

森林総合研究所研究報告

Vol.18 No.2 (No.450)

BULLETIN

of the
Forestry and
Forest Products
Research Institute



June 2019



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

The Chief Editor

山中 高史 Takashi YAMANAKA (Principal Research Director, FFPRI)

The Vice-Chief Editor

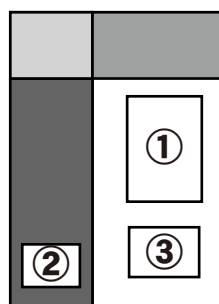
片岡 厚 Yutaka KATAOKA (Public Relations Division, FFPRI)

Editor

青井 秀樹	Hideki AOI (Department of Forest Policy and Economics , FFPRI)
福田 健二	Kenji FUKUDA (Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo)
平尾 知士	Tomonori HIRAO (Forest Tree Breeding Center, FFPRI)
五十嵐 哲也	Tetsuya IGARASHI (Department of Forest Vegetation, FFPRI)
伊藤 優子	Yuko ITOH (Department of Forest Soils, FFPRI)
小南 裕志	Yuji KOMINAMI (Disaster Prevention, Meteorology and Hydrology, FFPRI)
黒川 潮	Ushio KUROKAWA (Kyushu Research Center, FFPRI)
松井 直之	Naoyuki MATSUI (Department of Forest Resource Chemistry, FFPRI)
毛利 武	Takeshi MOHRI (Department of Forest Molecular Genetics and Biotechnology, FFPRI)
小長谷 啓介	Keisuke OBASE (Department of Mushroom Science and Forest Microbiology, FFPRI)
岡 裕泰	Hiroyasu OKA (Forestry Division, Japan International Research Center for Agricultural Sciences)
渋谷 龍也	Tatsuya SHIBUSAWA (Department of Wood-based Materials , FFPRI)
鈴木 秀典	Hidenori SUZUKI (Department of Forest Engineering, FFPRI)
滝 久智	Hisatomo TAKI (Department of Forest Entomology, FFPRI)
東條 一史	Hitoshi TOJO (Department of Wildlife Biology, FFPRI)
矢崎 健一	Kenichi YAZAKI (Department of Plant Ecology, FFPRI)

This journal is indexed in CAB Abstracts.

表紙写真 Photographs in Cover



- ①CLTパネル工法を採用した実験棟（森林総合研究所九州支所）
Research building using Cross Laminated Timber (CLT) panel construction
(Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute)
- ②コメツガの毬果。鳥海コメツガ植物群落保護林（秋田県にかほ市）にて。
Cones of Kometsuga (*Tsuga diversifolia*) in the Chokai hemlock forest reserve (Akita Pref.)
- ③(本文195～211ページ)
2011年福島第一原子力発電所事故で放出された放射性セシウムの
コシアブラ (*Eleutherococcus sciadophylloides*, 新芽が食べられる野生樹木) への移行

森林総合研究所研究報告 第18巻2号（通巻450号）2019.6

目次

論文

- 2011年福島第一原子力発電所事故で放出された放射性セシウムのコシアブラ（*Eleutherococcus sciadophylloides*, 新芽が食べられる野生樹木）への移行
清野 嘉之、赤間 亮夫、岩谷 宗彦、由田 幸雄 ……………195

短報

- 筋状地がき地におけるカンバ類の更新位置
伊藤 江利子、橋本 徹、相澤 州平、古家 直行、石橋 聡 ……………213

研究資料

- 森林総合研究所多摩森林科学園の直翅類
松本 和馬、佐藤 理絵、井上 大成、大谷 英児 ……………219
- 平成23～27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26号）
西園 朋広、細田 和男、家原 敏郎、鷹尾 元、齋藤 英樹、
石橋 聡、高橋 正義、古家 直行、小谷 英司、齋藤 和彦、
田中 邦宏、田中 真哉、光田 靖、北原 文章、近藤 洋史、
高橋 與明、佐野 真琴 ……………231

Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute

Vol.18 No.2 (No.450) June 2019

CONTENTS

Original article

Transfer of radiocesium released in the 2011 Fukushima Daiichi Nuclear Power Station accident to *Eleutherococcus sciadophylloides*, a wild tree that produces edible sprouts

Yoshiyuki KIYONO, Akio AKAMA, Munehiko IWAYA
and Yukio YOSHIDA195

Short communication

Spatial distribution of regenerated birch trees in strip-scarified stands

Eriko ITO, Toru HASHIMOTO, Shuhei AIZAWA, Naoyuki FURUYA
and Satoshi ISHIBASHI213

Research record

Orthopteroid insects (Polyneoptera) of Tama Forest Science Garden, Forestry and Forest Products Research Institute

Kazuma MATSUMOTO, Rie SATO, Takenari INOUE and Eiji OHYA
.....219

Time-series data of the growth and yield experimental sites surveyed in FY2011-2015
(Growth and Yield Experiment Report No.26)

Tomohiro NISHIZONO, Kazuo HOSODA, Toshiro IEHARA,
Gen TAKAO, Hideki SAITO, Satoshi ISHIBASHI,
Masayoshi TAKAHASHI, Naoyuki FURUYA, Eiji KODANI,
Kazuhiko SAITO, Kunihiro TANAKA, Shinya TANAKA,
Yasushi MITSUDA, Fumiaki KITAHARA, Hiroshi KONDO,
Tomoaki TAKAHASHI and Makoto SANO231

論文 (Original article)

2011 年福島第一原子力発電所事故で放出された放射性セシウムのコシアブラ (*Eleutherococcus sciadophylloides*, 新芽が食べられる野生樹木) への移行

清野 嘉之^{1)*}、赤間 亮夫²⁾、岩谷 宗彦³⁾、由田 幸雄⁴⁾

要旨

2011 年 3 月の東京電力福島第一原子力発電所事故後、環境から樹木山菜への放射性セシウムの移行が調べられている。しかし、草本に比べ樹木の山菜の情報は少ない。事故により環境中に放出されたセシウム 137 (^{137}Cs) は、自然物のセシウム 133 (^{133}Cs) と異なり、生態系内でまだ平衡に達しておらず、分布は今も変化していると考えられる。生態系における ^{137}Cs の現在の分布は、植物体内の分布を含め、 ^{133}Cs の分布パターンに近づいていく途中の姿であり、 ^{133}Cs の現在の分布や代謝特性を明らかにすることにより ^{137}Cs の将来の状態を推定できると考えられる。そこで 2015 ~ 2017 年に福島県の 6 町村でコシアブラ (*Eleutherococcus sciadophylloides*) とその生育環境における放射性セシウム、 ^{133}Cs の現状を調べた。当年シュート (枝葉) ^{133}Cs 濃度は、土壌 K^+ の濃度 ($R^2 = 0.2756$, $P = 0.023$) や沈着量 ($R^2 = 0.3390$, $P = 0.011$) と負の相関関係を持ち、リター ^{133}Cs ($P = 0.425$)、土壌 $^{133}\text{Cs}^+$ ($P = 0.751$) 濃度とはあまり関係がなかった。リターから当年シュートへの ^{137}Cs の面移行係数 (T_{ag}) は、 ^{133}Cs の T_{ag} と正の相関関係 ($R^2 = 0.5748$, $P < 0.001$) があり、 ^{133}Cs が移行し易い条件では ^{137}Cs も移行し易いと考えられた。樹体内の器官を比較すると、 $^{137}\text{Cs}/^{133}\text{Cs}$ 濃度比が葉や根皮では材や樹皮より小さい場合があった。今後、 ^{137}Cs が生態系内で平衡していくにつれ、前者は後者のレベルに上昇していくと考えられる。また、新芽の ^{137}Cs 濃度は今後、土壌 K^+ が高濃度の林地では低下し、低濃度の林地では上昇する可能性がある。本研究で示した知見や仮説を検証する、さらなる研究が必要である。

キーワード：空間線量率、山菜、放射性セシウムの沈着、セシウム 133、出荷制限、土壌の交換性カリウム、食品の基準値

1. はじめに

野生樹木の新芽が野菜のように食べられている地域は世界の大半に及ぶが、ヨーロッパでは食用に適した新芽を持つ樹木が少なく、樹木の山菜利用は果実や種子、ハーブ類にとどまる (Giul and Torija 2001, 清野・赤間 2017)。このため、チェルノブイリ事故後も樹木の新芽の放射能汚染の調査研究は殆ど行われてこなかった。2011 年 3 月の福島第一原子力発電所事故以降、樹木山菜の放射性セシウムのデータが日本で蓄積されつつある。しかし、草本の山菜 (例えば、清野ら 2018b, c) と比べて調査は不十分である。樹木の多くは草本より大きく、物質代謝のしかたも異なると考えられるので、樹木の山菜についても系統的にデータを集める必要がある。

コシアブラ (*Eleutherococcus sciadophylloides*) は落葉樹で個体寿命は数 10 年に達する。他の多くの植物と異なり、放射性セシウムの生態系への沈着量にほぼ正比例して新芽の放射性セシウム濃度が上がる (清野・赤間 2017) ので、沈着量の多い土地で新芽の濃度

が高くなり易い (Kiyono and Akama 2015)。また、新芽の放射性セシウム濃度は事故から 6 年を経過した 2017 年の時点でも経年的に上昇している (清野・赤間 2018)。事故から数年を経過した後に新たに出荷制限や自粛が要請される事例が出ている (長野県 2016, 群馬県 2018)。コシアブラの放射性セシウム吸収に関して、菌根菌の関与 (Yamaji et al. 2016) や樹体内の放射性セシウムの分布 (赤間ら 2017)、当年シュートの濃度の季節変化や経年変化 (赤間・清野 2015, 清野・赤間 2018)、地域比較 (赤間・清野 2015)、苗畑での植栽試験 (福山ら 2016) などの研究が行われている。また、福島県の「コシアブラによる土壌中の放射性物質除去調査事業」で、コシアブラの高い吸収能を利用した、環境中の放射性セシウムのファイトレメディエーションの実証調査が行われている (<https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/gikai/201309nourin.html>)。

福島第一原子力発電所事故により野外に放出された放射性セシウム (^{134}Cs , ^{137}Cs) は自然物のセシウム 133 (^{133}Cs) と異なり、まだ平衡に達しておらず、生態系内

原稿受付：平成 30 年 8 月 10 日 原稿受理：平成 31 年 1 月 31 日

1) 森林総合研究所 植物生態研究領域

2) 森林総合研究所 震災復興・放射性物質研究拠点

3) 日本特用林産振興会

4) 元日本特用林産振興会

* 森林総合研究所 植物生態研究領域 〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1

の分布が変化し続けている。降水や落葉などによる樹冠から林床、表層土壌への移動 (Kato et al. 2018) や、その間に腐植や粘土 (Staunton et al. 2002, 山口 2014, Toriyama et al. 2018) などに保持されて移動が妨げられるプロセスが現在も進んでいる。放射性セシウムの植物体内を含む生態系における現在の分布は、植物体内の分布を含め ^{133}Cs の分布に近づいていく途中の姿であり、 ^{133}Cs の分布や代謝の特性を明らかにすることで、放射性セシウムの将来を推定できると考えられる (赤間ら 2017)。そこで、本研究では、事故から数年を経過した時点のコシアブラについて、生育環境と樹体内の ^{133}Cs と放射性セシウム (^{137}Cs) の濃度 (放射性セシウムについては、ここでは質量当たりの放射性 Cs の放射能の強さを濃度と呼ぶ) 分布を調べた。生育環境に応じた当年シュート (葉と枝) と他器官、生育地の ^{133}Cs や ^{137}Cs 量との関係にもとづいて、コシアブラ樹体内の ^{137}Cs の将来を予測した。

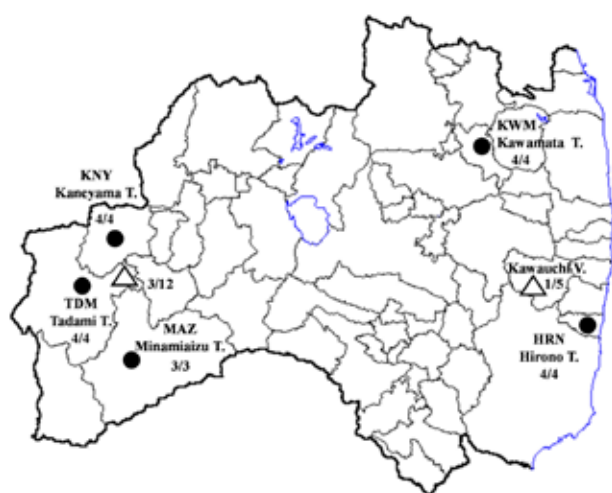


Fig. 1. コシアブラの検体を採取した 6 町村

The six municipalities where *Eleutherococcus sciadophylloides* samples were collected.

● 当年シュートを採取 (民有林)、△ 破壊調査で葉、果序、枝、幹、根を採取 (国有林)。カッコ内は検体の ^{133}Cs 濃度を測定した個体数 / 地上部検体を採取した個体数

● Current-year shoots were collected (private forest), △ Leaf, infructescence, branch, stem, and root samples were collected by destructive sampling (National forest). The numerator (denominator) is the number of trees from which samples were collected for determining the ^{133}Cs concentration.

2. 材料と方法

2.1 検体の採取

調査を計画した 2017 年 4 月 7 日現在、コシアブラの野生品の出荷が制限ないし自粛されている地域 (林野庁, <http://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/kinoko/syukkaseigen.html>) は、福島県を中心に岩手県から長野県までの広い範囲に及ぶ。岩手県の 8 市町 (盛岡市、花巻市、遠

野市、北上市、釜石市、住田町、奥州市、一関市)、山形県最上町、宮城県 7 市町 (気仙沼市、栗原市、南三陸町、登米市、大崎市、大和町、七ヶ宿町)、福島県では湯川村と松枝岐村を除く市町村、茨城県は 3 市 (常陸大宮市、常陸太田市、日立市)、栃木県は 14 市町 (那須町、那須塩原市、大田原市、矢板市、塩谷町、日光市、那珂川町、さくら市、那須烏山市、高根沢町、宇都宮市、鹿沼市、市貝町、茂木町)、群馬県みなかみ町、新潟県の 3 市町 (魚沼市、津南町、南魚沼町)、長野県の 5 市町村 (野沢温泉村、木島平村、中野市、長野市、軽井沢町) である。コシアブラでは出荷制限の解除例はまだない。

広域調査：福島県で、コシアブラの山菜生産が盛んな会津を含み、かつ空間線量率 (ADR) や地質などの条件がさまざまになるよう、生育するコシアブラ野生木の小群生 (面積数 10 ~ 数 100 m^2 。小群生の一まとまりの土地を以下、地点と呼ぶ) を南会津郡只見町 (3 地点, TDM-1 ~ 3)、南会津町 (3 地点, MAZ-1 ~ 3)、大沼郡金山町 (4 地点, KNY-1 ~ 4)、伊達郡川俣町 (4 地点, KWM-1 ~ 4)、双葉郡広野町 (4 地点, HRN-1 ~ 4) で選り、調査地とした (Fig. 1, Table 1)。このうち KWM-1 ~ 2 と HRN-1 ~ 2 は先述の福島県の除去調査事業の樹下植栽地を含む。コシアブラは幼時耐陰性があり (長野県林業総合センター・長野県林業改良普及協会, コシアブラの栽培, <https://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/seika/documents/koshia.pdf>)、林床で比較的長く生きられる。調査地の地質 (産業技術総合研究所地質調査総合センター 2015) は堆積岩類 (TDM-1, 3 と HRN-1 ~ 4)、デイサイト・流紋岩・火砕流等の火山岩類 (TDM-2, KNY-1 ~ 4, MAZ-1 ~ 3)、花崗岩類 (KWM-1 ~ 4) であった。2017 年 7 月 4 ~ 26 日に各地点 1 個体の亜高木以上のコシアブラから、葉つきの当年枝 (以下、当年シュート) を生重量で 61 ~ 153g 採取した。当年枝の基部から葉端までの長さを記録した。採取木の樹冠下に一辺 0.25 m の方形区を一つ設け、区内のリター (堆積有機物層) を採取した。リター中の生きた根はリターに含めた。区内のリターを剥がした土壌表面から土壌の検体を 100cc 採土円筒 (地表面積 0.002 m^2 、深さ 0.05 m) で 1 点ずつ採取した。また、検体採取地点の位置 (GPS 使用)、地形 (斜面上部、中部、下部を目視判定)、斜面傾斜角 (クリノメータ使用)、上木の被覆 (疎開地、林縁、林内を目視判定)、ADR (地上高 1 m と 0.1 m の $\mu\text{Sv h}^{-1}$ 、CdTe 半導体検出器【株式会社テクノエーピー TA100U】を使用) を計測した。採取するコシアブラ個体の地上部全景と、樹冠下のリターの被覆状態が分かるもの各 1 枚の写真を撮った。後者の画像を目視してリターに被われて鉱質土壌やコケが見えていない土地面積割合 (%) を計測し、リターの被覆率とした。参考として、コシアブラと混生する他種の植物 (ヤマドリ

ゼンマイ、タカノツメ、ゼンマイなど)の検体も適宜採取した。

採取したコシアブラとリター、土壌の検体は、乾かないよう採取地点ごとに標識したビニール袋に入れて密封し、全体を梱包して冷蔵条件(0~10℃)で速やかに検体分析者(株式会社サンコー環境調査センター)に送付した。

樹体の破壊調査:2015年5月18日に川内村(Fig. 1)の磐城森林管理署岡山国有林の一代目アカマツ人工林(47年生)で、生育するコシアブラの小群生を1地点(標高約670 m、斜面傾斜角10~36°、地上1 mのADR 0.87 μ Sv h⁻¹)を選び、5個体を標識した(EK1~5; DBH 14.3~47.4 cm、樹高10~15 m)。EK1、2、5は林冠木、EK3、4は垂高木である。近くに土塁跡があり、植物食動物にとって有毒のアセビが多いことから馬や牛の牧地として利用されていた土地である。地質は花崗岩類に区分される(産業技術総合研究所地質調査総合センター 2015)。5月18日、7月19日、9月17日に5標識個体から当年シュート、9月17日に同じ地点の未標識の1個体から根(Fig. 2a)の検体をそれぞれ少量採取した。7月19日に2個体(EK1、4)の樹冠下にそれぞれ一辺0.25 mの方形区を一つ設け、区内のリターを採取した。リター中の生きた根はリターに含めた。リターを採取した区内の土壌表面から土壌の検体を100cc 採土円筒(地表面積0.002 m²、深さ0.05 m)で5点ずつ採取した。11月4日に3個体の幹(EK1、2、4、地上高0.5 mの幹齢33~42年)を伐倒し、個体の各部位(葉、果序、枝、幹)の生重量を測定した(Table 2)。コシアブラはシュート先端から芽鱗痕を順に数えていくと、その幹や枝の部分が何年前のものか容易に分かるので、幹と枝は当年部分と事故後に生じた部分(post-3.11)、事故前からあった部分(ante-3.11)とに分けた。太い幹や枝は皮つきの材積を個体全体とサンプルの皮つき円盤について測定した。幹の円盤は幹を地上高で上、中、下(Upper, Middle, Lower stem, Table 3)に3分し、それぞれの幹の中央付近の地上高(上9~12 m、中6~7 m、下2 m)で採取した。枝は樹冠内の位置と太さ、長枝-短枝の割合を考慮して検体を採取した。

同様に、2015年6月1~2日に只見町(Fig. 1)の会津森林管理署南会津支署東松山国有林の一代目スギ人工林(42年生)の3地点(標高670~700 m、斜面傾斜角17~39°、地上1 mのADR 0.07~0.075 μ Sv h⁻¹)で、各4個体を標識した(TE1~4, TE5~8, TE9~12; DBH 5.7~11 cm、樹高4~7 m)。調査地はデイスイト・流紋岩・火砕流等の火山岩類(産業技術総合研究所地質調査総合センター 2015)に地質区分される山地の斜面中部に位置しており、谷に分布し、堆積岩類に区分される別の地質との境界に沿って、3地点が西から東

へ約300 m間隔でTE1~4, 5~8, 9~12の順に並んでいる。斜面の傾斜はTE1~4が最もきつく、TE5~8は最も緩い。TE1~4、9~12は林冠木、TE5~8は垂高木で、どの個体も雪圧で幹の根元が倒伏していた。只見町は全域が特別豪雪地帯に指定され、調査地の最深積雪は2 mを超えると推定される(気象庁メッシュ平年値2010最深積雪(年) <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/atlas.html>)。6月2日、7月18日、9月16日に3地点各4標識個体から当年シュート、9月16日に各地点で未標識の1個体から根の検体を採取した。6月1~2日に各地点1個体(TE3, 5, 12)、の樹冠下の一辺0.25 mの方形区でリターと土壌の検体を採取した。また、10月21日にTE3, 5, 12の幹(地上高0.5 mの幹齢24~32年)を伐倒し、個体の各部位(葉、果序、枝、幹)の生重量を測定した(Table 2)。幹の円盤は幹を地上高で上、下(Upper, Lower stem, Table 3)に分け、それぞれの幹の中央付近の地上高(上4~6 m、下0.5~1 m)で採取した。

2.2 検体の調整と分析

広域調査:株式会社サンコー環境調査センターで当年シュートは軽く水洗して汚れを落とした後、含水率を測定し、U-8容器に詰めた。リターは細かく裁断し、全量重の測定後、中身がまんべんなく混ざるようにして2Lマリネリ容器に入れた。土壌は石や根を除いて細かく砕いて風乾し、全量重の測定後、中身がまんべんなく混ざるようにしてU-8容器に入れた。いずれの検体も別に一部を取って含水率を計測した。Ge半導体検出器による γ 線スペクトロメトリーで¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、⁴⁰K濃度を測定し、値を含水率0%当たりの濃度に換算した。計測の条件は以下の①~④とした。①¹³⁷Csの誤差10%以内。②¹³⁴Csの誤差は10%超で良いが3 σ で有意。③これらの条件を満たさなくても計測時間は24時間を上限とする。④⁴⁰Kは¹³⁷Csや¹³⁴Csの計測を打ち切ったときの値を記載する。当年シュートとリターは¹³³Cs濃度をICP-MSにより測定した。土壌は、交換性セシウム(¹³³Cs⁺)濃度(硝酸+過酸化水素前処理、ICP-MS)、塩基置換容量(Cation exchange capacity, CEC)(cmol_c kg⁻¹, Schollenberger法)、交換性カリウム(K⁺)濃度(mg 100g⁻¹, 土壌環境分析法(日本土壌肥料学会編, 1997, 博友社))、pH(H₂O, KCl溶媒・土壌環境分析法(日本土壌肥料学会編, 1997, 博友社))を測定した。前処理を施しU-8容器に入れた土壌の含水率0%時重量を100 mlで除して、土壌の容積密度(BD, dry-g 100 ml⁻¹)を求めた。

樹体の破壊調査:樹体はFig. 3に示した通りに部位に分けた。根は水洗して泥等を落として根皮と根材に分けた(Fig. 2b)。幹や枝はそれぞれノコギリ、剪定ばさみ、ピーラーを使って外樹皮、内樹皮、辺材、心材に



Fig. 2. コシアブラの根検体の採取と調整
Sampling and processing *Eleutherococcus sciadophylloides* roots.

a) 根は鉾質土層の表面から 5cm ほどの深さの土中を横走していることが多かった。b) 根を洗って土を落とし、皮と材を分けた。生きている皮は材から手で容易に剥がせた。

a) Roots usually extended laterally in the soil about 5 cm below the soil surface. b) The roots were washed to remove the soil, and the root bark and root wood were separated. The living root bark was easily peeled from the wood by hand.

分けた (Fig. 4)。ただし、*post*-3.11 の当年部分、1 年以上の部分では幹と枝を分けなかった (Fig. 3)。

検体の ^{137}Cs 濃度は、検体を森林総合研究所で熱風乾燥器により 75°C 、48 時間以上の条件で乾燥（乾燥後の含水率約 4%）させてから、U-8 容器または 0.7L マリネリ容器に入れ、同軸型ゲルマニウム半導体検出器（セイコー・イージーアンドジー株式会社 GEM40P4-76）で γ 線スペクトロメトリの計測値を求めた。計測の条件は広域調査の当年シュートの条件①～④と同じである。さらに含水率 0% のときの濃度に換算した。その後、6 中 4 検体の ^{133}Cs 濃度を、環境リサーチ株式会社と株式会社サンコー環境調査センターで検体の含水率を計測のうえ、硝酸 + 過酸化水素で試料に前処理を行って ICP-MS で測定した。

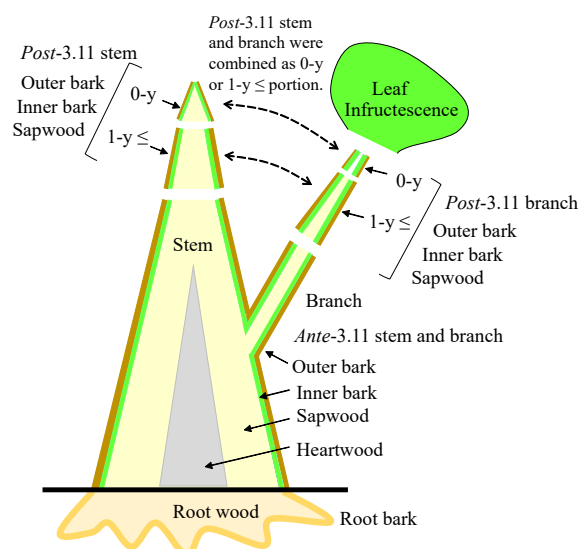


Fig. 3. コシアブラの検体区分 (赤間ら 2017 改変)
Partition used for collecting samples of *Eleutherococcus sciadophylloides* trees (Akama et al. 2017, modified).

個体量と検体量の比を使って各部位の個体量を求めた。個体当たりの根量は地上部量の 26%（温室効果ガスインベントリオフィス 2017）と仮定した。

2.3 データの解析

本研究では、ADR や ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{40}K 濃度を異なる機器で測定している場合があるが、測定機器はいずれも定期的な校正を受けており、測定値は信頼できる。放射性セシウム濃度は 2017 年 9 月 1 日を基準日に減衰補正した。放射性物質濃度が検出下限値以下となった場合は、検出下限値で代用した。

統計解析に R3.3.1 (R Development Core Team 2011) を使用した。

2.4 福島事故前の核実験に由来する ^{137}Cs が検体測定値に及ぼす影響の評価

福島第一原子力発電所事故で放出された ^{134}Cs と ^{137}Cs は事故時の Bq 値はほぼ同じで、その後は半減期の違いにより ^{134}Cs が早く失われている。2017 年 7 月時点の ^{137}Cs 濃度と $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比との関係は、当年シュート ($P = 0.115$) とリター ($P = 0.661$) では有意ではなかった。しかし、土壌では ^{137}Cs 濃度が低い場合に $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比が小さくなる傾向があった ($^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs} = 0.0939 \cdot ^{137}\text{Cs}^{0.0402}$, $R^2 = 0.624$, $n = 18$, $P < 0.001$)。近似式の係数から見て、植物体やリターでは核実験由来の ^{137}Cs の影響は無視できるが、土壌の ^{137}Cs 濃度が 1000 Bq dry-kg $^{-1}$ を下回る場合（主に TDM, KNY, MAZ が該当）では、福島事故前の核実験由来の ^{137}Cs の存在により、福島事故由来の ^{137}Cs を 1 割程度、過大に見積もる恐れがある。

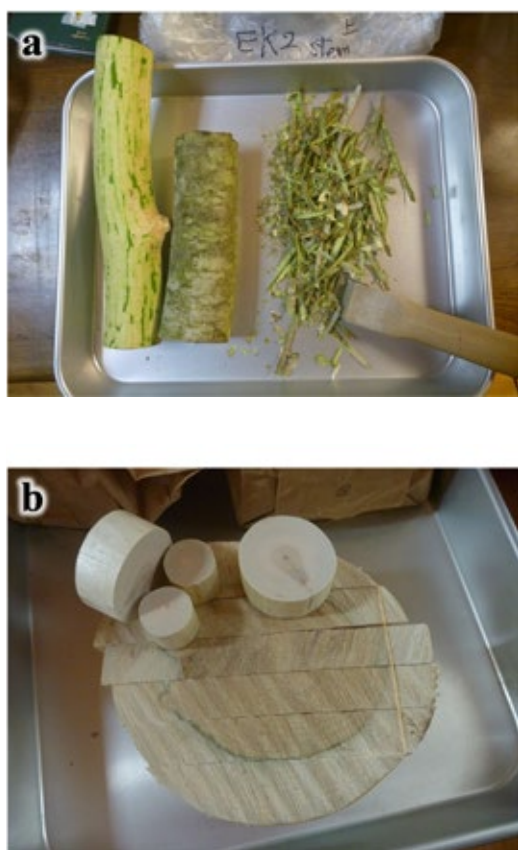


Fig. 4. コシアブラの幹検体の調整

Processing the *Eleutherococcus sciadophylloides* stem samples.

a) 幹の外樹皮、内樹皮を刃の異なるピーラーで剥いた。太い幹は内樹皮が厚かった。b) 太い幹の円盤はノコギリで細く切り、剪定ばさみで辺材と心材を切り分けた。

a) The stem outer and inner bark was peeled away using peelers with different blades. The thick stem had thick inner bark. b) The thick stem disk was cut with a saw and sliced thinly, and the sapwood and heartwood were cut with pruning scissors.

$^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比の平均値と SD (地点数) はコシアブラの当年シュートで TDM が 0.13 ± 0.01 ($n = 3$)、KNY が 0.12 ± 0.01 ($n = 4$)、MAZ が 0.18 ± 0.08 ($n = 3$)、KWM が 0.14 ± 0.01 ($n = 4$)、HRN が 0.12 ± 0.01 ($n = 4$) であった。同じくリターでは TDM が 0.12 ± 0.005 、KNY が 0.13 ± 0.003 、MAZ が 0.14 ± 0.001 、KWM が 0.13 ± 0.004 、HRN が 0.13 ± 0.004 、土壌では TDM が 0.12 ± 0.001 、KNY が 0.12 ± 0.006 、MAZ が 0.12 ± 0.011 、KWM が 0.13 ± 0.007 、HRN が 0.13 ± 0.005 であった。検体の種類間 ($P = 0.261$, ANOVA)、地域間 ($P = 0.428$, ANOVA) とともに値に有意な違いがないことから、食品の出荷制限の基準値にかかわることがらを除き、放射性セシウムに関して以下では、 ^{137}Cs 濃度の結果について述べることにする。

3. 結果

3.1 コシアブラの生育地

2017 年 7 月に検体を採取した 18 地点 (Table 1) の地形は、斜面上部が 2 地点、斜面中部が 16 地点で斜面中部が 89% を占めた。斜面傾斜角は $3 \sim 32^\circ$ 、平均値と標準偏差 (SD) は $20.6 \pm 3.3^\circ$ とさまざまであった。検体を採取したコシアブラは亜高木ないし上層木で、生育地は全てが林内、樹冠下のリター被覆率は全てが 100% であった。

2017 年 7 月の ADR (地上高 1 m) (Table 1) の平均値は HRN が最も高く、ついで KWM が高かった ($P < 0.001$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)。KNY が最も低かった。

3.2 当年シュートの ^{137}Cs , ^{40}K , ^{133}Cs 濃度

^{137}Cs (Table 1) の平均濃度は地域間に有意な違いがあり ($P < 0.001$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)、KWM は他 4 の地域より濃度が高かった。 ^{40}K (Table 1) の平均濃度も地域間に有意な違いがあり ($P = 0.005$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)、KNY、KWM で高く、HRN は低く、TDM も低めであった。 ^{133}Cs (Table 1) の平均濃度にも地域間に有意な違いがあり ($P = 0.037$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)、KNY と KWM には濃度が特に高い地点があった。HRN は他と比べて低かった。

3.3 リターの ^{137}Cs , ^{40}K , ^{133}Cs 濃度

^{137}Cs (Table 1) の平均濃度は地域間に有意な違いがあり ($P < 0.001$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)、KWM と HRN が高濃度であった。 ^{40}K (Table 1) の平均濃度には有意な違いがなかった ($P = 0.455$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)。 ^{133}Cs (Table 1) 濃度は MAZ 内に濃度が 10 倍近く違う地点 (MAZ-1 5 mg kg^{-1} , MAZ-3 0.55 mg kg^{-1}) があるなど、同じ地域でも地点間の濃度の違いが大きいため、地域ごとの平均濃度に統計的に有意な違いはなかった ($P = 0.176$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)。しかし、濃度の範囲から見て、KWM、HRN は TDM、KNY よりも高濃度と考えられた。

3.4 土壌の容積密度 (BD), ^{137}Cs , ^{40}K , K^+ , ^{133}Cs 濃度, CEC, pH

土壌の平均 BD (Table 1) は地域間に有意な違いがあり ($P = 0.045$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)、TDM は他地域より BD が小さかった。 ^{137}Cs (Table 1) の平均濃度はいずれも、地域間に有意な違いがあった ($P = 0.038$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)。TDM、KNY、MAZ に比べ、HRN の濃度が高かった。KWM は ^{137}Cs 各濃度の地点間の違いが大きく、統計的には有意とは言えなかった ($P = 0.092 \sim 0.146$) が、値の範囲から見て、KWM も会津の 3 地域 (TDM, KNY, MAZ) より高濃度と考えられた。 ^{40}K (Table 1) の平均濃度は地域間に有意な違いがなかった ($P = 0.319$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)。 K^+ (Table 1) の平

Table 1. コシアブラの広域調査の結果
Results of the wide-area survey of *Eleutherococcus sciadophylloides*.

Component	Items	Location					<i>P</i>	All <i>n</i> = 18
		TDM Tadami <i>n</i> = 3	KNY Kaneyaama <i>n</i> = 4	MAZ Minamiaizu <i>n</i> = 3	KWM Kawamata <i>n</i> = 4	HRN Hirono <i>n</i> = 4		
Air dose rate (ADR)	1-m a.g.l. ($\mu\text{Sv h}^{-1}$)	0.08 $\pm$ 0.03 ^{cd} (0.05–0.10)	0.06 $\pm$ 0.01 ^d (0.04–0.07)	0.09 $\pm$ 0.02 ^c (0.08–0.11)	0.29 $\pm$ 0.03 ^b (0.26–0.33)	0.68 $\pm$ 0.23 ^a (0.35–0.90)	*	0.26 $\pm$ 0.27 (0.04–0.90)
Current-year shoot	¹³⁴ Cs CONC (Bq dry-kg ⁻¹)	51 $\pm$ 18 ^{bc} (38–71)	114 $\pm$ 47 ^{bc} (44–150)	37 $\pm$ 23 ^c (20–63) ²	1455 $\pm$ 163 ^a (1200–1600)	270 $\pm$ 168 ^c (35–420)	*	423 $\pm$ 583 (20–1600)
Current-year shoot	¹³⁷ Cs CONC (Bq dry-kg ⁻¹)	386 $\pm$ 176 ^{bc} (270–590)	956 $\pm$ 420 ^{bc} (330–1200)	250 $\pm$ 223 ^c (71–500)	10691 $\pm$ 1737 ^a (8900–13000)	2173 $\pm$ 1342 ^c (310–3500)	*	3177 $\pm$ 4296 (71–13000)
Current-year shoot	⁴⁰ K CONC (Bq dry-kg ⁻¹)	490 $\pm$ 139 ^{bc} (330–570)	613 $\pm$ 59 ^{ab} (540–670)	720 $\pm$ 150 ^b (570–870)	703 $\pm$ 57 ^{ab} (650–780)	428 $\pm$ 89 ^c (310–510)	*	589 $\pm$ 147 (310–870)
Current-year shoot	¹³³ Cs CONC (mg dry-kg ⁻¹)	0.63 $\pm$ 0.28 ^a (0.41–0.94)	1.06 $\pm$ 0.59 ^a (0.23–1.6)	0.41 $\pm$ 0.31 ^{ab} (0.20–0.77)	0.84 $\pm$ 0.49 ^a (0.42–1.4)	0.071 $\pm$ 0.007 ^b (0.063–0.081)	*	0.61 $\pm$ 0.51 (0.063–1.6)
Litter	¹³⁴ Cs CONC (Bq dry-kg ⁻¹)	135 $\pm$ 119 ^b (65–270)	240 $\pm$ 165 ^b (98–470)	177 $\pm$ 220 ^b (35–430)	3606 $\pm$ 1364 ^a (2000–5000)	2047 $\pm$ 348 ^a (1700–2500)	*	1362 $\pm$ 1571 (35–5000)
Litter	¹³⁷ Cs CONC (Bq dry-kg ⁻¹)	1058 $\pm$ 899 ^b (530–2100)	1867 $\pm$ 1306 ^b (780–3700)	1271 $\pm$ 1583 ^b (250–3100)	27426 $\pm$ 9860 ^a (16000–38000)	15211 $\pm$ 2866 ^a (13000–19000)	*	10278 $\pm$ 11840 (250–38000)
Litter	¹³⁷ Cs DEP (kBq m ⁻²)	2.7 $\pm$ 1.6 ^b (0.85–4.0)	2.4 $\pm$ 1.8 ^b (0.55–4.4)	1.9 $\pm$ 2.1 ^b (0.65–4.3)	41 $\pm$ 24 ^a (23–76)	23 $\pm$ 8.3 ^a (12–30)	*	16 $\pm$ 20 (0.55–76)
Litter	⁴⁰ K CONC (Bq dry-kg ⁻¹)	147 $\pm$ 35 (110–180) ²	158 $\pm$ 22 (140–190) ²	243 $\pm$ 163 (130–430) ²	193 $\pm$ 13 (180–210) ²	188 $\pm$ 28 (160–220) ²	n/s	184 $\pm$ 68 (110–430) ²
Litter	¹³³ Cs CONC (mg dry-kg ⁻¹)	0.93 $\pm$ 0.56 (0.38–1.5)	0.96 $\pm$ 0.19 (0.77–1.2)	2.28 $\pm$ 2.38 (0.55–5.00)	2.58 $\pm$ 0.94 (1.7–3.9)	2.10 $\pm$ 0.24 (1.8–2.4)	n/s	1.79 $\pm$ 1.17 (0.38–5.00)
Litter	¹³³ Cs DEP ($\mu\text{mol m}^{-2}$)	2.2 $\pm$ 0.76 (1.4–2.9)	1.2 $\pm$ 0.61 (0.55–2.0)	5.2 $\pm$ 6.8 (0.79–13)	3.9 $\pm$ 1.9 (1.5–5.5)	3.3 $\pm$ 1.6 (1.7–5.4)	n/s	3.1 $\pm$ 2.9 (0.55–13)
Soil ¹	Bulk density, BD (dry-g 100ml ⁻¹)	0.25 $\pm$ 0.05 ^b (0.21–0.31)	0.42 $\pm$ 0.16 ^{ab} (0.25–0.58)	0.45 $\pm$ 0.10 ^a (0.36–0.56)	0.46 $\pm$ 0.13 ^a (0.30–0.62)	0.60 $\pm$ 0.13 ^a (0.50–0.78)	*	0.45 $\pm$ 0.16 (0.21–0.78)
Soil ¹	¹³⁴ Cs CONC (Bq dry-kg ⁻¹)	30 $\pm$ 11 ^b (22–42)	36 $\pm$ 11 ^b (23–49)	18 $\pm$ 9.9 ^b (11–29)	590 $\pm$ 562 ^b (81–1300)	524 $\pm$ 295 ^{ab} (200–860)	*	263 $\pm$ 380 (11–1300)
Soil ¹	¹³⁷ Cs CONC (Bq dry-kg ⁻¹)	253 $\pm$ 93 ^b (190–360)	307 $\pm$ 97 ^b (190–360)	155 $\pm$ 85 ^b (85–250)	4458 $\pm$ 4135 ^b (680–10000)	3890 $\pm$ 2076 ^{ab} (1600–6200)	*	1991 $\pm$ 2803 (85–10000)
Soil ¹	¹³⁷ Cs DEP (kBq m ⁻²)	5.9 $\pm$ 2.9 ^b (2.9–8.7)	8.6 $\pm$ 3.7 ^b (5.7–14)	5.1 $\pm$ 2.1 ^b (3.0–7.1)	123.4 $\pm$ 55.0 ^a (52–190)	132.7 $\pm$ 42.9 ^a (78–170)	*	60.7 $\pm$ 68.7 (2.9–190)
Soil ¹	⁴⁰ K CONC (Bq dry-kg ⁻¹)	373 $\pm$ 100 (270–470)	228 $\pm$ 24 (210–260)	487 $\pm$ 229 (340–750)	430 $\pm$ 275 (180–720)	425 $\pm$ 50 (360–480)	n/s	384 $\pm$ 173 (180–750)
Soil ¹	¹³³ Cs ⁺ CONC (cmol _c kg ⁻¹)	0.99 $\pm$ 0.29 ^{ab} (0.73–1.3)	0.49 $\pm$ 0.09 ^b (0.39–0.61)	5.97 $\pm$ 4.82 ^b (1.4–11)	1.02 $\pm$ 0.32 ^{ab} (0.63–1.4)	0.64 $\pm$ 0.19 ^{ab} (0.41–0.88)	*	1.64 $\pm$ 2.60 (0.39–11)
Soil ¹	¹³³ Cs ⁺ DEP ($\mu\text{mol m}^{-2}$)	0.012 $\pm$ 0.0020 ^b (0.010–0.014)	0.011 $\pm$ 0.0059 ^b (0.0055–0.018)	0.151 $\pm$ 0.145 ^b (0.025–0.31)	0.022 $\pm$ 0.0021 ^{ab} (0.019–0.024)	0.020 $\pm$ 0.010 ^{ab} (0.010–0.034)	*	0.039 $\pm$ 0.072 (0.0055–0.31)
Soil ¹	K ⁺ CONC (mg 100g ⁻¹)	23 $\pm$ 0 ^b (23)	27 $\pm$ 18 ^b (12–43)	38 $\pm$ 35 ^{ab} (12–78)	60 $\pm$ 25 ^{ab} (36–94)	69 $\pm$ 10 ^a (59–82)	*	45 $\pm$ 26 (12–94)
Soil ¹	CEC (meq 100g ⁻¹)	53 $\pm$ 15 (36–63)	41 $\pm$ 13 (29–61)	42 $\pm$ 12 (29–53)	37 $\pm$ 21 (15–59)	34 $\pm$ 10 (20–43)	n/s	41 $\pm$ 15 (15–63)
Soil ¹	pH (H ₂ O)	4.17 $\pm$ 0.06 ^c (4.1–4.2)	4.48 $\pm$ 0.46 ^{abc} (4.0–5.1)	4.50 $\pm$ 0.17 ^b (4.4–4.7)	5.03 $\pm$ 0.10 ^a (4.9–5.1)	5.10 $\pm$ 0.26 ^a (4.8–5.4)	*	4.7 $\pm$ 0.43 (4.0–5.4)
Soil ¹	pH (KCl)	3.2 $\pm$ 0 ^c (3.2)	3.55 $\pm$ 0.33 ^{bc} (3.1–3.9)	3.57 $\pm$ 0.12 ^b (3.5–3.7)	4.13 $\pm$ 0.15 ^a (4.0–4.3)	4.15 $\pm$ 0.33 ^a (3.7–4.5)	*	3.1 $\pm$ 0.43 (3.1–4.5)
T _{ag}	¹³⁷ Cs, litter+soil to shoot (m ² dry-kg ⁻¹)	0.070 $\pm$ 0.023 ^{ab} (0.048–0.094)	0.114 $\pm$ 0.051 ^a (0.058–0.17)	0.043 $\pm$ 0.024 ^{ab} (0.023–0.070)	0.107 $\pm$ 0.070 ^{ab} (0.078–0.21)	0.020 $\pm$ 0.018 ^b (0.002–0.045)	*	0.072 $\pm$ 0.055 (0.0020–0.211)
T _{ag}	¹³⁷ Cs, litter to shoot (m ² dry-kg ⁻¹)	0.19 $\pm$ 0.12 ^{ab} (0.075–0.32)	0.53 $\pm$ 0.29 ^a (0.27–0.90)	0.16 $\pm$ 0.089 ^{ab} (0.11–0.27)	0.31 $\pm$ 0.12 ^a (0.13–0.39)	0.13 $\pm$ 0.084 ^b (0.011–0.22)	*	0.27 $\pm$ 0.21 (0.011–0.90)
T _{ag}	¹³³ Cs, litter to shoot (mg m ² μmol^{-1} dry-kg ⁻¹)	0.65 $\pm$ 0.54 ^b (0.021–0.97)	0.25 $\pm$ 0.13 ^{ab} (0.11–0.41)	3.8 $\pm$ 5.5 ^b (0.42–10)	0.33 $\pm$ 0.39 ^b (0.078–0.91)	0.026 $\pm$ 0.015 ^b (0.013–0.049)	*	0.88 $\pm$ 2.4 (0.013–10)
T _{ag} /T _{ag}	¹³⁷ Cs T _{ag} / ¹³³ Cs T _{ag} litter to shoot ($\mu\text{mol mg}^{-1}$)	1.4 $\pm$ 1.9 ^{ab} (0.20–3.6)	3.0 $\pm$ 2.5 ^{ab} (0.83–5.4)	0.20 $\pm$ 0.17 ^b (0.011–0.34)	1.7 $\pm$ 0.92 ^{ab} (0.42–2.6)	3.9 $\pm$ 2.1 ^a (0.81–5.6)	*	2.2 $\pm$ 2.1 (0.011–5.6)

平均 $\pm$ SD (範囲)。TDM, 只見町; KNY, 金山町; MAZ, 南会津町; KWM, 川俣町; HRN, 広野町。CONC, 濃度; DEP, 沈着量。¹ 深さ 5 cm まで。² 不検出の場合は検出下限値で代用。* $P \leq 0.05$, ANOVA. 減衰補正の基準日: 1 Sept. 2017.

Mean $\pm$ SD (range). TDM, Tadami; KNY, Kaneyaama; MAZ, Minamiaizu; KWM, Kawamata; HRN, Hirono; CONC, concentration; DEP, deposition.

¹ To a depth of 5 cm. ² Some or all were replaced with the detection limits. * $P \leq 0.05$, ANOVA. Decay correction, 1 Sept. 2017.

均濃度は地域間で有意な違いがあり ($P = 0.039$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)、HRN で高く、TDM と KNY は低かった。 $^{133}\text{Cs}^+$ (Table 1) の平均濃度は地域間で有意な違いがあり ($P = 0.014$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)、KNY で低かった。MAZ は値が非常に大きく、かつ地点間の違いも大きかった。CEC (Table 1) の平均値は地域間で有意な違いがなかった ($P = 0.551$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)。平均 pH (Table 1) は地域間で有意な違いがあり (pH [H_2O], $P < 0.001$; pH [KCl], $P = 0.002$; ANOVA)、KWM、HRN で高く、TDM は低かった。

3.5 植栽木と野生木の比較

明らかな違いはなかった。KWM と HRN の植栽木と野生木 (各 $n = 2$) を比較 (対応のある 2 組の平均値の差の t 検定) したところ、当年シュートの ^{137}Cs 濃度 (KWM, $P = 0.851$; HRN, $P = 0.251$)、 ^{40}K 濃度 (KWM, $P = 0.145$; HRN, $P = 0.773$) に有意な違いはなかった。 ^{133}Cs は KWM では野生木が植栽木より低濃度であった ($P = 0.032$) が HRN では有意な違いがなかった ($P = 0.383$)。

リターでは ^{137}Cs 濃度 (KWM, $P = 0.941$; HRN, $P = 0.698$)、 ^{40}K 濃度 (KWM, $P = 0.312$; HRN, $P = 0.057$)、 ^{133}Cs 濃度 (KWM, $P = 0.722$; HRN, $P = 0.293$) のいずれも、植栽木と野生木間で有意な違いはなかった。

土壌では、BD (KWM, $P = 0.103$; HRN, $P = 0.172$)、 ^{137}Cs 濃度 (KWM, $P = 0.128$; HRN, $P = 0.057$)、 K^+ 濃度 (KWM, $P = 0.157$; HRN, $P = 0.423$)、 $^{133}\text{Cs}^+$ 濃度 (KWM, $P = 0.171$; HRN, $P = 0.356$) は有意な違いはなかった。 ^{40}K 濃度は KWM で野生木が植栽木より高濃度 ($P = 0.014$)、HRN では有意な違いはなかった ($P = 0.423$)。CEC は KWM で植栽木が野生木より高く ($P = 0.024$)、HRN では有意な違いはなかった ($P = 0.747$)。pH (H_2O) と pH (KCl) は植栽木が野生木より低いようであった。 P 値が 0.05 を下回ったのは KWM の pH (KCl) ($P = 0.038$) だけであったが、KWM の pH (H_2O) や HRN の pH (KCl) でも植栽木で pH が低い傾向は同じで、KWM と HRN を組みにすると、植栽木で pH が有意に低かった (pH [H_2O], $P = 0.018$, $n = 4$; pH [KCl], $P = 0.041$, $n = 4$)。

3.6 リターの ^{137}Cs 、 ^{133}Cs 、土壌の ^{137}Cs 、 $^{133}\text{Cs}^+$ 沈着量

リターの ^{137}Cs 平均沈着量 (Table 1) は KWM と HRN が、会津の 3 地域より有意に多かった ($P = 0.002$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)。 ^{133}Cs 平均沈着量 (Table 1) は地域間で有意な違いがなかった ($P = 0.466$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)。

土壌の ^{137}Cs 平均沈着量 (Table 1) は KWM と HRN が、会津の 3 地域より有意 ($P = 0.006$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA) に多かった。深さ 5 cm までの表層土壌にリターの 2.6 倍 (TDM) $\sim$ 6.6 倍 (HRN) (地点ごとの値の平均)、5 地域の平均と SD で 4.6 ± 1.5 倍の ^{137}Cs が存在していた。土壌の $^{133}\text{Cs}^+$ の平均沈着量 (Table 1)

は地域間で有意な違いがあり ($P = 0.037$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)、KWM、HRN は TDM、KNY より大きかった。

5 地域のうち、植栽木と野生木の試料を採取した 2 地域については、植栽木と野生木でリターの ^{137}Cs 沈着量 (KWM, $P = 0.394$, $n = 2$; HRN, $P = 0.680$, $n = 2$; 対応のある 2 組の平均値の差の t 検定)、 ^{133}Cs 沈着量 (同 KWM, $P = 0.767$, $n = 2$; HRN, $P = 0.393$, $n = 2$)、土壌の ^{137}Cs 沈着量 (同 KWM, $P = 0.288$, $n = 2$; HRN, $P = 0.106$, $n = 2$)、 $^{133}\text{Cs}^+$ 沈着量 (同 KWM, $P = 0.988$, $n = 2$; HRN, $P = 0.263$, $n = 2$) の各平均値に有意な差はなかった。

3.7 [リター + 土壌]、リターから当年シュートへの面移行係数

[リター + 土壌] から当年シュートへの ^{137}Cs の T_{ag} の平均値 (Table 1) は地域間で有意な違いがあり ($P = 0.049$, $n = 3 \sim 4$, ANOVA)、KNY で大きく、HRN は小さかった。リターから当年シュートへの ^{137}Cs の T_{ag} 、 ^{133}Cs の T_{ag} (Table 1) も同様に KNY で大きく、HRN は小さかった。

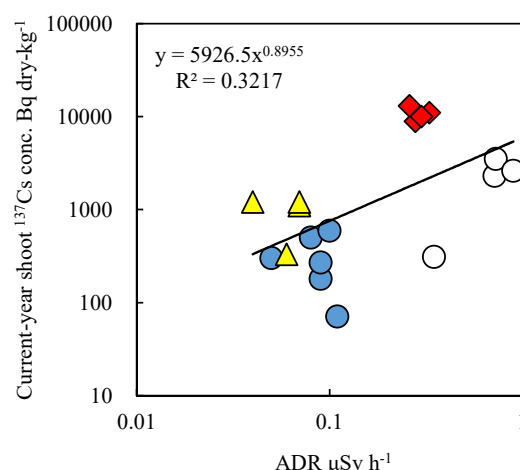


Fig. 5. 空間線量率とコシアブラ当年シュート ^{137}Cs 濃度との関係

Relationship between the air dose rate and the current-year shoot ^{137}Cs concentration of *Eleutherococcus sciadophylloides*.

●只見町と南会津町, ▲金山町, ◆川俣町, ○広野町。減衰補正の基準日: 1 Sept. 2017. 只見町と南会津町は火山岩と堆積岩が複雑に入り組んでいる地域で、採取地点の土壌母材が現地調査でも明確でない場合があったことから分けなかった。

●TDM, Tadami and MAZ, Minamiaizu; ▲KNY, Kaneyama; ◆KWM, Kawamata; ○HRN, Hirono. Decay correction, 1 Sept. 2017. Tadami and Minamiaizu were combined into one group because volcanic and sedimentary rocks were present as a complex mosaic in soil materials at the sampling points and it was sometimes difficult to distinguish them in the field survey.

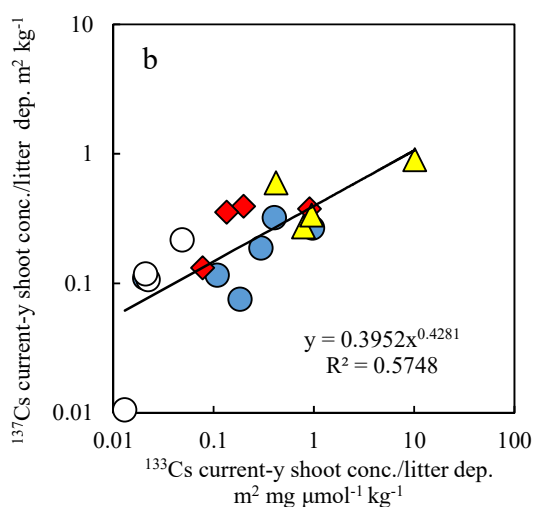
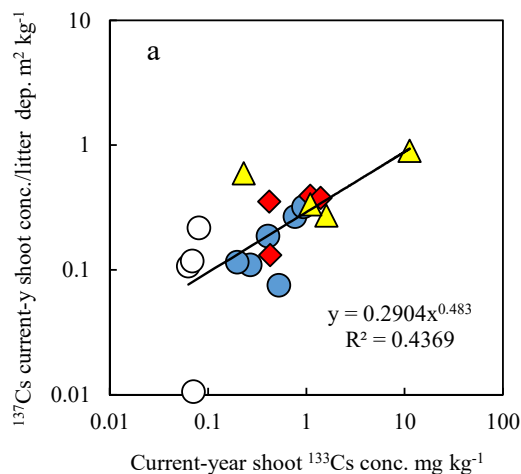


Fig. 6. コシアブラの当年シュート ^{137}Cs 濃度 (a), 当年シュート / リター ^{137}Cs 濃度比 (b) と当年シュート / リター ^{137}Cs 濃度比との関係

Relationships between the current-year shoot ^{137}Cs concentration (a) or current-year shoot/litter ^{137}Cs concentration ratio (b) and the current-year shoot/litter ^{137}Cs concentration ratio in *Eleutherococcus sciadophylloides*.

●只見町と南会津町, ▲金山町, ◆川俣町, ○広野町. 減衰補正の基準日: 1 Sept. 2017.

●TDM, Tadami and MAZ, Minamiaizu; ▲KNY, Kaneyama; ◆KWM, Kawamata; ○HRN, Hirono. Decay correction, 1 Sept. 2017.

3.8 当年シュート ^{137}Cs 濃度と生育地・生育状況との関係
赤間ら (2017) にもとづき、7月の当年シュートの放射性セシウム濃度が新芽の濃度と変わらないと仮定すると、生重当たりの $^{134+137}\text{Cs}$ 濃度が食品の出荷制限の基準値 ($100 \text{ Bq fresh-kg}^{-1}$) を超えると推定される当年シュートの検体は、TDM の 3 中 1、KNY の 4 中 4、MAZ の 3 中 1、KWM の 4 中 4、HRN の 4 中 3 であった。出現比は異なるが、調査地域では依然として、野生コシアブラの新芽の出荷制限が必要な状況にあると考えられた。

ADR は土壌の ^{137}Cs 沈着量と密接な関係があり、ベ

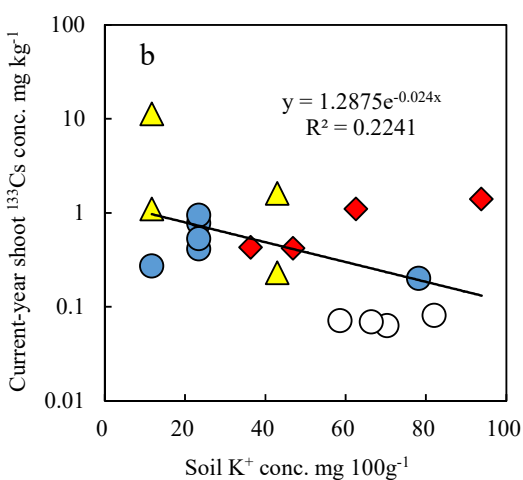
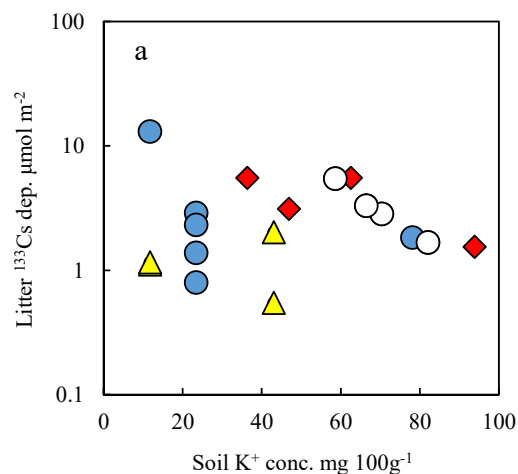


Fig. 7. 土壌 K^+ 濃度とリター ^{137}Cs 沈着量 (a), コシアブラ当年シュート ^{137}Cs 濃度 (b) との関係

Relationship between the soil K^+ concentration and the amount of litter ^{137}Cs deposition (a) or the current-year *Eleutherococcus sciadophylloides* shoot ^{137}Cs concentration (b).

●只見町と南会津町, ▲金山町, ◆川俣町, ○広野町.

●TDM, Tadami and MAZ, Minamiaizu; ▲KNY, Kaneyama; ◆KWM, Kawamata; ○HRN, Hirono.

き乗式による近似は有意であった ($R^2 = 0.7410$, $n = 18$, $P < 0.001$)。リターの ^{137}Cs 沈着量 ($R^2 = 0.5377$, $n = 18$, $P < 0.001$) や [リター + 土壌] の ^{137}Cs 量 ($R^2 = 0.7270$, $n = 18$, $P < 0.001$) との関係では R^2 が低下した。ADR と当年シュート ^{137}Cs 濃度は正の相関関係にあった (Fig. 5) ($R^2 = 0.3217$, $n = 18$, $P = 0.014$) が、値は回帰線の上下に大きくばらつき、かつ地域 (TDM と MAZ は火山岩と堆積岩が複雑に入り組んでいる土地にあり、現地調査で採取地点の土壌母材が必ずしも明確でない場合があったことから地域を分けなかった) ごとに値

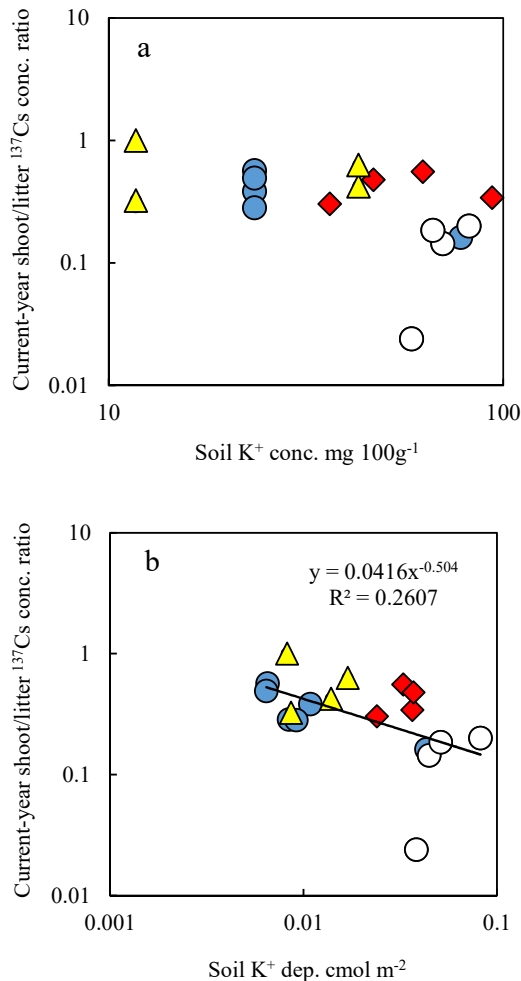


Fig. 8. 土壌の K^+ 濃度 (a), K^+ 沈着量 (b) とコシアブラ当年シュート / リター ^{137}Cs 濃度比との関係
Relationship between the soil K^+ concentration (a) or the amount of soil K^+ deposition (b) and the *Eleutherococcus sciadophylloides* current-year shoot/litter ^{137}Cs concentration ratio.
 ●只見町と南会津町, ▲金山町, ◆川俣町, ○広野町. 減衰補正の基準日: 1 Sept. 2017.
 ●TDM, Tadami and MAZ, Minamiaizu; ▲KNY, Kaneyama; ◆KWM, Kawamata; ○HRN, Hirono. Decay correction, 1 Sept. 2017.

が分かれる傾向が明らかであった。

当年シュート ^{137}Cs 濃度は、リター ^{137}Cs 沈着量 ($R^2 = 0.6530$, $n = 18$, $P < 0.001$) や土壌 ^{137}Cs 沈着量 ($R^2 = 0.4933$, $n = 18$, $P = 0.001$) と正の相関があり、べき乗式の傾きは有意であった。[リター + 土壌] 沈着量 ($R^2 = 0.5869$, $n = 18$, $P < 0.001$) とすると、リター単独より R^2 が小さくなるので、土壌よりリターとの関係が強い。リター ^{137}Cs 濃度とは殆ど相関がなかった ($P = 0.578$)。

当年シュート ^{137}Cs 濃度、土壌 $^{137}\text{Cs}^+$ 濃度、土壌 K^+ 濃度の3者の間の相関は弱いか殆どなかった ($r = -0.226 \sim -0.145$)。そこでこの3者を説明要因とし、リター（あるいは [リター + 土壌]）から当年シュートへの ^{137}Cs 面移行係数を目的変数に、値を対数変換して重回帰式を

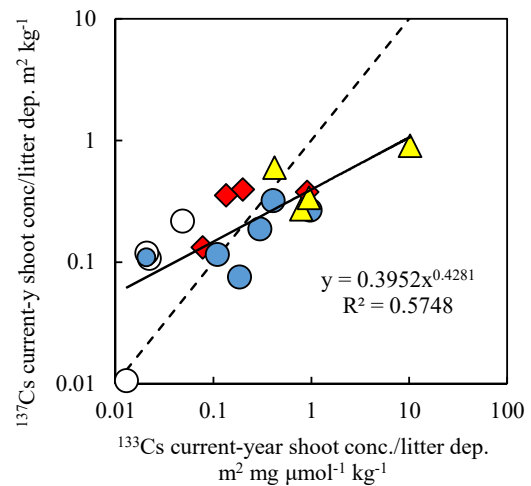


Fig. 9. コシアブラの ^{133}Cs 当年シュート濃度 / リター沈着量比 (T_{ag}) と ^{137}Cs 同比との関係
Relationship between ^{133}Cs and ^{137}Cs in the ratio of the current-year shoot concentration/the amount of litter deposition (T_{ag}) in *Eleutherococcus sciadophylloides*.
 ●只見町と南会津町, ▲金山町, ◆川俣町, ○広野町. 実線はべき乗式の回帰線。破線は傾きと切片がともに1の場合を示す。減衰補正の基準日: 1 Sept. 2017.
 ●TDM, Tadami and MAZ, Minamiaizu; ▲KNY, Kaneyama; ◆KWM, Kawamata; ○HRN, Hirono. The solid line is the regression line of the power equation. The dashed line shows the case for which the slope and intercept both equal 1. Decay correction, 1 Sept. 2017.

求めたところ、式の傾きは有意 ($R^2 = 0.4597$, $P = 0.031$ [$R^2 = 0.4823$, $P = 0.023$]) で、 ^{137}Cs 面移行係数は当年シュート ^{133}Cs 濃度が高いと大きくなった ($P = 0.007$ [$P = 0.005$], Fig. 6a)。土壌 $^{133}\text{Cs}^+$ 濃度 ($P = 0.805$ [$P = 0.843$]) や土壌 K^+ 濃度 ($P = 0.520$ [$P = 0.525$]) は有意な関係がなかった。また、リターから当年シュートへの ^{137}Cs 面移行係数が大きい場合 (Fig. 6b) に、 ^{137}Cs のリターから当年シュートへの移行が進み易いと考えられた ($R^2 = 0.5748$, $P < 0.001$)。Fig. 6a, b の傾向は、Fig. 6a の縦軸のリター ^{137}Cs 沈着量を濃度に替えても ($R^2 = 0.5843$, $P < 0.001$)、Fig. 6b の縦軸のリター ^{137}Cs 沈着量、横軸のリター ^{133}Cs 沈着量をそれぞれ濃度に替えても ($R^2 = 0.5456$, $P < 0.001$) 同様であった。

リター ^{133}Cs 沈着量は土壌 K^+ の濃度 ($r = 0.0508$, Fig. 7a) や沈着量 ($r = 0.1866$) と殆ど相関がなかった。当年シュート ^{133}Cs 濃度を目的変数、土壌 $^{133}\text{Cs}^+$ 濃度、土壌 K^+ 濃度を説明変数に重回帰分析を行ったところ、重回帰式は有意にならなかった ($P = 0.071$) が、土壌 K^+ 濃度の P 値は 0.025 と小さく、当年シュート ^{133}Cs 濃度は土壌 K^+ 濃度 ($R^2 = 0.2756$, $P = 0.025$, Fig. 7b) や土壌 K^+ 沈着量 ($R^2 = 0.3390$, $P = 0.011$) と負の比例関係にあった。土壌 K^+ 濃度が高い HRN (Fig. 7a 白丸) では、リターの ^{133}Cs 沈着量の範囲に特段の特徴はないにもかかわらず当年シュートの ^{133}Cs 濃度は低かった

(Fig. 7b)。土壌 K^+ 濃度が低い KNY (Fig. 7a 黄三角) では、リターの ^{133}Cs 沈着量は少ないにもかかわらず当年シュート ^{133}Cs 濃度は高めであった (Fig. 7b)。土壌の K^+ 濃度 (Fig. 8a)、あるいは沈着量 (Fig. 8b) と当年シュート / リター ^{137}Cs 濃度比との関係を求めたところ、 K^+ 濃度では傾向が明瞭でなかった ($P = 0.085$)。しかし、土壌の K^+ 沈着量が多いと当年シュート / リター ^{137}Cs 濃度比は小さく ($R^2 = 2607$, $P = 0.030$)、リターから当年シュートへの ^{137}Cs の移行 (根吸収) が減ることが示唆された。

当年シュートの ^{40}K 濃度と ^{133}Cs 濃度との関係は近似式の傾きは有意にならなかった ($R^2 = 0.1613$, $n = 18$, $P = 0.099$) が、両者の間には正の相関 ($r = 0.404$) 関係があった。当年シュートの ^{40}K 濃度と ^{137}Cs 濃度との間に特段の関係は認められなかった ($R^2 = 0.0013$, $n = 18$, $P = 0.667$)。

3.9 コシアブラ当年シュートの ^{137}Cs 濃度の経年的変化の方向

^{133}Cs 当年シュート濃度 / リター沈着量比 (^{133}Cs のリ

ターから当年シュートへの T_{ag}) は ^{137}Cs 当年シュート濃度 / リター沈着量比 (^{137}Cs のリターから当年シュートへの T_{ag}) と正の比例関係にあった (Fig. 9)。いずれの比も土壌の K^+ 濃度が低い KNY で大きく、土壌の K^+ 濃度が高い HRN では小さい傾向があった。

3.10 コシアブラの当年シュートの ^{133}Cs 、 ^{137}Cs 濃度の季節変化

春から秋にかけて、当年シュートの ^{133}Cs 濃度はあまり変わらない個体 (Fig. 10, EK1) と下降傾向にある個体 (Fig. 10, TE3, TE5, TE12) があつた。 ^{137}Cs 濃度は上昇する個体 (Fig. 10, EK1)、あまり変わらない個体 (Fig. 10, TE5)、下降する個体 (Fig. 10, TE3, 12) があつた傾向はさまざまであつた。

3.11 個体バイオマスと樹体内の ^{133}Cs と ^{137}Cs の分布

個体バイオマスは 8.8 ~ 420 kg (Table 2) で、葉が 1 ~ 4%、果序が 0 ~ 0.1%、*post*-3.11 枝・幹が 2 ~ 6%、*ante*-3.11 枝・幹が 70 ~ 77%、根が 21% を占めた。個体 ^{133}Cs 量は 170 ~ 5300 μg (Table 2) で、うち葉が 3

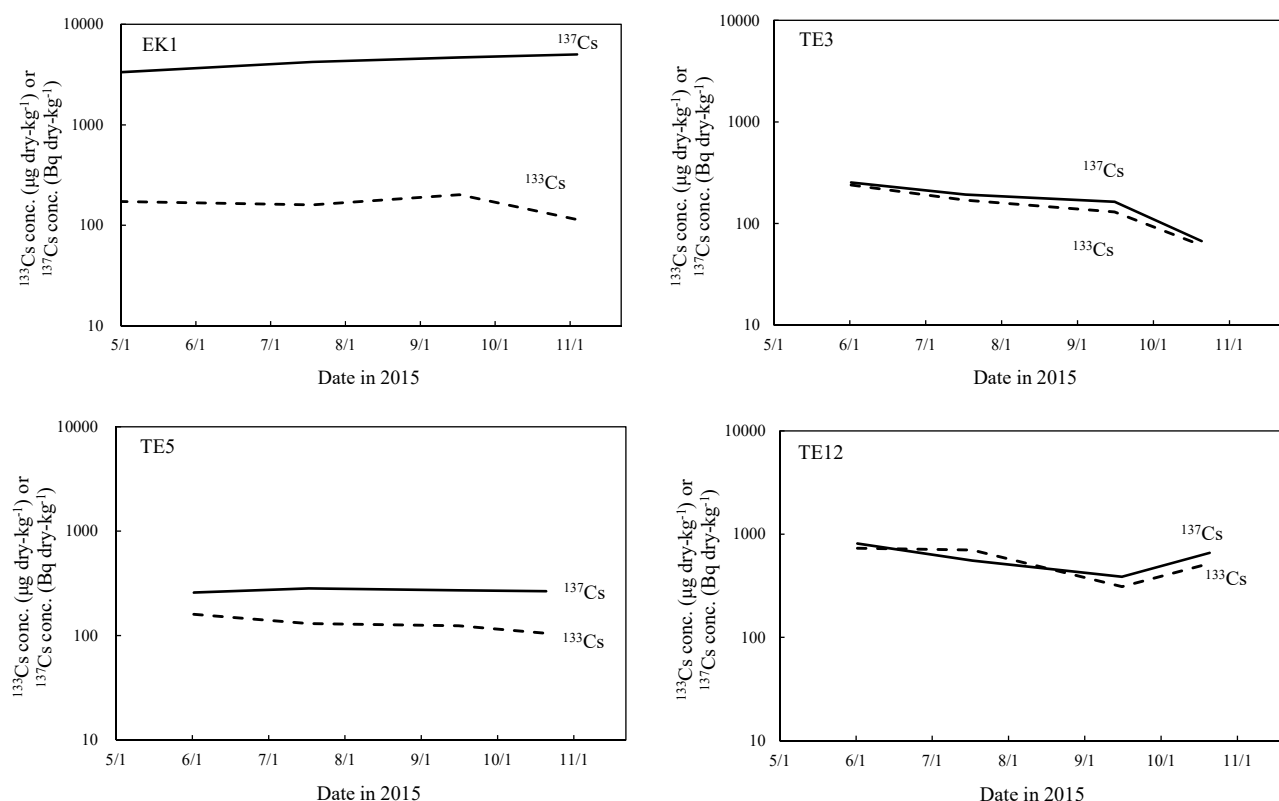


Fig. 10. コシアブラ当年シュート ^{133}Cs 、 ^{137}Cs 濃度の季節変化 (赤間ら 2017にデータ追加)

Seasonal change in the ^{133}Cs (broken line) and ^{137}Cs (solid line) concentrations in current-year shoots of *Eleutherococcus sciadophylloides* (data added to Akama et al. 2017).

破線が ^{133}Cs 、実線が ^{137}Cs 。5, 6 月は新芽、7, 9 月は緑葉と当年枝、10–11 月は黄葉と当年枝を検体とした。EK1, TE3, 5, 12 は Table 2 と同じ。減衰補正の基準日: 1 Sept. 2017.

The May and June samples were sprouts, those for July and September were current-year branches with green leaves, and those for October and November were current year branches with yellow leaves. EK 1, TE 3, 5, and 12 are the same as in Table 2. Decay correction, 1 Sept. 2017.

～10 (5.9 ± 3.4 , 平均 $\pm$ SD) %, 果序が 0～1 (0.3 ± 0.5) %, *post*-3.11 枝・幹が 1～6 (3.3 ± 2.2) %, *ante*-3.11 枝・幹が 29～63 (39 ± 16) %, 根が 23～66 (52 ± 19) % を占めた。個体 ^{137}Cs 量は 240～490000 Bq (Table 2) で、うち葉が 1～15 (5.7 ± 4.9) %, 果序が 0～0.7 (0.2 ± 0.3) %, *post*-3.11 枝・幹が 1～6 (2.6 ± 2.0) %, *ante*-3.11 枝・幹が 28～65 (49 ± 14) %, 根が 24～56 (43 ± 13) % を占めた。 ^{133}Cs を測定した 4 個体 (Table 3, Fig. 11) について見ると、 ^{133}Cs と ^{137}Cs の濃度は器官間で違いがあり、葉 (それぞれ $61 \sim 520 \mu\text{g dry-kg}^{-1}$, $67 \sim 5200 \text{ Bq dry-kg}^{-1}$) や果序 ($210 \mu\text{g dry-kg}^{-1}$, $8900 \text{ Bq dry-kg}^{-1}$)、根 ($22 \sim 520 \mu\text{g dry-kg}^{-1}$, $31 \sim 3200 \text{ Bq dry-kg}^{-1}$) で高く、枝 ($12 \sim 130 \mu\text{g dry-kg}^{-1}$, $55 \sim 1600 \text{ Bq dry-kg}^{-1}$) や幹 ($11 \sim 78 \mu\text{g dry-kg}^{-1}$, $23 \sim 1100 \text{ Bq dry-kg}^{-1}$) は低かった。幹の部位について見ると、外樹皮、内樹皮、辺材、心材の順に濃度が下がった (Fig. 11, 例えば、EK1 の幹上・中・下部の平均 $\pm$ SD, $n = 3$ では、 ^{133}Cs 濃度が外樹皮 68 ± 11 、内樹皮 22 ± 8 、辺材 10 ± 4 、心材 $7 \pm 1 \mu\text{g dry-kg}^{-1}$ 、 ^{137}Cs 濃度が外樹皮 59065 ± 16655 、内樹皮 1152 ± 180 、辺材 372 ± 70 、心材 $273 \pm 29 \text{ Bq dry-kg}^{-1}$)。

kg^{-1})。また、事故とは関係のない ^{133}Cs 濃度に大きな個体差があり、TE12 ($190 \mu\text{g dry-kg}^{-1}$) は他個体 ($19 \sim 33 \mu\text{g dry-kg}^{-1}$) より個体濃度が一桁高かった (Table 3)。

個体 $^{137}\text{Cs}/^{133}\text{Cs}$ 濃度比は EK1 で $66 \text{ Bq } \mu\text{g}^{-1}$ 、TE3、TE5、TE12 はそれぞれ 1.4, 2.1, 0.86 $\text{Bq } \mu\text{g}^{-1}$ であった。部位間で比べると、 ^{137}Cs と ^{133}Cs の濃度はおおむね正の相関関係にあった (Fig. 11) が、細かく見ると、濃度比は、事故時に存在し、外気に曝されていた *ante*-3.11 幹、枝の外樹皮で目立って大きく (EK1, $550 \sim 1200 \text{ Bq } \mu\text{g}^{-1}$; TE3, $1.8 \sim 3.2$; TE5, $4.6 \sim 12$; TE12, $0.92 \sim 1.8$)、リターの濃度比 (EK1, $400 \text{ Bq } \mu\text{g}^{-1}$, TE3, 3.1; TE5, 3.5; TE12, 4.7) なみであった。濃度比は、 ^{137}Cs が事故後に転流によってもたらされたと考えられる葉 (EK1, TE5)、当年枝の外樹皮 (EK1, TE5)・材 (EK1, TE3, 12)、*ante*-3.11 幹の心材 (EK1, TE5, 12)、根の皮 (EK1, TE3, 5, 12) や材 (EK1, TE5) では小さい場合があった (Fig. 11)。

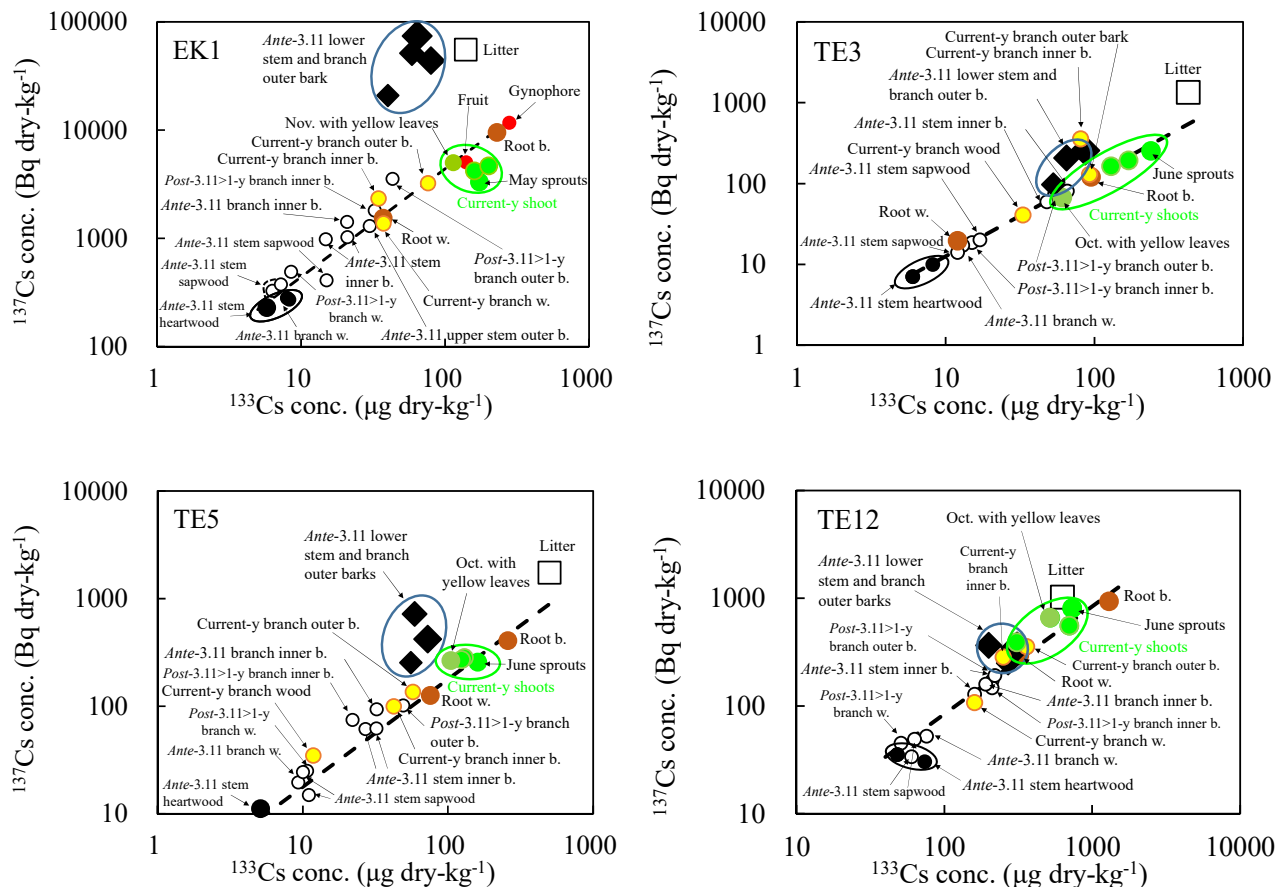


Fig. 11. コシアブラの部位、リターの ^{133}Cs 濃度と ^{137}Cs 濃度との関係 (赤間ほか 2017 にデータを追加)
Relationship between the ^{133}Cs and ^{137}Cs concentrations in *Eleutherococcus sciadophylloides* and litter (data added to Akama et al. 2017).

EK1, TE3, 5, 12 は Table 2 と同じ。用語については Fig. 3 を参照。減衰補正の基準日 : 1 Sept. 2017.

EK 1, TE 3, 5, and 12 are the same as in Table 2. See Fig. 3 for terms. Decay correction, 1 Sept. 2017.

Table 2. コシアブラの破壊調査の結果

Results of the destructive sampling survey of *Eleutherococcus sciadophylloides*: biomass and the amounts of ^{133}Cs and ^{137}Cs per tree.

Organ	Status	Part	Biomass (kg tree ⁻¹) ^{1,2}						^{133}Cs ($\mu\text{g tree}^{-1}$) ^{1,2}				^{137}Cs (Bq tree ⁻¹) ^{1,2}					
			Kawauchi V.			TDM, Tadami T.			Kawauchi V.		TDM, Tadami T.		Kawauchi V.			TDM, Tadami T.		
			EK1	EK2	EK4	TE3	TE5	TE12	EK1	TE3	TE5	TE12	EK1	EK2	EK4	TE3	TE5	TE12
Leaf			1.3	4.8	1.4	0.19	0.17	0.71	150	12	18	370	7000	6200	8200	13	46	470
Inflorescence			0.26	0.013	0.049				55				2300	28	610	0	0	0
Branch	Current-year	Outer bark	0.12	0.15	0.062	0.010	0.013	0.055	9.2	0.91	0.73	20	410	130	300	1.3	1.7	20
Branch	Current-year	Inner bark	0.10	0.12	0.041	0.0061	0.0090	0.045	3.3	0.50	0.38	11	240	96	200	2.2	0.90	13
Branch	Current-year	Sapwood	0.18	0.25	0.10	0.012	0.021	0.11	6.6	0.39	0.24	18	260	110	240	0.48	0.72	12
Branch	Other Post-3.11	Outer bark	0.59	1.4	0.19	0.029	0.043	0.13	25	1.7	2.1	27	2200	1300	570	2.2	4.4	22
Branch	Other Post-3.11	Inner bark	0.60	1.2	0.12	0.013	0.035	0.14	20	0.20	0.76	30	1100	1000	330	0.25	2.6	21
Branch	Other Post-3.11	Sapwood	2.9	5.5	0.52	0.093	0.13	0.52	25	5.0	1.4	27	1500	1100	460	6.3	3.2	24
Branch	Ante-3.11	Outer bark	1.2	1.5	1.1	0.032	0.069	0.16	48	1.7	3.8	42	26000	20000	32000	3.2	18	39
Branch	Ante-3.11	Inner bark	3.2	3.2	1.6	0.025	0.053	0.21	68	1.4	1.7	41	4800	1600	3100	1.9	5.0	35
Branch	Ante-3.11	Sapwood	19	19	10	0.15	0.32	0.76	120	1.9	2.9	57	6400	1500	4600	2.6	6.2	40
Stem	Current-year	Outer bark	0.0055	0.0048	0.0011	0.0010	0.0014	0.0061	0.42	0.095	0.082	2.2	19	4.4	5.3	0.13	0.20	2.2
Stem	Current-year	Inner bark	0.0044	0.0040	0.00072	0.00064	0.0010	0.0049	0.15	0.052	0.043	1.2	11	3.1	3.5	0.23	0.10	1.4
Stem	Current-year	Sapwood	0.011	0.0081	0.0018	0.0020	0.0031	0.016	0.42	0.064	0.036	2.6	16	3.7	4.2	0.080	0.11	1.7
Stem	Other Post-3.11	Outer bark	0.037	0.044	0.0033	0.0048	0.0064	0.019	1.6	0.29	0.31	3.9	140	41	10	0.36	0.66	3.2
Stem	Other Post-3.11	Inner bark	0.038	0.038	0.0022	0.0022	0.0051	0.020	1.2	0.033	0.11	4.3	73	33	5.8	0.042	0.38	3.0
Stem	Other Post-3.11	Sapwood	0.19	0.18	0.0093	0.015	0.0031	0.074	1.6	0.84	0.033	3.8	96	35	8.1	1.1	0.077	3.4
Stem	Ante-3.11	Outer bark	1.7	3.1	0.48	0.20	0.30	0.31	120	15	19	74	100000	140000	19000	47	190	110
Stem	Ante-3.11	Inner bark	12	30	3.3	0.35	1.0	1.1	220	20	30	210	13000	9300	3600	25	62	180
Stem	Ante-3.11	Sapwood	77	150	20	3.6	8.5	8.4	830	51	88	520	31000	22000	11000	61	170	380
Stem	Ante-3.11	Heartwood	49	110	7.5	2.3	2.4	2.4	340	14	13	130	13000	12000	2100	17	28	82
Root		Bark	8.3	16	2.3	0.21	0.56	0.81	1900	20	140	1100	83000	160000	23000	25	230	760
Root		Wood	35	70	9.8	1.6	2.8	3.1	1300	19	210	1000	57000	110000	16000	32	360	930
Total			210	420	59	8.8	16	19	5300	170	540	3700	350000	490000	120000	240	1100	3200

¹ Oct.–Nov. 2015. ² 減衰補正の基準日: 1 Sept. 2017¹ Oct. to Nov. 2015. ² Decay correction, 1 Sept. 2017.

4. 考察

4.1 コシアブラの個体サイズが放射性セシウムの代謝に及ぼす影響

伐倒調査時の調査個体の地上高 0.5 m の幹齢は EK1, 2, 4 が 33 ~ 42 年、TE3, 5, 8 は 24 ~ 32 年で、雪圧による TE の根元の倒伏を考慮すると樹齢は 40 数年程度で大差なく、どの調査個体も植栽アカマツ (47 年生) やスギ (42 年生) のための下刈り終了後に大きく育ったものと考えられる。調査個体の伐採前数年間の幹の年輪幅は個体ごとに比較的揃っており、成長が急に盛んになったり、衰えて毎年の代謝が目立って変化したりすることはなかったようである。一方、木の成長には個体によって比較的大きな違いがあった。EK1 は林冠木でサイズが大きく、TE3, 12 は林冠木、EK4, TE5 は亜高木でサイズは小さかった。TE12 は EK1, TE3, 5 より ^{133}Cs 濃度が高く、TE3, 5 より ^{137}Cs 濃度が高かった (Fig. 11)。しかし、 ^{137}Cs と ^{133}Cs の濃度比の部位間の違いは EK1 と TE3, 5, 12 とで大きくは変わらず、 ^{133}Cs や ^{137}Cs の代謝に関して今回観測された範囲では個体サイズの影響は明らかでなかった。

^{137}Cs の植物体内の分布に個体サイズが及ぼす影響に関して、事故翌春の 2012 年の新芽の ^{137}Cs 濃度でも、個体サイズはあまり関係がないようであった。すなわち、近接する林冠木と稚樹を調べたハリギリやコシアブラの例 (Kiyono and Akama 2013) では新芽の ^{137}Cs 濃度に大差はなかった。 ^{137}Cs 濃度は、集水地に生育する個体の方が高い傾向があった (清野・赤間 2013, Kiyono and Akama 2013)。これらは事故直後には水に溶け易い ^{137}Cs の割合が高く (Adachi et al. 2013)、林内水や地表流下水などとともに移動した植物に吸収され易い形態の ^{137}Cs が林内の小さい個体にも届いていた

ことを示唆する。

4.2 コシアブラの樹体内の放射性セシウムの分布の特徴

山菜にする新芽と 7 月の当年シュートの間で ^{137}Cs 濃度は大きくは変わらないと考えられた (Fig. 10)。5, 6 月の検体は展葉がやや進んでいたもので、展葉開始直後の新芽では濃度がより高かった可能性はあるが、新芽と成葉を持つ当年シュートの間で ^{133}Cs や ^{137}Cs の濃度は大きくは変わらないと考えられる。フキで見られるような夏期の顕著な濃度上昇 (清野・赤間 2015, 2017, 清野ら 2018c) はコシアブラでは認められなかった。コシアブラは草本のフキと比べて植物体の寿命が長く、個体の現存量が大きい。代謝回転率が小さいので、季節による高温で ^{137}Cs 吸収量が増加 (Burger and Lichtscheidl 2018) しても植物体全体の濃度上昇が目立たないであろう。Ante-3.11 幹・枝の外樹皮の ^{137}Cs 濃度が高い (Fig. 11) 理由は、事故直後に樹体に直接付着した ^{137}Cs の一部が樹皮に残存しているからであろう。 ^{137}Cs 濃度が外樹皮 → 内樹皮 → 材の順に下がる傾向 (Table 3, Fig. 11) は、スギでも報告されており (Coppin et al. 2016, Yoschenko et al. 2016, 高野 2017)、事故時に外樹皮に付着した ^{137}Cs が、樹皮表面から吸収されて材の中心方向に拡散し、内樹皮や材の濃度を上昇させていることを想わせる。しかし、同じ傾向は ^{133}Cs でも認められる (Table 3, Fig. 11) ことから、そうとは限らないようで、根から吸収された ^{137}Cs が転流により配分された結果とも考えられる (赤間ら 2017)。

$^{137}\text{Cs}/^{133}\text{Cs}$ 濃度比を部位間で比べると、EK1 は、赤間ら (2017) の報告と同様、根や心材の濃度比が個体全体の比より小さく、葉も春から夏にかけて比が小さ

Table 3. コシアブラとリターの ^{133}Cs 、 ^{137}Cs 濃度Results of the destructive sampling survey of *Eleutherococcus sciadophylloides* and litter: ^{133}Cs and ^{137}Cs concentrations.

Organ	Status	Part	^{133}Cs conc. ($\mu\text{g d}\cdot\text{kg}^{-1}$)				^{137}Cs conc. ($\text{Bq d}\cdot\text{kg}^{-1}$) ¹			
			Kawauchi V.		TDM, Tadami T.		Kawauchi V.		TDM, Tadami T.	
			EK1	TE3	TE5	TE12	EK1	TE3	TE5	TE12
Leaf			110	61	110	520	5200	67	270	660
Infructescence			210	-	-	-	8900	-	-	-
Branch	Current-year	Outer bark	76	93	57	360	3400	130	140	350
Branch	Current-year	Inner bark	35	81	42	250	2500	360	100	280
Branch	Current-year	Sapwood	37	33	12	160	1400	41	35	110
Branch	Other Post-3.11	Outer bark	43	60	49	210	3700	75	100	170
Branch	Other Post-3.11	Inner bark	32	15	22	210	1900	19	75	150
Branch	Other Post-3.11	Sapwood	8.5	54	11	51	520	68	25	45
Branch	Ante-3.11	Outer bark	40	53	55	270	22000	97	250	250
Branch	Ante-3.11	Inner bark	21	54	32	160	1500	73	94	160
Branch	Ante-3.11	Sapwood	6.3	13	9.3	60	340	17	20	52
Branch subtotal			12	37	20	130	1600	55	62	110
Stem	Current-year	Outer bark	76	93	57	360	3400	130	140	350
Stem	Current-year	Inner bark	35	81	42	250	2500	360	100	280
Stem	Current-year	Sapwood	37	33	12	160	1400	41	35	110
Stem	Other Post-3.11	Outer bark	43	60	49	210	3700	75	100	170
Stem	Other Post-3.11	Inner bark	32	15	22	210	1900	19	75	150
Stem	Other Post-3.11	Sapwood	8.5	54	11	51	520	68	25	45
Upper stem	Ante-3.11	Outer bark	59	65	59	200	53000	210	720	360
Upper stem	Ante-3.11	Inner bark	30	48	27	160	1400	59	62	130
Upper stem	Ante-3.11	Sapwood	8.0	12	11	60	290	14	15	34
Upper stem	Ante-3.11	Heartwood	8.0	8.2	-	74	290	10	-	30
Middle stem	Ante-3.11	Outer bark	80	-	-	-	46000	-	-	-
Middle stem	Ante-3.11	Inner bark	21	-	-	-	1100	-	-	-
Middle stem	Ante-3.11	Sapwood	15	-	-	-	430	-	-	-
Middle stem	Ante-3.11	Heartwood	8.3	-	-	-	280	-	-	-
Lower stem	Ante-3.11	Outer bark	64	87	72	310	78000	260	420	360
Lower stem	Ante-3.11	Inner bark	15	66	32	220	1000	81	62	190
Lower stem	Ante-3.11	Sapwood	7.2	17	10	63	390	20	24	49
Lower stem	Ante-3.11	Heartwood	5.8	6.0	5.1	48	240	7	11	35
Stem	Ante-3.11 subtotal	Outer bark	71	74	63	240	58000	220	610	350
Stem	Ante-3.11 subtotal	Inner bark	19	57	30	190	1100	70	62	160
Stem	Ante-3.11 subtotal	Sapwood	11	15	10	62	400	17	21	46
Stem	Ante-3.11 subtotal	Heartwood	6.9	6.2	5.1	55	260	7	11	34
Stem subtotal			11	16	12	78	1100	23	37	62
Root		Bark	230	95	260	1300	9900	120	410	930
Root		Wood	37	12	75	320	1600	20	130	290
Root subtotal			74	22	110	520	3200	31	170	430
Total			25	19	33	190	1600	27	68	160
CV			1.15	0.65	1.11	1.00	2.19	1.11	1.28	0.94
Litter ($\text{d}\cdot\text{g m}^{-2}$)			140	430	500	630	55000	1400	1800	3000

¹ 減衰補正の基準日 : 1 Sept. 2017.¹ Decay correction, 1 Sept. 2017.

い傾向が認められた。しかし、TE3、5、12 では、根、心材、葉それぞれ 3 中 2 個体は個体全体の比より小さかったが、1 個体では大きく、明瞭な傾向は得られなかった (Fig. 11)。TE3、5、12 個体は EK1 よりもサイズが小さいこと、また、EK1 と比べ TE3、5、12 個体は事故により加わった ^{137}Cs の量 (沈着量) が 60 分の 1 から 10 分の 1 と少なかったことから、コシアブラ個体内での ^{137}Cs の拡散が早く進んだのかも知れない。個体構成部位間の ^{137}Cs 濃度の変動係数 (CV) は EK1 が 2.19、TE3、5、12 は 0.94 ~ 1.28 と TE は小さかった (Table 3)。また、TE12 は植物体内の ^{133}Cs 濃度が他個体より著しく高く (Table 3, Fig. 11)、 ^{137}Cs が吸収され易い条件にあったが、そのことは ^{137}Cs 濃度の部位間の違いに特段

の影響は及ぼしていないようである。

4.3 コシアブラの新芽の放射性セシウム濃度に影響を及ぼす要因

コシアブラの当年シュートの ^{137}Cs 濃度はリターと土壌の ^{137}Cs 沈着量と関係が深かった。フキ (清野ら 2018c) でも同様の傾向が報告されている。一方、ゼンマイ (清野ら 2016) で密接な関係があったのはリター、ワラビ (清野ら 2018a) では土壌の ^{137}Cs 濃度であった。新芽の濃度に影響を及ぼす環境構成要素は、恐らく根圏の違いを反映して、植物の種類によって異なる場合があると考えられる。

コシアブラの当年シュート ^{133}Cs 濃度は、リター

^{133}Cs や土壌 $^{133}\text{Cs}^+$ 濃度とはあまり関係がなく、土壌 K^+ の沈着量やと負の比例関係 (Fig. 7) を持った。土壌の K^+ は植物による ^{133}Cs の根吸収において競合する (小林 2013)。土壌の K^+ 濃度が高い生育地ではコシアブラの当年シュート ^{137}Cs 濃度も低い傾向があった。土壌に K^+ が多い HRN 注 1) (69 ± 10 ($59 \sim 82$) $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$, Table 1) では当年シュートへの ^{133}Cs の移行率が小さく、事故で降下した ^{137}Cs もコシアブラに移行しにくかったと考えられる。一方、土壌に K^+ が少ない KNY (27 ± 18 ($12 \sim 43$) $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$, Table 1) では、 ^{133}Cs が当年シュートに移行し易く、 ^{137}Cs も移行し易かったと考えられる。

4.4 コシアブラの新芽の放射性セシウムの将来

^{133}Cs と比べ ^{137}Cs の質量は 3 % 大きい ($^{137}/^{133}$) だけで、生態系内における挙動に大差はないと考えられる (農林水産省農林水産技術会議事務局 2017, Tsukada et al. 2002)。また、調査地の ^{137}Cs の大半は福島第一原子力発電所事故により新たに野外環境に加わったものであるが、 ^{137}Cs の質量は調査地では ^{133}Cs の数 10 万分の一から数万分の一の微量で、 ^{137}Cs の追加により ^{133}Cs の挙動が有意に変わることは考えにくい。一方、事故の影響が及んだ地域のスギで、立木の心材 ^{137}Cs 濃度が経年的に上昇しており、放射性 Cs は心材の垂直、水平方向に均一化する方向に年々推移している (小川 2015, 2016)。コシアブラの樹体内でもスギと同様のことが起きている可能性が高い。セシウムは植物の必要元素ではなく、植物が積極的に吸収・保持するのではなく、カリウムなど必要物質を植物が代謝するなかでそれとのバランスにより変化していると考えられる。このように受動的ではあっても ^{137}Cs の挙動が傾向を持つ場合がある。例えば、フキでは、 K^+ 濃度は季節変化が比較的小さく、濃度は葉柄 > 葉身であることが多いのに対して、 ^{137}Cs 濃度は変動がより大きく、葉柄 < 葉身であることが多かった (清野・赤間 2015)。

リターからコシアブラの当年シュートへの ^{137}Cs 面移行係数 (T_{ag}) は、 ^{133}Cs の T_{ag} と正の相関があり (Fig. 6b)、 ^{133}Cs が移行し易い条件では ^{137}Cs も移行し易いと考えられた。コシアブラに取り込まれた ^{137}Cs は十分な時間の後には ^{133}Cs と同様の部位固有の時空間分布を示すであろう。しかし、事故から調査時までの数年間は ^{137}Cs が ^{133}Cs の分布に近づく段階にあると考えられる。供給源との距離や通道組織の発達の違いによって移動には遅速があるであろう。 $^{137}\text{Cs} / ^{133}\text{Cs}$ 比は、部位ごとの代謝の遅速の状態を反映した値と考えられる。そこで、植物体内に取り込まれた ^{133}Cs と ^{137}Cs の濃度比を部位ごとに求め、部位間で比べることにより、各部位における ^{137}Cs の ^{133}Cs 分布への接近の程度を知り、 ^{137}Cs の今後を予測できると考えられる。

個体内の部位別濃度 (Table 3, Fig. 11) を比較すると、生態系内での平衡に向けて ^{137}Cs の移行が進むにし

たがい、小さめの $^{137}\text{Cs} / ^{133}\text{Cs}$ 濃度比が大きくなって、他の部位の比率に近づく可能性がある。そのとき、樹体の ^{137}Cs 総量が減らなければ、根と葉の ^{137}Cs 濃度は上昇していくであろう。コシアブラの新芽の濃度が、放射能事故の影響を受けた地域で経年的に上昇している (清野・赤間 2018) 事実がある。また、現在の葉 / リター ^{137}Cs 量比 (Fig. 5b, 9) が、 ^{133}Cs の量比に近づいていくとすると、Fig. 9 の実線の関係は反時計回りに回転するのであろう。実線で示される関係にいつまでに、どう近づくのか分からないが、将来、コシアブラの新芽の濃度は HRN のような土壌の K^+ 濃度の高い林地では今より低く、KNY のような K^+ 濃度の低い林地では今より高くなることも考えられる。

5. 結論

^{133}Cs と ^{137}Cs の比較調査の結果、樹体に取り込まれた ^{137}Cs の部位間の移動 (転流) や、根などからの ^{137}Cs の新たな吸収を通じて、コシアブラの新芽の放射性セシウム濃度が今後上昇する場合があることが分かった。野生コシアブラの山菜生産は、自然条件で土壌に K^+ が多い土地が適地と考えられる。 K^+ が少ない土壌では K 施用により土壌の K^+ 濃度を高められる場合があるが、施用をすることの価値は K^+ が少ない理由にもよろう。本研究で示した知見や仮説を検証する、さらなる研究が必要である。

謝 辞

林野庁林政部経営課特用林産対策室、福島県林業振興課、南会津農林事務所、相双農林事務所富岡林業指導所、福島県森林組合連合会、只見町森林組合、会津若松地方森林組合、南会津森林組合、布沢共用林組合、林野庁関東森林管理局会津森林管理署南会津支署、磐城森林管理署の関係各位には試験設計、現地調査において便宜を図って頂いた。森林研究・整備機構森林総合研究所木材研究部門木材加工・特性領域には検体の材を加工して頂いた。同森林研究部門立地環境研究領域長倉淳子氏には ^{133}Cs の分析方法についてご指導を頂いた。同戦略研究部門災害復興・放射性物質研究拠点の各位には検体の調整と放射性セシウムの測定をして頂いた。以上の皆様に、感謝の意を表す。本研究は日本特用林産振興会のきのこ原木等の放射性物質調査事業の一環として実施した。また、JSPS 科研費 JP15K07496 の助成を受けた。

注 1) 産業技術総合研究所の地球化学図 (<https://gbank.gsj.jp/geochemmap/gmaps/map.htm>) によると HRN は K_2O の濃度も高い ($1.525 \sim 1.769\%$ のクラス)。しかし、 K_2O 濃度は KNY でも高いので、 K_2O 濃度ではコシアブラの当年シュートへの ^{133}Cs の移行率の違いをうまく説明できない。

引用文献

- Adachi, K., Kajino, M., Zaizen, Y. and Igarashi, Y. (2013) Emission of spherical cesium-bearing particles from an early stage of the Fukushima nuclear accident. *Scientific Reports*, 3, 2554.
- 赤間 亮夫・清野 嘉之 (2015) コシアブラの放射性セシウム汚染—汚染程度が異なる地域間の比較および季節変化—. 関東森林研究, 66(2), 225-229.
- 赤間 亮夫・清野 嘉之・大橋 伸太 (2017) コシアブラ樹体内のセシウム 133 とセシウム 137 の分布. 関東森林研究, 68(1), 73-74.
- Burger, A. and Lichtscheidl, I. (2018) Stable and radioactive cesium: A review about distribution in the environment, uptake and translocation in plants, plant reactions and plants' potential for bioremediation., *Science of the Total Environment*, 618, 1459-1485.
- Coppin, F., Hurtevent, P., Loffredo, N., Simonucci, C., Julien, A., Gonze, Marc-André, Nanba, K., Onda, Y. and Thiry, Y. (2016) Radiocaesium partitioning in Japanese cedar forests following the “early” phase of Fukushima fallout redistribution. *Scientific Reports*, 6, 37618.
- 福山 文子・橋本 伸行・金指 努・竹中 千里 (2016) 苗畑における木本類の放射性セシウムの移行について. 平成 27 年度林業研究センター研究成果発表会要旨, 5.
- Guil J. L. and Torija, M. E. (2001) Edible wild plants. In *Recent Progress in Medicinal Plants Vol. VIII*, eds. Majundar, D. K., Govil, J. N. and Singh, V. K., Sci. Tech Publisng LLC, Texas, USA.
- 群馬県 (2018) 野生の「コシアブラ」及び野生の「タラノメ」の出荷自粛要請について (林業振興課). 群馬県環境森林部林業振興課, http://www.pref.gunma.jp/houdou/e37g_00064.html, (参照 2018-8-10).
- Kato, H., Onda, Y., Saidin, Z.H., Sakashita, W., Hisadome, K. and Loffredo, N. (2018) Six-year monitoring study of radiocesium transfer in forest environments following the Fukushima nuclear power plant accident. *Journal of Environmental Radioactivity*, doi.org/10.1016/j.jenvrad.2018.09.015
- 気象庁 メッシュ平年値 2010 最深積雪 (年)., <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/atlas.html>, (参照 2018-11-9).
- 清野 嘉之・赤間 亮夫 (2013) 2012 年春の山菜の放射能濃度. 関東森林研究, 64(2), 77-80.
- Kiyono, Y. and Akama, A. (2013) Radioactive cesium contamination of edible wild plants after the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. *The Japanese Society of Forest Environment*, 55(2), 113-118, <http://ci.nii.ac.jp/naid/110009804564>
- 清野 嘉之・赤間 亮夫 (2015) 栽培フキ (*Petasites japonicus*) の放射性セシウム汚染の季節変化. 日本森林学会誌, 97 (3), 158-164, doi.org/10.4005/jjfs.97.158
- Kiyono, Y. and Akama, A. (2015) The amount of ¹³⁷Cs deposition and transfer factors of ¹³⁷Cs to wild edible-wild-plants after the accident at TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. *Proceeding of the International Symposium on Radiological Issues for Fukushima's Revitalized Future*, Paruse Iizaka, Fukushima City, Japan, May 30–31 (Sat.–Sun.), 2015, 57-61.
- 清野 嘉之・赤間 亮夫 (2017) 山菜と放射性物質. 水利科学, 355, 36-50.
- 清野 嘉之・赤間 亮夫 (2018) 野生山菜の放射性セシウム濃度: 福島第一原発事故後の経年的トレンド. 関東森林研究, 69(1), 109-110.
- 清野 嘉之・赤間 亮夫・松浦 俊也 (2018a) ワラビへの放射性セシウムの移行調査. 特用林産物安全供給推進復興事業調査成果集 増補版, 日本特用林産振興会, 31.
- 清野 嘉之・小松 雅史・赤間 亮夫・松浦 俊也・広井 勝・岩谷 宗彦・二元 隆 (2016) 野生ゼンマイ 131 個体の葉の放射性セシウム濃度. 第 5 回環境放射能除染研究発表会要旨集, 一般社団法人環境放射能除染学会, 18.
- 清野 嘉之・小松 雅史・赤間 亮夫・松浦 俊也・広井 勝・岩谷 宗彦・二元 隆 (2018b) 2011 年の福島第一原子力発電所事故で放出された放射性セシウムの野生ゼンマイ (*Osmunda japonica*) の葉への移行. 森林総合研究所研究報告, 17(3) (No. 447), 217-232., doi.org/10.20756/ffpri.17.3_217
- 清野 嘉之・赤間 亮夫・岩谷 宗彦・由田 幸雄 (2018c) 2011 年の福島第一原子力発電所事故で放出された放射性セシウムの野生フキ (*Petasites japonicus*) の葉柄への移行. 森林総合研究所研究報告, 17(3) (No. 447), 249-257., doi.org/10.20756/ffpri.17.3_249
- 小林 奈通子 (2013) 放射性セシウムを減らす! なぜカリウムで?—植物研究者の思考回路—. 第 4 回サイエンスカフェ「放射性セシウムを減らす! なぜカリウムで?」配布資料, 東京大学大学院農学生命科学研究科食の安全研究センター, http://www.frc.a.u-tokyo.ac.jp/information/news/130727_report.html, (参照 2017-11-06).
- 長野県 (2016) 長野県内産の山菜 (コシアブラ・タラノメ) の検査結果について. 長野県 (林務部) プレスリリース 平成 25 年 (2013 年) 6 月 6 日, 健康福祉部 食品・生活衛生課 食品衛生係, 林務部 信州の木振興課 経営普及係, <https://www.pref.nagano.lg.jp/ringyo/kurashi/shobo/genshiryoku/hoshasen/hoshase/kennaisansansai.html>, (参照 2018-8-10).
- 長野県林業総合センター・長野県林業改良普及協会, コシアブラの栽培, <https://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/>

- seika/documents/koshia.pdf, (参照 2018-11-9).
- 日本土壌肥料学会 (1997) 土壌環境分析法. 博友社, 427pp.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局 (2017) 農地等の放射性物質の除去・低減技術の開発—水稲における放射性物質移行低減対策技術の開発—. 研究成果 564. 農林水産省農林水産技術会議事務局, 77pp.
- 小川 秀樹 (2015) 立木における放射性物質の汚染実態の把握及び対策. 福島県林業研究センター業務報告, 47, 23-24.
- 小川 秀樹 (2016) 立木における放射性物質の汚染実態の把握及び対策. 福島県林業研究センター業務報告, 48, 21-22.
- 温室効果ガスインベントリオフィス (2017) 日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2017 年. 国立研究開発法人 国立環境研究所, つくば.
- R Development Core Team (2011) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org/>.
- 林野庁 (2017) きのかや山菜の出荷制限等の状況について. <http://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/kinoko/syukkaseigen.html>, (参照 2017-04-07).
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2015) 20 万分の 1 日本シームレス地質図 2015 年 5 月 29 日版. 産業技術総合研究所地質調査総合センター, <https://gbank.gsj.jp/seamless/seamless2015/2d/>, (参照 2018-02-17).
- 産業技術総合研究所 (2018) 地球化学図. 2018 年 8 月 7 日更新, <https://gbank.gsj.jp/geochemmap/gmaps/map.htm>, (参照 2018-08-10).
- Staunton, S., Dumat, C., and Zsolnay, A. (2002) Possible role of organic matter in radiocaesium adsorption in soils. *Journal of Environmental Radioactivity*, 58, 163-173.
- 高野 勉 (2017) 樹皮を含む木材への放射性セシウムの移行と材内部での挙動. *水利科学*, 355, 1-12.
- Toriyama, J., Kobayashi, M., Hiruta, T. and Shichi, K. (2018) Distribution of radiocesium in different density fractions of temperate forest soils in Fukushima. *Forest Ecology and Management*, 409, 260-266, doi.org/10.1016/j.foreco.2017.11.024
- Tsukada, H., Hasegawa, H., Hisamatsu, S. and Yamasaki, S. (2002) Transfer of ^{137}Cs and stable Cs from paddy soil to polished rice in Aomori, Japan. *Journal of Environmental Radioactivity*, 59, 351-363.
- 山口 紀子 (2014) 土壌への放射性 Cs の吸着メカニズム. 土壌の物理性, 126, 11-21.
- Yamaji, K., Nagata, S., Haruma, T., Ohnuki, T., Kozaki, T., Watanabe, N. and Nanba, K. (2016) Root endophytic bacteria of a ^{137}Cs and Mn accumulator plant, *Eleutherococcus sciadophylloides*, increase ^{137}Cs and Mn desorption in the soil. *Journal of Environmental Radioactivity*, 153, 112-119.
- Yoschenko, V., Takase, T., Konoplev, A., Nanba, K., Onda, Y., Kivva, S., Zheleznyak, M., Sato, N. and Keitoku, K. (2016) Radiocesium distribution and fluxes in the typical *Cryptomeria japonica* forest at the late stage after the accident at Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant. *Journal of Environmental Radioactivity*, 166, 45-55.

Appendix 空間線量率 (ADR) と山菜の放射性セシウム濃度の関係に土壌の交換性カリウムも影響を及ぼしている

サーベイメータで測定される放射線量の分布とその植物体への ^{137}Cs の供給源の分布は必ずしも同じではなく、ADR と植物体の ^{137}Cs との関係は間接的である。一般に、放射性物質の絶対量が多いのは土壌なので、ADR は土壌の放射性物質量の影響を強く受ける。一方、植物体の ^{137}Cs 濃度は ^{137}Cs の主要な供給源の濃度で決まるので、例えば、ワラビのように主要な供給源が土壌の場合は ADR と植物体の ^{137}Cs 濃度との間に密接な関係が見られる ($r = 0.757$; 清野ら 2018a)。しかし、主要な供給源がリターの場合、関係は密接にならない (本研究のコシアブラ ($R^2 = 0.1814$) や清野ら (2016, 2018b) のゼンマイ ($R^2 = 0.0537$))。根吸収における土壌の K と Cs の競合も、ADR と山菜の ^{137}Cs 濃度の関係がばらつく一因と考えられる。すなわち、土壌の K^+ が濃い HRN では ^{137}Cs の吸収が抑制され、土壌の K^+ が薄い KNY は ^{137}Cs の吸収が盛んであるため、HRN と KNY では ADR に大差があるにもかかわらず、 ^{137}Cs 濃度は同レベルになった (Fig. 8)。その結果、ADR と ^{137}Cs 濃度の関係の回帰線は傾きが緩くなり、回帰式の説明力が低下したと考えられる。

Transfer of radiocesium released in the 2011 Fukushima Daiichi Nuclear Power Station accident to *Eleutherococcus sciadophylloides*, a wild tree that produces edible sprouts

Yoshiyuki KIYONO ^{1)*}, Akio AKAMA ²⁾, Munehiko IWAYA ³⁾ and Yukio YOSHIDA ³⁾

Abstract

Radiocesium (¹³⁷Cs) migration from the environment to wild tree species that produce edible sprouts was examined following the accident at the Tokyo Electric Power Company's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station in March 2011. Compared to available data on edible herbaceous species, little is known about edible tree sprouts. The ¹³⁷Cs released into the environment following the accident has not yet reached equilibrium in the ecosystem, unlike naturally occurring cesium 133 (¹³³Cs), and its distribution is still changing. The current distribution of ¹³⁷Cs in the ecosystem, including that in plants, is thought to be approaching that of ¹³³Cs. By clarifying the present distribution and metabolic characteristics of ¹³³Cs, the future state of ¹³⁷Cs can be estimated. Therefore, in 2015–2017, the current status of radioactive ¹³³Cs and ¹³⁷Cs in *Eleutherococcus sciadophylloides* and its environment were examined in six municipalities in Fukushima Prefecture. The average ¹³³Cs concentration in current-year shoots (leaves and branches) was not correlated with ¹³³Cs concentrations in litter ($P = 0.425$) or soil ($P = 0.751$) but was negatively correlated with soil K⁺ concentration ($R^2 = 0.2756$, $P = 0.025$) and deposition ($R^2 = 0.3390$, $P = 0.011$). The ¹³⁷Cs current-year shoot concentration/litter deposition ratio (T_{ag}) was positively correlated with ¹³³Cs T_{ag} ($R^2 = 0.5748$, $P < 0.001$). Thus, ¹³⁷Cs transfer appeared to accompany ¹³³Cs transfer. Comparing organ-specific concentrations in trees, the current ¹³⁷Cs/¹³³Cs concentration ratios were occasionally smaller in leaves and roots than in other organs, *e.g.*, bark and wood. Concentrations in the former will rise to those of the latter as ¹³⁷Cs approaches equilibrium in the ecosystem. In addition, ¹³⁷Cs concentrations in sprouts may decline in forestland with high soil K⁺ concentrations and increase in forestland with low soil K⁺ concentrations. Further studies of edible wild tree sprouts are required to verify the findings and assumptions of this study.

Key words: air dose rate, edible wild plant, radiocesium deposition, ¹³³Cs, shipping restrictions, soil exchangeable K, standard concentration values for food

Received 10 August 2018, Accepted 31 January 2019

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

2) Center for Forest Restoration and Radioecology, FFPRI

3) Japan Special Forest Product Promotion Association

* Department of Plant Ecology, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 JAPAN; e-mail: kiono@ffpri.affrc.go.jp

短 報 (Short communication)

筋状地がき地におけるカンバ類の更新位置

伊藤 江利子^{1)*}、橋本 徹¹⁾、相澤 州平²⁾、古家 直行¹⁾、石橋 聡¹⁾

要旨

地がき(かき起こし)は北海道で広く行われてきた天然更新補助作業である。地がきでは林床に密生するササを大型機械で根系ごと除去して鉱質土層を露出させた箇所に稚樹(主にカンバ類)が更新するという予想に反し、筋状地がき地では、かき帯(処理区)以外にも残し帯(対照区)にカンバ類が更新している事例が認められた。カンバ類の更新位置と表層土壌理化学性の関係を明らかにするため、1970～1990年代に地がきを行ったカンバ更新林25林分を対象に表層(0～5cm)土壌の理化学性を調査した。更新位置の差異は土壌理化学性では説明できず、土壌要因に限らない様々な要因がカンバ類の更新可否に関わることが示唆された。

キーワード：カバノキ属、更新、筋状地がき、土壌理化学性

はじめに

地がき(かき起こし)は林床に密生するササを大型機械で地下茎ごと除去して鉱質土層を露出させ、天然更新を図る更新補助作業の一種である。地がきはササ類が優占する無立木地の森林化を目的として1960年代以降北海道で広く行われてきた。地がき地には主にカンバ類(*Betula* spp.)が優占する二次林が更新し、その更新成功率は非常に高かった(青柳 1983, 滝川 1993, 三好 1996)。その一方で、地がきは養分豊富で土壌構造も発達している表層土壌を排除してしまうことから、成長に悪影響が出ることが懸念されてきた(梅木 2003)。この懸念は地がき地の処理区(地がきにより表層土壌が除去された区域)にカンバ類が更新することを前提としている。しかしながら、北海道内の地がきカンバ更新林分を追跡調査したところ(伊藤ら 2018a)、カンバ類は処理区に更新するという予想に反し、対照区(同一林分内において地がきが行われず林床植生・堆積有機物・表層土壌が残された区域)に更新している林分も多く認められた(伊藤ら 2018b)。そこで北海道内の地がきカンバ更新林分においてカンバ類の更新位置を調査し、更新位置と表層土壌理化学性の関係を検討した。

調査地と方法

調査は北海道内の国有林、宗谷・上川北部・上川中部・留萌南部・北空知・空知・石狩管理署内で、1971～1996年に地がきを行ったカンバ更新林25林分を対象に、2015年6月から2017年10月までの期間に行った(Table S1)。調査地の大半は国有林地がき作業で一

般的だった筋状地がきが施されている(Table S1)。地がき帯の幅は現地調査では不明瞭だったが、地がき作業当時の記録では石狩・後志管内で5m、上川・空知・留萌管内で3mが一般的とされている。調査地にはカンバ類(ダケカンバ、ウダイカンバ、シラカンバ)に加えて、各種の広葉樹が更新しており、林床植生はササ類(オクヤマザサ、チシマザサ、クマイザサ)が優占していた(Table S1)。胸高直径5cm以上の樹木については大半の調査地でカンバ類が優占していたが、林床植生でササ類が優占しない林分(SA-1, ARs-5)では、胸高断面面積合計のうちカンバ類以外の樹種が全体の50%以上を占めていた(Table S1)。調査地林分内に一辺10～20mの方形調査枠を設定し、枠内で地がき列を判別し、かき帯を処理区、残し帯を対照区とした。地がき列の判別は、過去の航空写真から地がき列方向を確認した上で、現地踏査において数m間隔の畝状微地形を特定することによって行った。カンバ類の更新位置を現地で記載し、カンバ類の更新位置と地がき列との位置関係(以下、更新位置パターン)を以下の5種類に分類した(Table S1)。(1)処理区のみ更新、(2)対照区のみ更新、(3)全面に更新、(4)処理区に主に更新するが、対照区にも多少更新、(5)列間の境界部(処理区の両端と対照区の両肩)に更新。

方形調査枠内の幅3～5mの帯状の処理区および対照区において、100ml採土円筒を使用し、A₀層を除去して露出した表層鉱質土層を処理区と対照区から各々4～6試料ずつ(ただし3調査地では1～3試料ずつ)を採取した。地がき処理が地表面を搔いて除去することから、採取深度は最も影響が大きいと考えられる層

原稿受付：平成30年10月30日 原稿受理：平成31年1月18日

1) 森林総合研究所 北海道支所

2) 森林総合研究所 立地環境研究領域

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

として0～5cmとした。地がき列の境界は不明瞭であることも多く、2林分では地がき列に相当する地表面の高低が特定できなかったため、カンバ類が更新している列とその列間のペアで土壌試料を採取した。採取した土壌試料は採土円筒試料ごとに調整と分析を行った。細土の全炭素・窒素含有率をvario MAX CN (Elementar, Germany)を用いて分析し、土壌化学性指標として全炭素・窒素含有率、CN比を算出した(以下、TC、TN、C/N)。TCは有機物量の指標として、TNは養分状態の指標として、C/Nは物質循環の状態を示す指標として選択した。また細土容積重を算出し、土壌物理性の指標とした(以下、BD)。

更新位置パターンのうち(1)と(2)では処理区ないしは対照区のいずれかにのみカンバが更新していた。更新位置パターン(1)の対照区と更新位置パターン(2)の処理区が更新不良となった原因は土壌理化学性にあるとの作業仮説について検証するために、更新位置パターン×処理のカテゴリー間で土壌理化学性に違いがあるかを、一般化線形混合モデル(GLMM)を用いて解析した。解析は更新位置パターン(1)と(2)のデータのみを対象としたためカテゴリー数は 2×2 の4通りである。調査地の調査時林齢は15～44年と幅があった。そのため採取時の土壌理化学性に対する地がき処理からの経過時間の影響の有無を検討する予備解析を行った。予備解析でTC・TNでは時間に対する正の効果が、BDでは時間に対する負の効果が認められた。これを踏まえてカテゴリー間での土壌理化学性の比較に際して林分ごとで異なる経過時間の影響を補正するよう説明変数に林齢を加えた。解析に供したモデルでは、応答変数を各採土円筒試料の土壌理化学性とし、説明変数をカテゴリーと林齢、調査林分は変数効果とした。カテゴリーごとの土壌理化学性の平均値の推定にあたっては、時間条件を調査林分の平均林齢である34年生時に統一し、共変量である時間の影響を取り除いた。このようにして推定した土壌理化学性の平均値がカテゴリー間で有意差があるかどうかを明らかにするため、TukeyのHSD検定による多重比較検定を行った。更新位置パターンの違いが地がきによる土壌攪乱の強弱に起因するものであるとの作業仮説に基づき、更新位置パターン(1)の対照区は地表攪乱が過小なためにカンバ類が更新せず、更新位置パターン(2)の処理区は地表攪乱が過大なためにカンバ類が更新しなかったものと予想した。統計解析にはJMP ver.10.0 (SAS Inst., Cary, NC)を用いた。

結果と考察

カンバ類は処理区に更新するという調査前の予測に反し、更新位置パターンは一意的でなかった(Table S1)。地がき調査林分の大半は更新位置パターン(1)(処理区にカンバ類更新, $n = 10$)ないしは更新位置パ

ターン(2)(対照区にカンバ類更新, $n = 9$)に属し、処理区と対照区の両方に更新する更新位置パターンは少数だった。それらの林分数は、更新位置パターン(3)(全面に更新, $n = 2$)、(4)処理区に主に更新するが、(対照区にも多少更新, $n = 1$)、(5)列間の境界部に更新(処理区の両端と対照区の両肩, $n = 1$)となった。対照区では残し帯の肩(切土法面の最上部の端、法肩、残し帯の両端に位置するところ)での更新個体が多く認められ、根元が処理区側に著しく湾曲する特徴が認められた。また、林床優占種がササである場合には地がき帯か残し帯かにかかわらず林内全域がササで覆われている事例が大半であった。地がき帯には両側の残し帯からササ程が倒れ込み、地上空間をササ程が覆い尽くす場合も散見された。

前述の作業仮説が正しければ、カンバ類が更新したカテゴリー(更新位置パターン(1)の処理区、更新位置パターン(2)の対照区、更新位置パターン(3)～(5)の処理区および対照区)の土壌理化学性は更新位置パターン(1)の対照区と更新位置パターン(2)の処理区の中間の値となり、土壌理化学性のいずれかににおいて有意差が認められると期待される。各カテゴリーの土壌理化学性は大小関係においては概ね予想通りとなり、更新位置パターン(1)の対照区では地表攪乱の弱さを示唆する高TC、TN、かつ低BDの傾向を示し、更新位置パターン(2)の処理区は地表攪乱の強さを示唆する低TC、TN、かつ高BDの傾向を示した(Fig. 1a, 1b, 1d)。しかしながら、TC、TN、BDにおけるカテゴリー間の有意差は、更新位置パターン(1)および(2)の処理間(処理区と対照区)に認められたのみであった(Fig. 1a, 1b, 1d)。更新位置パターン(1)の処理区と(2)の処理区の間、および更新位置パターン(1)の対照区と(2)の対照区の間にはTC、TN、BDのいずれに関しても有意差が認められず、更新の可否が土壌理化学性に起因するものであると証することはできなかった。また、C/Nでは更新位置パターン(2)の処理間に有意差が認められるだけであり(Fig. 1c)、更新の可否との連関は見いだせなかった。

以上の結果は、土壌要因に限らない様々な要因がカンバ類の更新可否に関わることを示唆している。カンバ類は相対照度70%以上で優占する割合が高い(宮・小鹿 2004)。光環境の良否はカンバ類の成長に直結し(藤村・坂上 1985, 倉橋ら 1999)、被陰により耐乾性も低下する(丸山ら 1997)。筋状地がきの場合、対照区(残し帯)のササは地上部・地下部ともに残される。対照区ではササに被陰されるためにカンバ類の更新が困難であるとの見解は、地がきの元来の目的がササに覆われた造林未済地の解消だったことから当初は自明であると考えられた。対照区の土壌理化学性は処理区より高TC、TN、C/N、かつ低BDの傾向を示した(Fig. 1)。土壌攪乱の弱さを示唆するこれらの傾向は、更新

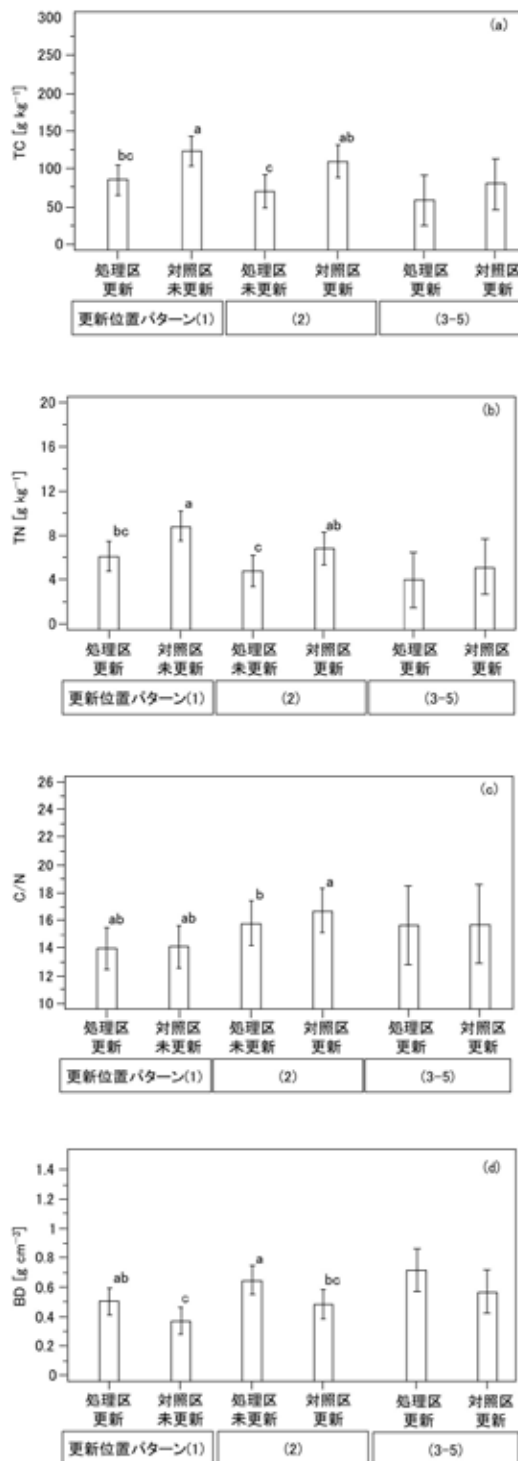


Fig. 1. カンバ類更新位置パターンと地がきの有無による土壤理化学性の違い

一般化線形混合モデル(GLMM)で予測した各カテゴリーの土壤理化学性(TC, 全炭素濃度; TN, 全窒素濃度; C/N, 炭素窒素比; BD, 細土容積重)の最小二乗平均値(共変量である時間の影響を取り除くため、時間条件を林齢34年生時に統一して推定した土壤理化学性の平均値)と90%信頼区間を示す。異なるアルファベットはTukeyのHSD検定で平均値に有意差($p < 0.05$)があることを示す。処理区と対照区の両方にカンバ類が更新した更新位置パターン(3)~(5)のカテゴリーについてはTukeyのHSD検定を行っていない。

位置パターン(1)林分の対照区で未更新となった結果を矛盾なく説明する。一方で、更新パターン(2)の対照区でなぜカンバ類が更新できたのかは未解明のままである。対照区がササに被覆される状況は更新パターン(1)と(2)で共通のはずであり、土壤理化学性にも両カテゴリー間で有意差は認められなかった。ひとつの可能性として、更新パターン(2)の林分では深めの地がきが行われ、その際発生した大量のボサ(林床植生の破断物・堆積有機物・表層土壌からなる有機物と鉱質土壌の不均質な混合物)を残し帯に残置したのではないかと推測される。実際、残し帯ではF層が厚く、ササ稈リターが15~20cmの厚さで堆積しているところが多かった。また更新パターン(2)に属するSJ-5ではかき帯と判断した幅5mの明瞭な凹地の帯の脇(対照区の両端)に幅2~3mのマウンドの列を認めており、カンバ類はそのマウンド上に更新していた。対照区の中央にはマウンドとマウンドに挟まれた細い筋状の無立木地も認められた。調査時の所感では対照区中央の無立木地は粘質な地がき帯の土壌ほど堅密でないものの、対照区両端のマウンド上よりは堅密であった。ササ植生を覆うように対照区の両端に残置されたボサ上であればササの回復も遅れ、カンバ類が定着・成長できたかもしれない。もうひとつの可能性は処理区との境界部にあたる残し帯の肩における更新である。更新位置パターン(2)では更新個体が残し帯の端に位置することも多く、根元が地がき帯側に著しく湾曲する特徴が認められた。残し帯の肩では地がき帯の地がきで側方部から光が入ると想定され、上記の根元が湾曲する特徴はカンバ類稚樹が光を求めて側方に伸長した結果かもしれない。ただし、斜面に沿って積雪層全体が移動する積雪グライドによる倒伏の影響も否定できない。また更新位置パターン(5)として残し帯の肩と地がき帯両端の双方に更新する林分も認められた。これらの観察結果は境界部のカンバ更新適性を示唆している。さらに境界部では崩土が多くカンバ類の成長に好適な土壌条件であるとの報告もある(三好1978)。

更新位置パターン(2)の処理区(カンバ類未更新)の土壤理化学性は、更新位置パターン(1)の処理区(カンバ類更新)と比較して、数値に有意差は認められなかった(Fig. 1)。したがって土壤理化学性をもってカンバ類が未更新であった理由を説明することはできないが、更新位置パターン(2)の処理区は低TC、TNかつ高BDという樹木生育にとって不利な傾向を示し、やや過度な地がきであったことが示唆された。過度な地がきは堅密(高BD)なB層の露出をもたらし、土壤物理性の低下につながる。土壤物理性は地がき地の更新成功に深く関わる(Yoshida et al. 2005, Yamazaki and Yoshida 2018)。加えて、処理区中央部は地がきによって凹状微地形となりやすい。透水性の低下と相まって融雪時などでは局所的・一時的な滞水頻度が増加した

かもしれない。カンバ類は冠水耐性が小さい（高橋ら 1987, 1988, 1989）。処理区中央部にカンバ類が生育せず、処理区両端や境界部での更新が卓越している場合には、滞水が更新阻害の一因だった可能性がある。

適度な地がきによる処理区土壌の理化学的な改変は光条件の改善に加えて、菌根形成や可給態窒素養分の増加を通じてカンバ類の更新・成長を促進する可能性が指摘されている。強度攪乱地ではシラカンバの外生菌根形成率が高く、また攪乱地土壌に特異な特定の菌根菌が優占するとの報告もある（橋本 2003）。この優占菌根菌の存在は水分・養分吸収の促進、水分・病害ストレスへの抵抗性向上を通じて、宿主であるカンバ類の成長を有利にする（橋本 2003）。またカンバ類稚樹の窒素要求性は非常に高く、窒素不足は稚樹の成長・生残に決定的な影響を及ぼす（武藤・早稲田 1956a, b, 佐藤 1960）。TN は処理区の方が対照区より低い（Fig. 1b）、地がき後の処理区は可給態窒素養分条件が良い可能性がある。地がき地における表層 30 cm 土壌の無機態窒素現存量を報告した柴田ら（2007）によると、地がき地の硝酸態窒素現存量は処理後数年間の間、対照区の 3 ～ 10 倍になるという。具体的には、アンモニウム態窒素現存量は対照区・処理区ともに処理後 1 ～ 7 年の範囲で 2gm^{-2} 程度、硝酸態窒素現存量は対照区で $<0.3\text{gm}^{-2}$ 程度、処理区で処理 1 年後 3gm^{-2} 、2 年後 2gm^{-2} 、以降 1gm^{-2} 内外と漸減する。他方、カンバ類稚樹に必要な窒素施肥条件として $4 \sim 8\text{gm}^{-2}$ の値が報告されている（シラカンバのまきつけ床・床替え床の施肥基準、佐藤 1963）。この窒素施肥基準と比較すると、地がき地では処理後 2 年間は窒素不足が生じないと考えられる。一方、対照区の無機態窒素現存量は施肥基準の $1/4 \sim 1/8$ である。ササとの養分競争も考え合わせると、対照区の無機態窒素量はカンバ類稚樹の生育に不十分である可能性が高い。なお、カンバ類 3 種は硝酸アンモニウムを窒素源とした栽培で良好な成長を示すが、ダケカンバは硝酸カルシウム、シラカンバ・ウダイカンバは硫酸アンモニウムを窒素源とした場合に成長が著しく劣化する（佐藤・早稲田 1955）。樹種間で異なる窒素源の指向性を考慮すると、利用可能な窒素量はさらに少ないものと考えられる。

カンバ類更新位置に複数のパターンが認められたのは、上記で述べたような対照区～境界部～処理区と連続／非連続的に変化するカンバ類更新の適不適に関する各種の要件が組み合わさり、各林分の地がき帯・残し帯における更新可否を決めたものと推察される。これらの立地条件の勾配を左右する様々な潜在的要因が考えうる。筋状地がきにおいては表層土壌を除去する幅（地がき仕様的一种でかき幅、刈幅と呼ばれる）が広いほど、対照区と境界部の光条件が向上すると考えられる。またその幅が同じであっても地がき方向の方位によって光条件は変化するだろう。光条件にはササ

稈密度と稈高も影響すると考えられるが、稈密度が小さく稈高が高いチシマザサと稈密度が大きく稈高が低いクマイザサ、また両種の間の特徴を有するオクヤマザサといったササ種の違いがカンバ類の光条件に与える影響は不明である。さらに地がき地の傾斜は地がき面の水分状態に影響しうる。平坦地での地がきや、急傾斜地で行われた階段状の地がき（斜面を階段状に削るため地がき地は踊り場状となる）の場合には、地がき面で融雪時などの滞水が起りやすくなり更新には不利と推定される。また、今回は土壌母材の影響については検討しなかった。しかし本研究の調査地は火山灰を母材に含む土壌と含まない土壌に大別でき（Table S1）、予備解析では火山灰を母材に含む土壌で高 TC、TN かつ低 BD という傾向が示唆された（伊藤、未発表）。非火山灰を母材とする地域ではウダイカンバの地位指数に土壌容積重が関与するとされ（塩崎・真田 1985）、地がきがカンバ類の更新に与える影響は土壌母材によって異なる可能性もある。北海道では諸火山の暦年の噴火活動を反映して、火山碎屑物（火山灰・軽石・スコリア）の堆積有無、堆積層厚、碎屑物の粒径などに大きな地域差が認められ、火山灰土壌と呼称されるものの土壌特性は決して一様ではない（北海道火山灰命名委員会 1982）。火山灰が持ついかなる特性がカンバ類の更新に影響しうるのかに関しても明らかにしたうえで、土壌母材の影響について今後検討することが必要である。

おわりに

北海道内の筋状地がきカンバ類更新林分において、かき帯以外にも残し帯にカンバ類が更新している事例が多数認められた。カンバ類更新林分の表層土壌理化学性を調査したところ、地がき作業時の土壌攪乱の強弱とカンバ類の更新位置には一定の連関があると推測された。しかし、林分ごとに異なる更新位置の差異は土壌理化学性では説明できず、土壌要因に限らない様々な要因がカンバ類の更新可否に関わることが示唆された。

謝 辞

本研究は（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所交付金プロジェクト（課題番号 201420）の研究成果である。本研究の遂行に当たり、北海道森林管理局各位に多大な協力を頂いた。

引用文献

- 青柳 正英 (1983) 道有林の「かき起こし」の実態. 北方林業, 35, 49-53.
- 藤村 好子・坂上 幸雄 (1985) シラカンバ苗木の生長におよぼす庇陰の影響. 第 96 回日本林学会大会発表論文集, 339-340.
- 橋本 靖 (2003) シラカンバに定着する外生菌根菌の生態

とその役割に関する研究. 日本菌学会会報, 44, 67-74.

北海道火山灰命名委員会 (1982) 北海道の火山灰. 23pp., 北海道火山灰命名委員会, 札幌.

伊藤 江利子・橋本 徹・相澤 州平 (2018a) 地がきカンバ更新地における表層土壌容積重の回復過程. 北方森林研究, 66, 97-100.

伊藤 江利子・橋本 徹・相澤 州平・石橋 聡 (2018b) 北海道における地がき更新補助作業と今後の課題. 森林立地, 60, 印刷中.

倉橋 良之・渋谷 正人・矢島 崇・松田 彊 (1999) 林内かき起こし地における樹木の更新と光環境. 北海道大学農学部演習林研究報告, 56, 55-69.

丸山 温・北尾 光俊・森 茂太 (1997) 異なる光条件下で育てた広葉樹数種の葉の水分特性. 日本林学会北海道支部論文集, 45, 35-37.

宮 久史・小鹿 勝利 (2004) 林内かき起こし地における更新樹種の分布特性. 北海道大学演習林研究報告, 61, 1-10.

三好 英勝 (1978) 天然林かき起こし作業による稚樹の発生と生長. 北方林業, 30, 39-42.

三好 英勝 (1996) 道有林におけるかき起こし作業の成果. 北方林業, 48, 105-108.

武藤 憲由・早稲田 収 (1956a) 窒素・リン酸・加里の欠如時期及び期間がウダイカンバ稚苗の生育に及ぼす影響. 第 65 回日本林学会大会講演集, 168-169.

武藤 憲由・早稲田 収 (1956b) 窒素・リン酸・加里の欠如時期及び期間がメジロカンバ稚苗の生育に及ぼす影響. 第 67 回日本林学会大会講演集, 148-150.

佐藤 清左衛門 (1960) シラカバ稚苗の栄養試験. 日本森林学会誌, 42, 445-447.

佐藤 清左衛門 (1963) 広葉樹—カンバ・ハンノキ類の育苗編. 北方森林叢書第 24 集, 北方林業会, 95pp.

佐藤 義夫・早稲田 収 (1955) カバ属稚苗の成育と水素イオン濃度及び窒素源との関係. 第 64 回日本林学会大会講演集, 156-158.

柴田 英昭・小澤 恵・佐藤 冬樹・笹 賀一郎 (2007) 森林施業に伴う地表処理が土壌窒素動態に及ぼす影響とそのメカニズム. 日本森林学会誌, 89, 314-320.

塩崎 正雄・真田 悦子 (1985) ウダイカンバの生長と土壌条件. 北方林業, 37, 261-264.

高橋 邦秀・藤村 好子・小池 孝良 (1987) 北海道産落葉広葉樹の冠水耐性 (I). 日本林学会北海道支部論文集, 35, 159-161.

高橋 邦秀・藤村 好子・小池 孝良 (1988) 北海道産落葉広葉樹の冠水耐性 (II): 耐性の季節変化. 日本林学会北海道支部論文集, 36, 99-101.

高橋 邦秀・藤村 好子・小池 孝良 (1989) 北海道産落葉広葉樹の冠水耐性 (III): 開芽期における耐性. 日本林学会北海道支部論文集, 37, 7-8.

滝川 貞夫 (1993) 北海道における掻起こしによる更新地の現状. 北海道大学演習林試験年報, 11, 62-64.

梅木 清 (2003) 北海道における天然林再生の試み—かき起こし施業の成果と課題—. 日本森林学会誌, 85, 246-251.

Yamazaki, H. and Yoshida, T. (2018) Significance and limitation of scarification treatments on early establishment of *Betula maximowicziana*, a tree species producing buried seeds: effects of surface soil retention. Journal of Forest Research, 23, 166-172.

Yoshida, T., Iga, Y., Ozawa, M., Noguchi, M. and Shibata, H. (2005) Factors influencing early vegetation establishment following soil scarification in a mixed forest in northern Japan. Canadian Journal of Forest Research, 35, 175-188.

補足電子資料

以下はオンライン版のみの掲載となります。

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/bulletin/450/index.html>

Table S1. 調査地一覧

地がき, 更新林分, および立地条件

¹⁾ 世界測地系, ²⁾ 判明分のみ, ³⁾ 本文内の調査地と方法を参照, ⁴⁾ 立木密度 > 250 本 ha⁻¹ の樹種のみ、複数のカンバ種が生育する場合は優占度の高い順に示す. Be, ダケカンバ (*Betula ermanii* Cham.); Bm, ウダイカンバ (*Betula maximowicziana* Regel); Bp, シラカンバ (*Betula pendula* subsp. *mandshurica* (Regel) Ashburner & McAll.), ⁵⁾ Ae, タラノキ (*Aralia elata* (Miq.) Seem.); Ah, ケヤマハンノキ (*Alnus hirsuta* (Spach) Rupr.); Aj, ハウチワカエデ (*Acer japonicum* C.P.Thunberg ex A.Murray); Ap1, イタヤカエデ (*Acer pictum* subsp. *mono* (Maxim.) H.Ohashi); Ap2, ベニイタヤ (*Acer pictum* subsp. *mayrii* (Schwer.) H.Ohashi); Cc, ミズキ (*Cornus controversa* Hemsl.); Cs, コシアブラ (*Chengiopanax sciadophylloides* (Franch. & Sav.) C.B.Shang & J.Y.Huang); Fm, ヤチダモ (*Fraxinus mandshurica* Rupr.); Hp, ノリウツギ (*Hydrangea paniculata* Siebold); Ja, オニグルミ (*Juglans ailanthifolia* Carrière); Ks, ハリギリ (*Kalopanax septemlobus* Koidz.); Ma, ヤマゲワ (*Morus australis* Poir.); Mo, ホオノキ (*Magnolia obovate* Thunb.); Pa, キハダ (*Phellodendron amurense* Rupr.); Pr, サクラ属 (*Prunus* spp.); Ps, ヤマナラシ (*Populus sieboldii* Miq.); Qm, ミズナラ (*Quercus mongolica* subsp. *crispula* (Blume) Menitsky); Sa1, ヤナギ属 (*Salix* spp.); Sa2, アズキナシ (*Sorbus alinifolia* (Sieb. & Zucc.) C.Koch); Sc1, バッコヤナギ (*Salix caprea* L.); Sc2, ナナカマド (*Sorbus commixta* Hedl.); Tj, シナノキ (*Tilia japonica* (Miq.) Simonk.); Tm, オオバボダイジュ (*Tilia maximowicziana* Shiras.); Ul, オヒョウ (*Ulmus laciniata* Mayr), ⁶⁾ Sk, チシマザサ (*Sasa kurilensis* Makino & Shibata); Ss, クマイザサ (*S. senanensis* Rehder); Sc, オクヤマザサ (*S. cernua* Makino, チシマザサ—チマキザサ複合体 the *S. kurilensis* – *S. senanensis* complex)

Spatial distribution of regenerated birch trees in strip-scarified stands

Eriko ITO ^{1)*}, Toru HASHIMOTO ¹⁾, Shuhei AIZAWA ²⁾,
Naoyuki FURUYA ¹⁾ and Satoshi ISHIBASHI ¹⁾

Abstract

Soil scarification is a natural regeneration practice that has been developed as a low-cost birch reforestation technique on Hokkaido, the northernmost main island of Japan. Scarification removes forest floor organic matter and surface soil. Contrary to our expectations, some stands had regenerated along control (non-scarified) lines. To clarify the effects of soil disturbance due to scarification on the locations of regenerated birch trees, we investigated the physicochemical properties of surface soils (depth: 0–5 cm) at 25 scarification-regenerated birch forests treated from the 1970s to the 1990s. In the strip-scarified stands examined in this study, the locations of regenerated birch trees on treatment and control lines were not explained by soil properties. The results of this study show that the various patterns in distribution of regenerated birch trees observed in these stands might be due to combinations of various factors that are not limited to soil properties.

Key words: *Betula* sp., regeneration, strip-soil scarification, physicochemical soil properties

Received 30 October 2018, Accepted 18 January 2019

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

2) Department of Forest Soils, FFPRI

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

研究資料 (Research record)

森林総合研究所多摩森林科学園の直翅類

松本 和馬^{1)*}、佐藤 理絵²⁾、井上 大成³⁾、大谷 英児⁴⁾

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直翅類昆虫(陸生の多新翅類:ガロアムシ目・革翅目・ナナフシ目・カマキリ目・ゴキブリ目・等翅目・直翅目)75種を採集した標本に基づき記録し、さらに直翅目1種を鳴き声により記録した。記録された種には森林の卓越する環境を反映して森林を生息環境とする種が多く、草原性種は少ないことが確認できた。東京都のレッドリスト種では、南多摩地区において「情報不足」とされている5種、「絶滅危惧II類」とされている1種、「絶滅危惧IA類」とされている1種、「記録無し」とされている1種が記録された。外来種も3種が記録された。これらの種の生息状況について考察した。

キーワード:昆虫相、直翅類、多摩森林科学園、東京都

はじめに

東京都八王子市廿里町の森林総合研究所多摩森林科学園(以下「科学園」と略記)は、総面積は56.1haで、その大部分は樹林に覆われている。この園内の昆虫相に関する報告は、粘管目(Nijima 1971)、半翅目カイガラムシ類(河合 1973)、原尾目(Imadate 1974)、甲虫目の一部(岩田ら 1991, 1993, 松本ら 2014)、鱗翅目チョウ類(松本 2006)、双翅目(松本ら 2007)、蜻蛉目(松本 2009)などの分類群に限られている。本報ではこれまでに科学園で確認された広義の直翅類(多新翅類のうち水性の積翅目を除く:ガロアムシ目、革翅目、ナナフシ目、カマキリ目、ゴキブリ目、等翅目、直翅目)の目録を報告する。

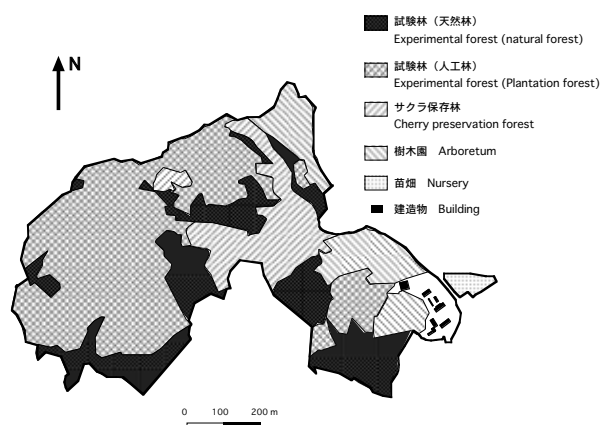


Fig. 1. 森林総合研究所多摩森林科学園の概況図。
Sketch map of the Tama Forest Science Garden, the Forestry and Forest Products Research Institute.

科学園の樹林は、試験林(39.8 ha)、樹木園(6.9 ha)およびサクラ類の系統保存を目的としたサクラ保存林(8.0 ha)に区分される。試験林はさらに人工林と天然林(二次林)に区分される。人工林の主な植栽樹種にはイチョウ(*Ginkgo bioloba* L.)、スギ(*Cryptomeria japonica* (L.f.) D. Don)、ヒノキ(*Chamaecyparis obtusa* (Sieb. et Zucc.) Endlicher)、テーダマツ(*Pinus taeda* L.)、ケヤキ(*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino)、クヌギ(*Quercus acutissima* Carruthers)、コナラ(*Q. serrata* Murray)、シラカシ(*Q. myrsinaefolia* Blume)、オニグルミ(*Juglans mandshurica* Maxim. subsp. *sieboldiana* (Maxim.) Kitamura)、カツラ(*Cercidiphyllum japonicum* Sieb. et Zucc.)などがあり、ほかにも多くの樹種の小規模林分がある。これらは大部分が大正から昭和初期の更新による高齢林で林冠の鬱閉度が高く、最近刈払いを行っていないため低木層にアオキ(*Aucuba japonica* Thunb.)、ヒサカキ(*Eurya japonica* Thunb.)、ツバキ(*Camellia japonica* L.)などの耐陰性の常緑低木やアラカシ(*Q. glauca* Thunb.)の幼樹が多い。幕末に植えられたヒノキ林もあり、そこには天然更新によるモミ(*Abies firma* Sieb. et Zucc.)、アラカシ、スダジイ(*Castanopsis cuspidate* var. *sieboldii* (Makino) Nakai)が混じり、天然林と紛らわしい部分もある。天然林の高木層・亜高木層にもモミ、アラカシ、スダジイが多く、これらに混じってカヤ(*Torreya nucifera* Sieb. et Zucc.)、ウラジロガシ(*Q. salicina* Oerst. var. *stenophylla* Honda)、コナラ、ケヤキ、エノキ(*Celtis sinensis* Persoon)、ヤマザクラ(*Cerasus jamasakura*

原稿受付:平成30年11月9日 原稿受理:平成30年12月27日

1) 元森林総合研究所 東北支所

2) アジア航測株式会社(2016年3月まで千葉大学大学院園芸学研究科)

3) 森林総合研究所 多摩森林科学園

4) 元森林総合研究所 多摩森林科学園

* 東京都八王子市

(Koidzumi) Ohba)、イイギリ (*Idesia polycarpa* Maxim.)、ミズキ (*Cornus controversa* Hemsley)、カラスザンショウ (*Fagaria aplanthoides* (Sieb. et Zucc.) などが点在している。高木層を構成する樹木は大径木が多く、林冠は鬱閉しており、亜高木層以下にも常緑樹が多い。サクラ保存林は疎林的で明るく、除草されているため低木層は発達せず、カラムシ (*Boehmeria nivea* (L.) Gaud.)、ススキ (*Miscanthus sinensis* Andersa) など草本類が密生している。樹木園は樹種や植栽密度により状況が異なるが、概して大径木が多く、被陰されて草本層の発達が悪い所が多いが、明るく草本類が多い所も混在する。樹木園も除草されているため、植栽木以外の低木は少ない。このほかに苗畑 (0.4 ha) があり、高木がほとんどない開放的な空間となっている。また、庁舎周辺は樹木の植え込みと芝生の庭園と建築物が混在し、舗装箇所や裸地状の箇所もある。

科学園の構内で 1989 年から 1991 年まで、および 2000 年から 2018 年までの期間に筆者らの採集により得られた標本、鳴き声の記録、およびこの期間に筆者ら以外の科学園職員が採集した標本に基づき以下の目録を作成した。筆者らが採集した標本、鳴き声の記録については採集者・記録者名を KM (松本和馬)、RS (佐藤理絵)、TI (井上大成)、EO (大谷英児) と略し、他者の採集による場合はラベルに記された採集者名がローマ字表記あるいは姓のみの場合でも明白である限り姓名を漢字で示し、確認できなかった場合はそのまま記した。鳴き声で確認されたデータは標本が得られなかった種についてのみ示した。翅の長さや色彩に多型が見られる種で比較的少ない型の標本が得られている場合は括弧書きで示した。

同定には主に日本直翅類学会 (2006, 2016) を参照し、和名と学名および分類体系は主に日本直翅類学会 (2016) に従った。ただし同書のハサミムシ目、シロアリ目、バッタ目の呼称にはそれぞれ従来の革翅目、等翅目、直翅目を用いた。また、同書では「シロアリ目はキゴキブリ科 (Cryptocercidae) の姉妹群」であるとしつつ、シロアリ類をゴキブリ目には含めず「シロアリ目 Epifamily Termitoidea」としているが、本報では従来の分類に従って「Isoptera 等翅目」とした。国内の直翅類の分類学的研究は、近年再検討が進んだため、従来よく知られて来た種であっても学名が変わったり、隠蔽種の発見により同定困難種となったりしている場合があり、それらの扱いに関してはとくに注を付けた。同定困難なアリツカコオロギ類に関して、Maruyama (2004) および日本直翅類学会 (2006) は走査電子顕微鏡画像で観察できる体表の微細な鱗毛の形態に種間差があることを示し、吉岡 (2017) は生物顕微鏡の光学画像によっても鱗毛の形態的特徴をある程度観察できることを報告した。また、アリツカコオロギ類には寄主アリに種特異性があり、色彩や体サイズにも種差が

ある場合もあるのでこれらの点も考慮しつつ、落射照明を用いた光学顕微鏡で倍率 200 倍及び 400 倍で体表の鱗毛の観察を行い同定した。また寄主のアリの種名も記録した。アリの同定は寺山ら (2014) に従った。

目 録

1. Grylloblattodea ガロアムシ目

1.1 Grylloblattidae ガロアムシ科

1.1.1 *Galloisiana nipponensis* (Caudell & King, 1924) ガロアムシ

1 ♂, 30 iv 2003 KM.

2. Dermaptera 革翅目

2.1 Anisolabididae ハサミムシ科

2.1.1 *Anisolabella marginalis* (Dohrn, 1864) ヒゲジロハサミムシ

1 ♀, 9 viii 2001 KM; 1 ♀, 20 ix 2001 KM; 1 ♀, 6 v 2002 KM; 1 ♀, 3 vi 2002 KM; 1 ♀, 23 vi 2002 KM; 1 ♀, 16 vii 2002 KM; 1 ♀, 19 vi 2003 KM; 1 ♀, 20 vi 2003 KM.

2.2 Forficulidae クギヌキハサミムシ科

2.2.1 *Eparchus yezoensis* (Shiraki, 1905) エゾハサミムシ

1 ♂, 16 vii 1997 S. Shimano; 2 ♂♂^{注 1)}, 29 v 2001 KM; 1 ♂, 14 vii 2001 KM; 1 ♂, 26 vi 2003 KM; 1 ♂, 17 vii 2003 KM; 1 ♀, 17 iv 2004 KM; 3 ♂♂ 1 ♀, 5 vii 2005 KM; 1 ♀, 13 vii 2005 KM.

2.2.2 *Anechura harmandi* (Burr, 1904) コブハサミムシ

1 ♂, 20 vi 2005 KM.

3. Phasmatodea ナナフシ目

3.1 Phasmatidae ナナフシモドキ科

3.1.1 *Ramulus mikado* (Rehn, 1904) ナナフシモドキ

2 ♂♂, 25 vi 2001 KM; 1 ♀, 16 vii 2001 KM; 1 ♀, 18 vii 2001 KM; 1 ♀, 10 viii 2001 KM.

3.2 Diapheromerida トビナナフシ科

3.2.1 *Micadina phluctainoides* (Rehn, 1904) ニホントビナナフシ

2 ♀♀, 26 x 2000 KM; 1 ♀, 25 xii 2003 KM.

3.2.2 *Micadina yasumatsui* Shiraki, 1935 ヤスマツトビナナフシ

1 ♀, 12 ix 1990 KM.

4. Mantodea カマキリ目

4.1 Hymenopodidae ハナカマキリ科

4.1.1 *Acromantis japonica* Westwood, 1889 ヒメカマキリ

1 ♂, 21 ix 1990 KM ; 1 ♂, x 1990 KM ; 1 ♀, 30 ix 1998 串田保 ; 1 ♂, 17 ix 2001 KM ; 1 ♀, 4 ix 2004 KM.

4.2 Mantidae カマキリ科

4.2.1 *Amantis nawai* (Shiraki, 1908) ヒナカマキリ

1 ♀, 26 ix 1995 KM ; 1 ♀ (終齢幼虫), 17 viii 2000 ; 1 ♀, 1 ix 2000 KM ; 2 ♀♀, 14 ix 2000 ; 1 ♀, 25 ix 2000 KM ; 1 ♂, 26 ix 2000 KM ; 1 ♀, 3 ix 2002 KM ; 1 ♂, 19 x 2002 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 2 x 2003 ; 1 ♂, 4 ix 2004 KM ; 1 ♂, 7 ix 2004 KM ; 1 ♂, 8 ix 2004 KM ; 1 ♀, 13 ix 2004 KM ; 3 ♀♀, 30 ix 2004 KM ; 1 ♂, 8 x 2004 KM ; 1 ♀, 21 x 2004 KM ; 1 ♀, 25 x 2004 KM ; 1 ♂, 3 xi 2004 KM ; 1 ♂, 5 ix 2005 KM ; 1 ♀, 31 viii 2006 KM ; 1 ♀, 3 ix 2006 KM ; 1 ♂, 4 ix 2006 KM ; 1 ♂, 7 ix 2006 KM ; 1 ♂, 11 ix 2006 KM ; 1 ♀, 21 ix 2006 KM ; 1 ♂, 24 ix 2006 KM ; 1 ♀, 25 ix 2006 KM ; 1 ♀, 7 ix 2006 KM ; 1 ♀, 22 ix 2006 KM ; 1 ♀, 1 xi 2007 KM ; 1 ♂, 23 ix 2008 KM ; 1 ♀, 31 x 2008 H. Nagano ; 1 ♀, 9 xi 2008 KM ; 2 ♀♀, 21 ix 2010 KM ; 3 ♀♀, 25 ix 2010 KM ; 1 ♀, 9 x 2015 KM.

4.2.2 *Statilia maculata* (Thunberg, 1784) コカマキリ

1 ♂, 12 ix 1990 KM ; 1 ♂ 1 ♀ (緑色型), 21 ix 1990 KM ; 1 ♂, ix 1990 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 14 ix 2000 KM ; 1 ♀, 20 ix 2000 KM ; 1 ♀, 26 ix 2000 KM ; 1 ♂, 24 x 2000 KM ; 1 ♂, 12 ix 2001 KM ; 1 ♂ 1 ♀ (緑色型), 25 ix 2001 KM ; 1 ♀ (緑色型), 13 ix 2003 KM ; 1 ♂, 1 x 2003 KM ; 1 ♀, 2 x 2003 KM ; 1 ♂, 3 x 2003 KM ; 1 ♀ (緑色型), 7 x 2003 KM ; 2 ♀♀, 17 x 2003 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 20 x 2003 KM ; 1 ♀, 24 x 2003 KM ; 1 ♀ (緑色型), 20 xi 2003 KM ; 2 ♀♀ (ともに緑色型), ix 2006 KM.

4.2.3 *Tenodera sinensis* Saussure, 1871 オオカマキリ

1 ♂, 12 ix 1990 KM ; 1 ♂, 9 x 1999 新島溪子 ; 1 ♀, 6 x 2000 KM ; 1 ♂, 28 x 2000 KM ; 1 ♂, 26 ix 2001 KM ; 1 ♂, 27 ix 2001 KM ; 1 ♂, 17 ix 2002 KM ; 1 ♂, 19 ix 2002 KM ; 1 ♀, 21 ix 2002 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 4 x 2002 KM ; 1 ♂, 26 ix 2008 永野裕 ; 1 ♂, 3 ix 2015 KM.

4.2.4 *Hierodula patellifera* (Audinet-Serville, 1839) ハラビロカマキリ

1 ♀, 6 xi 2000 KM ; 1 ♀, 23 x 2001 KM ; 1 ♀ (褐色型), 17 x 2001 KM ; 1 ♂, 16 xi 2003 KM.

4.2.5 *Hierodula* sp. ムネアカハラビロカマキリ

1 ♀, 12 x 2000 KM ; 1 ♀, 25 ix 2001 KM ; 1 ♀, 11 x 2001 KM ; 18 xii 2001 KM ; 1 ♀, 19 ix 2002 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 26 ix 2008 永野裕 ; 1 ♂ 2 ♀♀ (すべて終齢幼虫), 20 viii 2014 RS ; 1 ♀, 9 x 2015 KM ; 1 ♀ (終齢幼虫), 21 viii 2016 RS ; 1 ♀, 26 ix 2016 KM ; 1 ♀, 24 ix 2017 KM.

5. Blattodea ゴキブリ目

5.1 Blattidae ゴキブリ科

5.1.1 *Periplaneta fuliginosa* Serville, 1838 クロゴキブリ

1 ♂, 10 vii 1997 KM ; 1 ♂, 9 viii 2000 KM ; 1 ♀, 6 xi 2000 KM ; 1 ♀, 1 x 2001 KM ; 1 ♂, 8 ii 2002 KM ; 1 ♀, 14 iii 2002 KM ; 2 ♂♂, 7 ix 2002 KM.

5.1.2 *Periplaneta japonica* Karny, 1908 ヤマトゴキブリ

1 ♂, 6 vi 2000 KM ; 1 ♀, 11 vi 2000 KM ; 1 ♂, 5 vii 2000 KM ; 1 ♀, 11 vii 2000 KM ; 1 ♀, 18 vi 2002 KM ; 1 ♀, 21 vi 2002 KM.

5.2 Ectobiidae チャバネゴキブリ科

5.2.1 *Blattella nipponica* Asahina, 1964 モリチャバネゴキブリ

1 ♂, 6 vi 2000 KM ; 1 ♂, 27 vii 2001 KM ; 1 ♂, 7 vi 2004 KM ; 1 ♀, 1 vi 2001 KM ; 1 ♀, 11 vi 2001 KM.

5.3. Panesthiidae オオゴキブリ科

5.3.1 *Panesthia angustipennis spadica* (Shiraki, 1906) オオゴキブリ

1 ♀, 22 ii 1990 KM ; 1 ♀, 4 ix 1990 KM ; 1 ♀, 27 viii 1998 永野昌博 ; 1 ♂, 17 vii 2000 KM ; 1 ♂, 29 viii 2000 KM ; 1 ♂, 27 viii 2002 KM ; 1 ♂, 13 viii 2009 TI.

6. Isoptera 等翅目

6.1 Rhinotermitidae ミゾガシラシロアリ科

6.1.1 *Reticulitermes speratus speratus* (Kolbe, 1885) ヤマトシロアリ

7 exs (有翅虫), 10 v 2001 KM.

7. Orthoptera 直翅目

7.1 Gryllidae コオロギ科

7.1.1 *Teleogryllus emma* (Ohmachi & Matsuura, 1951) エンマコオロギ

1 ♂, x 1990 KM ; 2 ♂♂ 1 ♀, 15 ix 2000 KM ; 1 ♀, 12 ix 2001 KM ; 1 ♀, 27 ix 2001 KM.

7.1.2 *Modicogryllus siamensis* Chopard, 1961 タンボコオロギ

3 ♀♀, 12 ix 2001 KM ; 1 ♀, 15 ix 2016 KM ; 1 ♀, 15 ix 2002 KM ; 1 ♀, 26 viii 2017 KM.

7.1.3 *Comidoblemmus nipponensis* (Shiraki, 1913) ヒメコオロギ

1 ♂, 18 x 2002 KM.

7.1.4 *Loxoblemmus sylvestris* Matsuura, 1988 モリオカメコオロギ

1 ♀, ix 1990 KM ; 1 ♂ 2 ♀♀, 1 x 1990 KM ; 1 ♀, 2 ix

2000 KM ; 1 ♀, 15 ix 2000 KM ; 1 ♀, 17 ix 2000 KM ; 1 ♂, 26 ix 2000 KM ; 1 ♀, 3 ix 2001 KM ; 4 ♂♂, 12 ix 2001 KM ; 2 ♂♂, 14 ix 2001 KM ; 1 ♂, 15 ix 2001 KM ; 1 ♂, 24 ix 2001 KM ; 1 ♂, 17 x 2001 KM ; 1 ♂, 31 x 2001 KM ; 1 ♀, 19 xi 2003 KM ; 1 ♀, 26 ix 2016 KM ; 1 ♂ 7 ♀♀, 30 ix 2016 KM ; 1 ♂, 2 x 2016 KM ; 3 ♀♀, 7 x 2016 KM ; 1 ♀, 18 x 2016 KM ; 1 ♂, 25 ix 2017, KM.

7.1.5 ハラオカメコオロギ *Loxoblemmus campestris* Matsumura, 1988

1 ♂, 6 xi 2016 RS.

7.1.6 *Loxoblemmus aomoriensis* Shiraki, 1930 タンボオカメコオロギ

1 ♂, 14 x 2000 KM ; 1 ♀, 3 ix 2001 KM ; 1 ♀, 12 ix 2001 KM ; 1 ♀, 13 ix 2001 KM ; 1 ♀, 24 x 2001 KM ; 1 ♂, 18 x 2003 KM ; 1 ♀, 24 viii 2004 ; 1 ♂ 1 ♀, 30 ix 2016 KM ; 1 ♀, 2 x 2016 KM.

7.1.7 *Loxoblemmus doenitzi* Stein, 1881 ミツカドコオロギ

1 ♀, 1 x 1990 KM ; 1 ♂, 14 ix 2001 KM ; 1 ♂, 11 x 2001 KM ; 1 ♂, 25 ix 2016 RS.

7.1.8 *Velarifictorus micado* (Saussure, 1877) ツツレサセコオロギ

2 ♂♂, 23 ix 2016 KM.

7.1.9 *Sclerogryllus punctatus* (Brunner von Wattenwyl, 1893) クマスズムシ

1 ♀, 6 xi 2002 KM ; 1 ♂, 18 x 2003 KM ; 1 ♂, 20 x 2003 KM ; 1 ♂, 4 ix 2004 KM ; 1 ♂, 25 ix 2017 KM.

7.2 Eneopteridae マツムシ科

7.2.1 *Truljalia hibernonis* (Matsumura, 1917) アオマツムシ

1 ♀, ix 1990 KM ; 1 ♀, 12 viii 1990 KM ; 1 ♀, x 1990 KM ; 1 ♀, 14 ix 2000 KM ; 1 ♀, 17 ix 2000 KM ; 1 ♀, 19 ix 2000 KM ; 2 ♂♂, 12 ix 2001 KM ; 1 ♂, 13 ix 2001 KM ; 1 ♀, 16 ix KM ; 1 ♀, 19 x 2001 KM ; 2 ♀♀, 25 x 2001 KM ; 1 ♀, 17 xi 2001 KM ; 1 ♂, 30 ix 2004 KM.

7.2.2 *Oecanthus longicauda* Matsumura, 1904 カンタン^{注2)}

鳴き声, 18 x 2015 EO ; 鳴き声, 6 xi 2016 RS.

7.3 Trigonidiidae ヒバリモドキ科

7.3.1 *Trigonidium japonicum* Ichikawa, 2001 キアシヒバリモドキ

2 ♀♀, 13 ix 2001 KM.

7.3.2 *Svistella bifasciata* (Shiraki, 1913) クサヒバリ

1 ♂, 21 x 2000 KM ; 1 ♀, 12 ix 2001 KM ; 1 ♂, 13 ix 2001 KM ; 1 ♂, 14 ix 2001 KM ; 1 ♂, 27 viii 2006 KM.

7.3.3 *Amusurgus genji* (Furukawa, 1970) ウスグモスズ

1 ♀, 3 ix 2005 KM.

7.3.4 *Pteronemobius ohmachii* (Shiraki, 1930) ヤチスズ

1 ♂ 3 ♀♀, 13 ix 2001, KM ; 1 ♀, 27 ix 2001, KM ; 1 ♀, 24 x 2001, KM.

7.3.5 *Pteronemobius* sp. キタヤチスズ^{注3)}

1 ♀, 18 x 2002 KM.

7.3.6 *Dianemobius nigrofasciatus* (Matsumura, 1904) マダラスズ

1 ♀, 2 xi 2001 KM ; 1 ♂, 26 ix 2016, KM ; 1 ♂ 3 ♀♀, 30 ix 2016, KM ; 2 ♀♀, 23 x 2016, KM ; 1 ♀, 6 x 2018, KM.

7.3.7 *Polionemobius flavoantennalis* (Shiraki, 1913) ヒゲシロスズ

1 ♀, 14 ix 2001 KM ; 1 ♂, 31 x 2001 KM ; 1 ♂, 18 x 2002 KM ; 1 ♀, 25 ix 2017 KM ; 1 ♀, 1 x 2017 KM.

7.4 Mogoplistidae カネタタキ科

7.4.1 *Ornebius kanetataki* (Matsumura, 1904) カネタタキ

1 ♀, ix 2000 KM ; 1 ♀, 12 vii 2001 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 13 ix 2001 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 14 ix 2001 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 20 ix 2001 KM ; 1 ♀, 11 x 2001 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 16 ix 2018 KM.

7.5 Myrmecophilidae アリツカコオロギ科

7.5.1 *Myrmecophilus teranishii* Teranishi, 1914 テラニシアリツカコオロギ^{注4)}

1 ♂, 3 ix 2001 KM ; 1 ♀, 30 ix 2004 KM ; 2 ♂♂, 26 vi 2016 KM.

Symbiotic host : *Lasius orientalis* Karawajew, 1912 テラニシクサアリ

7.5.2 *Myrmecophilus tetramorii* Ichikawa, 2001 サトアリツカコオロギ^{注5)}

1 ♂ 2 ♀♀, 22 v 2016 KM/RS ; 2exs (幼虫), 13 ix 2016 KM.

Symbiotic host : *Tetramorium tsushimae* Emery, 1925 トビイロシワアリ

7.6 Rhaphidophoridae カマドウマ科

7.6.1 *Diestrammena japonica* Blatchley, 1920 マダラカマドウマ

1 ♂, 28 x 2000 KM ; 1 ♂, 28 xi 2000 KM ; 1 ♀, 16 ix 2000 KM ;

7.6.2 *Diestrammena elegantissima* Griffini, 1912 コノシタウマ

2 ♂♂, 29 vi 2000 KM ; 1 ♀, 13 ix 2000 KM ; 2 ♂♂, 14 ix 2000 KM ; 2 ♂♂ 1 ♀, 15 ix 2000 KM ; 2 ♂♂, 29 viii 2001 KM ; 1 ♀, 17 xi 2005 KM.

7.7 Gryllacrididae コロギス科

7.7.1 *Prosopogryllacris japonica* (Matsumura & Shiraki, 1908) コロギス

1 ♀, 19 vii 2000 KM ; 1 ♂, 22 vii 2005 KM.

7.7.2 *Nippancistroger testaceus* (Matsumura & Shiraki, 1908) ハネナシコロギス

1 ♀, 17 ix 2000 KM ; 1 ♂, 22 xi 2002 KM ; 1 ♂, 5 vii 2003 KM ; 1 ♂, 18 xi 2005 KM.

7.8 Tettigoniidae キリギリス科

7.8.1 *Tettigonia orientalis* Uvarov, 1924 ヤブキリ

1 ♂, ix 1990 KM ; 1 ♂, 7 viii 1990 KM ; 1 ♂, 19 vii 2000 KM ; 1 ♀, 1 viii 2003 KM.

7.8.2 *Chizuella bonneti* (Bolívar, 1890) コバネヒメギス

1 ♂ 1 ♀, 31 vii 2003 KM ; 1 ♂, 31 viii 2003 KM.

7.8.3 *Ruspolia lineosa* (Walker, 1869) クサキリ

1 ♂, 9 viii 2001 ; 1 ♀, 3 ix 2001 KM ; 1 ♂ 2 ♀♀, 12 ix 2001 KM ; 1 ♀, 14 ix 2001 KM ; 1 ♀, 28 ix 2001 KM ; 1 ♀, 29 viii 2002 KM ; 1 ♀, 6 xi 2003 KM ; 1 ♀, 29 x 2003 KM.

7.8.4 *Ruspolia dubia* (Redtenbacher, 1891) ヒメクサキリ

1 ♂, 17 ix 2000 KM.

7.8.5 *Xestophrys javanicus* Redtenbacher, 1891 シブイロカヤキリ

1 ♂, 11 iv 2004.

7.8.6 *Euconocephalus varius* (Walker, 1869) クビキリギリス

1 ♀, 18 x 2002 KM ; 1 ♀, 19 vi 2003 KM ; 1 ♀, 26 vi 2016 KM.

7.8.7 *Hexacentrus* sp. ウマオイ属の1種^{注6)}

1 ♀, 12 ix 1990 KM ; 1 ♀, 21 ix 1990 KM ; 1 ♀ (褐色型), 7 x 1990 KM ; 1 ♀, 25 ix 2002 KM ; 1 ♀, 30 x 2002 KM ; 1 ♀, 11 viii 2016 RS.

7.9 Meconematidae ササキリモドキ科

7.9.1 *Xiphidiopsis albicornis* (Motschoulsky, 1866) セスジササキリモドキ

1 ♂, 23 x 1989 KM ; 1 ♂, ix 1990 KM ; 1 ♀, ix 1990 KM ; 1 ♀, 17 ix 2000 KM ; 1 ♀, 30 ix 2000 KM ; 1 ♀, 14 ix 2001 KM ; 1 ♀, 25 ix 2001 KM ; 1 ♀, 30 ix 2001 KM ; 1 ♀, 11 x 2001 KM ; 1 ♀, 8 viii 2002 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 13 viii 2002 KM ; 1 ♀, 21 viii 2002 KM ; 1 ♀, 29 viii 2002 KM ; 1 ♀, 16 xi 2003 KM ; 1 ♀, 30 xi 2003 KM ; 1 ♀, 24 viii 2006 KM ; 1 ♀, 21 viii 2016 KM.

7.9.2 *Leptoteraura* sp. ヒメツコムシ^{注7)}

1 ♀, 24 x 2000 KM ; 1 ♂, 17 xi 2001 KM ; 1 ♂, 3 xii 2001 KM ; 1 ♂, 31 x 2003 KM ; 1 ♂, 27 xi 2003 KM ; 1 ♀, 28 ix 2004 KM ; 1 ♀, 21 viii 2016 KM.

7.10 Phaneropteridae ツコムシ科

7.10.1 *Phaneroptera nigroantennata* Brunner von Wattenwyl, 1878 アシグロツコムシ

1 ♀, 23 x 1989 KM ; 1 ♂, 4 ix 1990 KM ; 1 ♂, 1 x 1990 KM ; 1 ♂, 17 ix 2000 ; 1 ♂, 16 x 2000 ; 1 ♀, 12 ix, 2001 KM ; 1 ♀, 13 ix, 2001 KM ; 1 ♂, 15 ix, 2001 KM ; 2 ♀♀, 24 ix, 2001 KM ; 1 ♀, 15 x, 2001 KM.

7.10.2 *Ducetia japonica* (Thunberg, 1815) セスジツコムシ

1 ♂ 2 ♀♀, 23 x 1989 KM ; 1 ♂, 12 ix 1990 KM ; 1 ♀, 1 ix 2000 KM ; 1 ♀, 16 x 2000 KM ; 1 ♂, 28 viii 2001 KM ; 2 ♂♂ 3 ♀♀, 12 ix 2001 KM ; 1 ♂, 27 viii 2002 KM ; 1 ♀, 25 x 2002 KM ; 1 ♀, 10 xi 2002 KM ; 1 ♂, 21 viii 2016 (幼虫採集, 29 viii 2016 飼育羽化) KM ; 1 ♂, 2 x 2016 KM ; 1 ♀, 18 x 2016 KM.

7.10.3 *Phaulula macilenta* Ichikawa, 2004 ヒメクダマキモドキ

1 ♂ (褐色型), 13 vii 1990 KM ; 1 ♂, 12 ix 1990 KM ; 1 ♂, 31 ix 1990 KM ; 1 ♀, 17 xi 2001 KM.

7.10.4 *Holochlora japonica* Brunner von Wattenwyl, 1878 サトクダマキモドキ

1 ♀, ix 1990 KM ; 1 ♂, 21 x 2000 KM ; 1 ♀, 2 x 2003 KM ; 1 ♀, 7 x 2016 KM.

7.10.5 *Holochlora longifissa* Matsumura & Shiraki, 1908 ヤマクダマキモドキ

1 ♂, viii 1990 KM ; 1 ♂, 22 viii 2000 KM ; 1 ♀, 27 ix 2001 KM ; 1 ♂, 21 viii 2016 KM.

7.11 Tridactylidae ノミバツタ科

7.11.1 *Xya japonica* (de Haan, 1844) ノミバツタ

2 ♂♂ 1 ♀, 11 v 2002 KM ; 1 ♂, iv 2004 KM ; 1 ♀, 18 v 2011 KM.

7.12 Tetrigidae ヒシバツタ科

7.12.1 *Formosatettix larvatus* Bey-Bienko, 1951 コバネヒシバツタ

1 ♀, 18 v 1990 KM ; 1 ♀, 26 ix 2000 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 14 x 2000 KM ; 1 ♂, 11 vi 2001 KM ; 1 ♂, 12 ix 2001 KM ; 1 ♀, 19 x 2001 KM ; 1 ♂, 2 iv 2002 KM ; 1 ♀, 28 v 2002 KM ; 1 ♂, 19 vi 2002 KM ; 1 ♂, 9 ix 2002 KM ; 1 ♂, 15 ix 2002 KM ; 1 ♂, 22 iv 2003 KM ; 1 ♀, 9 v 2003 KM ; 1 ♀, 19 vi 2003 KM.

7.12.2 *Tetrix japonica* (Bolivar, 1887) ハラヒシバツタ

1 ♀, 13 ix 2001 KM ; 2 ♀♀, 11 v 2002 KM ; 2 ♂♂, 7 v 2003 KM ; 1 ♀, 21 v 2003 KM ; 2 ♂♂ 4 ♀♀, 17 iv 2004 KM ; 1 ♀, 23 viii 2016 RS ; 1 ♀, 25 iii 2018 KM.

7.12.3 *Tetrix macilentata* Ichikawa, 1993 ヤセヒシバツタ

1 ♀, 18 v 1990 KM ; 1 ♀, 18 ix 2000 KM ; 1 ♀, 6 x 2000 KM ; 1 ♀, 25 vii 2001 KM ; 1 ♀, 12 ix 2001 KM ; 1 ♀, 14 ix 2001 KM ; 1 ♂, 24 x 2001 KM ; 1 ♂, 11 v 2002 KM ; 1 ♀, 15 v 2002 KM ; 1 ♂, 10 vi 2003 KM ; 1 ♀, 29 x 2003 KM ; 2 ♂♂ 2 ♀♀, 17 iv 2004 KM ; 1 ♂ (長翅型) 1 ♀, 18 vii 2015 RS.

7.13 Pyrgomorphidae オンブバツタ科

7.13.1 *Atractomorpha lata* (Motschoulsky, 1866) オンブバツタ

1 ♂, ix 1990 KM ; 2 ♂♂, 1 x 1990 KM ; 1 ♂, 18 ix 2000 KM ; 1 ♀, 14 x 2000 KM ; 2 ♂♂, 12 ix 2001 KM ; 1 ♂, 13 ix 2001 KM ; 1 ♀, 14 ix 2001 KM ; 1 ♀, 29 viii 2002 KM ; 2 ♂♂ 1 ♀, 10 x 2003 KM ; 1 ♂ 2 ♀♀, 21 viii 2016 KM ; 1 ♂, 6 xi 2016 RS.

7.14 Acrididae バツタ科

7.14.1 *Parapodisma takeii* (Takei, 1914) アオフキバツタ

1 ♀, 29 viii 2002 KM ; 1 ♀, 17 ix 2002 KM ; 1 ♀, 13 viii 2003 KM ; 1 ♀, 3 ix 2003 KM ; 1 ♀, 20 x 2003 KM ; 1 ♀, 6 xi 2003 KM.

7.14.2 *Parapodisma setouchiensis* Inoue, 1979 ヤマトフキバツタ

1 ♀, 23 x 1989 KM ; 1 ♀, viii 1990 KM ; 1 ♀, 17 ix 2000

KM ; 1 ♀, 28 viii 2001 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 15 viii 2002 KM ; 1 ♀, 31 vii 2003 KM ; 1 ♀, 4 viii 2003 KM.

7.14.3 *Parapodisma tenryuensis* Kobayashi, 1983 メスアカフキバツタ^{注8)}

1 ♀, 7 viii 1990 KM ; 2 ♀♀, 12 viii 1990 KM ; 1 ♀, ix 1990 KM ; 1 ♀, 26 ix 2000 KM ; 1 ♀, 3 x 2001 KM ; 1 ♂, 16 x 2000 KM ; 1 ♀, 3 x 2001 KM ; 1 ♀, 19 ix 2002 KM ; 1 ♀, 10 x 2002 KM ; 1 ♀, 6 xi 2003 KM.

7.14.4 *Patanga japonica* (Bolívar, 1898) ツチイナゴ

1 ♂, 1 x 1990 KM ; 1 ♂, 18 ix 2000 KM ; 1 ♀, 15 vi 2000 KM ; 1 ♂, 6 xi 2016 RS.

7.14.5 *Oxya japonica* (Thunberg, 1824) ハネナガイナゴ

1 ♂, 29 viii 2002 KM.

7.14.6 *Oxya yezoensis* Shiraki, 1910 コバネイナゴ

1 ♂, 24 x 2000 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 3 ix 2001 KM ; 1 ♀, 12 ix 2001 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 16 x 2002 KM.

7.14.7 *Acrida cinerea* (Thunberg, 1815) ショウリョウウバツタ

1 ♀, 16 viii 2000 KM ; 1 ♂, 18 ix 2000 KM ; 1 ♂, 27 vii 2001 KM ; 1 ♀, 3 ix 2001 KM ; 1 ♂, 12 ix 2001 KM ; 1 ♀, 15 ix 2002 KM.

7.14.8 *Gonista bicolor* (de Haan, 1842) ショウリョウウバツタモドキ

1 ♂, 20 ix 2012 KM ; 1 ♀, 26 ix 2016 KM ; 1 ♀, 2 x 2016 RS.

7.14.9 *Mongolotettix japonicus* (Bolívar, 1898) ナキイナゴ

1 ♂, 30 vii 2003 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 31 vii 2003 KM ; 1 ♂ 1 ♀, 2 vi 2004 KM ; 1 ♀, 2 vii 2004 ; 1 ♂, 3 vi 2004 KM ; 1 ♂, 21 viii 2016 KM.

7.14.10 *Stenobothrus fumatus* Shiraki, 1910 ヒロバネヒナバツタ

1 ♂, viii 1990 KM.

7.14.11 *Glyptobothrus maritimus maritimus* (Mistshenko, 1951) ヒナバツタ

1 ♀, 12 ix 1990 KM ; 1 ♂, 26 viii 2004 KM ; 1 ♂, 1 v 2016 KM ; 1 ♂, 21 viii 2017 KM ; 1 ♂, 1 x 2017 KM.

7.14.12 *Gastrimargus marmoratus* (Thunberg, 1815) クルマバツタ

2 ♂♂, 1 x 1990 KM.

7.14.13 *Oedaleus infernalis* Saussure, 1884 クルマバツタモドキ

1 ♀, 18 ix 2000 KM; 1 ♂, 25 ix 2000 KM; 1 ♂, 27 ix 2000 KM; 1 ♂, 15 ix 2001 KM; 1 ♀, 26 vii 2002 KM; 1 ♀, 15 viii 2002 KM; 2 ♂♂, 29 viii 2002 KM; 1 ♀, 19 ix 2002 KM; 2 ♂♂ 2 ♀♀, 21 viii 2003 KM; 1 ♀, 3 viii 2004 KM; 1 ♂, 31 vii 2005 KM; ; 1 ♀, 12 vi 2007 KM; 1 ♂ 1 ♀, 30 vii 2016 KM; 1 ♂ 1 ♀, 21 viii 2016 KM; 1 ♂, 1 x 2017 KM.

7.14.14 *Trilophidia japonica* Saussure, 1888 イボバツタ

1 ♀, 7 viii 1990 KM; 1 ♂, 15 ix 2001 KM; 1 ♀, 27 viii 2002 KM; 1 ♀, 2 x 2002 KM; 1 ♂, 9 ix 2004 KM; 1 ♀, 7 x 2012 KM; 1 ♀, 7 x 2016 KM.

以上合計 6 目 76 種 (ガロアムシ目 1 種、革翅目 3 種、ナナフシ目 3 種、カマキリ目 6 種、ゴキブリ目 4 種、等翅目 1 種、直翅目 58 種) が採集標本 (75 種) と鳴き声 (1 種) によって確認された。

考 察

科学園の直翅類相の特徴

東京都の区部ではいくつかの緑地や区ごとに直翅類を含む昆虫相の調査が行われている。緑地ごとに記録されている種数は、国立科学博物館自然教育園 66 種 (国立科学博物館 (2008) が種名のみ掲載; 大部分の種の具体的な採集データを伴う目録は、文部省国立自然教育園 (1952)、山崎 (2001) にある)、皇居 46 種 (山崎 2000)、明治神宮 35 種 (山崎 2013)、都立東京港野鳥公園 42 種 (寺山ら 2015)、都立葛西臨海公園 49 種 (渡辺・笹井 2018) である。皇居、明治神宮、都立東京港野鳥公園での調査は比較的短期間であることにより検出種数が少ない可能性がある。区ごとの調査報告書では明らかに調査不十分のため記録種数が少ないと考えられる区もあるが、調査が繰り返し行われ解明度が比較的高いと考えられる区の報告書では、板橋区 50 種 (東京都板橋区 2001)、大田区 45 種 (大田区 1997; カマキリ目と直翅目のみ対象)、北区 54 種 (東京都北区 2015; 未同定種 4 種を含む)、杉並区 53 種 (杉並区環境部環境課 2015) であり、大田区については寺山ら (2015) により同区内の都立東京港野鳥公園で新たに追加されたゴキブリ目 3 種、ナナフシ目 1 種、ハサミムシ目 2 種、直翅目 7 種を加えると 58 種になる。ただし、大田区 (1997) にあるアリツカコオロギ *Myrmecophilus sapporensis* Matsumura, 1904 は従来この種名で報告されたものの多くが別種である可能性があると考えられ (日本直翅類学会 2006)、寺山ら (2015) が報告しているサトアリツカコオロギかクボタアリツカコオロギ *M.*

kubotai Maruyama, 2004 のいずれかと同種の可能性もあるので確実な種数は 57 種である。これらの記録と比較すると、科学園の記録種数はかなり多い。

東京都多摩地区における、緑地単位の直翅類相の報告は見当たらない。市町単位で直翅類を扱っているデータの充実した所産種目録は、八王子市史編集専門部会自然部会 (2016) のみである。八王子市ではガロアムシ目 1 種、ゴキブリ目 6 種、カマキリ目 5 種、直翅目 82 種、ナナフシ目 5 種の 99 種が記録されている。このほかに橋村 (2005) は高尾山からシラキトビナナフシ *Micadina conifera* Chen & He, 1997 を記録しており、本報で科学園から記録されたヒメクダマキモドキ、タンボオカメコオロギ、キタヤチスズ、サトアリツカコオロギ、テラニシアリツカコオロギ、ムネアカハラビロカマキリ、ヤマトシロアリも追加されるので、八王子市の直翅類昆虫は 107 種が記録されていることになる。ただし上記大田区の場合と同様、アリツカコオロギの記録は再確認が必要である。八王子市以外の市町単位の地域所産種目録としては青梅市教育委員会 (1982) が 25 種を報告しているが、コオロギ科がほとんど記録されていないなど、多くの生息種が未記録であると考えられる。ただし、宮野浩二所蔵昆虫標本目録作成委員会 (2015) は故宮野浩二氏が生涯にわたり日の出町を中心に多摩地区で採集した昆虫標本の目録を掲載しており、とくに日の出町の記録は非常に多い。また、里山昆虫研究会 (1994, 2003) は、多摩川中流域丘陵部の昆虫類の採集記録を多数掲載している。これらの文献から記録が比較的多い青梅市と日の出町に関して直翅類の記録を抽出合計したところ、青梅市 52 種、日の出町 71 種となった。青梅市ではなお調査不十分のために記録種数が所産種数を大幅に下回っている可能性がある。日の出町ではさらに杉村 (2015) がトゲナナフシ *Neohirasea japonica* (de Haan 1842) を記録したので同町の記録種数は 72 種となる。科学園の 76 種とほぼ同数であるがやや少なく、この点でも科学園は小面積にもかかわらず所産種数がかなり多い緑地であると考えられる。

科学園で記録された直翅類の多くは森林性種である。生息空間に注目して分類すれば、林床性種としてガロアムシ、エゾハサミムシ、ヒゲジロハサミムシ、ヒナカマキリ、コカマキリ、モリチャバネゴキブリ、オオゴキブリ、ヤマトシロアリ、コノシタウマ、モリオカメコオロギ、コバネヒシバツタ、ヤセヒシバツタ、樹上性種としてニホントビナナフシ、ヤスマツトビナナフシ、ナナフシモドキ、ハラビロカマキリ、ヤブキリが挙げられる。さらにオオカマキリ、ヒメカマキリ、キリギリス科、ササキリモドキ科、ツユムシ科、フキバツタ類の記録種のほとんどが林縁に多く見られた。これらの森林性種は樹木園、試験林、サクラ保存林で主に見られた。一方、ノミバツタ、イボバツタは低茎

草原や裸地に近い環境を好む種であり、科学園では苗畑、庁舎周辺の植生の乏しい環境で見られた。エンマコオロギ、ツツレサセコオロギ、カンタン、クビキリギス、ハラヒシバツタ、ヒナバツタ、クルマバツタ、クルマバツタモドキ、ショウリョウバツタ、ナキイナゴ、ツチイナゴ、コバネイナゴなどはより草丈の高い草原環境に多い種であるが、科学園では苗畑、庁舎周辺の草地、およびサクラ保存林で主に見られた。クマスズムシ、ショウリョウバツタモドキ、ヒロバネヒナバツタ、コバネヒメギスも草地に生息する種であるが、これらの種は科学園では林道沿いの草地やサクラ保存林のような下草の多い疎林状の環境に見られたので、樹木が近くにある環境が好適なのかもしれない。科学園に記録が無く八王子市で記録されている普通種としてシバズ *Polionemobius mikado* (Shiraki 1913)、ヒガシキリギリス *Campsocleis mikado* Burr, 1899、トノサマバツタ *Locusta migratoria* (Linnaeus 1758)、ハネナガヒシバツタ *Euparattix insularis* Bey-Bienko, 1951 が挙げられるが、これらはいずれも草原環境を好む種であり、科学園では森林環境が卓越し草原環境が乏しいことを示している。

今後科学園で記録される可能性のある種

科学園は森林性種に好適な生息環境ではあるが、上述の八王子市に記録のある草原性の普通種は、苗畑や庁舎周辺の草地環境、疎林的なサクラ保存林などから今後記録される可能性がある。とくにヒガシキリギリスは浅川沿いに生息するほか、筆者らの1人佐藤が科学園の外縁から約100mの距離の墓地で鳴き声を確認しており、きわめて近距離に生息している。一方森林性種では近隣の高尾山周辺に最近の記録があるヤマトヒバリ *Homoeoxipha obliterated* (Caudell 1927)、ハヤシウマ *Diestrammena itodo* Sugimoto & Ichikawa, 2003、ヘリグロツユムシ *Psyrana japonica* (Shiraki 1930) (八王子市史編集専門部会自然部会 2016)、シラキトビナナフシ (橋村 2005) などは今後記録される可能性がある。また屋内害虫のチャバネゴキブリ *Blattella germanica* (Linnaeus 1767) は飲食店の厨房や暖房のあるビルに多い種であるが、今後科学園でも発見されるかもしれない。

絶滅危惧種・希少種

本調査では環境省が全国を対象として定めたレッドリスト (環境省自然環境局野生生物課 2018) の記載種は記録されなかった。東京都環境局自然環境部 (2010) は、東京都の本土部を区部、北多摩、南多摩、西多摩の4地域に区分し、地域区分ごとに、「絶滅 (EX)」、「野生絶滅 (EW)」、「絶滅危惧 I 類 (CR+EN)」、「絶滅危惧 IA 類 (CR)」、「絶滅危惧 IB 類 (EN)」、「絶滅危惧 II 類 (VU)」、「準絶滅危惧 (NT)」、「絶滅のおそれのある地

域個体群 (LP)」、「情報不足 (DD)」、「留意種」に評価された種を掲載し、また、当該地域において生育・生息している (していた) 可能性があるが確実な情報や記録が得られなかった種を「データ無し」としている。ただし、直翅類ではカマキリ目と直翅目のみが対象となっており、また評価に資する基礎的データが不足していることも強調されている。

科学園がある八王子市は南多摩地域に含まれ、本調査では情報不足に該当する種として、ヒメコオロギ、クマスズムシ、ヤチスズ、アオフキバツタ、ヒメカマキリの5種が記録された。ヒメコオロギは地中の巣穴に多く、発見されにくい種であり、本調査でも1個体が採集されたのみである。しかし、筆者らのうち大谷と佐藤はサクラ保存林で8月から11月にかけて鳴き声がよく聞かれることを確認しているため、生息数は多いものと考えられる。ほかの3種はいずれも複数個体が記録されており、とくに稀ではない。クマスズムシとヤチスズはサクラ保存林、アオフキバツタは科学園全体の林道沿い、ヒメカマキリは樹木園とサクラ保存林で見られる。

絶滅危惧 II 類 (VU) とされているショウリョウバツタモドキが記録されたが、本種は埼玉県、神奈川県の一隣県でも準絶滅危惧種に指定されている (埼玉県環境部みどり自然課 2018, 高桑ら 2006)。しかし、科学園では最近になって採集されるようになったので、増えつつあるのかもしれない。区部緑地の最近の調査でもよく記録されている (山崎 2000, 2001, 2013, 寺山ら 2015)。

南多摩地区の絶滅危惧 IA 類 (CR) であるクルマバツタが1990年に記録されたが、その後は再確認されていない。2016年以降はとくに注意して探したが確認できず、科学園では既に絶滅している可能性が高い。本種は埼玉県、神奈川県でも準絶滅危惧種に指定されている。なお、レッドリスト種ではないがヒロバネヒナバツタも似たような消長をたどっており、1990年に1個体記録されたのみで、その後発見されていない。

東京都のレッドリストで南多摩地区では記録無しとされているヒナカマキリが、多数採集された。科学園では、南東部の樹木園と試験林に多く、樹木の幹や見学路沿いの杭、サインボードなどに卵もよく見られる。東京都における本種の分布記録はほかに皇居 (山崎 2000)、自然教育園 (Yamasaki 1981, 山崎 2001)、小金井 (Yamasaki 1981)、八王子市狭間町 (佐久間 2015) がある。小金井と八王子市狭間町については生息環境の情報は無いが、皇居と自然教育園の敷地内には少なくとも部分的に長期間安定した森林環境が維持されていたため本種が生息しているのではないだろうか。江戸時代には皇居は江戸城であり、自然教育園は高松藩下屋敷で明治以降は海軍省・陸軍省所管を経て皇室林野局所管となり戦後文部省所管となって現在に至って

いる。科学園は江戸時代に天領であり、明治以降宮内省所管を経て皇室林野局の林業試験場となり、戦後林野庁の林業試験場に統合された。いずれも里山的な植生攪乱を伴う利用や市街化や耕地化などが不可能な管理下にあり続けた点が共通している。他県では本種が社寺林などの常緑広葉樹林に生息している事例が多い。社寺林も攪乱が少なく転用されにくい環境である。Yamasaki (1981) は本種の分布が常緑広葉樹林の分布と一致することから本種を常緑広葉樹林に特異的な種であるとしたが、同時に安定した高齢林であることが生息環境としては重要なのではないだろうか。

ハネナガイナゴはコバネイナゴとともに水田に多く生息していたが農薬の使用により激減し、その後個体数が回復したとも言われる(日本直翅類学会 2016)。東京都のレッドリストにはないが、隣県の埼玉県(埼玉県環境部みどり自然課 2018)と神奈川県(高桑ら 2006)では準絶滅危惧種に指定されている。一方で区部の自然教育園(山崎 2001)や東京港野鳥公園(寺山ら 2015)での最近の調査でも記録されている。本種の回復状況は判然としないが、科学園では上記 1 個体が発見されているのみであり、現状では稀な種である。

ガロアムシは自然度の高い冷涼で湿った林内に生息し、落葉下や地中で小昆虫を捕食しているとされ、八王子市ではこれまで高尾山から知られていた(八王子市史編集専門部会自然部会 2016)。東京都のレッドリストではガロアムシ目は対象になっていないが、記録の少ない希少種であり、埼玉県(埼玉県環境部みどり自然課 2018)では絶滅のおそれのある地域個体群に指定されている。今回の記録は生息地記録の追加となるとともに、周辺の丘陵地・低山地でもさらに生息地が発見される可能性を示唆する記録とも言える。

外来種

ウスグモスズ、アオマツムシ、ムネアカハラビロカマキリの 3 種が記録された。ウスグモスズは Furukawa (1970) により東京都渋谷区で発見され新種記載されたが、都市の人為環境のみから稀に発見されている状況から国外の記録が無いまま外来種と考えられて来た。国内の分布はその後拡大し、現在では関東から中部・近畿・九州にかけて多くの記録がある。最近中国の *Amsurugus* 属を検討した He et al. (2010) は 1930～1936 年に採集された本種多数を上海から記録し、この結果本種の起源地が中国である可能性が高まった。

アオマツムシは明治時代に東京で発見され、前種同様国外の記録が無いまま外来種と考えられていたが、石井(1940)は中国でその生息を確認し中国が起源地であることを示唆した。現在まで中国以外の国外分布は知られていない。本種も国内での分布は著しく拡大し、現在東北地方南部以南に広く分布する。市街地の緑化木や広葉樹二次林の林縁などの樹上に生息してい

る。科学園では庁舎周辺、苗畑、樹木園、サクラ保存林、試験林の林道沿いに多く、暗い林内には少ない。

ムネアカハラビロカマキリは 2000 年から記録されており、これは既知の記録としては国内でもっとも早い(松本ら 2016)。本種は中国から輸入される竹箒に高頻度で卵嚢が付着していることから、竹箒輸入に伴って中国から侵入したと考えられている(櫻井ら 2018)。本種の侵入地では同属のハラビロカマキリが急速に衰退することが愛知県(間野・宇野 2014, 吉鶴 2013, 2014)や神奈川県(高橋・岸 2016, 荻部・加賀 2017)で知られているが、科学園においてもハラビロカマキリは 2003 年の記録以後発見されていない(松本ら 2016)。ムネアカハラビロカマキリは侵入地でハラビロカマキリを排除する侵略的外来種であると考えられる。

謝 辞

名古屋昆虫同好会の間野隆裕氏には、ムネアカハラビロカマキリについてご教示いただくとともに関連文献を御恵みいただいた。森林総合研究所多摩森林科学園の長谷川絵里氏と岩本宏二郎氏にはアリツカコオロギ類の同定に際しご援助いただいた。松本の森林総合研究所退職後、および佐藤の採集調査は森林総合研究所多摩森林科学園の許可を得て行った。以上の方々にお礼申し上げる。

注 1) 1 個体は右の尾肢(ハサミ)が短く歯状突起がほとんどなく、雌雄型のようにも見えるが、右尾肢基部にはメスの尾肢には見られない小さなトゲ状突起が 3 個ある。オスの形態異常としておく。

注 2) 本種は標本が得られていないが上記の通り鳴き声を確認し、2015 年 10 月 18 日には録音記録した。

注 3) 本種は従来 *Pteronemobius gorochovi* とされてきた。これまで東京都からは記録されていないと思われる。

注 4) 体表の鱗毛の形態のほか、テラニシクサアリを寄主とすること、体長約 2 mm (次種よりやや大きい) で体色はやや濃い褐色であることにより本種と同定した。寄主アリのテラニシクサアリは従来 *Lasius teranishii* Wheeler, 1914 テラニシケアリとされてきた。

注 5) 体表の鱗毛の形態のほか、トビイロシワアリを寄主とすること、成虫が小型であること(体長約 2mm だが前種よりやや小さい)、体色が淡いことなどの特徴に基づき、本種と同定した。

注 6) 本種は *Hexacentrus hareyamai* Furukawa, 1941 ハヤシノウマオイまたは *H. japonicus* Karny, 1907 ハタケノウマオイのいずれかであるが、この両種のメスは形態による識別が困難であり、これまで科学園で得られている標本は全てメスなので種名を確定できない。ただし、ハヤシノウマオイは森林性でメスは体長 46mm、翅端までも 46mm、ハタケノウマオイは草原性でメスは体長 47mm、翅端まで 50mm であるとされる(日本直

翅類学会, 2016)。科学園には森林環境が卓越することに加え、上記の標本はいずれも翅端までを含めた体長が46mmであることから、ハヤシノウマオイである可能性が高い。また、日本直翅類学会(2016)はハヤシノウマオイ、ハタケノウマオイともに「緑色型のみ」であるとしているが、上記の通り褐色型が得られている。注7) 本種は従来 *Leptoteraura albicornis* (Motschoulsky, 1866) とされてきた。注8) 東京都の本種は従来 *Parapodisma tanzawaensis* Tominaga et Wada, 2001 タンザワフキバツタとして区別されていた。

引用文献

- Furukawa, H. (1970) Two new interesting genera and species of crickets of Japan (Orthoptera). *Kontyu*, 38, 59-66.
- 八王子市史編集専門部会自然部会 (2016) 新八王子市市史 自然調査報告書. 八王子市史編さん室, 562pp.
- 橋村 正雄 (2005) 高尾山におけるトビナナフシ属3種の混生. *月刊むし*, 410, 48.
- He, Z., Li, K., Fang, Y. and Liu, X. (2010) A taxonomic study of the genus *Amusurgus* Brunner von Wattenwyl from China (Orthoptera, Gryllidae, Trigonidiinae). *Zootaxa* 2423, 55-62.
- Imadate, G. (1974) *Fauna Japonica, Protura (Insecta)*. Keigaku Publ. Co., 351pp.
- 石井 梯 (1940) 武蔵野昆虫記. 三省堂, 275pp.
- 岩田 隆太郎・山田 房男・須田 到・楨原 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.
- 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—. *日本林学会関東支部大会発表論文集*, 44, 119-122.
- 環境省自然環境局野生生物課 (2018) 環境省レッドリスト 2018. <https://www.env.go.jp/press/files/jp/109278.pdf>
- 荻部 治紀・加賀 玲子 (2017) 神奈川県西部における外来種ムネアカハラビロカマキリの拡散状況 (おもに2016年度夏季—秋季の調査から). *神奈川県立博物館研究報告 (自然科学)*, 46, 71-77.
- 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.
- 国立科学博物館 (2008) 自然教育園で観察された生物の種名データベース. <http://www.ins.kahaku.go.jp/database/insdb/index.php>
- 間野 隆裕・宇野 総一 (2014) 豊田市におけるハラビロカマキリとムネアカハラビロカマキリの分布動態と形態について. *矢作川研究*, 17, 41-47.
- Maruyama, M. (2004) Four new species of *Myrmecophilus* (Orthoptera, Myrmecophilidae) from Japan. *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. A*, 30 (1), 37-44.
- 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目相. *森林総研研報*, 8, 109-114.
- 松本 和馬・楨原 寛・栗原 隆・後藤 秀章・永野 裕 (2014) 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). *森林総研研報*, 13, 225-270.
- 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.
- 松本 和馬・佐藤 理絵・井上 大成 (2016) 東京都八王子市の森林総合研究所多摩森林科学園におけるムネアカハラビロカマキリの侵入定着とハラビロカマキリの衰退. *環動昆*, 27, 53-56.
- 宮野浩二所蔵昆虫標本目録作成委員会 (2015) 宮野浩二所蔵昆虫標本目録. 宮野浩二所蔵昆虫標本目録作成委員会, 272pp.
- 文部省国立自然教育園 (1952) 国立自然教育園動物目録 第一集 昆虫綱. 国立自然教育園基礎資料, 1, 1-45.
- 日本直翅類学会 (2006) バツタ・コオロギ・キリギリス大図鑑. 北海道大学出版会, 687pp.
- 日本直翅類学会 (2016) 日本産直翅類標準図鑑. 学研, 384pp.
- Nijima, K. (1971) Seasonal changes in collembolan populations in a warm temperate forest of Japan, *Pedobiologia*, 11, 11-26.
- 青梅市教育委員会 (1982) 青梅市の自然 II. 青梅市郷土博物館, 534pp.
- 大田区 (1997) 大田区自然環境保全基礎資料調査報告書 大田区の昆虫. 大田区, 209pp.
- 埼玉県環境部みどり自然課 (2018) 埼玉県レッドデータブック動物編. 埼玉県環境部みどり自然課, 419pp.
- 佐久間 聡 (2015) 八王子市狭間町でヒナカマキリの生息を確認. *うすばしろ*, 47, 23.
- 櫻井 博・荻部 治紀・加賀 玲子 (2018) ムネアカハラビロカマキリの非意図的導入事例 —中国から輸入された竹箒に付着した卵鞘—. *神奈川県立博物館研究報告 (自然科学)*, 47, 67-71.
- 里山昆虫研究会 (1994) 多摩川中流域の丘陵部における里山昆虫の研究 <資料編>. 里山昆虫研究会, 182pp.
- 里山昆虫研究会 (2003) 多摩川中流域の丘陵部における里山昆虫の研究 <資料編II>. 里山昆虫研究会, 121pp.
- 杉村 健一 (2015) 日の出町にてトゲナナフシを採集. *うすばしろ*, 47, 21.

- 杉並区環境部環境課 (2015) 杉並区自然環境調査報告書 (第6次). 杉並区環境部環境課, 201pp + 資料 225pp.
- 高桑 正敏・勝山 輝男・木場 英久 (2006) 神奈川県レッドデータ生物調査報告書 2006. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 442pp.
- 高橋 孝洋・岸 一弘 (2016) 神奈川県で生息が確認されたムネアカハラビロカマキリ. 月刊むし, 544, 48-50.
- 寺山 守・久保田 敏・江口 克之 (2014) 日本産アリ類図鑑. 朝倉書店, 278.
- 寺山 守・岸本 年郎・高桑 正敏・酒井 香・岸本圭子 (2015) 東京港野鳥公園の昆虫 (甲虫目、ハチ目、チョウ目以外). 神奈川虫報, 186, 47-56.
- 東京都板橋区 (2001) 板橋区昆虫類実態調査 (III) 報告書. 東京都板橋区, 107pp.
- 東京都北区 (2015) 北区生物総目録 2.
<http://www.city.kita.tokyo.jp/kankyo/jutaku/kankyo/mokuroku2.html>
- 東京都環境局自然環境部 (2010) 東京都の保護上重要な野生生物種 (本土部) ~東京都レッドリスト 2010 年版~, 東京都環境局自然環境部, 121pp.
- 渡辺 康生・笹井 剛博 (2018) 都立葛西臨海公園の生息昆虫たち (1). うすばしろ, 53, 1-47.
- Yamasaki, T. (1981) The taxonomic status of "*Iridopteryx maculata*" (Mantodea, Mantidae), with notes on its distribution. Mem. Natn. Sci. Mus., Tokyo, 14, 95-102.
- 山崎 柄根 (2000) 皇居で見られた直翅系昆虫. 国立科博専報, 36, 19-27.
- 山崎 柄根 (2001) 自然教育園で見られた直翅系昆虫. 自然教育園報告, 33, 323-329.
- 山崎 柄根 (2013) 明治神宮の森に見られた直翅類昆虫. 鎮座百年記念第二次明治神宮境内総合調査委員会編 "鎮座百年記念第二次明治神宮境内総合調査報告書". 明治神宮社務所, 262-267.
- 吉岡 翼 (2017) 富山県におけるサトアリツカコオロギの記録と光学画像による体表構造の観察. 富山市科学博物館研究報告, 41, 83.
- 吉鶴 靖則 (2013) 矢作川中流域で激減しているハラビロカマキリ. 矢作川研究所 月報 Rio, 170, 5-6.
- 吉鶴 靖則 (2014) 愛知県矢作川中流域における外来性ハラビロカマキリ属の一種の分布状況. 豊橋市自然史博物館研報, 24, 1-5.

Orthopteroid insects (Polyneoptera) of Tama Forest Science Garden, Forestry and Forest Products Research Institute

Kazuma MATSUMOTO ^{1)*}, Rie SATO ²⁾, Takenari INOUE ³⁾ and Eiji OHYA ³⁾

Abstract

Seventy-five species of Orthopteroid insects (terrestrial Polyneoptera, including Grillobrattera, Dermaptera, Phasmatodea, Mantodea, Blattodea, Isoptera and Orthoptera) so far collected and one species of Orthoptera whose chirping sound was recorded in the Tama Forest Science Garden, the Forestry and Forest Products Research Institute, Hachioji City, Tokyo Metropolis, were reported. They were predominantly those preferring forest habitats, whereas those preferring grassland habitats were fewer. Four “Data Deficient” species, one “Vulnerable” species, one “Critically Endangered” species and one “Unrecorded” species of the South Tama Region in the Red List of Tokyo Metropolis and three alien species were recorded, and their present status was discussed.

Key words: Insect fauna, Polyneoptera, Tama Forest Science Garden, Tokyo Metropolis

Received 9 November 2018, Accepted 27 December 2018

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

2) Asia Air Survey Co. Ltd.

3) Tama Forest Science Garden, FFPRI

* Hachioji, Tokyo, JAPAN ; e-mail: anb44071@nifty.com

研究資料 (Research record)

平成 23 ～ 27 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 26 号)

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

要旨

森林総合研究所は林野庁の各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 23 ～ 27 年度に調査を実施したスギ・ヒノキ・カラマツ・トドマツの人工林収穫試験地等 39 試験地、76 試験区およびアカマツ天然林収穫試験地 1 試験地、3 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。各試験地では比較的精密な毎木調査が実施されてきた。例えば、原則として、立木に識別番号を付して間伐、被害、枯死などの消長を記録した。また、胸高直径についてはペンキで印づけして固定した胸高位置で全数を測定した。樹高については測高器を用いて、原則として、全数を測定した。多くの試験区では、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。ただし、一部の試験区では、間伐を全く実施していない場合や植栽本数・間伐強度を通常より多く（もしくは少なく）設定した場合がある。これらの試験地から得られた時系列データは収穫表の検証や調製のほか、人工林の長期成長特性や間伐効果の解明、成長モデルのパラメータ調製などに応用されており、有益な研究基盤といえる。今後、適切に継続調査を実施することで、さらにデータの価値を高めることができると考えられる。

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

森林総合研究所では林野庁の各森林管理局と共同で、「収穫試験地」とよばれる固定試験地を設定し、継続的な調査を実施している。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(細田ら 2009a, 2014)。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, 細田ら 2009a, 2014)。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、収穫試験地とは別に、森林総合研究所資源解析研究室では、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(例えば、近藤・神戸 1991, 宮本・天野 2002, 細田ら 2005, 2012c)。

このように収穫試験地等の固定試験地を設定し、定期的な調査を継続的に実施して、長期にわたってデータを収集し続けること(長期継続調査)には多くの困難を伴う(寺崎 1978, 西園 2010, 2012)。しかし、長期継続調査は、森林の成長過程を知り、適切な施業方法を明らかにするために最も確実な方法である(西園 2012)。実際に、収穫試験地等固定試験地を活用して、収穫表の調製・検証(例えば、家原 1990, 石橋ら 2004, 細田ら 2007, 2008, 2009b, 2010b, 2011, 2012a, 2013, 田中・野田 2007, 和泉ら 2008)、人工林の長期成長動態・間伐効果の解明(例えば、田中 1996, 2011, 田中ら

原稿受付：平成 30 年 10 月 30 日 原稿受理：平成 31 年 2 月 22 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 関西支所

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) 宮崎大学農学部；元) 森林総合研究所 四国支所

6) 森林総合研究所 四国支所

7) 森林総合研究所 九州支所

8) 森林総合研究所 企画部

* 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

1998, 2013a, 2014b, 2015a, 細田ら 2005, 2012b, c, 石橋ら 2008, 2011, 2013, Nishizono et al. 2008, 西園ら 2008b, Nishizono and Tanaka 2012, 守口ら 2011, 平野 2013)、林分密度指標の検討(近藤ら 2002, 西園ら 2013)、システム収穫表や炭素収支モデル等各種モデルのパラメータ調製(例えば、田中 2002, 光田ら 2007, 2009, 2013, Nishizono 2010, Mitsuda et al. 2011, Matsumoto et al. 2016, 鳥山ら 2017)、各種森林調査方法の改良(例えば、Hosoda and Iehara 2010, 細田ら 2012d, 2017, 西園ら 2017, 齋藤・田中 2015, 北原ら 2018)等の研究が実施され、成果をあげている。これらの活用実績は、収穫試験地における長期継続調査が貴重な研究基盤であることを示している。

本報では、収穫試験報告第 24・25 号(細田ら 2008, 2014)に引き続き、独立行政法人森林総合研究所第 3 期中期計画期間(平成 23～27 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(基盤事業事項番号: K105)」により実施した収穫試験地等固定試験地の長期継続調査の集計結果を公表し、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、細田ら(2014)に記載されているように、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掲載されているので(キーワード「収穫試験」で検索)、第 24・25 号および本報と併せて参照されたい。

2. 調査方法

調査は、原則として、収穫試験地施行要綱(以下、施行要綱と記す)に準拠して実施されており、全ての試験地で統一的な手法を用いることを指向している。しかし、試験地の設定年代や地域により多少の差違がある。本章では、調査方法の概要について述べるので、個別の試験地における調査方法の詳細については、表 1 に示された関連文献を参照されたい。なお、施行要綱は過去の収穫試験報告の一部(例えば、19 号・21 号)に収録されているので、必要に応じて森林総研ウェブサイトから参照されたい。

2.1. 試験区の設定

施行要綱では、試験地には、標準地(通常の施業を実施する試験区)と比較区(原則として無施業で推移させる試験区)を設置することが規定されている。これに準拠して標準地(間伐区)と比較区(無間伐区)からなる試験地がある一方で、設定年代の違い等により、比較区の存在しない試験地や地位別に試験区を設置した試験地も存在する。例えば、旧秋田営林局管内の収穫試験地には、原則として 3 つの試験区がある。しかし、3 つの試験区は設定時における林分成長の上・中・下を意味しており、同一試験地内に間伐区と無間伐区

を設置していない。

試験区の面積は、施行要綱には人工林で 0.2ha 以上と規定されており、これに準拠して 0.2ha 程度の場合が多い。しかし、設定時の林分状況や設定年代の違い等により、0.2ha よりも小さい場合や大きい場合がある(例えば、比較区では立木本数が多いため 0.1ha 程度の場合があり、戦前に設定された試験区では 0.2ha よりやや大きい場合などがある)。なお、この試験区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ので、必要に応じて参照されたい。

2.2. 調査の項目と間隔

試験区内の全立木(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、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、樹高については、標準木のみが測定される場合がある。また、寺崎式樹型級区分は省略される場合がある。調査の間隔は、原則として 5 年、高齢級では 10 年である。ただし、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がある。なお、例外的に、前橋(小野子スギ)成長予測の固定標準地(Table 1, No. 25)の照査法区(Table 2, No.25-5)の初期の調査(林齢 14 年～27 年)については、識別番号が付与されずに調査が実施された。そのため、同区におけるこの期間の枯死木については正確に同定できていない可能性がある点に注意を要する。

2.3. 測定方法

胸高直径は、胸高部をペンキで印づけし、毎回同一の位置において、0.1cm 括約で測定された。試験地によって、輪尺を用いて 2 方向を測定した場合と直径巻き尺で測定した場合がある。

樹高は、0.1m 括約で測定された。樹高の測定には、若齢では測桿による直接測定法が用いられ、対象樹木の成長に伴ってブルーメライズ測高器などによる間接測定法(三角法)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)による三角法を用いている。

2.4. その他の資料

いくつかの試験地(1960 年代以降に新設された試験地、旧秋田営林局管内の試験地等)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がある。

3. 集計の方法と結果

3.1. 林分構成値・成長量の算出

各試験区の各測定年において、全個体を残存木・間伐木・枯死木に区分した。間伐は調査選木後、次回調査までに実施されており、正確な間伐時期は調査時点とは異なる場合がある。しかし、計算の便宜上、間伐は期首の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。残存木とは間伐木以外の生立木を指す。

3つの区分(残存木・間伐木・枯死木)ごとに、平均直径(cm)・平均樹高(m)・本数密度(本 ha⁻¹)・幹材積合計(m³ ha⁻¹)を求めた。幹材積合計については、胸高直径と樹高から推定した単木材積を試験区の全個体について積算することによって求めた。単木材積は、該当する地域・樹種の材積式等を細田ら(2010a)の方法で補正して求めた。樹高が測定されていない個体については、樹高曲線(胸高直径と樹高との関係式)から推定した。

得られた幹材積合計を用いて、幹材積成長量を求めた。算出した幹材積成長量は、定期平均成長量 PAI (m³ ha⁻¹ 年⁻¹)・定期平均成長率 P (% 年⁻¹)・総成長量(総収穫量: TI (m³ ha⁻¹))・総平均成長量 MAI (m³ 年⁻¹) の4つである。4つの成長量の算出には次式を用いた。

$$[1] \quad PAI = (V_a + E_a + M_a - V_{a-n})/n$$

$$[2] \quad P = 200 \cdot \{PAI / (V_a + E_a + V_{a-n})\}$$

$$[3] \quad TI = V_a + \sum_{i=1}^a E_i + \sum_{i=1}^a M_i$$

$$[4] \quad MAI = TI/a$$

ここで a は調査時点の林齢(年)、 n は前回調査からの経過年数(年)、 V_i ・ E_i ・ M_i は林齢 i 年における残存木・間伐木・枯死木の幹材積合計(m³ ha⁻¹)である。(1)～(4)式は枯死木の幹材積合計 M_i を含んでいるので、これらの式は粗成長量を算出する。純成長量を算出するには、 $M_i = 0$ とすればよい。本報告では、 $M_i = 0$ を代入し、これまでの報告(細田ら 2009a, 2014)と同様に、幹材積純成長量を算出した。また、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。

3.2. 集計結果

平成 23～27 年度に調査が行われた 39 試験地の概況を Table 1 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。

39 試験地のうち地獄谷アカマツ天然林収獲試験地(Table 1, No. 27)を除く針葉樹人工林の 38 試験地(76 試験区)について、直近の調査結果を含む経年成長データを Table 2 に示す。また、地獄谷アカマツ天然林収獲試験地(3 試験区)について、直近の調査結果を含む経年成長データを Table 3 に示す。Table 2・3 において、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がある。特に、滝谷スギ人工林収獲試験地(Table 2, No. 26-1～26-3)は、複層林試験地であり、樹下植栽されたため、高齢時に進界木が多い(田中ら 2012)ことに留意が必要である。収獲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。例えば、設定年が古い試験地(Table 1, No. 17, 20, 26, 27 等)では、山林局長通牒「収獲試験施行方法」に基づいて、測定下限直径を 7cm としている。詳しくは個別の調査報告(例えば、Table 1 に記載の関係文献・支所年報・過去の収獲試験報告等)を参照されたい。

各試験地はほぼ同齢単純林であるが、目的外の針葉樹種が混交している場合には、目的外樹種も含む統計量を示した(Table 2)。ただし、地獄谷アカマツ天然林収獲試験地は、1923 年にアカマツ天然林を択伐した後に、1924 年にヒノキ・スギが樹下植栽されており(田中・野田 2008)、複数樹種が混交した異齢林である。そのため、同試験地については、アカマツ・ヒノキ・スギ・モミ・広葉樹に樹種区分して集計した統計量を示した(Table 3)。また、1924 年に植栽された下木の樹齢を林齢として示した。

各収獲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(Table 1, No. 19, 22～25, 31～34)。また、同一小班内での生育状況によって、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(Table 1, No. 16～17, 20)。

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。なお、浅木原スギ人工林収獲試験地(6000 本植栽・無間伐区; Table 2 の No. 32-4)については、林齢 44 年・49 年の調査時における枯死木を充分な正確さで特定できなかったため、枯死木の統計量を算出できなかった。また、前橋(小野子スギ)成長予測の固定標準地(Table 1, No. 25)については、細田ら(2009a)

において、試験区の区画設定・経緯を誤認しており、集計が不正確であった。本報では、全ての試験区 (Table 2, No. 25-1 ~ 25-5) について再集計を行い、適切な統計量に修正した。

4. おわりに

本報では、「収穫試験地における森林成長データの収集 (基盤事業事項番号: K105)」により、平成 23 ~ 27 年度に実施した収穫試験地等固定試験地の調査結果を報告した。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、測定期間の長さや地理的分布の広さを考慮すると国内最大規模の長期モニタリング試験であるといえる (細田ら 2014)。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、収穫試験地全体については、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。このような考えに基づいて、適切に調査を継続することで、試験地から得られる成長データの価値をさらに高めることができると考える。

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、著者ら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、長澤俊光、渡邊謙一 (現 東北支所)、神田光紀 (現 横浜植物防疫所札幌支所)、八巻一成 (現 森林管理研究領域)、宮本基杖 (現 林業経営・政策領域)、倉本恵生 (現 森林植生研究領域)

東北支所: 天野智将、林 雅秀 (現 山形大学)

森林総合研究所: 中北 理 (現 国際連携・気候変動研究拠点)

関西支所: 近口貞介、樫山真司

九州支所: 山田茂樹 (現 多摩森林科学園)

引用文献

- 土じょう部 (1976) 林野土壌の分類 (1975). 林試研報, 280, 1-28.
- 平野 辰典 (2013) ヒノキ間伐・無間伐区の 60 年間を比較するー収穫試験地の新たな役割ー. 関東森林管理局 森林・林業技術等発表集, 56, 43-53.
- Hosoda, K. and Iehara, T. (2010) Aboveground biomass equations for individual trees of *Cryptomeria japonica*, *Chamaecyparis obtusa* and *Larix kaempferi* in Japan. J. For. Res., 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). 森林総研研報, 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曽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ー愛知県設楽町段戸国有林の事例ー. 日林関東支論, 56, 43-46.

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 (2014) 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). 森林総研研報, 13, 225-254.

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

- 計画誌, 46, 1-14.
- 細田 和男・西園 朋広・山田 祐亮・高橋 正義・齋藤 英樹・佐野 真琴 (2017) 多地点・多時期データによる樹高曲線のモデル選択. 関東森林研究, 68 (2), 137-140.
- 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. 日林誌, 94, 105-111.
- 家原 敏郎 (1990) 大阪営林局管内国有林の高齢級林の収獲予測Ⅱー収獲予想表の作成ー. 日林関西支講, 41, 215-216.
- 石橋 聡・佐野 真・白石 則彦 (1995) 収獲試験報告 第 19 号 森林の構造と成長の関係解析に関する研究ー北海道における収獲試験 30 年の経過ー. 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. 日林北支論, 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. 日林北支論, 59, 95-97.
- 石橋 聡・高橋 正義・佐々木 尚三 (2013) エゾマツ人工林とアカエゾマツ人工林の成長比較 (予報). 北方森林研究, 61, 113-114.
- 石橋 聡・高橋 正義・佐々木 尚三・立花 敏 (2009) 収獲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.
- 石橋 聡・鷹尾 元・高橋 正義・猪瀬 光雄・梅木 清・小山 浩正・清和 研二 (2004) 長伐期化に対応したカラマツ人工林収獲予想表の作成. 日林北支論, 52, 148-150.
- 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獲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.
- 北原 文章 (2014) 浅木原ヒノキ人工林収獲試験地の調査結果. 森林総研四国支所年報, 55, 27-28.
- 北原 文章 (2015) 下ル川山スギ人工林収獲試験地の調査結果. 森林総研四国支所年報, 56, 33-34.
- 北原 文章・細田 和男・西園 朋広・小谷 英司 (2018) 植栽密度試験地における地上型レーザーキャナーの計測密度の比較. 日林学術講, 129, 246.
- 北原 文章・光田 靖 (2013) 浅木原スギ人工林収獲試験地の調査結果. 森林総研四国支所年報, 54, 31-32.
- 小谷 英司・天野 智将 (2013) 大明神と深沢のスギ人工林収獲試験地における定期調査の概要. 森林総研東北支年報, 54, 26-28.
- 小谷 英司・天野 智将 (2016) 土倉沢カラマツ人工林収獲試験地における定期調査の概要. 森林総研東北支所年報, 57, 20-21.
- 小谷 英司・天野 智将・中北 理 (2012) 朝日沢カラマツ人工林収獲試験地における定期調査の概要. 森林総研東北支年報, 53, 22-23.
- 小谷 英司・天野 智将・林 雅秀 (2014) 小桁沢カラマツ人工林収獲試験地における定期調査の概要. 森林総研東北支年報, 55, 22-23.
- 小谷 英司・天野 智将・林 雅秀・西園 朋広 (2015) 戸沢山スギ人工林収獲試験地および狼の巣スギ人工林収獲試験地における定期調査の概要. 森林総研東北支年報, 56, 33-36.
- 近藤 洋史・今田 盛生・吉田 茂二郎 (2002) 高齢林における林分密度指標の解析. 九州森林研究, 55, 42-45.
- 近藤 洋史・神戸 喜久 (1991) 子持山国有林におけるスギ間伐試験地の生長経過. 日林関東支論, 42, 21-22.
- 近藤 洋史・齋藤 英樹・高橋 與明・山田 茂樹 (2012) 丸山収獲試験地における林分構造の変化. 森林総研九州支所年報, 24, 30.
- 近藤 洋史・高橋 與明 (2013) 久間横山収獲試験地における林分構造の変化. 森林総研九州支所年報, 25, 22.
- 近藤 洋史・高橋 與明 (2014) 万膳 1 号収獲試験地における林分構造の変化. 森林総研九州支所年報, 26, 22.
- 近藤 洋史・高橋 與明 (2017) 仁川第 1 号収獲試験地における林分構造の変化. 森林総研九州支所年報, 28, 20.
- 近藤 洋史・高橋 與明・齋藤 英樹 (2015) 本田野ヒノキ収獲試験地における林分構造の変化. 森林総研九州支所年報, 27, 22.
- Matsumoto, M., Oka, H., Mitsuda, Y., Hashimoto, S., Kayo, C., Tsunetsugu, Y. and Tonosaki, M. (2016) Potential contributions of forestry and wood use to climate change mitigation in Japan. J. For. Res., 21, 211-222.
- 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) 収獲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. 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 (2012) 中の川山スギ人工林収獲試験地の調査結果. 森林総研四国支所年報, 53, 20-21.
- 宮本 麻子・天野 正博 (2002) 立木の空間分布および生育条件が個体成長に及ぼす影響. 森林総研研報, 1, 163-178.
- 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. 日林誌, 93, 113-122.
- 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. *For. Ecol. Manage.*, 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・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—. 森林計画誌, 47, 16-28.
- 西園 朋広・細田 和男・富村 洋一・佐野 真琴・北原 文章・小谷 英司 (2017) 関東・四国地域のスギにおける樹高を用いた一変数材積式の検討. 関東森林研究, 68 (1), 57-58.
- 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? *J. For. Plan.*, 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. 日林誌, 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. *J. For. Res.*, 13, 264-274.
- 齋藤 和彦・田中 邦宏 (2015) 林業道具豆知識 第4回 測高器. 森林総研関西支所研究情報, 115, 4.
- 諏訪 玲明 (1960) 国有林における収穫試験の沿革. 林試研報, 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—. 森林総研東北支所たより, 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. 日林学術講, 113, 436.
- 田中 邦宏 (2011) 人工林の長期成長モニタリング. 森林総研関西支所研究情報, 101, 2.
- 田中 邦宏・粟屋 義雄・大石 康彦 (1998) スギ単純同齡林分における単木の占有空間と成長. 日林論, 109, 179-182.
- 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) アカマツスギ・ヒノキ複層林の成長—地獄谷収穫試験地定期調査報告—. 森林総研関西支所年報, 49, 55-56.
- 田中 邦宏・齋藤 和彦・近口 貞介・檜山 真司 (2012) 滝谷スギ人工林収穫試験地定期調査報告—B種間伐区、上層間伐区、ナスビ伐り区の比較—. 森林総研関西支所年報, 53, 37-40.
- 田中 邦宏・齋藤 和彦・近口 貞介・檜山 真司 (2013a) 間伐方法の違いと直径分布の経年変化について. 日林学術講, 12, 34.
- 田中 邦宏・齋藤 和彦・近口 貞介・檜山 真司 (2013b) 茗荷淵山 (三重県熊野市) ヒノキ収穫試験地定期調査報告—三重県南部の温暖な地域におけるヒノキ林の成長について—. 森林総研関西支所年報, 54, 36-38.
- 田中 邦宏・齋藤 和彦・近口 貞介・檜山 真司 (2014a) 六万山スギ収穫試験地 (石川県) 定期調査報告—石川県南部の多雪地域におけるスギ人工林の成長について—. 森林総研関西支所年報, 55, 36-38.
- 田中 邦宏・齋藤 和彦・近口 貞介・檜山 真司 (2014b) 和歌山市新宮地方のスギ人工林の成長と間伐について. 応用森林学会大会プログラム, 65, 8.
- 田中 邦宏・齋藤 和彦・近口 貞介・檜山 真司 (2015a) 温暖多雨な紀伊半島南部におけるスギ高齢人工林の成長について. 日林学術講, 126, 235.
- 田中 邦宏・齋藤 和彦・近口 貞介・檜山 真司 (2015b) 篠谷山スギ収穫試験地 (鳥取県日野郡江府町) 定期調査報告—山陰地方におけるスギ人工林の成長について—. 森林総研関西支所年報, 56, 37-39.
- 寺崎 康正 (1978) 秋田地方スギ人工林施業の基礎的研究. 京大農演集報, 12, 1-88.
- 寺崎 渡 (1928) 実験間伐法要綱. 大日本山林会, 239pp.
- 鳥山 淳平・橋本 昌司・清水 貴範・Lehtonen Aleks (2017) スギ人工林を対象としたプロセスモデルのキャリブレーション. 日林学術講, 128, 276.
- 注) 単年度の調査結果報告 (各支所年報) は平成 23-27 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)
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	
北海道支所 北方林管理 研究グループ	1	利根別トドマツ人工林収獲試験地	北海道岩見沢市	空知	41 は	60	SW/10	BC	1	1961-2011	20-70	11 +	石橋ら 1995, 2008
	2	陸別斗満カラマツ人工林収獲試験地	北海道足寄町	十勝東部	1192 め1	480	平坦	BIE	1	1967-2011	10-54	9 +	石橋ら 1995, 2009
	3	常元トドマツ人工林収獲試験地	北海道置戸町	網走中部	23 よ	450	SW/15	BD	1	1962-2011	12-61	8 +	石橋ら 1995, 2008
	4	生田原カラマツ人工林収獲試験地	北海道遠軽町	網走西部	337 ね	400	SW/20	BD	1	1965-2012	8-55	11 +	石橋ら 1995, 2009
	5	丸瀬布カラマツ人工林収獲試験地	北海道遠軽町	網走西部	1108 う	360	NE/22	BD	1	1967-2012	13-58	10 +	石橋ら 1995, 2009
	6	鶯トドマツ人工林収獲試験地	北海道厚沢部町	檜山	544 は	160	SE/13	BD	1	1964-2012	32-80	9 +	石橋ら 1995, 2008
	7	壮瞥トドマツ人工林収獲試験地	北海道壮瞥町	後志	2411 め	120	NE/16	BD-Va	1	1962-2012	30-80	9	石橋ら 1995, 2008
	8	上金華カラマツ人工林収獲試験地	北海道北見市	網走中部	1009 と	360	SW/15	BD	1	1966-2013	6-53	10 +	石橋ら 1995, 2009
	9	中標津養老牛カラマツ人工林収獲試験地	北海道中標津町	根釧東部	455 い	200	SW/3	BD	1	1964-2013	12-61	9 +	石橋ら 1995, 2009
	10	万字カラマツ人工林収獲試験地	北海道岩見沢市	空知	18 ろ	360	S/35	BD(d)	1	1966-2014	11-59	11 +	石橋ら 1995, 2009
	11	西上音更カラマツ人工林収獲試験地	北海道士幌町	東大雪	9 る	500	SE/7	BB(w)	1	1965-2014	8-57	10 +	石橋ら 1995, 2009
	12	春別カラマツ人工林収獲試験地	北海道別海町	根釧東部	1107 な, な1	50	平坦	BIE	1	1966-2014	12-60	9 +	石橋ら 1995, 2009
	13	秋田カラマツ人工林収獲試験地	北海道置戸町	網走中部	133 む	300	W/16	BD	1	1967-2015	14-62	10 +	石橋ら 1995, 2009
	14	仙美里カラマツ人工林収獲試験地	北海道本別町	十勝東部	231 い	150	SE/20	BIE	1	1967-2015	11-59	9 +	石橋ら 1995, 2009
	15	長万部トドマツ人工林収獲試験地	北海道長万部町	渡島	449 ほ	160	NW/9	BD	1	1964-2015	14-65	9 +	石橋ら 1995, 2008
東北支所 森林資源管理 研究グループ	16	朝日沢カラマツ人工林収獲試験地	山形県最上町	最上	1057に	370	W/8	BI ₀	1	1959-2011	10-62	6 +	小谷ら 2012
	17	大明神スギ人工林収獲試験地	山形県最上町	最上	1052に-へ	250	W/5-10	BI(u)	3	1937-2012	17-91	9 +	小谷・天野 2013
	18	小升沢カラマツ収獲試験地	岩手県遠野市	遠野	42り1-2	710	NW/14	BI ₀	1	1951-2013	10-62	6 +	小谷ら 2014
	19	狼の巣スギ人工林収獲試験地	宮城県気仙沼市	宮城北部	351わ	150	SE/15	BI	4	1964-2014	16-66	8 +	小谷ら 2015
	20	土倉沢カラマツ人工林収獲試験地	秋田県仙北市	秋田	1089わ1-3	350	E-SE/10-20	B ₈	3	1948-2015	31-98	8 +	小谷・天野 2016

Table 1. 試験地の概況 (2/2)
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 資源解析 研究室	21	広河原スギ人工林収穫試験地	富山県富山市	富山	207わ	1080	SE/32	BB	1	1966-2011	1-46	10	細田ら 2009b
	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	1972-2012	21-61	9+	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	1972-2012	54-94	9+	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	1973-2013	30-70	9+	細田ら 2005
	25	前橋(小野子スギ)成長予測の固定標準地	群馬県渋川市	群馬	299へ	600-650	E/20	BD(d)	4	1959-2014	14-69	11+	宮本ら 2002
関西支所 森林資源管理 研究グループ	26	滝谷スギ人工林収穫試験地	兵庫県宍粟市	兵庫	136り	600-760	SE/40	BD	3	1936-2011	37-112	12+	田中ら 2012
	27	地獄谷アカマツ天然林収穫試験地	奈良県奈良市	奈良	17わ	180-240	SE/10-35	BB-BD	3	1949-2012	17-90	13+	田中・野田 2008
	28	茗荷淵山ヒノキ人工林収穫試験地	三重県熊野市	三重	841へ	600-640	NE/35	BD	1	1960-2012	10-61	11+	田中ら 2013b
	29	六万山スギ人工林収穫試験地	石川県白山市	石川	55る	930-970	SW/20	BD(d)	1	1962-2013	15-66	11+	田中ら 2014a
	30	篠谷山スギ人工林収穫試験地	鳥取県江府町	鳥取	715い	560-620	N/30	BD	1	1959-2014	31-86	11+	田中ら 2015b
四国支所 流域森林保全 研究グループ	31	中の川山スギ人工林収穫試験地	高知県南国市	高知	95は,98は	730-820/750-780	SW/15-30/SE/20-30	BD(d)	5	1966-2011	9-54,8-53	9+	光田・北原 2012
	32	浅木原スギ人工林収穫試験地	香川県まんのう町	香川	55ほ	750	SW/40	BD(d)	4	1964-2012	11-54	10+	北原・光田 2013
	33	浅木原ヒノキ人工林収穫試験地	香川県まんのう町	香川	55ほ	800	NE/40-45	BD(d)	2	1965-2013	13-56	10+	北原 2014
	34	下ル川スギ人工林収穫試験地	高知県中土佐町	高知	215は	580-620	SE/5-10	BD	4	1986-2014	14-56	9+	北原 2015
九州支所 森林資源管理 研究グループ	35	丸山ヒノキ人工林収穫試験地	熊本県芦北町	熊本南部	443ほ	500	N/15-25	BD(d)-BD	1	1931-2011	19-99	13+	近藤ら 2012
	36	久間横山ヒノキ人工林収穫試験地	佐賀県嬉野市	佐賀	1044よ,る	300	E/10-20	BA-BC	1	1968-2012	33-77	7+	近藤・高橋 2013
	37	万膳1号ヒノキ人工林収穫試験地	鹿児島県霧島市	鹿児島	1044け,1047ほ	720	NW/5-10	Blm	2	1952-2013	32-93	11+	近藤・高橋 2014
	38	本田野ヒノキ人工林収穫試験地	宮崎県宮崎市	宮崎	65は,は1	460	NW/15-25	Bld-Blm	2	1952-2014	41-103	12+	近藤ら 2015
	39	仁川1号ヒノキ人工林収穫試験地	熊本県熊本市	熊本	184は	340	S/15-20	Im II-BD	3	1953-2015	23-85	10+	近藤・高橋 2017

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28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 indicates that the experiment will continue after FY2016. Soil type was classified according to the Forest Soil Division (1976).

Table 2. 人工林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (1/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 1 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積 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 (総収穫量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
1 利根別トドマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	20	11.2				7.5				2340	0	0		121.8				20.8	13.6	121.8	6.1
	23	14.2	9.5	3.3		9.0	8.0	3.5		1790	540	15		160.6	23.6	0.0		22.6	10.4	184.3	8.0
	28	16.6		6.0		11.7		5.5		1770	0	20		273.5		0.2		20.4	6.3	297.1	10.6
	33	19.3	16.4	8.1		13.8	12.9	6.5		1195	550	25		281.4	94.1	0.6		16.5	5.1	399.1	12.1
	38	21.2				15.1				1195	0	0		363.7				17.6	4.6	481.4	12.7
	40	22.4	19.8			15.7	15.1			935	260	0		328.7	70.2			14.4	3.9	516.6	12.9
	45	24.6	21.9	20.9		17.1	16.5	16.3		765	160	10		343.8	56.8	3.1		18.6	4.8	588.4	13.1
	50	27.1	24.4			19.0	18.0			615	150	0		366.5	70.5			14.2	3.5	681.7	13.6
	55	29.0				20.0				615	0	0		437.5				14.9	3.1	752.7	13.7
	60	30.9		34.1		21.1		19.6		610	0	5		512.1		4.6		6.7	1.2	827.3	13.8
2 陸別斗満カラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	70	33.9		29.5		23.5		20.7		520	0	90		579.4		67.6		11.2	1.8	894.6	12.8
	75	35.6		30.2		24.5		22.8		500	0	20		635.3		17.7				950.4	12.7
	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		3.5		1800	0	15		97.5		0.0		16.9	12.1	97.5	6.5
	20	15.5	11.9	7.1		13.0	11.6	6.2		1120	585	95		140.1	42.0	1.6		14.5	8.2	182.1	9.1
	25	17.8		18.0		15.2		15.0		1115	0	5		212.6		0.9		14.4	5.8	254.6	10.2
	30	21.0	17.2	12.7		17.8	16.2	12.5		660	445	10		200.5	84.1	0.8		15.6	6.5	326.7	10.9
	35	22.6	23.2			21.5	22.0			650	10	0		274.2	4.6			4.8	1.6	404.9	11.6
	43	25.5		20.9		23.7		20.6		540	0	110		312.7		38.5		4.7	1.5	443.4	10.3
	49	27.1		24.3		26.3		23.7		470	0	70		341.2		36.6		6.5	1.8	471.9	9.6
3 常元トドマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	54	29.0		21.9		26.9		23.1		440	0	30		373.6		12.6		-2.6	-0.7	504.3	9.3
	59	30.1		27.8		27.6		26.1		385	0	55		360.4		42.3				491.1	8.3
	12	4.4				3.4				1580	0	0		7.5				5.3	14.4	7.5	0.6
	23	9.0		1.8		7.2		2.0		1830	0	5		65.6		0.0		13.4	13.5	65.6	2.9
	28	11.9		8.8		9.1		7.2		1825	0	5		132.4		0.1		14.4	8.2	132.4	4.7
	34	14.1	13.6	11.1		10.7	10.6	8.9		1280	600	20		155.7	63.4	1.4		11.0	5.8	219.1	6.4
	40	17.0		13.3		12.0		9.8		1205	0	75		221.8		9.2		17.8	6.5	285.2	7.1
	46	19.3		17.6		14.9		14.0		1135	0	70		328.9		16.7		12.0	3.3	392.2	8.5
	51	21.6	20.7	12.4		16.5	16.6	11.0		775	275	85		291.0	97.7	11.9		7.9	2.4	452.2	8.9
	61	25.3		16.8		18.9		14.7		660	0	115		370.5		27.1				531.7	8.7

Table 2. 人工林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (2/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 2 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積 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)			Net volume increment (m ³)			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	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	
4 生田原カラマツ 人工林収穫試験地 0.202 ha	8	6.2			5.1			2559	0	0	25.9			13.4	22.6	25.9	3.2
	13	9.2		3.5	9.2		2.9	2545	0	15	92.9		0.0	22.9	15.2	92.9	7.1
	18	11.9		3.6	13.7		4.6	2401	0	144	207.3		0.6	22.9	8.1	207.3	11.5
	20	13.7	11.0		15.2	13.5		1441	960	0	176.1	67.9		18.4	7.6	244.1	12.2
	23	15.4		5.9	17.1		10.9	1342	0	99	221.5		2.1	15.1	4.1	289.4	12.6
	28	17.2		11.7	17.5		14.9	1312	0	30	272.1		3.1	10.1	4.1	340.0	12.1
	33	18.9		15.2	19.5		16.6	1188	0	124	334.3		19.9	12.4	4.1	402.2	12.2
	38	19.9		16.0	21.3		18.1	1114	0	74	378.3		14.6	8.8	2.5	446.2	11.7
	43	21.3		14.8	23.2		18.6	995	0	119	421.9		21.4	8.7	2.2	489.9	11.4
	50	23.1		18.1	24.5		20.8	921	0	74	492.6		21.0	10.1	2.2	560.5	11.2
5 丸瀬布カラマツ 人工林収穫試験地 0.242 ha	55	24.3	23.1	18.3	25.4	25.0	19.4	678	223	25	424.0	118.3	6.4	9.9	1.9	610.2	11.1
	13	12.0			9.7			1678	0	0	102.2			24.0	14.8	102.2	7.9
	18	16.5	12.3	5.9	14.6	12.6	6.5	1149	479	54	181.5	40.9	0.6	19.8	8.6	222.4	12.4
	23	20.4	16.9	14.0	18.3	17.0	12.2	690	417	41	201.2	79.5	4.3	18.9	7.6	321.6	14.0
	28	23.9	21.1		21.3	20.5		504	186	0	230.7	65.0		12.0	4.6	416.1	14.9
	33	26.0		21.0	23.3		19.6	496	0	8	290.7		2.7	16.1	4.9	476.1	14.4
	38	29.5	27.1	25.2	25.2	24.1	23.9	351	132	12	284.6	86.5	7.0	15.1	4.7	556.4	14.6
	43	31.5			28.0			351	0	0	360.1			13.0	3.3	631.9	14.7
	48	33.6			29.2			351	0	0	425.0			14.7	3.2	696.8	14.5
	53	35.8		31.8	30.6		27.7	347	0	4	498.7		4.2	16.2	3.0	770.5	14.5
6 鶺鴒ドマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	58	37.4			32.7			347	0	0	579.9					851.7	14.7
	32	18.5			15.6			1690	0	0	446.8			23.5	4.7	446.8	14.0
	37	20.5		10.9	18.1		12.0	1540	0	150	564.5		12.7	7.9	1.4	564.5	15.3
	38	22.3	19.0	14.1	18.9	18.2	14.9	900	560	80	393.6	178.8	12.0	25.4	5.5	572.4	15.1
	43	25.5		18.1	20.8		17.7	855	0	45	520.4		12.5	20.0	3.5	699.2	16.3
	48	29.4	21.1	20.0	23.1	21.1	18.7	620	205	30	529.6	90.8	11.8	15.0	2.6	799.1	16.6
	53	32.9	27.8	24.9	24.5	23.3	23.0	470	115	35	515.1	89.5	22.2	9.8	1.7	874.2	16.5
	63	36.5		33.8	25.1		24.4	455	0	15	613.1		16.7	-1.5	-0.3	972.2	15.4
	75	39.8		38.1	28.6		25.2	330	0	125	594.8		181.8	-5.1	-0.9	953.9	12.7
	80	41.0		40.3	29.0		28.6	295	0	35	569.4		62.8			928.4	11.6

Table 2. 人工林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (3/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 3 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積 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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
7 壮瞥トドマツ 人工林収獲試験地 0.2 ha	30	12.5				11.5				2580	0	0		257.0				29.7	9.0	257.0	8.6
	35	14.2		6.1		14.7		7.3		2510	0	70		405.5				12.5	3.0	405.5	11.6
	37	15.8		5.8		15.8		6.9		1495	985	30		298.1	132.4	0.4		3.9	1.3	450.0	10.7
	42	18.3		14.3		17.4		16.1		1110	0	385		317.6	23.8	7.1		16.8	4.7	533.8	11.4
	47	20.9		14.5		19.3		16.5		950	120	40		377.5	70.2	5.3		11.0	2.7	588.8	11.3
	52	23.4		14.7		21.4		15.1		685	240	25		362.4	66.5			11.7	2.8	706.2	11.4
	62	27.8				22.0				565	120	0		413.3				13.3	2.7	852.5	11.7
	73	30.4				25.0				565	0	0		559.6				11.8	2.0	935.1	11.7
	80	33.2	26.6	28.8		27.0	24.1	24.8		465	85	15		577.8	64.5	13.9					
	6	4.1				3.3				2296	0	0		8.6				12.1	31.2	8.6	1.4
8 上金華カラマツ 人工林収獲試験地 0.199 ha	11	9.7		2.4		7.5		3.9		2181	0	136		69.1				25.8	19.3	69.1	6.3
	16	14.4		4.4		12.7		8.6		1312	804	65		140.3	57.8	0.6		17.2	9.0	198.1	12.4
	22	17.2		10.8		16.0		12.6		1296	0	15		243.2				17.0	5.9	301.1	13.7
	27	19.2		16.3		19.2		15.2		1176	0	121		328.2	79.6	19.4		8.6	2.5	386.0	14.3
	32	22.2	18.6	17.2		20.1	18.8	17.9		764	307	106		291.7				10.5	3.3	429.1	13.4
	37	23.3		18.1		22.7		18.1		734	0	30		344.2				-2.9	-0.9	481.6	13.0
	42	25.2		22.6		25.0		22.6		548	0	186		329.4				5.1	1.5	466.9	11.1
	48	27.7		23.5		26.3		24.7		467	0	80		359.8				3.5	1.0	497.2	10.4
	53	30.0		25.5		27.2		25.5		407	0	60		377.4						514.9	9.7
	12	7.9				6.2				2600	0	0		50.3				12.3	14.1	50.3	4.2
9 中標津養老牛 カラマツ 人工林収獲試験地 0.2 ha	18	12.7	8.8	5.2		10.1	8.0	4.7		1335	1125	140		90.0	33.8	1.1		12.5	10.3	123.8	6.9
	23	15.5		10.6		11.9		10.2		1320	0	15		152.5				14.4	7.6	186.3	8.1
	28	18.3	15.3	13.7		14.5	13.5	11.3		960	325	35		182.6	41.7	3.1		12.2	5.7	258.1	9.2
	33	19.6				17.0				960	0	0		243.4				5.1	2.0	318.9	9.7
	38	22.0	19.4	18.6		18.0	17.3	16.9		595	275	90		199.5	69.4	20.2		10.7	4.7	344.4	9.1
	43	24.0		18.9		19.5		17.0		590	0	5		253.1				4.7	1.7	397.9	9.3
	54	29.9	24.5	22.4		22.1	19.9	19.1		380	45	165		283.7	20.7	60.5		7.8	2.5	449.2	8.3
	61	33.3		27.6		24.1		21.4		335	0	45		338.6						504.1	8.3

Table 2. 人工林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (4/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 4 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)			
10 万字カラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	11	6.7			5.9			2340	0	0	33.7			11.7	18.6	33.7	3.1
	16	10.0		3.1	8.4		3.2	2220	0	120	92.3		0.3	11.7	18.6	92.3	5.8
	21	15.0	10.2	5.5	12.7	10.4	5.7	1080	845	295	128.5	41.9	2.8	15.6	11.9	170.4	8.1
	26	17.2		11.5	14.7		10.6	1065	0	15	189.3		1.0	12.2	7.7	231.2	8.9
	29	18.1		14.6	15.8		13.7	1050	0	15	221.7		1.9	10.8	5.3	263.6	9.1
	34	20.7	16.2	15.6	17.5	15.5	15.0	675	345	30	198.8	55.7	4.5	6.5	2.7	296.4	8.7
	39	22.2			18.5			675	0	0	241.9			8.6	3.9	339.5	8.7
	44	23.8		18.5	19.2		17.3	670	0	5	285.7		1.1	8.8	3.3	383.4	8.7
	49	24.9		21.8	20.8		18.5	665	0	5	337.4		1.6	10.3	3.3	435.0	8.9
	54	26.0			21.7			665	0	0	386.0			9.7	2.7	483.6	9.0
59	29.7	22.2	15.5	23.5	20.1	16.6	435	210	20	339.7	81.7	3.0	7.1	1.8	519.0	8.8	
11 西上音更カラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	8	6.7			5.3			2290	0	0	28.5			12.0	20.5	28.5	3.6
	13	10.9	8.1	5.3	9.8	8.1	4.8	1300	925	65	64.2	24.2	0.6	14.7	14.6	88.3	6.8
	18	14.2		13.1	13.0		10.7	1295	0	5	137.8		0.4	16.9	9.4	161.9	9.0
	23	17.2	14.0		17.0	15.6		875	420	0	170.8	51.7		16.9	9.4	246.7	10.7
	28	18.8			17.8			875	0	0	211.7			8.2	4.3	287.6	10.3
	33	20.7	18.6		21.1	20.3		570	305	0	195.4	82.3		13.2	5.4	353.6	10.7
	38	22.3			21.5			570	0	0	229.7			6.9	3.2	387.8	10.2
	46	25.0		21.5	24.8		21.0	550	0	20	321.3		7.5	11.5	4.2	479.4	10.4
	52	26.1	26.0	21.9	23.7	23.2	23.6	425	95	30	258.6	55.8	12.6	-1.1	-0.4	472.5	9.1
	57	27.8		24.1	24.3		23.3	415	0	10	293.9		5.0	7.1	2.6	507.9	8.9
12 春別カラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	13	8.4			7.0			2820	0	0	66.6			13.1	13.2	66.6	5.1
	18	12.1	9.1	5.0	10.4	8.8	4.9	1435	1230	155	90.8	41.6	1.2	12.2	10.1	132.4	7.4
	23	14.5		10.9	12.5		9.3	1425	0	10	151.9		0.5	14.6	7.8	193.6	8.4
	28	17.4	14.0		15.2	13.9		975	450	0	175.8	49.2		14.6	7.8	266.6	9.5
	33	19.0			16.3			975	0	0	223.3			9.5	4.8	314.1	9.5
	38	21.7	18.0	18.5	17.9	17.0	16.1	670	295	10	214.6	63.4	2.1	10.9	4.4	368.8	9.7
	46	23.9		20.4	20.7		17.5	665	0	5	299.0		1.4	10.5	4.1	453.1	9.9
	51	26.6	22.6	23.9	24.2	23.2	19.6	455	200	10	290.7	91.0	4.2	16.5	4.9	535.8	10.5
	61	29.9		24.0	24.9		23.6	425	0	30	349.8		15.6	5.9	1.8	594.9	9.8

Table 2. 人工林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (5/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 5 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積 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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
13 秋田カラマツ 人工林収穫試験地 0.199 ha	14	10.1		4.6		9.8		5.0		2905	0	60		133.3		0.4		27.1	14.5	133.3	9.5
	18	12.4		5.8		12.5		6.7		2724	0	181		241.9		2.4		22.4	7.2	241.9	13.4
	24	16.4	11.1	6.9		17.2	14.1	10.5		1538	1126	60		287.5	88.7	1.4		17.4	5.2	376.2	15.7
	29	17.8		12.0		19.1		15.7		1523	0	15		374.3		1.3		17.4	5.2	463.0	16.0
	34	19.8		13.7		20.1		16.6		1317	0	206		414.6		26.8		8.1	2.0	503.3	14.8
	39	21.1		17.9		21.0		19.2		1216	0	101		462.1		24.1		9.5	2.2	550.8	14.1
	44	22.2		16.5		24.5		18.0		1106	0	111		537.6		23.2		15.1	3.0	626.3	14.2
	49	23.7		20.0		26.6		22.5		1030	0	75		627.9		28.0		18.1	3.1	716.6	14.6
	57	27.6		21.2		27.7		25.1		598	0	432		515.9		197.2		-14.0	-2.4	604.6	10.6
	62	28.7		22.8		28.7		23.8		568	0	30		545.7		17.0		6.0	1.1	634.3	10.2
14 仙美里カラマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	11	10.3				8.8				1915	0	0		81.5				16.3	13.3	81.5	7.4
	16	14.8		8.4		12.5		7.8		1245	535	135		136.9	26.1	3.7		13.9	8.1	163.0	10.2
	21	16.9		11.6		14.5		10.7		1235	0	10		206.6		0.6		14.9	6.1	232.7	11.1
	26	19.8	17.7	12.2		18.3	17.7	13.7		690	410	135		190.6	90.3	11.0		8.7	4.1	306.9	11.8
	31	21.2		18.2		19.9		17.5		670	0	20		233.9		4.4		9.4	3.6	350.2	11.3
	36	24.1	20.5	22.2		22.3	20.5	20.5		410	230	30		202.6	78.2	12.4		10.7	4.2	397.2	11.0
	46	27.9		23.4		25.6		22.0		405	0	5		309.4		2.2		0.0	0.0	503.9	11.0
	54	31.2		25.9		28.9		24.4		290	0	115		309.3		72.9		7.8	2.4	503.8	9.3
	59	33.7		26.9		30.0		26.1		270	0	20		348.4		14.2				542.9	9.2
	34	15.9				12.7				1485	0	0		269.6				19.0	6.0	269.6	7.9
15 長万部トドマツ 人工林収穫試験地 0.2 ha	39	18.4		10.7		15.1		9.7		1320	0	165		364.5		15.6		18.0	4.4	364.5	9.3
	44	20.8		10.0		17.1		11.0		1185	0	135		454.4		9.5		20.3	4.2	454.4	10.3
	47	25.3	14.3	12.5		20.0	15.3	12.5		815	245	125		472.5	42.9	14.1		15.2	3.0	515.4	11.0
	52	30.0	21.0	21.6		22.8	20.5	19.5		500	260	55		436.4	112.2	23.7		16.3	3.4	591.5	11.4
	57	32.3		23.0		24.4		22.0		485	0	15		517.8		7.8		11.6	2.1	672.9	11.8
	64	34.8		12.4		25.2		17.2		480	0	5		598.9		0.7		5.4	0.9	754.0	11.8
	75	37.0		34.3		26.6		25.1		445	0	35		658.4		42.8				813.5	10.8
	85	39.6		32.3		31.1		24.9		395	0	50		776.4		55.3		11.8	1.6	931.6	11.0

Table 2. 人工林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (6/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 6 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積 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)			Net volume increment (m ³)			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	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 (総収穫量) Total increment (ha ⁻¹)	
16	10	7.1			5.7			1965	0	0	29.4			11.5	19.8	29.4	2.9
	15	10.4	8.2	8.7	8.4	7.0	7.5	1810	490	20	75.8	11.2	0.5	11.5	19.8	87.0	5.8
朝日沢カラマツ	20	13.0		8.4	10.6		8.2	1730	0	80	136.2		2.3	12.1	11.4	147.4	7.4
人工林収穫試験地	30	16.1		11.6	14.3		11.8	1495	0	235	237.5		17.2	10.1	5.4	248.8	8.3
0.2 ha	52	23.5		16.6	21.6		18.6	855	0	640	409.4		135.7	7.8	2.4	420.6	8.1
	62	25.9	25.0	16.9	25.0	24.2	20.4	730	20	105	487.1	13.0	24.0	9.1	2.0	511.3	8.2
17-1	17	14.5	11.5	12.9	8.2	7.1	7.4	1300	418	5	99.4	18.9	0.2	23.4	14.8	118.2	7.0
	22	19.1		7.8	9.9		3.8	1395	0	18	216.3		0.2	35.3	11.6	235.1	10.7
	27	25.5	18.2	14.3	14.8	11.2	7.1	759	573	64	286.0	106.7	4.4	33.1	7.6	411.5	15.2
大明神スギ	36	33.7	21.5	7.0	20.1	14.9	4.7	636	118	5	548.8	35.5	0.1	36.1	5.5	709.8	19.7
人工林収穫試験地	42	37.5		23.4	23.4		13.7	623	0	14	765.3		6.9	45.4	4.6	926.4	22.1
(第1分区)	52	42.6		32.6	29.1		20.5	614	0	9	1219.4		7.5	35.5	2.7	1380.4	26.5
0.22 ha	58	51.8	39.4	33.3	32.8	28.8	26.9	300	300	14	910.7	521.8	15.6	21.4	1.8	1593.5	27.5
	81	61.4			37.4			300	0	0	1402.2			33.3	2.1	2085.0	25.7
	91	67.1			39.7			300	0	0	1735.4					2418.2	26.6
17-2	17	12.3			7.1			1868	0	0	92.6			27.9	17.2	92.6	5.4
	22	16.2		8.9	9.3		5.5	2055	0	50	232.1		1.0	27.6	9.2	232.1	10.5
	27	22.4	16.6	10.2	13.1	10.5	6.7	1041	705	309	274.9	95.2	10.8	33.6	7.9	370.1	13.7
大明神スギ	36	30.8	23.0	16.7	19.0	15.3	10.7	768	132	141	531.8	45.1	19.1	37.9	5.9	672.0	18.7
人工林収穫試験地	42	34.7		18.6	21.7		13.3	764	0	5	759.3		0.8	40.0	4.2	899.5	21.4
(第2分区)	52	39.6		26.6	26.9		17.5	723	0	41	1159.6		19.5	41.1	3.2	1299.9	25.0
0.22 ha	58	48.0	37.9	29.9	31.7	28.5	21.1	341	332	50	877.5	528.6	38.8	24.8	2.1	1546.3	26.7
	81	58.9		49.0	38.5		30.4	323	0	18	1448.7		48.3	25.0	1.6	2117.6	26.1
	91	63.6			39.5			323	0	0	1699.0					2367.8	26.0

Table 2. 人工林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (7/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 7 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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	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 (総収穫量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ・yr ⁻¹)			
17-3 大明神スギ 人工林収穫試験地 (第3分区)	17	8.9			5.6			778	0	0	16.2			12.5	26.4	16.2	1.0
	22	11.2			6.4			2017	0	0	78.5			14.8	12.8	78.5	3.6
	27	13.8		8.4	7.7		4.9	2139	0	39	152.6		0.6	22.4	8.8	353.9	5.7
	36	19.6	12.7	10.8	12.6	8.8	5.8	1522	409	222	324.9	29.1	8.2	33.1	7.8	552.6	9.8
	42	22.3		14.4	16.4		10.6	1457	0	65	523.5		7.6	31.8	4.7	870.6	13.2
	52	27.2		15.5	20.7		12.2	1261	0	196	841.5		27.2	32.3	3.4	1064.7	16.7
0.23 ha	58	35.5	27.6	16.9	25.7	22.7	13.3	443	652	165	557.8	477.7	28.6	22.7	2.8	1586.0	19.6
	81	46.8		40.8	31.9		30.5	422	0	22	1079.2		42.2	32.7	2.6	1913.3	21.0
	91	52.3			34.5			422	0	0	1406.5						
18 小升沢カラマツ 人工林収穫試験地	10	7.4			6.3			1728	0	0	39.6			11.7	7.5	39.6	4.0
	30	19.9		15.3	17.6		14.9	921	0	807	273.7		121.0	4.5	1.6	273.7	9.1
	36	22.0		14.3	19.5		13.1	782	0	139	300.6		17.8	11.7	3.2	300.6	8.4
	48	26.1		16.0	24.5		15.9	678	0	104	441.1		18.2	6.5	1.4	441.1	9.2
	52	27.2	29.5	16.5	26.9	28.4	18.2	604	15	59	453.7	13.4	11.6	6.7	1.4	467.2	9.0
	62	29.7		18.7	28.7		23.3	554	0	50	520.2		14.7	6.7	1.4	533.7	8.6
19-1 狼の巣スギ 人工林収穫試験地 (第1分区、B種間 伐区)	16	13.5	8.9		8.6	6.0		2022	350	0	160.2	8.9		44.8	17.9	169.1	10.6
	20	19.0	11.5	8.4	12.8	9.3	7.3	1528	467	28	307.9	31.7	0.7	23.7	6.5	348.5	17.4
	25	22.1	16.7	18.6	14.9	13.2	13.7	1311	150	67	401.9	24.3	13.5	7.8	1.8	466.9	18.7
	31	24.6		21.7	16.3		15.3	1094	0	217	448.6		65.5	17.5	3.6	513.5	16.6
	35	26.5		23.4	17.7		17.3	1011	0	83	518.4		33.4	22.8	3.4	583.3	16.7
	49	30.8		26.0	21.2		19.2	994	0	17	837.8		9.8	27.0	2.9	902.7	18.4
0.18 ha	56	35.6	23.5	19.3	24.1	20.0	17.5	772	194	28	935.7	91.4	7.8	22.3	2.2	1092.0	19.5
	61	36.8			25.3			772	0	0	1047.2			17.4	1.6	1203.5	19.7
	66	38.1			25.7			772	0	0	1134.2					1290.5	19.6

Table 2. 人工林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (8/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 8 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)			
19-2 狼の巣スギ 人工林収穫試験地 (第2分區、弱度 間伐区)	16	11.7	7.5		7.5	4.3		2280	105	0	122.5	1.7		37.2	18.9	124.2	7.8
	20	16.5	11.3	9.0	10.7	8.5	7.1	1875	390	15	249.9	21.4	0.4	30.7	9.4	273.1	13.7
	25	19.9	12.1	16.2	13.4	9.9	12.1	1715	120	40	394.8	8.8	5.5	-13.8	-3.9	426.7	17.1
	31	24.5		21.8	15.9		15.1	785	0	930	311.8		281.4	25.8	7.1	343.8	11.1
	35	27.2		24.4	17.4		16.8	780	0	5	415.2		2.0	31.9	5.0	447.1	12.8
	49	34.2			23.2			780	0	0	862.4			28.0	2.9	894.4	18.3
	56	38.1	22.3	20.2	25.7	19.6	17.0	705	55	20	1035.2	23.3	6.1	29.3	2.6	1090.5	19.5
0.2 ha	61	40.0		13.8	27.1		16.5	700	0	5	1181.7		0.7	22.2	1.8	1237.0	20.3
	66	41.6			27.7			700	0	0	1292.6					1347.9	20.4
19-3 狼の巣スギ 人工林収穫試験地 (第3分區、無間 伐区)	16	12.0			7.9			2710	0	0	159.9			44.4	17.9	159.9	10.0
	20	15.4		12.7	10.9		9.6	2630	0	80	337.5		6.4	29.7	7.2	337.5	16.9
	25	18.3		10.8	13.6		9.7	2280	0	350	486.1		22.3	9.6	1.9	486.1	19.4
	31	20.9		16.5	15.6		13.5	1770	0	510	543.8		99.5	22.2	3.8	543.8	17.5
	35	22.2		21.2	17.1		16.3	1640	0	130	632.7		46.6	27.6	3.3	632.7	18.1
	49	27.8		14.6	20.7		14.2	1400	0	240	1019.5		35.5	29.3	2.6	1019.5	20.8
	56	31.3		17.2	23.9		17.7	1210	0	190	1224.5		47.1	18.4	1.4	1224.5	21.9
0.1 ha	61	33.2		19.6	25.0		19.6	1120	0	90	1316.5		29.6	21.9	1.6	1316.5	21.6
	66	35.3		15.7	26.1		16.8	1060	0	60	1425.9		10.6			1425.9	21.6
19-4 狼の巣スギ 人工林収穫試験地 (第4分區、上層 間伐区)	21	12.5	21.0		9.3	12.3		2250	389	0	175.3	85.4		22.5	10.2	260.6	12.4
	25	14.3	15.4	9.0	10.6	12.2	8.1	1278	806	167	156.4	108.9	6.0	9.3	5.0	350.6	14.0
	31	17.6		8.8	12.1		7.0	1111	0	167	212.2		8.3	14.3	6.0	406.4	13.1
	35	20.8		10.7	14.2		8.5	972	0	139	269.5		14.4	21.1	5.1	463.7	13.2
	49	25.5		9.6	17.7		7.0	1028	0	28	564.7		0.8	23.3	3.6	758.9	15.5
	56	25.0	36.5		18.3	23.2		889	167	0	529.0	198.8		12.6	2.2	922.1	16.5
	61	26.2		14.0	18.9		12.8	861	0	56	592.0		6.2	11.2	1.8	985.1	16.1
0.036 ha	66	30.0		14.7	20.8		11.3	722	0	139	648.1		18.2			1041.2	15.8

Table 2. 人工林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (9/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 9 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)			
20-1 土倉沢カラマツ 人工林収穫試験地 (第1分区) 0.25 ha	31	30.1	23.2		23.1	20.0		288	156	0	231.0	67.3		10.5	4.1	298.3	9.6
	36	31.9			25.3			288	0	0	283.3			10.4	3.4	350.6	9.7
	41	35.4	29.8		27.5	25.4		200	88	0	260.3	75.1		8.9	3.1	402.7	9.8
	46	37.8	34.1		28.8	28.0		184	16	0	285.6	19.2		11.7	3.0	447.2	9.7
	63	46.7			32.9			184	0	0	485.0			12.3	2.2	646.6	10.3
	76	52.0			35.7			184	0	0	645.4			10.6	1.5	807.0	10.6
	88	55.0			38.4			184	0	0	773.1			5.0	0.6	934.7	10.6
	98	57.2		37.7	40.0		35.1	176	0	8	823.3		15.4			984.9	10.0
20-2 土倉沢カラマツ 人工林収穫試験地 (第2分区) 0.22 ha	31	26.3	19.5		19.5	15.3		359	259	0	193.7	65.3		10.1	4.6	259.0	8.4
	36	27.9			21.9			359	0	0	244.2			10.3	3.8	309.5	8.6
	41	31.8	25.3	22.8	24.3	22.1	20.3	255	95	9	240.5	55.3	3.7	10.0	3.8	361.2	8.8
	46	34.6	29.3		25.7	24.0		232	23	0	273.0	17.5		11.1	3.0	411.2	8.9
	63	42.2			29.4			232	0	0	461.1			13.8	2.5	599.2	9.5
	76	47.2		39.2	33.7		31.5	227	0	5	639.9		8.0	7.3	1.1	778.0	10.2
	88	50.8		25.8	35.1		22.9	218	0	9	727.3		5.1	6.4	0.8	865.4	9.8
	98	52.1			36.4			218	0	0	790.8					928.9	9.5
20-3 土倉沢カラマツ 人工林収穫試験地 (第3分区) 0.23 ha	31	20.7	15.9		15.0	12.6		652	361	0	172.8	49.3		13.5	6.5	222.1	7.2
	36	22.2			18.2			652	0	0	240.4			7.3	2.8	289.6	8.0
	41	25.5	19.4	25.2	19.9	17.1	19.6	426	217	9	218.7	58.1	4.1	10.1	4.1	326.1	8.0
	46	28.3	23.5	20.6	21.8	20.5	18.8	361	52	13	245.2	23.9	4.4	11.5	3.4	376.5	8.2
	63	35.0			25.7			361	0	0	441.4			12.6	2.4	572.6	9.1
	76	39.2		22.0	28.5		20.5	357	0	4	604.9		1.6	7.9	1.2	736.2	9.7
	88	42.5		24.5	30.9		25.4	335	0	22	699.8		12.9	7.5	1.0	831.1	9.4
	98	44.1		34.1	32.2		29.6	330	0	4	774.7		5.4			905.9	9.2

Table 2. 人工林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (10/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 10 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)			
21 広河原スギ 人工林収穫試験地 0.222 ha	6	1.4		0.8	1.9		1.4	2131	0	5	0.4		0.0		0.4	0.1	
	13	8.5		3.7	4.4		2.8	2167	0	63	34.6		0.2	4.9	27.9	2.7	
	18	13.6		13.1	6.4		6.0	1829	0	338	95.3		15.5	12.1	18.7	95.3	
	21	16.1		15.2	7.1		6.7	1707	0	122	132.5		7.9	12.4	10.9	132.5	
	26	19.6		20.6	9.0		7.8	1671	0	36	239.5		4.8	21.4	11.5	239.5	
	31	23.0	18.8	21.5	10.8	8.7	9.5	1477	108	86	349.4	13.8	15.5	24.8	8.2	363.2	11.7
	36	25.3	13.8		12.1	7.1		1459	18	0	465.4	1.2		23.4	5.7	480.5	13.3
	41	27.9		18.9	14.1		10.2	1446	0	14	658.5		1.9	38.6	6.9	673.6	16.4
22-1 鱈沢1号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (比較間伐区) 0.06 ha	46	30.6		18.3	16.2		11.1	1383	0	63	866.5		10.6	41.6	5.5	881.5	19.2
	21	11.6		8.0	8.5		6.9	3117	0	33	149.9		0.6			149.9	7.1
	26	13.4		7.0	10.3		7.6	3083	0	33	236.5		0.5	17.3	9.0	236.5	9.1
	31	15.0		12.4	12.0		11.1	2800	0	283	313.3		24.6	15.4	5.6	313.3	10.1
	36	16.2		8.1	13.5		10.0	2733	0	67	410.2		1.9	19.4	5.4	410.2	11.4
	41	17.4		8.7	14.4		10.9	2600	0	133	483.6		4.5	14.7	3.3	483.6	11.8
	46	19.0		11.4	16.1		11.6	2317	0	283	569.2		17.7	17.1	3.3	569.2	12.4
	51	20.3		11.8	17.9		13.5	2167	0	150	680.5		11.5	22.2	3.6	680.5	13.3
22-2 鱈沢1号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (弱度間伐区) 0.06 ha	56	21.9		13.4	19.4		13.4	2000	0	167	797.3		15.7	23.4	3.2	797.3	14.2
	61	23.2		16.0	20.1		15.5	1883	0	117	878.6		18.4	16.3	1.9	878.6	14.4
	21	13.0	14.6		8.7	8.4		2917	17	0	177.5	1.1				178.6	8.5
	26	14.7		6.8	10.5		7.4	2867	0	50	275.4		0.7	19.6	8.7	276.5	10.6
	31	16.8	10.6	6.5	12.2	11.0	7.7	2617	33	217	373.2	1.8	3.2	19.9	6.1	376.0	12.1
	36	18.4		10.5	14.5		11.7	2417	0	200	492.4		11.0	23.8	5.5	495.2	13.8
	41	19.3		11.4	15.7		11.7	2367	0	50	579.0		3.1	17.3	3.2	581.9	14.2
	46	22.8	17.7	11.2	17.4	15.9	12.4	1133	1167	67	419.1	245.3	4.1	17.1	2.7	667.2	14.5
0.06 ha	51	23.7			19.2			1133	0	0	508.7			17.9	3.9	756.9	14.8
	56	25.2			20.4			1133	0	0	612.9			20.9	3.7	861.1	15.4
	61	26.8		17.0	21.1		17.2	1117	0	17	706.0		3.2	18.6	2.8	954.2	15.6

Table 2. 人工林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (11/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 11 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
22-3 鱈沢 1 号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (中度間伐区)	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		2.3		21.6	6.7	279.1	10.7
	31	18.4	14.0			13.1	12.0			1667	817	0		298.2	79.8			20.9	6.0	387.1	12.5
	36	19.7				15.2				1667	0	0		402.9				20.4	4.5	491.7	13.7
	41	21.3				16.2				1667	0	0		504.8		1.0		19.7	3.5	593.7	14.5
	46	24.2	19.4	11.4		17.9	17.0	11.2		1033	617	17		438.1	165.0			17.6	3.6	692.0	15.0
	51	25.4				19.3				1033	0	0		526.0				26.1	4.4	779.8	15.3
0.06 ha	56	27.2				20.9				1033	0	0		656.6				19.8	2.8	910.5	16.3
	61	28.8				21.6				1033	0	0		755.5						1009.3	16.5
	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				10.3				2467	0	0		215.4				21.7	8.1	224.2	8.6
	31	18.3	14.5	9.4		12.3	11.6	7.6		1233	1200	33		201.5	122.5	1.1		11.6	5.0	332.9	10.7
	36	19.4		17.8		14.5		13.9		1183	0	50		259.5		9.3		20.1	6.5	390.8	10.9
	41	21.7				15.8				1183	0	0		359.9				16.5	4.1	491.3	12.0
22-4 鱈沢 1 号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (強度間伐区)	46	23.2				17.0				1183	0	0		442.3		1.2		19.9	4.1	573.7	12.5
	51	25.8	21.9	12.4		18.7	18.0	12.2		850	317	17		428.1	114.0			21.6	4.5	673.4	13.2
	56	27.9				20.1				850	0	0		535.9				16.4	2.8	781.2	14.0
	61	29.6				20.7				850	0	0		617.7						863.0	14.1
	54	22.1				16.3				1433	0	0		461.0				14.0	2.8	461.0	8.5
	59	23.1		12.4		17.2	14.0			1417	0	17		531.1		1.4		14.1	2.5	531.1	9.0
	64	24.4		21.3		17.7	17.1	17.1		1400	0	17		601.5		5.2		18.0	2.4	601.5	9.4
23-1 鱈沢 3 号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (比較区)	69	25.1		15.7		19.4				1383	0	17		691.4		2.8		17.4	2.2	691.4	10.0
	74	26.1				20.2				1383	0	0		778.6				17.5	2.1	778.6	10.5
	79	26.9				21.0				1383	0	0		865.9				20.4	2.2	865.9	11.0
	84	27.8				22.0				1383	0	0		967.9				25.9	2.5	967.9	11.5
	89	28.9				23.1				1383	0	0		1097.7				15.6	1.4	1097.7	12.3
	94	29.9		23.1		23.4	17.2			1367	0	17		1175.6		6.1				1175.6	12.5

Table 2. 人工林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (12/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 12 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	林齢 Age	平均胸高直径			平均樹高			本数			幹材積合計			幹材積純成長量		
		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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ・yr ⁻¹)		
23-2 鱧沢3号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (弱度間伐区) 0.06 ha	54	22.3	16.3		18.2	16.4		1383	183	0	517.3	32.7		550.0	10.2	
	59	23.0			19.0			1383	0	0	577.6		12.1	2.2	610.3	10.3
	64	25.0	18.2		19.6	19.0		1283	100	0	644.8	26.1	18.7	3.0	703.6	11.0
	69	25.6			21.3			1283	0	0	746.3		20.3	2.9	805.0	11.7
	74	26.3			22.1			1283	0	0	817.7		14.3	1.8	876.5	11.8
	79	28.2	22.4		23.0	21.9		1083	200	0	815.9	92.1	18.1	2.1	966.8	12.2
	84	29.0		20.8	24.5		19.7	1067	0	17	913.1		19.4	2.2	1064.0	12.7
	89	30.2			25.5			1067	0	0	1025.1		22.4	2.3	1176.0	13.2
94	31.1		20.9	26.1		19.0	1050	0	17	1095.7		14.1	1.3	1246.6	13.3	
23-3 鱧沢3号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (中度間伐区) 0.06 ha	54	23.2	18.4		18.2	17.4		1117	450	0	443.9	110.1		554.0	10.3	
	59	24.2			19.2			1117	0	0	512.4		13.7	2.9	622.5	10.6
	64	27.1	24.1	26.1	20.3	19.6	20.1	767	333	17	461.1	155.4	20.8	3.7	726.6	11.4
	69	28.7			21.3			767	0	0	542.9		16.4	3.3	808.4	11.7
	74	29.9			22.5			767	0	0	620.1		15.4	2.7	885.5	12.0
	79	32.8	26.7		23.0	22.1		633	133	0	616.2	86.5	16.5	2.5	968.2	12.3
	84	34.3			24.3			633	0	0	708.7		18.5	2.8	1060.7	12.6
	89	36.3			25.2			633	0	0	816.1		21.5	2.8	1168.0	13.1
94	38.0			26.0			633	0	0	905.4		17.9	2.1	1257.3	13.4	
23-4 鱧沢3号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (強度間伐区) 0.06 ha	54	25.2	18.6		18.9	17.6		833	350	0	401.4	89.3		490.7	9.1	
	59	26.2			19.4			833	0	0	444.3		8.6	2.0	533.5	9.0
	64	29.2	25.9		21.1	20.7		517	317	0	367.5	178.1	20.3	4.1	634.9	9.9
	69	30.8			21.6			517	0	0	415.3		9.6	2.4	682.7	9.9
	74	32.0			22.1			517	0	0	458.7		8.7	2.0	726.1	9.8
	79	34.0	32.0		22.6	22.3		433	83	0	438.8	74.4	10.9	2.2	780.5	9.9
	84	36.0			23.9			433	0	0	515.1		15.3	3.2	856.9	10.2
	89	38.3			24.6			433	0	0	589.7		14.9	2.7	931.4	10.5
94	40.5			25.2			433	0	0	664.0		14.9	2.4	1005.7	10.7	

Table 2. 人工林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (13/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 13 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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 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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
24-1 鱈沢 4 号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (比較区)	30	13.8			11.9			3400	0	0	322.4			18.2		322.4	10.7
	35	14.9		8.5	13.8		11.3	3200	0	200	413.6		6.7	18.2	5.0	413.6	11.8
	40	16.9		10.4	16.0		14.8	2700	0	500	512.2		33.0	19.7	4.3	512.2	12.8
	45	18.1		10.5	16.9		15.3	2550	0	150	583.0		10.5	14.2	2.6	583.0	13.0
	50	19.4		13.9	17.9		16.9	2300	0	250	644.5		33.6	12.3	2.0	644.5	12.9
	55	20.0			18.5			2300	0	0	708.7			12.8	1.9	708.7	12.9
	60	21.1		15.3	19.5		17.2	2250	0	50	825.4		8.0	23.4	3.0	825.4	13.8
0.02 ha	65	22.5		14.1	20.7		17.9	2100	0	150	937.9		21.6	22.5	2.6	937.9	14.4
	70	24.2		15.8	21.2		19.3	1850	0	250	959.6		48.3	4.3	0.5	959.6	13.7
24-2 鱈沢 4 号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (弱度間伐区)	30	14.1	10.2		13.1	12.9		2750	550	0	294.7	30.8		16.4	4.9	325.4	10.8
	35	15.1		9.6	14.8		12.9	2650	0	100	376.8		4.8	16.4	4.9	407.5	11.6
	40	16.6	14.9	10.5	16.6	16.1	14.3	1950	650	50	383.7	100.0	3.2	21.4	5.0	514.4	12.9
	45	17.6		10.9	17.3		14.7	1850	0	100	429.2		7.1	9.1	2.2	559.9	12.4
	50	19.3		15.3	18.2		16.8	1450	0	400	430.0		70.7	0.2	0.0	560.7	11.2
	55	20.6		12.3	18.9		14.9	1400	0	50	493.3		4.5	12.7	2.7	624.0	11.3
	60	22.4		13.3	19.8		16.3	1300	0	100	565.3		11.6	14.4	2.7	696.0	11.6
0.02 ha	65	24.7		14.4	20.8		17.2	1150	0	150	626.0		21.5	12.1	2.0	756.7	11.6
	70	25.8			21.4			1150	0	0	704.2			15.6	2.4	834.9	11.9
24-3 鱈沢 4 号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (中度間伐区)	30	15.5	11.2		13.6	13.0		2275	1075	0	299.9	73.6				373.5	12.4
	35	16.6		9.1	15.2		12.9	2250	0	25	382.8		1.1	16.6	4.9	456.4	13.0
	40	19.7	16.4	17.1	16.9	16.4	16.4	1125	1075	50	299.3	196.0	9.9	22.5	5.1	568.9	14.2
	45	21.2		15.6	17.9		16.7	1100	0	25	362.0		4.0	12.5	3.8	631.6	14.0
	50	22.9			19.0			1100	0	0	453.2			18.2	4.5	722.8	14.5
	55	24.7			19.7			1100	0	0	544.5			18.3	3.7	814.1	14.8
	60	26.1			21.4			1100	0	0	664.8			24.1	4.0	934.4	15.6
0.04 ha	65	27.5			22.3			1100	0	0	763.0			19.6	2.8	1032.6	15.9
	70	28.5			23.5			1100	0	0	866.0			20.6	2.5	1135.6	16.2

Table 2. 人工林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (14/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 14 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	林齢	平均胸高直径			平均樹高			本数			幹材積合計			幹材積純成長量			
		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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ・yr ⁻¹)			
24-4 鱒沢4号 ヒノキ人工林 施業比較試験地 (強度間伐区)	30	17.5	12.8		13.0	12.1		1675	625	0	265.0	54.0		13.3	4.5	318.9	10.6
	35	18.3			14.7			1675	0	0	331.6			22.8	5.9	385.5	11.0
	40	22.0	17.8		16.6	16.1		850	825	0	274.9	170.6		10.2	3.4	499.4	12.5
	45	23.7		25.6	17.5		17.3	825	0	25	326.1		11.1	16.6	4.5	550.6	12.2
	50	25.8			18.7			825	0	0	408.9			11.9	2.7	633.4	12.7
	55	27.8	24.1		19.2		18.8	800	0	25	468.4		10.9	21.3	4.1	692.9	12.6
	60	29.8			20.6			800	0	0	575.1			20.0	3.2	799.6	13.3
0.04 ha	65	31.4			21.9			800	0	0	675.1			17.3	2.4	899.6	13.8
	70	32.7			22.9			800	0	0	761.8					986.3	14.1
25-1 前橋(小野子スギ) 成長予測の 固定標準地 (無間伐区)	14	11.0	13.1		7.6	10.2		2288	6	0	100.7	0.5		18.6	14.5	101.1	7.2
	17	12.9		11.2	8.9		8.3	2269	0	19	156.6		0.9	13.4	7.9	157.1	9.2
	19	13.5		8.6	9.7		7.5	2244	0	25	183.4		0.6	13.3	6.5	183.8	9.7
	22	14.4		12.3	10.6		9.4	2238	0	6	223.2		0.4	15.7	6.6	223.7	10.2
	24	15.1		12.8	11.3		10.2	2188	0	50	254.5		4.1	18.5	6.5	255.0	10.6
	27	16.1		10.0	12.5		7.8	2131	0	56	309.9		1.9	13.0	4.0	310.4	11.5
	29	16.6		11.8	13.0		8.9	2106	0	25	335.8		1.3	12.5	3.4	336.3	11.6
	34	18.0		8.9	14.4		10.1	1981	0	125	398.6		4.9	13.6	3.1	399.0	11.7
	39	19.6		14.0	15.8		12.9	1806	0	175	466.6		20.3	10.1	2.0	467.0	12.0
	44	20.8		14.7	17.3		14.3	1644	0	163	517.0		23.0	13.6	2.5	517.4	11.8
0.16 ha	49	21.7		16.0	18.3		15.4	1594	0	50	585.1		10.0	14.5	2.3	585.5	11.9
	54	22.8		15.0	19.6		16.3	1519	0	75	657.7		11.9	15.5	2.2	658.2	12.2
	59	24.0		16.1	21.0		16.6	1431	0	88	735.4		16.1	15.7	2.2	735.9	12.5
	69	26.3		17.7	23.2		16.4	1313	0	119	892.0		27.3		1.9	892.5	12.9

Table 2. 人工林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (15/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 15 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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	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 (総収穫量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ・yr ⁻¹)			
25-2 前橋(小野子スギ) 成長予測の 固定標準地 (間伐区1)	14	13.6			9.0			1409	0	0	106.0			17.7	13.4	106.0	7.6
	17	16.0			10.1			1409	0	0	159.2			15.6	8.9	159.2	9.4
	19	16.7			11.1			1409	0	0	190.5			11.7	5.6	225.6	10.0
	22	18.3	12.5	11.4	12.2	9.5	9.2	1255	145	9	215.0	10.6	0.4	15.8	6.9	257.3	10.3
	24	19.3			12.8			1255	0	0	246.7			20.1	7.3	317.6	10.7
	27	20.5		10.6	14.2		9.9	1245	0	9	306.9		0.4	15.8	4.9	349.2	11.8
	29	21.1			14.8			1245	0	0	338.5			13.3	3.6	415.7	12.0
	34	22.6		13.2	16.1		12.6	1209	0	36	405.1		3.8	13.8	3.1	484.9	12.2
	39	24.1		17.0	17.5		14.0	1164	0	45	474.3		9.1	9.0	1.8	530.0	12.4
	44	26.3	21.0	17.1	19.3	17.6	14.1	827	282	55	428.2	91.1	9.6	16.8	3.6	613.8	12.0
25-3 前橋(小野子スギ) 成長予測の 固定標準地 (間伐区2)	49	27.7			20.7			827	0	0	512.1			13.5	2.5	681.1	12.5
	54	28.9			21.5			827	0	0	579.4			19.2	3.1	777.1	12.6
	59	29.9		23.1	23.5		20.6	818	0	9	675.3		4.0	14.9	2.0	926.6	13.2
	69	32.6		18.7	25.3	18.4		791	0	27	824.8		7.5	2.0	13.4	13.4	13.4
	14	13.1			9.7			2464	0	0	187.3			23.9	10.7	259.0	15.2
	17	15.1		10.3	10.9		8.6	2391	0	82	259.0		3.9	15.7	5.7	290.4	15.3
	19	15.6		9.2	11.8		8.6	2345	0	45	290.4		1.7	14.3	4.6	333.2	15.1
	22	16.5	12.9		12.6	11.7		2182	164	0	319.1	14.1		12.8	3.9	358.8	15.0
	24	17.2		13.6	13.1		10.7	2109	0	73	344.7		6.7	21.1	5.6	422.3	15.6
	27	18.1		13.5	14.3		12.4	2064	0	45	408.2		4.7	14.7	3.5	451.6	15.6
0.11 ha 前橋(小野子スギ) 成長予測の 固定標準地 (間伐区2)	29	18.6		12.3	14.9		12.0	2018	0	45	437.5		4.2	15.3	3.2	528.1	15.5
	34	19.8		11.6	16.3		12.4	1945	0	73	514.0		5.8	18.7	3.3	621.5	15.9
	39	21.2		13.7	17.6		13.5	1873	0	73	607.4		8.8	11.9	1.9	680.8	15.5
	44	22.8	19.6	18.2	19.3	18.5	16.5	1327	427	118	540.8	125.9	28.1	14.4	2.5	752.8	15.4
	49	23.7		17.0	20.4		18.0	1318	0	9	612.8		1.9	15.7	2.4	831.1	15.4
	54	24.5			21.4			1318	0	0	691.1			17.5	2.4	918.5	15.6
	59	25.7		17.6	22.9		18.9	1264	0	55	778.5		13.4	17.4	2.0	1092.5	15.8
	69	27.9		18.4	24.8	19.4		1218	0	45	952.5		12.4				

Table 2. 人工林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (16/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 16 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)			
25-4 前橋(小野子スギ) 成長予測の 固定標準地 (間伐区3)	14	12.8			8.7			2342	0	0	153.3			23.5	12.5	153.3	11.0
	17	14.6			10.0			2342	0	0	223.9			23.5	12.5	223.9	13.2
	19	15.2		8.5	10.9		7.5	2292	0	50	254.3		1.6	15.2	6.4	254.3	13.4
	22	16.4	11.2	17.1	11.9	10.3	12.5	2108	175	8	288.4	10.8	1.2	15.0	5.4	299.2	13.6
	24	17.0		12.3	12.5	10.3	10.3	2050	0	58	314.9		4.3	13.3	4.4	325.7	13.6
	27	17.9		15.8	13.7		9.9	2017	0	33	379.9		3.5	21.7	6.2	390.7	14.5
	29	18.3		10.8	14.2	10.4	10.4	1983	0	33	403.4		1.9	11.8	3.0	414.2	14.3
	34	19.5		11.2	15.5	11.4	11.4	1900	0	83	473.2		5.4	13.9	3.2	483.9	14.2
	39	21.4		13.5	17.1	13.1	13.1	1767	0	133	570.3		14.4	19.4	3.7	581.1	14.9
	44	23.9	20.5	16.3	19.1	17.9	15.3	1050	617	100	460.7	195.3	20.5	17.1	2.8	666.8	15.2
	49	24.8		21.4	20.3	19.0	19.0	1017	0	33	510.7		11.8	10.0	2.1	716.7	14.6
25-5 前橋(小野子スギ) 成長予測の 固定標準地 (照査法区)	54	25.9		23.5	21.2	20.2	20.2	1008	0	8	579.6		3.7	13.8	2.5	785.6	14.5
	59	27.2		16.9	22.4	18.1	18.1	992	0	17	665.1		3.5	17.1	2.7	871.1	14.8
	69	30.2		18.3	25.1	18.7	18.7	950	0	42	867.9		10.6	20.3	2.6	1073.9	15.6
	14	10.0			8.7			2483	0	0	108.8			10.5	8.5	108.8	7.8
	17	11.4			8.7			2550	0	0	140.4			10.5	8.5	140.4	8.3
	19	12.3		7.6	9.7		6.1	2517	0	33	171.1		0.6	15.3	9.8	171.1	9.0
	24	14.0		8.4	11.1		7.7	2467	0	83	247.4		2.4	15.3	7.3	247.4	10.3
	27	14.1		13.7	11.6		11.6	2333	0	17	255.6		1.5	2.7	1.1	255.6	9.5
	29	14.9		11.6	12.4	10.4	10.4	2267	0	208	290.1		13.9	17.3	6.3	290.1	10.0
	34	16.3		11.0	14.1	10.6	10.6	2083	0	183	361.5		12.7	14.3	4.4	361.5	10.6
	39	18.0		11.3	15.2	11.0	11.0	1833	0	250	409.4		17.5	9.6	2.5	409.4	10.5
0.12 ha	44	19.2	19.0	11.9	17.3	16.8	12.6	1625	42	167	471.5	10.4	14.1	14.5	3.2	481.8	11.0
	49	20.7		14.4	18.3		14.1	1492	0	133	529.3		19.9	11.6	2.3	539.7	11.0
	54	22.0		14.2	19.7	14.4	14.4	1358	0	133	571.1		16.9	8.3	1.5	581.4	10.8
	59	23.4		15.2	21.3	16.0	16.0	1300	0	58	675.7		9.6	20.9	3.4	686.0	11.6
	69	26.1		15.2	23.1	16.6	16.6	1200	0	100	826.3		16.4	15.1	2.0	836.7	12.1

Table 2. 人工林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (17/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 17 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)			
26-1 滝谷スギ 人工林収穫試験地 (普通間伐区)	37	20.3	14.7		14.6	12.6		811	243	0	212.2	31.0		9.7	4.0	243.2	6.6
	43	22.7	17.0	19.0	16.0	13.2	12.2	748	55	8	261.7	8.8	1.5	10.4	3.6	301.6	7.0
	48	24.1	24.5		17.0	19.3		717	32	0	299.4	14.2		8.5	2.7	353.4	7.4
	53	25.2	16.3		17.9	12.8		704	13	0	339.6	2.3		9.9	2.7	395.9	7.5
	58	26.9	19.4		19.2	15.0		638	66	0	372.7	16.6		11.2	2.8	445.6	7.7
	63	28.1	19.1	11.2	19.9	15.3	7.6	635	2	2	428.1	0.3	0.1	12.4	2.7	501.4	8.0
	68	29.8	23.8	19.3	21.3	19.0	11.9	581	47	6	469.5	20.5	1.3	10.6	1.8	563.3	8.3
	73	30.9			21.1			581	0	0	489.8			7.6	1.3	583.7	8.0
	83	33.8	32.2	26.9	22.5	21.9	17.8	502	76	3	535.0	64.6	2.3	11.0	2.0	693.5	8.4
	93	37.6	30.4	12.6	24.7	21.5	9.0	388	112	2	547.9	93.3	0.1	10.6	1.8	799.7	8.6
26-2 滝谷スギ 人工林収穫試験地 (上層間伐区)	103	37.0		28.7	23.5		18.2	433	0	5	624.2		4.8	7.6	1.3	876.0	8.5
	112	39.0		24.6	22.7		14.9	426	0	8	647.5		5.4	2.6	0.4	899.3	8.0
	37	17.7	18.5	25.1	13.4	14.6	13.1	953	97	1	189.5	20.5	0.4	8.8	4.1	210.1	5.7
	43	19.6	20.2	9.9	14.3	17.1	9.4	923	25	5	235.3	6.9	0.2	8.8	3.4	262.8	6.1
	48	20.9	25.3	10.6	15.0	19.3	10.3	910	11	1	273.8	5.7	0.1	8.8	2.4	307.0	6.4
	53	22.1	18.0	17.3	15.7	13.9	13.5	838	70	3	295.4	13.2	0.5	7.0	2.6	341.7	6.4
	58	21.7	20.8	18.8	15.6	16.3	14.4	881	41	1	323.6	12.1	0.2	8.1	2.0	382.0	6.6
	63	22.7	15.4	14.5	15.5	8.8	10.8	876	3	3	356.9	0.2	0.2	6.7	2.0	415.6	6.6
	68	26.1	15.9	17.3	17.1	12.1	12.8	675	189	13	370.9	28.8	2.5	8.5	2.3	458.3	6.7
	73	27.4	10.6	10.8	17.4	7.1	7.2	662	9	4	403.2	0.3	0.1	6.5	1.7	490.9	6.7
26-3 滝谷スギ 人工林収穫試験地 (ナスビ伐区)	83	30.8	29.2	16.5	19.0	18.1	10.9	586	72	4	469.0	49.6	0.7	11.5	2.5	606.4	7.3
	93	32.9	31.8	13.3	21.1	21.2	9.6	518	92	5	537.1	80.8	0.4	14.9	2.7	755.3	8.1
	103	30.0		16.6	18.9		13.4	657	0	8	610.7		1.3	7.4	1.3	828.8	8.0
	112	31.8		26.5	19.5		15.2	659	0	5	739.6		5.8	14.3	2.1	957.8	8.6
	37	17.0	25.7	24.9	13.2	17.0	15.8	965	67	4	170.5	29.8	1.5	8.1	4.2	200.3	5.4
	43	18.6	27.8	16.2	13.9	20.1	13.0	936	28	1	201.1	17.9	0.2	8.0	3.6	248.9	5.8
	48	19.4	31.3		14.3	20.4		892	44	0	209.9	31.4		4.2	1.9	289.0	6.0
	53	19.7	28.2	16.7	14.5	16.7	13.0	830	56	7	203.7	27.3	1.4	7.1	3.2	310.2	5.9
	58	18.8	30.1	8.3	14.1	19.0	8.6	920	41	1	213.3	25.7	0.0	4.0	1.8	345.5	6.0
	63	18.8	28.4	14.9	13.0	17.7	10.4	929	41	13	209.7	23.9	1.5	7.9	3.4	365.7	5.8
0.7565 ha	68	20.2	17.7	15.4	13.9	12.5	10.9	846	73	11	231.9	17.2	1.3	5.0	2.0	405.1	6.0
	73	20.2			13.5			919	0	0	256.7			10.3	3.4	429.9	5.9
	83	22.6	32.9	10.9	14.9	20.1	7.6	850	63	5	309.6	50.5	0.2	11.6	2.8	533.3	6.4
	93	21.9	28.9	13.6	16.2	19.7	12.1	909	102	15	359.1	66.5	1.7	5.8	1.5	649.3	7.0
	103	22.0		14.7	15.3		12.5	1046	0	20	416.7		2.6	13.2	2.8	706.9	6.9
	112	23.5		18.9	16.1		13.5	1075	0	17	535.4		5.7			825.6	7.4

Table 2. 人工林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (18/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 18 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積 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)			Net volume increment (m ³)			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	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	
28 若荷淵山ヒノキ 人工林収穫試験地 0.2 ha	10	4.0			3.3			2850	0	0	8.0			10.3	30.5	8.0	0.8
	15	8.7		5.9	6.0		4.5	2820	0	30	59.3		0.3	17.7	15.7	59.3	4.0
	21	12.7	9.2	6.5	9.4	7.9	5.7	2285	505	30	149.4	15.9	0.3	18.3	9.4	165.3	7.9
	26	15.7	11.7		11.4	10.0		1825	460	0	213.2	27.6		19.5	7.4	256.7	9.9
	31	17.6		11.3	13.2		9.0	1815	0	10	310.4		0.5	17.2	4.9	353.9	11.4
	36	19.6	17.8	13.2	14.2	13.3	11.5	1600	200	15	360.7	35.8	1.4	12.5	3.2	440.1	12.2
	41	20.7			14.9			1600	0	0	423.0			27.1	5.5	502.3	12.3
	46	23.2	18.1		18.0	16.3		1170	430	0	461.2	97.4		16.7	3.3	637.8	13.9
	51	24.5	24.3		19.1	19.2		1150	20	0	535.4	9.5		17.9	3.1	721.6	14.1
	56	25.9			19.9			1150	0	0	625.1		8.3	24.2	3.5	811.2	14.5
29 六万山スギ 人工林収穫試験地 0.2 ha	61	28.0	25.9	42.6	21.5	20.7	24.7	825	320	5	560.0	186.2		19.3		932.2	15.3
	15	9.8			5.8			2320	0	0	69.7			18.3	15.9	69.7	4.6
	20	13.2	13.2	9.5	8.0	6.8	6.5	2210	100	10	156.1	5.2	0.3	20.8	10.0	161.4	8.1
	25	16.2	10.3		10.0	6.2		2005	205	0	253.8	6.1		24.1	7.7	265.2	10.6
	30	19.3	11.4	12.0	12.3	6.9	7.0	1770	210	25	365.6	8.5	1.1	28.5	6.5	385.5	12.8
	35	23.9	16.6	15.7	14.8	11.5	10.4	1270	420	80	448.9	59.1	8.6	36.6	6.8	527.9	15.1
	40	27.4	21.8	17.4	17.7	14.4	9.4	1115	140	15	590.2	41.7	1.7	26.1	4.0	710.9	17.8
	45	29.4		32.5	19.4		20.3	1100	0	15	720.8		13.0	34.3	4.3	841.5	18.7
	50	31.6		30.8	21.1		20.2	1095	0	5	892.3		3.3	44.6	4.4	1013.0	20.3
	55	30.2	36.7		21.5	24.9		600	515	0	475.1	640.1		7.0	1.4	1235.8	22.5
30 篠谷山スギ 人工林収穫試験地 0.2 ha	60	32.4		19.8	22.4		14.4	550	0	50	509.8		14.4	19.3	3.4	1270.6	21.2
	66	36.7		25.9	23.2		16.1	525	0	25	625.8		10.9			1386.6	21.0
	31	26.5	18.7		19.2	15.7		900	175	0	456.5	37.7		22.2	4.3	494.2	15.9
	36	28.8			20.4			900	0	0	567.6			22.7	3.6	605.3	16.8
	41	32.2	22.9	19.2	22.8	18.7	14.5	740	145	15	627.6	53.7	3.2	13.9	2.1	719.0	17.5
	46	33.3			23.7			740	0	0	697.1			28.0	3.7	788.5	17.1
	51	35.3			25.4			740	0	0	837.2			21.8	2.4	928.7	18.2
	56	38.2	29.5		26.7	22.9		640	100	0	874.8	71.2		12.5	1.4	1037.5	18.5
	61	39.0		35.3	27.4			640	0	0	937.3		6.7	16.0	1.6	1100.0	18.0
	66	41.2	36.9		28.5	27.9	15.9	480	150	10	817.2	200.2		12.4	1.5	1180.1	17.9
71	71	42.1			29.4			480	0	0	879.1			16.1	1.8	1242.0	17.5
	76	43.6			30.1			480	0	0	959.8		20.6	15.9	1.5	1322.7	17.4
86	86	47.3		35.6	31.2		24.1	460	0	20	1118.5					1481.4	17.2

Table 2. 人工林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (19/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 19 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)
		Site (Plot)	Surveying area													Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
31-1 中の川山スギ 人工林収穫試験地 (1500本植栽・ 無間伐区)	9	9.0			5.5			2082	0	0	49.1					
	16	16.6		7.5	11.1		3.7	2065	0	18	281.4		0.2			
	21	20.1		9.1	14.0		8.4	2035	0	29	481.5		1.1			
	28	22.0			17.4			2337	0	0	782.7					782.7
	34	24.1	22.7	19.5	17.5	17.2	15.9	1910	258	169	763.6	91.3	48.3	12.0	1.5	854.9
	39	25.3		16.5	20.6		17.3	1876	0	67	955.9		13.0	38.5	4.5	1047.2
0.089 ha	44	27.1		17.1	21.3		18.2	1753	0	124	1039.3		25.9	16.7	1.7	1130.6
	49	28.5		18.7	23.4		20.8	1663	0	90	1177.3		26.1	27.6	2.5	1268.6
	54	29.9		20.8	24.7		22.5	1562	0	101	1272.7		37.2	19.1	1.6	1364.0
	9	7.9			5.6			3847	0	0	70.9					
	16	13.6	10.2	3.8	10.6	9.5	3.1	2274	1549	23	202.2	76.5	0.1			
	21	16.5			12.9			2274	0	0	345.4					
31-2 中の川山スギ 人工林収穫試験地 (3000本植栽・ 署間伐区)	28	17.7			15.2			2581	0	0	513.5					513.5
	34	20.7	15.1	16.9	17.4	15.6	15.8	1767	698	116	520.0	105.8	24.8	18.7	3.3	625.8
	39	21.8		19.8	19.0		18.7	1721	0	47	608.0		13.1	17.6	3.1	713.8
	44	23.6		17.3	20.6		18.3	1651	0	70	727.9		17.3	24.0	3.6	833.7
	49	25.1		18.2	21.8		19.9	1628	0	23	846.2		5.9	23.7	3.0	952.0
	54	26.3		20.7	23.2		21.9	1605	0	23	971.4		8.2	25.0	2.8	1077.2
31-3 中の川山スギ 人工林収穫試験地 (3000本植栽・ 無間伐区)	9	8.4			5.5			3526	0	0	74.3					
	16	13.7		5.2	10.9		4.3	3487	0	39	326.8		0.2			
	21	16.4		7.8	13.8		8.6	3318	0	169	539.4		4.5			
	28	18.2			17.5			3364	0	0	833.0					833.0
	34	21.2		11.6	18.5		14.6	2745	0	618	923.2		55.3	15.0	1.7	923.2
	39	22.9		12.1	20.4		16.3	2527	0	218	1061.7		22.7	27.7	2.8	1061.7
0.055 ha	44	25.6		16.3	23.4		19.3	2109	0	418	1225.6		88.0	32.8	2.9	1225.6
	49	27.2		17.9	25.0		21.0	2055	0	145	1409.3		39.3	36.7	2.8	1409.3
	54	28.3		19.0	26.3		22.7	1982	0	73	1523.2		23.4	22.8	1.6	1523.2
																28.2

注) 調査区の再設定を行っており、21年生以前と28年生以降の数値は整合しない。総成長量は28年生を起点として計算した。34年生時の間伐木は索道開設のために伐採された立木を意味している。

注) 調査区の再設定を行っており、21年生以前と28年生以降の数値は整合しない。総成長量は28年生を起点として計算した。

注) 調査区の再設定を行っており、21年生以前と28年生以降の数値は整合しない。総成長量は28年生を起点として計算した。

Table 2. 人工林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (20/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 20 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
31-4 中の川山スギ 人工林収獲試験地 (6000本植栽・ 署間伐区)	8	3.5				3.0				5000	0	0		14.6							
	15	10.0	6.5	2.2		8.0	6.2	2.3		3890	1032	77		159.1	17.1	0.1					
	21	12.9		5.4		10.4		5.7		3787	0	103		322.7		1.1					
	27	13.5				13.1				4943	0	0		566.2							
	33	15.1		10.8		14.3		11.4		4343	0	600		656.5		46.7		15.1	2.5	566.2	21.0
0.035 ha	38	17.0		9.2		15.3		10.7		3886	0	457		771.5		20.1		23.0	3.2	771.5	19.9
	43	22.4	16.0	10.7		18.9	16.1	13.0		1314	2143	429		483.9	399.1	29.1		22.3	2.7	883.0	20.5
	48	24.1				20.5				1343	0	0		608.1				24.8	4.5	1007.2	21.0
	53	25.9				21.7				1343	0	0		732.8				24.9	3.7	1131.9	21.4
	注) 調査区の再設定を行っており、21年生以前と27年生以降の数値は整合しない。総成長量は28年生を起点として計算した。																				
31-5 中の川山スギ 人工林収獲試験地 (6000本植栽・ B種間伐区)	8	3.8				3.1				5377	0	0		18.3							
	15	9.2	6.3	1.2		7.5	6.1	2.0		3479	1938	41		115.0	29.5	0.0					
	21	11.6		7.2		9.3		6.5		3425	0	55		207.5		1.1					
	27	14.8				12.3				3306	0	0		389.0				11.7	2.8	389.0	14.4
	33	16.3		14.7		13.5		13.1		3000	0	306		459.4		37.2		26.7	5.1	459.4	13.9
0.036 ha	38	17.2				15.8				3000	0	0		593.0				22.8	3.5	593.0	15.6
	43	20.2	16.1	9.0		17.1	15.4	11.4		1778	1194	28		499.8	207.4	1.1		26.5	4.7	707.2	16.4
	48	21.8		11.1		19.3		14.4		1750	0	28		632.2		2.1		27.9	4.0	839.6	17.5
	53	23.2				21.0				1750	0	0		771.8						979.2	18.5
	注) 調査区の再設定を行っており、21年生以前と27年生以降の数値は整合しない。総成長量は28年生を起点として計算した。																				
31-6 中の川山スギ 人工林収獲試験地 (6000本植栽・ 無間伐区)	8	3.7				2.9				5078	0	0		15.8							
	15	7.8		2.5		6.3		2.4		5009	0	96		114.9		0.1					
	21	9.9		3.2		8.5		3.6		4887	0	122		227.9		0.3					
	27	11.0				10.3				5250	0	0		349.8				17.2	4.3	349.8	13.0
	33	13.2		5.3		11.3		8.0		4639	0	611		452.8		8.5		35.7	6.6	452.8	13.7
0.036 ha	38	15.8		6.7		14.0		9.8		3944	0	694		631.4		18.4		21.8	3.2	631.4	16.6
	43	17.7		9.0		15.8		12.4		3417	0	528		740.4		25.9		19.4	2.5	740.4	17.2
	48	19.8		11.2		17.1		13.5		2944	0	472		837.6		36.1		28.4	3.1	837.6	17.4
	53	21.2		11.1		18.5		13.4		2833	0	167		979.8		13.8				979.8	18.5
	注) 調査区の再設定を行っており、21年生以前と27年生以降の数値は整合しない。総成長量は28年生を起点として計算した。																				

Table 2. 人工林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (21/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 21 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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 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 (総収穫量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)			
32-1 浅木原スギ 人工林収穫試験地 (1500本植栽・ 署間伐区)	11	3.9			3.6			1308	0	0	7.0			3.9	23.2	7.0	0.6
	16	6.9		2.9	5.3		3.0	1300	0	48	26.4		0.1	7.1	14.9	26.4	1.7
	22	10.2		2.1	7.5		2.5	1282	0	22	69.0		0.0	10.5	11.0	69.0	3.1
	27	12.8		6.6	9.3		4.7	1273	0	9	121.5		0.1	7.6	5.3	121.5	4.5
	33	15.1		7.9	10.3		6.4	1225	0	53	167.0		1.9	9.0	4.6	167.0	5.1
	39	16.4			12.4		9.6	1225	0	0	221.0		0.4	8.5	3.5	221.0	5.7
	44	17.2		10.0	12.8		11.4	1216	0	9	263.4		11.3	16.5	5.4	263.4	6.0
	49	18.6		14.7	13.9			1229	0	0	346.0			9.2	2.5	346.0	7.1
0.227 ha	54	19.5			15.0			1189	0	44	392.2					392.2	7.3
32-2 浅木原スギ 人工林収穫試験地 (1500本植栽・ 無間伐区)	11	3.2			3.2			1340	0	0	4.5		0.0	2.9	24.7	4.5	0.4
	16	6.0		1.0	4.8		1.5	1390	0	5	19.2		0.0	5.6	15.5	19.2	1.2
	22	9.3		1.3	6.8		2.0	1375	0	15	52.5		0.0	9.0	12.0	52.5	2.4
	27	11.7		2.8	8.8		3.3	1365	0	10	97.8		0.0	7.6	6.3	97.8	3.6
	33	13.7		7.0	10.0		5.6	1315	0	50	143.1		1.3	7.5	4.5	143.1	4.3
	39	15.1		3.8	11.5		3.8	1300	0	15	188.0		0.1	9.2	4.4	188.0	4.8
	44	16.1			12.5		11.7	1300	0	0	233.9		3.3	9.3	3.6	233.9	5.3
	49	17.2		12.8	13.7		14.6	1275	0	30	280.4			8.1	2.7	280.4	5.7
0.2 ha	54	17.7		16.2	14.2			1290	0	10	320.9		1.6			320.9	5.9
32-3 浅木原スギ 人工林収穫試験地 (6000本植栽・ 間伐区)	11	3.6			3.4			5147	0	0	18.6		0.2	7.5	20.0	18.6	1.7
	16	5.5		3.1	4.9		3.1	5224	0	103	55.9		0.3	11.9	13.0	55.9	3.5
	22	7.4		3.2	6.5		3.6	5181	0	69	127.0		2.9	15.1	8.8	127.0	5.8
	28	9.0		7.9	8.0		7.3	5112	0	78	217.5		3.5	10.7	4.4	217.5	7.8
	33	9.9		6.1	8.9		6.0	4974	0	138	271.0		12.0	10.4	3.9	271.0	8.2
	39	10.6			9.8		7.2	4974	0	0	342.8		3.4	10.4	2.8	342.8	8.8
	44	11.1		7.1	10.2		6.8	4879	0	95	394.5		1.7	19.3	4.4	394.5	9.0
	49	12.0		5.8	11.2		7.9	4793	0	95	490.9		10.7	18.6	3.5	490.9	10.0
0.116 ha	54	12.8		7.2	12.1			4552	0	267	583.9					583.9	10.8

Table 2. 人工林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (22/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 22 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)			
332-4 浅木原スギ 人工林収穫試験地 (6000本植栽・ 無間伐区)	11	4.0			3.8			4806	0	0	23.7			9.1	19.6	23.7	2.2
	16	6.1		3.8	5.6		3.7	4669	0	145	69.2			15.7	13.5	69.2	4.3
	22	8.8		3.1	7.8		3.5	4347	0	323	163.6			20.1	9.4	163.6	7.4
	27	10.1		5.3	9.7		6.3	4298	0	48	263.9			17.1	5.4	263.9	9.8
	33	11.5		10.7	11.4		11.1	4000	0	298	366.6			16.5	4.0	366.6	11.1
	39	12.2		7.8	13.1		10.6	3976	0	24	465.6			13.5	2.7	465.6	11.9
	44	12.8		-	13.5		-	3911	0	-	533.1			18.3	3.2	533.1	12.1
	49	13.6		-	13.4		-	3952	0	-	624.8			17.7	2.7	624.8	12.8
	54	14.4		11.1	14.0		12.2	3831	0	274	713.5			10.5	2.4	713.5	13.2
	13	3.1			3.4			2377	0	0	7.7			5.0	24.8	7.7	0.6
333-1 浅木原ヒノキ人工 林収穫試験地 (3000本植栽・ 無間伐区)	18	6.4		4.9	5.4		3.8	2396	0	6	32.5			9.0	16.3	32.5	1.8
	23	9.2		2.3	7.5		3.2	2299	0	97	77.4			13.8	12.4	77.4	3.4
	28	12.1		4.5	9.1		4.7	2260	0	39	146.6			14.5	7.6	146.6	5.2
	34	14.2		10.2	12.2		10.8	2091	0	169	233.8			12.6	4.7	233.8	6.9
	40	16.0		6.3	12.8		7.5	2058	0	32	309.7			16.6	4.7	309.7	7.7
	45	17.6		9.8	15.1		12.5	1929	0	130	392.9			12.5	2.9	392.9	8.7
	51	19.4		10.6	16.0		13.5	1812	0	117	467.9			13.1	2.6	467.9	9.2
	56	20.4		11.8	17.1		14.1	1753	0	58	533.2			10.2	2.3	533.2	9.5
	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	2699	0	26	41.4			8.6	13.7	41.4	2.3
333-2 浅木原ヒノキ人工 林収穫試験地 (3000本植栽・ 畝間伐区)	23	9.1		3.0	7.3		3.9	2617	0	82	84.3			13.3	11.3	84.3	3.7
	28	11.5		4.4	9.0		5.6	2531	0	87	150.9			16.6	8.3	150.9	5.4
	34	13.6		8.4	12.5		9.2	2276	0	255	250.5			12.3	4.3	250.5	7.4
	40	14.9		11.7	14.2		12.9	2179	0	97	324.2			9.6	2.8	324.2	8.1
	45	16.8		9.2	15.7		12.3	1898	0	281	372.2			5.8	1.5	372.2	8.3
	51	18.3		14.6	15.0		12.8	1796	0	102	407.1			10.5	2.4	407.1	8.0
	56	19.5		11.5	16.8		13.0	1643	0	153	459.3			0.8	2.3	459.3	8.2
	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	2699	0	26	41.4			8.6	13.7	41.4	2.3
	23	9.1		3.0	7.3		3.9	2617	0	82	84.3			13.3	11.3	84.3	3.7

Table 2. 人工林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (23/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 23 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)	
34-1 下ル川スギ 人工林収獲試験地 (強度間伐区)	14	14.5			11.3					2509	0	0		274.2				38.7	10.4	274.2	19.6	
	19	17.4		7.2	14.1			5.8		2457	0	52		467.8		0.8		37.3	6.9	467.8	24.6	
	23	22.8	16.2	11.1	18.6	16.4		11.2		1241	853	362		460.9	156.1	25.9		28.0	5.1	617.0	26.8	
	29	25.5			20.7					1241	0	0		629.0				36.3	5.0	785.2	27.1	
	34	29.8	22.4		23.7	21.8				879	362	0		660.4	150.3			29.0	3.9	966.8	28.4	
	40	32.2	32.8		26.0	26.0				724	155	0		684.9	149.6			27.5	3.0	1140.9	28.5	
0.116 ha	45	34.6		25.2	28.9			27.3		707	0	17		833.1		11.8		29.7	3.9	1289.1	28.6	
	51	37.3			30.4					707	0	0		997.9				27.5	3.0	1453.9	28.5	
	56	38.9			32.0					707	0	0		1122.6				24.9	2.4	1578.6	28.2	
	34-2 下ル川スギ 人工林収獲試験地 (無間伐区)	14	14.1			10.2					2469	0	0		236.0				36.2	11.1	236.0	16.9
		19	17.2		8.1	13.2			6.6		2407	0	62		416.8		1.5		38.9	7.9	416.8	21.9
		23	19.5		8.9	16.0			9.9		2248	0	159		572.6		6.0		29.9	4.5	572.6	24.9
29		22.1		12.2	19.5			14.2		2009	0	239		752.2		23.1		19.3	2.4	752.2	25.9	
34		24.4		15.7	21.1			18.5		1770	0	239		848.6		44.2		39.9	4.1	848.6	25.0	
40		25.8			24.4					1770	0	0		1088.3				22.7	2.0	1088.3	27.2	
0.113 ha	45	27.2		17.6	25.9			22.0		1681	0	88		1201.8		23.9		13.5	1.1	1201.8	26.7	
	51	29.4		21.1	27.3			24.0		1487	0	195		1282.8		80.1		21.0	1.6	1282.8	25.2	
	56	30.7		22.4	28.5			25.7		1425	0	62		1387.9		29.6		21.0	1.6	1387.9	24.8	
	34-3 下ル川スギ 人工林収獲試験地 (弱度間伐区)	14	15.6			11.3					2189	0	0		272.7				42.3	11.2	272.7	19.5
		19	19.1		10.9	14.4			8.1		2132	0	57		484.1		3.3		40.8	7.2	484.1	25.5
		23	23.5	17.0	10.9	18.1	15.9		10.2		1349	632	151		520.3	127.0	9.2		39.8	6.2	647.3	28.1
29		26.2			21.9					1349	0	0		758.9				29.3	3.5	885.9	30.5	
34		30.5	23.2		23.7	21.9				887	462	0		697.6	207.8			31.5	4.0	1032.4	30.4	
40		33.1			26.3					887	0	0		886.5				44.2	4.4	1221.3	30.5	
0.106 ha	45	35.6			29.1					887	0	0		1107.6				25.3	2.1	1442.5	32.1	
	51	37.6		27.1	30.4			28.5		877	0	9		1259.4		6.8		21.5	1.6	1594.3	31.3	
	56	38.8		25.9	31.8			29.6		868	0	9		1367.1		6.5		21.5	1.6	1701.9	30.4	

Table 2. 人工林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (24/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 24 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)
34-4 下ル川スギ 人工林収穫試験地 (中庸度間伐区)	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		2.5	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	7.1	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
	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		772	0	24	1097.6		17.7	25.6	2.5	1419.9	27.8
35 丸山ヒノキ 人工林収穫試験地 (第1標準地)	56	39.0			31.5			772	0	0	1230.0			26.5	2.3	1552.3	27.7
	19	9.1			9.4			2354	0	0	98.4						
	29	12.8		不明	11.2		不明	2090	0	264	190.8		不明				
	39	14.9	12.5	不明	12.0	11.1	不明	1764	295	31	229.3	25.8	不明				
	44	17.6		不明	14.1		不明	1744	0	20	355.2		不明				
	49	18.5		11.4	15.7		12.6	1688	0	56	416.9	4.6					
	54	17.6			14.9			2127	0	0	423.0					423.0	7.8
	60	18.3		12.5	15.9		13.6	2046	0	98	464.0		9.1	6.8	1.5	464.0	7.7
36 久間横山ヒノキ 人工林収穫試験地	65	21.3	16.1	13.9	17.1	15.7	14.7	1266	653	127	406.3	111.8	15.1	10.8	2.2	518.1	8.0
	70	22.1		16.7	18.1		16.5	1254	0	12	456.3		2.2	10.0	2.3	568.1	8.1
	75	23.0		16.1	19.0		16.8	1249	0	6	521.2		1.0	13.0	2.7	633.1	8.4
	80	26.6		19.2	20.0		18.1	902	0	347	505.6		95.8	-3.1	-0.6	617.4	7.7
	89	30.4	28.3	27.3	21.9	19.1	19.6	376	133	393	296.9	79.0	226.6	-14.4	-3.3	487.8	5.5
	99	35.3		34.2	21.9	21.7	21.7	347	0	29	359.7		27.8	6.3	1.9	550.5	5.6
	23	15.8			9.9			1355	0	0	152.2					152.2	6.6
	29	18.4		9.6	12.0		9.1	1322	0	33	238.0		1.3	14.3	7.3	238.0	8.2
0.242 ha	34	20.2		9.5	14.0		11.0	1244	0	79	301.3		3.6	12.6	4.7	301.3	8.9
	39	24.4	16.0	10.7	16.3	14.5	12.5	909	310	25	352.2	49.5	1.6	20.1	5.7	401.7	10.3
	44	26.1			18.1			909	0	0	443.0			18.2	4.6	492.6	11.2
	49	27.7			19.3			909	0	0	529.3			17.2	3.5	578.8	11.8
	57	29.2		26.6	20.7		19.9	855	0	54	589.5		31.4	7.5	1.3	639.0	11.2
	67	31.9		26.8	23.8		22.9	814	0	41	765.1		27.6	17.6	2.6	814.6	12.2
	77	34.3		23.4	25.5		23.4	781	0	33	901.5		17.0	13.6	1.6	951.0	12.4

注) 調査区の再設定を行っており、49年生以前と54年生以降の数値は整合しない。総成長量は54年生を起点として計算した。

Table 2. 人工林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (25/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 25 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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 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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ・yr ⁻¹)
37-1 万膳1号ヒノギ 人工林収穫試験地 (標準区) 0.163 ha	32	17.9			13.2			2178	0	0	407.6						
	37	18.4		11.8	13.8		11.7	2133	0	45	440.7						
	43	19.4		12.7	14.8		12.3	2073	0	60	513.1						
	48	20.2		14.3	15.5		13.2	1985	0	88	561.2						
	53	21.9			17.0			1883	0	0	623.5					623.5	11.8
	58	22.7		17.0	18.2		17.0	1816	0	67	695.7			14.4	2.2	695.7	12.0
	63	24.9	19.1	21.4	19.6	17.5	18.6	1190	613	12	573.7	160.3	4.2	7.7	1.1	734.0	11.7
	68	26.0		23.1	20.5		20.0	1184	0	6	649.0		2.6	15.1	2.5	809.4	11.9
	72	26.5		27.7	21.0		21.2	1172	0	12	682.1		7.7	8.3	1.2	842.4	11.7
	83	28.3	27.6	24.6	22.5	21.0	21.4	779	319	74	550.0	201.4	39.0	6.3	0.9	911.7	11.0
93	31.4		26.3	23.6		22.7	712	0	67	639.9		42.6	9.0	1.5	1001.6	10.8	
37-2 万膳1号ヒノギ 人工林収穫試験地 (間伐区) 0.103 ha	53	21.9	16.5		16.5	15.3		1515	417	0	483.7	71.9				555.5	10.5
	58	22.8			17.4			1515	0	0	550.5			13.4	2.6	622.3	10.7
	63	24.1	20.2		18.6	16.9		1078	437	0	462.0	121.7		6.6	1.2	655.5	10.4
	68	25.3			19.1			1078	0	0	522.1			12.0	2.4	715.7	10.5
	72	25.9			19.5			1078	0	0	558.9			9.2	1.7	752.4	10.5
	83	27.6	27.6	27.5	20.9	20.0	20.7	748	252	78	470.3	150.0	48.3	5.6	0.9	813.8	9.8
	93	30.9		28.0	22.2		21.8	689	0	58	567.7		38.3	9.7	1.9	911.3	9.8
	41	21.8			12.1			1211	0	0	305.2						
	46	22.1		不明	13.0		不明	1109	0	102	308.2		不明				
	51	24.5		10.0	13.6		9.0	1108	0	1	381.9		0.0				
38-1 本田野ヒノギ 人工林収穫試験地 (標準区) 0.219 ha	56	25.8		15.2	14.2		10.8	1089	0	19	429.2		2.3				
	61	28.2			15.9			1064	0	0	519.1					519.1	8.5
	66	29.2		23.8	17.1		16.0	1059	0	5	596.6		1.6	15.5	2.8	596.6	9.0
	71	29.9		19.8	18.6		16.2	1050	0	9	676.9		2.4	16.1	2.5	676.9	9.5
	76	31.7	23.1		19.5	17.4		941	110	0	705.0	41.2		13.9	1.9	746.2	9.8
	82	32.5		23.2	19.4		17.6	932	0	9	722.3		3.4	2.9	0.4	763.5	9.3
	93	34.5		25.3	21.0		19.3	895	0	37	849.4		17.8	11.6	1.5	890.5	9.6
	103	36.7		24.0	22.9		20.6	881	0	14	1021.7		6.5	17.2	1.8	1062.8	10.3

注) 調査区の再設定を行っており、48年生以前と53年生以降の数値は整合しない。総成長量は53年生を起点として計算した。

注) 調査区の再設定を行っており、56年生以前と61年生以降の数値は整合しない。総成長量は61年生を起点として計算した。

Table 2. 人工林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (26/26)
Time-series growth data of plots in experimental sites of planted forests (Page 26 of 26)

試験地 (試験区) 調査区面積	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	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)			
38-2 本田野ヒノキ 人工林収獲試験地 (間伐区) 0.131 ha	61	28.8			16.1			1000	0	0	515.9			15.8	2.8	515.9	8.5
	66	31.0	22.6		17.5	14.5		863	137	0	554.6	40.4		13.2	2.2	595.0	9.0
	71	31.8			18.6			863	0	0	620.3			16.5	2.5	660.7	9.3
	76	33.6	26.9		19.7	18.4		794	69	0	667.7	35.4		13.0	1.7	743.5	9.8
	82	34.3		28.7	19.8		18.8	786	0	8	690.6		4.5	13.8	0.6	766.4	9.3
	93	36.6			21.1			786	0	0	833.4			13.0	1.7	909.2	9.8
	103	38.8		23.0	22.6		19.1	771	0	15	971.4		6.3	13.8	1.5	1047.1	10.2
	23	13.5			10.8			2733	0	0	236.3			注) 調査区の再設定を行っており、38年生以前と43年生以降の数値は整合しない。総成長量は43年生を起点として計算した。			
	28	14.8		8.7	12.0		9.2	2614	0	119	299.4		3.7				
	33	17.0	12.5	10.2	13.7	12.5	10.6	2042	347	225	342.6	28.9	10.7				
38	18.7		12.1	15.5		12.3	1949	0	93	444.6		7.0					
39-1 仁川ヒノキ 人工林収獲試験地 (間伐区1) 0.065 ha	43	20.2	14.8		17.0	15.5		1585	231	0	454.7	32.4		16.3	3.3	487.1	11.3
	48	21.5			17.7			1585	0	0	536.3			19.0	3.3	568.7	11.8
	53	22.2		15.6	19.6		18.0	1569	0	15	631.4		2.8	-7.4	-1.3	663.8	12.5
	65	27.6	17.6	24.2	16.0	18.3	9.7	846	492	231	425.6	116.9	50.4	19.1	3.7	574.9	8.8
	75	29.1	29.2		22.3	20.9		646	200	0	476.9	139.8		12.1	2.3	766.0	10.2
	85	33.5		27.5	23.8		22.3	585	0	62	597.9		39.7	16.0	2.2	887.0	10.4
	43	20.2	14.4		16.7	14.4		1719	63	0	484.2	7.6		23.0	4.2	491.8	11.4
	48	21.7	15.0		18.1	15.5		1672	47	0	592.1	6.9		16.6	2.6	606.6	12.6
	53	22.1		14.2	19.9		17.0	1656	0	16	674.9		2.2	-0.7	-0.1	689.4	13.0
	65	26.5	17.5	20.2	21.0	18.3	19.5	938	453	266	562.1	105.0	86.8	7.9	1.3	681.5	10.5
39-2 仁川ヒノキ 人工林収獲試験地 (無間伐区) 0.064 ha	75	30.0		28.9	22.9		22.7	797	0	141	641.5		104.1	16.0	2.2	761.0	10.1
	85	32.7			24.2			797	0	0	801.9			17.0	2.6	921.4	10.8
	43	22.7	16.0		17.0	15.3		1174	290	0	421.1	47.2		20.4	4.3	468.3	10.9
	48	24.4			18.3			1174	0	0	522.9			19.0	3.3	570.1	11.9
	53	25.2			20.2			1174	0	0	618.1			8.8	1.3	665.3	12.6
	65	30.6	19.8	29.4	21.5	19.0	21.1	797	333	43	620.9	102.6	32.3	11.5	1.7	770.7	11.9
39-3 仁川ヒノキ人 工林収獲試験地 (間伐区2) 0.069 ha	75	33.4	29.6		23.2	21.3		580	217	0	577.1	159.3	12.8	17.0	2.6	886.1	11.8
	85	38.0		31.8	24.4		23.4	565	0	14	747.6			10.2	1.0	1056.6	12.4

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、進界木による。「-」は、データ不足のため未集計であることを示す。
“Remaining trees” mean any living trees other than the trees that have thinned. The total number of remaining, thinned, and dead trees exceeded the number of remaining trees counted during the previous measurement when there were ingrowth trees. “-” indicates that the value could not be computed because of limited data.

Table 3. 地獄谷アカマツ天然林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (1/8)
Time-series growth data of the plots in the Jigokudani experimental site of red pine natural forest (Page 1 of 8)

試験地 (試験区) 調査区面積	林齢 Age	樹種 Species	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	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	年平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ・yr ⁻¹)			
17		アカマツ	37.2	32.8		20.8	20.1		174	26	0	173.7	20.5			194.2	11.4	
		ヒノキ	7.6			6.0			147	0	0	2.2				2.2	0.1	
		スギ	18.5			9.5			11	0	0	2.5				2.5	0.1	
		モミ	13.8			7.0			4	0	0	0.2				0.2	0.0	
		広葉樹 すべて	8.3 23.2	11.4 30.2		8.5 13.7	8.5 18.6		4 340	4 30	0	0.1 178.8	0.2 20.6			0.3 199.4	0.0 11.7	
27		アカマツ	42.6			22.1			174	0	0	235.6			6.2	3.0	256.0	9.5
		ヒノキ	10.6			8.3			1005	0	0	42.5			4.0	18.1	42.5	1.6
		スギ	18.0			11.5			19	0	0	4.5			0.2	5.5	4.5	0.2
		モミ	21.3			10.7			4	0	0	0.8			0.1	10.9	0.8	0.0
		広葉樹 すべて	10.1 15.2			8.2 10.3			49 1250	0 0	0	1.8 285.2			0.2 10.6	18.0 4.6	2.0 305.8	0.1 11.3
32		アカマツ	44.6			22.4			174	0	0	260.0			4.9	2.0	280.5	8.8
		ヒノキ	12.2			9.9			1046	0	0	69.5			5.4	9.6	69.5	2.2
		スギ	20.1			13.2			19	0	0	5.5			0.2	4.1	5.5	0.2
		モミ	25.4			12.2			4	0	0	1.3			0.1	9.0	1.3	0.0
		広葉樹 すべて	11.9 16.7			9.2 11.6			49 1292	0 0	0	2.7 339.0			0.2 10.8	7.8 3.4	2.9 359.6	0.1 11.2
37		アカマツ	46.4			20.9			162	0	11	243.2			-3.4	-1.3	263.7	7.1
		ヒノキ	13.0			10.8			1076	0	0	90.4			4.2	5.2	90.4	2.4
		スギ	22.2			13.5			19	0	0	7.5			0.4	6.0	7.5	0.2
		モミ	28.0			14.0			4	0	0	1.7			0.1	6.3	1.7	0.0
		広葉樹 すべて	12.0 17.2			8.6 12.0			72 1333	0 0	4 15	4.1 346.9			0.3 1.6	7.8 0.5	4.2 367.5	0.1 9.9
42		アカマツ	45.2			21.8			57	91	15	84.9	159.4	27.0	0.2	0.1	264.8	6.3
		ヒノキ	14.3			11.3			1005	11	60	104.8	1.1	2.7	3.1	3.2	105.9	2.5
		スギ	24.6			15.0			15	4	0	8.7	0.9		0.4	4.9	9.6	0.2
		モミ	31.7			14.7			4	0	0	2.3			0.1	5.5	2.3	0.1
		広葉樹 すべて	12.6 15.9			8.7 11.8			53 1133	15 121	4 79	3.2 203.9	1.4 162.8	0.4 30.1	0.1 4.0	2.6 1.1	4.8 387.3	0.1 9.2

Table 3. 地獄谷アカマツ天然林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (2/8)
Time-series growth data of the plots in the Jigokudani experimental site of red pine natural forest (Page 2 of 8)

試験地 (試験区) 調査区面積	林齢 Age	樹種 Species	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	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)					
Site (Plot) Surveying area	47	アカマツ	46.7		47.9	21.8		30.8		53		4	83.5		8.6	-0.3	-0.3	263.4	5.6	
		ヒノキ	16.1	12.6	11.3	11.1	9.7	9.0		952	19	34	120.9	1.4	1.7		3.5	123.3	2.6	
		スギ	27.2			15.0				15	0	0	10.0				0.3	10.9	0.2	
		モミ	35.4			15.5				4	0	0	2.9				0.1	2.9	0.1	
		広葉樹 すべて	14.8	14.8		9.4	10.6			49	4	0	4.2	0.3			6.9	6.1	0.1	
	53	アカマツ	50.0		32.5	22.2		19.0		49	0	4	88.8		2.5	0.9	1.0	268.7	5.1	
		ヒノキ	18.2		15.3	12.6		11.2		884	0	94	166.2	11.6			7.5	168.6	3.2	
		スギ	34.6		12.4	18.8		8.5		11	0	4	11.7	0.2			0.3	12.6	0.2	
		モミ	38.6			17.0				4	0	0	3.8				0.1	3.8	0.1	
		広葉樹 すべて	17.4		11.2	10.1		9.0		45	0	4	5.5	0.2			4.5	7.4	0.1	
27-1	アカマツ	20.0		15.7	13.0		11.3		993	0	106	276.0	14.5		9.1	3.6	461.1	8.7		
地獄谷アカマツ 天然林収獲試験地 (ヒノキ択伐林勝 導区)	64	アカマツ	22.2		14.7	16.4		12.1		850	0	57	321.9	9.6		-8.1	-18.2	179.9	2.8	
		ヒノキ	41.9			20.9				11	0	0	16.3				14.2	324.4	5.1	
		スギ	52.7			18.1				4	0	0	7.2				0.4	17.2	0.3	
		モミ	18.4		17.8	11.6		11.3		42	0	15	7.2	2.2			0.3	7.2	0.1	
		広葉樹 すべて	22.4		30.1	16.3		16.1		906	0	121	352.6	107.1			0.2	9.1	0.1	
	0.2648 ha	アカマツ	24.6	24.3	12.3	17.7	19.2	10.9		0									179.9	2.6
		ヒノキ	36.2			19.1				695	132	30	345.8	63.4	2.1	17.5	4.8	411.7	6.0	
		スギ	61.8			19.9				15	0	0	20.8				0.9	21.7	0.3	
		モミ	19.8	20.5		12.1	12.6			4	0	0	10.6				0.7	10.6	0.2	
		広葉樹 すべて	24.8	24.1	12.3	17.5	18.8	10.9		34	8	0	7.0	1.4			0.2	10.3	0.1	
74	アカマツ	26.3		12.5	18.3		12.3		0									634.2	9.2	
	ヒノキ	38.3			19.0				748	140	30	384.2	64.9	2.1	19.3	4.8			2.4	
	スギ	69.4			20.7				0									179.9	2.4	
	モミ	19.5		11.8	12.3		10.6		680	0	15	402.1	1.3	11.3	3.0	3.0	468.0	6.3		
	広葉樹 すべて	26.4		12.4	18.0		11.9		15	0	0	22.7				0.4	23.6	0.3		

Table 3. 地獄谷アカマツ天然林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (3/8)
Time-series growth data of the plots in the Jigokudani experimental site of red pine natural forest (Page 3 of 8)

試験地 (試験区) 調査区面積 Site (Plot) Surveying area	林齢 Age	樹種 Species	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		定期平均 成長率 Periodic growth rate (%・yr ⁻¹)		総成長量 (総収穫量) Total increment (ha ⁻¹)		総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ・yr ⁻¹)		
27-1 地獄谷アカマツ 天然林収種試験地 (ヒノキ択伐林誘導区) 0.2648 ha	79	アカマツ																									
		ヒノキ	27.8	20.1	17.4	684	0	0	0	0	0	485.6	4.1	4.1	16.7	3.8	551.5	7.0	3.8	179.9	2.3						
		スギ	40.9	20.1	17.4	15	0	0	0	0	0	25.9	0.3	0.3	0.6	2.6	26.8	0.2	2.6	17.2	0.2						
		モミ	76.8	21.6	17.4	4	0	0	0	0	0	17.2	0.2	0.2	0.7	4.6	17.2	0.2	4.6	17.2	0.2						
		広葉樹 すべて	19.8 27.9	13.3 20.1	17.4 17.4	42 744	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	12.3 540.9	4.1 4.1	4.1 4.1	0.6 18.6	5.5 3.8	15.6 791.0	0.2 10.0	5.5 3.8	179.9 791.0	0.2 10.0						
	85	アカマツ																									
		ヒノキ	31.2	13.2	13.2	634	0	0	0	49	586.0	5.2	5.2	16.7	3.1	651.9	7.7	3.1	179.9	2.1							
		スギ	44.2	20.7	13.2	15	0	0	0	31.2	0.4	0.4	0.9	3.1	32.1	0.3	3.1	22.3	0.3								
		モミ	46.4	14.0	13.2	8	0	0	0	22.3	0.2	0.2	0.8	4.3	22.3	0.2	4.3	18.7	0.2								
		広葉樹 すべて	19.5 30.8	16.1 13.4	13.2 12.6	45 702	0 0	4 53	0 0	15.3 654.8	5.4 5.4	5.4 5.4	0.5 19.0	3.7 3.2	18.7 904.8	0.2 10.6	3.7 3.2	179.9 904.8	0.2 10.6								
27-2 地獄谷アカマツ 天然林収種試験地 (スギ択伐林誘導区) 0.3446 ha	90	アカマツ																									
		ヒノキ	33.1	18.2	14.4	631	0	0	15	653.0	5.3	5.3	13.4	2.2	718.9	8.0	2.2	179.9	2.0								
		スギ	47.1	20.7	14.4	15	0	0	0	35.0	0.4	0.4	0.8	2.3	35.9	0.3	2.3	25.1	0.3								
		モミ	49.7	14.0	14.4	8	0	0	0	25.1	0.3	0.3	0.6	2.4	25.1	0.2	2.4	20.6	0.2								
		広葉樹 すべて	19.0 32.5	12.5 18.2	14.4 14.4	53 706	0 0	0 15	0 0	17.2 730.4	5.3 5.3	5.3 5.3	0.4 15.1	2.3 2.2	20.6 980.4	0.2 10.9	2.3 2.2	179.9 980.4	0.2 10.9								
	17	アカマツ	30.5	29.3	21.2	229	38	15	152.4	22.8	9.2	175.2	10.3	10.3	3.3	3.3	35.9	2.1	3.3	35.9	2.1						
		ヒノキ	13.4	9.2	8.5	29	0	0	3.3	0.5	0.4	3.3	0.2	3.3	0.2	3.3	3.3	2.1	3.3	3.3	2.1						
		スギ	14.9	9.0	8.5	293	17	12	35.3	0.1	0.1	35.3	0.1	35.3	0.1	35.3	0.1	35.3	0.1	35.3	0.1						
		モミ	15.2	8.4	6.0	9	3	0	0.9	0.1	0.1	0.9	0.1	0.9	0.1	0.9	0.1	0.9	0.1	0.9	0.1						
		広葉樹 すべて	21.2 34.8	22.2 19.9	16.1 15.6	560 560	58 58	26 26	191.9 203.5	23.4 22.8	9.5 9.2	215.4 215.4	12.7 12.7	12.7 12.7	5.1 2.9	226.3 8.4	8.4	2.9	226.3	8.4							
27 0.3446 ha	アカマツ	34.8	20.7	8.0	374	0	0	15.6	0.6	0.6	15.6	0.6	15.6	0.6	15.6	0.6	15.6	0.6	15.6	0.6							
	ヒノキ	9.8	8.0	13.1	328	0	0	63.1	2.8	2.4	63.1	2.4	63.1	2.4	63.1	2.4	63.1	2.4	63.1	2.4							
	スギ	17.7	13.1	8.5	328	0	0	63.1	2.8	2.4	63.1	2.4	63.1	2.4	63.1	2.4	63.1	2.4	63.1	2.4							
	モミ	20.4	16.9	6.0	9	0	0	2.9	0.2	0.1	2.9	0.1	2.9	0.1	2.9	0.1	2.9	0.1	2.9	0.1							
	広葉樹 すべて	9.8 18.4	8.7 12.8	13.1 12.6	38 978	0 0	0 0	1.4 286.5	0.1 0.1	0.1 0.1	1.4 286.5	0.1 0.1	1.4 286.5	0.1 0.1	1.4 286.5	0.1 0.1	1.4 286.5	0.1 0.1	1.4 286.5	0.1 0.1							

Table 3. 地獄谷アカマツ天然林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (4/8)
Time-series growth data of the plots in the Jigokudani experimental site of red pine natural forest (Page 4 of 8)

試験地 (試験区) 調査区面積	林齢 Age	樹種 Species	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ・yr ⁻¹)				
Site (Plot) Surveying area	32	アカマツ	36.6		26.5	21.1	18.9		226	0	3	224.8		1.3	4.3	2.0	247.6	7.7				
		ヒノキ	10.8		11.0	8.6	9.3		485	0	3	25.2		0.1	1.9	9.4	25.2	0.8				
		スギ	19.1		16.2	14.4	13.3		325	0	3	80.1		0.4	3.4	4.7	80.6	2.5				
		モミ	22.5			16.8			9	0	0	3.6			0.1	4.4	3.7	0.1				
		広葉樹	11.5			9.1			38	0	0	2.0			0.1	7.2	2.0	0.1				
	すべて	18.8		17.9	13.1	13.8		1082	0	9	335.7		1.8	9.8	3.2	359.1	11.2					
	37	アカマツ	38.3		20.7	20.1	14.8		223	0	3	225.9		0.7	0.2	0.1	248.8	6.7				
		ヒノキ	11.5		11.7	9.2	9.8		531	0	3	33.5		0.2	1.7	5.7	33.5	0.9				
		スギ	20.0			15.4			331	0	0	96.2			3.2	3.7	96.7	2.6				
		モミ	23.5			13.7			9	0	0	3.3			-0.1	-1.7	3.4	0.1				
広葉樹		11.6			8.9			58	0	0	3.3			0.3	9.6	3.3	0.1					
すべて	19.2		16.2	13.1	12.3		1152	0	6	362.3		0.8	5.3	1.5	385.7	10.4						
27-2 地獄谷アカマツ 天然林収獲試験地 (スギ択伐林誘導 区) 0.3446 ha	42	アカマツ	35.3	45.1	42.5	21.4	22.9	21.0	125	90	9	114.9	141.3	10.7	6.0	2.5	279.0	6.6				
		ヒノキ	12.6	12.4	9.1	9.9	9.5	7.2	493	23	15	39.5	2.0	0.5	1.6	4.2	41.5	1.0				
		スギ	21.2	12.9	24.0	16.2	10.7	18.2	316	9	6	109.0	0.8	2.3	2.7	2.6	110.3	2.6				
		モミ	21.5	31.8		12.5	14.5		6	3	0	1.9	1.7		0.1	1.6	3.7	0.1				
		広葉樹	13.6		11.1	10.0		9.0		46	0	12	3.6		0.6	0.1	3.6	0.1				
	すべて	18.3	36.5	19.0	13.4	19.4	12.3		987	125	41	268.9	145.8	14.0	10.5	2.7	438.1	10.4				
	47	アカマツ	36.9	30.7	27.1	22.4	20.0	18.0		116	6	3	121.0	3.7	1.3	2.0	1.6	288.8	6.1			
		ヒノキ	14.3	11.8	10.7	11.8	9.7	8.5		461	17	15	56.2	1.1	0.6	3.6	7.4	59.3	1.3			
		スギ	23.1	14.6		18.0	11.7		311	6	0	137.5	0.7		5.8	4.7	139.5	3.0				
		モミ	23.6			15.0			6	0	0	2.7			0.2	7.3	4.5	0.1				
広葉樹		16.5	9.8		11.7	9.8		41	6	0	5.6	0.2		0.4	9.3	5.8	0.1					
すべて	20.2	15.1	13.4	15.2	11.7	10.1		934	35	17	322.9	5.8	1.9	12.0	4.0	497.9	10.6					
53	アカマツ	38.3		38.0	22.9		22.5		87	0	29	99.1		32.6	-3.6	-3.3	267.0	5.0				
	ヒノキ	15.4		13.5	11.7		11.1		476	0	49	71.5		4.6	2.5	4.0	74.6	1.4				
	スギ	25.5		20.9	18.4		17.7		299	0	12	162.9		4.1	4.2	2.8	164.9	3.1				
	モミ	28.4			15.6				6	0	0	4.1			0.2	6.5	5.9	0.1				
	広葉樹	18.6		16.1	12.3		12.2		35	0	6	5.9		1.0	0.1	0.9	6.1	0.1				
すべて	21.2		22.0	15.1		15.4		902	0	96	343.4		42.3	3.4	1.0	518.4	9.8					

Table 3. 地獄谷アカマツ天然林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (5/8)
Time-series growth data of the plots in the Jigokudani experimental site of red pine natural forest (Page 5 of 8)

試験地 (試験区) 調査区面積 Site (Plot) Surveying area	林齢 Age	樹種 Species	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		定期平均 成長率 Periodic growth rate (%・yr ⁻¹)		定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ・yr ⁻¹)		総成長量 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)		総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ・yr ⁻¹)				
27-2 地獄谷アカマツ 天然林収獲試験地 (スギ択伐林誘導 区) 0.3446 ha	64	アカマツ	40.8	45.4	36.2	25.6	23.9	21.8	9	29	49	12.4	46.4	47.8	-3.7	-4.6	226.6	3.5													
		ヒノキ	18.7	43.4	12.3	14.1	22.0	10.7	511	3	17	137.0	4.4	1.4	6.4	6.0	144.5	2.3													
		スギ	28.4	43.5	33.6	19.3	24.7	21.0	261	29	12	180.0	44.5	9.6	5.6	2.9	226.6	3.5													
		モミ	25.4	43.7		13.4	20.0		3	3	0	1.1	4.3		0.1	2.5	7.1	0.1													
		広葉樹	21.5	14.5	14.5	14.4	10.5	10.5	35	0	3	9.8		0.2	0.4	4.6	10.1	0.2													
	すべて	22.2	44.3	30.0	15.9	24.0	18.9	818	64	81	340.3	99.6	59.1	8.8	2.2	614.9	9.6														
	69	アカマツ	45.3			25.0			9	0	0	14.8			0.5	3.5	229.0	3.3													
		ヒノキ	19.9	25.1	9.4	14.5	18.1	9.3	450	70	9	150.1	32.8	0.3	9.2	5.7	190.4	2.8													
		スギ	30.7	32.6		19.8	22.3		229	35	0	194.9	31.0		9.2	4.5	272.5	3.9													
		モミ	28.9			13.7			3	0	0	1.4			0.1	5.2	7.4	0.1													
広葉樹		23.0	25.5		15.1	13.8		32	3	0	10.6	0.9		0.3	3.1	11.7	0.2														
すべて	23.8	27.5	9.4	16.3	19.3	9.3	723	107	9	371.7	64.7	0.3	19.2	4.9	711.0	10.3															
74 地獄谷アカマツ 天然林収獲試験地 (スギ択伐林誘導 区) 0.3446 ha	79	アカマツ	47.9		44.3	28.0		24.9	6	0	3	12.2		4.6	-0.5	-3.8	226.4	3.1													
		ヒノキ	21.1		9.5	14.8		11.0	456	0	9	175.4		0.4	5.1	3.1	215.7	2.9													
		スギ	32.8		9.2	20.7		8.1	229	0	3	227.8		0.1	6.6	3.1	305.3	4.1													
		モミ	31.5		19.3				3	0	0	2.2			0.2	9.7	8.3	0.1													
		広葉樹	18.5		23.2			16.5		44	0	6	10.8		1.8	0.0	0.5	11.9	0.2												
	すべて	24.8		18.3			16.6		737	0	20	428.4		6.9	11.3	2.8	767.7	10.4													
	79	アカマツ	55.0		45.7	31.1		27.3		3	0	3	8.7		5.4	-0.7	-6.7	222.9	2.8												
		ヒノキ	22.8		10.9	15.9		8.9		453	0	9	220.5		0.4	9.0	4.6	260.9	3.3												
		スギ	34.8		10.5	21.8		10.0		232	0	6	276.0		0.3	9.6	3.8	353.5	4.5												
		モミ	36.6		36.6	22.1		22.1		3	0	0	3.4			0.2	8.1	9.5	0.1												
広葉樹		20.4		13.8	13.7		9.1		41	0	6	13.1		0.6	0.5	3.8	14.2	0.2													
すべて	26.7		15.9	17.7		11.5		731	0	23	521.7		6.6	18.7	3.9	861.0	10.9														
85	アカマツ			60.5			27.2		0	0	3			9.1	-1.4	-33.3	214.2	2.5													
	ヒノキ	25.9		9.2	17.4		8.5		424	0	35	279.2		1.2	9.8	3.9	319.6	3.8													
	スギ	37.8		7.4	22.7		6.9		232	0	3	333.8		0.0	9.6	3.2	411.4	4.8													
	モミ	44.2			24.4				3	0	0	5.3			0.3	7.3	11.4	0.1													
	広葉樹	17.5		19.0	12.1		15.6		64	0	3	17.2		0.6	0.7	4.4	18.3	0.2													
すべて	29.0		13.2	18.7		10.1		723	0	44	635.5		11.0	19.0	3.3	974.8	11.5														

Table 3. 地獄谷アカマツ天然林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (6/8)
Time-series growth data of the plots in the Jigokudani experimental site of red pine natural forest (Page 6 of 8)

試験地 (試験区) 調査区面積	林齢 Age	樹種 Species	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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ・yr ⁻¹)		
27-2 地獄谷アカマツ 天然林収獲試験地 (スギ択伐林誘導 区) 0.3446 ha	90	アカマツ																		
		ヒノキ	28.8		11.7	19.2		10.6		0	0	0		328.5		2.8	9.9	3.2	214.2	2.4
		スギ	40.4		15.6	24.3		13.7		229	0	3		398.2		0.4	12.9	3.5	475.8	5.3
		モミ	50.6			25.6				3	0	0		7.2			0.4	5.9	13.2	0.1
		広葉樹	16.7			11.7				81	0	0		21.3			0.8	4.3	22.4	0.2
	すべて	31.3		11.9	20.0		10.8		699	0	44		755.2		3.1	23.9	3.4	1094.5	12.2	
	17	アカマツ	20.6	20.3	14.4	15.3	16.8	13.0		627	34	197		175.7	9.1	26.1			184.8	10.9
		ヒノキ	13.6			9.5				48	0	0		5.3					5.3	0.3
		スギ	14.4	9.0	11.6	9.7	5.0	7.1		127	6	11		14.8	0.1	0.5			14.9	0.9
		モミ	10.2		18.9	5.5		9.7		6	0	3		0.2		0.4			0.2	0.0
広葉樹				8.0			6.3		0	0	34				0.6			0.0	0.0	
27-3 地獄谷アカマツ 天然林収獲試験地 (自由施業区) 0.3556 ha	すべて	19.2	18.6	13.4	14.0	15.1	11.7		807	39	245		195.9	9.2	27.6			205.2	12.1	
	アカマツ	23.5		19.6	17.3		19.6		624	0	3		245.4		0.8	7.0	3.3	254.5	9.4	
	ヒノキ	10.8			8.2				166	0	0		10.8			0.5	6.8	10.8	0.4	
	スギ	15.1			10.8				169	0	0		23.7			0.9	4.7	23.8	0.9	
	モミ	14.1			12.5				6	0	0		0.7			0.0	12.1	0.7	0.0	
	広葉樹	9.4			6.0				3	0	0		0.1					0.1	0.0	
	すべて	19.8		19.6	14.6		19.6		967	0	3		280.7		0.8	8.5	3.6	289.9	10.7	
	32	アカマツ	24.7	12.0	22.6	17.9	11.5	16.8		602	6	17		264.7	0.4	6.5	3.9	1.5	274.2	8.6
		ヒノキ	11.0			8.4				259	0	0		16.1			1.1	7.9	16.1	0.5
		スギ	15.1			11.0				191	0	0		28.0			0.8	3.3	28.1	0.9
モミ		16.1			13.9				6	0	0		0.9			0.1	7.1	0.9	0.0	
広葉樹		11.0			7.0				3	0	0		0.1			0.0	8.0	0.1	0.0	
37 地獄谷アカマツ 天然林収獲試験地 (自由施業区) 0.3556 ha	すべて	19.5	12.0	22.6	14.3	11.5	16.8		1060	6	17		309.9	0.4	6.5	5.9	2.0	319.5	10.0	
	アカマツ	25.9		12.2	17.3		9.4		588	0	14		272.1		1.1	1.5	0.6	281.7	7.6	
	ヒノキ	11.4			8.6				309	0	0		20.6			0.9	4.9	20.6	0.6	
	スギ	15.3			10.9				205	0	0		31.3			0.7	2.2	31.4	0.8	
	モミ	17.2			8.6				6	0	0		0.7			0.0	-6.0	0.7	0.0	
	広葉樹	13.6			7.5				3	0	0		0.2			0.0	8.0	0.2	0.0	
	すべて	19.8		12.2	13.6		9.4		1111	0	14		324.8		1.1	3.0	0.9	334.4	9.0	

Table 3. 地獄谷アカマツ天然林収穫試験地における各試験区の経年成長データ (7/8)
Time-series growth data of the plots in the Jigokudani experimental site of red pine natural forest (Page 7 of 8)

試験地 (試験区) 調査区面積	林齢 Age	樹種 Species	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	残存木 Remaining trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	定期平均 成長率 Periodic growth rate (%・yr ⁻¹)	定期平均 成長量 Periodic annual increment (ha ⁻¹ ・yr ⁻¹)	総成長量 (総収穫量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ・yr ⁻¹)	
地獄谷アカマツ 天然林収穫試験地 (自由施業区) 0.3556 ha	42	アカマツ	25.6	35.6	19.5	17.3	19.8	14.1	411	107	70	179.6	93.0	18.2	0.1	0.0	0.0	282.1	0.0	6.7		
		ヒノキ	13.1	9.8	9.9	9.6	7.6	8.0	287	17	6	26.2	0.5	0.2	1.2	5.2	5.2	26.7	0.6	0.6		
		スギ	16.6	11.6		11.7	9.0		200	6	0	36.5	0.3		1.1	3.2	3.2	36.9	0.9	0.9		
		セミ	18.5			9.7			6	0	0	0.9			0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0		
		広葉樹	15.1			8.5			3	0	0	0.2			0.0	0.0	6.2	0.2	0.0	0.0		
	47	すべて	19.6	31.2	18.8	13.6	17.8	13.6	906	129	76	243.4	93.8	18.4	2.5	0.7	0.7	346.8	2.5	8.3		
		アカマツ	27.0	25.8	18.6	18.0	16.8	14.1	340	45	25	168.2	20.5	5.4	1.8	1.0	1.0	291.3	1.8	6.2		
		ヒノキ	15.1	10.6	12.2	11.4	9.0	10.0	270	14	3	36.3	0.6	0.2	2.1	6.8	6.8	37.5	0.8	0.8		
		スギ	18.1			12.8			200	0	0	44.4			1.6	3.9	3.9	44.8	1.0	1.0		
		セミ	17.1		21.2	8.0		12.9	3	0	3	0.3	0.7		-0.1	-20.4	0.3	0.3	0.0	0.0		
地獄谷アカマツ 天然林収穫試験地 (自由施業区) 0.3556 ha	53	広葉樹	16.9			10.4			3	0	0	0.3			0.0	0.0	8.2	0.3	0.0	0.0		
		すべて	20.8	22.2	18.2	14.5	15.0	13.7	816	59	31	249.5	21.2	6.3	5.5	2.1	2.1	374.1	5.5	8.0		
		アカマツ	28.6		25.5	18.3		16.7	276	0	65	155.5		26.5	-2.1	-1.3	-1.3	278.5	-2.1	5.3		
		ヒノキ	16.1		15.3	11.2		10.8	273	0	42	40.3		7.3	0.7	1.7	1.7	41.4	0.7	0.8		
		スギ	18.4		24.6	12.7		16.2	214	0	6	49.6		2.0	0.9	1.8	1.8	50.0	0.9	0.9		
	64	セミ	18.1			8.2			3	0	0	0.3			0.0	0.0	2.2	0.3	0.3	0.0		
		広葉樹	18.2			10.8			3	0	0	0.4			0.0	0.0	2.9	0.4	0.4	0.0		
		すべて	21.2		21.6	14.1		14.5	768	0	112	246.0		35.8	-0.6	-0.2	-0.2	370.6	-0.6	7.0		
		アカマツ	31.2	43.3	28.7	19.4	21.0	18.0	112	20	143	76.1	25.4	82.2	-4.9	-3.8	-3.8	224.6	-4.9	3.5		
		ヒノキ	16.4		13.0	10.8		9.4	458	0	11	84.5		0.8	4.0	6.5	6.5	85.7	4.0	1.3		
69	スギ	20.2	44.7	18.1	13.5	23.0	13.6	228	6	11	66.1	8.4	2.2	2.3	3.7	3.7	74.9	2.3	1.2			
	セミ	23.5			11.3			3	0	0	0.7			0.0	0.0	6.9	0.7	0.7	0.0			
	広葉樹	8.3		18.2	4.8		10.8	6	0	3	0.1		0.4	0.0	-11.5	0.1	0.1	0.0	0.0			
	すべて	19.5	43.6	26.7	12.7	21.4	17.0	807	25	169	227.6	33.7	85.6	1.4	0.6	0.6	386.0	1.4	6.0			
	アカマツ	33.8		35.2	19.6		20.6	96	0	17	76.4		14.4	0.1	0.1	0.1	224.8	0.1	3.3			
69	ヒノキ	16.3	26.4		10.9	16.9		562	20	0	107.8	9.7		6.6	6.5	6.5	118.6	6.6	1.7			
	スギ	19.8	29.5	7.5	13.1	16.5	5.2	270	11	3	80.2	5.7	0.0	4.0	5.2	5.2	94.7	4.0	1.4			
	セミ	30.5			11.7			3	0	0	1.3			0.1	10.2	1.3	1.3	0.1	0.0			
	広葉樹	10.9			6.1			6	0	0	0.2			0.0	0.0	13.9	0.2	0.2	0.0			
	すべて	19.1	27.5	31.3	12.4	16.7	18.4	936	31	20	265.8	15.3	14.5	10.7	4.2	4.2	439.5	10.7	6.4			

Table 3. 地獄谷アカマツ天然林収獲試験地における各試験区の経年成長データ (8/8)
Time-series growth data of the plots in the Jigokudani experimental site of red pine natural forest (Page 8 of 8)

試験地 (試験区) 調査区面積	林齢 Age	樹種 Species	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- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remaining- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remaining- ing trees	間伐木 Thinned trees	枯死木 Dead trees	残存木 Remaining- 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 (総収獲量) Total increment (ha ⁻¹)	総平均 成長量 Mean annual increment (ha ⁻¹ ·yr ⁻¹)				
27-3 地獄谷アカマツ 天然林収獲試験地 (自由施業区) 0.3556 ha	74	アカマツ	36.6		34.5	20.2		19.7		76	0	20	73.8		16.1		-0.5	-0.7	222.2	3.0		
		ヒノキ	16.8			11.6				627	0	0	138.1				6.1	4.9	148.9	2.0		
		スギ	21.1			14.1				284	0	0	100.7				4.1	4.5	115.1	1.6		
		モミ	36.5			14.1				3	0	0	2.1				0.2	10.1	2.1	0.0		
		広葉樹	12.7			7.5				6	0	0	0.3				0.0	9.0	0.3	0.0		
	すべて	19.6		34.5	13.0		19.7		996	0	20	315.0		16.1		9.8	3.4	488.6	6.6			
	79	アカマツ	35.3		43.5	18.7		21.9		39	0	37	32.1		51.5		-8.3	-15.8	180.5	2.3		
		ヒノキ	17.8		10.0	12.4		7.8		655	0	17	173.0		0.6		7.0	4.5	183.8	2.3		
		スギ	23.0		11.0	15.5		9.0		284	0	6	128.4		0.3		5.5	4.8	142.8	1.8		
		モミ	42.6			15.1				3	0	0	3.0				0.2	7.0	3.0	0.0		
広葉樹		12.2			10.3				22	0	0	1.5				0.3	27.8	1.5	0.0			
すべて	19.9		30.8	13.5		16.6		1004	0	59	338.0		52.4		4.6	1.4	511.7	6.5				
85	アカマツ	34.5		41.9	18.3		21.5		14	0	25	10.7		32.2		-3.6	-16.6	159.1	1.9			
	ヒノキ	19.5		9.4	13.7		7.7		652	0	37	232.6		1.1		9.9	4.9	243.4	2.9			
	スギ	26.2		9.1	17.1		8.3		278	0	6	171.2		0.2		7.1	4.8	185.6	2.2			
	モミ	49.3			16.0				3	0	0	4.2				0.2	5.4	4.2	0.0			
	広葉樹	13.1		8.5	10.8		9.9		79	0	3	7.0		0.1		0.9	21.3	7.0	0.1			
すべて	21.1		21.1	14.4		12.8		1026	0	70	425.7		33.6		14.6	3.8	599.3	7.1				
90	アカマツ	38.5		36.6	21.0		21.1		3	0	11	2.9		11.4		-1.6	-23.0	151.3	1.7			
	ヒノキ	21.8		9.8	15.4		9.7		596	0	56	283.9		2.5		10.3	4.0	294.7	3.3			
	スギ	29.4		12.4	18.9		11.8		264	0	14	213.6		1.3		8.5	4.4	228.1	2.5			
	モミ	53.0			16.1				3	0	0	4.8				0.1	2.8	4.8	0.1			
	広葉樹	14.2		15.6	12.1		13.2		76	0	14	9.4		2.3		0.5	5.8	9.4	0.1			
すべて	23.4		14.2	16.1		11.9		942	0	96	514.6		17.5		17.8	3.8	688.2	7.6				

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は、進界木による。本試験地では、1923年にアカマツ天然林を択伐した後に、1924年にヒノキ・スギが樹下植栽された(田中・野田、2008)。表の林齢は1924年に樹下植栽された下木の樹齢を示している。

“Remaining trees” mean any living trees other than the trees that have thinned. The total number of remaining, thinned, and dead trees exceeded the number of remaining trees counted during the previous measurement when there were ingrowth trees. In 1923, selective cutting was conducted in the Japanese red pine natural forest of experimental site no. 27 (Tanaka and Noda, 2008). Several Japanese cypress and cedar trees were planted in the forest in 1924. Ages indicate the age of the planted trees.

Time-series data of growth and yield experimental sites surveyed in FY2011–2015 (Growth and Yield Experiment Report No. 26)

Tomohiro NISHIZONO ^{1)*}, Kazuo HOSODA ¹⁾, Toshiro IEHARA ²⁾, Gen TAKAO ¹⁾,
Hideki SAITO ¹⁾, Satoshi ISHIBASHI ³⁾, Masayoshi TAKAHASHI ¹⁾,
Naoyuki FURUYA ³⁾, Eiji KODANI ⁴⁾, Kazuhiko SAITO ²⁾, Kunihiro TANAKA ²⁾,
Shinya TANAKA ²⁾, Yasushi MITSUDA ⁵⁾, Fumiaki KITAHARA ⁶⁾, Hiroshi KONDO ⁷⁾,
Tomoaki TAKAHASHI ⁷⁾ and Makoto SANO ⁸⁾

Abstract

As part of a growth and yield study, the Forestry and Forest Products Research Institute and Regional Forest Offices have conducted long-term monitoring in more than 180 permanent experimental sites installed in national forests all over Japan. The present article reports the time-series growth data of 76 plots at 39 sites of *Cryptomeria japonica*, *Chamaecyparis obtusa*, *Larix kaempferi*, and *Abies sachalinensis* planted forests and 3 plots at one site of *Pinus densiflora* natural forest, for which the most recent measurement was conducted between FY2011 and FY2015. To obtain precise growth data, the trees in each plot were measured in detail: every individual tree was, in principle, 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 at every data collection session; and the heights of all individuals were measured using a hypsometer. Moderate qualitative thinning has been performed in most plots. Some sites include plots with different planting densities or thinning intensities, including an unthinned plot. Time-series growth data of these plots were successfully used to construct and verify yield tables, to analyze thinning effects and the long-term growth dynamics of planted forests, and to determine the parameters of several forest growth models, indicating that these experimental sites are useful in terms of valuable data sources. Further well-planned, continuous measurements will enhance the value of the growth data.

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

Received 30 October 2018, Accepted 22 February 2019

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

2) Kansai Research Center, FFPRI

3) Hokkaido Research Center, FFPRI

4) Tohoku Research Center, FFPRI

5) Faculty of Agriculture, University of Miyazaki; former Shikoku Research Center, FFPRI

6) Shikoku Research Center, FFPRI

7) Kyushu Research Center, FFPRI

8) Research Planning and Coordination Department, FFPRI

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

担当者 御中
To the person concerned

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

森林総合研究所研究報告を送付させていただきますのでお受け取り下さい。
貴刊行物と交換願えれば幸いです。なお、貴研究所の名称、住所などを変更
された場合は、下記まで連絡を御願い致します。

Please, find an enclosed Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute.
We greatly appreciate receiving any relevant publications in exchange.
Let us know when the name of your institution and mailing address are changed.

Officer in charge at publication section
Forestry and Forest Products Research Institute
1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 Japan
Tel : + 81-29-829-8373 Fax : + 81-29-873-0844
e-mail : kanko@ffpri.affrc.go.jp

2019年6月 発行 森林総合研究所研究報告 第18巻2号 (通巻450号)

編集人 森林総合研究所研究報告編集委員会

発行人 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地
電話 : 029-829-8373 Fax : 029-873-0844

製版・印刷 前田印刷株式会社
〒305-8687 茨城県つくば市山中152-4
電話 : 029-875-6696 Fax : 029-875-6698

©2019 Forestry and Forest Products Research Institute

本誌から転載・複写する場合は、森林総合研究所の許可を得てください。

森林総合研究所研究報告

Vol.18 No.2 (No.450)



page195

2011年福島第一原子力発電所事故で放出された放射性セシウムの
コシアブラ (*Eleutherococcus sciadophylloides*, 新芽が食べられる野生樹木) への移行
:清野 嘉之、赤間 亮夫、岩谷 宗彦、由田 幸雄

Transfer of radiocesium released in the 2011 Fukushima Daiichi Nuclear Power Station accident to
Eleutherococcus sciadophylloides, a wild tree that produces edible sprouts
by Yoshiyuki KIYONO, Akio AKAMA, Munehiko IWAYA and Yukio YOSHIDA

page213

筋状地がき地におけるカンバ類の更新位置
:伊藤 江利子、橋本 徹、相澤 州平、古家 直行、石橋 聡

Spatial distribution of regenerated birch trees in strip-scarified stands
by Eriko ITO, Toru HASHIMOTO, Shuhei AIZAWA, Naoyuki FURUYA and Satoshi ISHIBASHI

page219

森林総合研究所多摩森林科学園の直翅類
:松本 和馬、佐藤 理絵、井上 大成、大谷 英児

Orthopteroid insects (Polyneoptera) of Tama Forest Science Garden,
Forestry and Forest Products Research Institute
by Kazuma MATSUMOTO, Rie SATO, Takenari INOUE and Eiji OHYA

page231

平成23～27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26号)
:西園 朋広、細田 和男、家原 敏郎、鷹尾 元、齋藤 英樹、石橋 聡、高橋 正義、古家 直行、小谷 英司、
齋藤 和彦、田中 邦宏、田中 真哉、光田 靖、北原 文章、近藤 洋史、高橋 與明、佐野 真琴

Time-series data of the growth and yield experimental sites surveyed in FY2011-2015
(Growth and Yield Experiment Report No.26)

by Tomohiro NISHIZONO, Kazuo HOSODA, Toshiro IEHARA, Gen TAKAO, Hideki SAITO,
Satoshi ISHIBASHI, Masayoshi TAKAHASHI, Naoyuki FURUYA, Eiji KODANI, Kazuhiko SAITO,
Kunihiro TANAKA, Shinya TANAKA, Yasushi MITSUDA, Fumiaki KITAHARA, Hiroshi KONDO,
Tomoaki TAKAHASHI and Makoto SANO