

PRINT ISSN 1882-840X

ONLINE ISSN 2758-6642

岐阜県森林研究所

研 究 報 告

第 52・53 号

Bulletin of the Gifu Prefectural
Research Institute for Forests

Vol. 52,53

岐阜県森林研究所

Gifu Prefectural Research Institute for Forests

岐阜県美濃市

Mino, Gifu

2024 年 3 月

March 2024

—— 技術資料 ——

- 1 ヒノキ心去り正角を使用した 3 段接着重ね材の曲げ強度性能／
田中健斗，土肥基生
- 5 ナラ枯れ被害根株のくん蒸処理による防除効果／
大橋章博

—— 論文抄録 ——

- 9 石灰施肥がクリ園における細根成長速度，細根形態と外生菌根形成に与える影響（根の研究）／
田中（小田）あゆみ，野口享太郎，古澤仁美，木下晃彦，仲野翔太，小長谷啓介，水谷和人，
柴田尚，山中高史
- 10 高時間分解能衛星画像を用いた正規化植生指数による伐採箇所および森林被害箇所の
抽出について（Ⅱ） — 定期的な抽出と情報提供の試行 — （中部森林研究）／
久田善純，國枝裕介，古川邦明
- 11 林道の災害時代替路機能の定量化 — 道路ネットワークトポロジーの観点からの評価
（森林利用学会誌）／
渡部優，斎藤仁志，白澤紘明，植木達人，古川邦明，臼田寿生，和多田友宏
- 12 シンポジウム「震災から 10 年：津波にねばり強い海岸林（もり）づくりの「これまで」と
「これから」」の開催報告（森林立地）／
小野賢二，野口宏典，吉田俊通，藤田早紀，渡辺名月，新田響平，大谷達也，太田敬之，
谷川東子，平野恭弘，渡邊仁志，山下尚之

—— 技術資料 ——

- 15 土石流災害リスク評価支援図の作成／
臼田寿生，白澤紘明，和多田友宏
- 19 森林作業道の土構造による横断排水施設の機能評価／
和多田友宏，臼田寿生
- 23 根鉢の小型化と元肥がヒノキ実生苗のサイズと根鉢形成率に及ぼす影響／
茂木靖和，渡邊仁志

—— 論文抄録 ——

- 27 岐阜県郡上市における高齢スギ人工林のサイズ分布特性（森林総合研究所研究報告）／
宮本和樹，荒木眞岳，山川博美，中尾勝洋，栗屋善雄，渡邊仁志，久田善純
- 28 シンポジウム「知られざる「森林土壌と気候変動」—カーボンニュートラル（ネットゼロ）の鍵を握る土壌—」の開催（森林立地）／
橋本昌司，石塚成宏，山下尚之，酒井佳美，坂部綾香，片柳薫子，喜多智，渡邊仁志
- 29 地域産バーク堆肥を用いたヒノキ実生コンテナ苗の育苗（中部森林研究）／
玉木一郎，金山陽佑，田中一徳，茂木靖和
- 30 ヒノキ実生コンテナ苗の中期的な成長特性と下刈り期間への影響（中部森林研究）／
渡邊 仁志，茂木 靖和
- 31 CO₂ 排出量の少ない地域産資材を用いた
ヒノキ実生コンテナ苗の育成の可能性（日本森林学会誌）／
田口木乃霞，玉木一郎，茂木靖和

技術資料

ヒノキ心去り正角を使用した3段接着重ね材の曲げ強度性能

田中 健斗・土肥 基生

Bending Strength Performance of 3-Step glued build-up timber using hinoki squared timber without pith

Kento Tanaka, Motoo Dohi

径級 34 ～ 42cm, 長さ 6m のヒノキ丸太から心去り正角を 2 丁取りで製材し, 70 ～ 83℃ の乾球温度で人工乾燥を行った後, 非破壊で動的ヤング係数を測定して接着組み合わせを決定した。水性高分子イソシアネート系樹脂接着剤を用いて接着し, 120mm × 360mm × 6000mm の 3 段接着重ね材を製造した。実大曲げ試験の結果, 曲げ強度性能のうち曲げ強さは全ての材で接着重ね材の日本農林規格の基準を満たしていたが, 曲げヤング係数は基準を満たさないものが一部に見られた。接着重ね材の構成材料 3 本の動的ヤング係数の平均値と試験体のみかけの曲げヤング係数の間には非常に強い正の相関が見られたことから, 使用する部材を選択することにより, 重ね材の性能評価や強度性能を担保できることが示唆された。

キーワード: ヒノキ, 接着重ね材, 心去り正角, 曲げヤング係数, 曲げ強さ

I はじめに

低層住宅建築のうち木造軸組工法では, 構造用合板や柱材と比較して, 梁や桁等の横架材における国産材の使用割合は, 1 割程度と低位にとどまっている。横架材には高いヤング係数や多様な寸法への対応が求められるため, ベイマツ製材やレッドウッド (ヨーロッパアカマツ) 集成材等の輸入材が高い競争力を持っている。

一方で, 接着重ね材の日本農林規格 (JAS) が 2019 年 1 月 31 日に制定され, 認定工場にて製造されたものを JAS 認証材料として使用することができるようになった。

接着重ね材は, 「構造用を使用する製材を, その繊維方向を互いにほぼ平行にして厚さ方向に積層接着したもののうち, 構造耐力上主要な部分に使用する木材 (農林水産省 2019)」と定義されており, 一般流通材を使用し, 高いヤング係数や多様な寸法に対応した製品を開発することで, 横架材分野での国産材利用の促進に寄与する可能性がある。

近年では, 人工林資源が充実しヒノキ原木の大径化が進んでいる。このため, 例えば末口径 34cm 以上の丸太から, 従来の心持ち木取りの材以外に, 心去り木取りの材を複数得ることが可能となり, 今後はこのような木取りが増加すると予想される。一般に髓から 15 ～ 20 年輪程度の木部は未成熟材と呼ばれ, 強度, 比重などの物理的性質が成熟材と比べて安定せず, 材質的に劣る。心去り木取りとすることにより, 従来の心持ち木取りと比べ

て未成熟材の割合が少なく, 強度性能に優れた製品を開発することが可能になる。さらにそれらを積層接着し, 大断面部材とすることで, ベイマツ製材やレッドウッド集成材などと対抗できる製品を開発することが可能になると考えられる。すでに長野県ではカラマツ心持ち角同士や, スギ, ヒノキ, カラマツ, アカマツの心持ち平角に厚板を積層接着した「信州型接着重ね材」(伊東ら 2006) を開発し強度性能データ等の蓄積が行われ, 建築基準法第 37 条に基づく国土交通大臣認定を受けている。また, BP 材と呼ばれるスギ, ヒノキの 105mm 角などの一般製材を束ね (Binding), 重ね (Piling) の両方向で集め, エポキシ接着剤で圧着して剛性を高めた木質材料が開発されており, 心持ちの A 材を利用するため, 国内林業の課題である A 材の需要喚起が期待されている (日刊木材新聞社 2022)。

このように, 心持ち材の接着重ね材については, 強度性能の検証が進められているが, ヒノキ心去り正角を接着した重ね材の強度性能を検証した例はない。そこで, 本研究では県産ヒノキ心去り正角を使用した 3 段接着重ね材の強度性能の担保となる強度データを蓄積することを目的として実施した。

II 試験方法

試験には岐阜県産ヒノキ元玉丸太 (材長 6m, 末口径 34 ～ 42cm) を 80 本 (予備材含む) 用いた。原木は FFT アナライザー (小野測器 CF-4700) により 1 次共振周波

数を測定し、縦振動法により動的ヤング係数を得た。製材、乾燥は、県内のヒノキ製品を主に製造する製材会社で行った。送材車付き帯鋸盤により、1本の丸太から粗挽き寸法が幅145～170mm×厚さ145～160mmとなるよう2丁取り製材を行った。木取りは、可能な限りあての部分避け、二方桁となるように製材した。人工乾燥は蒸気式木材乾燥機を用い、乾球温度70～83℃、乾湿球温度差1～13℃の条件で中温乾燥を行った。人工乾燥終了後、約1カ月の養生期間を経てモルダーにより幅130mm×厚さ125mmに調整した。養生期間中に、縦振動法により動的ヤング係数を算出するとともに、接着重ね材の日本農林規格（JAS）に従い、同一等級構成接着重ね材となるように接着組み合わせを決定した。

接着作業は、県内の構造用集成材のJAS認証を受けている工場にて実施した。接着の際、外層の構成材料は木裏が中心軸側を向くように配置し、内層の構成材料は木表および木裏が接着層に面するように配置した。

接着剤は（株）オーシカ製鹿印ピーアイボンドPI-5300、架橋剤は（株）オーシカ製鹿印ピーアイボンド用架橋剤H-30を使用した。接着剤と架橋剤の配合割合は100:15とし、塗布量は約250g/m²、片面塗布とした。プレス前の閉鎖堆積時間は10分以内とし、圧縮圧力は1MPa、圧縮時間は1時間以上とした。接着完了後は、モルダーにより、幅120mm、高さ360mm、長さ6,000mmに加工した。

加工後、試験体を4カ月程度室内で保管し、実大曲げ試験を実施した。曲げ試験の実施前にFFTアナライザー（小野測器CF-4700）により1次共振周波数を測定し、縦振動法により接着重ね材の動的ヤング係数を算出した。

実大曲げ試験には、実大強度試験機（前川試験機製作所製IP-100B-F2）を用い「構造用木材の強度試験マニュアル」（財団法人日本住宅・木材技術センター2011）に準じ、3等分点4点荷重法により行った。スパン長、荷重点間距離はそれぞれ5,760mm（梁せいの16倍）、1,920mm（梁せいの約5.3倍）とし、載荷速度は毎分20mmで破壊するまで荷重を加え、最大荷重から曲げ強さを算出した。試験体の変位測定には、一般型変位計（東京測器SDP-200E）を用い、試験体の広い面の両側で測定した2箇所の平均値を採用し、最大荷重の10%および40%時点の変位からみかけの曲げヤング係数を算出した。また、試験体片面に高感度変位計（東京測器CDP-25）を取り付けたヨークを設置し、最大荷重の10%および40%時点の荷重点間のたわみからせん断変形の影響を含まない曲げヤング係数を測定した。試験体の長さの制約から、スパン長を試験体梁せいの16倍としたため、みかけの曲げヤング係数は標準荷重条件（梁せいの18倍）時の値に調整した。なお、加力方向はエッジワイズであるが、上下の設置方向は中心の構成材料の木表が下向きとなるようにした（節などの欠点を考慮せずに設置した）。

曲げ試験後に、材端から50cm以上内側の非破壊部分から含水率測定用の試験片（2cm厚）を切り出し、全乾

法により含水率を求めた。曲げ強さとみかけの曲げヤング係数の算出値は含水率の値による影響を防ぐため、ASTM D 1990-07の含水率定数により、算出値を含水率15%の値に調整した。

Ⅲ 結果と考察

表-1に、使用した原木の性状測定結果を示す。原木の動的ヤング係数は7.83kN/mm²から16.55kN/mm²に分布し、平均10.56kN/mm²であった。素材の日本農林規格（農林水産省2007）に規定する縦振動ヤング係数区分に当てはめると、Ef90、Ef110、Ef130、Ef150に該当する本数はそれぞれ33本、29本、15本、3本であった。

表-1. 原木の性状測定結果（n=80）

区 分	末口短径 (mm)	元口短径 (mm)	年輪数	細り (mm/m)	みかけの比重 (kg/m ³)	動的ヤング係数 (kN/mm ²)
平 均	364	453	91	8.1	677	10.56
標準偏差	20	45	11	3.5	98	1.67
最小値	313	377	67	0.8	487	7.83
最大値	406	585	118	18.2	968	16.55

試作した接着重ね材の日本農林規格（農林水産省2019）に定められた強度等級ごとの本数は、E120-F300が13体、E110-F270が8体、E100-F250が8体、E90-F220が11体、E80-F190が3体、計43体であった。表-2に実大曲げ試験の結果を示す。みかけの曲げヤング係数は8.32kN/mm²から13.61kN/mm²に分布し、平均10.86kN/mm²であった。曲げ強さは38.7N/mm²から63.1N/mm²に分布し、平均49.2N/mm²であった。真の曲げヤング係数は9.06kN/mm²から14.80kN/mm²に分布し、平均12.01kN/mm²であった。

表-2. 接着重ね材の曲げ試験結果（n=43）

区 分	試験時含水率 (%)	動的ヤング係数 (kN/mm ²)	みかけの曲げヤング係数 (補正後) (kN/mm ²)	曲げ強さ (補正後) (N/mm ²)	真の曲げヤング係数 (kN/mm ²)
平 均	13.8	11.8	10.86	49.2	12.01
標準偏差	1.6	1.3	1.35	6.0	1.47
最小値	11.5	9.4	8.32	38.7	9.06
最大値	16.6	14.1	13.61	63.1	14.80

試験体の破壊性状は、引張の力が加わる下側外層に存在する節から破壊が進展したもの（図-1）や、圧縮の力が加わる上側外層に存在する節の付近が圧縮により破壊したもの（図-2）が主であった。また、今回の木取りでは、側面が桁目となり、流れ節が出現することが多くなった。このため、流れ節が接着層に接している場合に、これを起因として内層から破壊が進展する事例（図-3）が見られた。また、内層の構成材料がせん断により破壊したものが43体中2体見られた。試験体を確認したところ、いずれも内層の構成材料が年輪に沿って破壊



図-1. 試験体の破壊状況（引張側節からの曲げ破壊）



図-2. 試験体の破壊状況（上面圧縮側の圧縮破壊）



図-3. 試験体の破壊状況
（接着面に接する内層流れ節からの破壊）



図-4. せん断破壊した試験体の破壊性状

しており（図-4）、接着層のせん断により破壊したものは見られなかった。なお、せん断破壊した試験体の最大荷重は、その他の試験体と同程度であった。今回の構成材料の乾燥工程では、高温セット処理を行わず中温域での乾燥としており、採取した含水率測定用の試験片も内部割れは認められなかったことから、乾燥による強度低下（工藤ら 2019）の可能性は低いと考えられた。

重ね材のみかけの曲げヤング係数（補正後）と曲げ強さ（補正後）の関係を図-5に示す。相関係数は $R=0.62$ と正の相関が見られた。試験体のうち1体が強度等級ごとのみかけの曲げヤング係数の基準をわずかに満たさなかったが、強度等級ごとの曲げ強さは全ての材で基準を満たしていた。破壊性状を加味すると、接着方法や乾燥方法による強度低下の可能性は低く、節の有無や目回り等の欠点が強度性能に及ぼす影響が高いと考えられた。

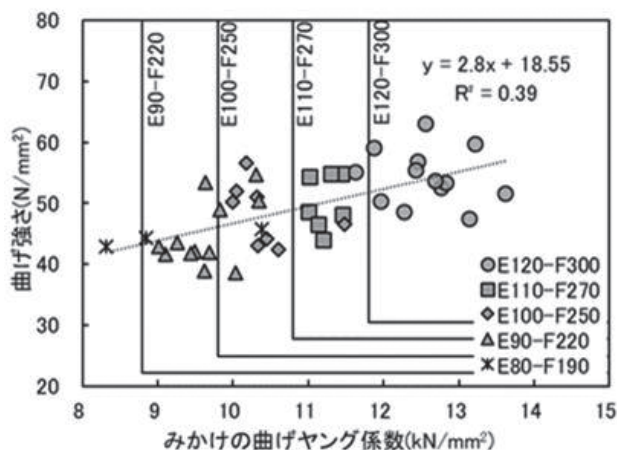


図-5. みかけの曲げヤング係数と曲げ強さの関係
（グラフ内の実線は強度等級ごとの基準値）

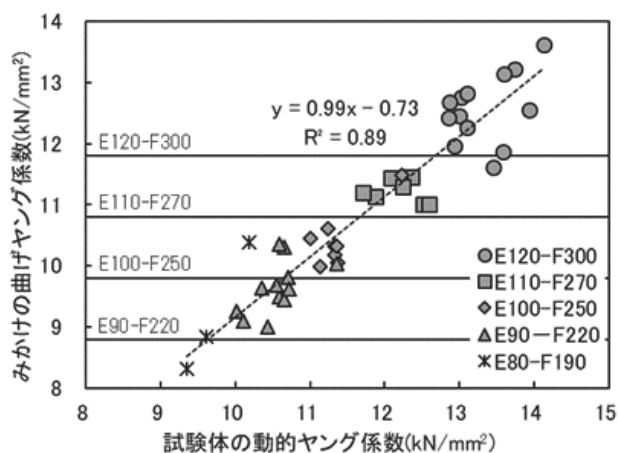


図-6. 重ね材の動的ヤング係数と
みかけの曲げヤング係数の関係
（グラフ内の実線は強度等級ごとの基準値）

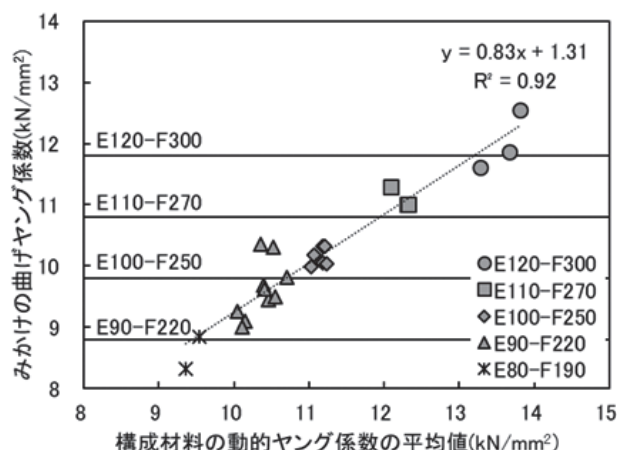


図-7. 構成材料の動的ヤング係数の平均値と
みかけの曲げヤング係数の関係
（グラフ内の実線は強度等級ごとの基準値）

接着重ね材の動的ヤング係数とみかけの曲げヤング係数の関係を図-6に示す。相関係数は $R=0.94$ と非常に強い正の相関が見られた。また、3本の構成材料の動的ヤング係数の平均値と、それらを用いて製造した接着重ね

材の見かけの曲げヤング係数の関係を図-7に示す。相関係数は $R=0.96$ と非常に強い正の相関が見られた。これらのことから、完成品の曲げヤング係数も通常の製材品と同様、動的ヤング係数から予測が可能であること、材料の動的ヤング係数から完成品の曲げヤング係数を予測することが可能であると示唆された。

今回の試験で、接着前に動的ヤング係数の測定を行い、接着組み合わせを決定することで、みかけの曲げヤング係数と曲げ強さの基準をおおむね満たす接着重ね材を製造することができた。今後、構成材料の段階で、流れ節や目回りなどの欠点を排除することによる強度性能の向上効果など、さらなるデータの蓄積を行うことにより、安定して日本農林規格（JAS）の基準を満たすヒノキ心取り正角3段重ね材の製造方法を明らかにする。

引用文献

- 伊東嘉文・吉田孝久・橋爪丈夫（2006）地域材を利用した接着重ね梁の実用化試験（1）－カラマツ6m接着重ね梁の製造と性能評価－．長野県林業総合センター研究報告21号：57-66
- 株式会社日刊木材新聞社（2022）木材・建材ハンドブック：272
- 工藤康夫・小林慧・町田初男・井道裕史（2019）高温セツトが材の強度劣化に及ぼす影響．群馬県林業試験場研究報告23号：53-63
- 農林水産省（2007）告示第1052号 素材の日本農林規格．
- 農林水産省（2019）告示第179号 接着重ね材の日本農林規格．
- 財団法人日本住宅・木材技術センター（2011）構造用木材の強度試験マニュアル．

技術資料

ナラ枯れ被害根株のくん蒸処理による防除効果

大橋 章博

Effect of fumigation treatment for control of oak wilt-affected stumps

Akihiro Ohashi

ナラ枯れ被害木の伐倒くん蒸処理が、根株内のカシノナガキクイムシに及ぼす殺虫効果を明らかにするため、ナラ枯れ被害木の根株にくん蒸剤を処理した 10 本をくん蒸処理区、蒸留水を処理した 10 本を対照区として、各処理区の根株から脱出してくるカシノナガキクイムシ成虫数を調査した。その結果、対照区の脱出数は 484 ～ 18,392 頭 /m³、平均 6,565.7 頭 /m³ であったのに対し、くん蒸処理区は 87 ～ 6,773 頭 /m³、平均 3,444.1 頭 /m³ と、くん蒸処理によって脱出数は半減したが、殺虫効果としては不十分であった。

キーワード : カシノナガキクイムシ, ナラ枯れ, くん蒸処理, 防除効果, 根株

I はじめに

ナラ枯れ被害の駆除方法として最も一般的なものは、伐倒くん蒸処理である。この方法は、被害木を伐採後、太さ 10cm 以上の枝、幹を適当な長さに玉切りして集積し、くん蒸用シートで材を被覆した後に、くん蒸剤で処理するものである。これによって、樹幹内のカシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）およびラファエレア菌を殺虫、殺菌することができる。しかし、カシナガは根株部分でも繁殖するので、この部分も薬剤処理する必要がある。このため、現場では根株付近に被害材を集積し、根株も一緒にシートで被覆することで根株部をくん蒸処理している。この際、防除効果を高めるために、根株の両側 3 か所にチェーンソーで深さ 4 ～ 5cm の刻みを入れるか、立木型くん蒸法に倣って、根株の樹幹部にドリルで穴を 10cm 間隔に空けてくん蒸剤を注入することとしている（日本林業技術協会編, 2015）。くん蒸処理による殺虫効果については、薬剤処理後に被害材を割材し、材中の幼虫の生死により検証されているものの、根株部

分の効果については検証されていない（斉藤ら, 1999）。また、そもそも根株がカシナガの餌資源としてどの程度利用されているのか、根株からどれくらいのカシナガが脱出してくるのかについても明らかにされていない。

そこで、根株からのカシナガ発生数、および根株へのくん蒸処理による防除効果を明らかにするため、羽化トラップを用いた調査を行ったので、その結果を報告する。

II 試験方法

1. 根株からのカシナガ脱出数の把握

2005 ～ 2009 年にナラ枯れで枯死し、伐採されたコナラの根株 8 本を供試木とした。供試木の概要を表 -1 にまとめた。根株断面の直径を根元径とし、直径巻尺で計測した。根株高は最大値と最小値の平均値とし、直径と根株高から地上部の材積を算出した。また、地下部の材積は、次式（大隅, 1971）により推定した。

$$V = 2.314 d^{2.45}$$

V : 根株材積, d : 根株直径

表 -1. 各供試木の概要およびカシノナガキクイムシ脱出頭数

	枯死年	根元径 (cm)	根株高 (cm)	地上部材積 (m ³)	地下部材積 (m ³)	根株材積 (m ³)	脱出虫数 (頭)	材積当たり脱出 虫数 (頭 /m ³)
岐 阜 市	2005	71	36	0.142	1.000	1.142	3,522	3,083.2
池 田 町 1	2006	70	30	0.115	0.966	1.081	1,832	1,694.5
池 田 町 2	2006	48	23	0.042	0.383	0.425	2,648	6,233.8
上石津町 1	2009	56	30	0.074	0.559	0.633	5,627	8,891.3
上石津町 2	2009	51	35	0.071	0.445	0.516	493	955.4
上石津町 3	2009	32	35	0.028	0.142	0.170	2,848	16,749.6
上石津町 4	2009	38	32	0.036	0.216	0.252	2,341	9,272.7
美 濃 市	2009	67	18	0.063	0.867	0.931	10,679	11,471.9
						平均	3,749	7,294.0

各供試木について、枯死した翌年の5～6月に根株に羽化トラップを設置し、根株から脱出してきたカシナガを定期的に回収し、計数した。

2. 根株へのくん蒸処理による防除効果

岐阜県土岐市泉町 青少年自然センター構内で2012年夏にナラ枯れで枯死したフモトミズナラを2013年3月5日に伐採し、その根株20本を供試木とした。その後、各根株をチェーンソーで可能な範囲で地際の高さまで切り戻した。各根株の長径と短径を測定し、その平均値を根株直径とし、上記方法と同様に地下部の材積を推定した。供試木の概要を表-2に示した。

根株20本のうち、10本をくん蒸処理区、10本を対照区とし、くん蒸処理区にはNCS液剤を、対照区には蒸留水を供試した。供試にあたっては、根株の辺材部円周上に直径10mmのドリルビットで深さ約7cmの穴を約10cm間隔で空け、そこにNCS液剤または蒸留水をスポイトで注入した。注入した液量はいずれも4mL/穴とした。薬剤の注入は、2013年6月4日に行った。その後、各根株に羽化トラップを設置し、根株から脱出してくるカシナガクイムシを定期的に回収、計数した。

Ⅲ 結果と考察

1. 根株からのカシナガ脱出数の把握

表-2. 供試木の概要

処理区	処理区	根元径 (cm)	根株材積 (m ³)
対照区	1	34.6	0.172
	2	39.9	0.244
	3	49.0	0.403
	4	31.5	0.137
	5	29.2	0.113
	6	39.8	0.242
	7	32.3	0.145
	8	35.3	0.180
	9	40.7	0.256
	10	37.0	0.203
	平均	36.9	0.209
くん蒸 処理区	1	45.0	0.327
	2	34.6	0.172
	3	46.6	0.356
	4	29.2	0.113
	5	53.5	0.500
	6	42.0	0.276
	7	45.2	0.331
	8	30.5	0.126
	9	35.8	0.187
	10	34.5	0.171
	平均	39.7	0.256

表-1に各根株の概要とカシナガ脱出数を示した。脱出虫数は、493から10,679頭と大きなばらつきが見られた。また、材積当りの脱出数は955.4～16,749.6頭/m³、平均7,294.0頭/m³であった。小林・野崎(2006)は枯死木からのカシナガ脱出数を35,000頭/m³と推定しており、これと比較すると少なかった。これは、調査対象とした樹種の違いや、根株部の餌資源としての適性が考えられたが、このほかに、根株材積を正しく評価できていないことも考えられた。今回、地下部材積の推定に用いた計算式は、根元径の3倍の範囲内の根系の材積を推定するもので、細い根系の材積も含まれている。カシナガの繁殖に適するのは直径10cm以上の部位とされており(小林・野崎, 2006)、今回算出された材積は過大に評価されていることになる。とは言え、通常行われている伐採法では、根株から多い個体では1万頭を超えるカシナガが脱出するなど、一定数脱出してくることが確認された。このことから、根株を防除する必要性が示された。

2. 根株へのくん蒸処理による防除効果

根株からのカシナガ脱出虫数を図-1, 2に示す。対照区の脱出数は118～3,201頭、平均1,280.9頭であったのに対し、くん蒸処理区は15～2,563頭、平均854.7頭であった。材積当たりの脱出数に換算すると、対照区は484～18,392頭/m³、平均6,565.7頭/m³であったのに対し、くん蒸処理区は87～7,942頭/m³、平均3,444.1頭/m³であった。脱出数は大きなばらつきがみられたが、対照区の脱出数は、上記3.1.の結果とおおむね一致した。被害木を伐採後、根株部を地際ぎりぎりまで伐採しても、一定数のカシナガが脱出することが明らかとなった。一方で、くん蒸処理区の平均脱出数は

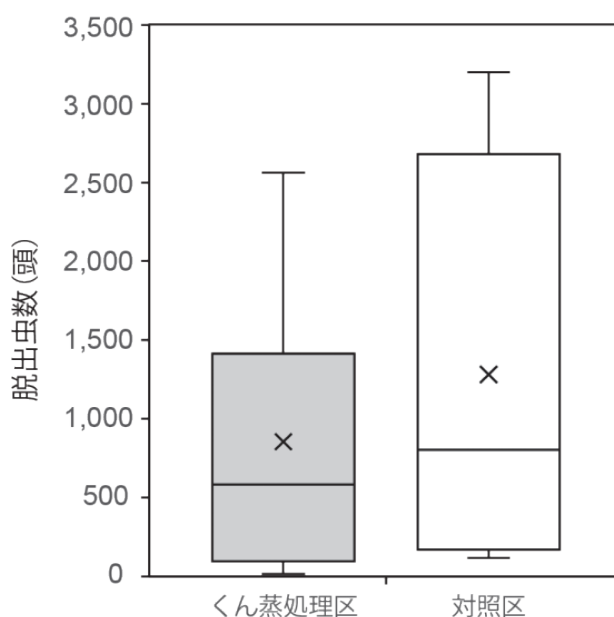


図-1. 各処理区のカシナガ脱出虫数

箱ひげ図中の横線は中央値、×印は平均値、箱は四分位範囲、ひげの両端は箱の長さの1.5倍内にある最大値と最小値を示す。

対照区に比べ、脱出数で 33%，材積当たりの脱出数で 48%減少しており（図-1，2），くん蒸処理により殺虫できていることは認められたが，防除効果としては不十分であった。

ナラ枯れ被害先端地において被害の拡大を阻止するに

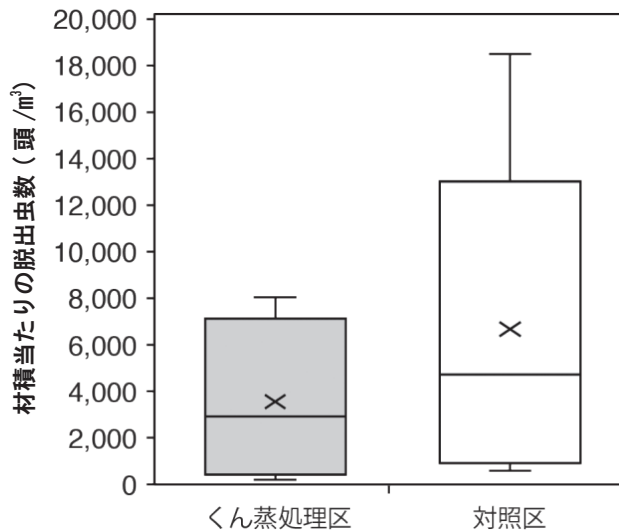


図-2. 各処理区の材積当たりの脱出虫数
箱ひげ図の説明は図-1 に同じ。

は，被害木の全量駆除と殺菌剤の樹幹注入による予防が必要である。しかし，本研究の結果から，伐倒くん蒸処理では根株内のカシノナガキクイムシを完全に殺虫できないことが明らかになった。駆除と予防を実施しても十分な効果が得られないと防除を実施することへの疑問も生じかねない。そのためにも早急に防除法の改善や代替の防除法を検討していく必要がある。

引用文献

- 小林正秀・野崎 愛 (2006) カシノナガキクイムシの脱出数と枯死本数の推定. 森林防疫 55 : 224-238
- 日本森林技術協会編 (2015) ナラ枯れ被害対策マニュアル改訂版
- 大隅眞一 (1971) 根株材積の推定. (森林計測学. 大隅眞一編, 養賢堂). 70-71
- 斉藤正一・中村一史・三浦直美 (1999) ナラ類集団枯損の薬剤防除法. 森林防疫 48 : 2-12
- 斉藤正一・中村一史・三浦直美 (2000) ナラ類集団枯損被害立木への NCS 注入によるカシノナガキクイムシとナラ菌の防除法の改良. 林業と薬剤 152 : 1-11
- 斉藤正一・中村一史・三浦直美 (2001) ナラ類集団枯損被害立木へのくん蒸剤注入によるカシノナガキクイムシとナラ菌の防除法の改良. 山形県森林研究研修センター研報 29 : 11-19

抄 録

石灰施肥がクリ園における細根成長速度, 細根形態と
外生菌根形成に与える影響¹

田中 (小田) あゆみ^{2,3}・野口 享太郎⁴・古澤 仁美²・木下 晃彦⁵・
仲野 翔太^{2,6}・小長谷 啓介²・水谷 和人・柴田 尚⁷・山中 高史⁴

Effects of liming on the fine root production, fine root morphology and ectomycorrhizal
association in a chestnut orchard¹

Ayumi Tanaka-Oda^{2,3}, Kyotaro Noguchi⁴, Hitomi Furusawa²,
Akihiko Kinoshita⁵, Shota Nakano^{2,6}, Keisuke Obase²,
Kazuto Mizutani, Hisashi Shibata⁷, Takashi Yamanaka⁴

主要な果樹であるクリを対象に、石灰施肥によって細根の量と形態、菌根形成率がどのように変化するか調べた。調査地は山梨県北杜市のクリ園とした。クリ成木の周囲に石灰施肥区 (40kg CaO ha⁻¹) と無施肥の対照区を設け、イングロースコア (プラスチック製メッシュ円筒) を埋設した。施肥と円筒の設置は2016年5月または7月に行った。同年10月に円筒内部に進展した根系を回収し、細根成長速度と細根の形態および菌根形成率を調べた。その結果、5月処理区では施肥区の方が対照区よりも細根成長速度が高かったのに対し、7月処理区では両者間に違いは見られなかった。根の形態の指標である微細根長比 (Very fine root ratio, VFRR) は、施肥区と対照区間で有意な差は見られなかったが、5月処理区の方が7月処理区よりも高かった。菌根形成率はいずれの区においても約4-6割で、有意な差は見られなかった。以上から、このクリ園では春に石灰施肥を行うことで、菌根の形成率を低下させることなく、細根成長を促進させることができると考えられた。

キーワード : イングロースコア法, 細根成長, 石灰施肥, 土壌 pH, 比根長 (SRL)

In general, soils in Japan tend to be acidified by base cation leaching due to much amounts of precipitation. Liming is often conducted to reduce soil acidity, and therefore favorable for cultivations of crops, vegetables, and fruit productions. Fine roots and mycorrhizal fungi are mainly distributed in surface soils and are likely susceptible to pH changes caused by liming, although there is still limited information on them. In this study, we examined effects of liming on fine root growth, fine root morphology and formation of ectomycorrhiza in a chestnut (*Castanea crenata*) orchard in Yamanashi Prefecture, Japan, using an ingrowth core method. We set up liming- (40 kg CaO ha⁻¹) and control-plots in May and July 2016. Ingrowth cores were installed when the liming was conducted (May or July) and were collected in October 2016. Fine root growth rates were larger in the liming- than in control-plots set in May, while they were not significantly different between the treatments conducted in July. The very fine root ratio (VFRR), an index of fine root morphology, was larger in plots set in May than in those set in July, whereas the effect of liming on the VFRR was not significant. On the other hand, the ratio of mycorrhizal root tips to total root tips was not significantly different in all plots (approx. 40-60% of root tips). These results suggest that liming conducted in spring can promote fine root growth, without decreasing the rate of ectomycorrhizal formation in this chestnut orchard.

Keywords : Ingrowth core method, Fine root growth, Liming, Soil pH, Specific root length (SRL).

¹ 根の研究 Root Research 31 (2) , 61-69, 2022

² 森林総合研究所

³ 信州大学農学部

⁴ 森林総合研究所東北支所

⁵ 森林総合研究所九州支所

⁶ ホクト株式会社きのご総合研究所

⁷ 元山梨県森林総合研究所

抄 録

高時間分解能衛星画像を用いた正規化植生指数による伐採箇所および森林被害箇所の抽出について (Ⅱ)
— 定期的な抽出と情報提供の試行 —¹

久田 善純・國枝 裕介²・古川 邦明

By the normalized difference vegetation index using of high-time resolution imaging
satellites Extraction of felled areas and forest damaged areas (II)
- Operational test of the periodical extraction and reporting -¹

Yoshizumi Hisada, Yusuke Kunieda², Kuniaki Furukawa

岐阜県内の一部地域を対象に、Planet 社の高時間分解能衛星画像から正規化植生指数を求め、任意の二時期の比較により定期的に伐採箇所および森林被害箇所の抽出を行った。抽出結果を該当地域の市町村と県地方機関に情報提供し、森林管理業務を支援する資料としての有効性について意見照会を行った。結果、伐採届の実行箇所調査時の補助資料や土砂崩壊等の森林被害箇所を把握する資料として使用できるとの回答を得た。また、抽出形状の精度改善を要する等、今後の課題点となる様々な提言を得ることができた。

キーワード：高時間分解能衛星画像，正規化植生指数，伐採箇所，森林被害箇所，森林管理業務

¹ 掲載誌：中部森林研究 70, 17-18, 2022.

² 所属：揖斐郡森林組合，前：岐阜県森林研究所

抄 録

林道の災害時代替路機能の定量化 — 道路ネットワークトポロジーの観点からの評価 —¹

渡部 優²・斎藤 仁志²・白澤 紘明³・植木 達人⁴・

古川 邦明・臼田 寿生・和多田 友宏

Quantification of forest road as an alternative route during disasters: Evaluation from the viewpoint of road network topology¹

Masaru Watanabe², Masashi Saito², Hiroaki Shirasawa³, Tatsuhito Ueki⁴,
Kuniaki Furukawa, Hisao Usuda, Tomohiro Watada

林道を災害時の代替路として見直す機運はあるものの、その機能の定量的評価手法は十分に確立されておらず、林道整備が中山間地域の防災基盤構築にどの程度効果的であるかは明らかでない。本研究では、林道の公益性評価を目的に、既往の接続脆弱性評価手法を改良した林道の代替路機能の定量化手法を考案し、岐阜県郡上市を対象に評価を行った。評価にあたり林道の代替路機能の概念的な整理を行い、代替路機能を有する林道を、避難起終点間の非重複経路数を最大化しつつ総所要時間が最小となる非重複経路集合（避難経路集合）に含まれる林道として定義した。そして避難経路集合は、起終点間の最小費用最大流問題の解として得られることを示した。対象地における避難起点（市内 225 か所の避難所）と避難終点（郡上市市役所）間のすべての避難経路集合を評価した結果、約 65% の避難所の避難経路集合に林道が含まれることが明らかとなった。提案手法は、正確な算定が困難な被災リスクによらず、ネットワークトポロジーの観点のみから林道の代替路機能の評価が可能である。評価結果は、代替路機能の観点から林道の開設・改良・維持管理事業を評価する際の支援情報になると考えられる。

キーワード：林道，災害時代替路，ネットワークトポロジー，接続脆弱性，非重複経路

¹ 森林利用学会誌 Journal of the Japan Forest Engineering Society 37 (1), 27-38, 2022.

² 国立大学法人 岩手大学農学部

³ 国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所

⁴ 国立大学法人 信州大学大学院総合理工学研究科

抄 録

シンポジウム「震災から10年：津波にねばり強い海岸林（もり）づくりの
「これまで」と「これから」」の開催報告¹

小野 賢二²・野口 宏典²・吉田 俊通³・藤田 早紀²・渡辺 名月⁴・新田 響平⁵・
大谷 達也²・太田 敬之²・谷川 東子⁶・平野 恭弘⁷・渡邊 仁志・山下 尚之²

Report on the symposium “Ten years after the earthquake: the ‘past’ and ‘future’ of
afforestation / reforestation of coastal forests with high tsunami resilience”¹

Kenji Ono², Hironori Noguchi², Toshimichi Yoshida³, Saki Fujita², Natsuki Watanabe⁴,
Kyohei Nitta⁵, Tatsuya Otani², Takayuki Ota², Toko Tanikawa⁶, Yasuhiro Hirano⁷,
Hitoshi Watanabe, Naoyuki Yamashita²

¹ 掲載誌：森林立地 Japanese Journal of Forest Environment 64 (1) 39-44, 2022

² 所属：国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所

³ 所属：公益財団法人オイスカ

⁴ 所属：住友林業株式会社筑波研究所

⁵ 所属：秋田県林業研究研修センター

⁶ 所属：名古屋大学大学院生命農学研究科

⁷ 所属：名古屋大学大学院環境学研究科

技術資料

土石流災害リスク評価支援図の作成

臼田 寿生・白澤 紘明¹・和多田 友宏

Development of debris flow disaster risk assessment map

Hisao Usuda, Hiroaki Shirasawa¹, Tomohiro Watada

土石流による災害リスクの評価を支援するため、土石流の経路となりうる水系線の縦断勾配と土石流災害の保全対象となる建築物までの距離を可視化した「土石流災害リスク評価支援図」を作成した。水系線の縦断勾配の表現方法について、現地との整合性と図の見やすさの観点から検討した結果、5mDEMを用いて10m間隔で縦断勾配を計測したパターンが適切であると考えられた。

キーワード：土砂災害，土石流，リスク評価，水系線，縦断勾配，保全対象

I はじめに

山地で発生する土石流は、発生源から最大で下流2km程度まで到達するとされており（多田2021）、広範囲かつ甚大な被害を及ぼすため、効果的な被害防止対策が求められている。一方、効率的な木材生産のために必要な森林作業道などの森林内の路網整備にともなう地形改変および森林の斜面崩壊防止機能の低下に影響を与える樹木の伐採を林地崩壊が発生しやすい場所で行った場合には、土石流の発生につながる可能性がある。このため、土石流災害リスクが高い場所においては、路網整備や皆伐を控えるなどの対応が求められる。

土石流災害による被害を防ぐためには、災害発生の恐れのある場所を関係者にわかりやすく周知し、それらの情報をもとに関係者が必要な対策を講じる必要がある。そこで、土石流災害が発生しやすい条件を有する場所を可視化した地図として、「土石流災害リスク評価支援図」の作成に取り組んだ。

II 方法

1. 土石流の発生リスクの可視化

土石流の発生から停止に至る過程で大きな影響を及ぼす条件としては、土石流の経路となる場所の勾配がある。国立研究開発法人 防災科学技術研究所の資料によると、土石流の発生域の勾配は15度以上であり、10度前後以下では減速にともなう堆砂域となり、2～3度以下で停止することが示されている（防災科学技術研究所2019）。また、江頭ら（2018）は、2017年7月九州北部豪雨において荒廃した赤谷川を対象として、崩壊・土石

流の実態を分析し、土石流が発達する勾配の下限は8度程度であり、勾配の減少に伴って堆積減衰することを明らかにしている。

このように土石流の発生リスクを評価する上では、土石流の経路となる場所の勾配が大きな影響を与えるため、この特性を可視化することが有効である。そこで、DEM（数値標高モデル）から水系を発生させ、水系線を土石流の流下経路とみなし、その縦断勾配を計測し地図上に表示することで、土石流の発生リスクを可視化した。

地図上に表示する水系線の縦断勾配は、前述の文献（防災科学技術研究所2019，江頭ら2018）を参考に土石流が発達しやすい「8度超」、土石流が堆積減衰し始める「8度以下」、土石流が停止に至る「2度以下」の3区分とした。さらに、地図上での縦断勾配の適切な表現について検討するため、水系線における縦断勾配の計測間隔を10m、20m、30mの3パターン設定し、現地との整合性を確認した。なお、縦断勾配を10mよりも短い間隔で計測することも可能ではあるが、情報が細かすぎてわかりにくくなると判断し、10m間隔を最小区分とした。縦断勾配を計測する水系は、岐阜県などが実施した航空レーザ測量成果から作成した5mメッシュごとのDEM（以下、5mDEM）を用いD8法（O'Callaghan and Mark 1984）で作成し、水系の発生条件は地図上の情報量を考慮し、集水面積1ha以上とした。これらのデータ処理は、数値地形解析アプリ「LoggingSketch」（白澤2023）を用いて行った。

現地との整合性の確認については、地図を試作した郡上市内の現地において、水系の縦断勾配を変化点ごとに

¹国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所

計測して得た値と地図上に表現した区分との比較を行った。

2. 保全対象の被災リスクの可視化

土石流による被災を防ぐ上で、最優先に考慮すべき対象は人命である。人命が失われるケースとして、土石流発生の子兆に気づきにくい就寝中など、家屋に人がいる状況での被災が挙げられる。また、前述のとおり、土石流は発生源から最大で下流 2km 程度まで到達するといわれているため、土石流の発生源となる林地から保全対象である家屋までの距離を可視化することが重要である。そこで、地図上における林地から保全対象までの距離の表現方法について検討を行った。

林地から保全対象までの距離は、土石流の流下を模するために水系線に沿った林地から保全対象までの最短経路長（白澤ら 2019）とし、5mDEM で計測した。作成する地図における保全対象は家屋を含む建築物とし、国土地理院が基盤地図情報として公開している「建築物の外周線」のデータを用いた。これらのデータ処理は、数値地形解析アプリ「LoggingSketch」（白澤 2023）を用いて行った。

Ⅲ 結果と考察

1. 土石流の発生リスクの可視化

水系線の縦断勾配の適切な表現を検討するため、現地で 44 区間の縦断勾配を計測し、地図上での計測結果と比較した（図 -1）。地図上での縦断勾配の計測間隔として設定した 3 パターンのうち、現地で計測した縦断勾配と適合する区間が最も多かったのは 10m 間隔で表現したパターンであった。また、地図上での縦断勾配が現地よりも緩勾配で表現されるケースは、実際には土石流が発達しやすい勾配であるにもかかわらず、地図上では、堆積

減衰または停止しやすい勾配として表現されることとなり、防災の観点から望ましくないと考える。このような表現となっている区間について、3 パターンで比較してみると 10m 間隔で表現したパターンは 1 割程度と最も少なかった。この結果から、地図上の縦断勾配の区分としては、10m 間隔が適切であると考えられた。

2. 保全対象の被災リスクの可視化

地図上における林地から保全対象までの距離の表現方法に関して、距離の区分を検討した。既往の調査結果（森口ら 2018、多田 2021）によると、調査された土石流の大部分は発生源からの流下距離が 1km 以下であり、最大でも 2km 程度であることが示されている。このため、地図上における林地から保全対象までの距離の表現は、「1km 以下」、「2km 以下」、「2km 超」の 3 区分とすることが妥当と考えられた。ただし、既往の文献（多田 2021）でも触れられているとおり、近年は豪雨時の雨量の増加や崩土内に水に浮く流木が多く含まれるため、土石流の流下距離が 2km を上回る事例もしばしば確認されている。このため、「保全対象まで距離が 2km 超」の林地を起点に発生した土石流については、保全対象が被災する可能性は低いものの、「被災する可能性はない」と断言できるものではないことに留意が必要である。

3. 土石流災害リスク評価支援図の作成

水系線を流路とみなし、その縦断勾配を土石流の駆動特性で区分し可視化した「土石流の発生リスク」と、土石流の発生源である林地から建築物までの距離を可視化した「保全対象の被災リスク」を地図上に表示することで土石流の起こりやすさと保全対象が被災しやすい場所をわかりやすくした「土石流災害リスク評価支援図」を作成した。この図を確認することで、土石流災害による被害を受けやすい場所が従来よりも明確になると考える。土石流災害リスク評価支援図が森林内の路網整備および伐採の計画などにおいて、土石流災害の発生と被害防止に役立てられることを期待する。

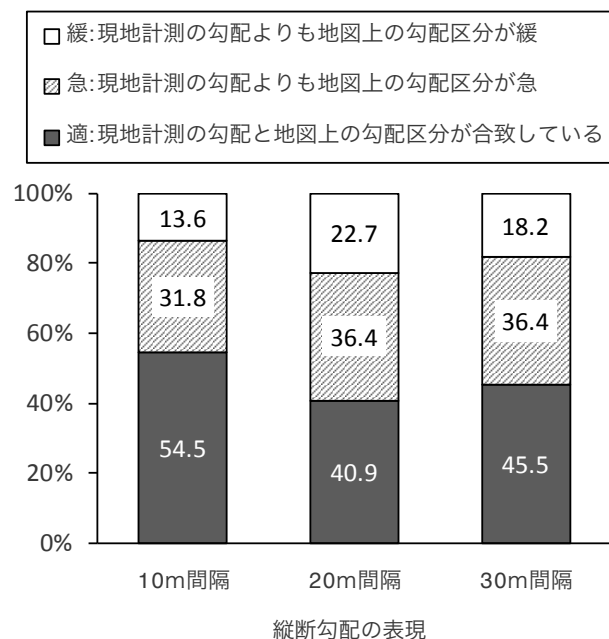


図 -1. 水系線の縦断勾配の現地確認結果

引用文献

- 江頭進治・原田大輔・南雲直子・山崎祐介・萬矢敦啓(2018) 崩壊・土石流による堆積土砂に着目した微細砂の流出予測法 —2017 年 7 月九州北部豪雨災害時の赤谷川を対象として—. 土木学会論文集 B1 (水工学) 74 (4) :I_925-I_930
- John F. O' Callaghan, David M. Mark (1984) The extraction of drainage networks from digital elevation data, Computer Vision, Graphics, and Image Processing 28 (3) :323-344
- 国立研究開発法人 防災科学技術研究所 (2019) 防災基礎講座 土砂災害 16. 土石流
https://dil.bosai.go.jp/workshop/01kouza_kiso/16doseki.html (2023 年 11 月 10 日参照)
- 森口周二・大河原正文・呉修一 (2018) 2016 年台風 10 号による岩手県内の被害の分析－地盤工学と河川工学の観点から－. 地盤工学ジャーナル 13 : 149-158
- 白澤紘明 (2023) 数値地形解析アプリ LoggingSketch
<https://researchmap.jp/shirasawa/works/42080904> (2023 年 9 月 28 日参照)
- 白澤紘明・多田泰之・臼田寿生・和多田友宏・矢部浩(2019) 山地災害リスク評価を目的とした保全対象との距離の全国試算．森林利用学会第 26 回学術研究発表会講演要旨集 : 17
- 多田泰之 (2021) 林業と国土保全の両立を目指して (1)－林業技術者のための林地の災害リスクの考え方－. 山林 1640 : 37-45

技術資料

森林作業道の土構造による横断排水施設の機能評価¹

和多田 友宏・臼田 寿生

Functional evaluation of cross-drainage based on the soil structure of forest work roads¹

Tomohiro Watada, Hisao Usuda

森林作業道における確実な排水に必要な条件を把握するため、県内の既設森林作業道 8 路線において横断排水施設の機能評価を行った。その結果、岐阜県森林作業道作設指針の基本事項として定められている縦断勾配 10 度以下の箇所では、集水区間距離が 40m 以下かつ横断排水施設高低差を集水区間距離に応じて一定高さ以上確保することが、路面水の確実な排水に重要であることが明らかになった。

キーワード：森林作業道、排水処理、集水区間距離、横断排水施設高低差

I はじめに

岐阜県では、森林作業の効率化のため、森林作業道の作設を積極的に進めており、平成 24 年度～令和 3 年度までの 10 年間に於いては、毎年約 120km 以上の路線が作設されてきた（岐阜県 2023）。林野庁では、平成 22 年に森林作業道の作設に関するガイドラインとして森林作業道作設指針を定めた（林野庁 2010）。また、この指針では、これを基に地域の実情に対応した指針を整備することとなっており、岐阜県においても平成 23 年に岐阜県森林作業道作設指針（以下、作設指針）を定めている（岐阜県 2011）。

森林作業道と同様に森林作業の効率化の役割を担う林道では普通自動車や小型自動車を通行対象としているのに対して、森林作業道では、主に林業機械や 2t 積みトラックを対象としている。このため、道の延長方向の傾きである縦断勾配については、林道と比較して急勾配な 10 度（18%）以下を基本とすることを作設指針で定めている。また、雨などにより路面に供給された水の排出については、森林作業道では側溝を設けない場合が一般的であり、路面を流れ下る水は、横断排水施設により路外に排出される。作設指針では横断排水施設について、路面の縦断勾配、当該区間の延長及び区間に係る集水区間の広がり等を考慮して、路面水がまとまった流量とならない間隔で設置するよう定めている。しかし、横断排水施設の設置間隔等の目安となる具体的な数値が示されていないことから、適切な排水処理がなされず、長大な集水区間距離の路面水を集めた排水箇所での路体の崩壊

事例が報告されている（岐阜県森林研究所 2017）。

森林作業道において路体崩壊が発生すると、車両の通行が困難となるだけでなく、崩壊した土砂が土石流化し、様々な被害につながる恐れがある。このような現状を踏まえると、横断排水施設において確実に排水するために必要な条件を明らかにする必要がある。

このため、県内に作設された既設森林作業道における横断排水施設の実態を調査し、機能評価を行うとともに、今後の横断排水施設の設置基準について検討した。

II 方法

1. 横断排水施設の機能評価

本研究では、県内に作設された森林作業道のうち、全幅員が 3.0m を基本とし、縦断方向に凹凸を形成した土構造の横断排水施設が設置された 8 路線を調査対象とした（表 -1）。調査路線のうち、路線 a～d は堆積岩地域、路線 e～h は火成岩地域に作設された路線である。最大時間雨量および最大日雨量については、調査地最寄りの雨量観測所における森林作業道の作設が行われてから調査日までの雨量データを基に記載した。

測点は、横断排水施設などによる排水地点とし、集水区間距離、集水区間の縦断勾配、横断排水施設高低差（最小値）、越流の有無を調査した（図 -1）。

集水区間距離は、水が路面上を流下し、横断排水施設等により路外へ排出されるまでの区間距離を示しており、基本的には横断排水施設から、次に設置された横断排水施設までの距離とした。ただし、路面の沈下部等に

¹ 本研究の一部は、第 132 回日本森林学会で発表した。

表 -1. 調査地

調査地	地質	土質	経過年数	最大時間雨量	最大日雨量
路線 a	砂岩及び礫岩	礫混じり粘土	31	85mm (1998/ 8 /25)	275mm (2004/10/20)
路線 b	砂岩及び頁岩	礫混じり粘土	12	108mm (2018/ 7 / 8)	238. 5mm (2011/ 9 /20)
路線 c	砂岩及び頁岩	礫混じり粘土	12	108mm (2018/ 7 / 8)	238. 5mm (2011/ 9 /20)
路線 d	砂岩及び頁岩	礫混じり粘土	11	108mm (2018/ 7 / 8)	238. 5mm (2011/ 9 /20)
路線 e	花崗岩及び花崗閃緑岩	砂礫	4	43mm (2016/ 8 / 3)	120mm (2018/ 9 / 4)
路線 f	花崗岩及び花崗閃緑岩	砂礫、礫混じり粘土	3	43mm (2016/ 8 / 3)	120mm (2018/ 9 / 4)
路線 g	花崗岩	礫混じり粘土	3	43mm (2016/ 8 / 3)	120mm (2018/ 9 / 4)
路線 h	花崗岩	砂礫、礫混じり粘土	1	60mm (2021/ 7 /19)	145mm (2020/ 7 /11)

より自然に路外へ排出されている場合は、集水区間距離はそこまでとし、評価の対象外とした。集水区間距離は、これによって横断排水施設に流れ込む水量が変化(増減)するため、横断排水施設の許容排水量に関係する要素である。また、横断排水施設に流れ込む水量は、降雨量が同じであれば、路面の面積が与える影響が大きいと考えられ、幅員が一定であれば集水区間距離の長さが、路面面積を決めることになる。なお、本研究での集水区間距離は斜距離を使用した。

集水区間の縦断勾配は、集水区間ごとに計測した。集水区間の縦断勾配は、横断排水施設を越流する力を示す指標で、その値が大きいと横断排水施設へ流れ込む水の速度が増す。なお、集水区間内で縦断勾配が変化する場合、縦断勾配の変化点ごとに距離を計測し、距離の加重平均で縦断勾配を計算した。

横断排水施設高低差は調査時点での横断排水施設の高低差を示した。横断排水施設高低差は、横断排水施設の許容排水量に関係する要素で、土構造の凸部と凹部の差が最も小さい箇所計測した。

横断排水施設の機能評価の指標となる越流の有無は、

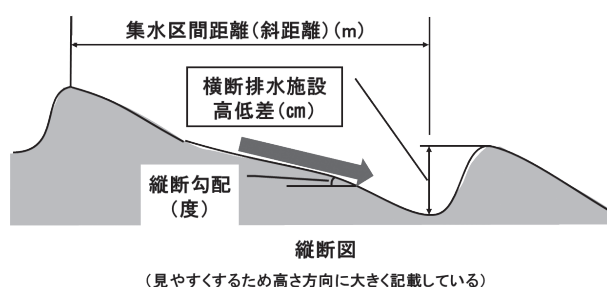


図 -1. 調査内容の模式図

路面水が横断排水施設を越流して流下した痕跡の有無により判定した。水が横断排水施設を越流することなく排水されていれば○、一部でも越流の痕跡が見られる場合には×として、野帳に記入した。なお、×の場合は、横断排水施設としての機能を果たしていないため、それまでの集水区間距離を次の区間へ加算した。

2. 横断排水施設の機能を維持する設置基準の検討

1. の機能評価の結果に基づいた土構造による横断排水施設の運用のため、森林作業道の通行対象車両である2t 積みトラックの通行を想定した設置基準を検討した。

Ⅲ 結果と考察

1. 横断排水施設の機能評価

測点 153 箇所のうち、作設指針において基本とされている平均縦断勾配 10 度 (18%) 以下の 123 箇所について、集水区間距離、横断排水施設高低差との関係を越流の有無別に示した (図 -2)。なお、平均縦断勾配 10 度 (18%) より急な箇所については、データ数が少なく解析対象から除外した。集水区間距離 40m 以下かつ高低差が 25cm 以上の横断排水施設では越流がなく機能を果たしていた。また、集水区間距離 40m 以下の箇所では、横断排水施設高低差が 25cm 未満でも、集水区間距離に応じて式 (1) で算出される高さ以上の横断排水施設高低差があれば越流がなかった。このことから、平均縦断勾配 10 度 (18%) 以下の基本的な森林作業道においては、横断排水施設を集水区間距離 40m 以下とし、集水区間距離に応じて一定高さ以上の高低差を確保することが重要であることが明らかになった。

$$H = 0.375 x + 10 \quad (1)$$

H : 横断排水施設の高低差 (cm)

x : 集水区間距離 (m) ただし $x \leq 40$

2. 横断排水施設の機能を維持する設置基準の検討

森林作業道の通行対象車両である2t 積みトラックの一般的な最低地上高は約15cm（株式会社カンキ 2023）であることを考えると、1. の結果に基づいた高低差を確保した横断排水施設を設置した場合、最低地上高以上の高低差では通行が困難となる。このため、2t 積みトラックの通行頻度に基づいた次のような設置基準を提案する。

常時2t 積みトラックが通行しない路線については、利用時に2t 積みトラックが通行可能な高さまで低くし、利用後に元に戻すことにより未利用時の横断排水施設の機能維持を図る。

常時2t 積みトラックの通行が想定される路線については、横断排水施設前後に緩やかな擦り付け区間を設置することにより、横断排水施設の機能を維持しつつ通行可能な状態とする。

引用文献

- 岐阜県（2023）岐阜県森林・林業統計書．
<https://www.pref.gifu.lg.jp/page/1021.html>
 （2023年12月6日参照）
- 岐阜県（2011）岐阜県森林作業道作設指針．岐阜県林政部長通知森第190号
- 岐阜県森林研究所（2017）壊れにくい道づくりのための森林作業道作設の手引き．
<https://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/shiyou/sagyodosakusetu.html>
- 株式会社カンキ（2023）株式会社カンキ / レンタル商品案内 / 車両 / 平ボディトラック．
<https://kanki-kobe.co.jp/pages/555/1>
 （2023年12月6日参照）
- 林野庁（2010）森林作業道作設指針．林野庁長官通知22林整整第656号．
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/attach/pdf/romousuisin-2.pdf>

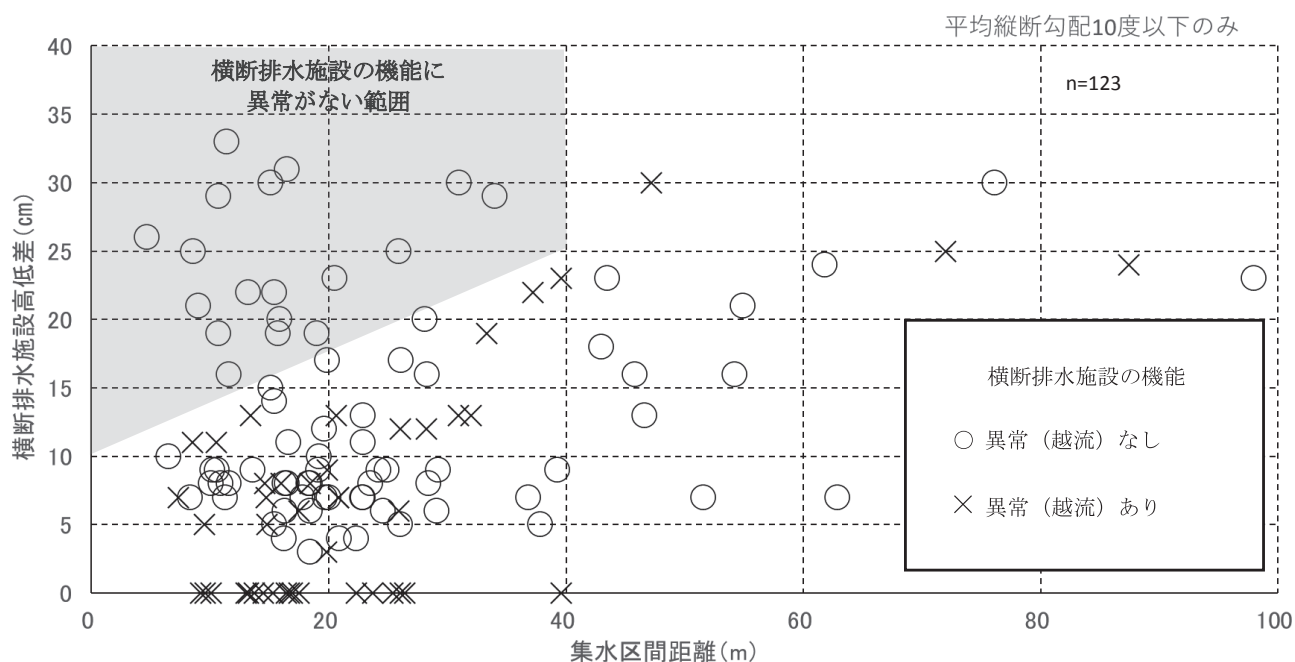


図-2. 集水区間距離および横断排水施設高低差と排水施設の機能の異常（越流）の有無

技術資料

根鉢の小型化と元肥がヒノキ実生苗のサイズと根鉢形成率に及ぼす影響

茂木 靖和, 渡邊 仁志

The influences of downsized root clump and basic fertilizer in nursing on size and root clump forming rate of *Chamaecyparis obtusa* seedlings

Yasukazu Moteki, Hitoshi Watanabe

苗運搬コストの低減と1年生ヒノキ実生苗育成技術の向上を図るため、根鉢容量を現行の150ccから28および36ccへ小型化したヒノキ実生苗を異なる元肥条件で試作し、それらが苗サイズと根鉢形成に及ぼす影響を調査した。両苗とも150cc苗の課題であった根鉢形成率の高い苗を育成できたことから、根鉢の小型化は根鉢の形成に有効な方法と考えられる。その一方で平均樹高が得苗基準に達しなかった。今後は、700日複合肥料の施用量を今回上限の800g/10Lより多くした条件の検討や、樹高および根鉢形成の基準を同時に満たす根鉢容量の最適化が必要であると思われる。

キーワード：根鉢の小型化、元肥、ヒノキ実生苗、サイズ、根鉢形成率

I はじめに

現在市場で流通する根鉢容量150ccのコンテナ苗は、根鉢が嵩張るため持ち運びできる苗木本数が従来苗より減少し、苗運搬手間のかかる要因となっている。この対策として根鉢の小型化が有効である。ヒノキでは根鉢容量100ccのコンテナ苗が得苗でき、活着率や初期成長量が300ccのコンテナ苗と遜色ないことが報告されており(渡邊 2017)、品質を低下させずに根鉢容量を小型化した苗の実用化が期待できる。

また、育苗期間の短縮が育苗コストの低減や需給調整の円滑化に有効なことから、スギやカラマツでは1年生

苗の現地検証が進んでいる。しかし、ヒノキは苗の成長が遅いことから、1年生苗育成の技術開発が遅れている。当所では、これまで元肥条件を調整して1年生ヒノキ実生コンテナ苗の育成に取り組んできたが、苗規格の樹高条件を満たしても根鉢形成が不十分なことから、得苗できないことが多かった。根鉢の小型化によって苗の発根量を増やさなくても根の密度を高めることができるため、根鉢形成に有利にはたらく可能性がある。

そこで、本報告では根鉢容量を現在主流の150ccより小型化したヒノキ実生苗を異なる元肥条件で育成し、苗サイズと根鉢形成に及ぼす影響を調査した。

表-1. 元肥^{*}条件

No.	700日 複合肥料 (g/10L)	100日 複合肥料 (g/10L)	100日N肥料 リニア型 (g/10L)	100日N肥料 シグモイド型 (g/10L)	100日 K肥料 (g/10L)
1	100	—	—	—	—
2	200	—	—	—	—
3	400	—	—	—	—
4	800	—	—	—	—
5	100	50	—	—	—
6	100	50	20	—	—
7	100	50	—	20	—
8	100	50	—	—	20
9	200	50	—	—	—
10	400	50	—	—	—

^{*}700日複合肥料：ハイコントロール650 (N16P5K10、溶出日数700日、ジェイカムアグリ (株) 製)
100日複合肥料：ハイコントロール085 (N10P18K15、溶出日数100日、ジェイカムアグリ (株) 製)
100日N肥料リニア型：マイスター100 (N42、溶出日数100日、ジェイカムアグリ (株) 製)
100日N肥料シグモイド型：マイスターS100 (N42、溶出日数100日、ジェイカムアグリ (株) 製)
100日K肥料：マイスターCOP100 (K52、溶出日数100日、ジェイカムアグリ (株) 製)

Ⅱ 方法

1. 苗育成

2021年10月1日に岐阜県産のヒノキ精英樹種子を512孔の固化培土（セル容量2.4cc/孔, エクセルソイル, イワタニアグリグリーン（株）製）に播種した。その後、根が固化培土の中に伸長し子葉が展開した頃を見計らって2022年2月21日に樹高0.5～2cmの実生を2種類の育成容器に移植した。

培地は、ヤシ殻10L, セラミック炭0.3Lを共通とし、これらに元肥を加えたものを用いた。元肥には、これまでの試験で植栽後の初期成長の促進に効果がみられた溶出日数700日の複合肥料（N16-P5-K10, 渡邊ら 2017）を異なる量（100, 200, 400, 800g/10L）で単独施用する4条件と、溶出日数100日の4種類の肥料（複合肥料

（N10-P18-K15）、N肥料（N42, リニア型）、N肥料（N42, シグモイド型）、K肥料（K52）と併用する6条件を設定した（表-1）。育成容器には、105孔のセルトレー（セル容量28cc/孔, 外枠540×280mm, セル配列7×15, 以下このトレーで育成した苗を28cc苗とする）、および72孔のセルトレー（セル容量36cc/孔, 外枠540×280mm, セル配列6×12, 以下このトレーで育成した苗を36cc苗とする）を用いた。セルトレーの鉢底は、空中根切りを行うため鉢底をくり抜いて解放状態にした（図-1）。供試数は、28cc苗を各28, 36cc苗を各18とした。

移植後のセルトレーは、岐阜県白鳥林木育種事業地（岐阜県郡上市）のミスト室に設置して、培地表面が乾き始めたら19分間のミスト散水により灌水した。追肥は行わなかった。

2. 苗評価

育苗終了時の2023年3月15日に苗サイズ（樹高, 根元直径）を計測し、比較苗高（樹高/根元直径）を算出した。苗の生死および根鉢形成の有無を判定し、生存率と根鉢形成率を次式により算出した。

$$\text{生存率 (\%)} = \text{生存苗数} / \text{供試苗数} \times 100$$

$$\text{根鉢形成率 (\%)} = \text{根鉢形成有の苗数} / \text{供試苗数} \times 100$$

Ⅲ 結果と考察

生存率は、28cc苗が82～100%, 36cc苗が78～100%であった（図-2）。灌水トラブルがあった条件7を除き、概ね生存した。

平均樹高は条件1～4では28cc苗9.0～20.5cm, 36cc苗10.9～23.7cm, 平均根元直径は28cc苗1.0～1.8mm, 36cc苗1.4～2.3mmで、両苗とも700日複合肥料の施用量が多いとサイズが大きいく傾向がみられた（図-3（a）～（d））。条件1～3に100日複合肥料50g/10Lを追加した条件5, 9, 10では、700日複合肥料の施用

開放前



開放後

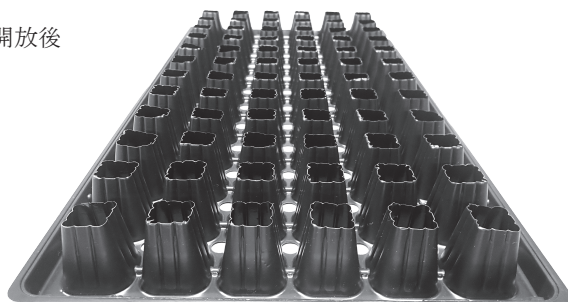


図-1. 鉢底開放前後のセルトレー

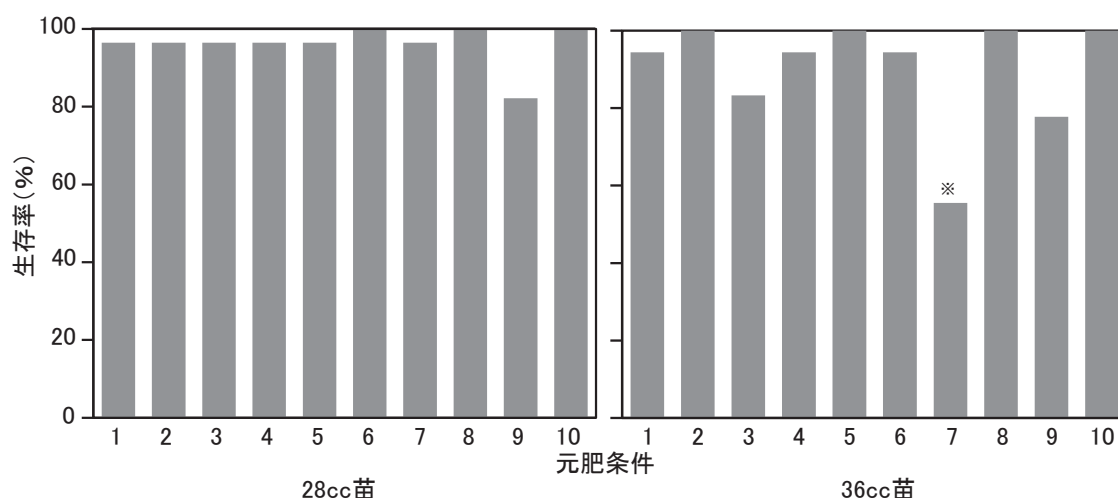


図-2. 各苗の生存率

36cc 苗の条件7は灌水時のトラブルで実生が損傷したため生存率が低かった。

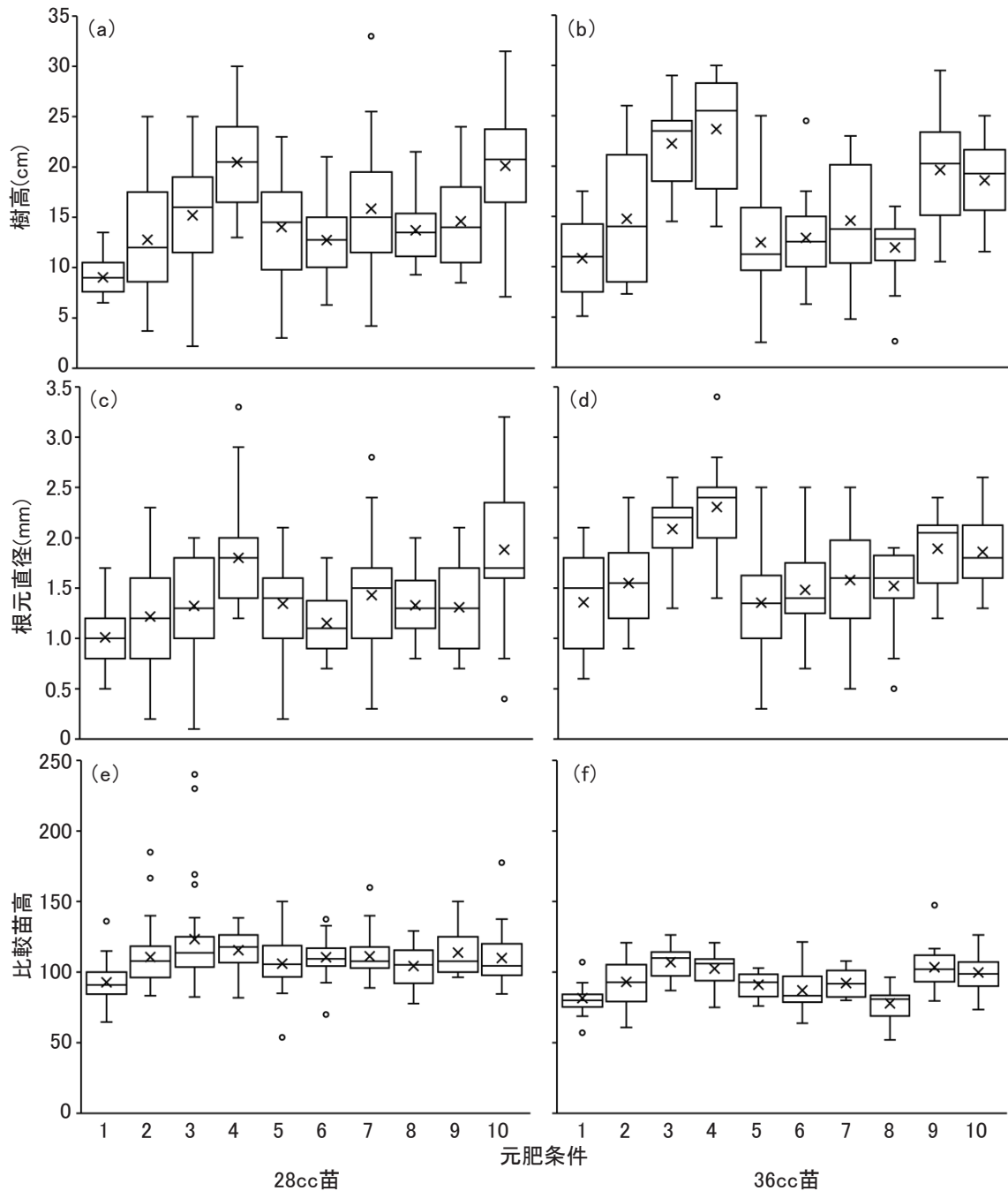


図-3. 各苗の育苗結果

箱は四分位範囲，箱中の横線は中央値，×は平均値，上のバーは最大値，下のバーは最小値を示す。
 上下のバー外側の○は第1四分位数または第3四分位数から四分位範囲×1.5以上離れた外れ値を示す。

量が多いと 28cc 苗ではサイズが大きい傾向がみられたが，36cc 苗ではその傾向がみられなかった（図-3 (a)～(d)）。条件 5 に 100 日 N 肥料または K 肥料を追加した条件 6～8 では，条件 5 の各サイズと大差なかった（図-3 (a)～(d)）。

比較苗高の平均値は，28cc 苗が 93～123，36cc 苗が 78～107 であった。同じ元肥条件を比較すると，どの

条件も 28cc 苗より 36cc 苗の方が低い傾向がみられた（図-3 (e)，(f)）。

根鉢形成率は，条件 1～4 では，28cc 苗 7～75%，36cc 苗 11～56% であった。両苗とも 700 日複合肥料の施用量が多いと高い傾向がみられた（図-4）。条件 5, 9, 10 では，28cc 苗 36～46%，36cc 苗 17～67% であった。700 日複合肥料の施用量が多いと 36cc 苗では根鉢形成

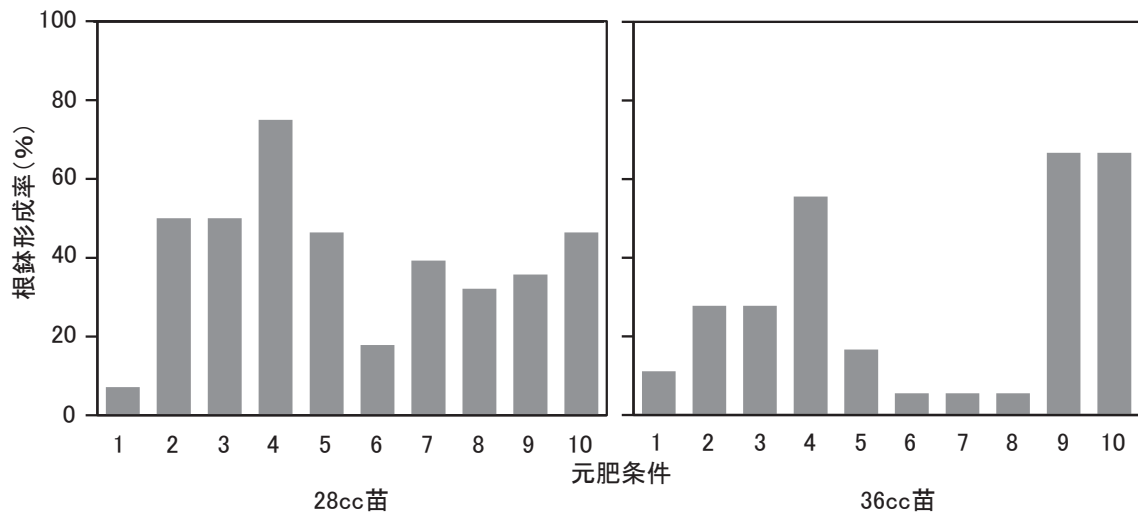


図-4. 各苗の根鉢形成率

率に高い傾向がみられたが、28cc 苗ではその傾向がみられなかった（図-4）。条件6～8では、28cc 苗18～39%、36cc 苗6%であった。各苗の条件5より低く、NおよびK肥料の追加が根鉢形成を妨げる要因になる可能性が示唆された（図-4）。

岐阜県の根鉢付きヒノキ苗の得苗基準は、樹高25cm以上でかつ根鉢形成有である。これまで当所で育成した根鉢容量150ccの1年生ヒノキ実生苗では、樹高の基準を90%以上満たしても、根鉢形成率が最高で30%にとどまり、根鉢形成が進まないことが課題となっていた（茂木ら、未発表）。本試験では、複数の条件で根鉢形成率が高くなった（図-4）ことから、根鉢の小型化は根鉢形成率向上の手段になると考えられる。その反面、平均樹高が得苗基準の25cmに達しなかった（図-3(a), (b)）。但し、700日複合肥料を単独施用した条件では、施用量

が多いと苗サイズが大きく根鉢形成率が高い傾向がみられたことから、施用量を今回の上限であった800g/10Lより多くすることで得苗率が向上する可能性がある。また、150cc苗は樹高に対して、28cc苗や36cc苗は根鉢形成に対して、得苗の基準を満たしやすかったことから、この結果を元として、両基準を同時に満たすような根鉢容量の最適化が必要であると思われる。

引用文献

- 渡邊仁志（2017）ヒノキ実生コンテナ苗の改良による低コスト再造林技術の開発．森林科学 80：14-17
 渡邊仁志・茂木靖和・三村晴彦・千村知博（2017）ヒノキにおける実生裸苗と緩効性肥料を用いて育成した実生コンテナ苗の初期成長．日林試 99：145-149

抄 録

岐阜県郡上市における高齢スギ人工林のサイズ分布特性¹

宮本 和樹²・荒木 眞岳^{3,4}・山川 博美⁵・中尾勝洋⁶・

粟屋 善雄⁷・渡邊 仁志・久田 善純

高齢スギ人工林における個体のサイズ分布特性を明らかにするため、岐阜県郡上市のスギ人工林を対象に林分の多点調査を実施した。80年生以上の高齢人工林は1000m³/ha前後の林分材積を有していた。サイズ不均質性の指標である変動係数およびサイズ非対称性の指標である歪度を用いて、林分の混み合い度（収量比数）とこれらの指標との関係をみると、同じ混み合い度でも高齢林は壮齡林と比較して直径と材積の変動係数が有意に高かった。また、高齢林における直径の歪度はゼロに近い値が多く、正規分布に近い分布を示していたが、材積の歪度は正の値が多くみられ、右裾広がり分布を示していた。以上の結果から、郡上市の高齢スギ人工林は比較的高い林分蓄積量を有していると考えられ、個体のサイズ不均質性やサイズ非対称性が高い傾向がうかがえた。このことから、立木密度が低く個体サイズの格差が大きくなった高齢林では、個体ごとの管理が重要であると考えられた。

キーワード：高齢人工林，サイズ構造，変動係数，歪度，収量比数

¹ 掲載誌：森林総合研究所研究報告 Bulletin of FFPRI 22 (1) (No. 465) 1-11, 2023

² 所属：森林総合研究所 森林植生研究領域

³ 所属：森林総合研究所 植物生態研究領域

⁴ 所属：林野庁 研究指導課

⁵ 所属：森林総合研究所 九州支所

⁶ 所属：森林総合研究所 関西支所

⁷ 所属：岐阜大学 流域圏科学研究センター

抄 録

シンポジウム「知られざる「森林土壌と気候変動」—カーボンニュートラル
(ネットゼロ)の鍵を握る土壌—」の開催¹

橋本 昌司^{2,3}・石塚 成宏²・山下 尚之²・酒井 佳美⁴・
坂部 綾香⁵・片柳 薫子⁶・喜多 智⁷・渡邊 仁志

Symposium on “Forest Soils and Climate Change: A Key to Carbon Neutrality/Net-Zero”¹

Shoji Hashimoto^{2,3}, Shigehiro Ishizuka², Naoyuki Yamashita², Yoshimi Sakai⁴,
Ayaka Sakabe⁵, Nobuko Katayanagi⁶, Satoshi Kita⁷, Hitoshi Watanabe

¹ 掲載誌：森林立地 Japanese Journal of Forest Environment 65 (1) 43-45, 2023

² 所属：国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所

³ 所属：東京大学大学院農学生命科学研究科

⁴ 所属：国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所九州支所

⁵ 所属：京都大学白眉センター・農学研究科

⁶ 所属：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構農業環境研究部門

⁷ 所属：住友林業株式会社

抄 録

地域産バーク堆肥を用いたヒノキ実生コンテナ苗の育苗¹

玉木 一郎²・金山 陽佑²・田中 一徳³・茂木 靖和

How to grow containerized seedlings of Japanese cypress with a local bark compost in Gifu Prefecture, Japan?¹

Tamaki Ichiro², Kanayama Hiyu², Tanaka Kazunori³, Moteki Yasukazu

ヤシ殻ピートに代わるコンテナ苗の基本用土を検討するために、岐阜県産針葉樹バーク堆肥を用いてヒノキ実生コンテナ苗を作成した。バーク堆肥を基本用土に用いると、培地の沈下が成長に負の影響を及ぼすことが知られている。そこで、1) バーク堆肥を標準位置まで圧縮充填した処理区、2) バーク堆肥 80% と赤玉土 20% を標準位置まで圧縮充填した処理区、3) バーク堆肥を容器の上端まで圧縮充填した処理区の 3 処理区間で培地残量と成長特性を比較した。苗高と地際直径、根の張り具合は、処理区 3 で最大値を示し、培地残量と有意な正の関係を示した。よって、最初に充填する培地の量を多くすることで良好な成長が得られると考えられる。

キーワード：ヒノキ，コンテナ苗，バーク堆肥，地域産資源

¹ 掲載誌：中部森林研究 Chubu Forestry Research 71, 3-6, 2023

² 所属：岐阜県立森林文化アカデミー

³ 所属：自然応用科学株式会社

抄 録

ヒノキ実生コンテナ苗の中期的な成長特性と下刈り期間への影響¹

渡邊 仁志・茂木 靖和

Medium-term performance of Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa* (Sieb. et Zucc.)
Endl.) containerized seedlings and its effect on weeding periods¹

Watanabe Hitoshi, Moteki Yasukazu

ヒノキ実生コンテナ苗の中期的な成長特性を把握するため、岐阜県郡上市における 11 年間の調査データから、従来の方法で育成したコンテナ苗の活着率や成長量を裸苗と比較した。苗木品質のばらつきが大きく、活着率はコンテナ苗の方が低かった。植栽時の樹高はコンテナ苗の方が大きかった。コンテナ苗の 11 年生時の樹高、胸高直径は裸苗よりやや大きかったが、樹高成長は同等程度であった。植栽直後の比較苗高はコンテナ苗の方が高かったが、6 年生時の比較苗高や 11 年生時の形状比は、裸苗より低い値に落ち着いた。両林分とも 9 年生時には林冠が閉鎖し成林した。本調査により、コンテナ苗林分が従来の裸苗と同様に成林することは確認できたものの、現状の性能は裸苗と同等程度であって、下刈り期間の短縮には寄与しなかった。

キーワード：コンテナ苗，ヒノキ，成長，活着率，初期保育

¹ 掲載誌：中部森林研究 Chubu Forestry Research 71, 15-18, 2023

抄 録

CO₂ 排出量の少ない地域産資材を用いたヒノキ実生コンテナ苗の育成の可能性¹

田口木乃霞²・玉木一郎³・茂木靖和

Possibility of Growing Japanese Cypress Containerized Seedlings Using Local Materials with Low CO₂ Emission¹

Konoka Taguchi², Ichiro Tamaki³, Yasukazu Moteki

コンテナ苗の基本用土として広く使われているヤシ殻ピート（ヤシ殻）は海外産である。運搬時に発生する高いCO₂ 排出量を考慮すると、国内のより近隣で生産された用土の方が望ましい。そこで本研究では、地域産資材であるパーク堆肥と牛糞堆肥を用いてヒノキ実生コンテナ苗を育成し、これらの用土の性質や苗の成長特性をヤシ殻を用いた場合と比較し、代替用土としての可能性を検討した。ヤシ殻の輸送に係るCO₂ 排出量は地域産資材の約5倍高い値を示した。地域産資材はヤシ殻と比べて培地の沈下量やpH、ECが有意に高かった。特に牛糞堆肥はECがヤシ殻よりも28.1倍高かった。パーク堆肥と牛糞堆肥はいくつかの成長特性においてヤシ殻に劣っていたものの、パーク堆肥は比較苗高やT/R比に関してはヤシ殻と遜色ない値を示した。成長特性を培地の性質で説明する統計モデルから、培地の沈下量やpH、ECが低いほど成長が良いことが示された。以上より、パーク堆肥を基本用土に用いて、より長い熟成期間を設ける、もしくは赤玉土や鹿沼土のような酸性の粒状土を混合して沈下量やpHを抑制すれば、CO₂ 排出量の低い代替用土として使用できる可能性が示された。

キーワード：ヤシ殻ピート、パーク堆肥、牛糞堆肥、培地の沈下量

As the coconut husk peat (CHP), which is broadly used as a base medium for containerized seedlings, is a material from overseas, considering its high CO₂ emission for transportation, it is better to use local materials. We grew Japanese cypress containerized seedlings with local materials, bark compost (BC) and cattle manure compost (CMC), as base media. We then compared its property and growth characteristics with those of CHP, and evaluated the possibility of the alternative to the CHP. The CO₂ emission for transportation of the CHP was 5 times larger than those of local materials. Subsidence of substrate, pH and EC of local materials were significantly larger than those of CHP. Especially for the EC of CMC was 28.1 times larger than that of CHP. Although local materials inferior to CHP in some growth characteristics, height-diameter ratio and T/R ratio of BC were of equivalent with those of CHP. Statistical models between growth characteristics and growing media properties indicated that seedlings whose subsidence of substrate, pH and EC were low showed superior growth. Consequently, BC can be used as the alternative to CHP by maturing for a long time or by mixing acid grained soils, e.g., akadama soil and kanuma soil, to reduce its subsidence of substrate and pH.

Keywords: coconut husk peat; bark compost; cattle manure compost; subsidence of substrate

¹ 日本森林学会誌 Journal of the Japanese Forest Society 105 (7) , 233-238, 2023.

² 所属：岐阜県立森林文化アカデミー、現所属：宇都宮大学農学部

³ 所属：岐阜県立森林文化アカデミー

岐阜県森林研究所研究報告 執筆要領（抜粋）

1. 投稿は、岐阜県森林研究所の職員または旧職員（以下、職員という）に限る。ただし、編集委員会が認めたときはこの限りではない。筆頭者以外の著者にはその他の者を含むことができる。
2. 原稿内容は、職員が在職中に実施した研究の業績を扱ったものとする。職員は研究課題の終了時には、研究成果の学術的な公表に努める。
3. 原稿種別は、「論文」、「短報（旧資料）」、「技術資料」、「学術雑誌論文抄録」および「その他」とする。「論文」とは、学術的に新規性のある知見を、十分な議論を含めて公表するものとする。「短報」とは、予報的または速報的な内容を持ち、論文に準ずる調査結果・実験結果などを論文形式で取りまとめたものであり、単なるデータ集ではない。「技術資料」とは、「論文」、「短報」にはならないが、記録として公表することがふさわしい有益なデータを提示するものとする。「学術雑誌論文抄録」とは、研究報告が刊行される前年に他の学術雑誌に掲載された論文等の抄録とする。「その他」とは、印刷公表することがふさわしく、かつ、本執筆要領の適用が困難な論文（学位論文等）とする。
4. 原稿の採否は、査読審査を経て編集委員長と複数名の編集委員からなる編集委員会が決定する。査読者の数は「論文」および「短報」の場合は2名以上、「技術資料」の場合は1名以上とし、編集委員会が指定する。「学術雑誌論文抄録」と「その他」の場合は、体裁の確認のみ行う。

岐阜県森林研究所研究報告 第52・53号

令和6年3月22日 印刷

令和6年3月31日 発行

編集者 岐阜県森林研究所研究報告編集委員会

発行者 岐阜県森林研究所

発行所 岐阜県森林研究所

〒501-3714 岐阜県美濃市曾代1128-1

TEL 0575-33-2585 FAX 0575-33-2584

URL <http://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/>

e-mail info@forest.rd.pref.gifu.jp

印刷所 株式会社 サン・ライン

清流の国ぎふ憲章

～ 豊かな森と清き水 世界に誇れる 我が清流の国 ～

「清流の国ぎふ」に生きる私たちは、

知 清流がもたらした自然、歴史、伝統、文化、技を知り学びます

創 ふるさとの宝ものを磨き活かし、新たな創造と発信に努めます

伝 清流の恵みを新たな世代へと守り伝えます

平成26年1月31日 「清流の国ぎふ」づくり推進県民会議