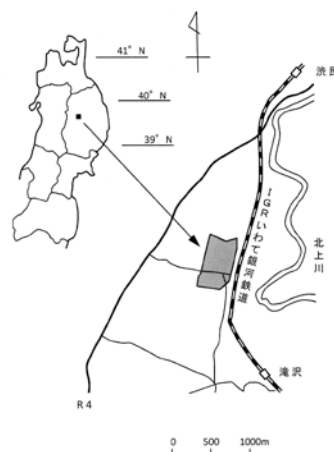


森林総合研究所研究報告

Vol.11-No.1 (No.422)

BULLETIN

of the
Forestry and
Forest Products
Research Institute



March 2012



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

The Chief Editor

篠原 健司 SHINOHARA Kenji (Principal Research Coordinator,FFPRI)

The Vice-Chief Editor

藤枝 基久 FUJIEDA Motohisa (Associate Research Coordinator,FFPRI)

Editor

立花 敏	TACHIBANA Satoshi (Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba)
豊川 勝生	TOYOKAWA Katsumi (Graduate School of Agriculture,Tokyo University of Agriculture)
森 茂太	MORI Shigeta (Department of Plant Ecology,FFPRI)
稲垣 善之	INAGAKI Yoshiyuki (Department of Forest Site Environment,FFPRI)
清水 貴範	SHIMIZU Takanori (Department of Soil and Water Conservation,FFPRI)
中井裕一郎	NAKAI Yuitiro (Department of Meteorological Environment,FFPRI)
神崎 菜摘	KANZAKI Natsumi (Department of Forest Microbiology,FFPRI)
佐藤 大樹	SATOU Hiroki (Department of Forest Entomology,FFPRI)
村田 仁	MURATA Hitoshi (Department of Applied Microbiology,FFPRI)
藤原 健	FUJIWARA Takeshi(Department of Wood Properties,FFPRI)
奥田 裕規	OKUDA Hironori (Department of Forest Policy and Economics,FFPRI)
堀野 眞一	HORINO Shinichi (Tohoku Research Center,FFPRI)
磯野 昌弘	ISONO Masahiro (Tohoku Research Center,FFPRI)
倉本 哲嗣	KURAMOTO Noritsugu (Forest Tree Breeding Center,FFPRI)
荒木 誠	ARAKI Makoto (Research Information Division,FFPRI)

This journal is indexed in CAB Abstracts.

表紙写真 Photograph in Cover

青森県白神山地津軽峠のブナ
Fagus crenata tree in Shirakami Mountains, Aomori Prefecture.

福島県南会津のブナ林
Fagus crenata forest in Minami-Aizu district, Fukushima Prefecture.

(本文22ページ)
滝沢鳥獣試験地(岩手県滝沢村)
The Takizawa study area, Iwate Prefecture.

目 次

論 文

国際パネルデータを用いた林産物需要関数の推定

関 庚鐸、岡 裕泰 1

ヒノキの単板乾燥工程で排出される揮発性有機化合物（英文）

石川 敦子、大平 辰朗、宮本 康太、井上 明生 13

研究資料

滝沢鳥獣試験地（岩手県滝沢村）における繁殖鳥類群集の40年間
（1970-2009）の記録

鈴木 祥悟、由井 正敏、中村 充博 21

Bulletin of FFPRI, Vol.11. No.1 (No.422) March 2012

CONTENTS

Original article

- Estimation of Demand Functions for Forest Products using International Panel Data
Kyung-taek MIN and OKA Hiroyasu 1

- Emission of volatile organic compounds during drying of veneer: Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.)
ISHIKAWA Atsuko, OHIRA Tatsuro,
MIYAMOTO Kohta and INOUE Akio 13

Research material

- Breeding bird community over 40 years (1970 – 2009) at the Takizawa study area,
Iwate Prefecture
SUZUKI Yoshinori, YUI Masatoshi
and NAKAMURA Mitsuhiro 21

論文 (Original article)

国際パネルデータを用いた林産物需要関数の推定

関庚鐸¹⁾・岡裕泰^{2)*}

Estimation of Demand Functions for Forest Products using International Panel Data

Kyung-taek MIN¹⁾ and Hiroyasu OKA^{2)*}

Abstract

The objective of this study is to analyze price and GDP elasticity in international demand for forest products. Static and dynamic models of the derived demand for forest products were estimated for each 5 major forest products covering sawnwood, plywood, particle board, fiberboard, and total paper and paperboards. The models were estimated with panel data sets for 1980-2007 from FAOSTAT and IMF database. Price elasticities were estimated to be -0.2 ~ -0.4, and GDP elasticities were estimated to be around 1. Demand for forest products is inelastic in price and elastic in GDP. GDP elasticity of high income countries is higher than low income countries in plywood and printing papers, and lower in boards and other paper and paperboard. The estimated coefficient of time trend is negative in sawnwood, plywood, and particle board, positive in fiberboard, and insignificant in paper products. The tests of model performance with mean absolute relative error reveal that static model fitted better than others.

Key words : Demand function, Econometrics, Forest products, GDP elasticity, International panel data, Price elasticity

要旨

本稿は、1980～2007年の国際パネルデータを用いて林産物群に対して世界諸国群の需要関数を推定し、林産物需要の価格弾性値やGDP弾性値を推計したものである。分析の際、静学モデルと動学モデル、GDPダミーモデルを試み、それぞれの結果を比較した。林産物需要の価格弾性値は、概ね-0.2～-0.4と推定され、非弾力的である。GDP弾性値は、ほぼ1に近く、弾力的であることが示され、林産物需要は経済活動水準とほぼ一緒に動いていることが明らかになった。所得グループごとのGDP弾性値をみると、合板や印刷用紙では高所得国の方が高く、ボード類やその他用紙では低所得国の方が高いことが示された。製材品や新聞用紙では弾性値に顕著な差が見られなかった。また、時間に対する林産物需要の変化をみると、製材や合板、削片板の場合は負であり、繊維板は正であることが示された。一方、紙・板紙製品については時間に対する需要変化は統計的に有意ではないことから、GDPおよび価格が同じならば、紙製品の需要が年とともに変化する傾向は認められなかった。モデルの予測力については、静学モデルが動学モデルより優れていることが示された。

キーワード：需要関数、国際パネルデータ、林産物、計量経済、価格弾性値、GDP弾性値

はじめに

林業・林産業においてもグローバル化が進んでおり、適切な政策展開を図るためには、世界の木材産業や森林政策の動向を的確に把握し、それに関する広範な条件を想定した予測に基づいて意思決定を行う必要がある。とりわけ、持続可能な森林経営の実現が国際的潮流となっている今日、世界各地域における林産物への

需要の見通しや森林政策の影響を定量的に分析することは、森林政策や森林計画の策定に極めて重要な要素である。

こういった見方に基づき、世界の林産物市場の動きを理解するため、様々なモデルが開発されている。林産物需給の将来予測や政策シミュレーションに関わる世界モデルの先駆けとなったのは、1980年代に

原稿受付：平成22年1月21日 Received 21 January 2010 原稿受理：平成23年11月7日 Accepted 7 November 2011

1) 韓国農村経済研究院 Korea Rural Economic Institute

2) 森林総合研究所林業経営・政策研究領域 Department of Forest Policy and Economics, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

* 森林総合研究所林業経営・政策研究領域 〒305-8687 茨城県つくば市松の里1 Department of Forest Policy and Economics, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan.

国際応用システム研究所 (International Institute for Applied Systems Analysis: 略称 IIASA) で構築された世界貿易モデル (Global Trade Model: 略称 GTM) であろう (Kallio *et al.*, 1987)。その後、この GTM を発展させた米国ワシントン大学の CINTRA FOR-GTM (CINTRA FOR は国際林産物貿易研究センター Center for International Trade in Forest Products の略称) や、ヨーロッパ森林研究所 (European Forest Institute: 略称 EFI) の EFI-GTM のほかに、1990 年代に米国ウィスコンシン大学で開発され、国連食糧農業機関 (Food and Agriculture Organization: 略称 FAO) による世界林産物市場の長期見通しや、アメリカ政府による林産物部門の貿易自由化促進影響評価報告書などで使われている世界林産物モデル (Global Forest Products Model: 略称 GFPM) などがある (Zhang *et al.*, 1997)。これらはいずれも木材需給や貿易に関する関係式に基づいて構築されており、1 年ごとの経済変数の変化を与えながら、年ごとに生産者余剰と消費者余剰の和の最大化を図る数理計画モデルである。一方、森林総合研究所 (2006) を中心とする研究グループは、世界の森林資源と、林産物の消費・生産・貿易などに関するデータを用いて、林産物需給構造および丸太生産と森林資源との双方向の影響関係について分析し、需給均衡条件を達成することにより解を求める世界林産物需給モデル (World Forest Products Model: 略称 WFPM) を構築した。

以上のモデルは、いずれも最終財の需給関数とそれに関わる産業用丸太需給との技術関係を表す関係式により構成されているもので、モデルの運用において重要な役割を果たすパラメータが最終財の価格と国内総生産 (Gross Domestic Products: GDP) に対する需要の弾性値である。本稿は、世界の林産物の需要関数を推定し、世界的な林産物市場モデルの適合性向上に資することを目的とする。

弾性値の推定に際して、各国における需要関数を独立に推定する方が望ましいが、一部の国における統計調査の不十分さと政治的な変化などにより、個々の国における需要関数を別々に推定することは事実上不可能な場合がある。そこで本稿では、国際パネルデータを利用して世界各国をグループにまとめて、各グループ共通の値として林産物に対する需要における価格や GDP 弾性値を推定することとする。パネルデータとは、複数の対象を時系列的に観察し記録したデータのことを指し、ここでは各国の時系列データの集合である。

パネルデータを用いて林産物への世界需要を分析した研究はいくつか行われている。Chas-Amil and Buongiorno (2000) は欧州における紙類の需要関数を推定し、製品ごとに価格や GDP 弾性値を計測した。Simangunsong and Buongiorno (2001) は 1973-1997 年にわたる 62 ヶ国のパネルデータを用いて最終林産

物製品の需要関数を推定した。また複数の分析方法を比較して、静学モデルの方が動学モデルよりも予測の相対誤差率が小さかったと論じた。Tachibana, Oka and Tamura (2004) は 21 カ国を GDP により 3 つのグループに分け、グループごとに木材や林産物への需要関数を推定し、価格弾性値や GDP 弾性値を計測した。Turner and Buongiorno (2004) は 1970-1987 年にわたる 64 カ国のパネルデータを用いて林産物の輸入に対する価格や所得弾性値を推定し、価格について非弾力的、所得について弾力的であることを示した。

分析の枠組み

1. モデルの設定

林産物は主に建築物など他の完成品の中間財として利用されており、林産物への需要は他の完成品の生産過程から派生するものである。生産者理論は企業の行動を分析するものであるが、一国における林産物総需要の分析へ拡張することもできるだろう。本稿ではこのような考えに基づいて、集計されたデータを用いて分析を行う。つまり、一国における林産物の消費は、その国の総合的な生産活動水準、林産物の価格、その他財の価格により規定される。ここではとくに、生産活動水準 y には国内総生産 (GDP) を、その他財の価格には GDP デフレータを代理変数として利用した。

2. パネルデータの分析

林産物に対する需要パターンは国ごとに異なる。所得水準が同様であっても、国ごとに木を使う文化や生活習慣、国民の教育レベルなどが異なり、これにより木材消費量が異なる場合がある。こうした各国に固有の固有効果を取り入れた需要関数をパネルデータの形で表現すると、式 (1) のようになる。

$$\ln q_{it} = \beta_0 + \beta_p \ln p_{it} + \beta_y \ln y_{it} + \varepsilon_{it} \\ \varepsilon_{it} = \mu_i + v_{it} \quad (1) \\ i = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, t$$

ここで、 q は林産物の消費量、 p は林産物の価格、 y は国内総生産 (GDP) を指す。 β_y は需要の弾性値で、通常は正の値をとり、 β_p は実質価格に対する需要の弾性値で、通常は負の値をとると考えられる。下付き添え字 i と t は、それぞれ個別主体 (国) と時点 (年) を表す。 β_0 は定数項である。また、誤差項のうち、 μ_i は個体における観察不可能な固有効果を、 v_{it} は個体内の時間変動効果を表す。

パネルデータを用いた回帰分析の際、問題となるのは、各個体の固有効果をどう捉えるかである。まず、利用可能なデータを無差別にプーリングした上で最小二乗推定法 (ordinary least squares: OLS 推定、ここではとくに pooling OLS) を行う方法がある。これはすべての経済主体が同じ定数項、同じ傾きをもつと仮定しているモデルであり、個体の異質性、ダイナミズ

ムは存在しないことを意味する。次に、経済主体の異質性を考慮して、モデルの傾きは同一だが、定数項がそれぞれの主体で異なっているという固定効果モデル (fixed-effect model) がある。また、定数項が個別に固定的なものというよりランダムに決まっているという変量効果モデル (random-effect model) がある。それぞれのアプローチの適合性は統計的検定によって判断される。F 検定は、固定効果モデルよりもプーリング回帰モデルが適合的であるという仮説を検定するもので、仮説が棄却されれば固定効果モデルを選ぶ。また、Breusch and Pagan 検定は、変量効果モデルよりもプーリング回帰モデルが適合的であるという仮説を検定するもので、仮説が棄却されれば変量効果モデルを選ぶことになる。Hausman 検定は、固定効果モデルよりも変量効果モデルが適合的であるという仮説を検定するもので、仮説が棄却されれば固定効果モデルを選ぶ。固定効果モデルの採用は、個々の国における需要の差は価格や GDP 以外の変数によらず、国の固有特性によることを意味する。また、ランダム効果モデルの採用は、用いられた変数以外の変数にも影響を大きく受けることを意味する。

3. その他要因の反映

木材需要の変化には様々な要素が作用しており、時間的傾向を持って変化する場合がある。例えば、GDP や価格水準が同様としても、木材利用技術の変化によって木材消費量が変わる可能性がある。また、電子媒体の普及は紙製品の消費量に影響を与える。このような効果が GDP や価格と相関しているとしたら、推定結果にはバイアスが起り得る。しかし、この効果を直接代表する要素の定量的データは入手し難いので、式 (2) のように時間トレンドを代理変数として取り入れ、この効果を捉える試みがしばしば採用される。

$$\ln q_{it} = \beta_0 + \beta_p \ln p_{it} + \beta_y \ln y_{it} + \beta_t t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$i = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T$$

ここで、 β_t は、価格と GDP を固定したときの時間変化に伴う需要の変化率を表すものであり、主に技術変化として捉える。例えば、住宅建築において木質材料のシェアが減ったり、事務自動化の導入により紙製品の消費が減ったりする場合に、このパラメータは負の値をとることになる。

4. 所得水準による弾性値の変化

林産物に対する需要において、GDP 弾性値は必ずしも固定されているものではなく、所得水準により変わる可能性がある。たとえば所与の所得成長率の下で、低所得国における木材消費の成長率が高所得国におけるそれより高い可能性がある。また、その逆のケースもあるだろう。この仮説を検定するために、ダミー変数の導入が考えられる。つまり、低所得国グループを

指すダミー変数を取り入れ、式 (3) を推定する (Baudin and Lundberg, 1987)。

$$\ln q_{it} = \beta_0 + \beta_p \ln p_{it} + (\beta_y + \beta_D D) \ln y_{it} + \beta_t t + \varepsilon_{it}$$

$$i = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T \quad (3)$$

$$D = 0 \text{ for 高所得国}, D = 1 \text{ for 低所得国}$$

式 (3) において、高所得国グループの GDP 弾性値は β_y であり、低所得国グループの GDP 弾性値は $(\beta_y + \beta_D)$ となる。ここで、 β_D の符号の統計的な有意性を検定し、グループ間で弾性値に有意な差があるか否かを検定する。 β_D の符号が有意に正であれば、低所得国グループの方が高所得グループよりも GDP 弾性値が統計的に有意に大きいことになる。

5. 動学的パネルモデルの分析

経済現象は個々経済主体が動学的最適化に基づいて最適化行動を行った結果であると思われる。パネルデータを利用する分析のメリットの一つに、同一経済主体の異時点間の変動をデータとして捉え、実証的に検定できるということがある。一般に動学的な関係とは、被説明変数の過去の値が説明変数に入っていることを意味し、式 (4) のような構造をとっている (北村行伸, 2005)。

$$\ln q_{it} = \beta'_0 + \beta'_p \ln p_{it} + \beta'_y \ln y_{it} + \beta'_T T + \delta \ln q_{it-1} + \varepsilon'_{it} \quad (4)$$

$$i = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T$$

ここで、 δ は調整計数 (adjustment coefficient) であり、0 と 1 の間の値をとる。調整計数は、望ましい長期水準と实际需要変化の間の調整過程の長さを表しており、この係数が 1 に近いほど、調整過程が遅いことを意味する。これは、需要変化に慣性あるいは硬直性が存在し、需要調整に時間がかかることを意味する。もしも調整計数が 0 であれば、説明変数の変化に対して林産物需要が 1 年以内に完全に調整されることになり、静学モデルと一致する。林産物需要において慣性効果が存在するとしたら、それには消費者の習慣、技術的な制約、取引上の制約などいくつかの理由が考えられる。

式 (4) で推定された各係数は短期弾性値を表す。長期弾性値は $\beta^* = \beta' / (1 - \delta)$ により算出される。短期弾性値は変数の変化に対する当該年内における反応であり、長期弾性値は調整過程を通じての累計的な反応の大きさである。

動学的パネルモデルの推定をめぐる大きな問題はラグ付き被説明変数が誤差項と相関していることである (北村, 2005)。さらに、このモデルには被説明変数のラグが含まれているため、内生性の問題があり、一般の固定効果モデルやランダム効果モデルから得られた推定値にはバイアスが生じる。この問題に対する解決方法として Arellano and Bond (1991) の一階差分一般化積率法 (first-difference generalized method of moments: 略称 FD-GMM) または Blundell and Bond

(1998) のシステム GMM が幅広く用いられている。

本稿では、攪乱項と説明変数の相関による内生バイアスの可能性を修正するため、システム GMM 推計を試みる。システム GMM は一階の階差をとって固定効果によるバイアスを修正し、さらに内生変数のラグを有効な操作変数として用いることにより内生性バイアスを取り除くものである。この時、操作変数が攪乱項との直交条件を満たしているかどうかは、過剰識別制約に関する Sargan 検定を利用する。Sargan 検定の帰無仮説は操作変数と攪乱項に相関関係が存在しないことなので、もし帰無仮説が棄却されなければ、操作変数の選択は正しいことになる。また、攪乱項が自己相関しているかどうかを Arellano-Bond 統計量により検定する。GMM モデルが妥当であるためには、Sargan 検定が統計的に有意であり、かつ誤差項の 2 階系列相関検定が棄却されないことが要求される。

データ

本稿で分析の対象とする林産物は、WFPM で最終財となる木製品と紙製品である。産業用材で生産される木製品は、製材品 (sawnwood +)、合板 (plywood)、削片板 (particle board)、繊維板 (Fiber board +) の 4 種類であり、紙製品は、新聞用紙 (newsprint)、印刷用紙 (printing + writing paper)、その他用紙 (other paper + paperboard) の 3 種類と、それを合わせた、紙・板紙 (Paper and Paperboard +) で、計 8 種類である。

分析に用いたデータの出所は FAO と国際通貨基金 (International Monetary Fund: 略称 IMF) のデータベースである。林産物の生産や貿易に関するデータは FAO 統計データベース FAOSTAT から、GDP や GDP デフレーターなど経済変数は IMF のデータベースからとる。分析期間は 1980 年から 2007 年までである。分析対象となるサンプルは FAOSTAT の林産物生産量、貿易量と IMF の GDP などの経済変数について、少なくとも分析期間の一部について両方でデータが揃っている国に限っている。政治的な変化による国の分裂や新生国の誕生などにより、分析に用いたデータセットは不完備パネルデータ (unbalanced panel data) の形態をとっている。

各製品の消費量は、見かけの消費量 (apparent consumption) であり、各国の林産物生産量に輸入量を加えて輸出量を引いたものである。在庫に関するデータがないため、実際の消費量と合わないケースがあるものの、おおむね一致すると考えられる。また、各国における林産物の国内価格データは入手し難いことから、輸出入データを利用して価格を算出した。公表された米ドル基準の輸出入額を輸出入量で算術平均したものに為替レートを乗じて、当該国の通貨単位に変換する。それを当該国の GDP デフレーター (2000 年 = 100) で除して実質化した後に 2000 年の為替レートで

除して米ドル単位に変換した。各国における GDP は、各国通貨で表記された GDP を GDP デフレーター (2000 年 = 100) で除して実質化した後に 2000 年為替レートで除して米ドル単位に変換した。

FAO の統計データは各国政府の報告に依存しているが、国によっては統計調査の不備性などの問題が指摘されているだけでなく、FAO に対して統計値の報告ができないことがしばしばあり、そうした場合に FAO では前年の値を暫定推定値として掲載していることが多い。こうした国の統計では生産量や消費量が価格や所得の変化に反応しないことになりやすいが、これは実態を正しく反映していない。この問題を避けるために、4 回以上連続で同一なデータが続く場合は統計報告の信頼度が低いと見なし、その国はその製品について弾性値の分析対象から除外した。また、外れ値や異常値を除去するための基本的なデータ・クリーニングを行った。外れ値 (outliers) や影響観測値 (influential observations) を除去するため、プーリング OLS を行った上で、誤差項についてスチューデント化残差 (Studentized residual)、てこ比 (leverage)、Cook's Distance などの回帰診断を行い、判定基準を超えるデータを持つ国はその製品について弾性値の分析対象から除外した (Bruin, 2006)。

Table 1 は分析に用いたデータの記述統計である。製品ごとに対象となる国の数や標本サイズが異なる。最後の 2 行は、国間変動 (同一年の全対象国平均値に対する各国の値の標準偏差) と国内変動 (同一国の全対象期間平均値に対する各年の値の標準偏差) を示しており、パネルデータ分析では両方の変動をともに利用する。

推定結果及び考察

1. 推定結果

林産物について製品ごとに同様の構造のモデルを採用して、それぞれのモデルを推定した。以下、それぞれの推定結果を示しながら、考察を行う。

まず、式 (2) の静学需要関数を推定し、その推定結果を Table 2 に示した。経済の発展水準により林産物需要の所得弾性値や価格弾性値が異なる可能性があると考え、高所得国とその他国に分けてそれぞれについて推定を行った。2009 年現在の経済開発協力機構 (Organisation for Economic Co-operation and Development: 略称 OECD) 加盟国 30 カ国とイスラエル、クウェイト、南アフリカを加えた 33 カ国を高所得国とした。パネルデータの推定の際、プーリング OLS モデル、固定効果モデル、ランダム効果モデルをそれぞれ推定した後、F 検定や Hausman 検定を行い、その結果により推定方法を選択した。F 検定では、すべてのモデルにおいて個別効果が存在しないという帰無仮説が棄却されたため、Hausman 検定結果のみ報告

Table 1. 用いられたデータの記述統計

Descriptive statistics for consumption and price of forest products

製 品		平均	最小値	最大値	標準偏差		
					全体	国間	国内
製材品 (n=121, N=2112)	消費量 (千 CUM)	4020.9	2.0	136144.3	12953.8	10365.4	2298.1
	実質価格 (US\$/CUM)	260.9	49.4	994.4	123.4	91.0	93.4
合板 (n=94, N=1569)	消費量 (千 CUM)	662.9	0.4	22051.2	2591.3	2118.4	269.6
	実質価格 (US\$/CUM)	475.7	91.5	1479.6	209.9	145.9	155.5
削片板 (n=70, N=1203)	消費量 (千 CUM)	1228.9	1.3	32111.5	3058.7	2369.6	1243.6
	実質価格 (US\$/CUM)	214.9	54.4	772.6	88.4	71.3	61.4
繊維板 (n=67, N=1116)	消費量 (千 CUM)	475.5	2.0	10408.1	1164.2	918.2	353.0
	実質価格 (US\$/CUM)	279.9	53.3	1489.9	116.2	74.5	91.1
新聞用紙 (n=66, N=1052)	消費量 (千 MT)	765.6	2.4	13134.6	1942.5	1501.2	281.3
	実質価格 (US\$/MT)	527.6	203.3	1430.9	167.3	102.3	131.4
印刷用紙 (n=74, N=1374)	消費量 (千 MT)	1292.0	2.7	28173.3	3580.3	2908.2	819.8
	実質価格 (US\$/MT)	915.1	303.4	4524.0	349.8	184.9	300.9
その他用紙 (n=91, N=1686)	消費量 (千 MT)	2043.5	3.1	55684.0	6285.0	5144.7	1067.7
	実質価格 (US\$/MT)	802.9	231.6	2357.8	307.9	191.3	240.4
紙・板紙 (n=97, N=1802)	消費量 (千 MT)	3368.2	6.3	95764.0	10720.8	8784.3	1748.9
	実質価格 (US\$/MT)	772.2	259.8	2468.4	266.0	168.6	208.4

注：n は分析対象の国の数、N は全体標本サイズである。

する。

各係数の符号は概ね経済理論に従っており、統計的にも有意である。両対数線型の関数型における各係数は弾性値を表し、説明変数の 1% 増加に対する需要の変化率を意味する。林産物需要の GDP 弾性値は 1 に近いものが多く、概ね弾力的であることが示され、林産物需要は経済活動水準とほぼ平行して動いていると解釈できる結果である。所得グループごとの GDP 弾性値をみると、合板や印刷用紙では高所得国の方が高く、削片板、繊維板、その他用紙では低所得国の方が高い。とくに合板については、高所得国グループの中で、所得水準による消費量の差が大きく、削片板については低所得国グループの中での所得水準による消費量の差が大きいと見られる。製材品や新聞用紙ではどちらのグループも類似の弾性値を示している。

次に、価格弾性値は、製品ごとに差があるものの、-0.2 ~ -0.4 の大きさと推定され、林産物需要は価格に対して非弾力的であることが示された。所得グループごとの価格弾性値をみると、削片板や繊維板で若干の差が見られるものの、概ね似通っていることが示されている。

また、時間変数の係数をみてみると、製材や合板、新聞用紙については負であり、繊維板や紙製品類につ

いては正であることが示された。伝統的に林産物消費の大部分を占めている製材や合板は、他の材料に代替される場合が多く、木材消費を節約する方向で技術が発展してきたことが伺える。その代わりに、繊維板は合板を代替しながら消費が増してきたと考えられる。紙製品について、新聞用紙は消費が減少する方向で需要パターンが変わったものの、紙・板紙全体では価格と所得が変わらなければ、時間による消費の変化は顕著ではない。

次に、経済発展の水準により GDP 弾性値の差があるか否かを検証するために、低所得国ダミーを入れた式 (3) のモデルを推定した。推定されたダミーの係数の符号と統計的検定により、所得グループ間の GDP 弾性値の差の有意性を検定する。Table 3 はその推定結果である。

製材品と新聞用紙の場合、ダミー変数の係数が 0 である仮説が棄却されなかったため、経済発展水準により GDP 弾性値の差があると言い難いことが示された。このことは、所得水準が低い段階においても、高い段階においても、所得増加率と消費増加率の関係は同様であることを意味する。また、合板のダミー変数の係数は負の値をとっており、Table 2 にまとめられた式 (2) による結果と同様に、高所得国における GDP 弾

Table 2. 静学モデルによる需要関数の推定結果
Parameter estimates of the static demand function

	製材品		合板		削片板		繊維板		新聞用紙		印刷用紙		その他紙・板紙		紙・板紙+	
	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low
定数項	4.507 (10.59)	5.30 (22.54)	-1.282 (-1.46)	2.494 (5.02)	1.373 (1.93)	1.669 (2.16)	4.443 (9.95)	0.030 (0.03)	1.189 (1.75)	1.781 (3.62)	3.860 (9.63)	3.566 (6.65)	2.490 (4.68)	1.016 (2.29)	4.360 (10.10)	3.309 (10.63)
価格	-0.275 (-7.13)	-0.290 (-8.06)	-0.418 (-8.74)	-0.386 (-6.20)	-0.083 (-1.70)	-0.532 (-6.17)	-0.594 (-10.73)	-0.258 (-2.96)	-0.194 (-3.21)	-0.205 (-2.91)	-0.404 (-8.43)	-0.320 (-5.72)	-0.106 (-2.69)	-0.160 (-3.44)	-0.222 (-6.35)	-0.260 (-6.42)
GDP	1.006 (14.55)	0.868 (19.53)	1.738 (11.61)	1.240 (7.78)	1.053 (8.37)	1.705 (8.31)	0.746 (12.63)	0.959 (3.26)	1.076 (10.56)	0.996 (22.08)	0.970 (27.33)	0.715 (6.20)	0.984 (13.19)	1.618 (15.94)	0.881 (15.06)	1.122 (28.13)
時間	-0.023 (-10.43)	-0.023 (-8.29)	-0.029 (-7.24)	-0.029 (-3.83)	-0.005 (-1.51)	-0.029 (-2.99)	0.023 (9.22)	0.084 (5.91)	-0.011 (-3.12)	-0.008 (-2.11)	0.002 (1.20)	0.026 (4.66)	-0.001 (-0.25)	-0.016 (-3.74)	0.002 (1.26)	0.004 (1.83)
R ²	0.86	0.72	0.88	0.68	0.79	0.39	0.78	0.55	0.89	0.89	0.94	0.86	0.92	0.79	0.95	0.83
Hausman	41.5	5.67	20.63	39.00	40.15	38.72	1.10	7.89	9.48	3.07	7.40	17.22	12.66	64.08	11.69	27.57
Test	[0.00]	[0.13]	[0.00]	[0.00]	[0.00]	[0.00]	[0.78]	[0.05]	[0.02]	[0.38]	[0.06]	[0.00]	[0.01]	[0.00]	[0.01]	[0.00]
推定方法	FE	RE	FE	FE	FE	FE	RE	FE	FE	RE	RE	FE	FE	FE	FE	FE

注：High は高所得国グループを表し、OECD 加盟国 30 カ国+Israel, Kuwait, South Africa である。

注：Low は低所得国グループを表し、上記以外の諸国群である。

注：() 内の数値は t 値であり、[] 内の数値は有意水準である。

注：FE は固定効果モデルを、RE はランダム効果モデルを指す。

Table 3. 所得ダミーを入れた需要関数の推定結果
Parameter estimates of the demand function including GDP dummy

	製材品	合板	削片板	繊維板	新聞用紙	印刷用紙	その他用紙	紙・板紙
定数項	4.930 (16.71)	0.741 (1.29)	1.472 (2.41)	2.889 (3.32)	1.353 (2.74)	4.093 (9.23)	1.440 (3.77)	3.588 (11.67)
価格	-0.281 (-9.74)	-0.393 (-9.18)	-0.310 (-6.43)	-0.461 (-9.26)	-0.192 (-4.15)	-0.345 (-9.10)	-0.142 (-4.34)	-0.236 (-8.13)
GDP	1.032 (9.67)	1.776 (9.65)	1.189 (7.73)	0.376 (1.71)	1.066 (10.68)	0.663 (6.74)	1.193 (13.10)	0.888 (12.72)
D	-0.132 (-1.52)	-0.544 (-4.08)	0.332 (2.79)	1.390 (8.43)	-0.007 (-0.09)	0.280 (3.94)	0.262 (4.05)	0.319 (6.19)
時間	-0.024 (-8.45)	-0.029 (-6.28)	-0.013 (-3.09)	0.036 (6.01)	-0.010 (-3.33)	0.013 (4.62)	-0.008 (-3.25)	0.002 (0.90)
R ²	0.85	0.73	0.54	0.02	0.92	0.67	0.86	0.80
Hausman Test	11.5 [0.02]	55.7 [0.00]	90.6 [0.00]	100.4 [0.00]	10.9 [0.03]	32.96 [0.00]	79.09 [0.00]	63.12 [0.00]
推定方法	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE

注：Dは、OECD加盟国＋Israel, Kuwait South Africaの33国について0、それ以外の国で1の値をとるダミー変数である。（ ）内の数値は t値。

力性が高いことが示された。合板は他の林産物に比べ高価なもので、高所得国での需要があることに根ざしていると考えられる。低所得国においては、合板の代わりに削片板や繊維板の GDP 弾力性が高いことが示された。これも Table2 の結果と同様である。さらに新聞用紙を除いた紙製品のダミー変数の係数が正の値をとっており、低所得国における GDP 弾性値が高いことが示された。つまり、途上国の経済成長による紙製品消費の伸び率が高いということである。まとめると、製材品や新聞用紙を除いた林産物について、所得水準により GDP 弾性値が異なることが明らかにされた。また、低所得国では、経済発展とともに紙製品やボード類の需要が伸びていることが分かる。

最後に、式 (4) の動学的パネルモデルによる需要関数を推定し、その結果を Table 4 に示した。表中の Sargan 検定は、パネルデータを用いた推計の際の過剰識別問題について検定するもので、それが棄却されなかったため、操作変数の選択に関する過剰識別問題はクリアされていると結論付けられる。また、Arellano-Bond 検定 (1) や (2) は、それぞれ誤差項の 1 次、2 次の系列相関についての検定結果であり、2 次の系列相関は存在しないことが示された。これらにより、動学的パネルデータモデルは妥当であることが確認された。

推定された係数は経済理論の符号条件を満たしており、統計的にも有意である。前期消費量の係数は、経

済与件の変化に対する需要変化の速度を示すものである。製材品、繊維板、その他紙・板紙について低所得国の調整速度が高所得国より遅いことが示されており、その他製品については調整速度がほぼ似ていることを示している。これは、高所得国では材料の選択が相対的に広いことから、伸縮的に対応できることに根ざしていると考えられる。これに対し、低所得国では、経済環境の変化へ伸縮的に対応し難いためだろうと考えられる。

推定された係数は、短期的な需要弾性値を表しているが、それとは別に長期弾性値を算出し、表の下部に提示した。算出された長期弾性値は静学モデルのそれと若干の差があることが分かる。動学モデルでは、静学モデルによる GDP 弾性値よりも長期弾性値が大きく推定されているように見える。GDP 弾性値をみると、1 を超えているものが多く、GDP に対して弾力的であることが示されている。所得グループ間の GDP 弾性値を比較してみると、削片板以外は高所得国の方が高く推計された。また、価格弾性値は、概ね -0.2 ～ -0.6 と推計され、非弾力的であることが示された。時間変数の係数をみると、製材品、合板、削片板は節約する方向に変化してきたが、紙・板紙製品では顕著な変化が認められなかった。

2. モデルの評価

推定されたモデルの予測力を評価するために、各

Table 4. 動学モデルによる需要関数の推定結果
Parameter estimates of the dynamic demand function

	製材品		合板		削片板		繊維板		新聞用紙		印刷用紙		その他紙・板紙		紙・板紙	
	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	Low
定数項	1.309 (1.19)	1.974 (37.83)	0.143 (0.10)	1.406 (10.66)	-0.756 (-0.62)	2.008 (2.84)	0.452 (0.12)	1.042 (2.27)	-0.060 (-0.03)	1.651 (2.18)	0.714 (0.39)	3.583 (3.50)	0.876 (1.22)	2.151 (7.98)	0.124 (0.10)	1.463 (5.31)
価格	-0.168 (-2.74)	-0.058 (-6.24)	-0.267 (-2.67)	-0.155 (-7.48)	-0.041 (-0.63)	-0.375 (-5.36)	-0.273 (-2.43)	-0.252 (-6.29)	-0.087 (-2.30)	-0.157 (-3.49)	-0.360 (-9.40)	-0.357 (-3.78)	-0.047 (-1.28)	-0.168 (-10.20)	-0.050 (-1.96)	-0.120 (-4.29)
GDP	0.899 (3.26)	0.380 (16.18)	0.730 (2.51)	0.520 (16.57)	0.773 (2.86)	0.602 (2.15)	0.727 (1.04)	0.372 (2.41)	0.733 (2.11)	0.513 (2.62)	0.975 (3.04)	0.289 (1.32)	0.688 (2.65)	0.235 (2.36)	0.374 (1.57)	0.454 (7.76)
時間	-0.020 (-2.57)	-0.008 (-7.92)	-0.015 (-2.05)	-0.021 (-14.38)	-0.011 (-1.61)	-0.028 (-2.74)	0.011 (0.77)	0.032 (3.63)	-0.016 (-1.39)	-0.005 (-0.50)	-0.019 (-1.88)	0.015 (1.59)	0.000 (0.11)	0.005 (1.62)	-0.004 (-0.60)	-0.000 (-0.12)
前期消費量 ()	0.380 (4.65)	0.553 (50.81)	0.567 (12.54)	0.521 (22.40)	0.528 (8.62)	0.628 (8.69)	0.434 (3.95)	0.572 (14.65)	0.436 (4.14)	0.400 (5.49)	0.472 (6.62)	0.440 (10.08)	0.393 (2.71)	0.623 (12.96)	0.770 (13.41)	0.611 (26.08)
Sargan テスト	25.51 [1.00]	88.82 [1.00]	27.37 [1.00]	61.87 [1.00]	24.96 [1.00]	35.40 [1.00]	26.62 [1.00]	33.11 [1.00]	23.22 [1.00]	34.38 [1.00]	23.52 [1.00]	40.83 [1.00]	23.57 [1.00]	56.50 [1.00]	25.51 [1.00]	65.58 [1.00]
A-B(1)	-2.84 [0.00]	-5.07 [0.00]	-3.89 [0.00]	-3.37 [0.00]	-2.21 [0.03]	-3.09 [0.00]	-3.23 [0.00]	-3.37 [0.00]	-2.87 [0.00]	-3.30 [0.00]	-3.02 [0.00]	-4.27 [0.00]	-3.13 [0.00]	-4.67 [0.000]	-2.96 [0.00]	-4.786 [0.00]
A-B(2)	0.50 [0.62]	-0.27 [0.79]	-0.16 [0.87]	-1.16 [0.25]	0.75 [0.45]	1.41 [0.16]	1.64 [0.10]	-0.82 [0.41]	0.48 [0.63]	-1.16 [0.25]	-0.99 [0.32]	1.17 [0.24]	-0.12 [0.91]	-1.46 [0.15]	0.51 [0.61]	-1.76 [0.08]
長期弾力値																
価格	-0.270	-0.129	-0.617	-0.323	-0.087	-1.051	-0.482	-0.589	-0.154	-0.261	-0.679	-0.006	-0.077	-0.453	-0.216	-0.309
GDP	1.449	0.849	1.685	1.086	1.637	2.037	1.284	0.869	1.300	0.855	1.848	0.847	1.134	0.604	1.613	1.169
時間	-0.033	-0.017	-0.035	-0.044	-0.023	-0.075	0.019	0.075	-0.028	-0.008	-0.036	-0.003	0.001	0.013	-0.017	-0.001

注：two-step システム GMM による推計。() 内数は t 値であり、[] 内数は有意水準である。

注：Sargan 検定は過剰識別制約に関する検定である (帰無仮説は過剰識別が満たされる)。

注：A-B 検定は、Arellano-Bond の系列相関に関する検定である (帰無仮説は系列相関無し)。

モデルによる予測値と実際値の比較を行う。その比較には様々な方法があるものの、本稿では式(5)の平均絶対相対誤差 (Mean Absolute Relative Error, MARE) を用いる。この値が小さいほど適合度が高いというわけである。ここで、 N は観測値の数、 P_t はモデルによる予測値、 A_t は実際値を指す。

$$MARE = \frac{1}{N} \sum_t \left| \frac{P_t - A_t}{A_t} \right| \quad (5)$$

製品ごとの各モデルにおける MARE の算出結果を Table 5 に示した。すべての製品について、動学モデルよりも静学モデルの適合度が高いことが示されている。動学モデルは短期弾性値と長期弾性値という両方の情報を提供するメリットを有しているものの、予測力では劣っていることが示されている。同様の結果は、他の先行研究でも言及されている (Chas-Amil and Buongiorno, 2000; Simangunsong and Buongiorno, 2001)。

3. 先行研究との比較

林産物について弾性値を求める研究は多数行われており、それぞれのアプローチや分析対象・期間によって異なる結果が得られている。そこで上で試した三つのモデルから算出した弾性値と先行研究の結果を比較してみる。林産物需要について弾性値を推計した先行研究の結果を、Table 6 でまとめた。このうち、

Brooks et al. (1995) は、時系列分析の結果であり、Chas-Amil and Buongiorno (2000)、Simangunsong and Buongiorno (2001)、Tachibana, S. *et al.* (2005) は、パネルデータの分析結果である。分析対象の国や分析期間、アプローチにより弾性値の大きさに差があることがわかる。しかし、ほとんどの場合、林産物需要の価格弾性値が低いことは、今回の分析において、先行研究と同様の結果といえる。所得弾性値については、需要のタイムトレンドを表す変数にかかる係数の符号が負だった製材品、合板、削片板に関しては、タイムトレンドの変数を組み込まない先行研究よりも大きな値が推計された一方、需要のタイムトレンドの符号が正だった繊維板、印刷用紙に関しては、先行研究よりも小さい値が推計された。所得の変化自体が概ね正のタイムトレンドを持っていることから、タイムトレンドを独立した説明変数に加えたことによって、先行研究で得られた弾性値とこのような違いが生まれたと考えられる。今回の分析結果を用いて、需要のシミュレーションを行うと、先行研究で得られた弾性値を用いた場合よりも、製材品、合板、削片板に関しては、GDP 成長率の違いによる需要増加率の差が大きくなるとともに、GDP 成長が止まると、価格が変わらなくても需要の減少が見込まれることになる。一方、繊維板と印刷用紙に関しては、GDP 成長率の違いによる需要増加率の差が緩和されるとともに、GDP 成長

Table 5. 林産物需要関数の予測力評価
Forecasting performance of demand functions with MARE

		静学モデル	所得ダミーモデル	動学モデル
製材品	High	0.016	0.061	0.058
	Low	0.085		0.101
合板	High	0.040	0.172	0.078
	Low	0.273		0.296
削片板	High	0.030	0.065	0.069
	Low	0.110		0.168
繊維板	High	0.053	0.086	0.077
	Low	0.127		0.128
新聞用紙	High	0.030	0.041	0.057
	Low	0.056		0.076
印刷用紙	High	0.024	0.044	0.076
	Low	0.062		0.093
その他用紙・板紙	High	0.019	0.041	0.034
	Low	0.057		0.078
紙・板紙	High	0.014	0.030	0.024
	Low	0.040		0.047

Table 6. 林産物需要における弾性値に関する先行研究
Published long-run own price and GDP elasticity of demand for forest products

製品	[1]		[2]	[3]	[4]			[5]	[6]	
	High	Low			DC	M-DC	LDC		High	Low
<u>価格</u>										
製材品	-0.38	-0.46		-0.22	-0.221		-0.218	-0.753	-0.16	-0.21
合板	-0.09	-0.25		-0.25			-0.306	-0.066	-0.13	-0.22
削片板	0.00	-0.69							-0.24	-0.05
繊維板	-0.26	-0.68							-0.52	-0.52
ボード類						0.000	-1.035			
新聞用紙	-0.27	-0.13	-0.5	-0.18					-0.05	-0.18
印刷用紙	-0.26	-0.09	-0.9	-0.27					-0.15	-0.37
その他用紙	0.00	0.00	-0.3						-0.06	-0.14
紙・板紙類					-0.205	-0.407	-0.312	-0.297		
<u>GDP</u>										
製材品	0.16	0.28		0.50	0.765	0.000		0.478	0.32	0.46
合板	0.10	1.47		0.86	0.000		1.190	0.513	0.73	0.74
削片板	0.97	1.02		1.14					1.15	0.65
繊維板	1.38	1.55		1.25					0.82	0.82
ボード類					0.972	1.129		0.889		
新聞用紙	0.73	1.54	0.6	1.07					1.14	1.05
印刷用紙	1.52	1.47	1.1	1.55					1.66	1.11
その他用紙	1.61	1.02	0.4	1.27					0.94	0.92
紙・板紙類				1.42	0.466	0.544	0.999	1.130		

注：[1] Brooks et al. (1995), 8 カ国, 1964-1991, [2] Chas-Amil and Buongiorno (2000), 15 EU countries, 1969-1992, [3] Simangunsong and Buongiorno (2001) 1973-1997, 62 国, Static Model, [4] Tachibana, S. et al.(2005), 1992-2000, 21 カ国, [5] WFPM (2006), [6] GFPM

が止まっても、価格が変わらなければ需要の増加が見込まれることになる。

まとめ

本稿の目的は、国際パネルデータを用いて木材製品や紙・パルプなどの林産物群に対して世界の需要関数を推定し、そのパラメータによって林産物需要の価格弾性値や GDP 弾性値およびタイムトレンドを推計することである。分析に用いたデータの出所は FAOSTAT と IMF のデータベースであり、分析期間は 1980 ～ 2007 年である。分析の際、静学モデルと動学モデル、GDP ダミーモデルを試み、それぞれの結果を比較した。その結果、以下のようなことが明らかされた。

まず、林産物需要の価格弾性値は、製品ごとに差があるものの、概ね -0.2 ～ -0.4 の辺りで推定され、価

格に対する林産物需要が非弾力的であることが示された。所得グループごとの価格弾性値をみると、ボード類では差が見られるものの、その他の製品については類似の弾性値が示されている。つまり、経済の発展水準に関わらず、価格変化への対応は似ているということである。

次に、林産物需要の GDP 弾性値は 1 に近いものが多く、概ね弾力的であることが示された。所得グループごとの GDP 弾性値をみると、合板や印刷用紙では高所得国の方が高く、削片板、繊維板、その他用紙では低所得国の方が高い。製材品や新聞用紙ではグループ間の弾性値の差は小さい。

また、所得と価格を固定した場合の時間による林産物需要の変化をみると、製材や合板、削片板については負であり、繊維板は正であることが示された。木材消費の大部分を占めている製材や削片板、合板は、他

の材料に代替される場合が多く、利用を減らす方向で需要が展開している。その代わりに、残廃材や低質材などで製造される繊維板は利用を増やす方向で需要が展開している。一方、紙・板紙製品については時間に対する需要変化は統計的に有意ではない。

需要のタイムトレンドを表す変数にかかる係数の符号が負だった製材品、合板、削片板については、タイムトレンドの変数を組み込まない先行研究よりも大きな所得弾性値が推計された一方、需要のタイムトレンドの符号が正だった繊維板、印刷用紙に関しては、先行研究よりも小さい所得弾性値が推計された。年代とともに需要が有意に変化していることが明らかになったことによって、タイムトレンドを変数に含まない先行研究よりも、本研究の結果は需要動向の実態をよりよく反映した構造把握になったと考えられる。

動学モデルにより推計された需要の調整速度は、グループ別の経済環境の変化に対する需要の対応を示している。製材品、繊維板、その他紙・板紙については、低所得国グループの調整速度が遅く、その他製品については両グループの調整速度に顕著な差はないことが示されている。高所得国グループでは、利用可能な材料の選択範囲が相対的に広く、価格変化に伸縮的に対応できるけれども、低所得国グループでは木材への依存が高く、材料の選択範囲が狭いためではなかろうかと考えられる。

三つの推定モデルを比較すると、静学モデルと所得ダミーモデルの係数は似ているものの、動学モデルの長期弾性値は他モデルのそれより高く推計されている。ところが平均絶対相対誤差で行った予測力評価において、動学モデルよりも静学モデルが優れている。このことは世界林産物市場モデルで使う弾性値として、静学モデルから推計された弾性値の方が望ましいことを示唆している。なるべく単純なモデルが好ましいという単純性の原則からも静学モデルの方が好ましいと考えられる。

引用文献

- Baudin, A. and Lundberg, L. (1987) A World Model of the Demand for Paper and Paperboard. *Forest Science* 33(1):185-196
- Brooks, D., Baudin, A. and Schwarzbauer, P. (1995) Modeling Forest Products Demand, Supply and Trade. UN-ECE/FAO Timber and Forest Discussion Papers ECE/TIM/DP/5, 39pp. United Nations, Geneva.
[Online] <<http://www.fao.org/DOCREP/003/AA036E/AA036E00.HTM>>
- Bruin, J. 2006. New Test: Command to Compute New Test. UCLA: Academic Technology Services. Statistical Consulting Group.
[Online] <<http://www.ats.ucla.edu/stat/stata/ado/analysis/>>
- Buongiorno, J., Zhu, S., Zhang, D., Turner, J., and Tomberlin, D. (2003) The Global Forest Products Model. Academic Press.
- Chas-Amil, M. and Buongiorno, J. (2000) The Demand for Paper and Paperboard: Econometric Models for the European Union. *Applied Economics* 32:987-999.
- FAO (2009) FAOSTAT Forestry Database
[Online] <<http://faostat.fao.org/site/626/default.aspx>>
- Kallio, M., Dykstra, D.P. and Binkley, C.S. (eds). (1987) The Global Forest Sector: An Analytical Perspective. John Wiley and Sons. New York. pp706.
- 北村行伸 (2005) パネルデータの分析. 一橋大学経済研究叢書 53. 岩波書店. 282pp.
- Simangunsong, B.C.H. and Buongiorno, J. (2001) International Demand Equations for Forest Products: A Comparison of Methods. *Scand. J. For. Res.*16:155-172
- 森林総合研究所 (2006) 森林・林業の資源的、社会経済的長期見通し手法の開発. 森林総合研究所交付金プロジェクト研究成果集 12: 11-25.
- Tachibana, S., Oka, H., and Tamura, K.(2005) Panel Data Analysis on International Demand for Forest Products. (Naito, K. ed.) The Role of Forests for Coming Generations: Philosophy and Technology for Forest Resource Management. pp.71-81. Japan Society of Forest Planning Press. Tokyo.
- Turner, J.A. and Buongiorno, J. (2004) Estimating Price and Income Elasticities of Demand for Imports of Forest Products from Panel Data. *Scand. J. For. Res.*19:358-373
- Zhu, S., Tomberlin, D. and Buongiorno, J. (1998) Global Forest Products Consumption, Production, Trade and Prices: Global Forest Products Model Projections to 2010. Working Paper GFPOS/WP/01, FAO, Rome.
[Online] <<http://www.fao.org/docrep/003/x1607e/X1607E00.htm>>

論文 (Original article)

Emission of volatile organic compounds during drying of veneer: Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.)

Atsuko ISHIKAWA ^{1)*}, Tatsuro OHIRA ²⁾, Kohta MIYAMOTO ³⁾, and Akio INOUE ³⁾

Abstract

Estimation of volatile organic compounds (VOCs) emitted from the wood-based material industry has become an urgent matter following the 2004 amendment of the Air Pollution Control Law. Meanwhile, complaints about the odors from wood products facilities have been made by neighboring residents. At the same time, aldehydes emission from wood products has raised concerns over its effect on human health. We have reported VOCs emissions from wood drying process of sugi, larch and meranti. In this study, emissions of VOCs and aldehydes during hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.) veneer drying were estimated. Hinoki veneer was dried at 180°C, and the discharged air was analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC) and gas chromatography / mass spectroscopy (GC/MS). The emissions of VOCs and aldehydes increased with increasing drying time. The discharge amount of hinoki was higher than that of sugi, larch, and meranti. The dominant compounds in the discharged air were terpenes. Most of the discharged formaldehyde was removed by means of a drain trap up to 25 minutes. Moreover, discharged amounts of VOCs and aldehydes from the industrial drying process were estimated using the experimental data obtained in this study. These results can be of help to understand emissions and to establish effective emission control of VOCs and aldehydes from hinoki drying process.

Key words : Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.), Veneer, Drying, Volatile organic compounds (VOCs), Aldehydes

1. Introduction

Estimation of the amount of volatile organic compounds (VOCs) emitted from the wood-based material industry has become an urgent matter following the 2004 amendment of the Air Pollution Control Law to control the emission of VOCs from factories (Ministry of the Environment, 2004). Wood includes VOCs, such as terpenes. Meanwhile, complaints about the odors from wood products facilities have been made by neighboring residents. At the same time, aldehydes released from wood and wood products have raised concerns over its effects on human health, and the Ministry of Health, Labour and Welfare proposed a set of guidelines for formaldehyde and acetaldehyde (Ministry of Health, Labour and Welfare, 2002; Tohmura et al., 2005). Under these circumstances, it is important to clarify the components, particularly VOCs and aldehydes, of discharged air from wood products facilities in Japan.

Among wood processing, drying process is considered to emit VOCs, such as terpenes. In Japan, only a few researches have been done about the VOCs released during drying. A number of foreign research projects have been

performed to measure the amount of VOCs released during the wood drying process; however, each emitted compound is not always analyzed (Ishikawa, 2009; Milota, 2000). Even in the few cases where each compound is measured, the measurement systems differ due to the variation in equipment and conditions of the drying processes (Bengtsson & Sanati, 2004; Cronn et al., 1983; Fritz et al., 2004; Granström, 2003; McDonald et al., 2002; Otwell et al., 2000).

We have investigated VOCs emissions from wood drying process of sugi, larch and meranti (Ishikawa et al., 2009; Ishikawa, 2009). In this study, emissions of VOCs and aldehydes during hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.) veneer drying were estimated. Hinoki is now being used for plywood. Hinoki green veneer was dried at 180°C, and the discharged air was analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC) and gas chromatography / mass spectroscopy (GC/MS). Using this data, the amount of VOCs and aldehydes discharged during drying of 1 m³ of veneer was calculated in order to estimate emissions from industrial wood-drying facilities. These results can be

原稿受付：平成 23 年 8 月 4 日 Received 4 August 2011 原稿受理：平成 24 年 1 月 12 日 Accepted 12 January 2012

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

2) Department of Biomass Chemistry, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

3) Department of Wood-Based Materials, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

* Department of Wood Processing, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan; e-mail: aishi@ffpri.affrc.go.jp

of help to understand emissions and to establish effective emission control of VOCs and aldehydes from hinoki drying process.

2. Materials and methods

Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.) green veneer measuring 220 × 220 × 3 (thick) mm was used.

2.1 Measurement of VOCs and aldehydes

Discharged air during drying was measured as described in the former report (Ishikawa et al., 2009). Two pieces of the specimens were heated in an oven (inner size: 30×30×34 cm, DKN302, Yamato Scientific Co. Ltd., Tokyo) at 180°C until the moisture content was reduced to below 10%. The drying temperature and final moisture content were determined based on the conditions of industrial veneer drying. Experimental conditions and moisture content of the specimens before and after drying are listed in Table 1. During the drying process, the discharged air was passed through a heat-resistant tube and a drain trap, and was collected in a sampling bag (10 L, GL Science Co. Ltd., Tokyo) fixed in a sampling case equipped with Pump A (MP-Sigma 30, Shibata Scientific Technology, Tokyo). Hereafter, the trapped water and the gas collected in a sampling bag are described as “discharged moisture” and “discharged gas”, respectively. The discharged moisture and gas were sampled from the beginning to the end of the drying. After drying, the discharged gas was sampled to a 2, 4-dinitrophenylhydrazine (DNPH) cartridge (LpDNPH S10L, Supelco Inc., Tokyo) and a Tenax-TA tube (25090-U, Supelco Inc., Tokyo) by Pump B, and the discharged moisture was DNPH derivatized. The collected compounds were analyzed by GC/MS (GC type 6890, MSD 5973, Hewlett-Packard Japan, Ltd., Tokyo) and HPLC (LC-10 ADvp, Shimadzu Co. Ltd., Kyoto). Details of the analysis are described in the former report (Ishikawa et al., 2009). Three tests were performed for one condition.

2.2 Discharge amount during drying of 1 m³ of wood

In order to estimate emissions from industrial wood-

drying facilities, the amount of VOCs and aldehydes discharged during drying of 1 m³ of veneer was calculated based on the method described in the former report (Ishikawa et al., 2009). The discharged amount from 1 m³ of wood was calculated using the following equation:

$$\text{Discharged amount from 1 m}^3 \text{ of wood (g)} = \text{Air concentration (g/m}^3\text{)} \times \text{Air exchange rate (m}^3\text{/h)} \times \text{Drying time (h)} / \text{Total volume of specimens (m}^3\text{)} \dots\dots (1)$$

where air concentration is the value obtained for VOCs and aldehydes in the experiments described in 2.1, and total volume of specimens is the sum of specimen volumes placed in the oven. Formaldehyde was detected both in discharged gas and discharged moisture; therefore, the discharged amount was calculated using Eq. (2):

$$\text{Discharged amount of formaldehyde from 1 m}^3 \text{ of wood (g)} = \{\text{Air concentration (g/L)} + \text{Concentration in discharged moisture collected during sampling of 1 L of discharged gas (g/L)}\} \times 1000 \times \text{Air exchange rate (m}^3\text{/h)} \times \text{Drying time (h)} / \text{Total volume of specimens (m}^3\text{)} \dots\dots (2)$$

2.3 Ether extraction

The amount of ether extractives included in specimens before and after drying was measured in order to estimate the amount of compounds included in the specimens before and after drying. First, half the hinoki specimens were dried at 180°C for 39 min as well as under the conditions of the experiment described in 2.1. Undried and dried samples were cut into pieces, and ground in a mill to pass through a 2.0-mm screen. Ground samples in 5-g units were Soxhlet-extracted with diethyl ether at 40°C for 5 h. The solvents were evaporated in vacuo at 40°C. Other 1-g ground samples were oven-dried at 105°C until their weight stabilized, after which the moisture content was calculated. From these results, the rate of ether extractives relative to the oven-dried weight of the wood was calculated. Compounds in the extractives were then analyzed using GC/MS. The analysis conditions were the same as described

Table 1. Experimental conditions and moisture content of specimens before and after drying.

Drying temperature (°C)	Drying time (min) ¹⁾	Flow rate (pump A) (L/min)	Collected air volume (L) ²⁾	Flow rate (pump B) (L/min)	Sampled air volume (L)		Moisture content (%) ³⁾	
					DNPH	TENAX	Before drying	After drying
	11 (0-11)		4.95					
180	11 (14-25)	0.45	4.95	0.10	2.50	2.00	104	0
	11 (28-39)		4.95					

¹⁾ Discharged air was collected three times during drying: stage 1 (0-11 min), stage 2 (14-25 min), stage 3 (28-39 min).

²⁾ Collected air volume = Drying time × Flow rate (pump A)

³⁾ n=3

in the former report (Ishikawa et al., 2009).

3. Results and discussion

Fig. 1 shows the moisture content of wood and the discharged amount of formaldehyde, acetaldehyde and VOCs during drying. All of the discharged amounts

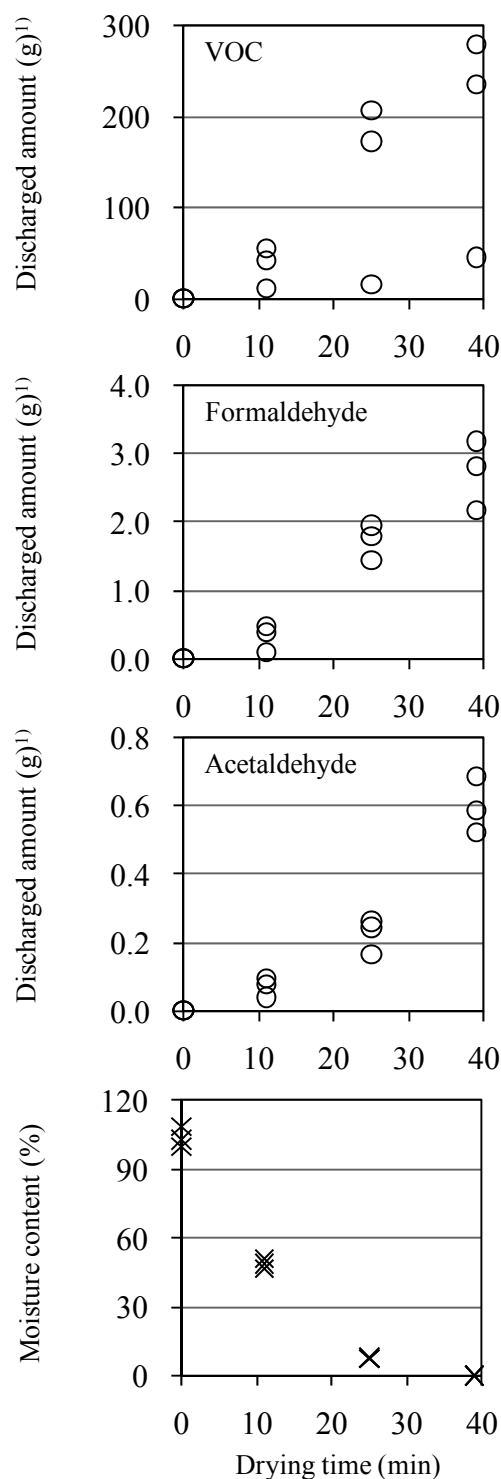


Fig. 1. Relationships between drying time, moisture content, and emissions from 1m³ of veneer.

¹⁾ Cumulative amount.

increased with increasing drying time. It has been reported that the discharged amount of VOCs and formaldehyde increases with decreasing moisture content (Granström, 2003; Otwell et al., 2000). These results indicate that the discharged amount of VOCs and aldehydes could be decreased by preventing extra drying time.

Formaldehyde was detected both in the discharged moisture and the discharged gas. The mass of formaldehyde collected in discharged moisture and discharged gas during sampling of 1 L of discharged gas are shown in Fig. 2. The data shows that most of the discharged formaldehyde was collected in the drain trap up to 25 min, but was not collected after 28 min. These results might indicate that formaldehyde can be trapped in the water until saturation, but after that passes through the trap and be discharged in the air. Taking the former report (Ishikawa et al., 2009) into consideration, it could be concluded that formaldehyde can be efficiently removed at wood processing plants by condensing and collecting discharged moisture with sufficient amount of water or using a water scrubber. Organic acids, such as acetic acid, might be included in the drain as the result of thermal decomposition of wood. However, these compounds were not analyzed in this study because the main purpose was to estimate the amount of aldehydes.

Table 2 shows the major compounds emitted during drying. All the compounds listed in Table 2 are terpenes, therefore terpenes are the main compounds released during hinoki drying. Generally, compounds, such as furfural, are included in wood extractives as a result of thermal decomposition. However these compounds were

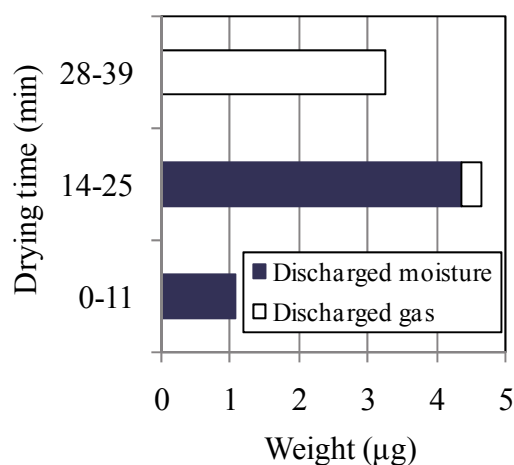


Fig. 2. Comparison of formaldehyde amount in discharged moisture and discharged gas during sampling 1L of discharged gas.

Table 2. Major compounds released during drying.

Compounds	Air concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	0-11 min	14-25 min	28-39 min
α -Pinene	45008	45484	30476
Limonene	15507	25834	13455
γ -Cadinene	4331	52809	10950
α -Murolene	3818	25823	7451
γ -Murolene	2411	18108	4657
Neoolocimene	2604	5026	3568
α -Fenchene	7890	4855	2871
β -Selinene	879	8395	1866
α -Copaene	750	3256	990
β -Elemene	667	6827	726
Dauca-5,8-diene	296	1202	230
α -Cadinol		16633	16282
Ferruginol		1738	4292
Hinokione		449	2479
Murola-3,5-diene<cis->		1070	157
Cadina-1(6),4-diene<cis->			16587

not significantly released from wood during the drying process. The differences in wood extraction and wood drying, for example sample size and treating conditions, might have an influence on the result. Tables 3 and 4 list the results of ether extraction. Both compounds included in the discharged gas (Table 2) and extractives (Table 4) are reported to be included in untreated hinoki wood (Forestry and Forest Products Research Institute 2004; Kinjo and Yaga, 1986; Kinjo et al., 1988; Ohashi et al., 1987; Ohtani et al., 1997; Terauchi et al., 1993). Tenees such as α -cadinol, are reported to have termiticidal and antifungal activity (Kinjo and Yaga, 1986; Kinjo et al., 1988). Some compounds detected from the drying process were found in ether extractives, while the others were not. The differences in the kinds of compounds might be due to their susceptibility to ether extraction and drying at 180°C. Only a trace of α -pinene, which is well known to

Table 4. Results of GC/MS analysis of ether extractives.

Compounds	Heartwood			
	Undried		Dried	
	Undried	Dried	Undried	Dried
γ -Cadinene	45.0	43.5	49.1	31.0
Dauca-5,8-diene	11.6	7.8	9.1	6.5
α -Copaene	9.6	8.8	10.4	5.7
Murola-3,5-diene<cis->	7.4	9.2	9.3	15.3
γ -Murolene	4.3	6.2	5.1	10.2
α -Murolene	3.5	7.5	6.5	10.3
Cadina-1(6),4-diene<cis->	0.6	1.0	0.4	0.4
Hinokione	0.7	0.6	-	-
Ferruginol	0.6	0.7	-	-
β -Elemene	0.2	0.5	-	-
Total	82.9	84.8	89.9	79.3

-: undetected

exist in hinoki wood, could be found in the extractives. The reason is unclear but α -pinene existed in the hinoki sample might have been removed during sample preparation. The percentage of Murola-3,5-diene<cis->, γ -Murolene, and α -Murolene in extractives of dried sample was higher than that of undried wood. This might be due to the differences in volatility of compounds included in the wood sample, chemical conversion of the other compounds and so forth. Further study is needed to clarify the reason.

The discharged amounts from 1 m³ of wood are listed in Table 5 with the results of the other species (Ishikawa et al., 2009). The discharge amount of VOC from hinoki was higher than that from sugi, larch, and meranti. One reason for the high discharged amount for hinoki is considered to be the longer drying time.

Assuming that the difference between the amount of ether extractives of undried and dried wood is the

Table 3. Ether extractives of undried and dried hinoki wood.

Specimen	Ether extractives (%) ¹⁾						Oven-dried weight of 1m ³ wood (g) ³⁾	Ether extractives (g/m ³ wood) ⁴⁾
	Undried	Average	Dried ²⁾	Average	Undried - Dried	Average		
Heartwood	0.97		0.42		0.55		370,000	1,998
	0.98	0.89	0.21	0.35	0.76	0.54		
	0.73		0.43		0.31			
Sapwood	0.32		0.21		0.11		340,000	513
	0.65	0.43	0.42	0.28	0.23	0.15		
	0.33		0.21		0.11			

¹⁾ Relative to oven-dried weight

²⁾ Drying conditions: 180°C, 39 min.

³⁾ Calculated from the oven-dry specific gravity of hinoki (Fushitani et al., 1985).

⁴⁾ Ether extractives (g/m³ wood) = Ether extractives (undried - dried) (%) / 100 × Oven-dried weight of 1 m³ wood (g)

Table 5. Emissions of VOC and aldehydes during drying.

Specimen	Temperature (°C)	Time (min)	Emissions from 1m ³ green wood (g)			Ovendried weight of 1m ³ wood (g)	Discharged VOC (%) ³⁾
			VOC	Acetaldehyde	Formaldehyde		
Hinoki	180	39	186.7 ¹⁾	0.6	2.7	355000 ²⁾	0.0526
Sugi ⁴⁾	180	27	34.8	0.5	2.9	325000	0.0107
Larch ⁴⁾	180	12	6.1	0.1	0.4	500000	0.0012
Meranti ⁴⁾	180	15	1.4	0.1	0.5	410000	0.0003

¹⁾ Average of data at 39 minutes in Fig. 1.

²⁾ Calculated from the oven-dry specific gravity of hinoki (Fushitani et al., 1985).

³⁾ Discharged VOC (%) = Emissions from 1m³ green wood (g) / Ovendried weight of 1m³ wood (g) × 100

⁴⁾ Ishikawa et al., 2009

maximum amount of VOCs discharged during drying, the maximum amount of VOCs discharged during drying 1 m³ of wood can be calculated to be 513–1998 g as shown in the rightmost column in Table 3. During actual industrial drying, only a part of the maximum amount would be emitted. As shown in Table 5, the amount of discharged VOCs during drying of 1 m³ of hinoki was estimated to be 186.7 g. The amount of discharged VOCs during drying of other species (pine, fir, hemlock, etc.) at 49–160°C has been reported to be 20–4000 g/m³ of wood (Ingram et al., 2000; McDonald et al., 2002; McDonald et al., 2004; Milota, 2003; Milota, 2006; Milota & Mosher, 2006; Shmulsky, 2000a; Shmulsky, 2000b; Shmulsky, 2000c). Our result is in these published values. The discharged amount of formaldehyde and acetaldehyde during drying of radiata pine at 100°C dry-bulb temperature (DBT) with 70°C wet-bulb temperature (WBT) has been reported to be 1.1 and 8.7 g/m³ of wood, respectively (McDonald et al., 2002). Our results were almost the same level (Table 5).

Moreover, our results were compared to the discharged amount during industrial drying (Kawarada et al., 2008) (Table 6). The discharged amount of VOCs from hinoki was the same level as that from the industrial drying, and was higher than that from sugi. The reasons for the differences are considered to be the individual varieties of hinoki and sugi, irregularity of air concentration and contamination

in the industrial drying duct, and the difference in species (a species of Southeast Asia was dried together with sugi during the industrial drying) and drying conditions.

4. Conclusions

Hinoki veneer was dried under conditions generally used in industrial drying processes (180°C), and discharged VOCs and aldehydes were evaluated. The following results were obtained:

1. VOCs, formaldehyde, and acetaldehyde were emitted during drying. The amounts increased with increasing drying time.
2. The discharge amount of hinoki was higher than that of sugi, larch, and meranti.
3. Main VOCs emitted during drying were terpenes.
4. Most of the discharged formaldehyde up to 25 minutes was removed by means of a drain trap.
5. Discharged amount from industrial drying was estimated using the results obtained in this study.

These results indicate that emissions of VOCs and aldehydes released during hinoki drying can be decreased by controlling drying time. The discharge amount and released compounds of hinoki were different from those of other species. Most of the released compounds were terpenes which are reported to have several beneficial functions. Therefore, it is desirable to investigate their

Table 6. Comparison of the data in this study with an industrial drying process (Kawarada et al., 2008).

	Our results (Hinoki, 180°C)	Our results (Sugi, 180°C) ¹⁾	Kawarada et al. (Sugi and other species, 180°C)
Ventilation rate (m ³ /h)	0.48	0.48	16,100
Dried veneer volume (m ³ /h)	4.5 × 10 ⁻⁴ ²⁾	7.9 × 10 ⁻⁴	5.4
VOC released from 1m ³ veneer (g)	187	35	187

¹⁾ Ishikawa et al., 2009

²⁾ Calculated from the dried veneer volume, 2.90 × 10⁻⁴ m³, during 39 minutes in our experiment.

efficient utilization considering the released compounds of each species. Formaldehyde, on the other hand, is a carcinogen and should be removed. It is also indicated that formaldehyde can be efficiently removed from discharged air by water scrubbing.

6. Acknowledgements

We thank Nissin Co., Ltd. for supplying the veneer samples.

References

- Bengtsson, P. and Sanati, M. (2004) Evaluation of hydrocarbon emissions from heart- and sapwood of Scots pine using a laboratory-scale wood drier, *Holzforschung*, **58**, 660-665.
- Cronn, D. R., Truitt, S. G., and Campbell, M. J. (1983) Chemical characterization of plywood veneer dryer emissions, *Atmospheric Environment* **17**, 201-211.
- Forestry and Forest Products Research Institute (ed.) (2004), "Mokuzai Kougyou Handbook", Maruzen Co., Ltd., p994 (in Japanese).
- Fushitani, M., Kikata, Y., Okano, T., Sado, T., Takemura, T., Norimoto, M., Arima, T., Tsutsumi, J., and Hirai, N. (1985) "Mokuzaino Butsuri", Buneido Publishing Co. Ltd., p16 (in Japanese).
- Fritz, B., Lamb, B., Westberg, H., Folk, R., Knighton, B., and Grimsrud, E. (2004) Pilot- and full-scale measurements of VOC emissions from lumber drying of Inland Northwest species, *Forest Prod. J.*, **54**, 50-56.
- Granström, K. (2003) Emissions of monoterpenes and VOCs during drying of sawdust in a spouted bed, *Forest Prod. J.* **53**, 48-55.
- Ingram, L. L. Jr., Shmulsky, R., Dalton, A. T., Taylor, F. W., and Templeton, M. C. (2000) The measurement of volatile organic emissions from drying southern pine lumber in a laboratory-scale kiln, *Forest Prod. J.* **50**, 91-94.
- Ishikawa, A., Ohira, T., Miyamoto, K., Inoue, A., and Ohkoshi, M. (2009) Emission of volatile organic compounds during drying of veneer: Red meranti (*Shorea* sect. *Rubroshorea*), larch (*Larix* sp.), and sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don), *Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute*, **8**, 115-125.
- Ishikawa, A. (2009) Current status of volatile compounds released during the wood-drying process, *J. Japan Association on Odor Environment*, **49**, 385-391 (in Japanese).
- Kawarada, K., Kinoshita, T., Miyamoto, K., Tohmura, S., Inoue, A., and Ishikawa, A. (2008) Estimation of VOC emission from wood-based material factories (V), *The Japan Wood Research Society, Tsukuba*, 283-284 (in Japanese).
- Kinjo, K. and Yaga, S. (1986) Study on the cultivation culture media of *Bacidiomycetes* IV. Antifungal activity of hinoki, *Mokuzai Gakkaishi* **32**, 632-636 (in Japanese).
- Kinjo, K., Doufuku, Y., and Yaga, S. (1988) Termiticidal substances from the wood of *Chamaecyparis obtusa* Endl., *Mokuzai Gakkaishi* **34**, 451-455 (in Japanese).
- McDonald, A. G., Dare, P. H., Gifford, J. S., Steward, D., and Riley, S. (2002) Assessment of air emissions from industrial kiln drying of *Pinus radiata* wood, *Holz als Roh- und Werkstoff*, **60**, 181-190.
- McDonald, A. G., Gifford, J. S., Steward, D., Dare, P. H., Riley, S., and Simpson, I. (2004) Air emission from timber drying: high temperature drying and re-drying of CCA treated timber, *Holz als Roh- und Werkstoff* **62**, 291-302.
- Milota, M. R. (2000) Emissions from wood drying, *Forest Prod. J.* **50**, 10-20.
- Milota, M. R. (2003) HAP and VOC emissions from white fir lumber dried at high and conventional temperatures, *Forest Prod. J.* **53**, 60-64.
- Milota, M. R. (2006) Hazardous air pollutant emissions from lumber drying, *Forest Prod. J.* **56**, 79-84.
- Milota, M. R. and Mosher, P. (2006) Emissions from western hemlock lumber during drying, *Forest Prod. J.* **56**(5), 66-70.
- Ministry of Health, Labour and Welfare (2002) <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2002/02/h0208-3.html> (in Japanese) (accessed 2011-02-25).
- Ministry of the Environment (2004a) "Cabinet Decision on a Bill to Control the Emission of VOCs", <http://www.env.go.jp/en/press/2004/0308a.html> (accessed 2011-02-25).
- Ohashi, H., Hayashi, H., Yamada, M., and Yasue, M. (1987) Phenolic heartwood constituents and heartwood color of Japanese Cypress, *Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ.* **52**, 131-139 (in Japanese).
- Ohtani, Y., Hazama, M., and Sameshima, K. (1997) Crucial chemical factors of the termiticidal activity of hinoki wood (*Chamaecyparis obtusa*) III. Contribution of α -terpinyl acetate to the termiticidal activity of hinoki wood, *Mokuzai Gakkaishi* **43**, 1022-1029.
- Otwell, L. P., Hittmeier, M. E., Hooda, U., Yan, H., Su, W., and Banerjee, S. (2000) HAPs release from wood drying, *Environmental Science & Technology*, **34**, 2280-2283.

- Shmulsky, R. (2000a) Influence of drying schedule on VOC emissions from kiln-drying loblolly pine lumber, *Forest Prod. J.* **50**, 45-48.
- Shmulsky, R. (2000b) End-grain influence on VOC emissions from kiln-drying loblolly pine, *Forest Prod. J.* **50**, 21-23.
- Shmulsky, R. (2000c) Influence of lumber dimension on VOC emissions from kiln-drying loblolly pine lumber, *Forest Prod. J.* **50**, 63-66.
- Terauchi, F., Ohira, T., Yatagai, M., Ohgama, T., Aoki, H., and Suzuki, T. (1993) Extraction of volatile compounds from coniferous woods with supercritical carbon dioxide, *Mokuzai Gakkaishi* **39**, 1421-1430.
- Tohmura, S., Miyamoto, K., and Inoue, A. (2005) Acetaldehyde emission from glued-laminated timber using phenol-resorcinol-formaldehyde resin adhesives with addition of ethanol, *Journal of Wood Science* **51**, 421-423.

ヒノキの単板乾燥工程で排出される揮発性有機化合物

石川敦子^{1)*}・大平辰朗²⁾・宮本康太³⁾・井上明生³⁾

要 旨

2004 年に大気汚染防止法が改正され、木材関連工場からの揮発性有機化合物 (VOC) の排出実態を把握することが急務となっている。他方、木材関連工場からの臭気に関する苦情も出ている。また、木材および木質材料から放散するアルデヒド類が健康に及ぼす影響についても関心が持たれている。著者らはこれまでに、スギ、ラーチ、メランチの乾燥工程における VOC の排出挙動について報告してきた。本報告では、ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* Endl.) 単板の乾燥工程における VOC とアルデヒド類の放散について検討した。ヒノキ単板を 180°C で乾燥し、排気を高速液体クロマトグラフィー (HPLC) とガスクロマトグラフ質量分析 (GC/MS) で分析した。VOC とアルデヒド類の排出量は、乾燥時間の経過とともに増加した。ヒノキからの排出量は、スギ、ラーチ、メランチからよりも多かった。排気に含まれる主な化合物はテルペン類であった。乾燥時間 25 分までは、排出されたホルムアルデヒドのほとんどがドレントラップで回収された。さらに、実験値をもとに工場での排出量を推定することができた。これらの結果は、ヒノキの乾燥工程において排出される VOC とアルデヒド類の実態把握および低減化に役立つものである。

キーワード：ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* Endl.)、単板、乾燥、揮発性有機化合物 (VOC)、アルデヒド類

1) 森林総合研究所加工技術研究領域

2) 森林総合研究所バイオマス化学領域

3) 森林総合研究所複合材料研究領域

* 森林総合研究所加工技術研究領域 〒 305-8687 茨城県つくば市松の里 1 e-mail: aishi@ffpri.affrc.go.jp

研究資料 (Research material)

滝沢鳥獣試験地 (岩手県滝沢村) における繁殖鳥類群集の 40 年間 (1970-2009) の記録

鈴木祥悟^{1)*}・由井正敏²⁾・中村充博³⁾

Breeding bird community over 40 years (1970 – 2009) at the Takizawa study area, Iwate Prefecture

Yoshinori SUZUKI^{1)*}, Masatoshi YUI²⁾ and Mitsuhiro NAKAMURA³⁾

Abstract

A breeding bird community in a mixed forest at the Takizawa study area for wildlife management, near Morioka city, Iwate Prefecture, northern Honshu, Japan, was investigated for 40 years (1970–2009) by the territory mapping method. The territory numbers for the periods 1970–1981 and 1982–1996 were reported previously, but because long-term, detailed observations of breeding communities of forest birds in Japan are scarce, here we report them again to complete the 40-year dataset. Composition of the bird community changed significantly during the period.

Key words : Takizawa study area, forest birds, breeding community, 40-year dataset, territory mapping

要 旨

アカマツと広葉樹の混交林からなる滝沢鳥獣試験地 (岩手県岩手郡滝沢村) では、森林性鳥類の繁殖群集の年次変化を明らかにする目的で、1970 年からはなわばり記図法による繁殖なわばり数調査を毎年継続してきた。調査結果は、1970 年から 1981 年までの 12 年間と 1982 年から 1996 年までの 15 年間のものについては、これまでに各々報告している。森林性鳥類の繁殖群集を長期間にわたって詳細に調査している例は、国内ではほとんどないと思われることから、本報告では、その後の 1997 年から 2009 年までのものも加えた 40 年間の調査結果についてまとめて報告する。調査期間を通じて、鳥類群集組成は明らかに変化していた。

キーワード : 滝沢鳥獣試験地、森林性鳥類、繁殖群集、40 年間データ、なわばり記図法

1. はじめに

地域固有の生物群集を保全するためには、群集の長期的変動を調査し、その動態や維持機構を明らかにする必要がある。森林性鳥類群集は、森林の生物多様性や健全性と密接に関係し、森林性鳥類群集の長期データは地域の生物多様性を評価するための指標となる (Gregory, et al., 2007)。欧米では、森林性鳥類の繁殖群集を定量的に把握できるなわばり記図法による調査が継続されてきているが (British Trust for Ornithology, 2012; Kendeigh, 1982)、同様な調査を行っている事例は国内ではほとんどみられない。森林総合研究所東北支所では、岩手県盛岡市近郊の混交林で、なわばり記図法による森林性鳥類の繁殖群集調査を 1970 年から継続して

おり、1970 年から 1981 年までの 12 年間と 1982 年から 1996 年までの 15 年間の変化については既に報告している (由井, 1983; 由井ら, 1997)。1970 年から 1981 年までの調査では、調査後期には調査開始時の 1970 年のものと比べて繁殖鳥類の優占度構成が異なる傾向があったが、有意な違いではなかった (由井, 1983)。しかし、1982 年から 1996 年までの調査結果を加えた場合には、1986 年以降各年の群集組成は調査開始時とは優占する繁殖鳥類の種構成が有意に異なっており (由井ら, 1997)、長期に繁殖鳥類の群集組成を記録する意義が認められたため、その後も調査を継続することとした。本報では、それらに 1997 年から 2009 年までの 13 年間のものも加えた 40 年間の繁殖群集について報告する。

原稿受付: 平成 23 年 9 月 29 日 Received 29 September 2011 原稿受理: 平成 24 年 1 月 20 日 Accepted 20 January 2012

1) 森林総合研究所東北支所 Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) 元森林総合研究所東北支所 Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

3) 森林総合研究所野生動物研究領域 Department of Wildlife Biology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

* 森林総合研究所東北支所 〒020-0123 岩手県盛岡市下厨川字鍋屋敷 92-25 Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), Nabeyashiki-92-25, Shimokuriyagawa, Morioka, Iwate, 020-0123 Japan, ; e-mail: syogo@ffpri.affrc.go.jp

2. 調査地

調査地は、岩手県盛岡市の北に接する滝沢村の標高250 mの平坦地にある (Fig. 1)。1985 年までは、農林水産省林野庁林業試験場東北支場 (現独立行政法人森林総合研究所東北支所) 所属の滝沢鳥獣試験地 (以下試験地という) であった。1986 年以降は、岩手県森林公園野鳥観察の森と盛岡大学の森林緑地になったが、引き続き森林性鳥類の繁殖群集の動態を調査してきた。

試験地は、北側は森林総合研究所林木育種センター東北育種場のスギやマツ類の若齢針葉樹林、東側は IGR いわて銀河鉄道のトウヒの防雪林、南側はナラ類の広葉樹二次林、西側は農耕地と住宅地に接している。周辺環境は、林木の成長や一部区域での用途変更があったが、全体としては調査期間を通じて大きな変化はなかった。

調査は、1970 年から 1987 年までは 28ha の区域を対象としたが、北部の湿地が調整池となった 1988 年以降 1993 年までは調整池とその周辺の 2 ha を除いた 26ha の区域、北部に木柵が設置された 1994 以降は木柵より南の 23.5ha の区域を調査対象とした (Fig. 2)。野鳥観察の森の整備の一環として 1988 年の調査後から 1989 年の調査開始期の間に野鳥観察舎や管理棟及び遊歩道が作設されたが、上層木はほとんど伐採されなかったため基本的な林層構造に変化はなかった。ただし、1991 年以降中央部南側を通る道路が幅員 5 m から 10 m に拡張

され交通量が増加した。

試験地には、調査開始前の 1960 年頃から 1974 年までは 100 個前後、それ以降は 50 個前後の小鳥用巣箱 (巢穴径 3 cm) を地上高 3 m の樹幹に設置 (1977 年以降はノネズミ類やヘビ類の加害を防ぐため高さ 1.8 m、直径 10 cm の塩化ビニールパイプ上に設置) していたが、巣箱に触れる入林者の増加やカラス類による加害が多くなったため 1991 年の繁殖後には管理棟周辺の数個を除いて撤去した。

試験地には 100 m 間隔で観察路が設定され 50 m ごとに位置を示す白杭が立っている。植生は Fig. 2 及び Table 1 に示すように、全体としては 1910 年頃植栽されたアカマツを上木とする林であるが、各所にこれとは異なる小林分を含んでいる。このアカマツ林は、2009 年時点で樹齢約 100 年、樹高 20 - 25 m、胸高直径 30 - 50 cm であり、コナラやミズキなどの落葉広葉樹の中高木が混交する部分が大半を占め、アカマツと広葉樹の混交比はおおむね 1 : 1 となっている。また、ウグイスカグラやガマズミなどの低木もあり、下層にはササ類や各種の草本類が生育しているなど、全体として階層構造が発達している。ササ類は、試験地の南部と北部の一部で優占するものの、全域的にはあまり密生していない。

3. 調査方法

調査方法は、なわばり記図法 (territory mapping method) (Enemar, 1959) を基本的に用いた。森林性鳥類は、繁殖期には雌雄つがいになわばりを持つものが多いことから、このなわばり数を毎年調査することで、試験地内の繁殖鳥類の群集組成の変化を定量的に明らかにすることができる。具体的には、当地域での森林性鳥類の繁殖最盛期であるおおむね 5 月下旬から 6 月末までの期間の、晴れまたは薄曇りの日の早朝 (5 : 30 - 8 : 30) に、試験地全域をカバーするように観察路に沿って時速 1.5 km で歩行し、観察半径 50 m 内に出現した鳥類の種類と個体数を地図上に記入した。これを各年とも 10 回前後繰り返した後、鳥種ごとに図上でなわばりを囲い分け、なわばり数を推定した。なお、なわばり記図法が適用しにくい鳥種 (由井, 1974) については、巣箱調査やその他の機会に随時試験地内を探索し、巣や巣立ち群の確認に努めるとともに、さえぎり以外の記録についてもその集中度や同時別つがいの目撃記録の状況などから判別した。試験地内に巣や主なソングポスト (さえぎり場所) があるものについては、採餌等で試験地外に出て行くことがあっても試験地内になわばりを保有しているものとみなした。それ以外の個体で、なわばりや行動圏が試験地の縁辺部にかかっているとみなせるものについては、なわばり数 0.5 とした。

各年の調査期間、調査回数と調査者は Table 2 のとおりである。各年とも、調査期間は当地域でさえぎりなど鳥類のなわばり活動が活発になわばり記図法を実施する

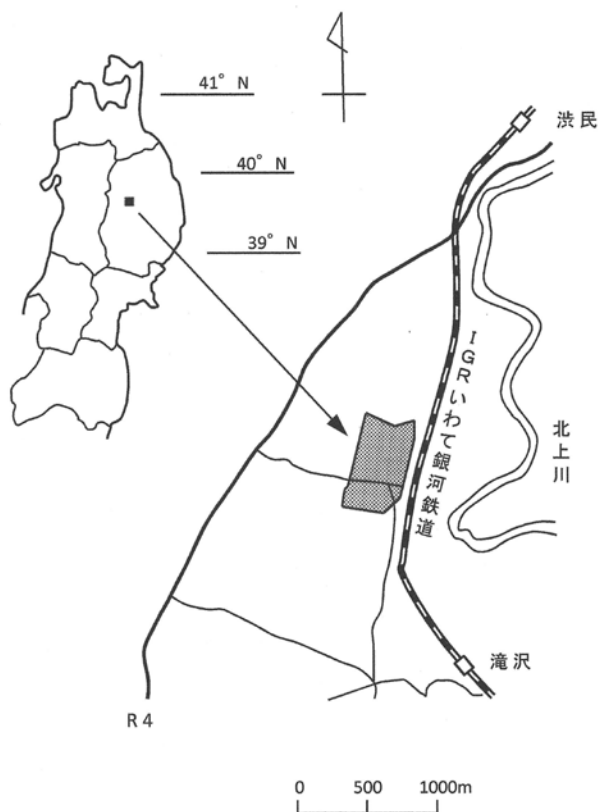


Fig. 1. 滝沢鳥獣試験地の位置

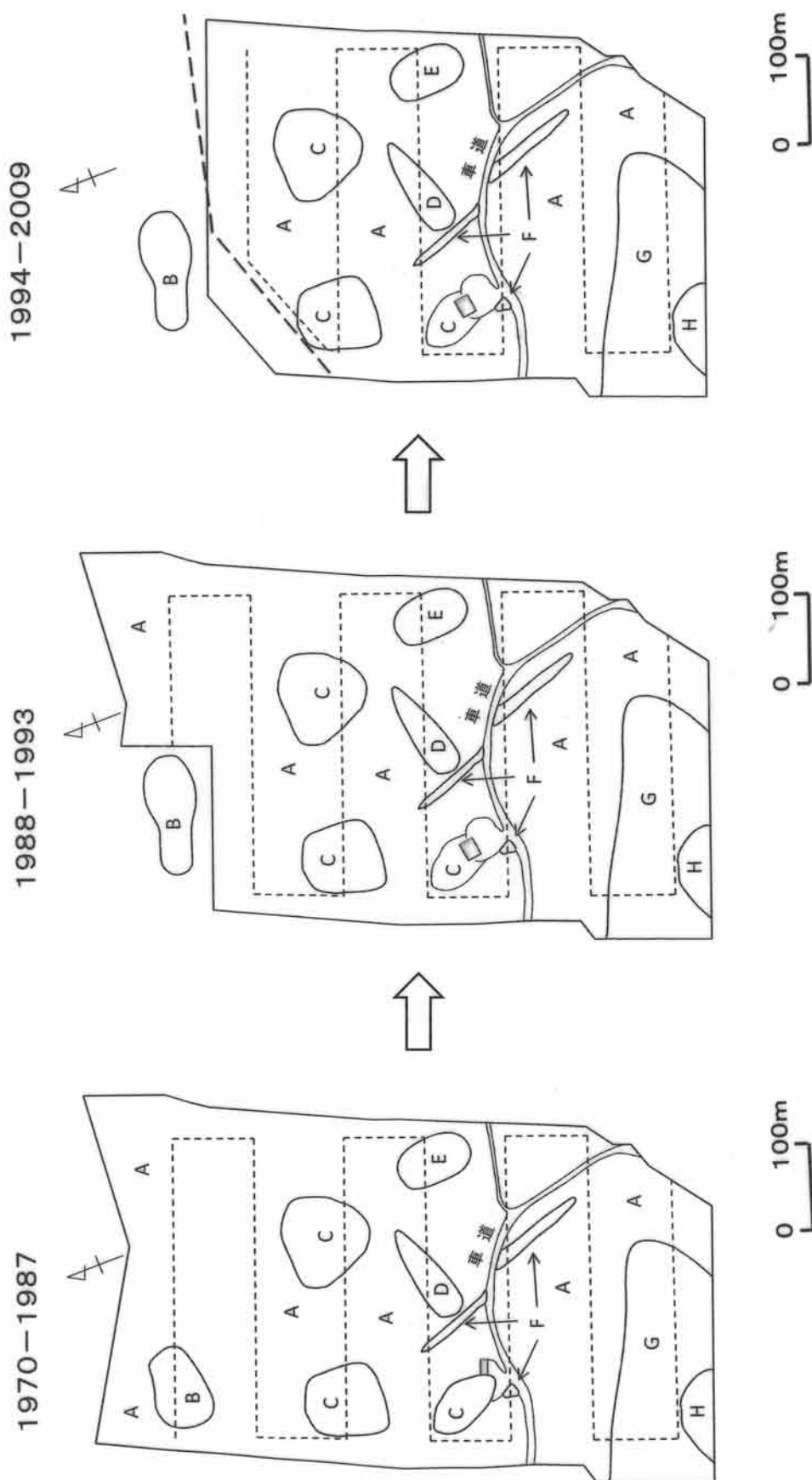


Fig. 2. 試験地の概略図および植生概況
 植生の地域区分 A-H は表 1 参照、細い破線はセンサスのための観察路。
 1994-2009 の太い破線は 1994 年に設置された木柵。

Table 1. 滝沢鳥獣試験地の植生概況

地域区分	1970 年	1980 年	1990 年	2000 年	2009 年	備考
A	アカマツ広葉樹混交林	アカマツ広葉樹混交林	アカマツ広葉樹混交林	アカマツ広葉樹混交林	アカマツ広葉樹混交林	
B	ヨシ原	ヨシ原	調整池	調整池	調整池	1988 年調整池造成
C	草地・低木	アカマツ幼齢林	アカマツ若齢林	アカマツ若齢林	アカマツ壮齢林	1976 年アカマツ植栽
D	草地・低木	カラマツ幼齢林	カラマツ若齢林	カラマツ若齢林	カラマツ壮齢林	1976 年カラマツ植栽
E	草地・低木	草地・低木	草地・低木	草地・低木	草地・低木	
F	ドイツトウヒ並木	ドイツトウヒ並木	ドイツトウヒ並木	ドイツトウヒ並木	ドイツトウヒ並木	
G	カラマツ壮齢林	カラマツ壮齢林	カラマツ壮齢林	カラマツ壮齢林	カラマツ壮齢林	
H	広葉樹若齢林	広葉樹壮齢林	広葉樹壮齢林	広葉樹壮齢林	広葉樹壮齢林	

地域区分 A～H は Fig. 2 内の記号と一致する

Table 2. 各年の調査期間、調査回数と調査者

調査年	調査期間	調査回数	調査者
1970	6. 1-7. 4	8	由井正敏
1971	5.21-6.26	8	由井正敏
1972	5.29-6.30	8	由井正敏
1973	5.28-6.30	9	由井正敏
1974	5.29-6.29	12	由井正敏
1975	5.22-6.30	11	由井正敏
1976	5.27-6.28	9	由井正敏
1977	5.26-6.30	11	由井正敏
1978	5.22-6.27	9	由井正敏
1979	5.25-6.29	9	由井正敏
1980	5.23-6.23	9	由井正敏
1981	5.23-6.30	10	由井正敏
1982	5.24-6.29	9	由井正敏
1983	5.21-6.29	10	由井正敏
1984	5.26-6.29	11	由井正敏
1985	5.22-6.26	12	由井正敏 鈴木祥悟 青山一郎
1986	5.24-6.28	11	由井正敏 鈴木祥悟 青山一郎 藤村茂 伊達功 西岡祐介
1987	5.29-6.20	12	由井正敏 鈴木祥悟 青山一郎 藤村茂 伊達功 西岡祐介 小原徳応
1988	5.24-6.12	9	由井正敏 鈴木祥悟 青山一郎
1989	5.22-6.21	10	由井正敏 鈴木祥悟 伊達功 佐々木智雄
1990	5.23-6.29	9	由井正敏 鈴木祥悟 伊達功 佐々木智雄 中村充博
1991	5.20-6.27	10	由井正敏 鈴木祥悟 伊達功 佐々木智雄 中村充博 作山宗樹
1992	5.21-6.28	10	由井正敏 鈴木祥悟 伊達功 佐々木智雄 中村充博 作山宗樹
1993	5.21-6.19	9	由井正敏 鈴木祥悟 佐々木智雄 中村充博 作山宗樹
1994	5.21-6.26	13	由井正敏 鈴木祥悟 伊達功 佐々木智雄 中村充博 作山宗樹
1995	5.21-6.30	10	由井正敏 鈴木祥悟 伊達功 佐々木智雄 作山宗樹
1996	5.20-7. 2	11	由井正敏 鈴木祥悟 伊達功 佐々木智雄 作山宗樹
1997	5.22-6.22	8	由井正敏 鈴木祥悟 佐々木智雄 作山宗樹
1998	5.21-6.28	9	由井正敏 鈴木祥悟
1999	5.21-6.25	9	由井正敏 鈴木祥悟
2000	5.22-6.25	8	由井正敏 鈴木祥悟
2001	5.21-6.25	8	由井正敏 鈴木祥悟
2002	5.22-6.25	8	由井正敏 鈴木祥悟
2003	5.21-6.26	8	由井正敏 鈴木祥悟
2004	5.22-6.25	8	由井正敏 鈴木祥悟
2005	5.21-6.29	8	由井正敏 鈴木祥悟
2006	5.21-6.25	8	由井正敏 鈴木祥悟
2007	5.21-6.25	8	由井正敏 鈴木祥悟
2008	5.21-6.25	8	由井正敏 鈴木祥悟
2009	5.21-6.25	8	由井正敏 鈴木祥悟

のに適した繁殖最盛期であり、調査回数はなわばりの囲い分けを正確に行うために必要であるとされる回数である(由井, 1977)。調査者は、各人ともに試験地の鳥類相や地形を熟知しておりセンサス技術に熟練している。調査者が異なることによるセンサス結果への影響については、ラインセンサスでは視聴力が普通で熟練した調査者間では差のないことが知られており(由井, 1980)、ラインセンサスを複数回繰り返した上でなわばりの囲い分けを行うなわばり記図法では、調査者の違いによる影響はさらに小さいと考えられる。

通常、なわばり記図法では、調査地に調査期間内に出現しても一定の場所に定着していない種や一時的に飛来したと考えられる種は、なわばりを持っているとはみなせないためカウントされない。しかし、ラインセンサスやプロットセンサス(ポイントカウント)などでは、出現したすべての種がカウントされることから、これらとの比較が可能のように、試験地に調査期間内に出現したすべての種の出現状況も示す。

4. 調査結果

なわばり記図法で調べた、試験地の各年のなわばり数を Table 3 に示す。なわばり数、繁殖種数とも 1994 年以降の調査区域である 23.5ha に該当するものであり、1970 年から 1987 年までの 28ha の区域と 1988 年から 1993 年は 26ha の区域に該当するものについては括弧内に示した。

また、試験地に調査期間内に出現した種の出現状況については Table 4 に示す。

なお、Table 3、Table 4 において、種名と種の配列は日本鳥学会(2000)によった。ただし、メボソムシクイの亜種は、Aleström, et al. (2011) による。

1970 年から 2009 年までの 40 年間の繁殖鳥類データを、10 年間ごとに 4 期(I 期 1970-1979、II 期 1980-1989、III 期 1990-1999、IV 期 2000-2009)に分けて比較を行ったところ、全種合計のなわばり数は、I 期と II 期間では差はなかったが、II 期から III 期にかけて減少し、IV 期も III 期と同程度で減少したままであった。種数と多様度指数は II、III、IV 期と期を追うごとに減少した。優占度上位 3 種は、I 期と II 期はシジュウカラ、ヒヨドリ、アオジ、III 期と IV 期はシジュウカラ、キビタキ、ヒヨドリであった。繁殖群集組成の変化のおもな原因としては、湿地の消失、疎開地の樹林化、一部アカマツの枯損、広葉樹の増加などの環境変化、カラス類の増加やオオタカの出現による捕食圧の増大などが考えられるが、個々の種の増減については原因が不明なことも多いことから、今後も調査を継続し、変動要因を明らかにしていきたい。

謝辞

報告に当たり、調査に協力いただいた青山一郎、小原徳広、作山宗樹、佐々木智雄、伊達功、西岡裕介、藤村茂の各氏、調査地の使用に便宜をいただいた盛岡森林管理署、岩手県ネイチャーセンターと盛岡大学の関係各位、本報のとりまとめに適切なご教示をいただいた新山馨氏ならびに本誌の編集委員と査読者の方々に感謝申し上げます。

引用文献

- Aleström, P., Saitoh, T., Williams, D., Nishiumi, I., Shigeta, Y., Ueda, K., Irestedt, M., Björklund, M. and Olsson, U. (2011) The Arctic warbler *Phylloscopus borealis* - three anciently separated cryptic species revealed, *Ibis*, 153, 395-410.
- British Trust for Ornithology (2012) "Common bird census" <http://www.bto.org/survey/complete/cbc.htm>, (accessed 2012-1-20).
- Enemar, A. (1959) On the determination of the size and composition of a passerine bird population during the breeding season, *Vår Fågelvärld*, 18, Supplement, 2, 1-105.
- Gregory, D. R., Vorisek, P., Van Strien, A., Gmelig Meyling, W. A., Jiguet, F., Fornasari, L., Reif, J., Chylarecki, P. and Burfield, J. I. (2007) Population trends of widespread woodland birds in Europe, *Ibis*, 149, Supplement, 2, 78-97.
- Kendeigh, S. C. (1982) Bird populations in East Central Illinois: Fluctuations, variations, and development over a half-century, *Illinois Biological Monographs*, 52, University Illinois Press, 136pp.
- 日本鳥学会 (2000) 日本鳥類目録改訂第 6 版、日本鳥学会, 345pp.
- 由井正敏 (1974) 繁殖期における小鳥類の生息数調査法に関する研究, 林業試験場研究報告, 264, 13-84.
- 由井正敏 (1977) 野鳥の数の調べ方、わかりやすい林業解説シリーズ 60, 日本林業技術協会, 65pp.
- 由井正敏 (1980) 森林原野性鳥類のラインセンサス法の研究 III, 山階鳥類研究所研究報告, 12, 7-13.
- 由井正敏 (1983) 森林性鳥類の群集構造解析 III, 山階鳥類研究所研究報告, 15, 19-36.
- 由井正敏・鈴木祥悟・中村充博 (1997) 盛岡市近郊の混交林における繁殖鳥類群集の 27 年間の変化, 野生生物保護, 3, 17-28.

Table 4. 滝沢鳥獣試験地の繁殖期の出現鳥類

[illegible]

Table 4. 滝沢鳥獣試験地の繁殖期の出現鳥類 (つづき)

種名	移動区分	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
キビタキ	夏鳥	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
オオルリ	夏鳥												×〇〇								
サメビタキ	夏鳥	〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
コサメビタキ	夏鳥	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
サンコウチョウ	夏鳥	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
エナガ	留鳥	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
コガラ	留鳥	〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	×〇〇
ヒガラ	留鳥	〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
ヤマガラ	留鳥	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
シジュウカラ	留鳥	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
ゴジュウカラ	留鳥	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
メジロ	留鳥	×〇〇	×〇〇	×〇〇	×〇〇	×〇〇	×〇〇	×〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	×〇〇	×〇〇	×〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	×〇〇	×〇〇	×〇〇	×〇〇
ホオジロ	留鳥	×〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	×〇〇	×〇〇	×〇〇	×〇〇	×〇〇
ノジコ	夏鳥												×〇〇								
アオジ	留鳥	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
クロジ	留鳥	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
カワラヒワ	留鳥	〇〇	×〇〇	×〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
マヒワ	留鳥	×〇〇	×〇〇																		
イスカ	留鳥																				
イカル	留鳥	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
シメ	留鳥	〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
スズメ	留鳥	×〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
コムクドリ	夏鳥	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
ムクドリ	留鳥	〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
カケス	留鳥	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
オナガ	留鳥	〇×〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
ハシボソガラス	留鳥	×〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	×〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	×〇〇	〇〇	×〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
ハシブトガラス	留鳥	〇〇	〇〇	×〇〇	×〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇	〇〇
出現種数		26, 37, 41	26, 42, 43	24, 38, 39	22, 40, 41	30, 38, 43	28, 38, 39	23, 35, 37	23, 39, 41	21, 42, 43	27, 41, 43	23, 39, 40	24, 45, 47	26, 40, 41	24, 40, 40	24, 42, 43	26, 37, 39	18, 38, 39	26, 44, 45	21, 35, 36	25, 39, 40
繁殖種数		16, 30, 32	20, 27, 30	15, 27, 29	14, 30, 32	16, 29, 30	17, 31, 32	17, 28, 30	18, 30, 31	15, 31, 32	12, 34, 35	9, 27, 28	15, 27, 29	17, 33, 34	13, 30, 30	10, 29, 29	16, 30, 32	13, 30, 31	16, 28, 29	8, 23, 24	11, 26, 27
面積 (ha)		4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	4.5, 23.5, 28	2.5, 23.5, 26	2.5, 23.5, 26

表中の記号は、○：なわばりがある、×：出現した、×：出現しなかったことを示し、出現種数、繁殖種数とともに下段の面積部分に対応するものである。出現種数は調査期間内に一度でも出現した種の数であり、繁殖種数はなわばりを持った種の数である。

*メボムシクイは、カムチャッカ、サハリン、北海道と千島列島で繁殖する亜種 (*Phylloscopus borealis examinandus*) で、当地域は通過するだけで繁殖していない。

Table 4. 滝沢鳥獣試験地の繁殖期の出現鳥類(つづき)

種名	移動区分	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ゴイサギ	留鳥	×	×									○				○					
Nycticorax nycticorax																					
Aix galericulata	留鳥	×	×																		
Anas poecilorhyncha	留鳥																				
Pandion haliaetus	留鳥																				
Pernis ptilorhynchus	留鳥																				
Mitris apivorus	留鳥																				
Mitris migrans	留鳥																				
Accipiter gentilis	留鳥																				
Accipiter nisus	留鳥																				
Buteo buteo	留鳥																				
Phasianus colchicus	留鳥																				
Porzana fusca	留鳥																				
Gallinago hardwickii	留鳥																				
Streptopelia orientalis	留鳥																				
Sphenurus sieboldii	留鳥																				
Cuculus canorus	留鳥																				
Cuculus saturatus	留鳥																				
Cuculus poliocephalus	留鳥																				
Srix uralensis	留鳥																				
Hirundinidae caudatus	留鳥																				
Hirundinidae caudatus	留鳥																				
Apus pacificus	留鳥																				
Jynx torquilla	留鳥																				
Picus avokera	留鳥																				
Dendrocopos major	留鳥																				
Dendrocopos kiziki	留鳥																				
Alauda arvensis	留鳥																				
Riparia riparia	留鳥																				
Hirundo rustica	留鳥																				
Delichon urbica	留鳥																				
Moacilla cinerea	留鳥																				
Moacilla alba	留鳥																				
Anthus hodgsoni	留鳥																				
Pericrocotus divaricatus	留鳥																				
Hypsipetes amauratus	留鳥																				
Lanius tigrinus	留鳥																				
Lanius bucephalus	留鳥																				
Lanius cristatus	留鳥																				
Cincla pallasi	留鳥																				
Luscinia cyane	留鳥																				
Zoothera dauma	留鳥																				
Turdus sibiricus	留鳥																				
Turdus cardis	留鳥																				
Turdus chrysolaus	留鳥																				
Turdus obscurus	留鳥																				
Turdus naumanni	留鳥																				
Urosphena squameiceps	留鳥																				
Cettia diphone	留鳥																				
Acrocephalus bistrigiceps	留鳥																				
Acrocephalus arundinaceus	留鳥																				
Phylloscopus borealis	留鳥																				
Phylloscopus borealoides	留鳥																				
Phylloscopus collybita	留鳥																				

Table 4. 滝沢鳥獣試験地の繁殖期の出現鳥類 (つづき)

種名	移動区分	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
キビタキ	夏鳥	○○○	○○○	○○○	○○○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
オオトリ	夏鳥		×											○						○	
サメビタキ	夏鳥		○○○	○○○	○○○																
コサメビタキ	夏鳥	○○○	○○○	○○○	○○○		○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○
サンコウチョウ	夏鳥						○														
エナガ	留鳥	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
コガラ	留鳥	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ヒガラ	留鳥	○○○	○○○	○○○	○○○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ヤマガラ	留鳥	○○○	○○○	○○○	○○○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
シジュウカラ	留鳥	○○○	○○○	○○○	○○○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ゴジュウカラ	留鳥	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
メジロ	留鳥	○○○	○○○	○○○	○○○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ホオジロ	留鳥	○○○	○○○	×	×	○															
ノジロ	夏鳥																				
アオジ	留鳥	○○○	○○○	○○○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
クロジ	留鳥																				
カワラビ	留鳥	○○○	○○○	○○○	○○○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
マヒワ	留鳥																				
イスカ	留鳥																				
イカル	留鳥	○○○	×	○○○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
シメ	留鳥	○○○	×	○○○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
スズメ	留鳥	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
コムクドリ	留鳥	○○○	○○○	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ムクドリ	留鳥	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
カケス	留鳥	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
オナガ	留鳥	×	×	×	×	○															
ハシボソガラス	留鳥	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ハシブトガラス	留鳥	○○○	○○○	○○○	○○○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ハシブトマシロ	留鳥	○○○	○○○	○○○	○○○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
出現種数		20 35 36	18 35 36	19 33 34	18 38 39	40	40	37	38	37	35	35	33	34	34	32	38	33	40	37	38
面積 (ha)		13 24 24	10 23 23	12 21 21	7 24 24	27	22	28	24	25	26	22	21	19	25	24	23	24	20	21	20
		2.5 23.5 26	2.5 23.5 26	2.5 23.5 26	2.5 23.5 26	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5

表中の記号は、○：なわばりがある、○：出現した、×：出現しなかったことを示し、出現種数、繁殖種数とともに下段の面積部分に対応するものである。出現種数は調査期間内に一度でも出現した種の数であり、繁殖種数はなわばりを持った種の数である。

*メボムシクイは、カムチャッカ、サハリン、北海道と千島列島で繁殖する亜種 (*Phylloscopus borealis examinandus*) で、当地域は通過するだけで繁殖していない。

投稿規程

投稿資格

1. 投稿者は原則として当所の在職職員とする。その他、元職員、依頼研究員及び共同研究者等が、当所あるいは当所と関係のある場所において研究した成果を含む内容も投稿できる。

原稿の種類

2. 原稿の種類は論文、短報、総説及び研究資料とする。論文及び短報は原著論文であって、他の出版物に投稿または掲載されていないものに限る。短報は速報性の高いものを4頁以内にまとめる。総説は特定の課題に関する研究を広くかつ普遍的に総括・説明したものとする。研究資料は観測データ、調査資料等とする。

原稿の提出

3. 投稿者は、別に定める執筆要領に基づき作成した原稿を「研究報告原稿提出書」とともに研究情報科編集発行係に提出する。提出する原稿は正本1通、副本2通、またはPDFファイルなどの電子ファイルとする。審査が終了し掲載が認められたものについては、電子ファイルを提出すること。

原稿の提出先 〒305-8687 つくば市松の里1
独立行政法人 森林総合研究所
研究情報科 編集発行係
Tel 029-829-8135
Fax 029-873-0844
E-mail : kanko@ffpri.affrc.go.jp

原稿の修正

4. 修正原稿が2ヶ月以内に、短報では3週間以内に再提出されない場合には受付を取り消す。なお、特別な理由により期限内に提出できない場合は、期間延長を編集委員長に文書で申し入れする。

原稿の却下

5. 再審査を終えても受理されない論文等については編集委員会により却下されることがある。

使用言語

6. 使用言語は日本語または英語とする。

著作権

7. 研究報告の著作権は森林総合研究所に帰属する。掲載論文の全体または一部を他の著作物に利用する場合、事前に編集発行係に申し出て、編集委員長の許可を得るものとする。

(2011年3月4日)

執筆要領

原稿の書式

1. 原稿はワープロで作成し、次の書式に従う。
 - 1) 和文原稿は、A 4 判白紙に、天地左右各 30mm 程度の余白を残し、原則として 10.5 ポイントの文字を使用し、40 字詰め 20 行で横書きで印字する。語や句を区切る際には、「、」「。」を使用。
 - 2) 英文原稿は、A 4 判白紙に、天地左右各 30mm 程度の余白を残し、原則として 10.5 ポイントの文字を使用し、25 行で印字する。

原稿の構成

2. 原稿の構成は次の順による。
 - 1) 和文原稿
 - (1) 表紙<表題・著者名・所属・英文表題・英文著者名・英名所属>
 - (2) 英文要旨 (Abstract)、英語キーワード
 - (3) 和文要旨、日本語キーワード (短報は不要)
 - (4) 本文
 - (5) 引用文献
 - (6) 表・図・写真及びその説明 (和文、英文または和英併記)
 - 2) 英文原稿
 - (1) 表紙<表題・著者名・所属>
 - (2) 英文要旨 (Abstract)、英語キーワード
 - (3) 本文
 - (4) 引用文献
 - (5) 和文要旨<和文表題・和文著者名・和名所属を含む>、日本語キーワード
 - (6) 表・図・写真及びその説明

表題

3. 英文表題 (サブタイトルを含む) の記載は、先頭の単語の頭だけを大文字とし、あとの単語は小文字とする。

著者名

4. 著者名の記載は英文の場合、執筆者が通常使用しているローマ字で、名 (頭文字を大文字、以後は小文字)、姓 (大文字) を記載する (例: Taro SHINRIN)。共著者のあるときは ", " で区切り、最後の共著者の前に and を入れる。

所属と連絡先

5. 著者の所属は、論文が受付されたときの所属とする。退職者については退職時の所属 (和文にのみ元をつける) とする。なお、著者の所属をその対応が容易にわかるように著者の右肩に 1)、2) の番号を付し、

脚注に森林総合研究所、領域・支所・試験地名等を記載する。また、著者のうち 1 名を連絡先 (corresponding author) とし右肩に所属の番号等が続いて * (アスタリスク) を付し、脚注に連絡先 (現在の所属、住所、E-mail アドレス (推奨)) を入れる。所属が無い場合は、個人の連絡先 (住所または E-mail アドレス等) とする。

要 旨

6. 要旨は、論文の目的、方法、結果などを和文では 600 字、英文では 300 語 (短報については和文 300 字、英文 150 語) 以内で簡潔に記述する。その際、原則として改行は避け、できるだけ略語、慣用語を用いない。また、原則として表、図、式などを本文中の番号で引用しない。

長文のものについては、和文の場合英文摘要を巻末に、英文の場合和文要旨のかわりに和文摘要を掲載することが出来る。なお、摘要は目的、方法、結果などの要点を簡潔に記述する。

キーワード

7. 原稿の内容を的確に表すキーワード (7 語以内) を記載する。キーワードの選定は検索に用いられることを考慮し (調査年等は不適)、英語と日本語を対応させ、記載の順序を揃える。英語は、固有名詞の最初の文字を除き、すべて小文字で書く。

本文／見出し

8. 本文の区分けの表題は中央に 1 行取りで書く。表題をさらに細分化するときは左詰めにしてゴシック指定にする。
見出しで必要な場合はポイントシステムを採用してもよい。
英文の見出しは、英文表題の記載と同様に最初の単語の頭だけを大文字表記とする。

英文字記号および英数字

9. 本文中、引用文献中ともに、括弧、カンマ (,), アポストロフィ ('), ピリオド (.), セミコロン (;) 等の英文記号を使う場合には、すべて半角で記述する。ローマ数字も半角アルファベットの組み合わせとして記述する。括弧の前後や記号の後には原則として半角スペースを入れる。
具体的には下記の例を参照 (■ は半角スペース)。
・・・であると考えられる ■ (堀・河合 ■ 1965a, ■ b, ■ Dropkin et al. ■ 1979)。

・・・堀ら (1965) の報告がある。
 ...ウスバシロチョウ (別名ウスバアゲハ) は、...
 引用文献
 Ahmad, Q. A. (1952) Fungi of East Bengal. Pakist. J. For., 2, 91-115.

引用文献

1 0. 本文中の引用文献の記載は下記の例に従う。

(Ahmad 1952) (堀 1965) Ahmad (1952) 堀 (1965)
 (Ahmad 1952, 堀 1965)

連名の場合 (Ahmad and Baker 1952) (堀・川合 1965a, b)
 中点は全角

3名以上の場合第1著者名の後に「et al.」または「ら」を付す。

(Dropkin et al. 1979) (Dropkin ら 1979)

訳本の場合は原著者名 (訳本の表記に従い, 原著者のファミリーネーム) と原著発行年を引用する。

(ブレーヌ 1989)

1 1. 引用文献の記載は下記の例に従う (半角スペースの挿入に注意)。

・雑誌を引用する場合

Ahmad, Q. A. (1952) Fungi of East Bengal. Pakist. J. For., 2, 91-115.

Baker, C. F. (1914a) A review of some Philippine plant diseases. Philip. Agr. & For., 3, 157-164.

Baker, C. F. (1914b) First supplement to the list of the lower fungi of the Philippine Islands. Leaflet. Philip. Bot., 7(Art113), 2417-2542.

Dropkin, V. H. and Foudin, A. S. (1979) Report of the occurrence of Bursaphelenchus lignicolus induced pine wilt disease in Missouri. Plant Dis. Rep., 63, 904-905.

Reunanen, M., Ekman, R. and Heinonen, M. (1989) Analysis of Finnish pine tar from the wreck of Frigate St. Nikolai. Holzforschung, 43, 33-39.

・誌名を略す場合は、日本農学進歩年報、日本自然科学雑誌総覧、World List of Scientific Periodicals などに従う。

・漢字の氏名が3字以下の場合、姓と名の間に全角の空白を入れる。

森 章 (2001) イチイガシの種子生産における同化産物投資. 日林誌, 83, 93-100.

堀 高夫 (1965) 路網計画のための図上地形判定について. 日林誌, 47, 168-170.

上野洋二郎 (2000) 森林計画における森林諸機能の最適配分. 日林誌, 82, 360-363.

田島正啓・宮島 寛・宮崎安貞 (1977) ヒノキパーオキシターゼ・アイソザイムの遺伝子分析. 日林誌, 59, 173-177.

・書籍を引用する場合

三浦伊八郎・西田屹二 (1948) 木材化学. 丸善, 690 pp. (本一冊を引用する場合)

沼田 真 (1967) 植物的環境の解析と評価. 森下正明・吉良竜夫編 “自然：生態学的研究”. 中央公論社, 163-187. (複数の著者によって書かれた編集本の特定部分を引用する場合)

川合眞一・田中早苗 (1963) “実用化学講座 17 巻有機化合物の反応 (下)”, 第2版. 日本化学会編, 丸善, 210-212. (叢書の特定部分を引用する場合)

Ishii, M. (1996b) Decline and conservation of butterflies in Japan. In Ae, S. A., Hirowatari, T., Ishii, M. and Brower L. P. (eds.) “Decline and Conservation of Butterflies in Japan III”. The Lepidopterological Society of Japan, 157-167. (欧文の単行書のタイトルはイタリックとする)

ブレーヌ ジャン (1989) (永塚鎮男訳, 2011) 人は土をどうとらえてきたか：土壌学の歴史とペドロジスト群像, 農山漁村文化協会, 415 pp. (訳本を引用する場合は、原著者名 (訳本の表記に従い, 姓・名の順) や原著発行年等を引用する)

・Web ページの引用は、適当な文献資料が利用できないか、または電子テキスト利用の利便性が特に高い場合に限る。引用する場合には、文献の発行年にあたる部分は、当該 Web ページの公表年 (更新年) とするが、公表年が無い場合は筆者が当該ページを確認した年次とし、URL と参照日を記載する。ただし、官公庁等の冊子体資料がそのまま PDF ファイル等の形態で公表されている場合には、冊子体の発行年、発行所、ページ数等を引用し、URL のみを併記する。一連の資料・文書が別ファイル化されている場合には、トップページのみ典拠すればよい。

環境省 (2004) “農林水産省と環境省の連携による田んぼの生きもの調査”, <http://www.env.go.jp/nature/satoyama/tanbo.html>, (参照 2008-01-24).

Finger Lakes Resource Conservation & Development Council (2007) “Forest land best management practices in the Finger Lakes Region of New York State”, <http://www.dnr.cornell.edu/ext/bmp/index.html>, (accessed 2007-11-30).

環境省 (2002) “平成 13 年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書”, 環境省, 122 pp, [http:// www.](http://www.)

env.go.jp/earth/report/h14-03/index.html.

1 2. 私信扱いの情報は、下記の例に従い、本文中に記載する。

(所属, 氏名, 私信)

(Name, Affiliation, personal communication)

英文校閲

1 3. 英文原稿及び和文原稿の英文摘要は原稿提出前に必ず英文校閲を受ける。

図・表・写真

1 4. 表の表題は表の上部に、図・写真の表題は図・写真の下に、注釈は表・図・写真の下に記載し、和文原稿の場合は、表題・注釈及び図表は和文、英文または和英併記とする。また、本文中では「Fig.」「Table」「Photo」を使用。

1 5. 図・表・写真は 1 点ごとに別紙とし、印刷時の図・写真の大きさは、段組幅 (82 mm) または頁幅 (170 mm) のどちらかを明示する。なお、図・表・写真の挿入箇所を本文原稿用紙の右欄外に朱書きで明示する。

1 6. 図 (本文及び表に組み込むものを含む) は、白紙に天地左右各 3 cm 程度の余白を残して記載し、書き込み文字は、ワープロ等を用いて、そのまま印刷できるようにすること。

1 7. 原則として、表には縦の罫線を用いない。大きな表はそのまま版下として用いるので、鮮明に出力されたものを提出する。

(2012 年 1 月 30 日)

森林総合研究所研究報告審査の基本方針

投稿された論文(論文、短報、総説、研究資料)は、すべて審査を受けてその採否が決定されます。論文の審査方針を次のように定めます。

1. 審査の目的

投稿された論文(論文、短報、総説、研究資料)が、審査の基準に照らして掲載可能か否かを判断するのが審査の目的です。

2. 審査の基準

- (1) 新規性：論文の内容が、公知、既発表、または既知のことから容易に導き得るものでないこと。
- (2) 有用性：論文の内容が、学術的に、または実用上なんらかの意味で価値があること。
- (3) 信頼性：論旨が通っており、結論等を信頼するに十分な根拠が示されていること。

さらに、論文はその内容が読者に十分理解できるように簡潔かつ明瞭に記述され、その内容に誤りないことが必要で投稿規程及び執筆要領に規定されたとおりに論文が構成され、記述されていなければなりません。

3. 査読者

投稿された論文の査読者2名(研究資料の場合1人)は、担当編集委員が決定し、森林総合研究所研究報告編集委員会(以下、「委員会」という)において決定されます。査読者の氏名は公表しません。著者との連絡はすべて委員会が行い、査読者は著者と直接連絡しないこととします。

4. 査読の結果

論文は、上記の各項の基準に照らして総合的に審査され、次のいずれかに判定されます。

- (1) このまま掲載可。
- (2) 指摘の点を検討のうえ、書き改めれば掲載可。
- (3) 著者が訂正したのち、もう一度査読者がみる必要あり。
- (4) 却下した方がよい(掲載するほどの内容を含まない場合及び掲載すべきでない場合)。
- (5) その他。

(1) から (4) のいずれかに判定し難い時は、(5) と判定されますが、その場合は担当編集者によって、その理由が具体的に示されます。

(2)、(3) と判定された論文の場合は、掲載条件が具体的に示されるので、指摘にそって原稿を修正することになります。(2) の判定の場合は、重要な内容の訂正を掲載条件としないことが原則です。2人の査読者がともに(1) または (2) と判定すれば、査読は終了し、掲載可となります。2人の査読者がともに(4) と判定した場合は、却下となります。

1人が(4) と判定し、担当編集者が必要と認めた場合は別の査読者によってさらに査読を行い、その査読者も(4) と判定すれば却下となります。その査読者が掲載可と判定すれば査読は終了し、掲載可となります。(5) については、その理由により委員会の討議を経て、委員長が著者及び査読者と協議して対応します。

(2005年5月14日)

担 当 者 御 中
To the person concerned

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

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

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

Officer in charge at publication section
Forestry and Forest Products Research Institute
1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 Japan
Tel : + 81-29-873-3211 Fax : + 81-29-873-0844
e-mail : kanko@ffpri.affrc.go.jp

2012年3月 発行 森林総合研究所研究報告 第11巻1号（通巻422号）

編 集 人 森林総合研究所研究報告編集委員会

発 行 人 独立行政法人 森林総合研究所
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地
電話：029-873-3211 Fax：029-873-0844

製 版・印 刷 松枝印刷株式会社
〒303-0034 茨城県常総市水海道天満町2438
電話：0297-23-2333 Fax：0297-23-5865

©2012 Forestry and Forest Products Research Institute

本誌から転載・複写する場合は、森林総合研究所の許可を得て下さい。

森林総合研究所研究報告

Vol.11-No.1 (No.422)



page1

国際パネルデータを用いた林産物需要関数の推定

： 関 庚鐸、岡 裕泰

Estimation of Demand Functions for Forest Products using International Panel Data
by Kyung-taek MIN and OKA Hiroyasu

page13

ヒノキの単板乾燥工程で排出される揮発性有機化合物（英文）

： 石川 敦子、大平 辰朗、宮本 康太、井上 明生

Emission of volatile organic compounds during drying of veneer:

Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.)

by ISHIKAWA Atsuko, OHIRA Tatsuro, MIYAMOTO Kohta and INOUE Akio

page21

滝沢鳥獣試験地（岩手県滝沢村）における繁殖鳥類群集の40年間（1970–2009）の記録

： 鈴木 祥悟、由井 正敏、中村 充博

Breeding bird community over 40 years (1970 – 2009) at the Takizawa study area, Iwate Prefecture

by SUZUKI Yoshinori, YUI Masatoshi and NAKAMURA Mitsuhiro