ISSN 0916-4405

森林総合研究所研究報告 Vol.13-No.1(No.430)

BULLETIN

of the Forestry and Forest Products Research Institute







March 2014 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

三森 利昭 SAMMORI Toshiaki (Associate Research Coordinator, FFPRI)

Editor

立花	敏	TACHIBANA Satoshi (Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba)
佐藤	明	SATO Akira (Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture)
飛田	博順	TOBITA Hiroyuki (Department of Plant Ecology, FFPRI)
小林	政広	KOBAYASHI Masahiro (Department of Forest Site Environment, FFPRI)
神崎	菜摘	KANZAKI Natsumi (Department of Forest Microbiology, FFPRI)
長谷	川 元洋	HASEGAWA Motohiro (Department of Forest Entomology, FFPRI)
村田	仁	MURATA Hitoshi (Department of Applied Microbiology, FFPRI)
毛綱	昌弘	MOZUNA Masahiro (Department of Forest Engineering, FFPRI)
原田	真樹	HARADA Masaki (Department of Wood Engineering, FFPRI)
齋藤	英樹	SAITO Hideki (Department of Forest Management, FFPRI)
溝口	康子	MIZOGUCHI Yasuko (Hokkaido Research Center, FFPRI)
堀野	眞一	HORINO Shinichi (Tohoku Research Center, FFPRI)
黒川	潮	KUROKAWA Ushio (Kyushu Research Center, FFPRI)
衣浦	晴生	KINUURA Haruo (Kansai Research Center, FFPRI)
加藤	一隆	KATO Kazutaka (Forest Tree Breeding Center, FFPRI)
秦野	恭典	HATANO Yasunori (Research Information Division, FFPRI)

This journal is indexed in CAB Abstracts.

表紙写真 Photograph in Cover

秋田県上小阿仁村のスギ天然林 Natural Forest of Ceder (Cryptomeria japonica) in Kamikoani, Akita Prefecture.

徳島県海南町のスギ人工林 Artificial Forest of Ceder (Cryptomeria japonica) in Kainan, Tokushima Prefecture.

(本文1ページ~11ページ) 北関東の山地斜面における希な樹種を用いた落葉移動距離の解明 Elucidation of leaf litter travel distance using a rare tree species at mountain slopes in the northern Kanto Region.

森林総合研究所研究報告 第13巻1号(通巻430号)2014.3

目 次

論 文

北関東の山地斜面における希な樹種を用いた落葉移動距離の解明	
阿部 俊夫、坂本 知己、壁谷 直記、萩野 裕章、	
延廣 竜彦、野口 宏典、田中 浩	1

森林総合研究所モデル木造住宅における環境振動の伝搬性状	
宇京 斉一郎、佐野 泰之、末吉 修三、杉本 健一、	
青木 謙治、小林 久高、原田 真樹	13

ノート

オオキノコムシからの Pristionchus bucculentus の検出	
神崎 菜摘、滝 久智、升屋 勇人、岡部 貴美子	27

Bulletin of FFPRI, Vol.13. No.1 (No.430) March 2014 CONTENTS

Original article

Elucidation of leaf litter travel distance using a rare tree species
at mountain slopes in the northern Kanto Region
ABE Toshio, SAKAMOTO Tomoki, KABEYA Naoki,
HAGINO Hiroaki, NOBUHIRO Tatsuhiko,
NOGUCHI Hironori and TANAKA Hiroshi 1
Investigation of the environmental vibration propagationcharacteristics of a wooden house constructed at the Forestry and Forest Products Research Institute UKYO Seiichiro, SANO Yasuyuki, SUEYOSHI Shuzo, SUGIMOTO Kenichi, AOKI Kenji, KOBAYASHI Hisataka and HARADA Masaki

Note

Isolation of <i>Pristionchus bucculentus</i> from the large mushroom beetle, <i>Encaustes praenobilis</i>	
KANZAKI Natsumi, TAKI Hisatomo,	
MASUYA Hayato and OKABE Kimiko	27

論 文(Original article)

北関東の山地斜面における希な樹種を用いた落葉移動距離の解明

阿部俊夫^{1)*}、坂本知己²⁾、壁谷直記³⁾、萩野裕章³⁾、 延廣竜彦⁴⁾、野口宏典²⁾、田中 浩⁵⁾

要旨

渓流への落葉供給源の範囲を明らかにするため、北関東の山地斜面において希な樹種(樹高 15 m と 18 m のクリ)をトレーサーとして落葉移動距離を調べるとともに、以前に作成した落葉散布モ デルの検証をおこなった。また、落葉移動のデータは福島原発事故により汚染された森林からの放 射性物質の流出防止を考えるうえでも重要といえる。渓流の両岸斜面上に各 3 本の調査ラインを設 けて調査したところ、落下時の葉の散布範囲は、おおよそ左岸側では根元から 30 m まで、右岸側 では 15 ~ 20 m までであった。その後、冬期間の林床上での移動によって、左岸側では落葉分布の ピークが 5 ~ 10 m 斜面下方へシフトしたが、林床植生による阻害のため、分布範囲が落下時より 広がることはなかった。一方、右岸側では風が極めて弱く、明瞭な分布パターンの変化はおこらな かった。これらの結果から、落葉供給源の範囲には林床での移動より落下時の移動が強く影響する こと、また、落葉移動にともなう放射性物質の流出防止に林床植生が有効であることが明らかとな った。落葉散布モデルの検証に関しては、調査個体近くの風データでパラメータ補正することによ り落葉散布パターンの推定精度は若干改善した。しかし、多方位の推定に必要な各方位の落葉総数 は落葉数を実測しないと分からなかった。今後は、より正確で面的予測の可能なモデルの開発が必 要と考えられる。

キーワード:落葉リター、移動距離、風、林床植生、小川群落保護林

1. はじめに

落葉などの有機物は、付着藻類とともに河川にすむ 水生動物にとって重要なエサ資源であり (Cummins et al. 1973, Hicks 1997, 阿部・布川 2005)、川底にできる落 葉の集積は底生動物の微生息場所としても機能してい る (加賀谷 1990, Kobayashi and Kagaya 2004)。特に、山 地渓流では森林からの落葉・落枝が有機物供給の大部 分を占めており、付着藻類の1次生産は少ない (Fisher and Likens 1973, Kochi et al. 2004, 阿部ら 2006a)。生態 学的観点から渓流への落葉供給源を保全しようとする 場合、供給源の範囲が川岸からどこまでかが問題とな るが、これは落葉の移動距離によって決定されるもの である。森林における落葉移動は、樹冠から落下する 際の移動と落下後の林床での再移動の2プロセスに分 けられ、両プロセスとも渓流へのリター供給量はよく 調べられているものの (例えば Fisher and Likens 1973, 安田ら 1989, 岸ら 1999, Kochi et al. 2004)、具体的な移 動距離について明らかにした研究事例は多くない。

一方で、落葉の移動には、放射性物質の拡散という 負の側面もある。現在、東京電力福島第一原子力発電 所の事故により放出された大量の放射性物質が東日本 の森林地帯に降下し深刻な問題となっており(大久保 ら 2012, 金子・坪山 2012)、林床のリター層では放射性 セシウム濃度が高いことが知られている(金子・坪山 2012, 金子ら 2012)。落葉リターの移動にともなう放射 性セシウム流出について検討するうえでも、森林にお ける落葉移動の実態解明は重要と考えられる。

著者らは、以前の研究において、山地にある希な 樹種を利用して落下時の落葉散布を追跡し(阿部ら 2006b)、林床での移動については落葉模型を用いた野 外実験により最大傾斜方向の平均移動距離を明らかに した (阿部ら 2009)。しかし、個々の落葉の総移動距 離は落下時の移動と林床での移動との合計であり、特 に林床での落葉移動が活発と予想される場所では、樹 冠から散布された実際の落葉が林床上でどう分布を変 化させるかについて調べる必要がある。そこで、本研 究では、希な樹種を用いて落葉散布および林床での再 移動を2斜面の各3方向について調査し、2つの移動 プロセスを合わせた落葉移動距離の解明を試みた。ま た、以前の研究で物理モデルによる落葉散布推定法を 考案したが (阿部ら 2006b)、検証データが斜面の最大 傾斜方向のみと不十分であったため、本研究で得た落 葉散布データを用いてモデルの再検証をおこなった。

原稿受付:平成25年6月25日 原稿受理:平成26年2月4日

¹⁾ 森林総合研究所東北支所

²⁾ 森林総合研究所気象環境研究領域

³⁾ 森林総合研究所九州支所

⁴⁾ 森林総合研究所北海道支所

⁵⁾ 森林総合研究所企画部

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

2. 研究方法

2.1 調査地の概要

小川群落保護林は、茨城県北端の阿武隈高地に 位置するコナラ (Ouercus serrata) やイヌブナ (Fagus japonica) を主体とした落葉広葉樹の自然林であり (Suzuki 2002)、東京電力福島第一原子力発電所から 67 km 南西に位置する。気候は冷温帯に属し、夏期は温 暖で雨が多いが、冬期は寒冷で降水量が少なく林内に も強い風が吹く(阿部ら 2008)。冬期でも林床が雪に 覆われることは少ない。この保護林のなかには、森林 動態研究のために設けられた 6 ha の大面積長期生態観 察用試験地 (森林総合研究所 2013) があり、中央を小 渓流が流れている (Fig. 1)。林冠層を構成する高木のな かで個体数が少ない樹種はクリ (Castanea crenata) であ ったが、クリは葉の形が特殊(複葉や裂葉など)では なく、葉の大きさも落葉広葉樹としては中庸である。 そこで、本研究では左岸側斜面および右岸側斜面に生 育するクリを1個体ずつ選び調査対象とした (Fig. 2)。 これらは阿部ら (2006b) の調査個体と同一であり、樹 高と胸高直径はそれぞれ左岸側が 15 m、約 0.5 m、右 岸側が18m、約0.3mであった。樹高は右岸側個体 の方が高いが、樹冠は左岸側個体の方が大きく、平面 に投影した樹冠の大きさは、左岸側では傾斜方向6m × 等高線方向 6 m、右岸側では傾斜方向 3.5 m× 等高 線方向 4.5 m であった。なお、両個体とも樹冠が斜面 下方に偏っており、根元から見た樹冠中央の位置は左 岸側では3m下方、右岸側では1.7m下方にあった。 斜面の傾斜は、左岸側が約 20°、右岸側が約 30° であ り、林床にはところどころに高さ1m以下のササ群落 (Sasamorpha borealis、Sasa nipponica など)が存在した。

2.2 落葉分布状況の調査

左岸側斜面、右岸側斜面それぞれについて、調査対象のクリから3方向に落葉調査ラインを設けた (Fig. 2)。調査ラインは、斜面の最大傾斜方向とその両側に22.5°(16方位の1方位分)ずらした方向であり、左岸側は上流より順にL1、L2、L3、右岸側は上流よりR1、R2、R3と呼称する。ラインの長さは水平距離で左岸側40m、右岸側20mである。右岸側のラインが短いのは、調査個体より下の斜面が短く、距離20mでほぼ渓流へ到達するためである。

調査ラインに沿って、落下時の落葉散布を調べる ためのリタートラップ(開口部 0.5 m²の円形)と、林 床での落葉分布を調べるための林床コドラート(面積 0.5m²の方形)を設置した(Photo 1)。リタートラップ は根元から距離 20 m までは 5 m 間隔で、距離 20 m 以 遠は 10 m 間隔で設置し、林床コドラートもリタート ラップに隣接するように設置した。リタートラップで の調査は 2005 年 10 月 21 日に開始し、樹冠の葉がほ ぼ無くなった同年 11 月 24 日に終了した。トラップの



Fig. 1. 小川群落保護林の地形と長期試験地の位置 等高線は 10 m 間隔である。

中味は約1週間おきに回収し、研究室でクリ落葉の枚 数を調べた。林床コドラートでの調査は2005年11月 25日に開始し、翌春、樹木の葉が展開する直前の4月 24日に終了した。葉の展開後は林内の風が弱まり(阿 部ら2008)、林床の落葉移動が不活発となることが知 られている(阿部ら2006a)。林床コドラートについて は、原則として約1ヶ月おきに現地にてクリ落葉の枚 数を調べ、調査終了後は落葉をコドラート内に戻した。

2.3 林内での風の観測

落葉移動を引き起こす主要な営力として林内で風の 観測をおこなった。林冠層の下部に届く高さ13 mの メインタワーを地形の緩やかな谷底部に設置し (Fig. 2 の A)、4 高度 (13 m、8.6 m、4.3 m、1 m)の風速および 高さ13 mの風向を計測した。このうち、高さ1 mの 風速については林床での落葉移動に関係する (阿部ら 2009) と考え計測したものである。さらに、以前の研 究 (阿部ら 2006b)では斜面により風の吹き方が異なる 可能性も示唆されたが、斜面上で林冠層に届くような 高いタワーを設置するのは難しいため、高さ4.3 mの サブタワーを調査対象木の近くに設置し (Fig. 2 の B、 C)、2 高度 (4.3m、1 m)の風速および高さ4.3 mの風向 を計測した。いずれのタワーでも、風向、風速は5 秒 ごとの瞬時値を記録した。風向の測定は各タワーの最 300m



Fig. 2. 長期試験地内に設けた落葉調査ライン(矢印)と風向・風速計の位置(A~C) 数字は5mメッシュ内のクリ本数を示す(調査対象木は丸で囲った)。



Photo 1. 右岸斜面に設置したリタートラップと林床コドラート (ピンクの枠)

上部のみであるが、ほかの高度でも同じと仮定した。 メインタワーAでの観測の詳細については、阿部ら (2008)を参照されたい。サブタワーB、Cについても、 高さ以外の構造や観測機器は同様である。

2.4 林床植生および斜面傾斜の調査

林床での落葉移動では、営力となる風以外にも林床 植生と斜面傾斜の影響が明らかになっており、林床植 生が少なく、傾斜の急な箇所ほど落葉は移動しやすい (阿部ら 2005, 2009)。そこで、落葉調査ラインに沿っ て、コドラート間の林床植生の被度と斜面傾斜を調べ た。林床植生については、隣接するコドラートの間を

測量をおこない、コドラート間の平均傾斜を算出した。
 2.5 モデルによる落葉散布パターンの推定
 落下時の落葉移動について、以前に作成したモデル
 (阿部ら 2006b)を用いて6ラインの落葉散布パターン
 を推定し、観測された散布パターンとの比較をおこな

を推定し、観測された散布パターンとの比較をおこな った。このモデルは、Greene and Johnson (1989)の風散 布種子の散布モデルを改良したものであり、元のモデ ルでは落下高が一定の平坦地を想定しているが、本モ デルは落下高が距離によって変化する斜面にも適用可 能である。本モデルは風速が対数正規分布することを 利用しており、落葉移動距離の変動は風速変動によっ て決定される。無風時については計算しないため、樹 冠近傍の推定値が過小になる問題はあるが、落葉がど れくらい遠くまで散布されるかといった検討は可能で ある (阿部ら 2006b)。本モデルの式は以下の通りであ る。

1 mごとに区切って被度を求め(幅は1mとした)、それらの平均値を計算した。植生被度の計測の際は、測量ポールを目印として地面に置き、目視にて被度を5%単位で評価した。斜面傾斜については、超音波樹高測定器(Haglof 社 Vertex III)を用いて各ラインの縦断

$$\frac{dQ}{dx} = \frac{Q(H - xH')}{Hx\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left\{-\left[\frac{\ln(xF/Hu_g)}{\sqrt{2\sigma}}\right]^2\right\}$$

ここで、Q: 落葉の総数; x: 樹冠中央からの水平距 離(m); H: 樹冠中央から地面までの高さ(m); H: Hの x による微分 dH/dx; F: 落葉の落下速度 (m/s); u_s :風速 u (m/s) の幾何平均; σ : ln (u) の標準偏差である。計算 では、根元ではなく樹冠の中心を基準とすることに留 意されたい。上式で計算される dQ/dx は、本来、供給 源を中心とした半径 x の円周上に落下する落葉数であ るが、著者らは特定の方位に限定して計算をおこなう ため (16 方位の 1 方位分に相当する 22.5°の角度範囲)、 単位面積あたりの落葉枚数は dQ/dx を円弧長 ($2\pi x/16$) で除した値となる。

風速分布のパラメータ u_gと σは、リタートラップの 回収期間ごとに各調査ラインの方向へ吹く風(ライン を中心とした 22.5°の角度範囲の風)を抽出し、林床 に近い高さ1mを除く3つの風速計のデータをまとめ て算出した。原則としてメインタワーAの風データを 用いたが、斜面により風の吹き方が異なる可能性もあ るため、サブタワーB、Cの風速で補正したパラメー タでもモデル計算をおこなった。パラメータの補正値 は、u_gと σのそれぞれについて、メインタワーAの3 高度をまとめて算出したパラメータと高さ4.3 mの風 速のみから算出した値との回帰式を作成しておき、こ の式にサブタワーB、Cの高さ4.3 mの風速から算出 された値を代入して求めた。

落下高Hは、傾斜地の場合、距離xの関数と考えられ、 阿部ら (2006b) は Hを x の多項式で近似したが、本研 究では距離x1mごとのHを地形測量データから求め ておき計算に用いた。葉の落下速度 F と落葉総数 Q の 決定方法については、阿部ら (2006b) とほぼ同様であ る。すなわち、落下速度 F は、無風の屋内 (高さ7 m) で計測した乾燥状態と湿潤状態の落下速度を降雨のな い時間、あった時間で重み付けし平均的な落下速度を 算出した。計測に用いたクリ落葉は、左岸側、右岸側 で別々にリタートラップのなかから無作為に抽出し (左岸側 220 枚、右岸側 127 枚)、降雨の有無は約 1.5 km 下流で計測した雨量データ (阿部ら 2011) から時間 単位で判断した。落葉総数

のは、根元から10m以遠 の範囲についてトラップの観測データから算出された 落葉総数とモデルで計算される値が一致するように決 定した。根元から1mと5mのトラップはほぼ樹冠下 にあり、無風時の落葉が多数落下すると予想されるた め、Qの決定において計算範囲から除外している。

3. 結果と考察

3.1 落葉期における落葉散布と風

樹冠から落下する際のクリ落葉散布は、ほとんどが 根元から5m付近にピークを持ち、距離が離れると急 速に減少した (Fig. 3)。クリ落葉の入った最遠方のトラ ップは左岸側ではラインL3の30m地点、右岸側はラ インR1の20m地点であったが、落葉期全体で1トラ ップに1~2枚(1m²あたり2~4枚)と極めて少なく、 大まかにみれば左岸側は距離30m、右岸側は15~20



Fig. 3. 落葉期におけるクリ落葉の散布状況 図中の数字は落葉の総数を表す。

mでほぼ落葉散布がなくなった。この結果は、2年前 におこなった阿部ら (2006b)の調査と同様であり、同 一斜面ではラインによる散布範囲の大きな違いは認め られなかった。落葉散布範囲に関する既存の研究では、 Stone (1977)が樹高 15 m のサトウカエデで 30 m 以内、 Ferrari and Sugita (1996)は樹種により 7.9 ~ 29.3 m 以 内といった報告をしており、著者らの結果もこれらに 近い。また、落葉散布のピークは 5 m ないし 10 m で あったが、この付近は樹冠直下や樹冠の縁に近い場所 である。樹冠近傍には無風時や弱風時に発生した落葉 が集中して落下するが、根元の近くは幹や大枝が落葉 の障害となるため、根元ではなく樹冠の縁付近が落葉 数のピークになったものと考えられた。

落葉期の風向は、基本的に北〜北東の風が多かった (Fig. 4)。斜め追い風となる左岸側のラインL3では、6 ライン中で唯一落葉散布のピークが距離 10 m にあり、 わずかだが距離 30 m まで落葉が散布されるなど風向 の影響があったと考えられた (Fig. 3)。一方、右岸側で は風速 1 m/s 以上の風の頻度が少なく、ラインに対し て横風または斜め向かい風であった。右岸側の落葉散 布範囲が左岸側に比べて狭かったのは、このためと考 えられた。右岸側では、下流側のラインほど落葉数が 多くなる傾向もみられたが (Fig. 3)、上流側からの横風 によって落葉が下流側へ運ばれたためではないかと思 われた。



Fig. 4. 落葉期における風配図

10月21日~11月24日における風速1m/s以上の%頻度 を示した(全データ数は587520)。

調査時の観察によると、強い風が吹いたときに葉が 落下することがある一方で、落葉最盛期には無風時で あっても葉は落下していた。樹冠近傍の落葉数が極め て多い (Fig. 3) ことからも無風時における落葉発生は 希でないと考えられる。調査期間中の平均落葉数をみ ると落葉期中頃をピークとする1山型の変化を示した が、風の頻度の変化に一定の傾向は認められず (Fig. 5)、3つのタワーのいずれでも風の頻度と落葉数の間 には有意な相関は認められなかった ($r = 0.28 \sim 0.56$, $p = 0.33 \sim 0.65$)。これらのことから、1日のような比 較的短い期間内では風が落葉発生を促進している可能 性はあるが、落葉期全体としてみれば、落葉の発生に は風よりもフェノロジーの効果の方が大きいといえる。

3.2 冬期の林床での落葉分布と風向、林床植生、斜面 傾斜

林床上の落葉分布は、落葉期末(11月25日)では落 下時の散布パターンと類似しており、分布のピークは 距離5~10mにあったが、その後、左岸側ではピー クが徐々に斜面下方へ移動していく様子が観測された (Fig. 6)。翌春(4月24日)には、左岸側における落葉 分布のピークは距離15m付近へと移動していた。調 査ラインごとにピークの高さは異なるものの、いずれ もピークの移動距離は5~10mであり、距離20m以 遠の分布にはほとんど変化が認められなかった。落葉 模型を使った野外実験でも、隣接する斜面では最大で 13.1mの平均移動距離が観測されていることから(阿



Fig. 5. 平均落葉数および風の頻度の季節変化 風の頻度は全データ数に対する L1 ~ L3 または R1 ~ R3 方向の風速 1 m/s 以上の割合である。

部ら 2009)、ピークの移動距離はおおむね妥当な値と 考えられる。一方、右岸側に関しては、ピークの移 動をともなうような落葉分布の変化はほとんどなく、 ライン R1 で落葉数の増加が認められたのみであった (Fig. 6)。

このように、左岸側 (特にラインL3) では落葉分布 ピークの移動が明瞭なのに対して、右岸側で分布パタ ーンの変化が不明瞭となったのは、風の吹き方の影響 が大きいと考えられた。林床上の落葉は、地表面の凹 凸や他の落葉による被覆などで風を受けにくく、強風 時でなければ移動しにくいと考えられるため(船田ら 2007)、林床付近における風速 3 m/s 以上の風について 風向分布を調べてみたところ (Fig. 7)、右岸側のサブタ ワー C では 3 m/s 以上の風はほとんどないことが分か った。風向分布は、風速 4 m/s 以上および 5 m/s 以上 の風についてもほぼ同じであった。右岸側で落葉移動 が不活発という結果は阿部ら (2009) でも得られていた が、その原因は落葉移動の引き金となるような風がほ とんど吹かないためといえる。一方、左岸側のサブタ ワーBの風は落葉期と似ており、北~北北東の風が多 かった。北北東の風の場合、ラインL3では斜め追い 風となるため、斜面下方への落葉移動が促進されると 考えられる。ラインL1とL2ではほぼ横風となるが、 強風が移動のきっかけとなり、重力の作用で落葉が下 方へ(おそらくは斜め下方へ)移動することもあると 思われる。

また、林床の落葉移動は、ササなどの林床植生が少



Fig. 6. 冬期における林床でのクリ落葉分布状況の変化

なく、傾斜が急な箇所ほど活発となることが明らかに なっている(阿部ら 2005, 2009)。調査ラインの傾斜は、 左岸側が 20°前後、右岸側が 30°前後と右岸側の方が 急であるが、右岸側では斜面上部(距離 1 ~ 10 m)に 林床植生の被度が 15 %以上とやや高い箇所があった (Fig. 8)。阿部ら (2009)によると、林床植生の被度 20 %以上ではほとんど落葉移動はおこらず、被度 15 % 前後でも他の条件によっては落葉移動がおきにくい。 右岸側では落下時の落葉散布が多い斜面上部において 林床植生が比較的多かったことが、前述した風の弱さ と合わせて、右岸側斜面の落葉移動を妨げていると考 えられた。左岸側でも距離 15 ~ 20 m 付近に林床植生 の被度が 15 %以上となる箇所があり (Fig. 8)、これら の植生が 20 m 以遠への落葉移動を妨げていたものと 考えられた。

なお、ライン R1 における冬期の落葉数増加 (Fig. 6) については、R1の上方または風上に散布された落葉 の移入が疑われた。しかし、右岸側では風が極めて弱 いうえ、R1上で分布ピークのシフトも認められない ことから、斜面上方からまとまった量の落葉移入があ ったとは考えにくく、また R1の近くには他のクリ個 体も存在しない。R1近傍の林床で小規模な落葉移動 はあったかもしれないが、ライン全体で落葉数が増加 傾向となる原因までは分からなかった。



Fig. 7. 冬期における林床付近の風配図 11月 25日~4月 24日における風速 3 m/s 以上の % 頻度 を示した (全データ数は 2592000)。



Fig. 8. 調査ラインの林床植生被度と斜面傾斜

3.3 放射性物質の流出に対する影響

通常、渓流への落葉供給は水生生物のエサ資源と して好ましいものであるが、福島原発事故による放射 能汚染が問題となっている地域では、森林からの放射 性物質の流出を防ぐためにも落葉の移動はできるだけ 抑制すべきと考えられる。林床での落葉移動は、上述 のように林床植生の影響を強く受けるため、林床植生 を用いて移動を抑制することが可能と考えられる。た とえば、斜面脚部や渓岸などにササや低木を20%以 上の被度で造成すれば、斜面上方より林床を経由して 渓流へ供給される落葉を止めることができるはずであ る。林床植生の造成が困難な場合には、ネットなど落 葉を捕捉する人工物の設置も有効と思われる。一方、 樹冠から渓流へ直接落下する落葉に関しては、移動を 抑制する効果的な手段はない。本研究の結果では落下 時の落葉散布範囲は根元から 15~30 m までであり、 渓岸から数 10 m 以内にある高木を伐採するという方 法も考えられるが、渓流生態系への悪影響など他に問 題が生じる危険が高く、計画にあたっては慎重に検討 すべきである。

現在のところ、福島県の落葉広葉樹林(コナラ林) では放射性セシウムの大部分は土壌層やリター層に存 在し、生葉のセシウム濃度は低いため (林野庁 2013)、 新たに落葉した葉が大きな問題になることはない。た だし、チェルノブイリ原発事故により汚染されたウク ライナの森林では放射性物質が森林内で循環している ことが知られており (Zibtsevら 2012)、我が国でも注 意が必要である。土壌からナラ類の葉への放射性セシ ウムの移行係数は、定常状態において 1.2×10⁻² m² kg⁻¹ であり(IAEA 2010)、福島県の森林における放射性セ シウム蓄積量は 2012 年で川内村 1000 kBq m⁻²、大玉村 100 kBq m⁻²前後と報告されている(林野庁 2013)。仮に、 蓄積量が変わらないままセシウム循環が定常状態に達 したとすれば、将来、コナラ葉のセシウム濃度は川 内村付近で 12.0 kBq kg⁻¹、大玉村付近では 1.2 kBq kg⁻¹ になると試算される。2012年の濃度は大玉村で 0.167 kBq kg⁻¹であるので、約7倍の濃度上昇となる。

3.4 落葉散布モデルの検証

落下時のクリ落葉散布を以前に作成したモデル(阿 部ら2006b)によって推定し、リタートラップによる観 測結果と比較した(Fig. 9)。モデル計算に用いたパラメ ータは Table 1 の通りである。本研究では無風時の落 葉がほとんどないと予想される距離 10 m 以遠につい て落葉総数が観測結果と一致するように *Q* の値を調整 したが、左岸側のモデル推定に関しては落葉数が距離 10 ~ 20 m で急減し、30 m 付近でほぼ 0 枚になるとい った特徴は再現された。詳細にみれば、ライン L2 の 15 m 地点のように過大推定となっている箇所もあるも のの、他の樹木が障害となってトラップの落葉数が少 なかった可能性も考慮すれば、モデルによる推定結果 は観測結果と比較的よく合っていると考えられる。一 方、右岸側に関しては、ライン R2、R3 で実際よりも 遠方まで落葉が散布されるという推定結果となった。

阿部ら (2006b) でも右岸側でのモデル推定には同様 の問題があったが、その原因の一つは前述したように 斜面による風の吹き方の違い (Fig. 4) と考えられる。 そこで、斜面上のサブタワー B、C のデータで風速パ ラメータu、σを補正してモデル計算をおこなったと ころ (Fig. 9のモデル b)、右岸側の各ラインではやや 改善が認められ、距離10m以遠の2乗平均平方根誤 差 RMSE は 5.7 ~ 19.5 枚 /m² から 3.9 ~ 10.2 枚 /m² へ 減少した。左岸側については、メインタワー A とサブ タワーBの風の吹き方が似ていたため (Fig. 4)、モデ ルbでも大きな変化はなかった (Fig. 9)。RMSE が 18.7 ~ 72.8 枚 /m² からモデル b で 31.3 ~ 77.3 枚 /m² へわ ずかに大きくなったが、これにはモデルbの風速パラ メータが斜面上で樹冠層までの風速を測定して求めた 値ではなく推定値であることが関係していると思われ た。原則的には、調査個体に近い斜面上で観測された 風データをモデル計算に用いた方が好ましいと考えら れる。なお、モデル b であっても RMSE は十分に小さ な値とは言いがたいため、特定の距離における落葉数 を正確に予測したいような場合では、本モデルの適用 は慎重に検討する必要がある。ただし、10m以遠の



Fig. 9. 落葉散布モデルによるクリ落葉の散布状況の推定 モデル b では、サブタワーのデータから推定した風速パラ メータを使用した。結果は落葉期全体 (10 月 21 日~ 11 月 24 日) のものである。

Table 1. 落葉散布モデルのパラメータ

ライン/	期間	Q(枚)	u_g (m/s)	σ	F (m/s)	モデル b		
						<i>Q</i> (枚)	$u_g (m/s)$	σ
L1	$10/21 \sim 10/28$	169	1.17	0.26	2.03	167	1.24	0.30
	$10/28 \sim 11/04$	1711	1.15	0.22	1.99	1705	1.27	0.30
	$11/04 \sim 11/10$	2723	1.40	0.33	2.03	2777	1.43	0.36
	$11/10 \sim 11/17$	1708	1.34	0.31	2.07	1738	1.36	0.34
	$11/17 \sim 11/24$	174	1.36	0.34	1.97	181	1.37	0.38
L2	$10/21 \sim 10/28$	274	1.21	0.24	2.03	280	1.30	0.31
	$10/28 \sim 11/04$	2007	1.16	0.24	1.99	2129	1.17	0.30
	$11/04 \sim 11/10$	2304	1.37	0.31	2.03	2404	1.36	0.35
	$11/10 \sim 11/17$	1783	1.35	0.32	2.07	1843	1.34	0.35
	$11/17 \sim 11/24$	384	1.44	0.35	1.97	396	1.38	0.37
L3	$10/21 \sim 10/28$	271	1.27	0.26	2.03	272	1.37	0.30
	$10/28 \sim 11/04$	2736	1.15	0.22	1.99	2888	1.16	0.28
	$11/04 \sim 11/10$	2706	1.35	0.30	2.03	2723	1.45	0.32
	$11/10 \sim 11/17$	2014	1.43	0.35	2.07	2079	1.48	0.38
	$11/17 \sim 11/24$	744	1.51	0.36	1.97	759	1.53	0.38
R1	$10/21 \sim 10/28$	0	1.07	0.20	2.19	0	1.09	0.26
	$10/28 \sim 11/04$	63	1.20	0.25	2.17	62	1.09	0.26
	$11/04 \sim 11/10$	380	1.15	0.22	2.20	434	1.14	0.28
	$11/10 \sim 11/17$	28	1.13	0.21	2.23	32	1.06	0.27
	$11/17 \sim 11/24$	0	1.24	0.29	2.15	0	1.08	0.29
R2	$10/21 \sim 10/28$	57	1.10	0.18	2.19	72	1.13	0.28
	$10/28 \sim 11/04$	83	1.14	0.22	2.17	91	1.03	0.28
	$11/04 \sim 11/10$	96	1.20	0.27	2.20	104	1.09	0.34
	$11/10 \sim 11/17$	126	1.19	0.28	2.23	134	1.03	0.32
	$11/17 \sim 11/24$	41	1.33	0.32	2.15	35	1.09	0.33
R3	$10/21 \sim 10/28$	0	1.08	0.18	2.19	0	0.99	0.32
	$10/28 \sim 11/04$	55	1.12	0.21	2.17	65	1.01	0.28
	$11/04 \sim 11/10$	232	1.28	0.31	2.20	213	1.03	0.31
	$11/10 \sim 11/17$	1038	1.30	0.33	2.23	973	1.04	0.34
	$11/17 \sim 11/24$	0	1.41	0.35	2.15	0	1.07	0.34

累積落葉数が 80 ~ 99 % に達するまでの距離を調べて みると、多くの場合、モデル b と観測値には数 m 程度 の違いしかなく、差が 5 m 以上となることはなかった (Table 2)。このことから、落葉散布範囲の広さを予測 することが目的であれば、本モデルは十分に有効と考 えられる。

以上のように、本モデルは斜面上の風速でパラメー タ補正することにより比較的良好な推定が可能といえ るが、これらの推定は方位ごとに独立して計算をおこ ない、各方位の

のも観測された落葉総数に合致するよ う調整したものである。任意の森林に本モデルを適用 するには、事前に Qを推定しなければならない。全方 位を合わせた落葉総数は個体の樹冠サイズ(葉量)に 規定されるが、どの方位へより多くの落葉が散布され るかは基本的には風向によって決定されると予想され る。しかし、各方位の落葉総数とその方位へ吹く風の 頻度との関係を調べてみると (Fig. 10)、風の頻度と落 葉総数には有意な相関は認められず (> 0.5 m/s の風: r = 0.18, p = 0.73; > 1.0 m/s の風: r = 0.07, p = 0.89)、必 ずしも各方位への風の頻度に比例して落葉総数が決ま っているわけではないことが明らかとなった。この原 因として、1枚の葉が落下する短い時間のなかで風向 が変化するケースや、高度による風向の違いがあるた めではないかと推察される。葉の滞空時間は、葉の落

Table 2. 10 m 以遠の落葉累積割合と距離との関係

ニイン	0/ 思结莎在粉	根元からの距離 (m)					
	70 糸傾倚未奴	モデル b (A)	観測値 (B)	差 (A-B)			
L1	80	16.7	16.4	0.3			
	90	19.8	19.7	0.1			
	95	23.1	22.6	0.5			
	99	30.8	26.4	4.4			
	RMS			2.2			
L2	80	16.6	15.5	1.1			
	90	19.5	18.8	0.7			
	95	22.5	21.9	0.6			
	99	29.7	26.1	3.6			
	RMS			1.9			
L3	80	17.4	15.4	2.0			
	90	20.9	18.3	2.6			
	95	24.8	22.4	2.4			
	99	33.0	29.8	3.2			
	RMS			2.6			
R1	80	15.1	14.2	0.9			
	90	16.9	16.6	0.3			
	95	18.2	18.0	0.2			
	99	19.6	19.6	0.0			
	RMS			0.5			
R2	80	15.3	12.7	2.6			
	90	17.0	13.7	3.3			
	95	18.2	15.1	3.1			
	99	19.6	17.6	2.0			
	RMS			2.8			
R3	80	14.3	12.8	1.5			
	90	16.2	13.9	2.3			
	95	17.7	15.5	2.2			
	99	19.5	17.7	1.8			
	RMS			2.0			
DI CLA T	卫护卫士相						

RMS: 2 乗平均平方根



Fig. 10. 各調査ラインの落葉総数とその方位へ吹く風の頻度との 関係

> 落葉総数は、各ラインを中心とする角度 22.5° の扇形内 に散布された落葉の落葉期全体の合計であり、風の頻 度はタワー B、C における高さ 4.3 m の風を示した。い ずれも 3 ライン (L1 ~ L3 または R1 ~ R3) の合計を 100 とする % 値で表した。

下速度と樹高から考えて 5 ~ 10 s と短いため、本研究 では落下中の風向変化はないものとし、例えば、南南 西への落葉散布は北北東の風のみによってもたらされ ると仮定している。しかし、南南西への落葉散布は、 葉の落下中に風向が北から北東へ変化するような場合 でも起こりうる。また、同一斜面内であれば風の吹き 方は類似しているものの (Fig. 4 の A、B)、風向は各タ ワー最上部だけの計測であり、山地のような複雑地形 の場合には、他の高度でも同様の風向とは限らない可 能性もある。このように、風データから各方位への*Q* 分配を推定するのは難しく、今後、より詳細な検討が 必要と考えられる。

4. まとめと残された課題

本研究では、渓流の両岸の斜面上に各3本の 調査ラインを設けて、希な樹種(クリ)の落葉 移動を追跡したが、林床の移動を合わせても、 落葉分布範囲が秋の落下時より広がることはなかった。 林床での落葉移動には、渓流への落葉供給期間を延ば すという重要な効果があるものの、被度15~20%の 林床植生でも落葉移動が抑止されるため、渓流への落 葉供給源となる範囲がどこまでかという観点では樹冠 から落下する際の移動の方がより重要と考えられる。 ただし、このことは林床植生によって落葉移動にとも なう放射性物質の流出を防止することが可能であるこ とも意味している。

落下時の落葉散布を予測するモデルに関しては、調 査対象に近い斜面上の風データを用いれば比較的良 好な推定が可能と考えられた。本調査地のような山地 では斜面ごとに風の吹き方が異なるため、高精度の推 定には多地点での風観測が必要となってしまうが、河 畔林のような平坦地形であれば、こういった問題はな いと思われる。また、本モデルは、適当なQ(例えば 1000や10000など)を用いれば、ある方位に対して実 際の落葉散布に相似した散布パターンを推定できるが、 どの方位にどれだけの落葉が散布されるかを知るため には落葉散布の実測データが必要になる。もし、風デ ータから各方位の落葉総数が推定できれば面的な落葉 散布パターンの予測も可能となるが、残念ながら、落 葉総数と風の頻度には明確な対応関係は認められなか った。すなわち、本モデルは最大傾斜方向のように特 定方位への落葉散布範囲を推定する場合には一定の有 効性があると考えられるが、現状では面的な予測をお こなうことは困難である。地形の平坦な渓畔林や河畔 林では、原則的に斜面下方へ落葉移動する傾斜地に比 べて、面的な予測がいっそう重要と考えられる。今後、 各方位への落葉分配のメカニズムを解明するなどして 面的な推定の可能なモデルを開発する必要がある。

謝辞

本研究をおこなうにあたり、茨城森林管理署、磐城 森林管理署の関係各位による力添えがあった。また、 森林総合研究所群落動態研究室の安部哲人氏(現九州 支所)、気象研究室の安田幸生氏(現東北支所)にはタ ワー設営やセンサー取り付けなどの作業を手伝ってい ただいた。これらの方々に感謝の意を表します。なお、 本研究は科学研究費補助金(17780133)の助成を受けて おこなわれた。

引用文献

- 阿部俊夫・藤枝基久・壁谷直記・久保田多余子・野口 宏典・清水 晃・坪山良夫・野口正二 (2011) 小川 群落保護林における水文観測報告 (2000 年 8 月~ 2007 年 9 月).森林総研研報, 421, 291-317.
- 阿部俊夫・布川雅典 (2005) 春期の渓流における安定同 位体を用いた食物網解析.日林誌, 87, 13-19.
- 阿部俊夫・布川雅典・藤枝基久 (2006a) 森林からの有 機物供給と渓流生態系.水利科学, 292, 1-23.
- 阿部俊夫・坂本知己・延廣竜彦・壁谷直記・萩野裕章・ 田中 浩 (2008) 小川群落保護林における風向・風 速の観測資料 (2003 年 11 月~ 2006 年 4 月). 森林 総研研報, 409, 245-266.
- 阿部俊夫・坂本知己・田中 浩・壁谷直記・延廣竜彦・ 萩野裕章 (2005) 落葉広葉樹林の林床における冬期 の落葉移動性.日林関東支論,56,247-248.
- 阿部俊夫・坂本知己・田中 浩・壁谷直記・延廣竜彦・ 萩野裕章 (2009) 落葉模型を用いた林床における斜 面下方への落葉移動距離の推定.日林誌,91,104-110.
- 阿部俊夫・坂本知己・田中 浩・延廣竜彦・壁谷直記・ 萩野裕章 (2006b) モデルによる河畔域の落葉散布 パターンの評価.応用生態工学,8(2),147-156.
- Cummins, K. W., Petersen, R. C., Howard, F. O., Wuycheck, J. C., and Holt, V. I. (1973) The utilization of leaf litter by stream detritivores. Ecology, 54, 336-345.
- Ferrari, J. B. and Sugita, S. (1996) A spatially explicit model of leaf litter fall in hemlock-hardwood forests. Can. J. For. Res., 26, 1905-1913.
- Fisher, S. G. and Likens, G. E. (1973) Energy flow in Bear Brook, New Hampshire: an integrative approach to stream ecosystem metabolism. Ecological Monographs, 43, 421-439.
- 船田 晋・吉村千洋・石平 博・竹内邦良 (2007) IC タグによる個体識別技術を用いた落葉動態観測. 水工学論文集, 51, 1159-1164.
- Greene, D. F. and Johnson, E. A. (1989) A model of wind dispersal of winged or plumed seeds. Ecology, 70,

339-347.

- Hicks, B. J. (1997) Food webs in forest and pasture streams in the Waikato region, New Zealand: a study based on analyses of stable isotopes of carbon and nitrogen, and fish gut contents. NZ. J. Mar. Freshw. Res., 31, 651-664.
- IAEA (2010) Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments. Technical Report Series, 472, 194pp.
- 加賀谷 隆 (1990) 山地小渓流における落葉の分解過程 と大型無脊椎動物のコロニゼーション.東大農学 部演習林報告, 82, 157-176.
- 金子真司・外崎真理雄・清野嘉之・池田重人・黒田克史・ 田中 浩・川崎達郎・齊藤 哲・梶本卓也・阿部 真・杉田久志・矢崎健一・太田敬之・三浦 覚・ 志知幸治・大貫靖浩・阪田匡司・篠宮佳樹 (2012) 東京電力福島第一原子力発電所事故による森林放 射能汚染の実態調査.関東森林研究,63,97-100.
- 金子真司・坪山良夫 (2012) 森林の放射能汚染と除染. 学術の動向, 17, 10-16.
- 岸 千春・中村太士・井上幹生 (1999) 北海道南西部の 小河川幌内川における落葉の収支及び滞留様式. 日生態誌, 49, 11-20.
- Kobayashi, S. and Kagaya, T. (2004) Litter patch types determine macroinvertebrate assemblages in pools of a Japanese headwater stream. J. North Am.Benthol. Soc., 23, 78-89.

- Kochi, K., Yanai, S., and Nagasaka, A. (2004) Energy input from a riparian forest into a headwater stream in Hokkaido, Japan. Arch. Hydrobiol., 160, 231-246.
- 大久保達弘・金子真司・金子信博・田中 浩 (2012) 第 123回日本森林学会関連研究会「福島原発事故の 森林生態系への放射能汚染影響を考える」研究会 の概要.森林科学,65,26-27.
- 林野庁 (2013) "平成 24 年度森林内における放射性 物質の分布状況調査結果について",林野庁, 11pp, http//:www.rinya.maff.go.jp/j/press/kenho/ pdf/130329-01.pdf.
- 森林総合研究所 (2013) "森林動態データベース", http:// fddb.ffpri-108.affrc.go.jp/, (参照 2013-05-20).
- Stone, D. M. (1977) Leaf dispersal in a pole-size maple stand. Can. J. For. Res., 7, 189-192.
- Suzuki, W. (2002) Forest vegetation in and around Ogawa Forest Reserve in relation to human impact. In Nakashizuka, T. and Matsumoto, Y. (eds.) "Diversity and Interaction in a Temperate Forest Community". Springer, 27-41.
- 安田卓哉・市川秀夫・小倉紀雄 (1989) 裏高尾の山地渓 流における有機物収支.陸水誌,50,227-234.
- Zibtsev, S., Kashparov, V., Yoschenko, V. (2012) チェルノ ブイリ原発災害後の汚染森林での 25 年間の放射 線影響研究の概説.森林科学, 65, 27-30.

Elucidation of leaf litter travel distance using a rare tree species at mountain slopes in the northern Kanto Region

Toshio ABE^{1)*}, Tomoki SAKAMOTO²⁾, Naoki KABEYA³⁾, Hiroaki HAGINO³⁾, Tatsuhiko NOBUHIRO⁴⁾, Hironori NOGUCHI²⁾ and Hiroshi TANAKA⁵⁾

Abstract

To elucidate the source area of leaf litter in a stream, we investigated the travel distance of leaf litter using an uncommon species (2 chestnut trees 15 m and 18 m high) as tracer at mountain slopes in the northern Kanto Region, and we verified the leaf dispersal model developed in our previous research. And also, leaf movement data is important to prevent radioactive leaves from flowing out of the forests contaminated by the Fukushima nuclear accident. During the leaf fall season, leaves were dispersed within about 30 m from the base of a surveyed tree along 3 survey lines on the left-side slope of the stream and within 15 - 20 m from the base along 3 lines on the right-side slope. Leaf redistribution occurred on the forest floor after the leaf fall season, and the peaks of the leaf distributions were shifted 5 - 10 m downslope during the winter period on the left-side slope; however, the range of the leaf litter dispersal did not expand in the redistribution process, because forest floor vegetation prevented the leaves from moving farther away. On the right-side slope, the wind velocity was very low and the leaf distribution did not obviously change. These results suggest that leaf dispersal during the leaf fall season is more important than leaf redistribution on a forest floor in determining the leaf source area, and that forest floor vegetation is useful for prevention of radionuclide discharge with leaf movement. Accuracy of our leaf dispersal model was improved a little using parameters corrected by wind velocity data near the monitored trees, but we could not estimate total leaf number in each direction, a parameter for the multidirectional prediction, without the litterfall data of the surveyed trees. It is necessary to develop a more accurate 2-dimensional model.

Key words : leaf litter, travel distance, wind, forest floor vegetation, Ogawa Forest Reserve

Received 25 June 2013, Accepted 4 February 2014

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

²⁾ Department of Meteorological Environment, FFPRI

³⁾ Kyushu Research Center, FFPRI

⁴⁾ Hokkaido Research Center, FFPRI

⁵⁾ Research Planning and Coordination Department, FFPRI

^{*} Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 92-25 Nabeyashiki, Shimo-kuriyagawa, Morioka, Iwate 020-0123, Japan; e-mail: toshioa@ffpri.affrc.go.jp

論 文(Original article)

森林総合研究所モデル木造住宅における環境振動の伝搬性状

宇京 斉一郎^{1)*}、佐野泰之²⁾、末吉 修三¹⁾、杉本健一¹⁾、 青木謙治¹⁾、小林久高³⁾、原田真樹¹⁾

要旨

森林総合研究所の構内に建築されたモデル木造住宅に対して、住宅外部の振動源からの振動伝搬 特性を明らかにするため、住宅外部に振動源となる加振機を設置して加振実験を実施し、住宅内部 に伝搬する振動の振動加速度レベル分布を求めた。また、モデル木造住宅近傍での木杭打設工事に 伴って発生した地盤振動についても敷地境界および住宅内部での振動計測を行なった。

住宅内部の振動加速度レベル分布は、1 階、2 階とも床面の支持構造による影響を受け、2 階では、 階下の壁線に沿って振動加速度レベルが減少する傾向がみられた。また、1 階の床は、鋼製束によ って2 階の床面よりも短い間隔で支持されているため、比較的高い振動数(40Hz 以上)で局所的 に大きな振動加速度レベルが観察された。基礎近傍と住宅内部の振動加速度レベル差については、 2 階床の水平方向の振動加速度レベルが地盤のそれより大きく、振動増幅が認められた。振動増幅 量が最大となった振動数帯域(6.3Hz から 8Hz)は、常時微動測定により求めた住宅の卓越振動数と も合致することから、振動増幅が共振現象によって生じたものと推察された。

キーワード:モデル木造住宅、加振実験、環境振動、振動加速度レベル、振動増幅、木杭打設

1. はじめに

交通や建設工事、工場の生産活動に伴って発生する 振動は地盤を介して住宅内部に伝搬し、居住者の日常 生活に支障をきたす場合がある。このように外部から 伝搬する振動に対する木造住宅の応答については、複 数の住宅に関する環境振動調査を基にした統計的な傾 向に関して報告はなされているが(平尾ら2009)、住 宅内での詳細な振動伝搬状況については報告例が少な く(佐野ら2009)、不明な点も多い。そこで本研究では、 木造軸組工法住宅の構造計画や平面計画が振動伝搬に 与える影響を明らかにすることを目的として、森林総 合研究所内に建築されたモデル木造住宅(森林総合研 究所 2009,小林ら2013)を用いて加振実験を行なった 結果について報告する。また、敷地内で実施された地 盤改良杭の打設工事に伴って発生した環境振動の実測 結果についても報告する。

2. 実験方法

2.1 加振実験

実験対象としたモデル木造住宅の平面図を図1に 示す。本加振実験の目的は、住宅外部を振動源とす る振動が、住宅内部へどのように振動伝搬するかを明 らかにすることにある。実験では、加振機(Shinken G-0130S)を用いて住宅外部の地盤面を鉛直方向に加

1)森林総合研究所構造利用研究領域

振し、住宅内部に伝搬する振動を振動レベル計(RION VM-53)により計測した。実験装置の概要を図2に、 また加振位置と測定点を図3に示す。加振機は写真1 に示すように住宅北側の敷地境界に相当する地盤面に コンクリートブロックを介して設置した。振動レベル 計は図3に示すように、基礎近傍の地盤面および1階、 2階の床面を順次移動し、鉛直方向および水平2方向 の3方向につき振動加速度を収録した。なお、水平2 方向については Y 方向を南北方向、X 方向を東西方向 に合わせた。住宅内部の受振点については、居室の振 動加速度レベル分布を得ることを主眼とし、1 階台所・ リビング、2階主寝室・子供部屋の測定点を密に設定 した。また、各居室内での受振点の間隔は、床下部の 梁や大引、柱の位置と一致するよう設定した。なお、 測定は竣工直後に行なったため、床面には家具等の重 量物は設置されていなかった。加振機から発生させた 振動波形はバーストランダム波(注記)とし、各測定 点につきバーストランダムによる加振を8回繰り返し た。バーストランダム波の例として加振機の近傍で計 測した鉛直成分の加速度波形を図4に示す。記録した 振動加速度波形は、JIS C1510 に規定される振動レベ ル計の指示値と同等の値となるよう、加速度波形を波 形処理ソフトウェア (リオン DA-20PA1) 上で処理し 振動加速度レベルへと変換した。各測定点における振

原稿受付:平成 25 年 8 月 27 日 原稿受理:平成 26 年 2 月 13 日

²⁾ 愛知工業大学工学部建築学科

³⁾ 島根大学大学院総合理工学研究科

^{*} 森林総合研究所構造利用研究領域 〒 305-8687 茨城県つくば市松の里1



図 1. モデル木造住宅の平面図(左:1階、右:2階) Fig.1. Layout plan of the wooden house constructed at FFPRI. Left: First floor, Right: Second floor.



図 2. 加振実験装置のブロックダイアグラム

- * 本報告ではモーダル解析結果については含まない Fig. 2. A block diagram of the measuring apparatus.
- * This paper does not include the modal analysis results.



写真 1. 加振機設置状況 Photo 1. Setting of the vibration exciter (shaker).





図 3. 加振点及び住宅内外の測定点

Fig. 3. Locations of shakers and accelerometers overlaid on the framing plan.



図 4. バーストランダム加振波形(鉛直成分)の一例 Fig. 4. An example of the burst random waveform (vertical component) recorded at the shaking point.

動加速度レベルは、1回のバーストランダム加振ごと の最大値を求め、それを8回の加振について平均して 求めた。

注)バーストランダム波(モード解析ハンドブック 編集委員会、2000):様々な振動成分を一様に含むラ ンダム波を、FFT分析器で時間窓をかけて短時間に区 切って発生させたもので、波形の最初と最後が零にな るのが特徴である。

2.2 木杭打設時の振動測定

前節の加振実験に加えて、モデル木造住宅の敷地近 傍で木杭打設工事 (写真2)が実施された際に、実振動 源(木杭打設)による環境振動の発生状況を検証する ために、敷地境界地盤面および住宅内部にて振動測定 を行なった。木杭打設は図5に示すとおり、モデル木 造住宅の西側敷地境界より約 21m に位置する 3m×3m の範囲で行われ、1m間隔で計16本の打設が行われた。 杭打ち機 (コマツ BA100) は打設箇所の北側を作業範 囲としており、振動源と住宅との距離はほぼ一定とみ なせた。振動の測定位置は西側の敷地境界および1階 床上2箇所および2階床上1箇所の計4箇所とした。 前節で用いた振動レベル計に付属する加速度計(リオ ン、PV-83C) と同じものを用いて 3 方向の加速度波形 を直接データロガー (DA-20、リオン) に収録した。杭 の打設工事は約1時間行われ、工事の開始から終了ま で収録を行なった。収録後、波形処理ソフトウェア(リオン DA-20PA1) を用いて 1/3 オクターブバンド分 析を行なった。



写真 2. 木杭打設工事の様子 Photo 2. Piling of wooden pile (ground improvement work).

2.3 常時微動測定

モデル木造住宅の水平方向の卓越振動数を把握す るために、木杭打設時に使用した加速度計(リオン、 PV-83C)を敷地境界地盤面(図5中M1)および2階 の床面(図5中M2)に設置し、常時微動計測を行な った。収録の結果得られた10分間の振動加速度波形 に対してフーリエ解析を行い、フーリエ振幅スペクト ルを求めた。







図5 木杭打設箇所および振動測定点

BL: 敷地境界上地盤面

1Fa: 1 階床 a, 1Fb: 1 階床 b, 2F: 2 階床

M1: 敷地境界上地盤面(常時微動測定点)

M2:2 階床(常時微動測定点)

Fig. 5. Location of the piling construction site and locations of vibration measured points.

BL: The ground point along the property line.

1Fa: point 'a' on the 1st floor, 1Fb: point 'b' on the 1st floor, 2F: the point on the second floor.

M1: The ground point along the property line(microtremor measurement).

M2: the point on the second floor(microtremor measurement).

3. 結果及び考察

3.1 加振実験の測定結果

各測定点で得られた水平(X方向、Y方向)2方向お よび鉛直方向の振動加速度をもとに、1/3オクターブ バンド分析を行い、振動加速度レベル分布を得た。1 Hzから80Hzまでの1/3オクターブバンド毎の振動加 速度レベル分布図は、補足電子資料(X方向:図1a、 Y方向:図2a、Z方向:図3a)に掲載し、以下では特 徴的な分布がみられた振動数帯域について示す。

3.1.1 水平方向の振動加速度レベル分布

振動数 12.5Hz の帯域における水平 2 方向(X 方向、 Y 方向)の振動加速度レベル分布をそれぞれ図 6 (Y 方 向)および図7(X方向)に示す。振動加速度レベル分 布の等高線は、Y方向の分布図ではY方向に、X方向 の分布図ではX軸に沿っており、水平構面が一体とな って剛体振動している様子がみてとれる。また、両方 向とも2階床の振動加速度レベルの最大値は基礎近傍 の値より大きく、振動増幅が認められる。2階床の振 動加速度レベルは、Y方向の分布図では西側、X方向 の分布図では北側で値が大きくなった。図8に示すと おり1階の耐力壁は、南と東に大きな開口部を設けて いることから、北側と西側に多く配置されている北 側、西側で大きくなった。







図 7. 水平方向の振動加速度レベル分布 (X 方向 12.5Hz)

Fig. 7. Distributions of vibration acceleration levels in the horizontal direction (X direction, 12.5Hz)



Right: Wall lines and studs are overlaid on the framing plan of the 2nd floor.

3.1.2 鉛直方向の振動加速度レベル分布

鉛直方向(Z方向)の振動加速度レベルについて、 16Hz、40Hz、50Hzの帯域における分布を図9示す。 16Hzの帯域では、1階床、2階床ともに振動源に近い 北東の領域における振動加速度レベルが高く、南西に 向かうにつれて振動加速度レベルが減衰している様子 がわかる。40Hzの帯域では、1階床の東側で、大引と 大引の間に振動加速度レベルの極大値がみられる。2 階床の分布は、階下に壁がない北東の領域において振 動加速度レベルの極大値がみられ、階下の壁線や、柱 で支えられた桁材に沿って等高線が密となり振動加速 度レベルが減少している様子がわかる(下部の支持構 造については、図8参照)。1階の振動加速度レベル 分布について、50Hzの帯域では40Hzの帯域でみられ た傾向がより強調され、土台と大引の間、あるいは大 引と大引の間の各区間に振動加速度レベルの極大値が 現れた。なお、50Hzの帯域では、1階床で計測された 振動加速度レベルの最大値は 74dB であり、基礎近傍 で計測された最大値 71dB より大きく振動増幅がみら れた。このように、1階と2階で振動加速度レベル分 布に違いが表れた要因としては、1 階床では大引の下 に鋼製束が入れられており、2階床よりも短い間隔で 床面が支持または拘束されていることがあげられる。 木造住宅の1階の床面での振動加速度レベル分布につ いては、鉄道を振動源とした測定事例(横島ら2006) においても比較的高い振動数帯域(63Hz)で振動増幅 することが報告されており、その要因として、束材の 影響により高次の振動モードが卓越することが指摘さ れている (佐野ら 2009)。一般的な木造軸組工法にお ける1階の床は、本モデル木造住宅と同様、鋼製束等 によって支持或いは拘束される場合が多く、比較的高 い振動数での振動が卓越しやすいものと考えられる。

3.1.3 振動増幅量

住宅の外部から住宅内部に伝搬した振動の増幅量を みるために、住宅基礎近傍の地盤(基礎から1m離れ た測定点の平均値)と住宅内部の振動加速度レベルの 差を振動増幅量として求めた。図10は、水平方向(X 方向、Y方向)および鉛直方向(Z方向)における1/3 オクターブバンド中心周波数毎の振動増幅量を示した ものである。1階床については、振動の方向に関わら ず全測定点の振動増幅量の平均値は負の側にあり、住 宅内部で振動は減衰する傾向にあった。1階床の鉛直 方向の振動については、前節でみたように50Hzの帯 域では局所的に増幅量が正となる測定点がみられた が、平均値と標準偏差を足した場合でも全帯域におい て増幅量は負となった。2階床について、鉛直方向の 振動増幅量の全測定点における平均値は全ての振動数 帯域において負であり、振動は減衰する傾向がみられ た。2階床の水平方向の振動については、X方向では 5Hzから10Hzの帯域、Y方向では6.3Hzから12.5Hz の帯域において増幅量の平均値および中央値が正とな り、X 方向では 6.3Hz、Y 方向では 8Hz の帯域に増幅 量のピークが見られた。増幅量のピーク値は振動が伝 搬する Y 方向のほうが大きくなった。2 階床および敷 地境界地盤面でのX方向およびY方向の常時微動の フーリエ振幅スペクトルを図 11 に示す。2 階床の卓越 振動数は X 方向が 6.3Hz、Y 方向が 7.3Hz にあること がわかる。増幅量がピークを示した帯域は、常時微動 計測で得られた卓越振動数とほぼ合致していることか ら、住宅構造部の共振現象により増幅が生じた可能性 が示唆される。増幅量が正となった振動数帯域では、 建物の共振が、また負となった振動数帯域では、地盤 から建物への入力損失や建物各部における減衰などの 影響が優勢であったと考えられる。

複数の住宅(木造戸建22棟、鉄骨造戸建5棟)の 振動増幅量を調査した結果においても(平尾ら2009)、 2階床の水平方向の振動については半数以上の住宅で 振動加速度レベルの増幅量が正となったことが報告さ れている。また同データを振動数毎にみると4Hzから8Hzの帯域で増幅量が正となる傾向にあったことが 示されており(国松ら2012)、本モデル木造住宅の結 果もこれらの測定事例の傾向と概ね合致した。なお、 2階床の鉛直方向の振動については、同文献(国松ら 2012)によると8割近い住宅で振動増幅量が負すなわ ち減衰する傾向にあったことが報告されているが、本 モデル木造住宅の鉛直方向の振動についても同様の傾 向を示した。

3.2 木杭打設時の測定結果

3.2.1 振動増幅量

木杭打設時に収録した振動加速度について、加振実 験と同様に、敷地境界地盤面と住宅内部との振動加速 度レベルの差、すなわち振動増幅量を求めた結果を図 12 に示す。同図には比較のため、加振実験での振動増 幅量についても示す。木杭打設時における振動増幅量 の振動数帯域毎の傾向は、低い振動数帯域(振動の方 向、測定階によって異なり16Hz~25Hz未満)では 概ね加振実験の傾向と一致した。一方、高い振動数帯 域(16Hz~25Hz以上)では、木杭打設時の振動増幅 量は、振動数が高くなるにつれ、加振実験時の振動増 幅量と乖離する傾向がみられた。ここで、地盤面の振 動加速度レベルの振動数成分についてみると(図13)、 振動数が高くなると、加振実験においては振動加速度 レベルが増加したのに対し、木杭打設実験では、中帯 域でピークを示した後、振動加速度レベルが減少して おり、木杭打設時には、高い振動数帯域において、加 振実験時よりも小さな振動加速度レベルの振動が伝搬

Investigation of the environmental vibration propagationcharacteristics of a wooden house constructed at the Forestry and Forest Products Research Institute



Vicinity of the bedding 基礎近傍 Maximum:64dB

1 F-40 Hz





1 F-50Hz









図 9. 鉛直方向の振動加速度レベル分布 (Z 方向: 16, 40, 50Hz) 上: 16Hz、中: 40Hz、下: 50Hz Fig. 9. Distributions of vibration acceleration levels in the vertical direction (Z direction: 16, 40, 50Hz)

Upper: 16Hz, Middle: 40Hz, Lower: 50Hz



図 10. 加振実験結果による各振動方向の振動増幅量 ○:平均値、◇:中央値、エラーバーは標準偏差を表す。 Fig. 10. Vibration amplification amount in three directions measured at the shaking test.

Legends: \bigcirc : mean, \diamondsuit : median, error bar indicates standard deviation. Note : differences of the vibration acceleration level between the ground and each floor.





Investigation of the environmental vibration propagationcharacteristics of a wooden house constructed at the Forestry and Forest Products Research Institute



図 12. 木杭打設時の各振動方向の振動増幅量

○:1Fa、△:1Fb、□:2F、●:加振実験時の平均値、エラーバーは標準偏差を表す。
 Fig. 12. Vibration amplification amount in three directions measured at the piling construction.
 Legends: ○:1Fa, △:1Fb, □:2F, ●: mean of the shaking test. The error bar indicates standard deviation.
 Note: differences of the vibration acceleration levels between the ground and each floor.



図 13. 木杭打設および加振実験での地盤面における振動加速度レベル (Lva)の比較

◇:木杭打設時の地盤(図5中のBL)のL_{va}

◆:加振実験時の地盤(基礎から1m離れた測定点の平均値)のL_{va}

Fig. 13. Comparison of the vibration acceleration level (LvA) of ground measured at the piling construction with the shaking test.

Legends: \diamond : L_{VA} measured at piling construction(BL in the Fig.5), \blacklozenge : L_{VA} measured at shaking test (mean of the measured points which were located 1m apart from the bedding).

したことがわかる。以上のことから、高い振動数帯域 においては、振動増幅量は伝搬した振動の大きさによ って変化していることになり、伝搬した振動加速度レ ベルと振動増幅量が非線形の関係にある。この原因に は、次に示すことが考えられる。加振機実験の加振 力と地盤上に設置された振動レベル計の加速度から地 盤伝搬振動の群速度を計算すると100m/s程度となる。 この群速度をもとに振動増幅量において差を生じ始め る 16Hz の波長を計算すると 6m 程度となる。建物の基 礎(振動伝搬方向)が7m程度あり、地表面伝搬して きた振動のうち、これよりも波長が短くなると、建物 への入力損失が大きくなると考えられる(たとえば 櫛 田 1997)。図 14 に示す通り、加振機実験については地 表面加振のみであるのに対し、木杭打設においては重 機がアウトリガーを上下させ杭を打ち込む。この作業 により発生する振動は、アウトリガーの接点に生じる 地表面加振と杭側部及び杭頭に生じる地中加振が考え られる。木杭打設においては、このように地中加振源 が存在する。地表面加振が、表面波成分の伝搬が多い と考えられるのに対し、地中加振では、実体波成分の 影響も大きくなると考えられる。表面波として伝搬し た振動が、建物への入力損失により小さくなることに よって、加振実験と木杭打設との伝搬系の違いが顕著 になり、振動増幅量が見かけ上非線形の関係になって いると考えられる。この他の要因に、打設に伴い、杭 側部及び杭頭に生じる非線形変形(杭打設に伴うめり 込み)の影響などが挙げられる。これらのメカニズム については、未解明であるため、今後検討をしていく 必要があると考える。

なお、木杭打設時の振動増幅量のピークは2階X方 向、6.3Hzの振動数帯域にあり、加振実験と同様、常 時微動測定から得られた卓越振動数(X方向6.3Hz) と合致した。

3.2.2 振動に関する居住性能評価

外部の振動源による建物の居住性能評価の指針と して、日本建築学会から「建築物の振動に関する居住 性能評価指針・同解説」(日本建築学会、2004。以後、 指針とする)が刊行されており、交通による水平振動 と鉛直振動を対象とした評価指針が示されている。指 針では、建物の応答波形に対して 1/3 オクターブバン ド分析を行い、得られた振動加速度の最大値を、水平 方向と鉛直方向について別々に定められた性能評価曲 線と照合することによって性能評価を実施する。図 15 は、木杭打設時に収録した振動加速度波形について、 1/3 オクターブバンド毎の最大値を指針の評価曲線と



図 14. 加振実験および木杭打設工事における振動伝搬系

Fig. 14. Schematics of vibration propagation systems of the shaking test and the piling construction.

Investigation of the environmental vibration propagationcharacteristics of a wooden house constructed at the Forestry and Forest Products Research Institute



図 15. 木杭打設時の最大応答加速度と*性能評価曲線との比較

*日本建築学会 2004 「建築物の振動に関する居住性能評価指針」

Fig. 15. Comparison of the maximum response acceleration measured during the piling construction with evaluation lines *.

Legends: Refer to Fig.5. * Evaluation lines are based on the 'Guidelines for the evaluation of habitability to building vibration' established by Architectural Institute Japan (AIJES-V001-2004).

共に示したものである。指針では、振動加速度そのも のを 1/3 オクターブバンド分析した結果、または、JIS C1513-2002 に定めるところの 1/3 オクターブバンド分 析器を用いる場合は、衝撃信号用時定数(10msec)に て分析処理した結果を用いることを推奨している。本 研究で用いた 1/3 オクターブバンド分析ソフトウェア (リオン、DA-20PA1) は後者に該当しており、時定数 10msec にて実効値計算した値を評価量として用いた。 住宅内部で計測された振動について、水平方向では2 階の応答加速度が敷地境界 (BL) よりも高い値を示し たが、その評価は知覚確率 10% の曲線 (H-10) を下回 る結果となった。ここでいう知覚確率とは、評価点に 人がいた場合、何%の人がその振動を感じるかを示し ている。一方、鉛直方向については、住宅内部の応答 加速度は敷地境界(BL)以下であったが、その評価は 1 階、2 階共に知覚確率 30% の曲線 (V-30) を超える結 果となった。

4.まとめ

モデル木造住宅の外部から住宅内部への振動伝搬特 性を明らかにするために、加振実験を行い、住宅内部 の振動加速度レベルの分布を得た。また、モデル木造 住宅近傍での木杭打設工事に伴って発生した環境振動 の測定を実施した。その結果、以下の事が明らかとな った。

- ・鉛直方向の振動加速度レベル分布は、1 階床、2 階床 ともに、床面を支持する土台、柱、壁およびそれら の平面的配置による影響を受けた。1 階床は、鋼製 束によって2 階床よりも短い間隔で支持されている ため、比較的高い振動数(40Hz 以上)で振動加速度 レベルのピークが観察された。2 階床では、階下の 壁線に沿って振動加速度レベルが減少する傾向がみ られた。
- ・加振実験の結果得られた振動増幅量について、1 階床では水平・鉛直方向ともに、全ての1/3 オクターブバンドにおいて全測定点の平均値が負となり、振動増幅は認められなかった。2 階床の水平方向の振動については、5Hz から12.5Hz の帯域で振動増幅が認められた。振動増幅量が最大となった振動数帯域(6.3Hz 8Hz)は、常時微動計測によって得られた住宅の水平方向の卓越振動数とも合致しており、共振現象によって振動増幅が生じた可能性が示唆された。なお、2 階床の鉛直方向については、全測定点の振動増幅量の平均値は負となり、振動増幅は認められなかった。

謝辞

本研究は、森林総合研究所運営費交付金プロジェクト (200903:地域材を利用した安全・快適住宅の開発 と評価)によった。

凡例:各測定点については図5を参照、

引用文献 (五十音順)

- 櫛田裕(1997)"環境振動工学入門 建築構造物と環境 振動",理工図書,156-157.
- 国松 直・平尾善裕・北村泰寿 (2012) 振動数を考慮し た家屋内振動の予測方法.騒音制御,36(1),89-99.
- 小林久高・末吉修三・杉本健一・原田真樹・森川岳・ 宇京斉一郎 (2013)森林総合研究所におけるモデル 木造住宅(実験住宅)の概要等について.森林総 合研究所研究報告,12(1),75-87.
- 佐野泰之・伊積康彦・横島潤紀・冨田隆太・石橋敏久・ 平松和嗣・成瀬治興・後藤剛史 (2009) 木造家屋 床面の振動モード解析:鉄道により高振動数が卓 越する床面の解析.日本建築学会技術報告集,15 (29),151-154.
- 森林総合研究所 (2009) "森林総合研究所設計コンペ「近 未来の木造住宅」-安全・快適・高耐久、省エネ - 受賞作品集"、森林総合研究所第2期中期計 画成果9(安全・安心-5).

- 平尾善裕・横島潤紀・国松直 (2009) 地盤振動に起因す る家屋振動増幅特性の測定法および事例について .日本騒音制御工学会春季研究発表会講演論文集, 49-52
- モード解析ハンドブック編集委員会(2000)モード解 析ハンドブック,コロナ社,53
- 横島潤紀・伊積康彦・平松和嗣・石橋敏久・永関慶樹・ 後藤剛史 (2006) 木造家屋内における鉄道走行時の 振動実測結果について.日本建築学会技術報告集, 24, 203-206.
- 日本建築学会 (2004) 建築物の振動に関する居住性能評 価指針・同解説

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。
- 図 1a-1~1a-5 X 方向の振動加速度レベル分布
- 図 2a-1~2a-5 Y 方向の振動加速度レベル分布
- 図 3a-1~3a-5 Z 方向の振動加速度レベル分布
- URL: http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/bulletin/430/ index.html

Investigation of the environmental vibration propagation characteristics of a wooden house constructed at the Forestry and Forest Products Research Institute

Seiichiro UKYO^{1)*}, Yasuyuki SANO²⁾, Shuzo SUEYOSHI¹⁾, Kenichi SUGIMOTO¹⁾, Kenji AOKI¹⁾, Hisataka KOBAYASHI³⁾ and Masaki HARADA¹⁾

Abstract

An on-site shaking test was conducted in order to evaluate the vibration propagation characteristics of a two-story wooden model house which was constructed as part of a research project at FFPRI. Distributions of vibration acceleration levels on each floor were measured. Besides shaking test, environmental vibrations induced by the piling of wooden piles were measured.

The distribution of the vibration acceleration level (L_{VA}) was largely influenced by the location of floor supporting structure elements; on the second floor, values of the vertical L_{VA} along the downstairs walls were smaller than the values where no supporting members were present underneath. Unlike the second floor, the first floor was supported by metal studs at shorter intervals as compared to those supporting of the second floor. Therefore, locally high L_{VA} values were observed at a relatively higher frequency band (larger than 40Hz) on the first floor. Vibration amplification was evaluated with the difference of the L_{VA} between the ground near the bedding and each floor. The amplification of horizontal vibration was confirmed on the second floor. The frequency band at which the amplification was largest (6.3Hz -8Hz) was in accordance with the predominant frequency obtained with micro tremor measurement. Therefore, it is likely that amplification is caused by the resonant phenomena.

Key words: wooden model house, on-site shaking test, environmental vibration, vibration acceleration level, vibration amplification, wooden pile construction

Received 27 August 2013, Accepted 13 February 2014

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

²⁾ Department of Architecture, Faculty of Engineering, Aichi Institute of Technology

³⁾ Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University

^{*} Department of Wood Engineering, FFPRI, Matsunosato 1, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan; e-mail: ukyo@ffpri.affrc.go.jp

補足電子資料



γ























1 F-4Hz Vicinity of the bedding 基礎近傍 Maximum:22dB Maximum:29dB 15 21 22

19 17 16

Unit dB

4 0



Υ







٥

図 1a-3. X 方向の振動加速度レベル分布 (6.3-12.5 Hz) Fig. 1a-3. Distributions of vibration acceleration levels in the X direction(6.3-12.5 Hz)

Unit dB









図 1a-5. X 方向の振動加速度レベル分布 (40-80 Hz) Fig. 1a-5. Distributions of vibration acceleration levels in the X direction(40-80 Hz)

















図 2a-2. Y 方向の振動加速度レベル分布 (2.5-5 Hz) Fig. 2a-2. Distributions of vibration acceleration levels in the Y direction(2.5-5 Hz)



30

25

Unit dB



1 F-6.3Hz

Υ

Maximum:25dB

18

٥













2F-20Hz Maximum.48dB





図 2a-4. Y 方向の振動加速度レベル分布 (16-31.5 Hz) Fig. 2a-4. Distributions of vibration acceleration levels in the Y direction(16-31.5 Hz)















図 2a-5. Y 方向の振動加速度レベル分布 (40-80 Hz) Fig. 2a-5. Distributions of vibration acceleration levels in the Y direction(40-80Hz)























図 3a-1. Z 方向の振動加速度レベル分布 (1-2 Hz) Fig. 3a-1. Distributions of vibration acceleration levels in the Z direction(1-2Hz)























図 3a-2. Z 方向の振動加速度レベル分布 (2.5-5 Hz) Fig. 3a-2. Distributions of vibration acceleration levels in the Z direction(2.5-5 Hz)















2F–8Hz

Maximum:29dB



Unit dB





図 3a-3. Z 方向の振動加速度レベル分布 (6.3-12.5 Hz) Fig. 3a-3. Distributions of vibration acceleration levels in the Z direction(6.3-12.5 Hz)























図 3a-4. Z 方向の振動加速度レベル分布 (16-31.5 Hz) Fig. 3a-4. Distributions of vibration acceleration levels in the Z direction(16-31.5 Hz)

























ノート (Note)

Isolation of Pristionchus bucculentus from the large mushroom beetle, Encaustes praenobilis

Natsumi KANZAKI^{1)*}, Hisatomo TAKI²⁾, Hayato MASUYA³⁾ and Kimiko OKABE²⁾

Key words: Encaustes praenobilis, entomophilic nematode, molecular barcode, new carrier, Pristionchus bucculentus

An entomophilic (insect phoretic) nematode, Pristionchus bucculentus Kanzaki, Ragsdale, Herrmann, Röseler & Sommer (Rhabditida: Diplogastridae) was originally described from the dissected body of a shining mushroom beetle, Episcapha gorhami Lewis (Coleoptera: Erotylidae), found on a Basidiomycota fungus occurring on dead wood in Sapporo, Hokkaido, Japan (Kanzaki et al. 2013). The species was reisolated from the large mushroom beetle, Encaustes praenobilis Lewis (Coleoptera: Erotylidae), during a field survey of insect-associated nematodes, and the isolation information is described as a new locality and a new carrier. Molecular barcode information (near-full-length of 18S ribosomal RNA, D2/D3 expansion segments of 28S ribosomal RNA and the partial sequence of mitochondrial cytochrome oxidase subunit I) is presented.

One male and three female adults of E. praenobilis were hand-sampled on August 9, 2013 in the Shirakami mountains, Nishimeya, Aomori, Japan. The insects were brought back to the laboratory, and dissected alive under a stereomicroscope to examine the associated nematodes. After the dissection, the dissected bodies were placed individually on 2.0% water agar (WA) plates, and kept at room temperature. Subsequently, the plates were examined once a week for 1 month. Although the nematodes were not recognized during the dissections, they propagated on all four insect bodies, feeding on bacteria 1 week after the dissections. The mouth and pharynx morphology of propagated nematodes were observed under light microscope to determine their feeding habitats. The nematodes were confirmed as bacteria-feeders, thus, they were transferred to NGM agar to establish laboratory cultures. The cultures were observed under light microscopy for morphological identification, using the method of Kanzaki (2013). DNA samples were prepared using the method of Tanaka et al. (2012), and the molecular sequences were determined following the methods in Kanzaki and Futai (2002) and Ye et al. (2007). The species diagnostic characters, i.e., thin and membrane-like per- and interradial cheilostomatal plates of males and females (Fig. 1), and arrangement of male genital papillae and phasmids, i.e., v1, v2d, v3, v4, ad, phasmid, v5, v6, v7, pd, from anterior (Fig. 2) were identical to the original description of *P. bucculentus* (Kanzaki et al. 2013). The newly determined molecular barcodes were deposited in GenBank with the accession numbers AB852581 (ca. 1.6 kb of near-full-length SSU), AB852582 (ca 750 bp of D2/D3 LSU), and AB852583 (ca. 700 bp of mtCOI), and the corresponding part of near-full-length SSU was identical to previously determined ca. 500 bp of speciesspecific molecular barcode (KC463832) (Kanzaki et al. 2013).

Pristionchus bucculentus was originally described as an associate of E. gorhami (Kanzaki et al. 2013). E. gorhami and the new carrier (host) E. praenobilis are close taxonomically, and known as "mushroom beetles"; although they belong to different genera, they have similar preferred habitats, i.e., they feed on



Fig. 1. Right lateral view of stomatal part of Pristionchus bucculentus. A: Micrograph; B: Schematic drawing. Cheilostomatal plates are suggested by arrows.

Department of Forest Microbiology, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687, Japan; e-mail: nkanzaki@affrc.go.jp 森林総合研究所森林微生物研究領域 〒 305-8687 茨城県つくば市松の里1

オオキノコムシからの Pristionchus bucculentus の検出 神崎菜摘^{1)*}、滝久智²⁾、升屋勇人³⁾、岡部貴美子²⁾

Received 7 November 2013, Accepted 22 November 2013

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

²⁾ Department of Forest Entomology, FFPRI

³⁾ Tohoku Research Center, FFPRI



Fig. 2. Male tail characters of *Pristionchus bucculentus*.A, B: Right lateral view of male tail in different focal planes.Genital papillae (v+number, ad, pd) and phasmid (ph) are suggested by arrows.

Basidiomycota fungi occurring on dead wood (Kurosawa et al. 1985). The nematode species might be associated with a wide range of mushroom beetles, and prefer habitat conditions that are suitable for mushroom beetles.

References

- Kanzaki, N. (2013) Simple methods for morphological observation of nematodes. Nematol. Res. 43, 15-17.
- Kanzaki, N. and Futai, K. (2002) A PCR primer set for determination of phylogenetic relationships of *Bursaphelenchus* species within *xylophilus* group. Nematology 4, 35-41.
- Kanzaki, N., Ragsdale, E.J., Herrmann, M., Röseler, W. and

Sommer, R.J. (2013) *Pristionchus bucculentus* n. sp. (Rhabditida: Diplogastridae) isolated from a shining mushroom beetle (Coleoptera: Scaphidiidae) in Hokkaido, Japan. J. Nematol. 45, 78-86.

- Kurosawa, Y., Hisamatsu, S. and Sasaji, H. (eds.) (1985) The Coleoptera in Japan in color. Hoikusha, 500 pp.
- Tanaka, R., Kikuchi, T., Aikawa, T. and Kanzaki, N. (2012) Simple and quick methods for nematode DNA preparation. Appl. Entomol. Zool. 47, 291-294.
- Ye, W., Giblin-Davis, R. M., Braasch, H., Morris, K. and Thomas, W.K. (2007) Phylogenetic relationships among *Bursaphelenchus* species (Nematoda: Parasitaphelenchidae) inferred from nuclear ribosomal and mitochondrial DNA sequence data. Mol. Phylogenet. Evolut. 43, 1185–1197.

28

森林総合研究所研究報告の基本方針

1.審 查

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、ノート、総説、研究資料) が、審査の基準に照らして掲載可能か否かを判断する 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(ノート及び研究資料 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。

(2013年8月27日)

投稿資格

 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、ノート、総説及び研究 資料とする。論文は、原著論文として他の出版物に投 稿または掲載されていないものに限る。短報は、速報 性の高いものを4頁以内にまとめる。ノートは、価値 のある新事実または結論を含むものを2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

- 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 集刊行係に提出する。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 編集刊行係 Tel 029-829-8135 Fax 029-873-0844 E-mail:kanko@ffpri.affrc.go.jp

原稿の修正

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

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、事前に編集刊行係に申し出て、編集委員長の 許可を得るものとする。

(2013年8月27日)

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) 図・表・写真及びその説明(和文、英文また は和英併記)
 - (7) 補足電子資料(Supplemental materials)
 - 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)図・表・写真及びその説明
 - (7) 補足電子資料(Supplemental materials)

ただし、ノートは表題・著者名・所属、キーワード、 本文(目的、方法、結果などの項目は付けない)、引 用文献、図表、補足電子資料の順に記述する。原則 として、図、表、引用文献は必要最少限とする。

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

 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 をいれる。

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に続いて*(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。

ノートについては、要旨は不要とする。

キーワード

7. 原稿の内容を的確に表すキーワード(論文、短報、 総説及び研究資料は7語以内、ノートは5語以内)を 記載する。キーワードの選定は検索に用いられること を考慮し(調査年等は不適)、英語と日本語を対応させ、 記載の順序を揃える。英語は、固有名詞の最初の文字 を除き、すべて小文字で書く。

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

10.1)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) 連名の埋金 (Ahmad and Bahan 1952)(堀、世金

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

3名以上の場合は第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)

- 2)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. Leafl. 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字以下の場合は、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) (永塚鎭男訳, 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. env.go.jp/earth/report/h14-03/index.html.
- 3)私信扱いの情報は、下記の例に従い、本文中に記 載する。
- (所属,氏名,私信)

(Name, Affiliation, personal communication)

英文校閲

11. 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

12.1)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。

- 2)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)か頁幅(170 mm)のどちらかを明示する。なお、図・表・写真 の挿入箇所を本文原稿用紙の右欄外に朱書きで明示 する。
- 3)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3cm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。
- 4) 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。

補足電子資料(Supplemental materials)

13. 紙面の都合上掲載できない図表は、補足電子資料 として引用文献の後に付記することができ、本文中に も引用できる。印刷版には引用文献の後に図表の表題 と公開 URL を、電子版には全てを公開する(例;図. S1,表.S1)。

補足電子資料の掲載は、論文、短報、ノート、総説、 研究資料の全てが対象となる。

(2013年8月27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

2014年3月 発行 森林			森林	総合研究所研究報告 第13卷1号(通卷430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 ©2014 Forestry and Forest Products Research Institute

BULLETIN

of the Forestry and Forest Products Research Institute

森林総合研究所研究報告

Vol.13-No.1 (No.430)

page1



北関東の山地斜面における希な樹種を用いた落葉移動距離の解明 :阿部 俊夫、坂本 知己、壁谷 直記、萩野 裕章、延廣 竜彦、野口 宏典、田中 浩 Elucidation of leaf litter travel distance using a rare tree species at mountain slopes in the northern Kanto Region by ABE Toshio, SAKAMOTO Tomoki, KABEYA Naoki, HAGINO Hiroaki, NOBUHIRO Tatsuhiko, NOGUCHI Hironori and TANAKA Hiroshi

page13

森林総合研究所モデル木造住宅における環境振動の伝搬性状 :宇京斉一郎、佐野泰之、末吉修三、杉本健一、青木謙治、小林久高、原田真樹

Investigation of the environmental vibration propagationcharacteristics of a wooden house constructed at the Forestry and Forest Products Research Institute by UKYO Seiichiro, SANO Yasuyuki, SUEYOSHI Shuzo, SUGIMOTO Kenichi, AOKI Kenji, KOBAYASHI Hisataka and HARADA Masaki

page27

オオキノコムシからの Pristionchus bucculentus の検出 :神崎菜摘、滝久智、升屋勇人、岡部貴美子

Isolation of Printionchas bucculentus from the large mushroom beetle, Encaustes praenobilis by KANZAKI Natsumi, TAKI Hisatomo, MASUYA Hayato and OKABE Kimiko



Forestry and Forest Products Research Institute



1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8587, Japan URI http://www.ftpri.affrc.go.jp/