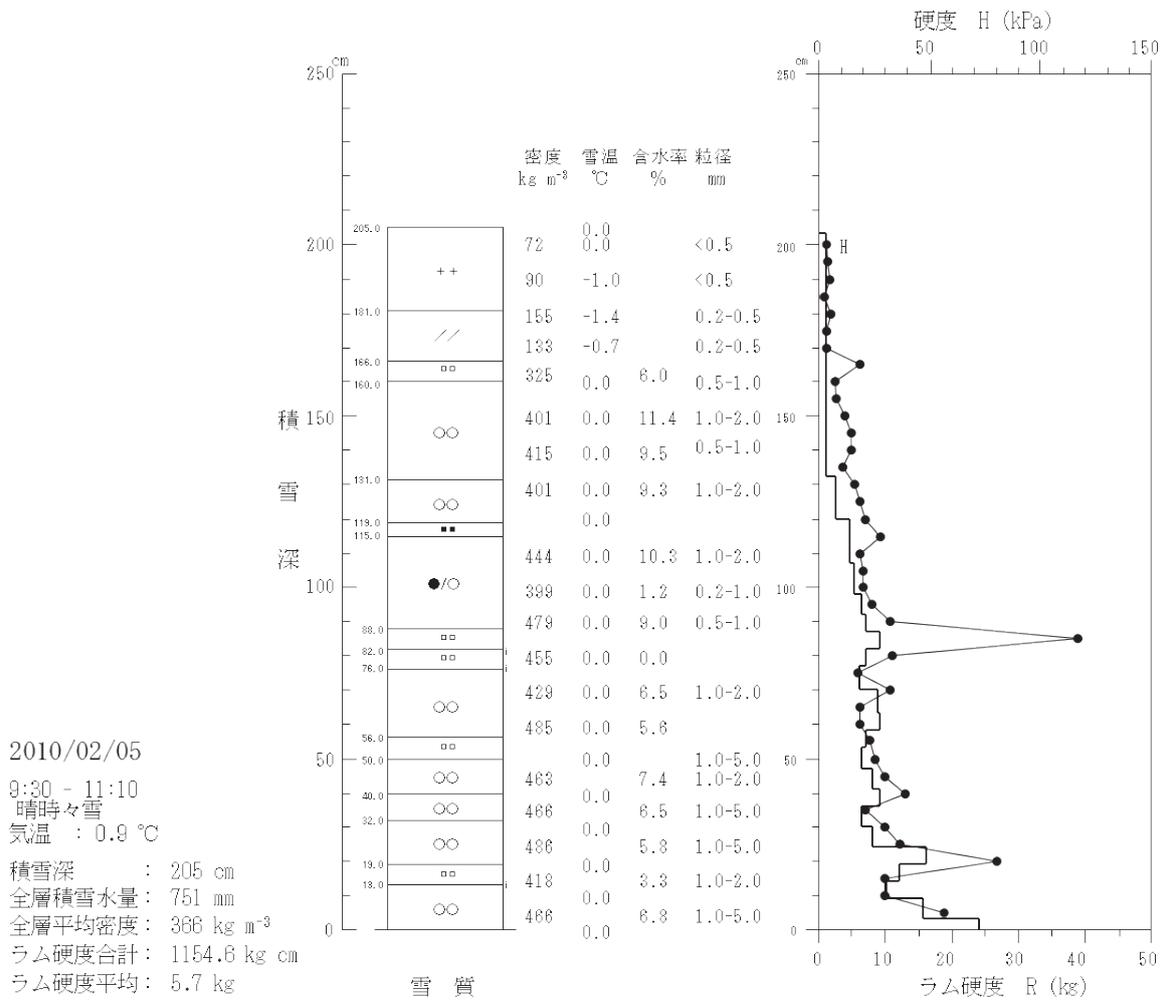


Fig. 3. 積雪断面観測 (2010年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2010 winter period, continue)

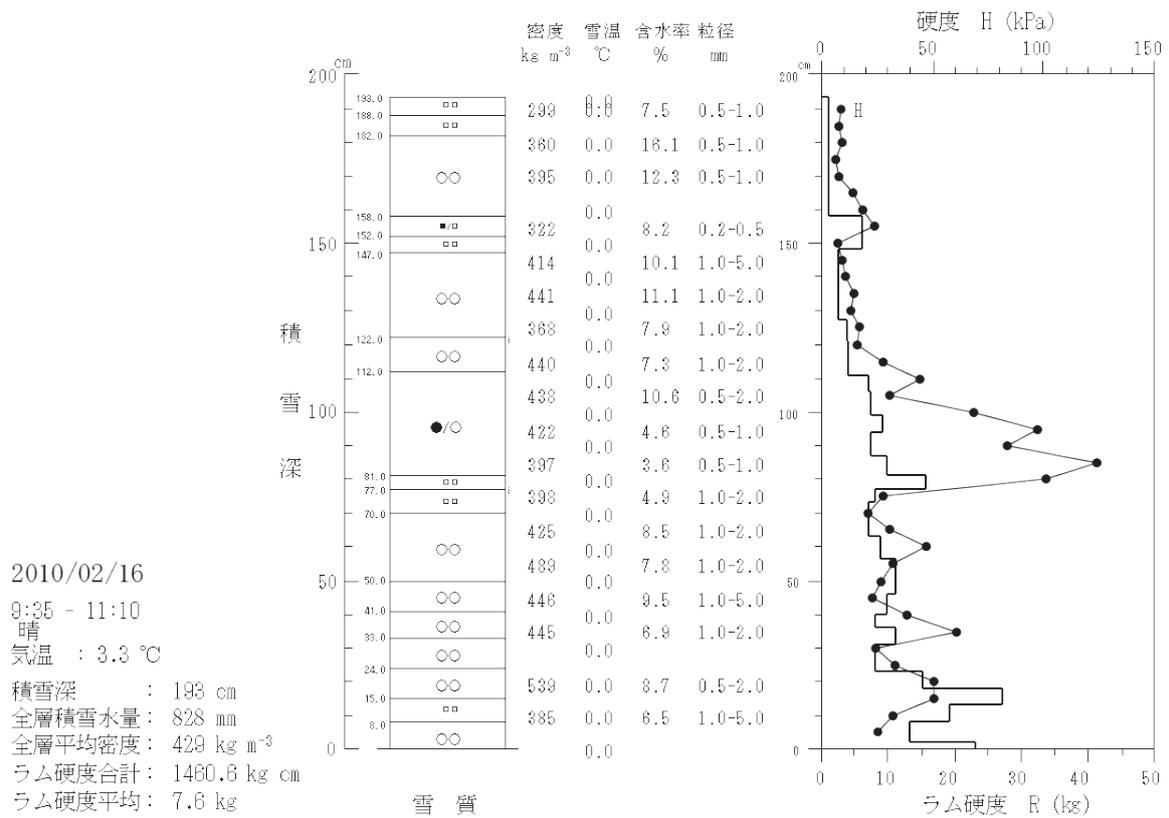


Fig. 3. 積雪断面観測 (2010年冬期、つづき)
Snow pit observation (2010 winter period, continue)

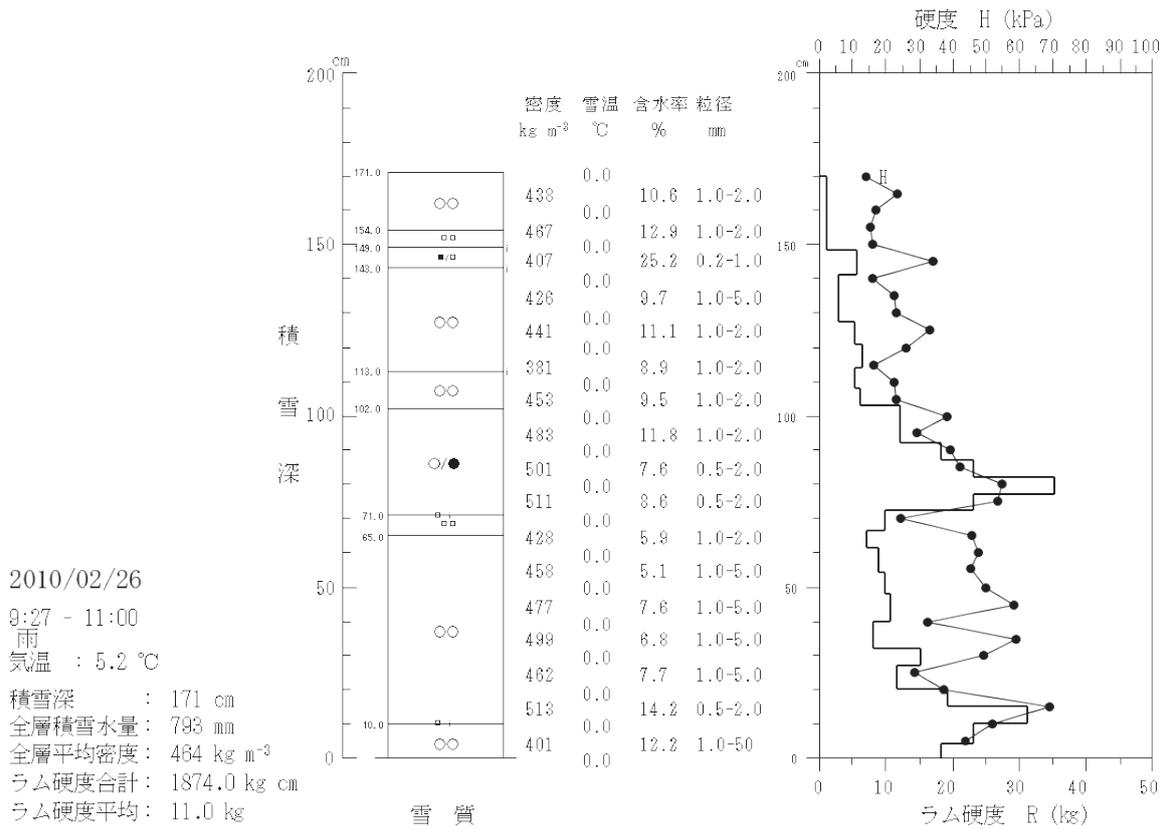


Fig. 3. 積雪断面観測 (2010年冬期、つづき)
Snow pit observation (2010 winter period, continue)

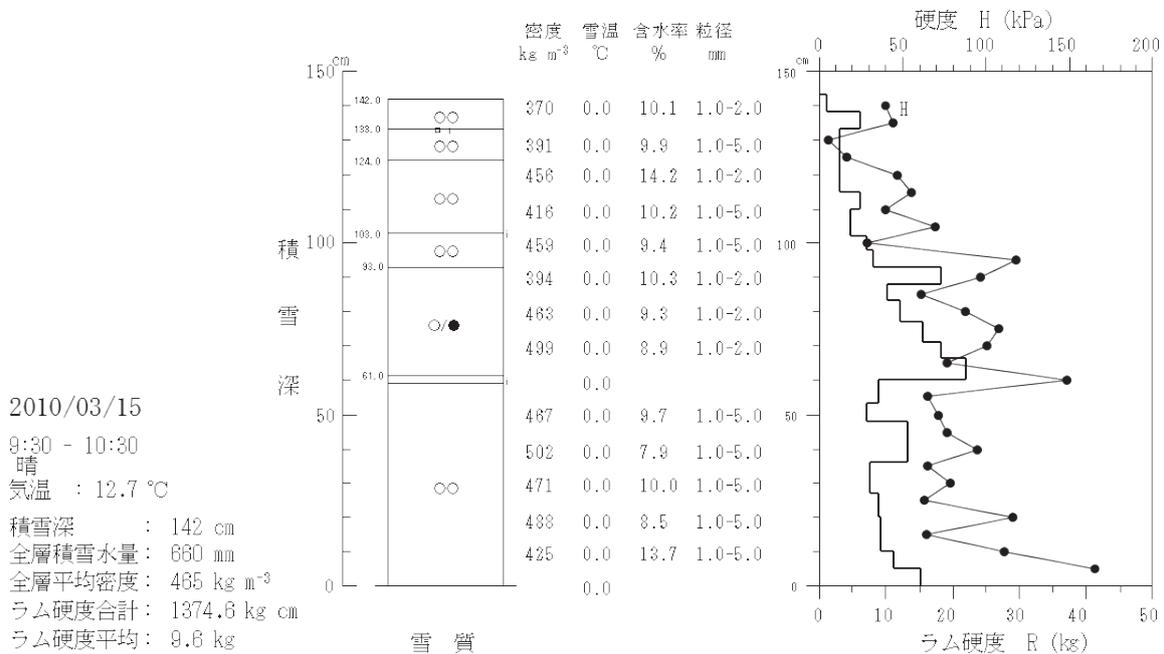
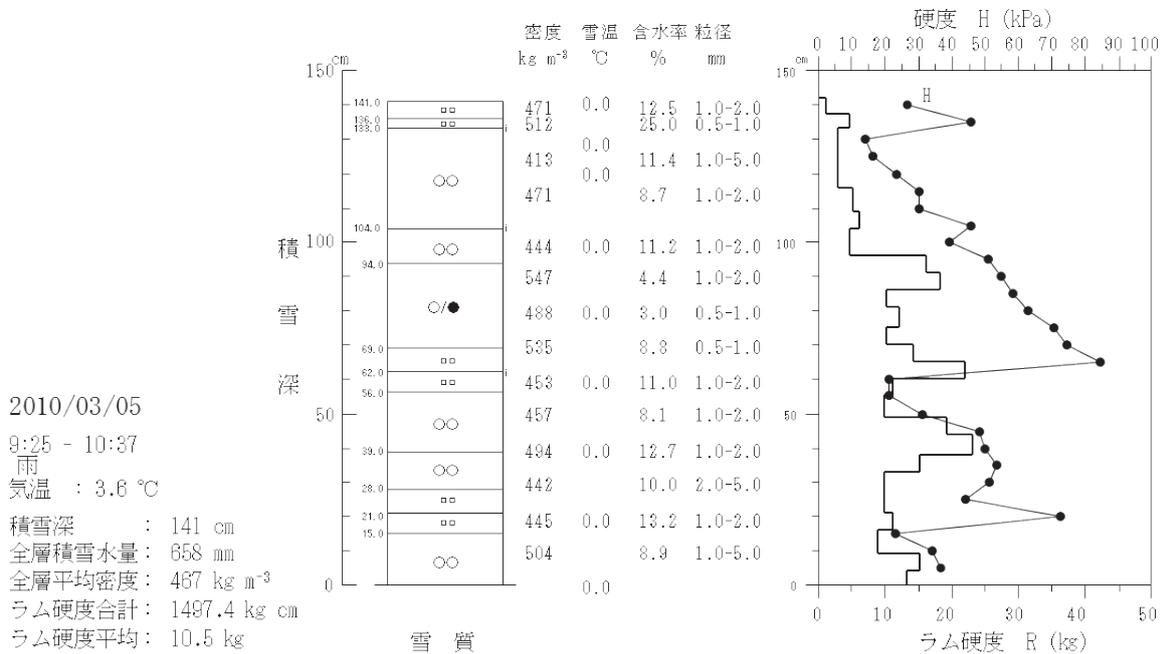


Fig. 3. 積雪断面観測 (2010年冬期、つづき)
Snow pit observation (2010 winter period, continue)

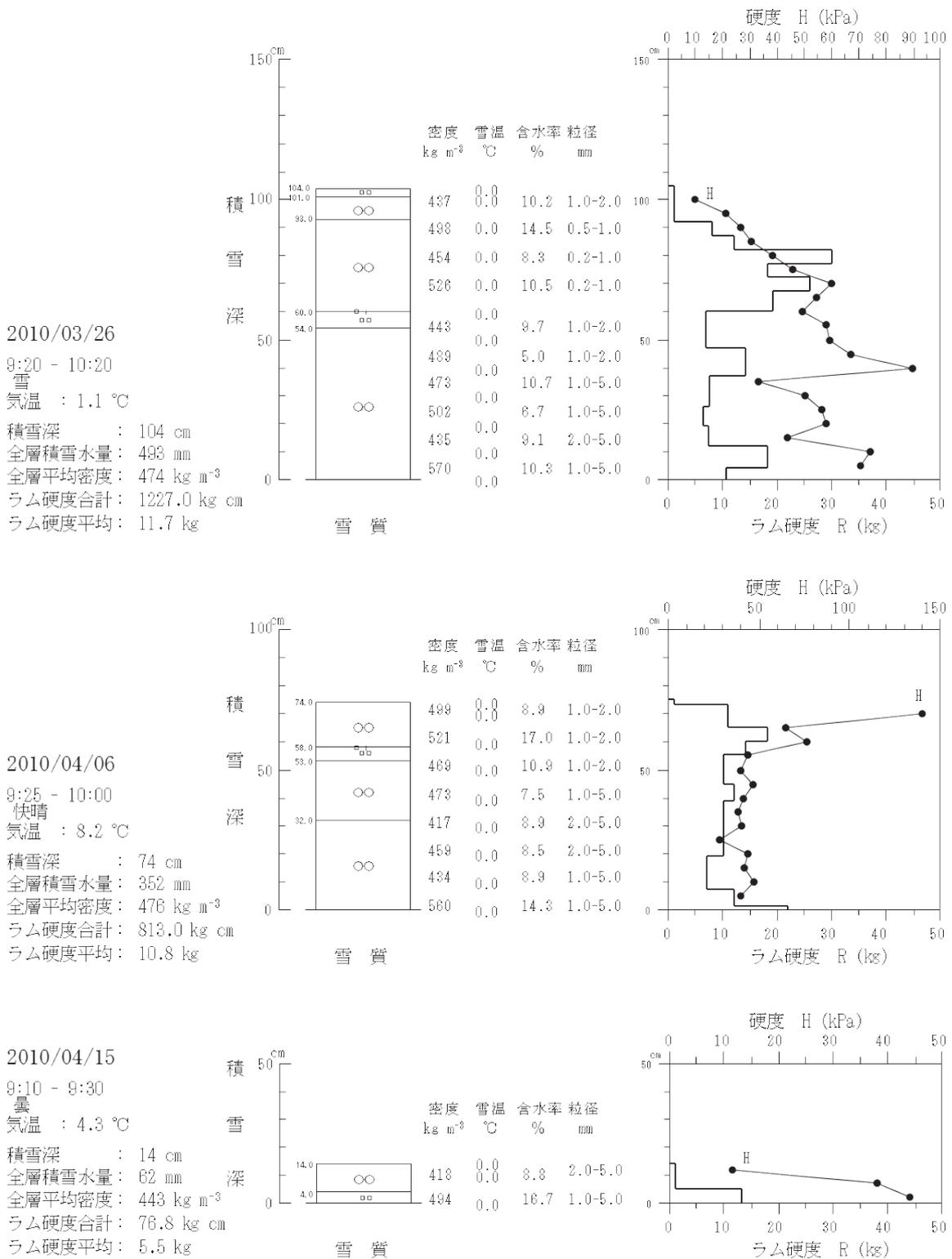


Fig. 3. 積雪断面観測 (2010年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2010 winter period, continue)

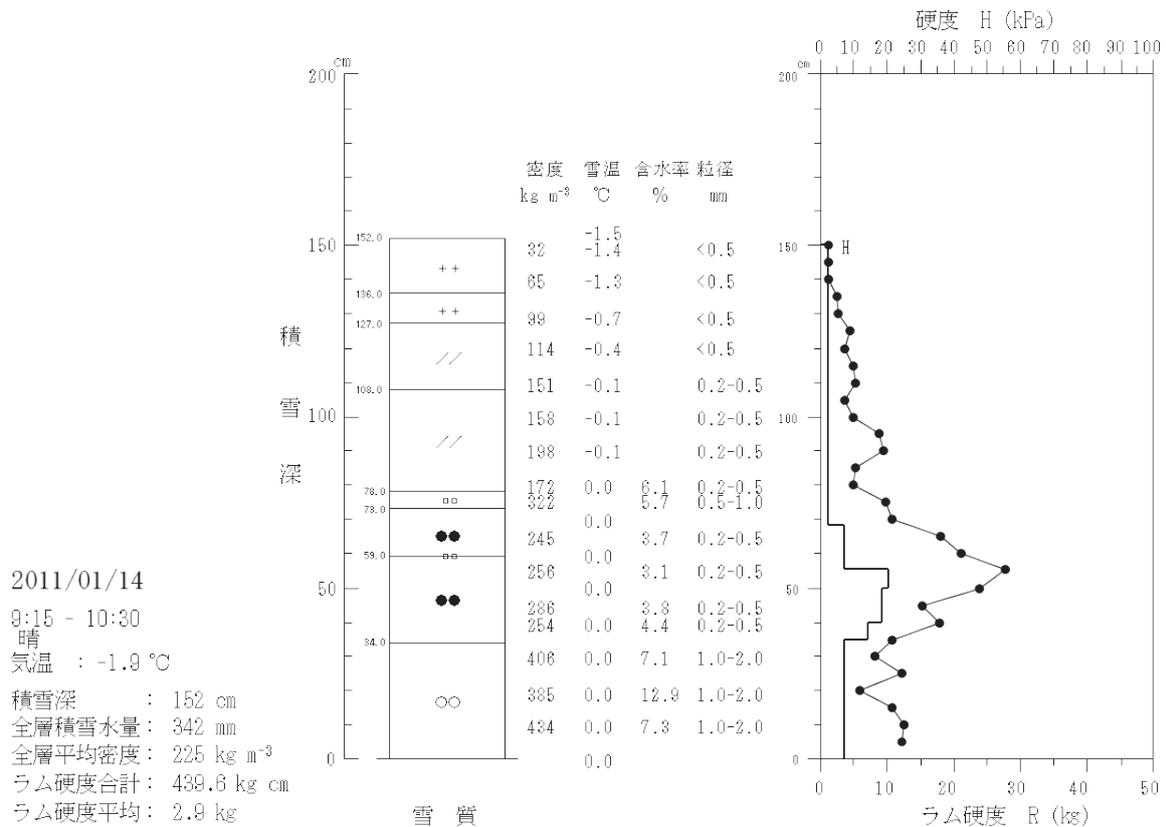
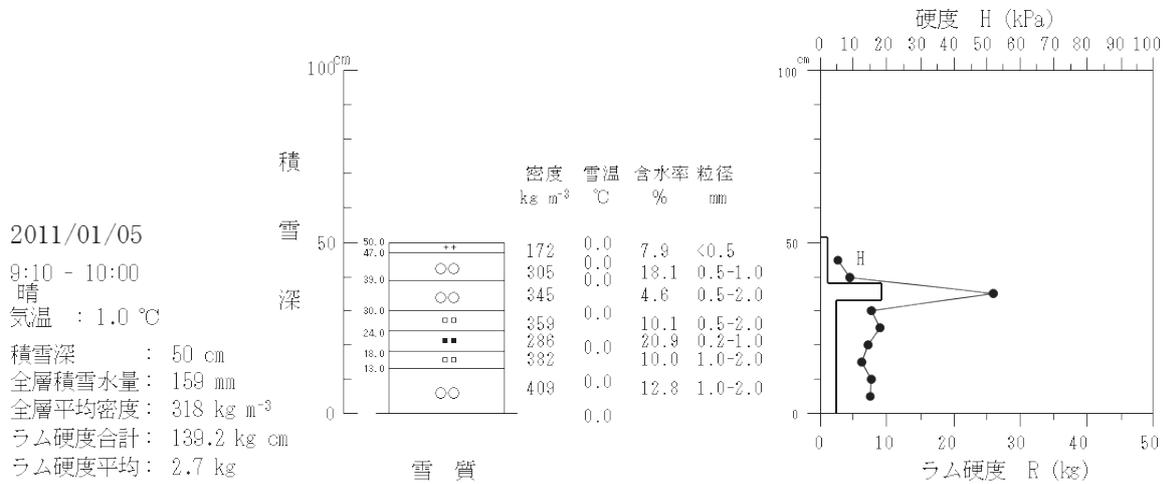


Fig. 3. 積雪断面観測 (2011年冬期)
Snow pit observation (2011 winter period)

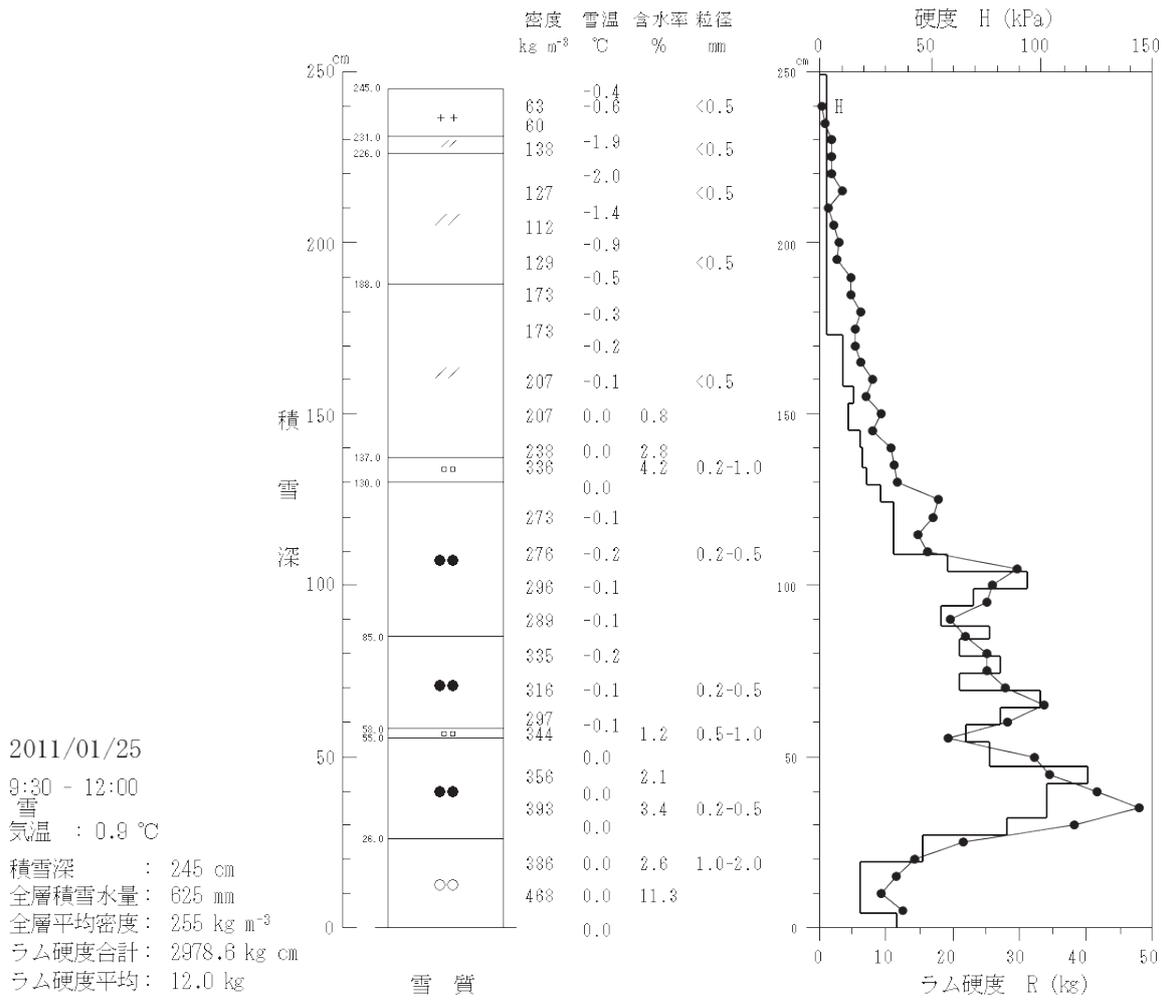


Fig. 3. 積雪断面観測 (2011 年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2011 winter period, continue)

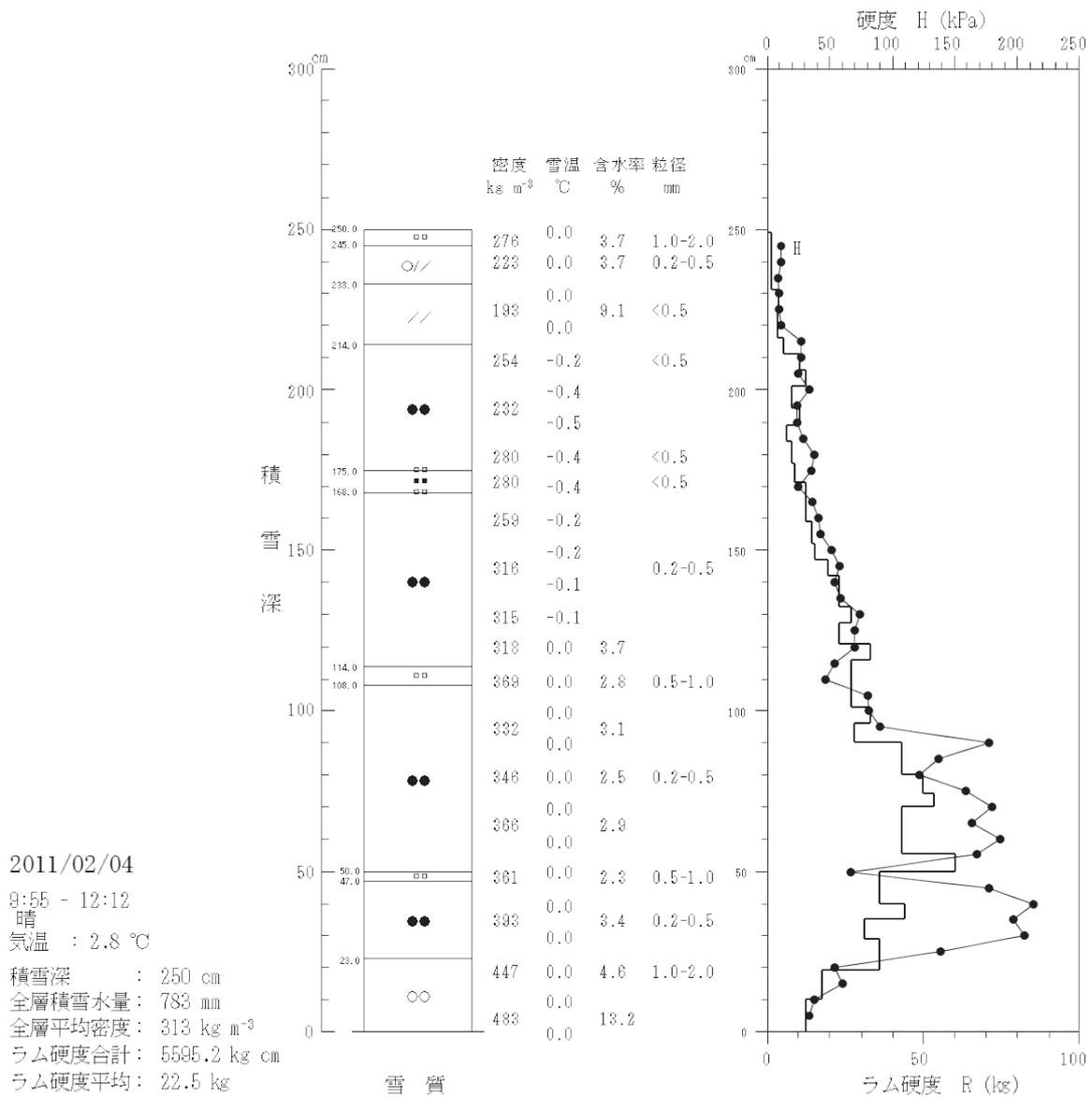


Fig. 3. 積雪断面観測 (2011 年冬期、つづき)
Snow pit observation (2011 winter period, continue)

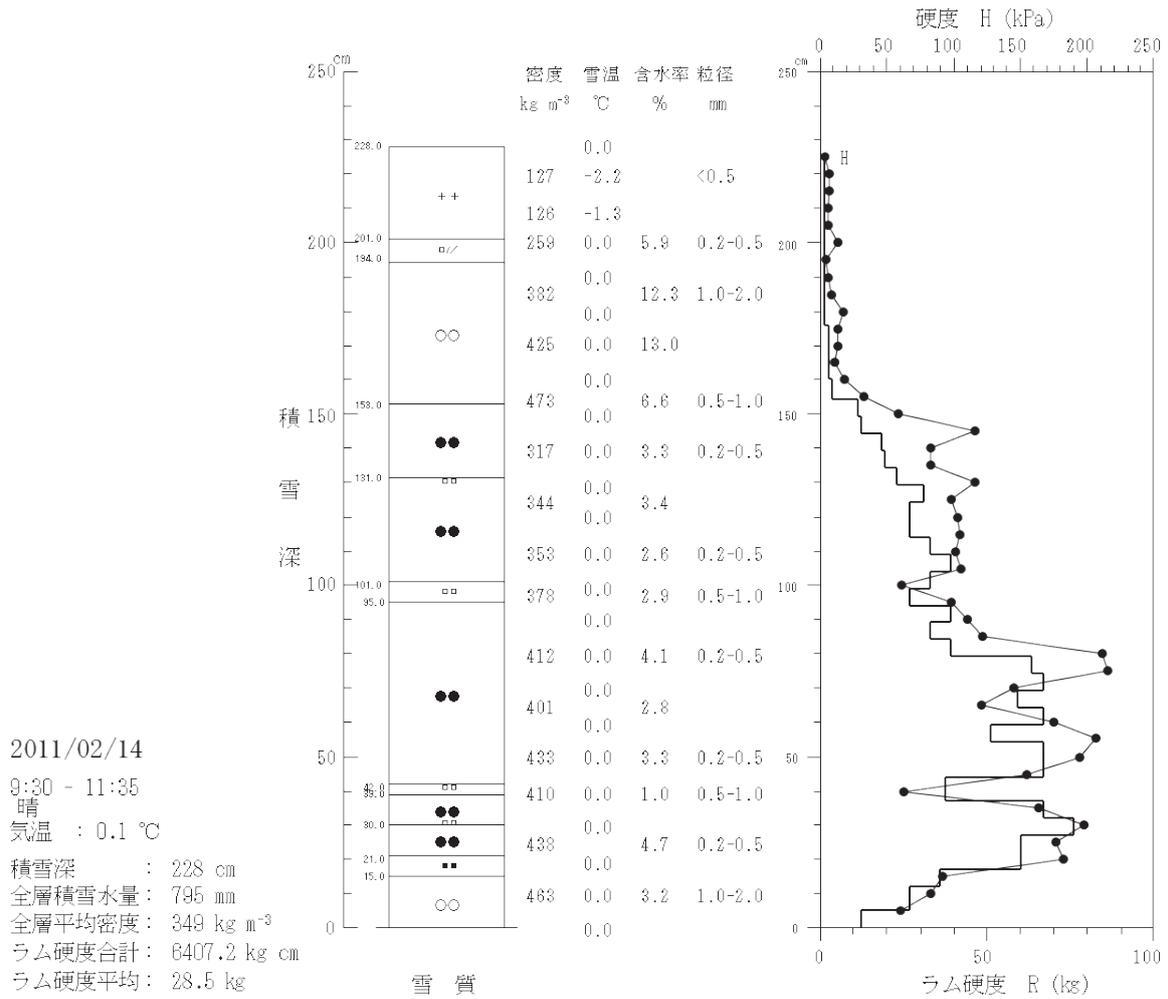


Fig. 3. 積雪断面観測 (2011 年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2011 winter period, continue)

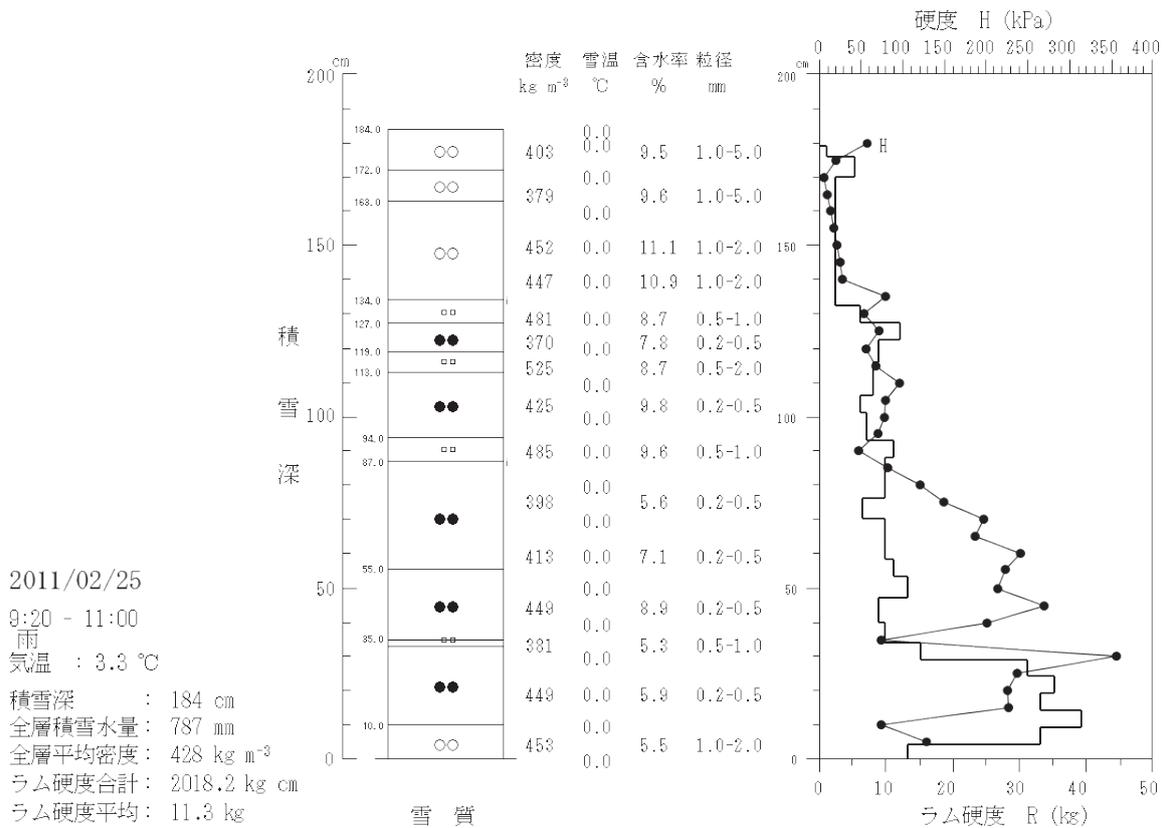


Fig. 3. 積雪断面観測 (2011 年冬期、つづき)
Snow pit observation (2011 winter period, continue)

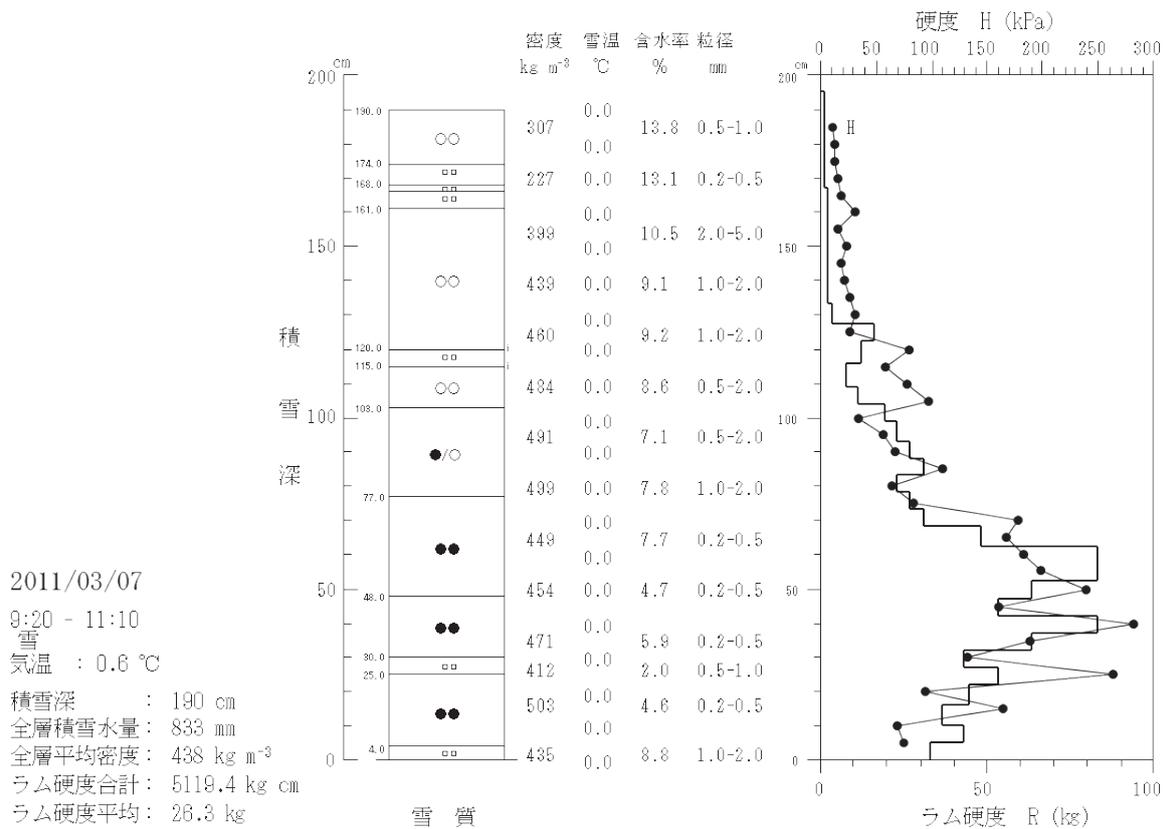


Fig. 3. 積雪断面観測 (2011年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2011 winter period, continue)

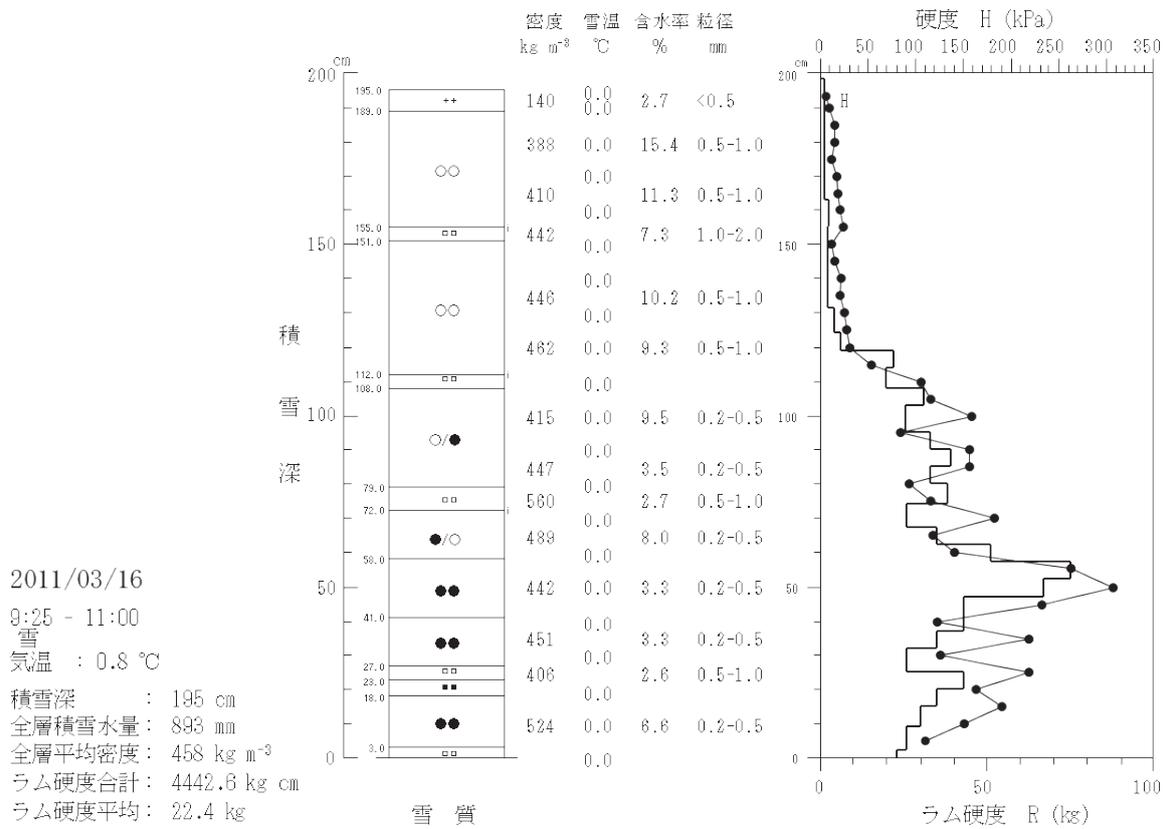


Fig. 3. 積雪断面観測 (2011 年冬期、つづき)
Snow pit observation (2011 winter period, continue)

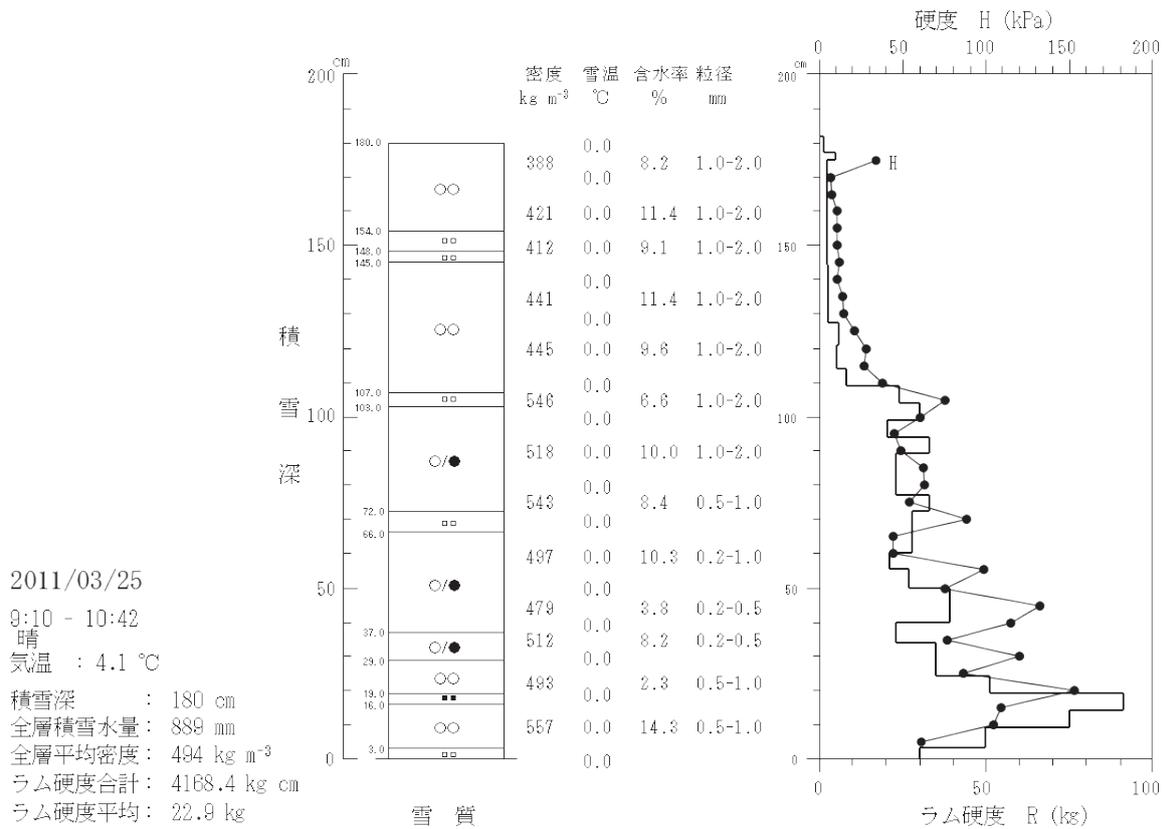


Fig. 3. 積雪断面観測 (2011 年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2011 winter period, continue)

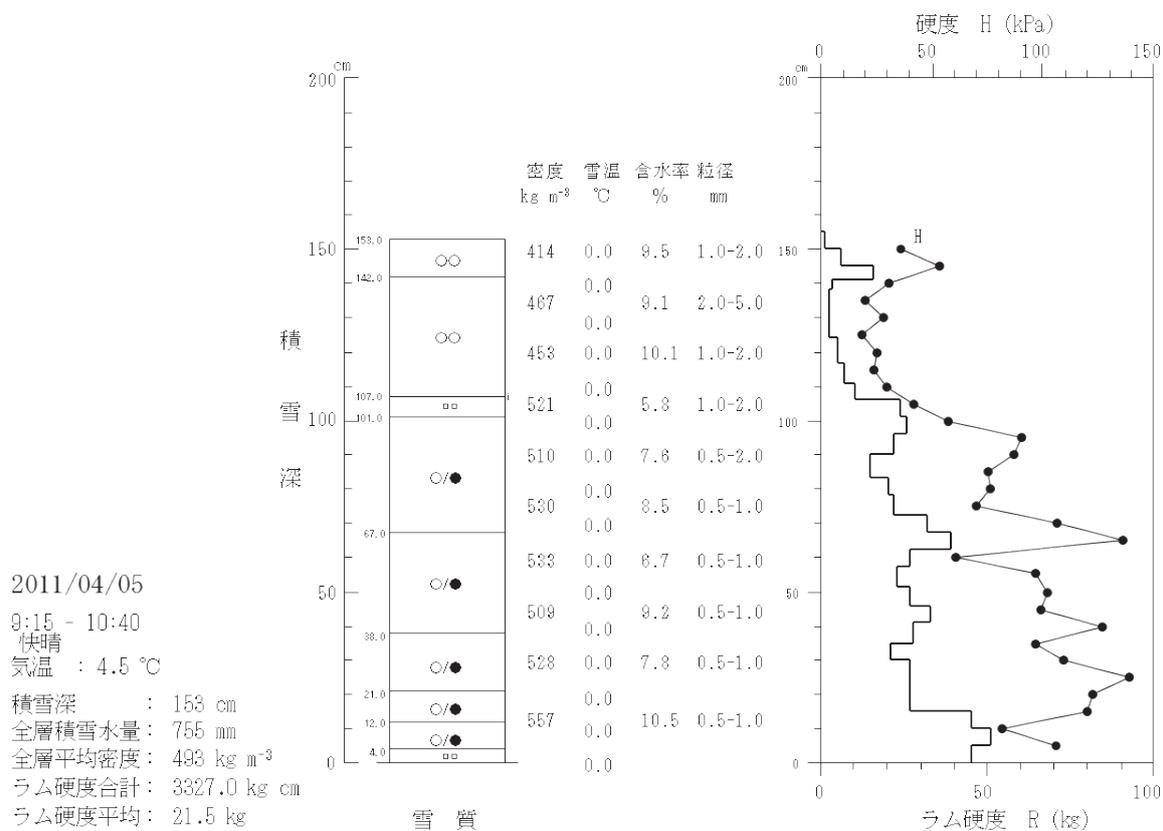


Fig. 3. 積雪断面観測 (2011年冬期、つづき)
Snow pit observation (2011 winter period, continue)

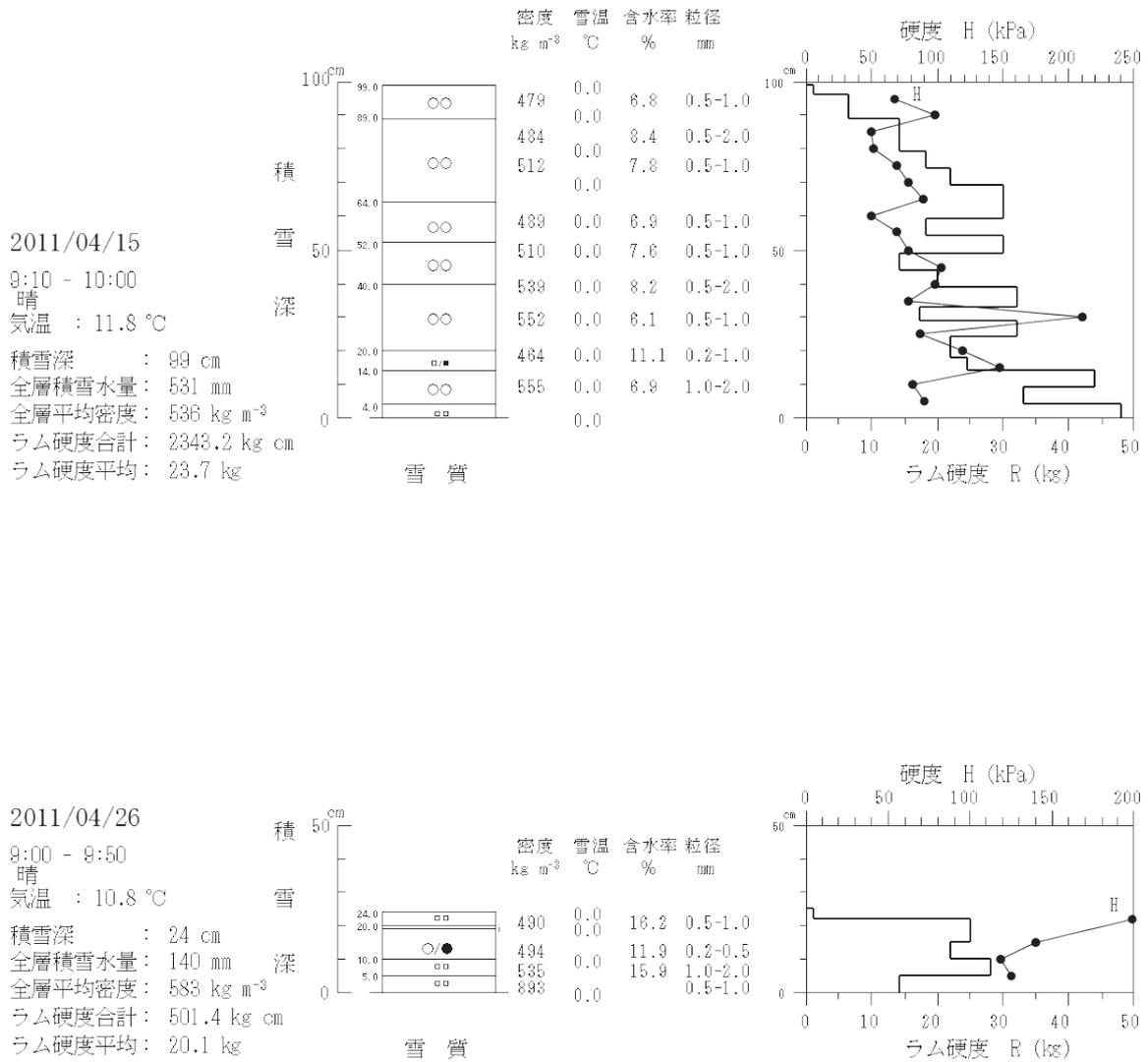


Fig. 3. 積雪断面観測 (2011年冬期、つづき)
Snow pit observation (2011 winter period, continue)

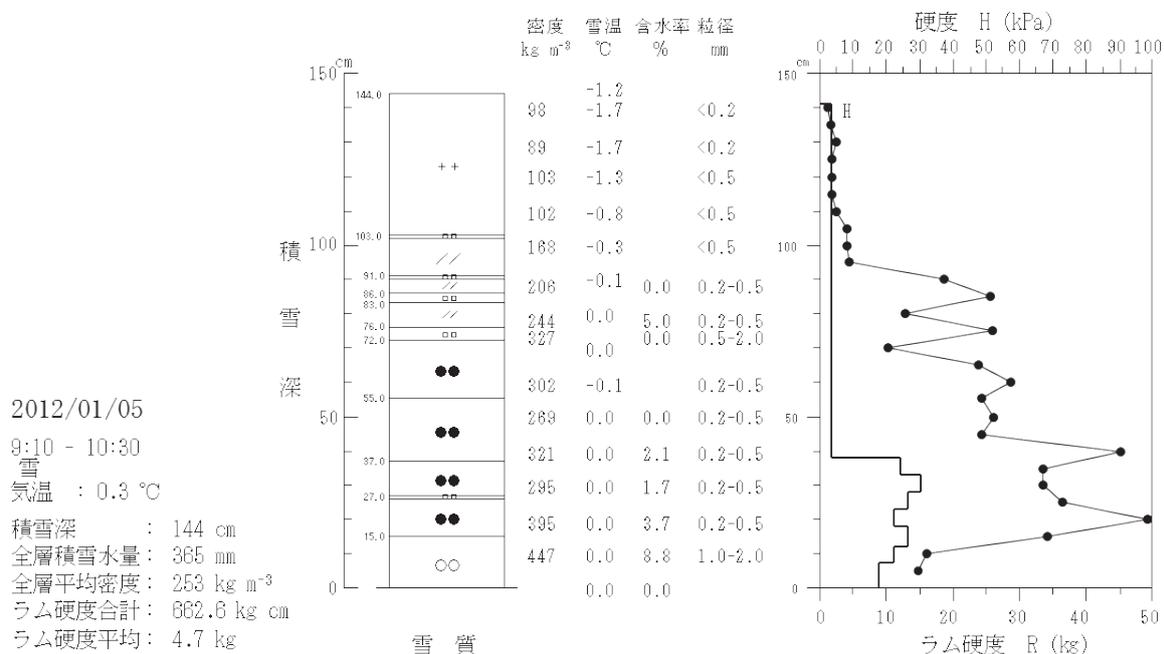
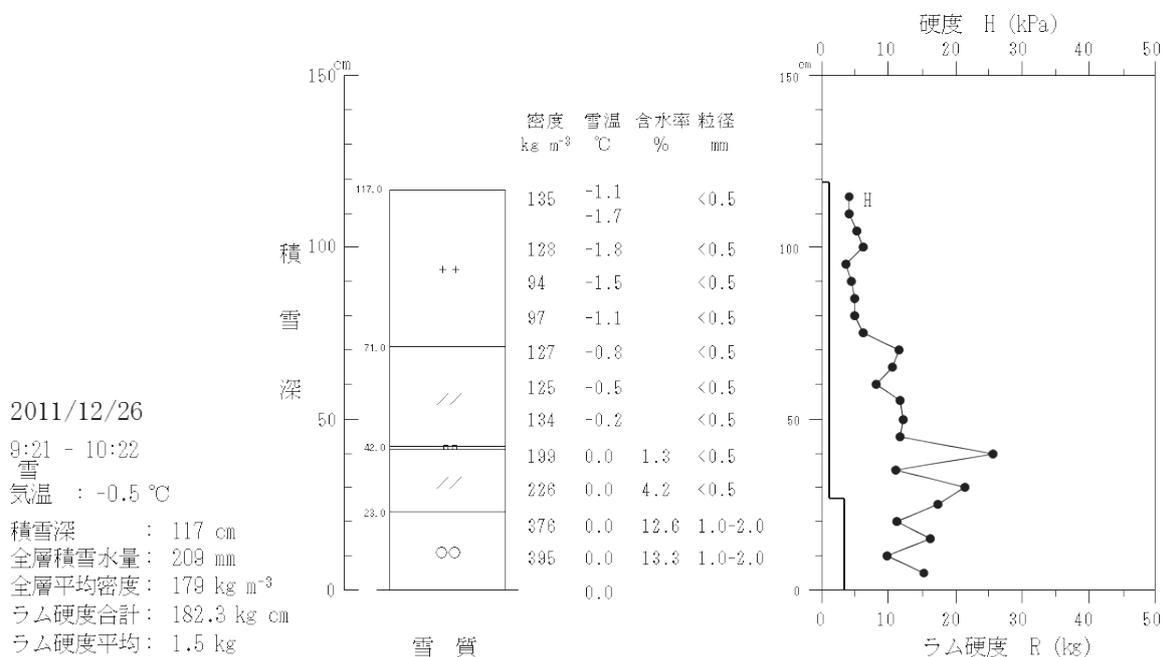


Fig. 3. 積雪断面観測 (2012年冬期)
Snow pit observation (2012 winter period)

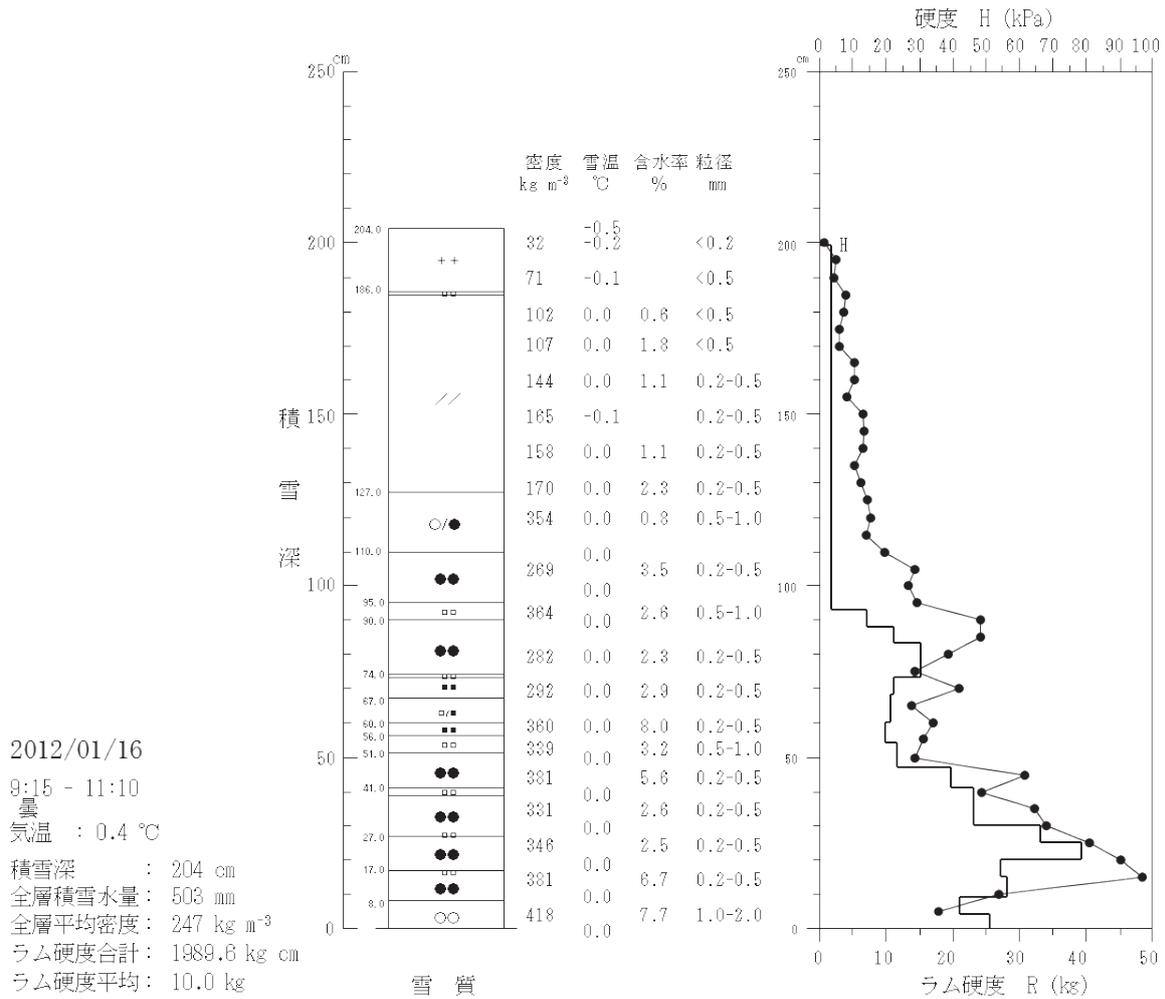


Fig. 3. 積雪断面観測 (2012 年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2012 winter period, continue)

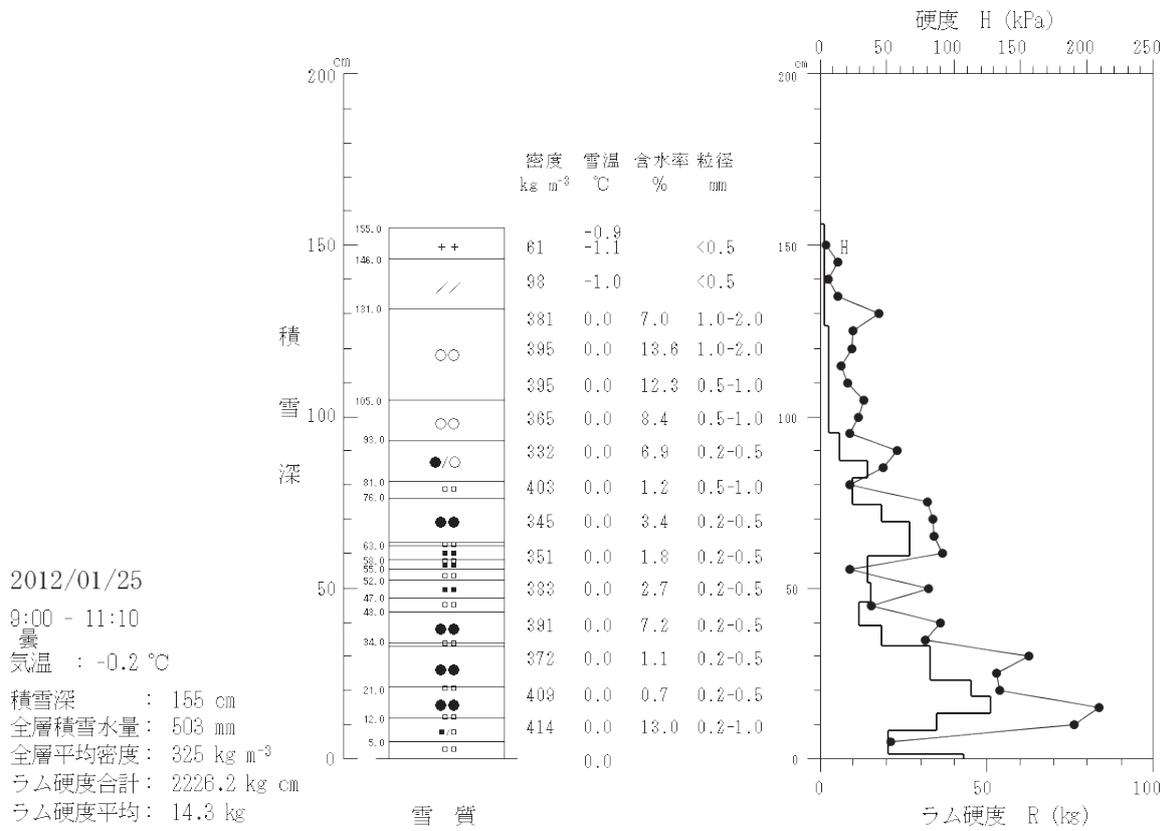


Fig. 3. 積雪断面観測 (2012年冬期、つづき)
Snow pit observation (2012 winter period, continue)

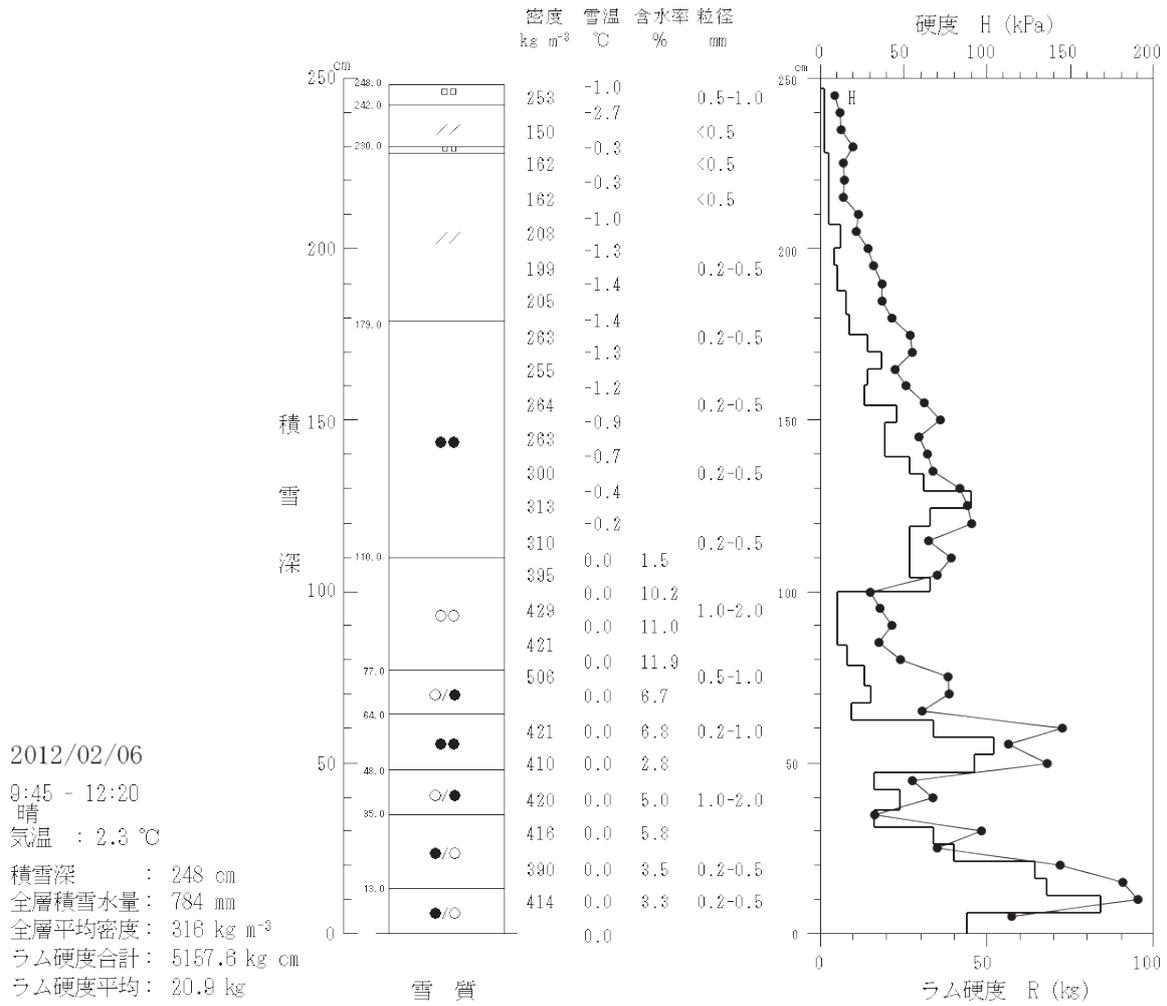


Fig. 3. 積雪断面観測 (2012年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2012 winter period, continue)

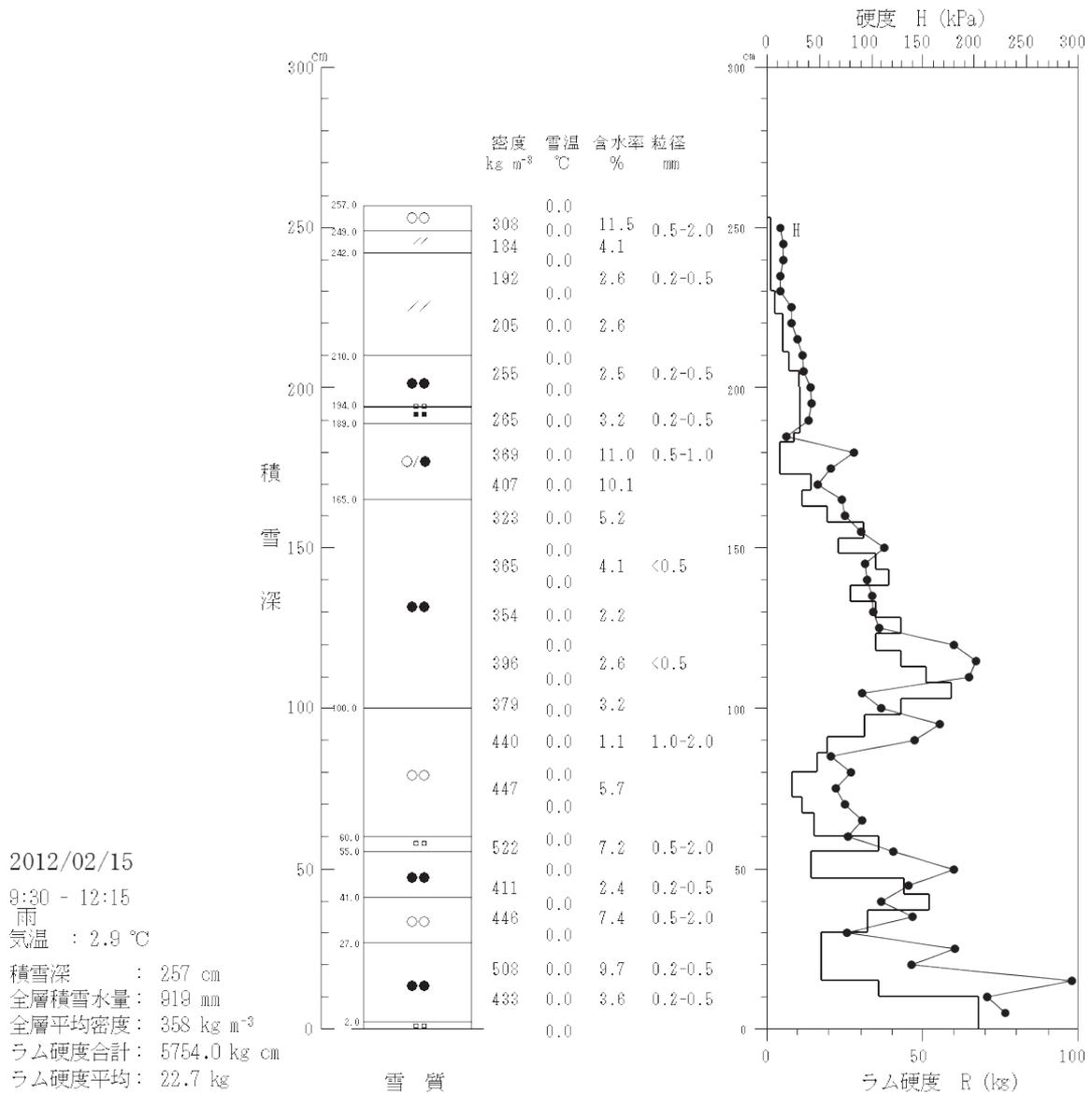


Fig. 3. 積雪断面観測 (2012年冬期、つづき)
Snow pit observation (2012 winter period, continue)

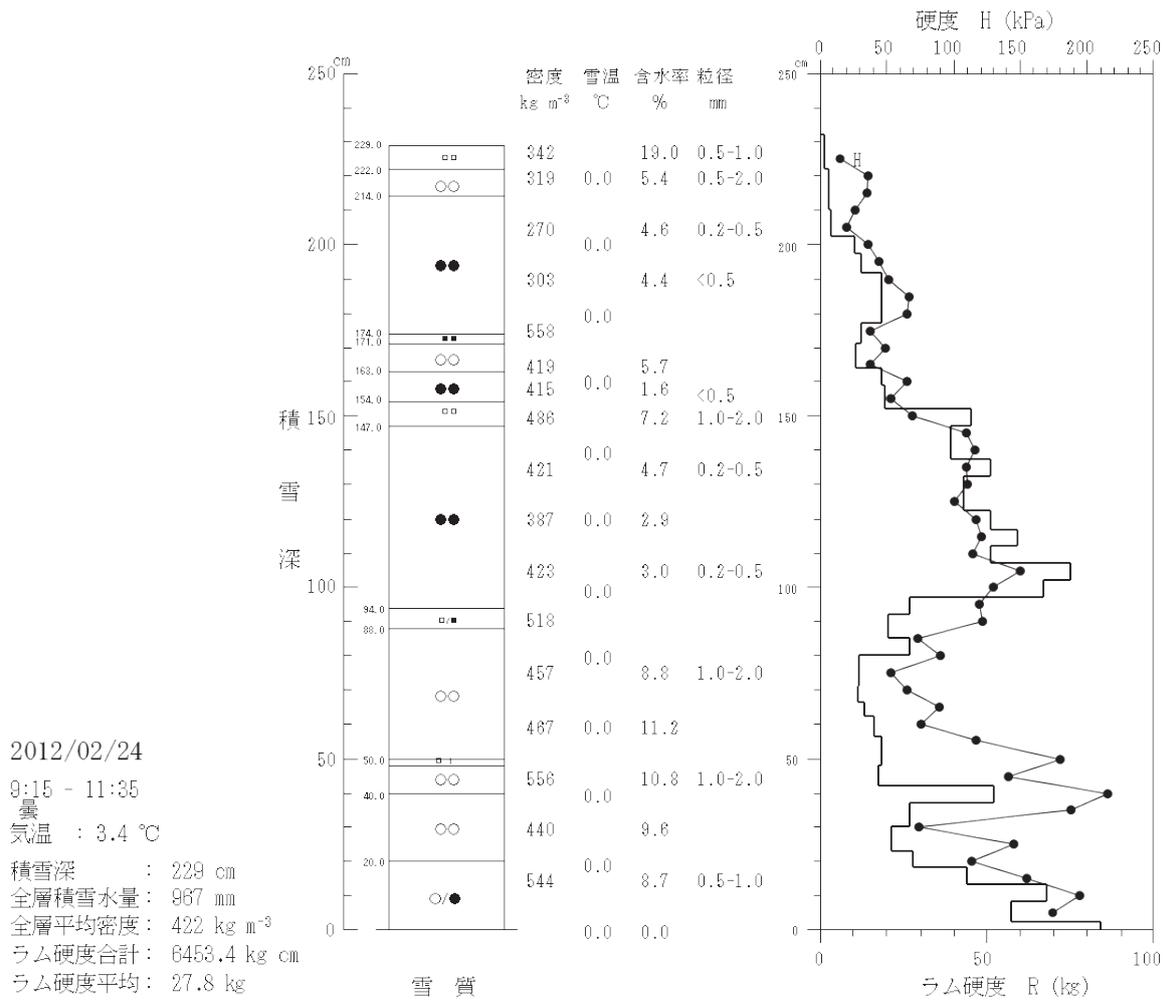


Fig. 3. 積雪断面観測 (2012年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2012 winter period, continue)

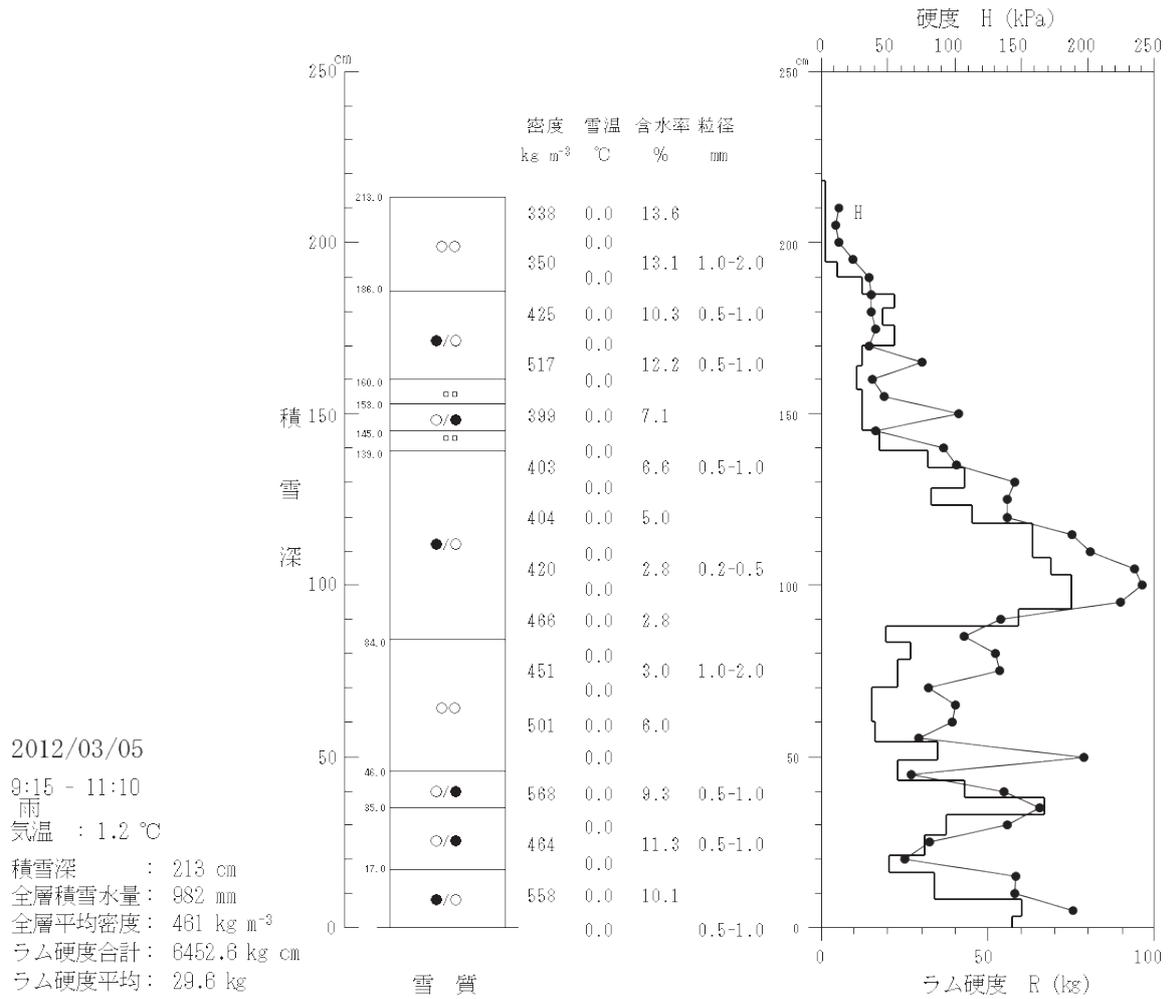


Fig. 3. 積雪断面観測 (2012年冬期、つづき)
Snow pit observation (2012 winter period, continue)

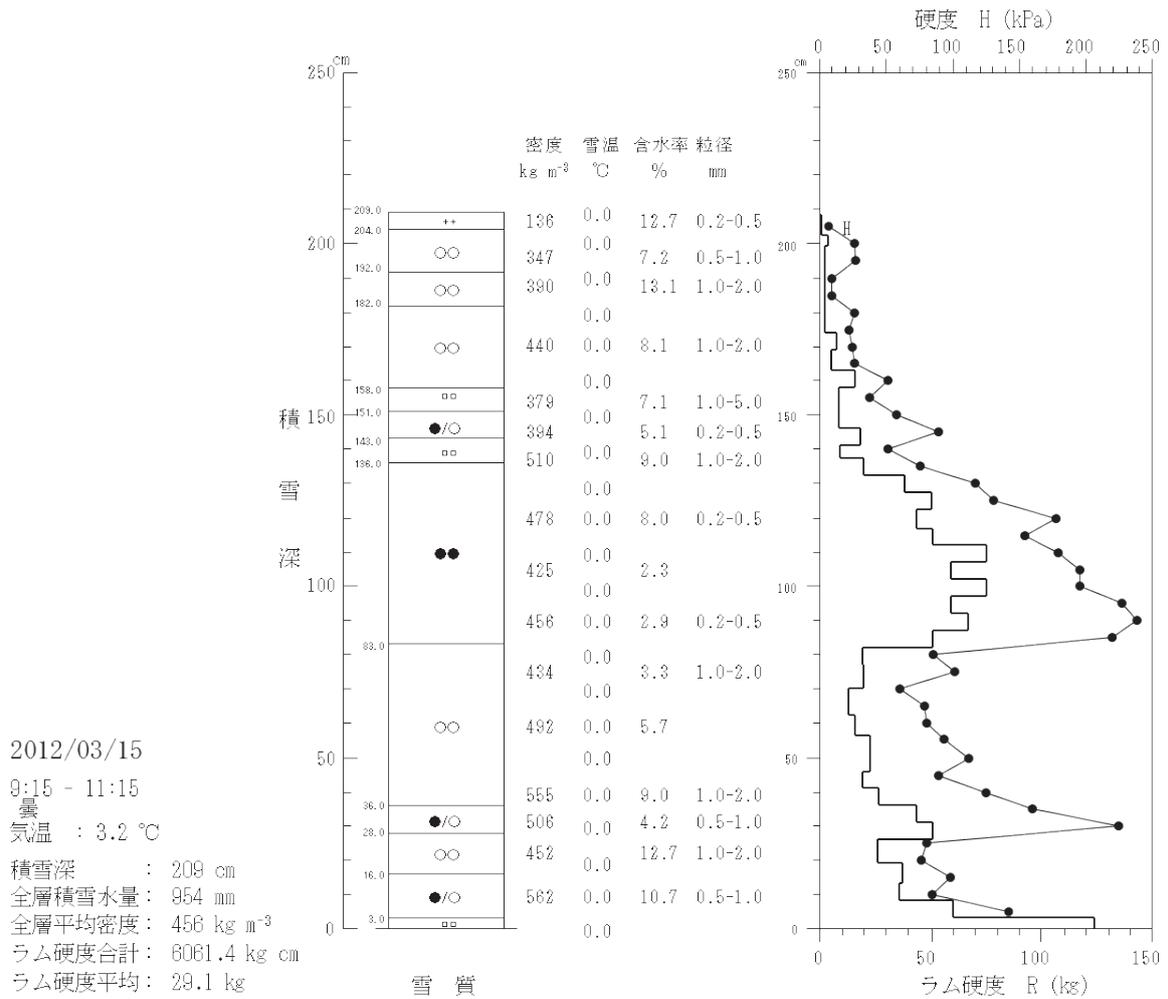


Fig. 3. 積雪断面観測 (2012年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2012 winter period, continue)

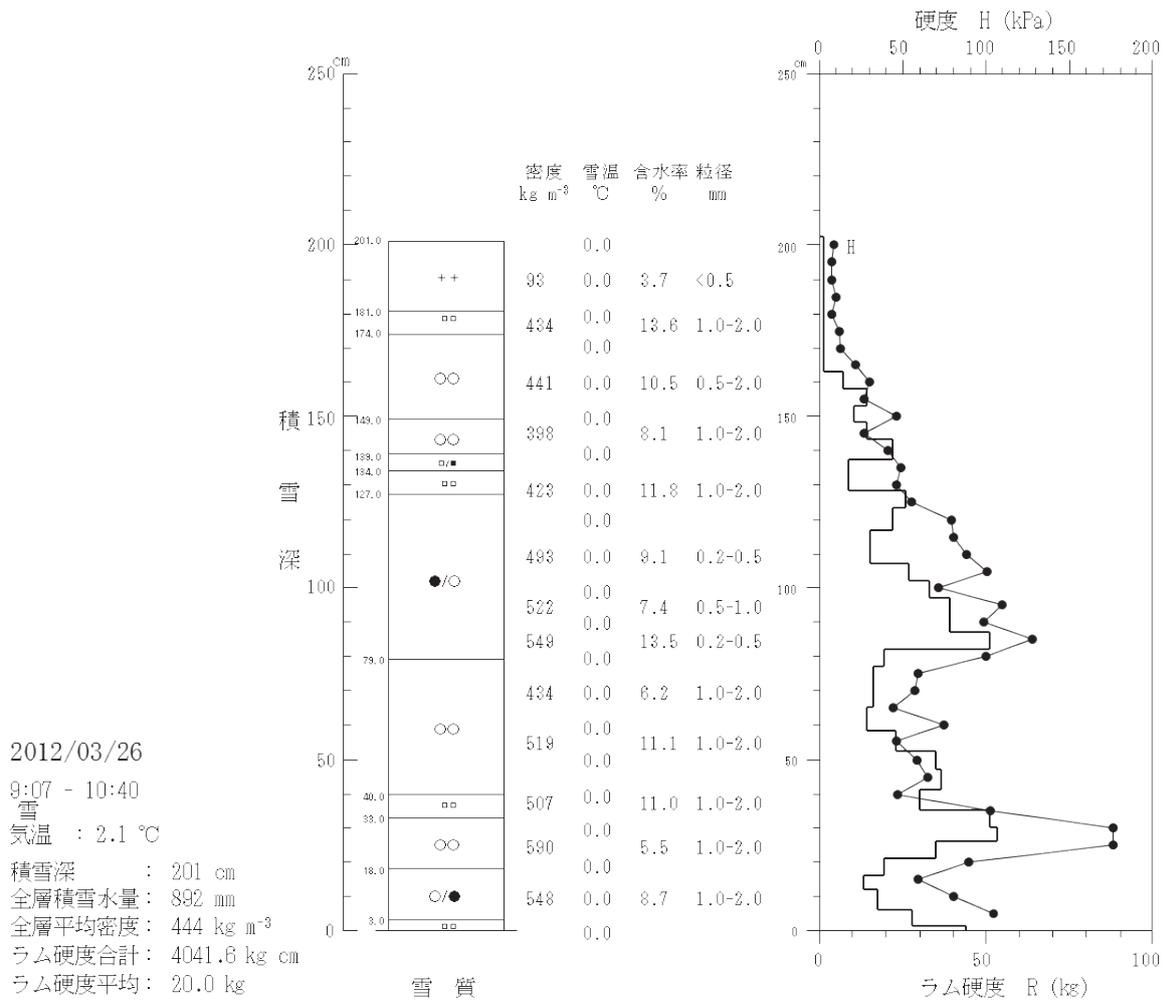


Fig. 3. 積雪断面観測 (2012年冬期、つづき)
Snow pit observation (2012 winter period, continue)

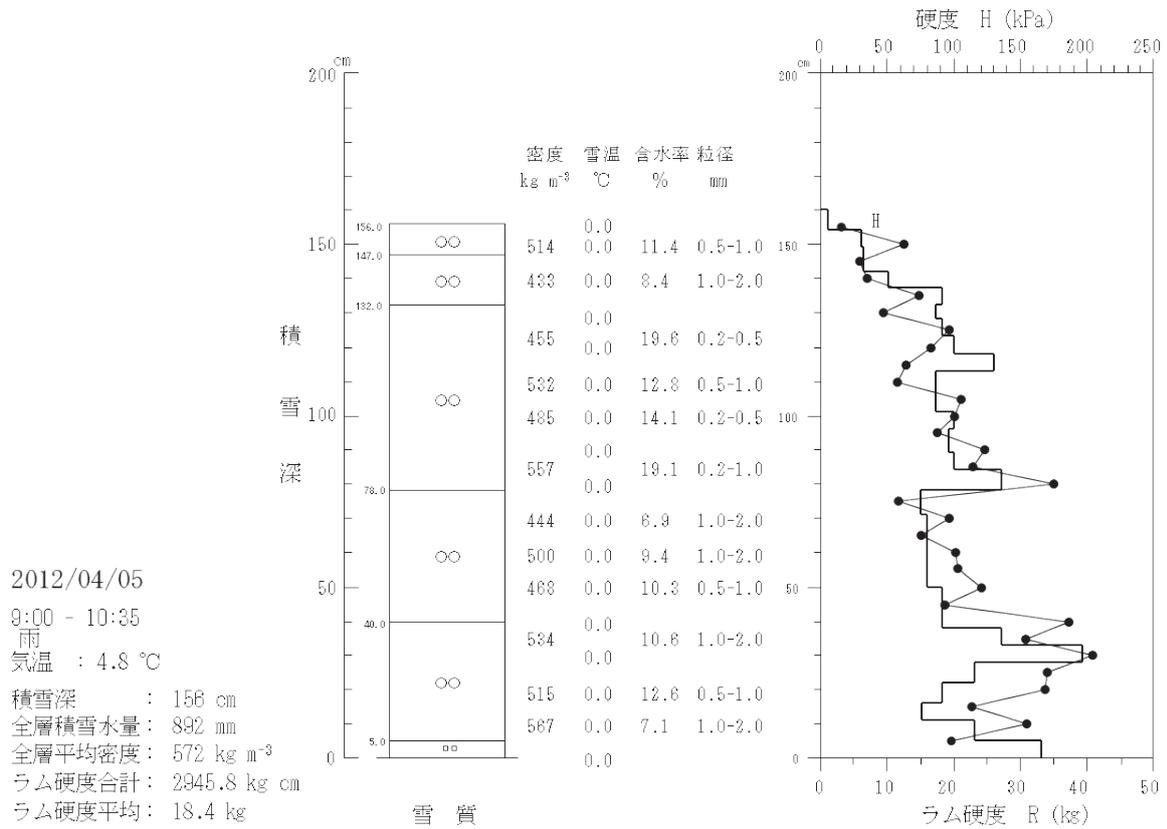


Fig. 3. 積雪断面観測 (2012 年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2012 winter period, continue)

2012/04/13

8:40 - 10:05

曇

気温 : 5.3 °C

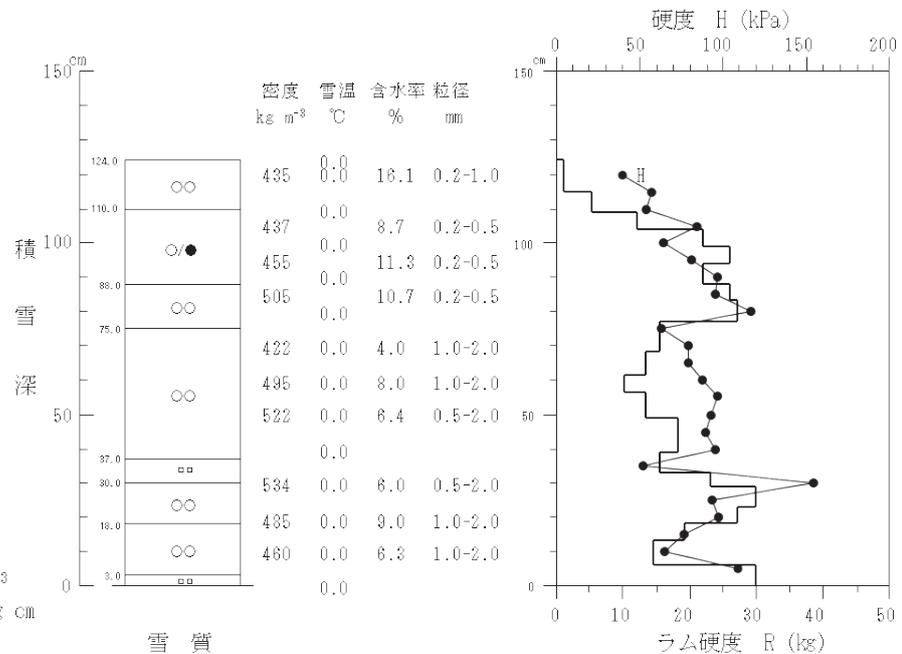
積雪深 : 124 cm

全層積雪水量 : 632 mm

全層平均密度 : 510 kg m⁻³

ラム硬度合計 : 2215.0 kg cm

ラム硬度平均 : 17.9 kg



2012/04/25

8:50 - 9:20

晴

気温 : 11.3 °C

積雪深 : 26 cm

全層積雪水量 : 141 mm

全層平均密度 : 542 kg m⁻³

ラム硬度合計 : 312.6 kg cm

ラム硬度平均 : 10.8 kg

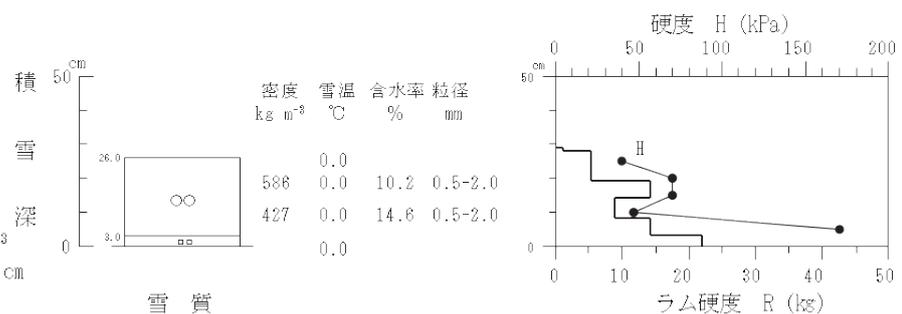


Fig. 3. 積雪断面観測 (2012年冬期、つづき)
Snow pit observation (2012 winter period, continue)

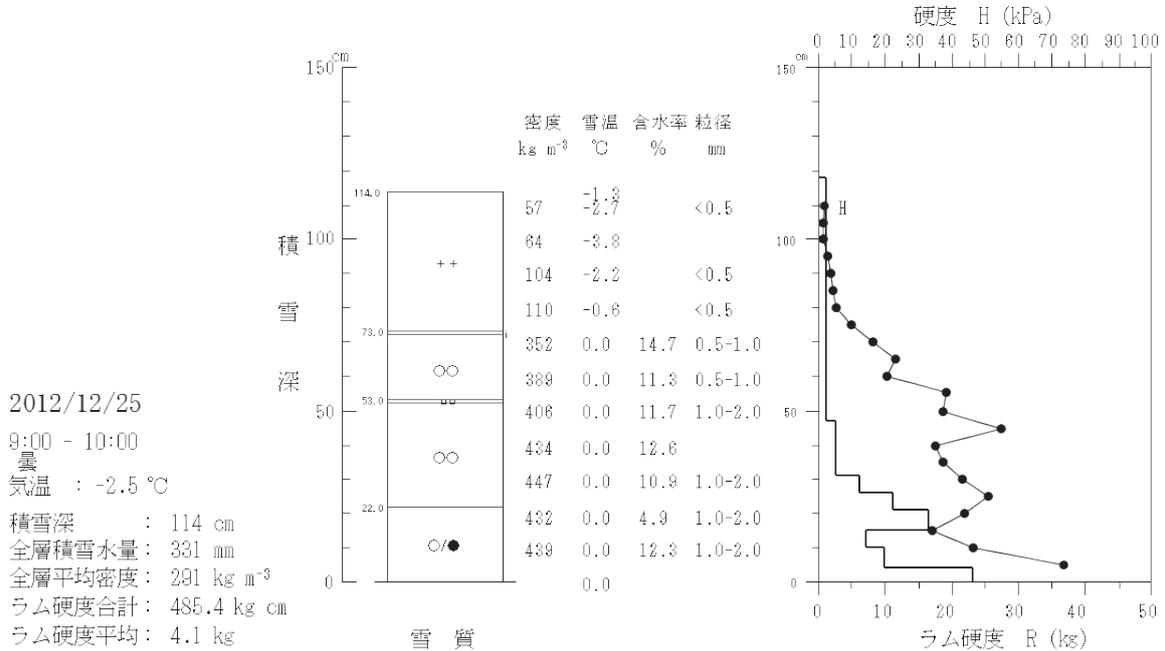
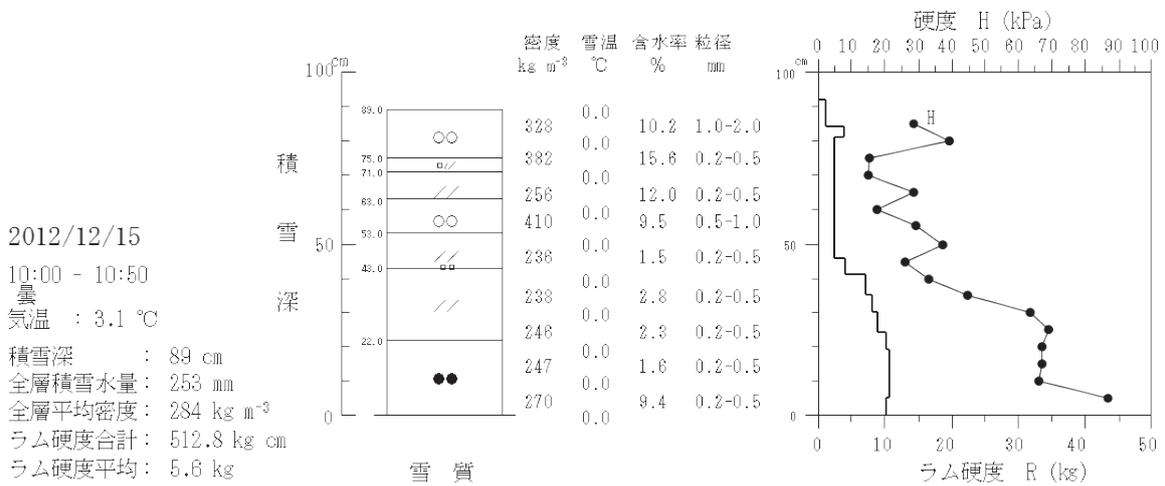


Fig. 3. 積雪断面観測 (2013 年冬期)
 Snow pit observation (2013 winter period)

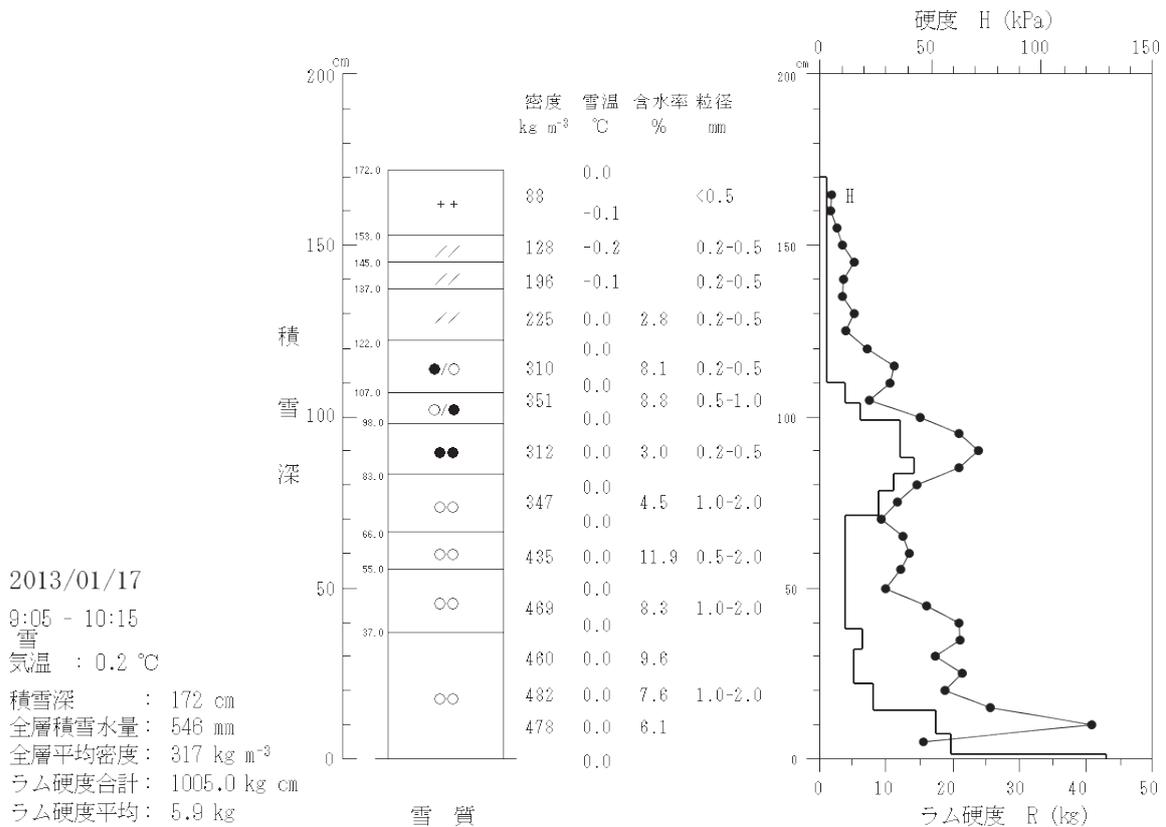
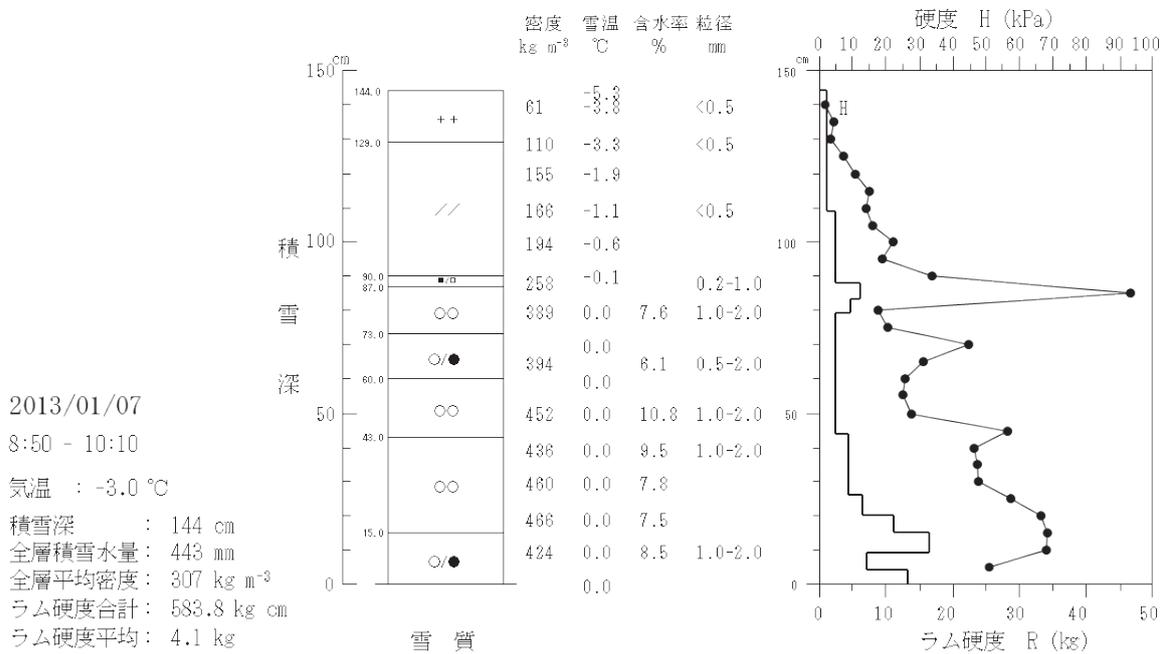


Fig. 3. 積雪断面観測 (2013年冬期、つづき)
Snow pit observation (2013 winter period, continue)

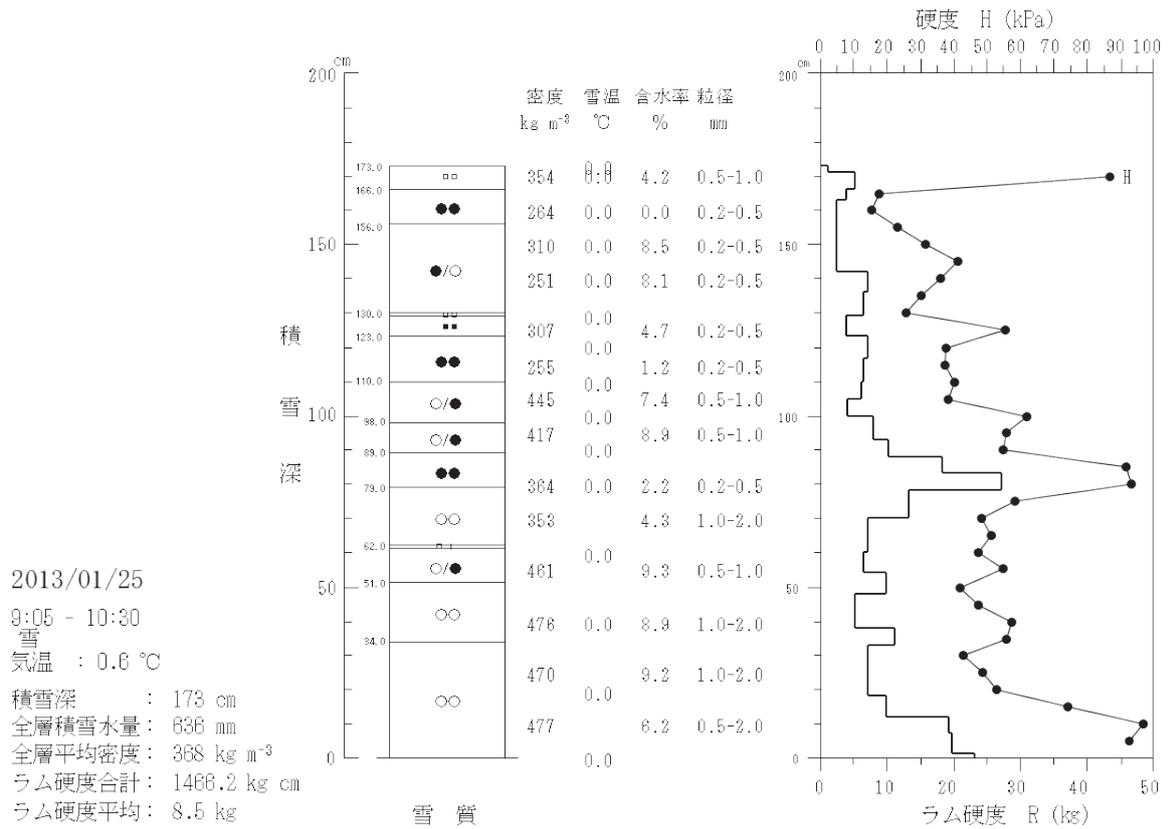


Fig. 3. 積雪断面観測 (2013 年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2013 winter period, continue)

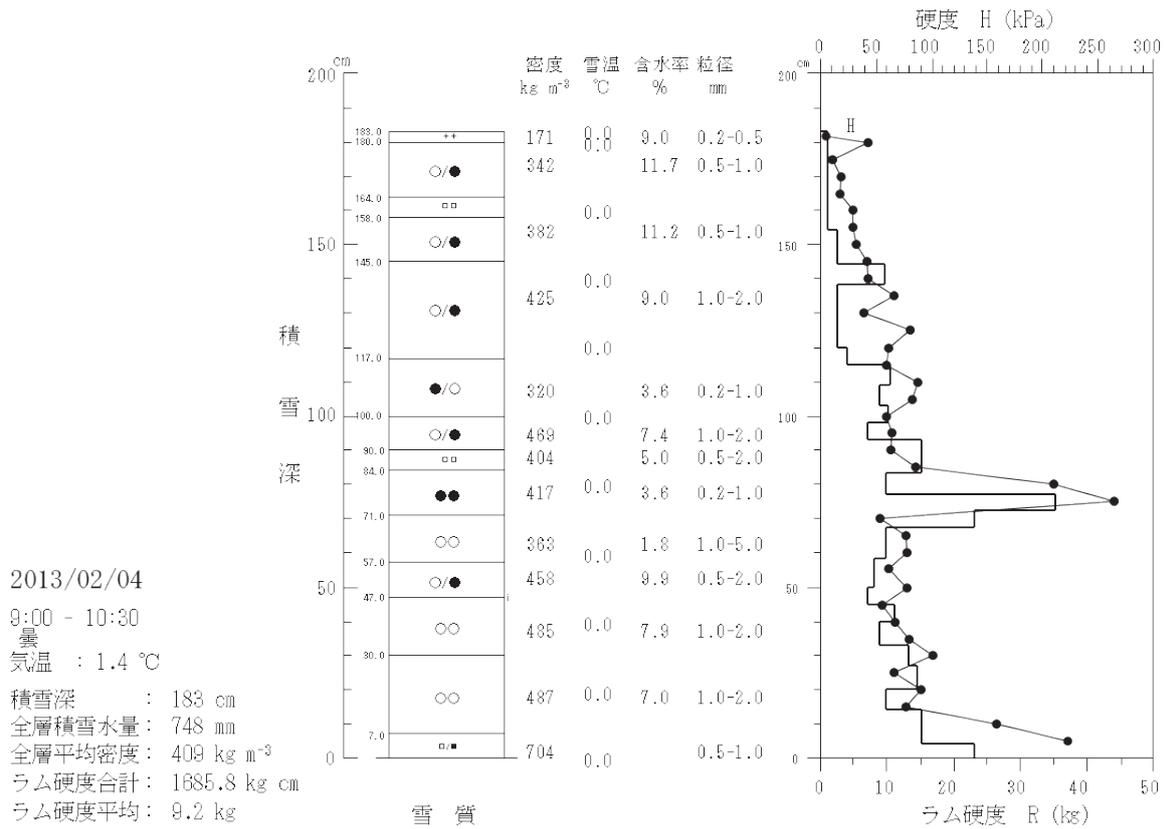


Fig. 3. 積雪断面観測 (2013年冬期、つづき)
Snow pit observation (2013 winter period, continue)

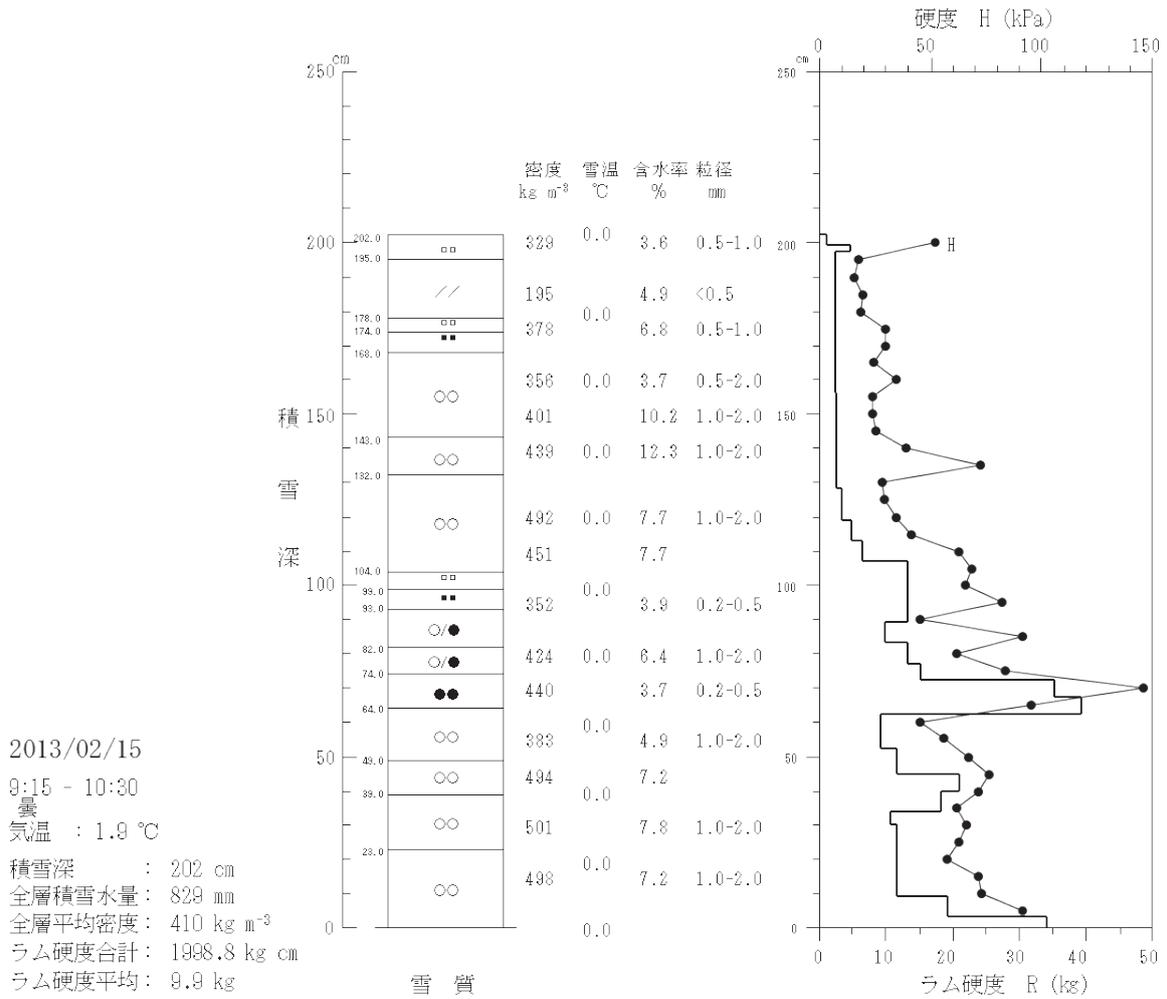


Fig. 3. 積雪断面観測 (2013年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2013 winter period, continue)

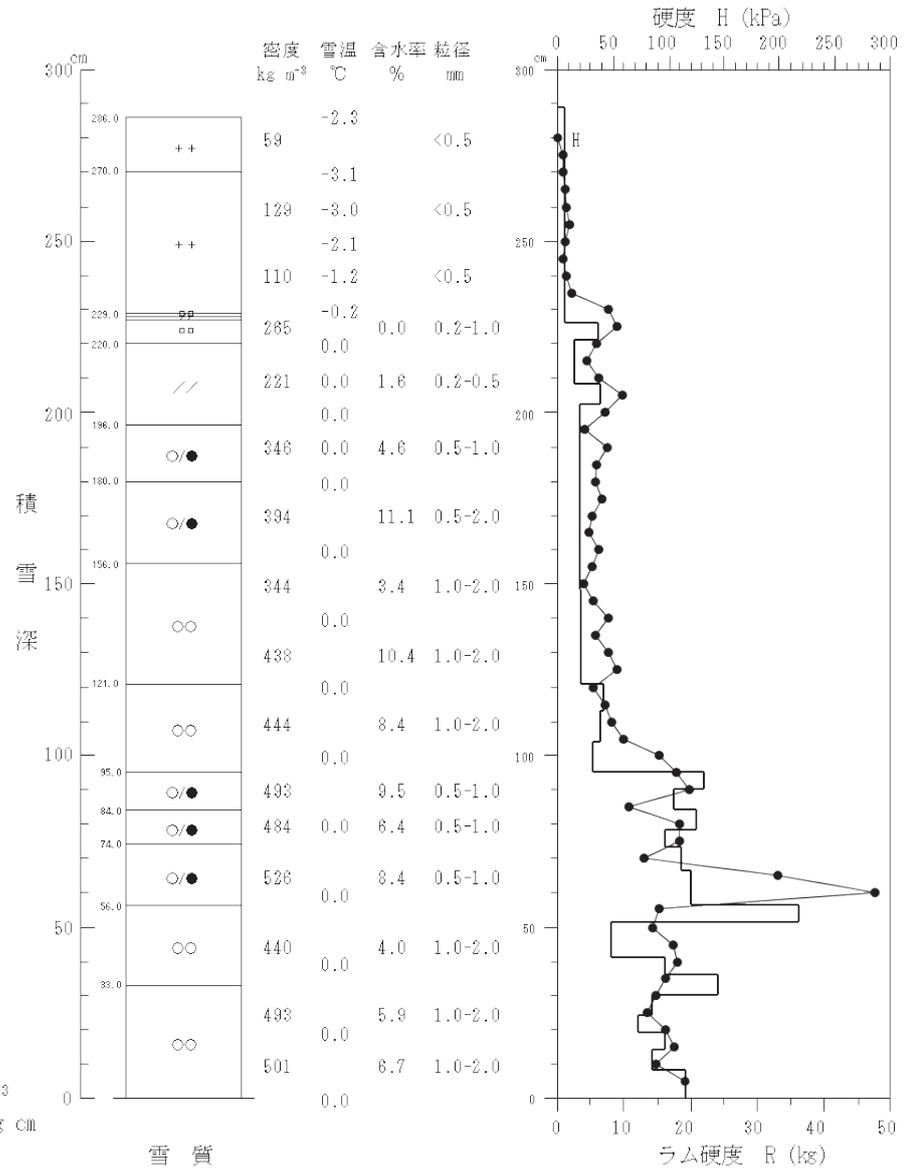


Fig. 3. 積雪断面観測 (2013 年冬期、つづき)
Snow pit observation (2013 winter period, continue)

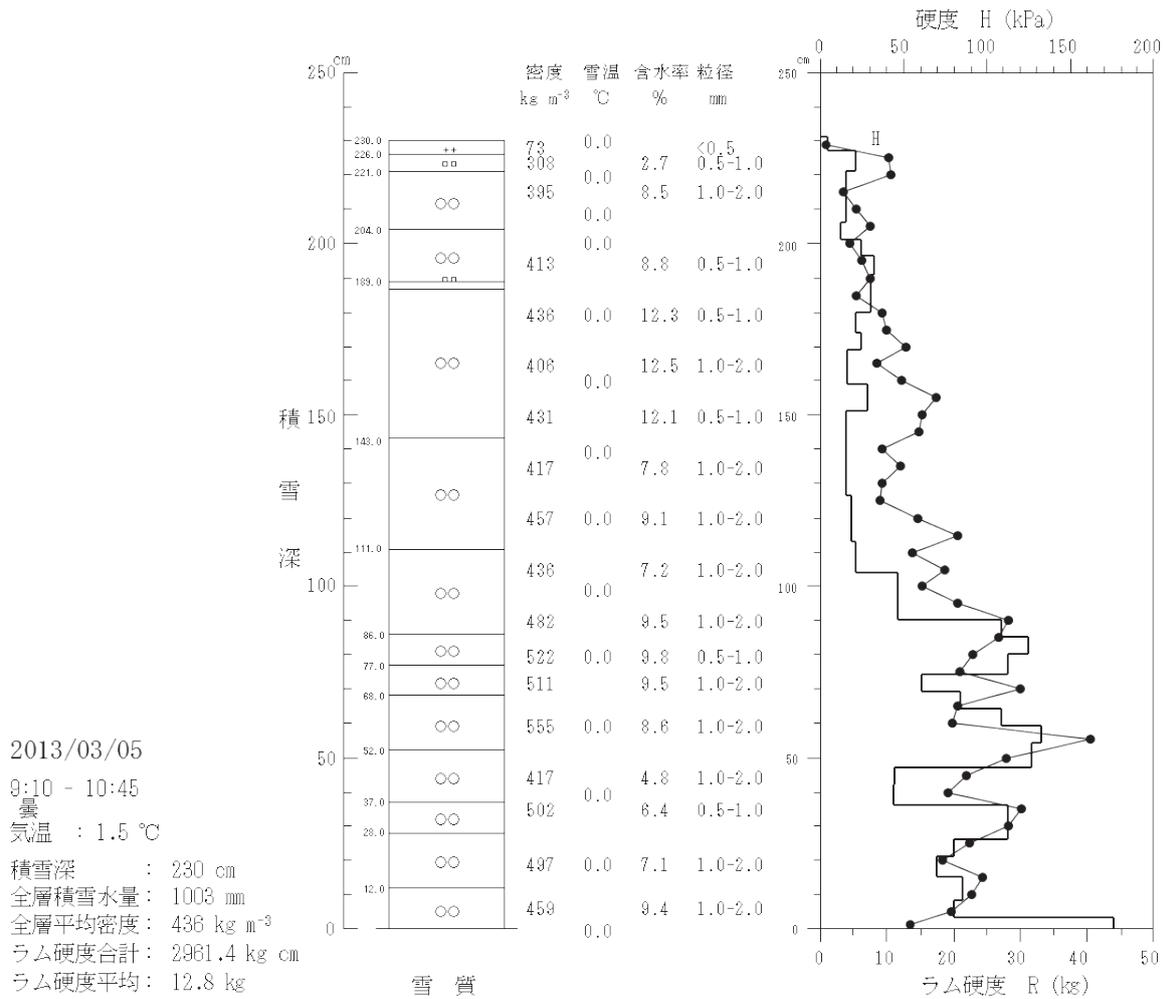


Fig. 3. 積雪断面観測 (2013 年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2013 winter period, continue)

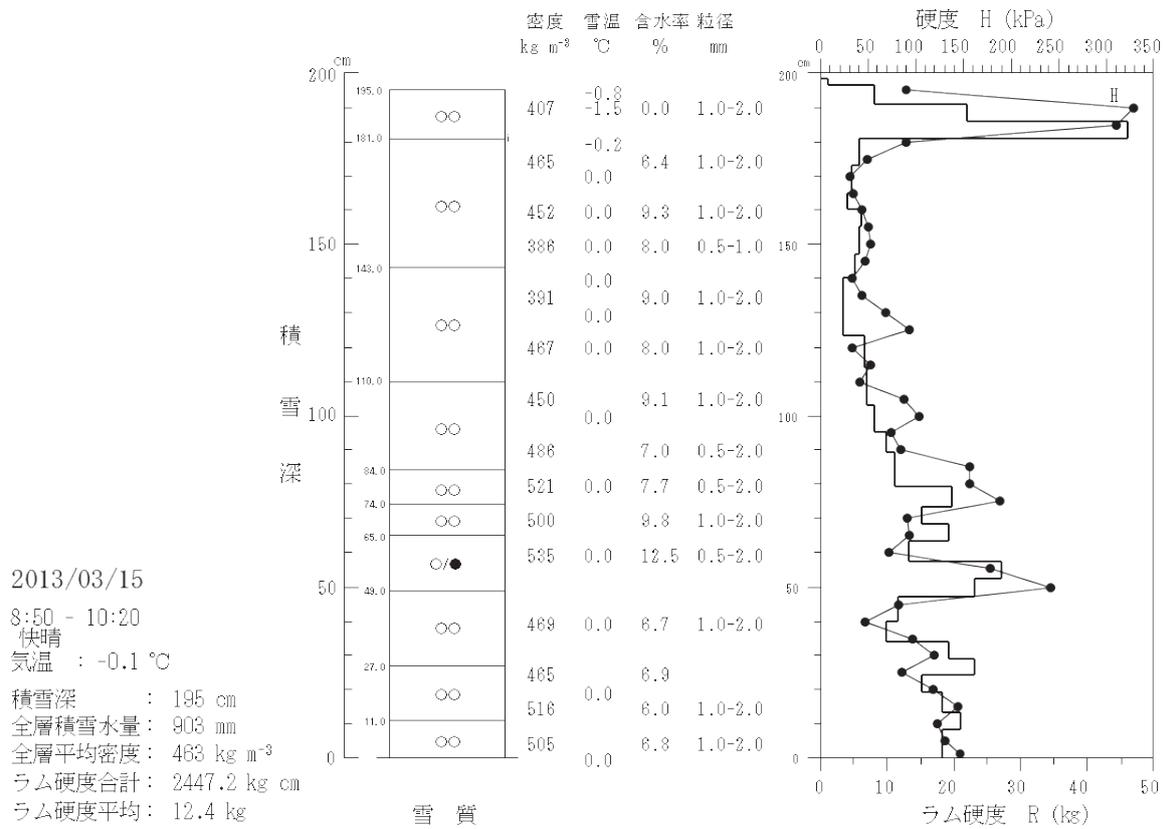


Fig. 3. 積雪断面観測 (2013 年冬期、つづき)
Snow pit observation (2013 winter period, continue)

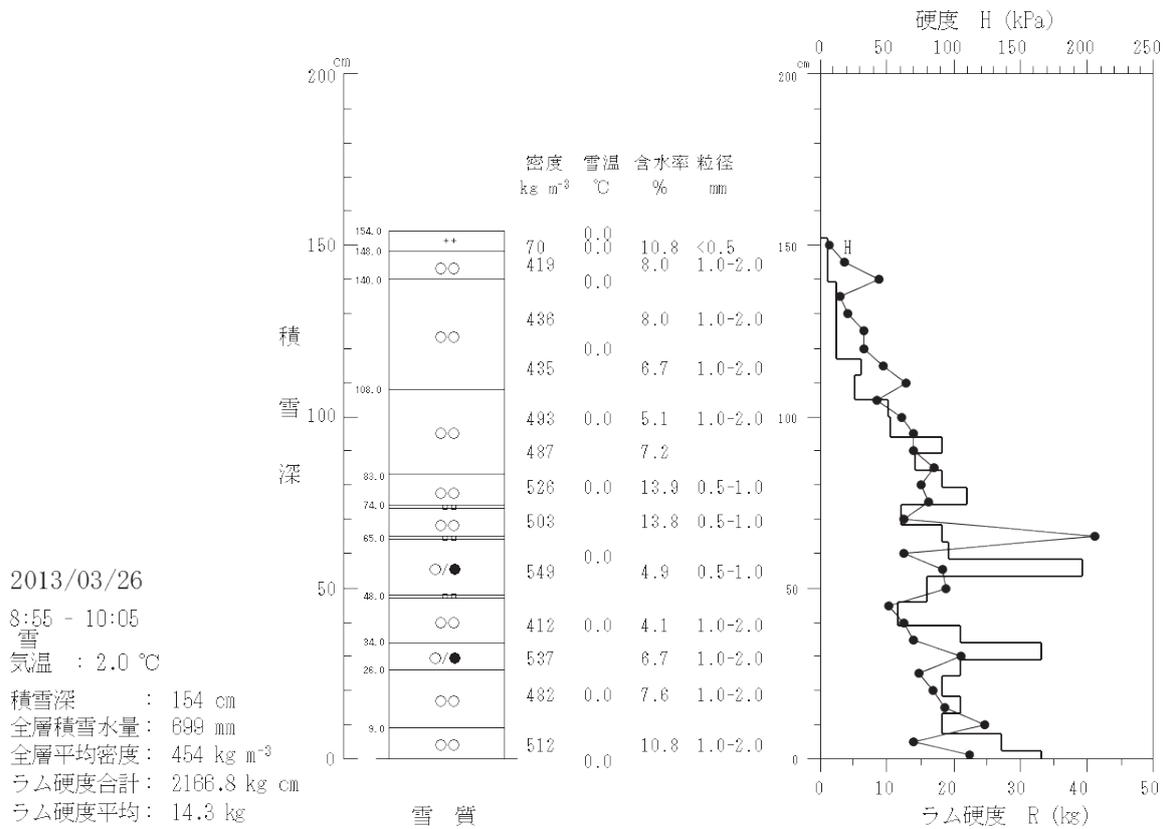


Fig. 3. 積雪断面観測 (2013 年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2013 winter period, continue)

2013/04/05

9:00 - 9:55

晴

気温 : 6.1 °C

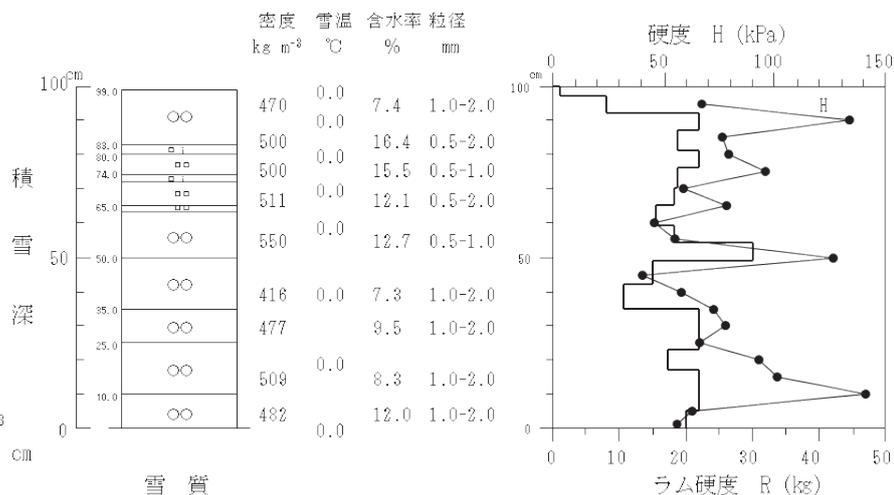
積雪深 : 99 cm

全層積雪水量 : 498 mm

全層平均密度 : 498 kg m⁻³

ラム硬度合計 : 1836.4 kg cm

ラム硬度平均 : 18.4 kg



2013/04/16

8:50 - 9:15

晴

気温 : 10.1 °C

積雪深 : 15 cm

全層積雪水量 : 68 mm

全層平均密度 : 520 kg m⁻³

ラム硬度合計 : 103.8 kg cm

ラム硬度平均 : 6.1 kg

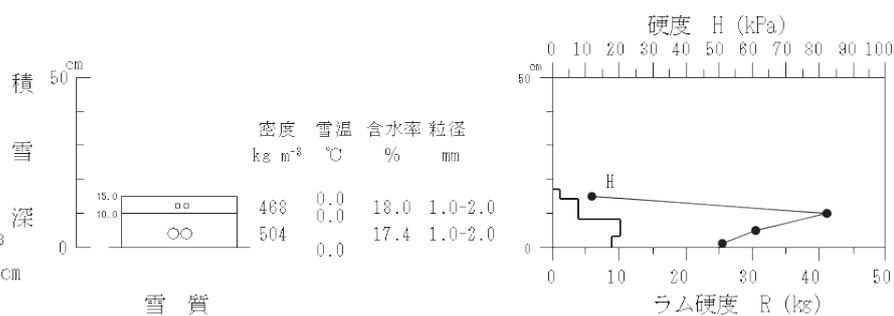


Fig. 3. 積雪断面観測 (2013年冬期、つづき)
Snow pit observation (2013 winter period, continue)

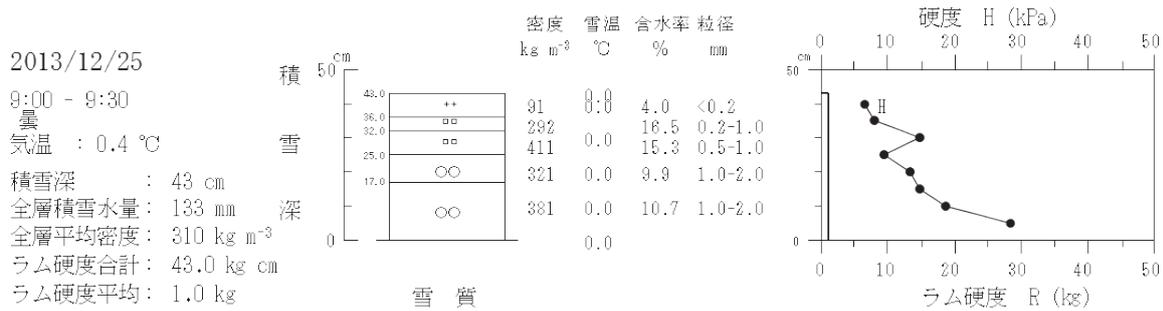
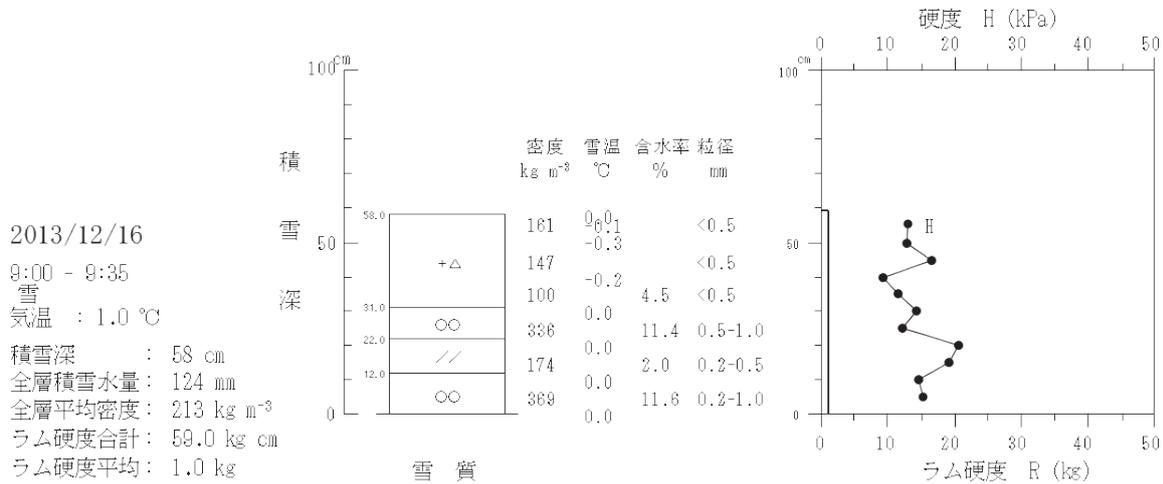


Fig. 3. 積雪断面観測 (2014年冬期)
 Snow pit observation (2014 winter period)

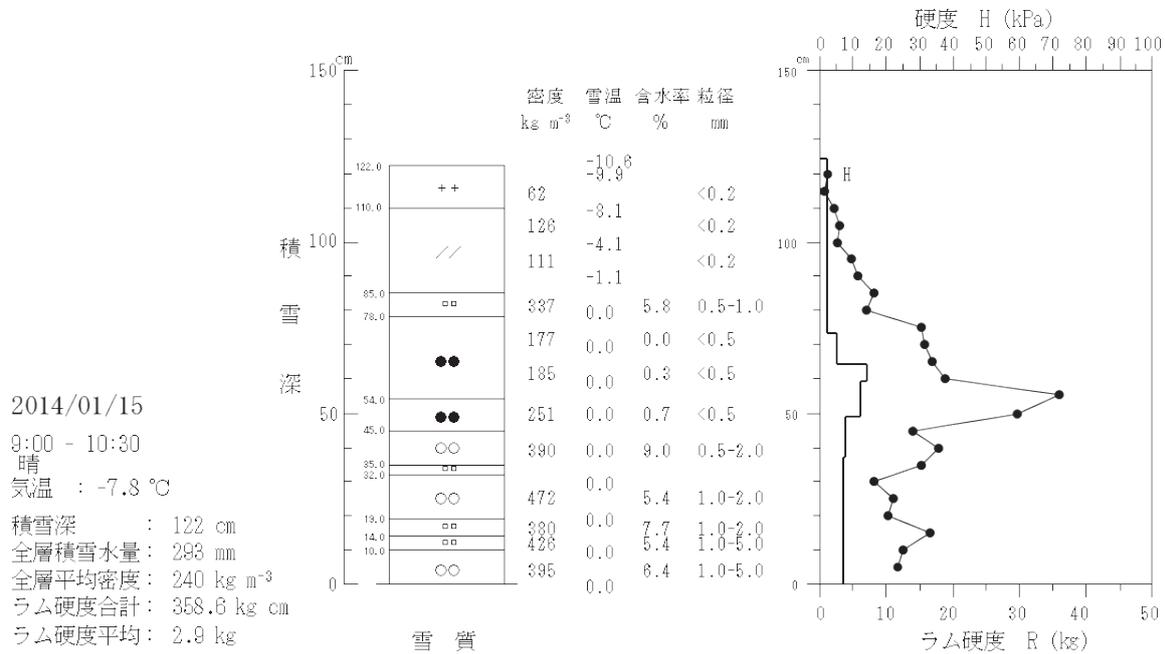
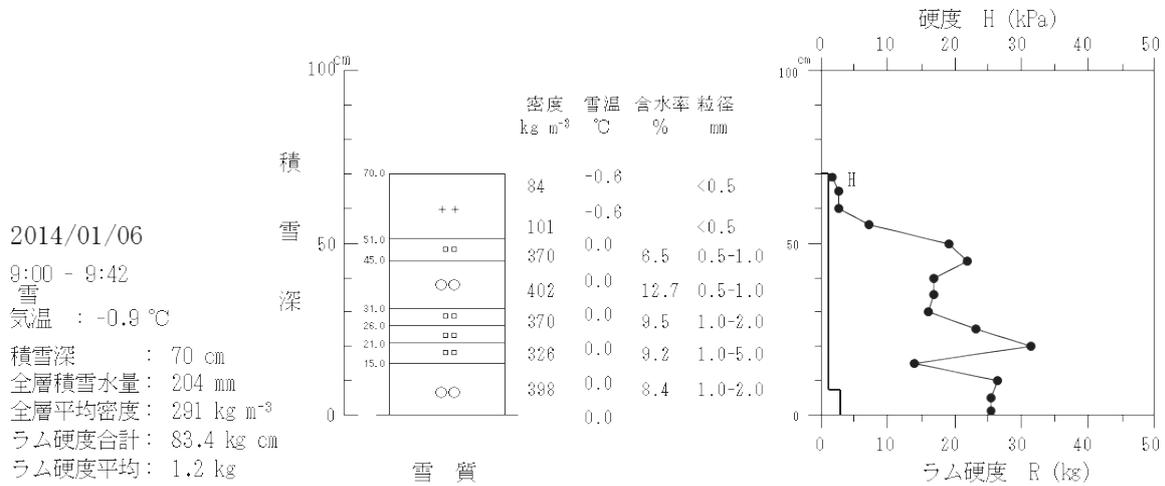


Fig. 3. 積雪断面観測 (2014年冬期、つづき)
Snow pit observation (2014 winter period, continue)

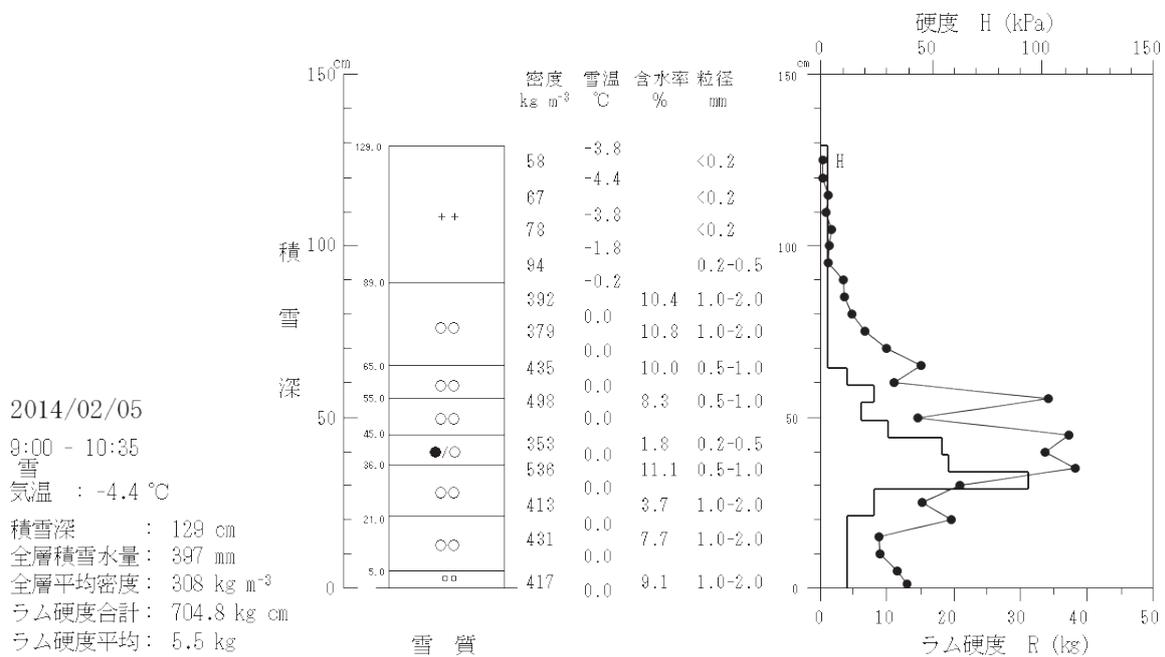
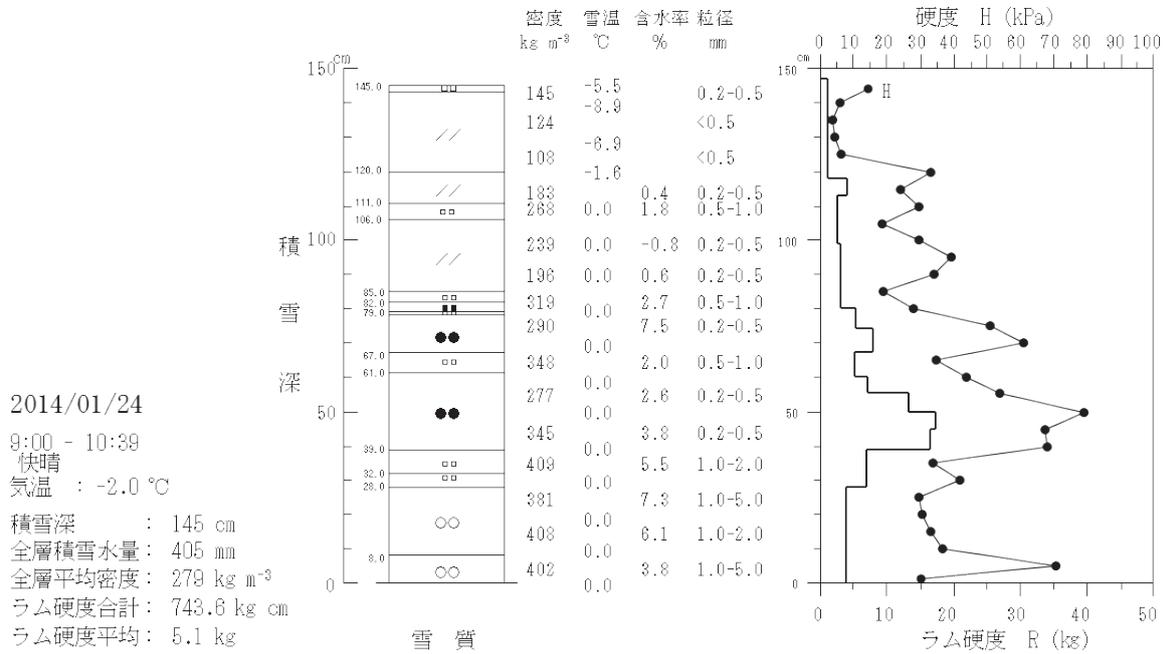


Fig. 3. 積雪断面観測 (2014年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2014 winter period, continue)

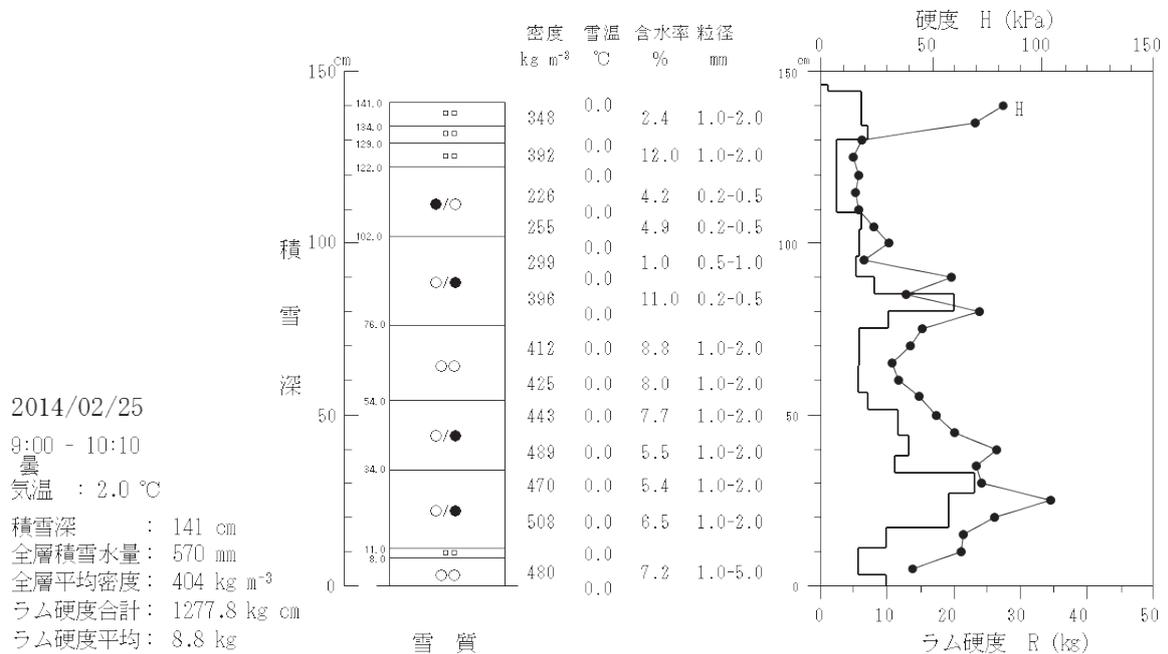
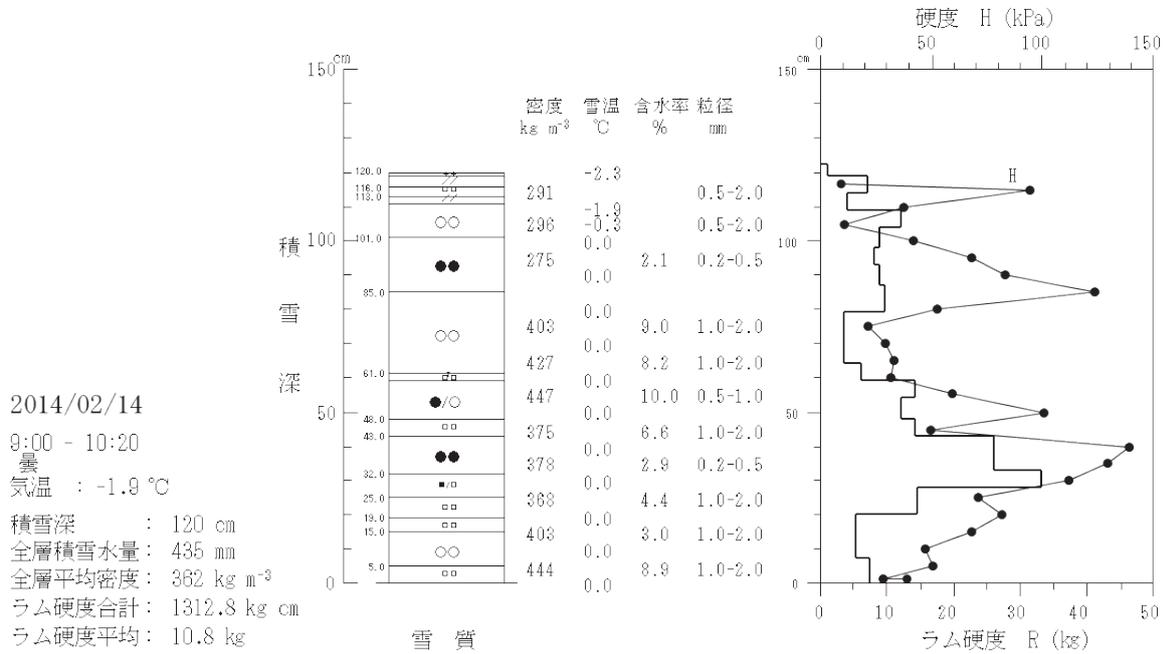


Fig. 3. 積雪断面観測 (2014年冬期、つづき)
Snow pit observation (2014 winter period, continue)

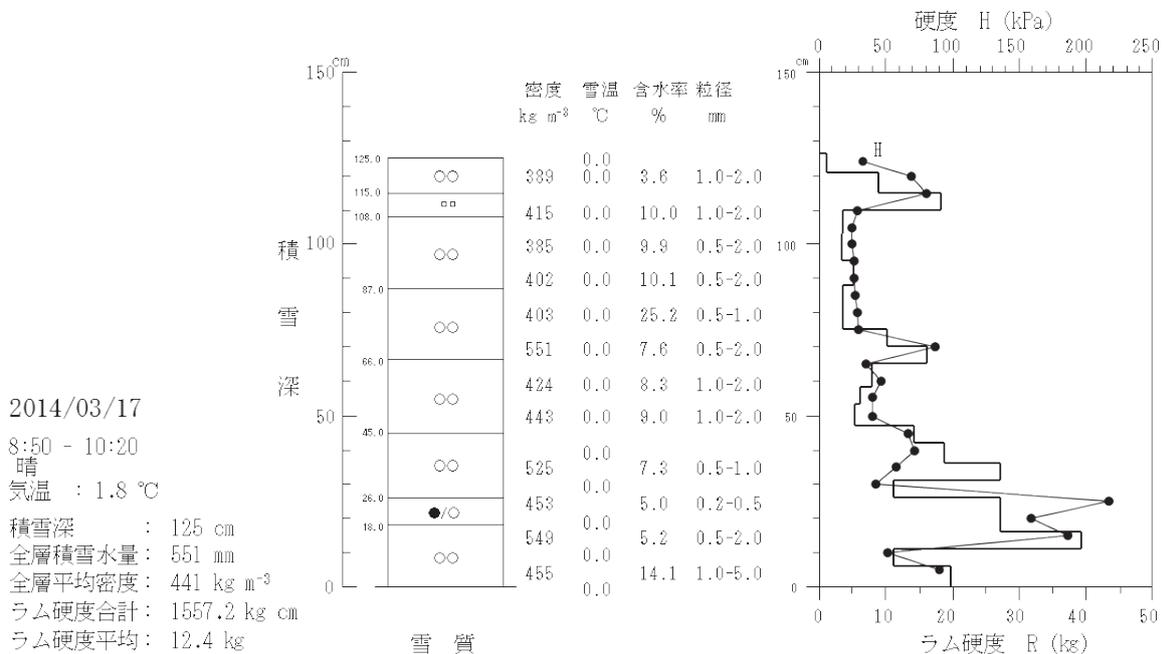
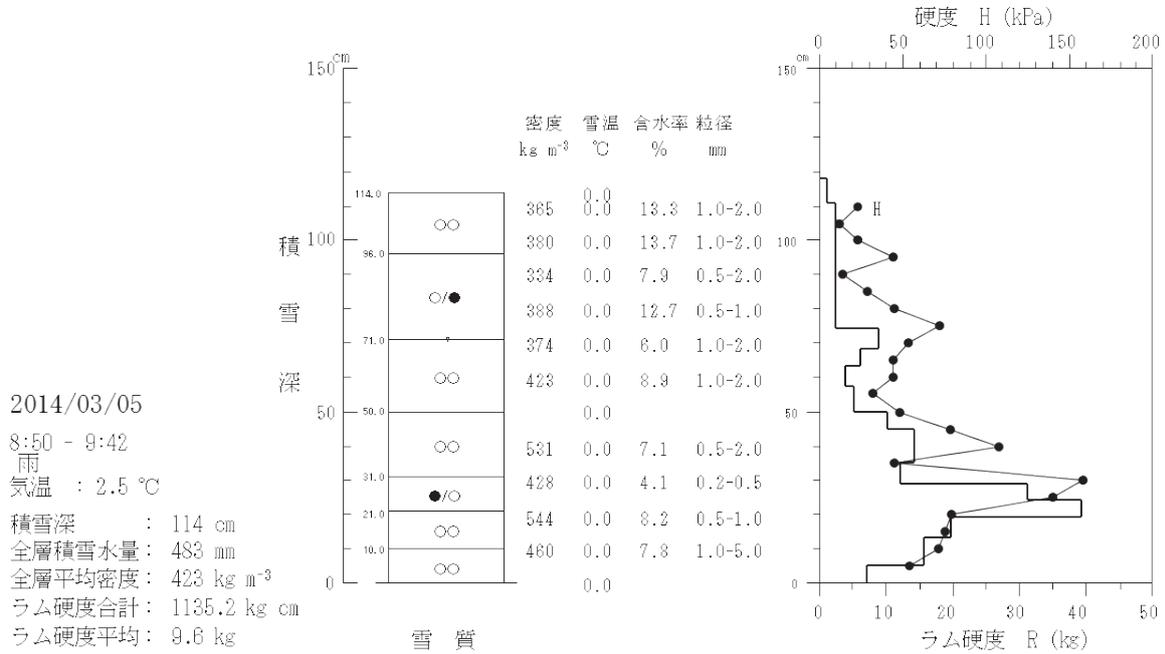


Fig. 3. 積雪断面観測 (2014年冬期、つづき)
 Snow pit observation (2014 winter period, continue)

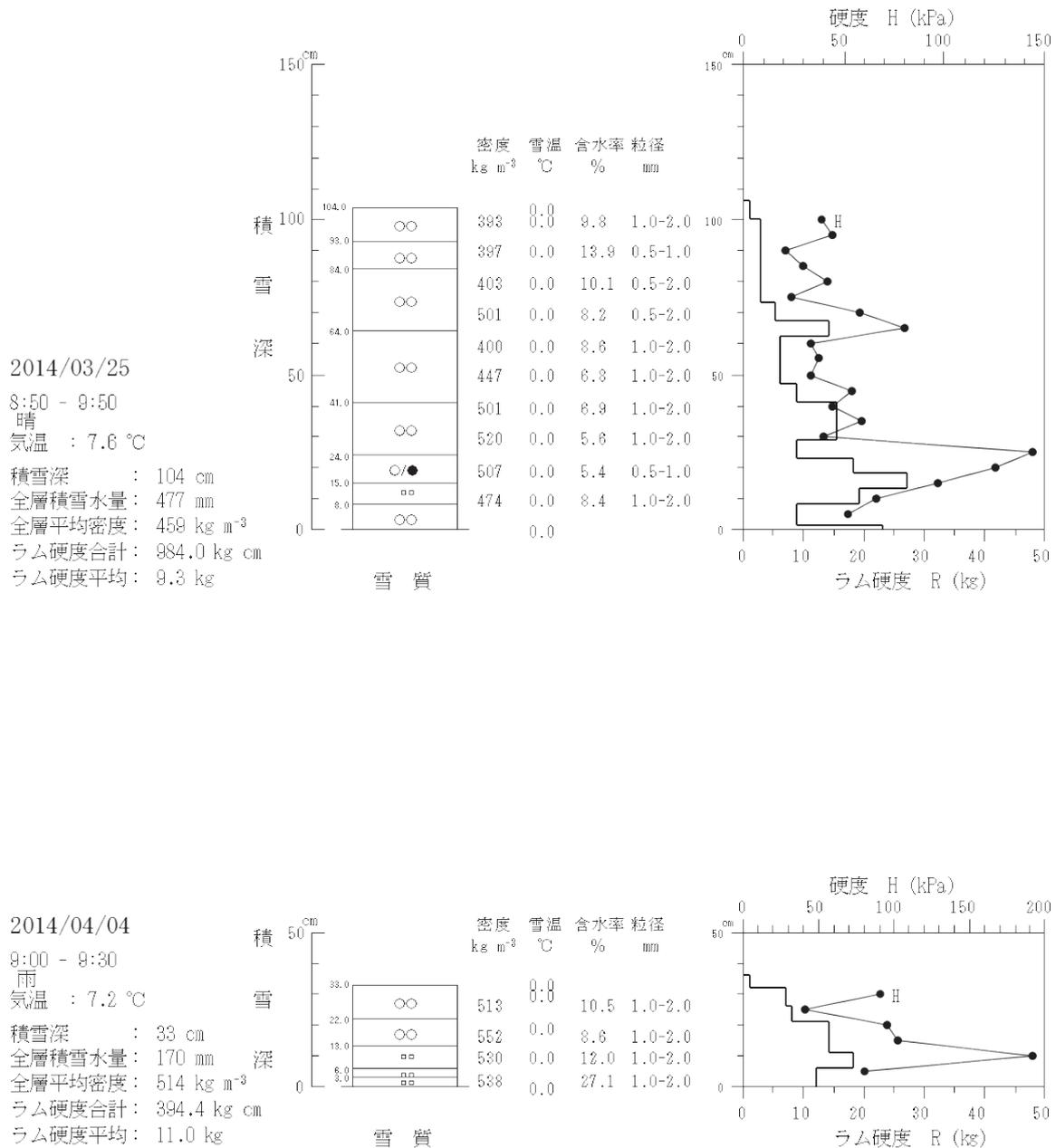


Fig. 3. 積雪断面観測 (2014年冬期、つづき)
Snow pit observation (2014 winter period, continue)

Data of meteorology and snow pit observations at Tohkamachi in Niigata Prefecture, Japan (VIII) (2009-10 to 2013-14, five winter periods)

Yukari TAKEUCHI^{1)*}, Yasoichi ENDO¹⁾, Shoji NIWANO¹⁾ and Shigeki MURAKAMI¹⁾

Abstract

Meteorological observations have been carried out at Tohkamachi Experimental Station (37° 08' N, 138° 46' E), Niigata Prefecture, since 1918 in order to obtain data for use in disaster prevention and studies on earth science. Since 1939-40 winter season, snow pit observations have been carried out at about 10 days intervals. In this report, we present data such as daily weather, air temperature, precipitation, snowfall depth, snow depth, and snow-water equivalent, and snow pit observations during the recent five winter periods from 2009-10 to 2013-14.

Key words : snow pit observation, meteorological observation, Tohkamachi

Received 7 August 2014, Accepted 16 September 2014

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

* Tohkamachi Experimental Station, FFPRI, 614 Tatsu-otsu, Tohkamachi, Niigata, 948-0013 JAPAN; e-mail: yukarit@affrc.go.jp

研究資料 (Research record)

東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布変遷 — 2007年度～2011年度の分布変遷 —

東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会¹⁾*

要旨

日本におけるマツ材線虫病の分布北限地帯である東北地方で、マツ材線虫病の分布拡大過程を明らかにするために、マツ材線虫病によるアカマツおよびクロマツの枯死木と、マツノザイセンチュウの媒介昆虫であるマツノマダラカミキリの分布を、1980年から2006年に引き続き、2007年から2011年の分布図としてとりまとめた。分布図は、福島県、宮城県、山形県、岩手県、秋田県、および青森県が市町村単位にマツ材線虫病の発生とマツノマダラカミキリの捕獲頭数を調査した結果をとりまとめた、東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会の内部資料図である東北地方におけるマツノザイセンチュウおよびマツノマダラカミキリの年度毎の分布図を基に作成した。マツ材線虫病による枯死木の分布は、日本海側では未被害地域であった青森県へと分布北限を拡大し、太平洋側では岩手県内陸の盛岡市まで分布北限を拡大した。

キーワード：マツ材線虫病、マツノザイセンチュウ、マツノマダラカミキリ、分布北限、モニタリング

1. はじめに

マツ材線虫病は日本に分布していなかったマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) Nickle) が、マツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus* Hope) によって伝搬され (森本・岩崎 1972)、アカマツ (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) やクロマツ (*P. thunbergii* Parl.) 等の感受性マツ類の萎凋枯死を引き起こす (清原・徳重 1971)。本病はマツノザイセンチュウを付随したマツノマダラカミキリの分布拡大に伴って西日本から東日本へと被害分布が拡大した (小林 1976)。東北地方におけるマツ材線虫病は、1975年に宮城県石巻市で確認され (早坂ら 1976)、以来本病の被害は東北地方を北上しながら継続して認められる (東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会 2008)。

東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会 (旧保護専門部会) では、東北地方でのマツ枯れ被害発生以来、マツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布について東北6県の詳細な情報を集めており、福島県、宮城県、山形県、岩手県、秋田県、および青森県の担当者により、マツ材線虫病とマツノマダラカミキリの毎年度の分布が森林保全部会に報告され、これら6県の資料を東北全体の分布図として森林総合研究所東北支所生物被害研究グループ (旧樹病研究室) で作成し、毎年の森林保全部会での情報交換資料に用いられてきている。この分布図の一部は公表され (東北林業試験研究機関連絡協議会保護専門部会 1984, 1986)、さらに前報で凡例を統一して

1980年度から2006年度分まで公表されている (東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会 2008)。この資料は日本における本病の分布北限の拡大過程を把握するための参考になると考えられ、継続して分布図を公表する必要がある。本稿では前報に引き続き、2007年度から2011年度の5年間の東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布の変遷を、森林保全部会の資料を元に作成し報告する。

2. 集計方法

2.1 調査担当者

この分布図は、東北6県の森林・林業試験研究機関において、2007年から2011年の間に主に保護部門の研究担当者によって行われた調査結果を基に作成した。以下に南に位置する県から順に担当者を列記する。福島県：在原登志男 (元福島県林業研究センター)、蛭田利秀 (福島県林業研究センター)、宮城県：水戸辺栄三郎 (元宮城県大河原地方振興事務所林業振興部)、佐々木智恵 (宮城県林業技術総合センター)、水田展洋 (宮城県大河原地方振興事務所林業振興部)、山形県：斉藤正一 (山形県森林研究研修センター)、岩手県：小澤洋一 (岩手県森林整備課)、秋田県：長岐昭彦 (秋田県農林水産技術センター森林技術センター)、青森県：今 純一 (元青森県農林総合研究センター林業研究所)、矢本智之 (青森県三八地域県民局)、木村公樹 (青森県農林総合研究センター林業研究所)。

原稿受付：平成26年9月1日 原稿受理：平成26年9月11日

1) 本稿とりまとめ担当・別刷り請求先：市原 優

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

2.2 調査方法

マツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布調査は、東北林業試験研究機関連絡協議会保護専門部会(1984, 1986)、および東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会(2008)において報告されている調査方法を継続して、同様の方法で行った。すなわち、マツ材線虫病の被害木分布は、アカマツとクロマツの区別をせずにマツ材線虫病による枯死木本数で、市町村毎に被害本数1~10本、11~100本、および101本以上の3段階に分けて記録した。このうち枯死本数の少ない場合は、線虫の分離が確認されているものを用いた。マツノマダラカミキリの分布は、トラップや被害木調査等により確認されたマツノマダラカミキリ頭数を元に、市町村毎におおむね低密度と高密度の2段階として作図した。年度の区切りは、4月から翌年3月となっている。

2.3 調査結果のとりまとめ

東北6県の分布調査結果は、毎年度毎に森林総合研究所東北支所生物被害研究グループ(旧樹病研究室)において東北地方全体図にまとめられ、東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会の「東北地方におけるマツノザイセンチュウおよびマツノマダラカミキリの分布図」として用いられている。本報告では森林保全部会の配付資料の分布図を元データとして、2007年度から2011年度のマツ材線虫病被害とマツノマダラカミキリの分布変遷図としてとりまとめた。各点のカテゴリーは、市町村毎に、分布初確認、前年から継続して分布確認、および以前に分布が確認されたが当年度未確認、の3カテゴリーに色分けし、被害本数とマツノマダラカミキリ密度を点の大きさで分けて示した。なお、市町村合併により既存の複数市町村毎の被害データが一つにまとめられている年度がある。一方、合併後も元の市町村別に詳しくデータがある場合は、旧市町村界を破線とする等により、可能な限り詳細に記述した。また、2011年3月11日の東日本大震災に伴う原子力発電所事故による立ち入り制限のため、詳細な調査ができなかった福島県の一部の市町村については、福島県担当者が立ち入った際の目視により被害量と密度を推定し、分布図に示した。なお、分布変遷図のとりまとめは、森林総合研究所東北支所の市原 優(現関西支所)と相川拓也が担当し、非常勤職員の田山孝子の補助を得て作成した。

3. 結果

3.1 マツ材線虫病による枯死木とマツノマダラカミキリの分布拡大

2007年度から2011年度の東北地方におけるマツ材線虫病による被害木の年度毎の分布と(Fig. 1)、マツノマダラカミキリの年度毎の分布を示す(Fig. 2)。未被害県であった青森県では、2008年に津軽半島の陸奥湾側外ヶ浜町で、被害地域から持ち込まれたクロマツ植栽木

が枯死し、さらに翌2009年度(2010年1月)に隣接する蓬田村でクロマツが自然感染により枯死した(木村ら2011)。日本海側の地域では秋田県の青森県境にある八峰町まで被害が発生しており、青森県側の深浦町ではマツノマダラカミキリが確認されていたが、2011年にクロマツ被害木が発生した(青森県農林水産部林政課2014)。また被害木は発生しなかったものの、弘前市や野辺地町でマツノマダラカミキリが捕獲された。

また、太平洋側地域では、岩手県内陸の北上川沿いで2009年に盛岡市まで被害が北上し、また北上山系の遠野市にも侵入し、主に北上川東側で枯死被害が拡大し続けている。岩手県の太平洋沿岸地域では、大船渡市の旧三陸町の北側に隣接する釜石市で、2010年に被害木が発見された。一方、2011年の東日本大震災に伴う津波により、海岸マツ林が被害を受け、倒伏や塩害、山火事による枯死木の発生により、本病の被害把握が困難になった。

4. 考察

青森県西部の秋田県との県境に近い日本海沿岸地域ではマツノマダラカミキリは捕獲されていなかったが、被害発生地が近づくにつれてマツノマダラカミキリがトラップにより頻繁に捕獲されるようになり(東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会2008)、2011年に被害木が発生した。この被害は、これまで日本海側を北上してきた被害が拡大したものと思われる。一方、青森県津軽半島の陸奥湾側の蓬田村で発生した自然感染被害は、マツノマダラカミキリの人為的持ち込みによる可能性が指摘されており(木村ら2011)、この被害発生後周辺での被害拡大が危惧され数年にわたり精査されたが、新たな被害は発生せずに終息している。

岩手県内陸では本病が盛岡市や遠野市まで拡大した。この地域はアカマツ林が多く、特に盛岡市の南隣の紫波町では北上川沿いで壊滅的被害が発生している。東北地方における本病の被害分布は温度依存的に拡大限界域まで拡大していく可能性が示されているが(五十嵐2007, 小林1988, 庄司ら1980)、現在はまだその限界域には達していないと考えられ、今後も被害の分布拡大を監視する必要がある。

東北地方の寒冷地では様々な時期に枯死が発生することが明らかにされてきており(市原ら2006a, b, 陳野ら1987)、これに伴って本病の伝染環が複雑になっていると思われる。また、微害林における枯損木の見落としや、雪害木などの枯死木が感染源になることも指摘されている(在原・橋内1995, 佐藤ら1988a)。このような枯死形態に対応した防除方法として、マツノマダラカミキリの産卵対象木が限定的になっている(中村ら2010, Ohta et al. 2012)ことを利用し、産卵された夏期の枯死木のみを駆除対象にして省力化を図る秋田方式や(星崎ら2005, 小林2004)、潜在感染木やマツノマダラカミキリ産卵対

象木を除去する「山そうじ」(藤岡 1987, 佐藤ら 1988b)等が考案されている。また、散在する枯死木に林内の作業者がたどり着くのは困難なため、航空写真により枯死木を判別し、作業者を GPS で枯死木へと誘導するシステムが考案されている(竹花ら 2008)。

一方、寒冷地のマツ枯れ被害地では、一般的に枯死木中のマツノザイセンチュウの密度が低く分離されにくいこと(作山・小林 1988)、他の昆虫に付随すると考えられている別の *Bursaphelenchus* 属線虫が比較的頻繁に分離されること(藤岡・宮野 1987, 作山・佐藤 1979)が感染木を特定するための障害となっている。このような枯死木がマツ材線虫病に感染していたかどうかを診断するため、マツ材線虫病診断キットが開発され(相川ら 2010)、簡易で迅速な診断が可能になっている。特に、被害先端地域では感染が疑われる枯死木がマツ材線虫病であるかを診断する必要があり、この診断キットが感染木を特定する手法として有用と考えられる。

2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴う津波被害によって、海岸マツ林は甚大な被害を被った。幹折れや根返り、海水による塩害のために(中村ら 2012)、大量の枯損木が発生し、本病の伝染源になることが危惧された。実際に、津波被害による枯死木から線虫を付随したマツノマダラカミキリが脱出することが確認され(相川ら 2013)、伝染源防除が必要とされている。また、震災に伴う原子力発電所事故による立ち入り制限区域では、マツ材線虫病のモニタリングの実施が困難となっている。被害地の拡大や震災により東北地方のマツ枯れ防除は困難な状況にあるが、防除対象の現状を正確に把握することが防除の第一歩であることから、今後もモニタリングを継続し本病の拡大を監視する必要がある。

謝辞

本報告の分布図のとりまとめにあたり、森林総合研究所森林微生物研究領域の田端雅進博士に助言をいただいた。この場を借りて厚く御礼申し上げる。

引用文献

相川拓也・神崎菜摘・菊地泰生(2010) マツノザイセンチュウの DNA を利用した簡易なマツ材線虫病診断ツール”マツ材線虫病診断キット”について. 森林防疫, 62, 130-134.

相川拓也・中村克典・市原優・前原紀敏・水田展洋(2013) 同一マツ枯死木から脱出したマツノマダラカミキリ成虫が保持するマツノザイセンチュウ数の変異—津波被害によって発生した枯死木の事例—. 森林防疫, 62, 130-134.

青森県農林水産部林政課(2014) 青森県における松くい虫被害対策. 森林防疫, 63, 49-50.

在原登志男・橘内雅敏(1995) 福島県会津地方における

松くい虫被害の推移と防除対策. 森林防疫, 44, 113-116.

藤岡 浩(1987) マツ材線虫病防除に対する除・間伐の効果. 森林防疫, 36, 181-186.

藤岡 浩・宮野順一(1987) 被圧枯死木におけるマツノマダラカミキリの寄生と材内線虫の検出状況. 日林東北支誌, 39, 177-179.

早坂義雄・小原憲由・斎藤錦也・文屋勝衛・大友統一(1976) 宮城県におけるマツの材線虫病等の実態調査. 日林東北支誌, 28, 208-212.

星崎和彦・佐野さやか・桜庭秀喜・田淵範子・吉田麻美・及川夕子・蒔田明史・小林一三(2005) 被害木の炭化によるマツ材線虫病の防除: 媒介昆虫抑制のための戦略と秋田の海岸マツ林における取り組み. 東北森林科学会誌, 10, 82-89.

市原 優・窪野高德・升屋勇人・小岩俊行(2006a) マツ材線虫病の年越し枯れ過程における水ポテンシャルと蒸散速度の変化. 東北森林科学会誌, 11, 7-13.

市原 優・窪野高德・升屋勇人・小岩俊行(2006b) 寒冷地のマツ材線虫病枯死過程における水分生理状態. 森林総研東北支所研究情報, 6 (2), 1-6.

五十嵐正俊(2007) 「松くい虫」の被害は青森県にも達するのだろうか?. 森林防疫, 56, 116-121.

木村公樹・相川拓也・山本貴一・前原紀敏・市原 優・今 純一・中村克典(2011) 青森県蓬田村に発生したマツ材線虫病被害木におけるマツノザイセンチュウの検出および媒介昆虫の加害状況. 東北森林科学会誌, 16, 7-11.

清原友也・徳重陽山(1971) マツ生立木に対する線虫 *Bursaphelenchus* sp. の接種試験. 日林誌, 53, 210-218.

小林一三(2004) 東北寒冷地におけるマツ材線虫病対策. グリーンエージ, 364, 18-21.

小林光憲(1988) マツ材線虫病に関する研究成果(Ⅱ) メッシュ気候情報システムを利用したマツノマダラカミキリ生育適地の推定. 岩手県林試報, 20, 13-20.

小林享夫(1976) マツノザイセンチュウの地理的分布. 森林防疫, 25, 167-168.

森本 桂・岩崎 厚(1972) マツノザイセンチュウ伝播者としてのマツノマダラカミキリの役割. 日林誌, 54, 177-183.

中村克典・小谷英司・小野賢二(2012) 津波被害を受けた海岸林における樹木の衰弱・枯死. 森林科学, 66, 7-12.

中村克典・長岐昭彦・小澤洋一・高橋健太郎・田代隼人・板垣恒夫・太田和誠・星崎和彦(2010) 要防除木特定のためのマツノマダラカミキリ生息数確認調査—はしごによる樹幹調査の有効性と限界—. 東北森林科学会誌, 15, 51-57.

Ohta, K., Hoshizaki, K., Nakamura, K., Nagaki, A., Ozawa, Y.,

- Nikkeshi, A., Makita, A., Kobayashi, K. and Nakakita, O. (2012) Seasonal variations in the incidence of pine wilt and infestation by its vector, *Monochamus alternatus*, near the northern limit of the disease in Japan. *J. For. Res.*, 17, 360-368.
- 作山 健・小林光憲 (1988) マツ材線虫病に関する研究成果 (Ⅲ) 線虫分離用の材片の採取方法. 岩手県林試報, 20, 21-26.
- 作山 健・佐藤平典 (1979) 岩手県におけるマツ材線虫病の発生. 森林防疫, 28, 226-227.
- 佐藤平典・作山 健・小林光憲 (1988a) マツ材線虫病に関する研究成果 (Ⅳ) 枯損被害木以外の感染源・増殖源. 岩手県林試報, 20, 27-36.
- 佐藤平典・作山 健・小林光憲 (1988b) マツ材線虫病に関する研究成果 (Ⅶ) 事例調査による防除方法の検討. 岩手県林試報, 20, 51-60.
- 庄司次男・早坂義雄・在原登志男 (1980) 宮城・福島両県のマツ類材線虫病の分布と東北地方におけるそのまん延の可能性. 森林防疫, 29, 122-126.
- 竹花 衛・田代隼人・黒川朝子・高橋由起夫・板垣恒夫・中村克典・中北 理 (2008) GPS 内蔵型携帯端末を利用したマツ材線虫病被害木の現地誘導システム. 日林北支論 56, 115-116.
- 東北林業試験研究機関連絡協議会保護専門部会 (1984) 東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布. 森林防疫, 33, 26-30.
- 東北林業試験研究機関連絡協議会保護専門部会 (1986) 東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布 (Ⅱ) —1982年から1984年の経過—. 森林防疫, 35, 199-204.
- 東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全部会 (2008) 東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布変遷. 森林総合研究所研究報告, 7, 139-158.
- 陳野好之・滝沢幸雄・佐藤平典 (1987) 寒冷・高地地方におけるマツ材線虫病の特徴と防除法. わかりやすい林業研究解説シリーズ 86, 林業科学技術振興所, 75pp.

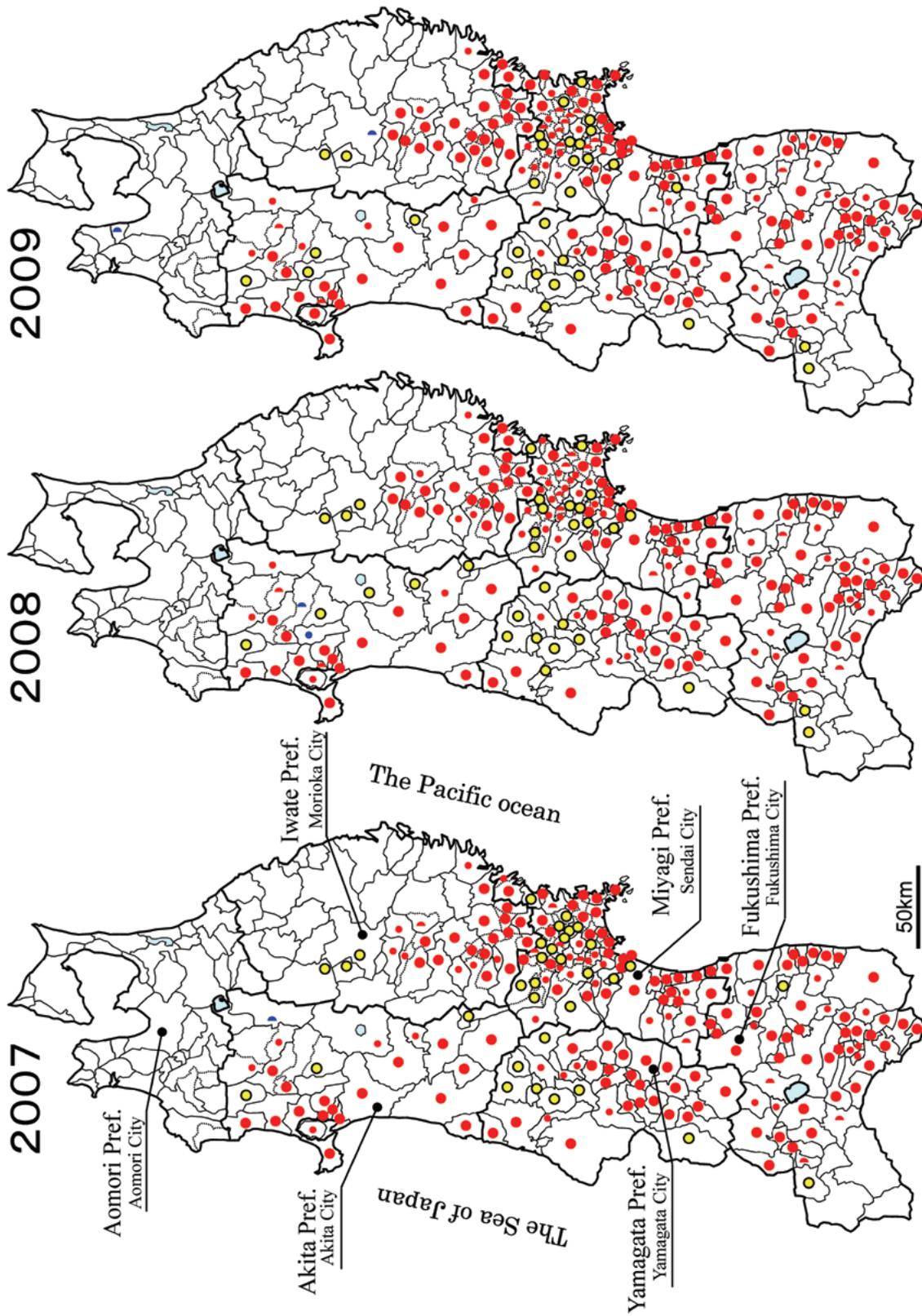


Fig. 1. 東北地方における市町村別のマツ材線虫病の年度毎の被害分布
被害本数を1～10本(半円)、11～100本(小円)、および101本以上(大円)に分けて示す。青色は分布初確認地点、赤色は前年から継続して分布が
確認された地点、および黄色は以前に分布が確認されたが当年度未確認であった地点を示す。
Distribution of dead trees of pine wilt disease according to cities, towns, and villages in the Tohoku region in Japan every year from 1980 to 2006
Each symbol indicates the number of the dead trees; 1-10 (Half circle), 11-100 (small circle) and 101 or more (large circle). Blue shows the distribution first confirmation,
red shows the distribution confirmation continuously in the previous year, and yellow shows unconfirmed times this year though was confirmed the distribution before.

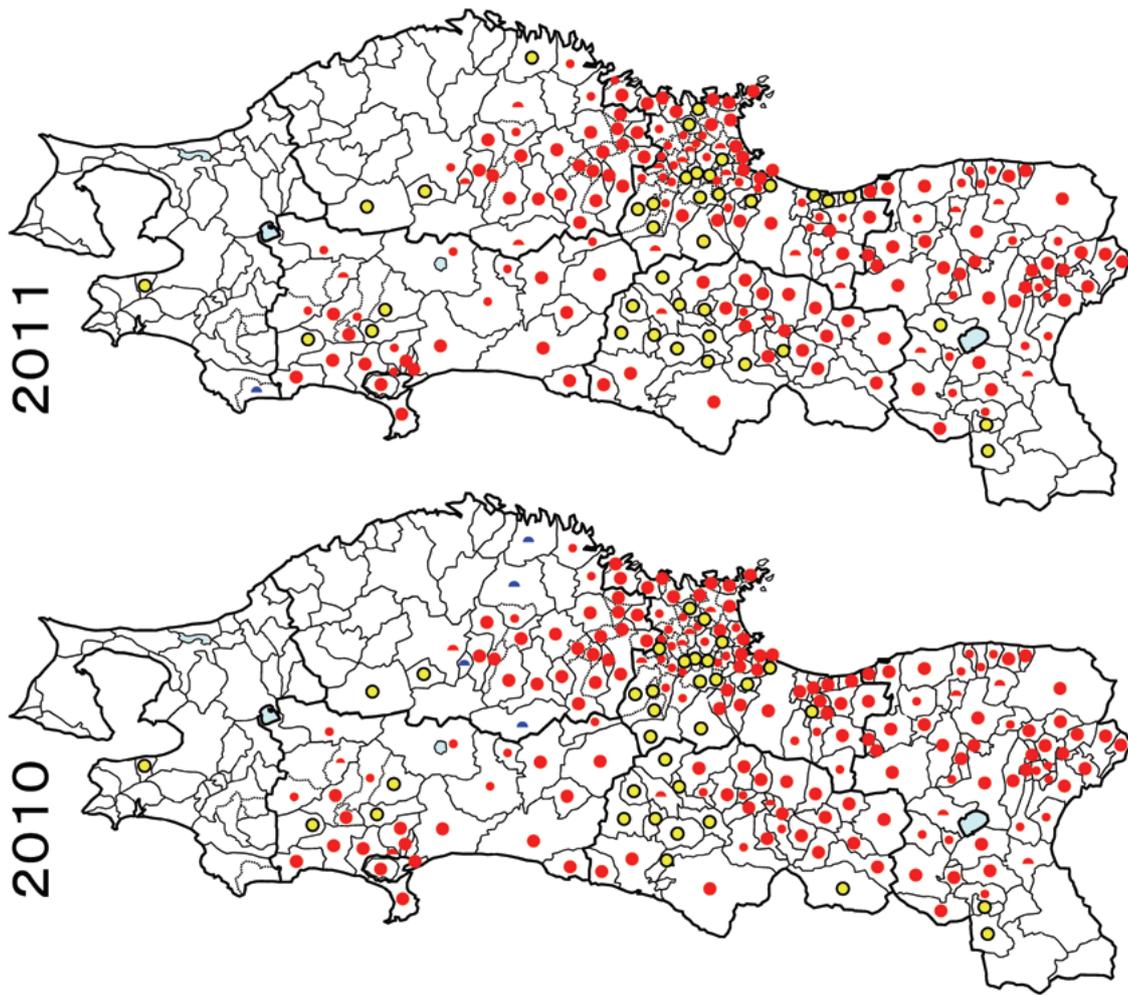


Fig. 1. 東北地方における市町村別のマツ材線虫病の年度毎の被害分布 (つづき)
Distribution of dead trees of pine wilt disease according to cities, towns, and villages in the Tohoku region in Japan every year from 1980 to 2006 (Continue)

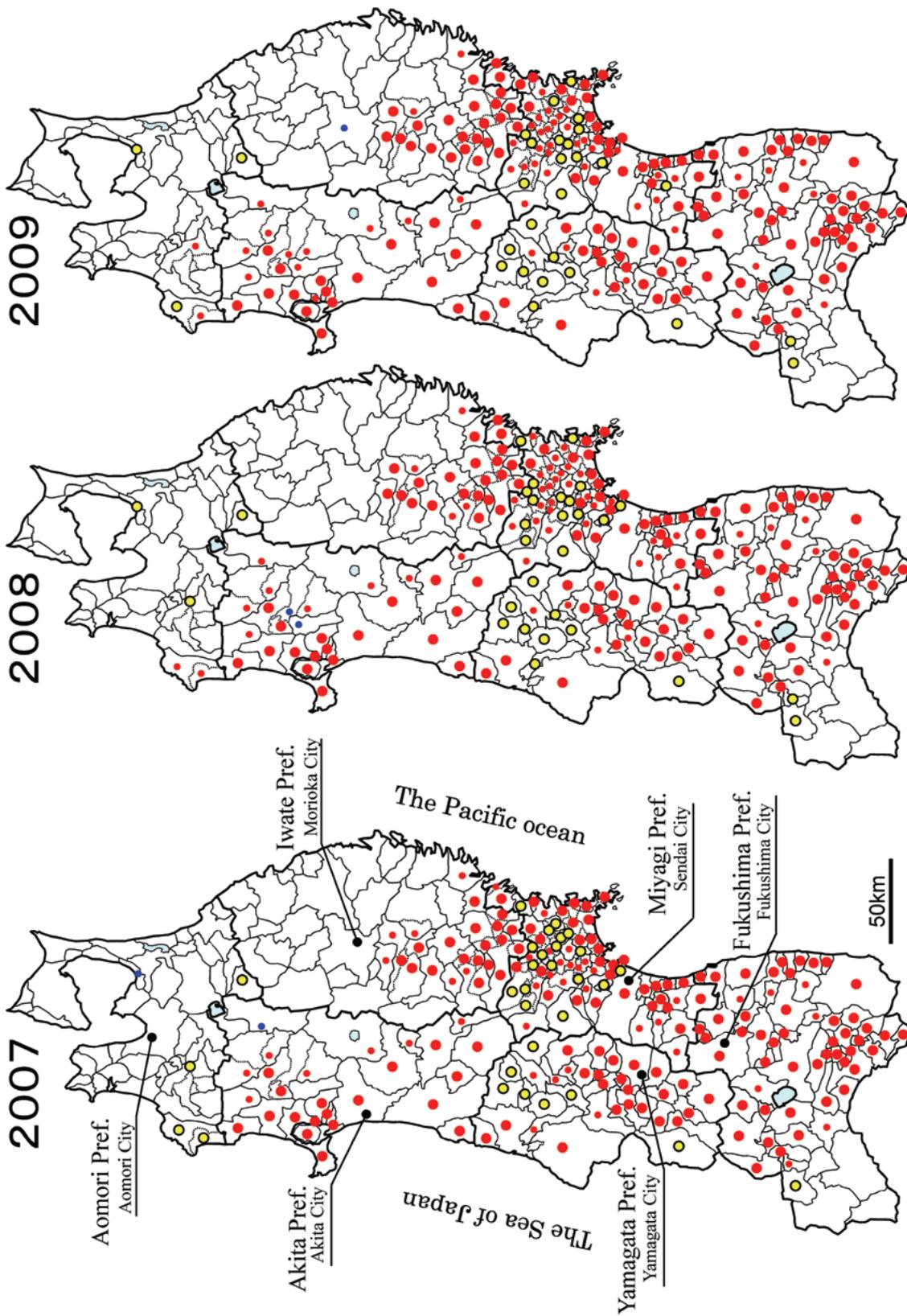


Fig. 2. 東北地方における市町村別のマツノマダラカミキリノマダラカミキリの年度毎の分布
 マツノマダラカミキリの密度を小円（低密度）と大円（高密度）で示す。青色は分布初確認地点、赤色は前年から継続して分布が確認された地点、
 および黄色は以前に分布が確認されたが当年度未確認であった地点を示す。
 Distribution of pine sawyer, *Monochamus alternatus*, according to cities, towns, and villages in the Tohoku region in Japan every year from 1980 to 2006
 Each symbol indicates low density (small circle) and high density (large circle) of *M. alternatus*. Blue shows the distribution first confirmation and red shows the
 distribution confirmation continuously in the previous year, and yellow shows unconfirmed times this year though was confirmed the distribution before.

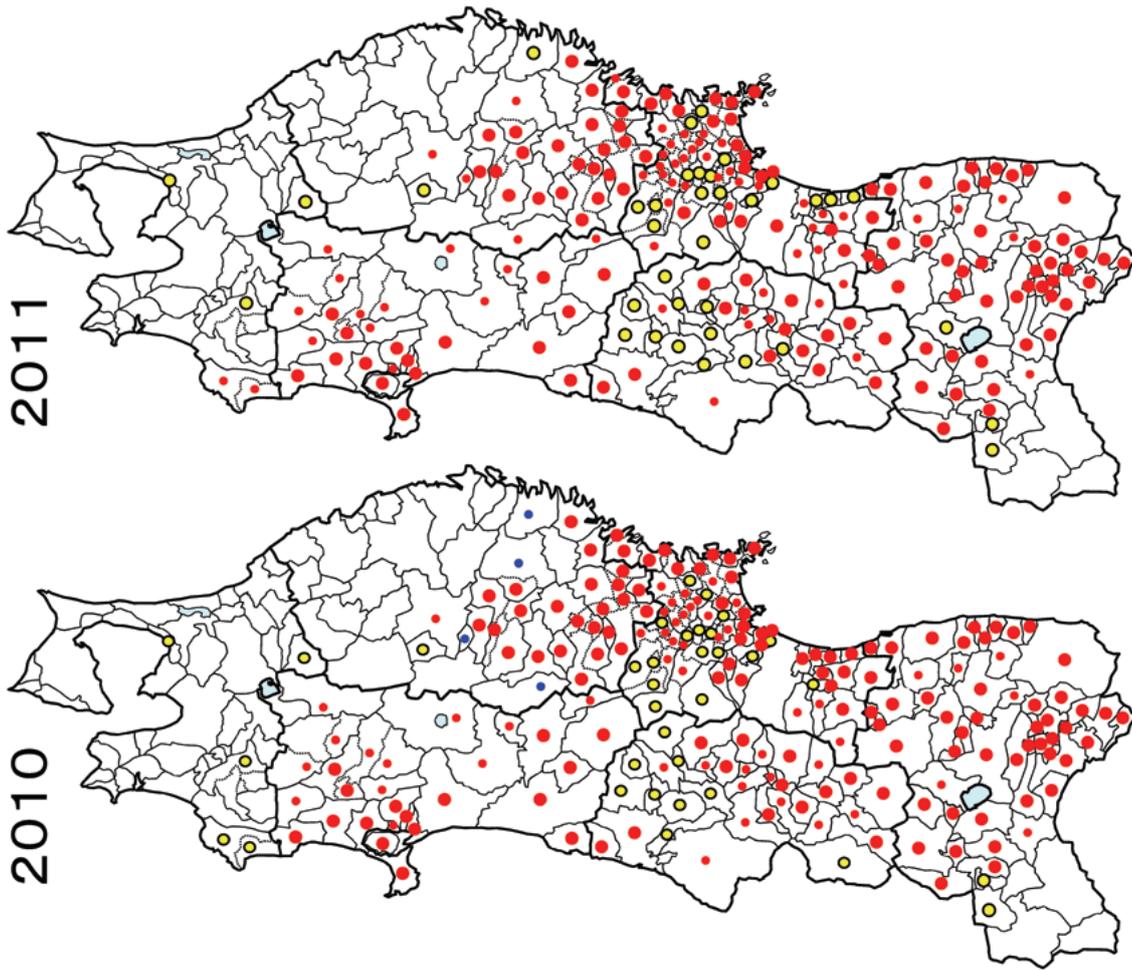


Fig. 2. 東東北地方における市町村別のマツノマダラカミキリの年度毎の分布 (つづき)
Distribution of pine sawyer, *Monochamus alternatus*, according to cities, towns, and villages in the Tohoku region in Japan every year from 1980 to 2006 (Continue)

Changes in the distributions of pine wilt disease and the vector beetle *Monochamus alternatus* in the Tohoku region of northern Japan between 2007 and 2011

Forest Conservation Departmental Meeting of
Tohoku Forestry Research Institute Liaison Council ^{1)*}

Abstract

To clarify the spread of pine wilt disease to undamaged parts of the Tohoku region of northern Japan, researchers surveyed the distributions of dead *Pinus thunbergii* and *P. densiflora* trees killed by the pinewood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* and the vector beetle *Monochamus alternatus*. The surveys were continued every year between 2007 and 2011 after the previous 26 years in 6 prefectures of the Tohoku region—Fukushima, Miyagi, Yamagata, Iwate, Akita, and Aomori. These data were combined to yield the annual figures for the Tohoku region. The distributions of pine wilt disease had extended to the undamaged Aomori prefecture during the surveyed period. The disease extended to the south west parts of Aomori prefecture bordering the Sea of Japan and to Morioka city, the middle of Iwate prefecture on the Pacific shore.

Key words : pine wilt disease, *Bursaphelenchus xylophilus*, *Monochamus alternatus*, northern limit, monitoring

Received 1 September 2014, Accepted 11 September 2014

1) Corresponding author: Yu ICHIHARA

* Kansai Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 68 Nagaikutaroh, Momoyama, Fushimi, Kyoto, Kyoto, 612-0855 JAPAN; e-mail: ichiyu@ffpri.affrc.go.jp

担当者 御中
To the person concerned

独立行政法人 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 Forestry and Forest Products Research Institute.
We greatly appreciate receiving any relevant publications in exchange.
Let us know when the name of your institution and mailing address are changed.

Officer in charge at publication section
Forestry and Forest Products Research Institute
1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 Japan
Tel : + 81-29-873-3211 Fax : + 81-29-873-0844
e-mail : kanko@ffpri.affrc.go.jp

2014年12月 発行 森林総合研究所研究報告 第13巻4号 (通巻433号)

編 集 人 森林総合研究所研究報告編集委員会

発 行 人 独立行政法人 森林総合研究所
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地
電話 : 029-873-3211 Fax : 029-873-0844

製 版 ・ 印 刷

©2014 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下さい。



page155

Google Earthを用いた野生生物観測データの地図化

:平川 浩文

Using Google Earth to map wildlife monitoring data

by HIRAKAWA Hirofumi

page173

都市近郊造林地における人工的ギャップ形成が哺乳類の活動に与える影響

:林 典子, 井上 大成

Mammal activities in suburban plantation forests affected by making artificial gaps

by HAYASHI Noriko and INOUE Takenari

page183

スギ在来品種の心持ち正角材における高温乾燥で生じた内部割れと木口割れの変動(英文)

:山下 香菜, 平川 泰彦, 齋藤 周逸, 池田 元吉, 中谷 浩, 太田 正光

Variations in internal- and end checks in boxed-heart square timber of sugi (*Cryptomeria japonica*) cultivars dried by the high-temperature setting method

by YAMASHITA Kana, HIRAKAWA Yasuhiko, SAITO Shuetsu,

IKEDA Motoyoshi, NAKATANI Hiroshi and OHTA Masamitsu

page193

札幌森林気象試験地の気象(1999~2008年)

:溝口 康子, 山野井 克己, 北村 兼三, 中井 裕一郎, 鈴木 覚

Meteorological observations at the Sapporo forest meteorology research site from 1999 to 2008, Hokkaido, Japan

by MIZOGUCHI Yasuko, YAMANOI Katsumi, KITAMURA Kenzo, NAKAI Yuichiro and SUZUKI Satoru

page207

定山溪森林理水試験地観測報告(2008年1月~2012年12月)

:阿部 俊夫, 山野井 克己, 溝口 康子, 北村 兼三

Report of hydrological observations at Jozankei Experimental Watershed (January 2008 through December 2012)

by ABE Toshio, YAMANOI Katsumi, MIZOGUCHI Yasuko and KITAMURA Kenzo

page225

平成18~22年度に調査した収穫試験地等固定試験地の経年成長データ(収穫試験報告 第25号)

:細田 和男, 家原 敏郎, 鷹尾 元, 西園 朋広, 高橋 與明, 石橋 聡, 高橋 正義, 古家 直行, 小谷 英司, 田中 邦宏, 平田 泰雅, 光田 靖, 北原 文章, 近藤 洋史, 齋藤 英樹, 佐野 真琴

Time-series data of the growth and yield experimental sites

surveyed in FY2006-2010 (Growth and Yield Experiment Report No.25)

by HOSODA Kazuo, IEHARA Toshiro, TAKAO Gen, NISHIZONO Tomohiro, TAKAHASHI Tomoaki,

ISHIBASHI Satoshi, TAKAHASHI Masayoshi, FURUYA Naoyuki, KODANI Eiji, TANAKA Kunihiro,

HIRATA Yasumasa, MITSUDA Yasushi, KITAHARA Fumiaki, KONDO Hiroshi, SAITO Hideki and SANO Makoto

page255

森林総合研究所多摩森林科学園の穿孔性甲虫類

(鞘翅目ホソカミキリムシ科・カミキリムシ科・タマムシ科・キクイムシ科)

:松本 和馬, 榎原 寛, 栗原 隆, 後藤 秀章, 永野 裕

Wood-boring beetles of Disteniidae, Cerambycidae, Buprestidae and Scolytidae collected

in Tama Forest Science Garden of Forestry and Forest Products Institute

by MATSUMOTO Kazuma, MAKIHARA Hiroshi, KURIHARA Takashi, GOTO Hideaki and NAGANO Hiroshi

page271

十日町における冬期の気象および雪質の調査資料(8)(2009/10年~2013/14年 5冬期)

:竹内 由香里, 遠藤 八十一, 庭野 昭二, 村上 茂樹

Data of meteorology and snow pit observations at Tohkamachi in

Niigata Prefecture, Japan (VIII) (2009-10 to 2013-14, five winter periods)

by TAKEUCHI Yukari, ENDO Yasoichi, NIWANO Shoji and MURAKAMI Shigeki

page335

東北地方におけるマツ材線虫病とマツノマダラカミキリの分布変遷

—2007年度~2011年度の分布変遷—

:東北林業試験研究機関連絡協議会森林保全全部会

Changes in the distributions of pine wilt disease and the vector beetle

Monochamus alternatus in the Tohoku region of northern Japan between 2007 and 2011

by Forest Conservation Departmental Meeting of Tohoku Forestry Research Institute Liaison Council