

ISSN 0388-8150

石川県農林総合研究センター 林業試験場研究報告

No. 52

石川県農林総合研究センター林業試験場

2021. 3

目 次

【論文】

- コナラ高齢林分における材積量およびシイタケ原木採材本数の推定式 1
渥美幸大・矢田 豊・小谷二郎
- マツノマダラカミキリ脱出孔の時空間分布と材内温度 6
江崎功二郎

【短報】

- 海岸クロマツ林の低密度植栽に関する試験 12
千木 容・川崎萌子・矢田 豊・小倉 晃
- 県産スギ大径材から採材した枠組壁工法構造用製材の品質調査 15
石田洋二・松元 浩・小倉光貴
- 石川県産スギ大径材から製材した正角の品質調査（第1報）
－供試丸太の形質と製材工程及び製材された正角の品質－ 19
小倉光貴・松元 浩・石田洋二

【抄録】

- ウルシ根萌芽の6年間の動態と成長 23
小谷二郎
- 多雪地帯での低コスト再造林技術－スギコンテナ苗の7年生時の成績－ 23
小谷二郎
- 深層学習による森林画像の分析とその活用
－UAV オルソ画像を対象とした林相判別等と全天球画像を対象とした材積等の推定－ 24
矢田 豊・林 航希・喜多泉月・鴨井伸哉・九後佑樹・村上良平・
木村一也・山路佳奈・渥美幸大・小谷二郎・松井康浩・長田茂美
- 深層学習による森林画像の分析とその活用
－UAV オルソ画像と林内全天球画像を対象とした森林資源情報等の推定－ 24
矢田 豊・林 航希・喜多泉月・鴨井伸哉・九後佑樹・村上良平・
木村一也・山路佳奈・渥美幸大・小谷二郎・松井康浩・長田茂美

- 深層学習に基づく UAV オルソ画像を用いたコナラ判別と材積等の推定 25
矢田 豊・渥美幸大・林 航希・木村一也・山路佳奈・小谷二郎・
松井康浩・長田茂美
- マツノマダラカミキリの大量捕獲消長 25
江崎功二郎
- 静岡県天竜地域のスギ大径材から採材した構造用製材の品質評価
(その3) 乾燥条件が異なる心持ち平角の乾燥材品質 26
松元 浩・石田洋二・小倉光貴・加藤英雄・長尾博文・齋藤周逸・
長瀬 亘・池田潔彦
- 静岡県天竜地域のスギ大径材から採材した構造用製材の品質評価
(その4) 乾燥条件が異なる心持ち平角の曲げ強度特性 26
石田洋二・松元 浩・小倉光貴・加藤英雄・長尾博文・長瀬 亘・
池田潔彦

コナラ高齢林分における材積量およびシイタケ原木採材本数の推定式

渥美幸大・矢田 豊・小谷二郎

要旨: 近年、生シイタケ栽培用の原木の需要が増加しており、その安定供給が重要視されている。そうした中で、原木となるコナラの高齢化・大径化が顕著であり、そうしたコナラ林の有効利用の一環として、シイタケ原木の供給量の推定が求められている。本研究では、7つの地域において調査したデータをもとに、コナラ高齢林における材積およびシイタケ原木の採材可能本数を、UAV 調査結果から推定するために、県下全域における林冠面積と平均樹高をもとにした推定式の検討を行った。

キーワード: シイタケ原木、バイオマス、コナラ、資源量把握、材積推定式、UAV、地上レーザ

I はじめに

コナラを始めとする広葉樹により構成される里山広葉樹林の多くは、1960年代以降薪炭の需要の減少に伴って放置状態となっており、県内の里山広葉樹林の多くも、シイタケ原木や薪炭としての需要の低下等により利用が減少し高齢大径化の傾向にある。今後は、こうした大径木の資源実態を正確に把握し、有効に活用するとともに、伐採跡地を更新することにより、シイタケ原木供給林として、かつての薪炭林のような資源循環林へ戻すことが必要と考えられる。

近年では、従来の人力による毎木調査に比較して、省力的な林分調査の手法についての研究が進められている。石川県では UAV による三次元測量システムを応用した針葉樹人工林の単木単位での材積推定手法を構築・検討している(矢田ら、2017)。また、レーザで三次元データを取得する LiDAR (Light Detection and Ranging) による森林計測の技術の発展に伴い、航空レーザや地上レーザによる測量が森林におけるリモートセンシング技術として応用が試みられてきた。地上型レーザによる三次元測量システムは広葉樹林においても同様に調査方法の一つとしての有効性が示されており(小谷ら、2019)、試験研究用途における活用が期待される。

なお、本研究で対象とする広葉樹については、針葉樹と異なり、UAV による調査データから樹冠面積と樹高を単木単位で測定することは困難であるため、推定モデル値の樹冠面積を林冠面積に、樹高を平均樹高に置き換えて、林分単位での材積および原木採材本数の推定を行うためのモデル式(渥美ら、2020)を作成した。しかし、モデル式に用いたデータは石川県内の3林分からの採取に留まり、より広範囲のデータを使うことで、モデ

ルの汎用性を高める必要があった。

以上のことから本研究では、前報(渥美ら、2020)のデータに加え、地上型レーザによる調査を新たな林分で行い、石川県におけるコナラ高齢林における材積および得られるシイタケ原木の採材本数を推定するモデル式の汎用性を高め、UAV 調査システムに組み込むために、さらなる検討を行った。

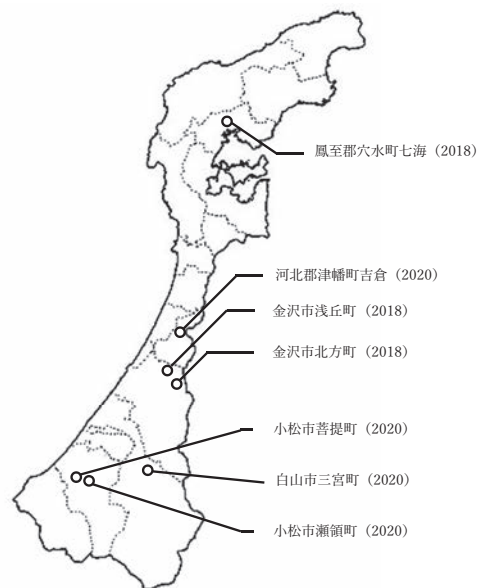


図-1 調査地の位置

II 材料と方法

石川県内の7地点を調査地とした(図-1、表-1、2)。各調査地は落葉広葉樹等二次林であり、調査林分のうち、3地点(七海・浅丘・北方)は更新伐施業によって、シイタケ原木やチップとして伐採・搬出した林分であり、伐採後に単木の樹幹および枝の計測を行った(渥美ら、2020)。調査対象のコナラ113本は伐採前に樹高と胸高直径を測定するとともに、樹冠面積を算出するために

表－1 調査地の概要（1）

調査地		標高	方位	傾斜	土壌分類	
七海	（鳳至郡穴水町七海）	県有林	160m	南東	25°	R _B -R _C
北方	（金沢市北方町）	私有林	180m	北西	15°	B _B -B _D
浅丘	（金沢市浅丘町）	私有林	120m	南西	30°	B _B -B _D
吉倉	（河北郡津幡町吉倉）	私有林	100m	南	10°	B _B -B _C
三宮	（白山市三宮町）	県有林	300m	西	30°	B _B -B _D d
菩提	（小松市菩提町）	私有林	150m	北西	20°	B _B -B _D d
瀬領	（小松市瀬領町）	小松市有林	120m	北	15°	B _B -B _D d

表－2 調査地の概要（2）

調査地	プロット	調査本数 (本)	平均樹高 (m)	樹幹面積計 (m ²)	林分材積 (m ³)	総原木採材本数 (本)
七海	a	10	16.9	514.8	8.2	277
	b	10	16.4	374.4	5.8	193
	c	11	16.8	468.0	6.9	252
北方	a	10	16.3	275.7	5.1	178
	b	11	17.3	271.0	6.9	187
浅丘	a	10	17.9	434.3	7.8	219
	b	10	18.3	450.8	9.4	271
	c	10	18.6	288.3	7.6	207
吉倉		9	19.3	298.7	7.6	108
三宮		6	18.9	237.4	7.4	166
菩提		6	15.4	183.4	4.9	161
瀬領		10	14.0	129.0	2.2	87

樹冠の4方位の半径を測定した。同3地点で、合計82本を伐採後に単木の樹幹および枝の計測を行った。樹高は、根株から切断箇所までの高さを加算して、樹頂点までの距離を測定したものとした。また、根本から1.0m毎に元口および末口の直径（5cm以上）を測定したのから材積およびシイタケ原木採材本数を算出した。

今回新たに調査を実施した4地点（吉倉・三宮・菩提・瀬領）では、合計31本について地上型レーザスキャナ（アドイン研究所製 OWL）により計測を行い、三次元点群データを取得した。測定木1本あたり6方向からスキャンを実施し、専用ソフトウェア（アドイン研究所製 OWL Manager）にてスキャン結果を合成することで、全周の三次元点

群データを作成した。得られた三次元点群データについて、計測用ソフトウェア（オーピーティエー製 OPT Cloud Survey）を用いて地際から樹幹方向に1mの間隔で横断面の直径を測定した。この計測結果から、材積と原木採材本数の実測値を計算した。

なお、本研究におけるシイタケ原木とは、末口7～14cm（長さ1m）とした。

材積および原木採材本数の推定には、前報にて検討した、地上調査を前提とした単木単位の推定のための曲線推定式（拡張相対成長モデル式）、および UAV 調査を前提とした林分単位の推定のための回帰直線式（正比例モデル式）を用いた。結果の統計解析は、エクセル統計（SSRI 製）で行った。

Ⅲ 結果および考察

1 曲線推定式

本研究では、前報で使用した円筒形の空間モデル(式(1))を採用した。

$$E = H \times S \quad (1)$$

空間モデル(E, 以下、推定モデル値と呼ぶ)は、樹高(H)と樹冠面積(S)の積を独立変数とした。

曲線推定式では、拡張相対成長式(小川、1980)をモデルとした(式(2))。

$$1/Y = 1/aE^b + 1/c \quad (2)$$

ここで、材積および原木採材本数を従属変数(Y)として、Eは推定モデル値、a,b,cは材積(v)または原木採材本数(n)の実測値に対する推定誤差をもとに最小二乗法により算出したパラメータである。材積と原木採材本数の曲線推定式は次の通りとなった(図-2)。

$$v = 1/(1.34 \times 10^{-2} \times E^{0.63}) + 1/(8.30 \times 10^4)$$

$$n = 1/(7.05 \times 10^{-1} \times E^{0.53}) + 1/(2.61 \times 10^6)$$

2 回帰直線式

林分単位での材積および原木採材本数の推定を行うため、回帰直線式(式(3))を使用した。

$$Y = aE \quad (3)$$

ここで、林分材積および原木採材本数を従属変数(Y)として、Eは推定モデル値、aは林分材積(V)または原木採材本数(N)の回帰分析により算出した。材積と原木採材本数の回帰直線式は次の通りとなった(図-3)

$$V = 0.0011E \quad (4)$$

$$N = 0.0289E \quad (5)$$

上記関係の地域差の有無をみるため、共分散分析を行ったところ、材積、原木採材本数共に回帰直線の平行性の検定は危険率1%で棄却され、調査地による主効果については、材積、原木採材本数共に危険率1%で有意差が認められた。このことを踏まえ、多重比較検定により調査地間の違いを検定したが、明確な傾向は認められなかった。UAV調

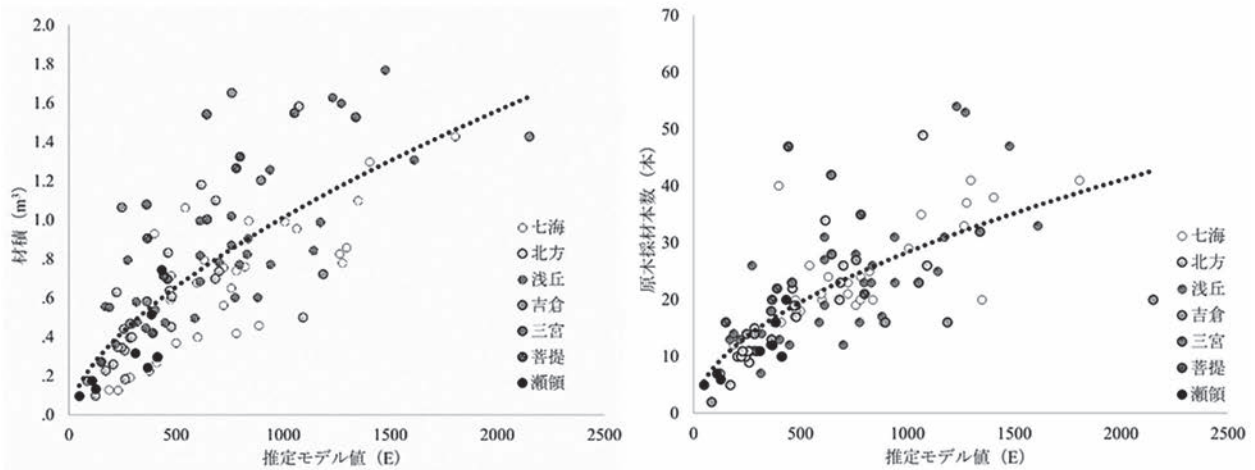


図-2 曲線推定式による材積および原木採材本数の推定

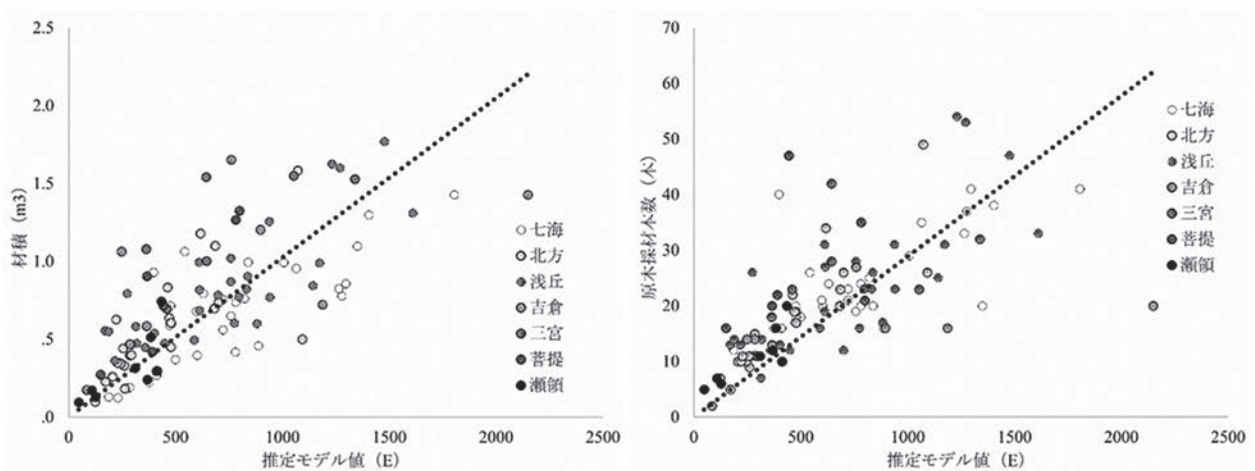


図-3 回帰直線式による材積および原木採材本数の推定

表－3 プロット毎の材積および原木採材本数の推定と誤差

調査地	プロット	材積(m ³)					原木採材本数(本)				
		測定値	曲線推定式		回帰直線式		測定値	曲線推定式		回帰直線式	
			推定値	誤差(%)	推定値	誤差(%)		推定値	誤差(%)	推定値	誤差(%)
七海	a	8.2	9.0	10.4	8.9	8.8	277	256	-7.5	252	-9.1
	b	5.8	7.3	26.7	6.6	13.9	193	212	9.9	185	-4.1
	c	6.9	9.0	31.2	8.3	21.1	252	260	3.1	235	-6.7
北方	a	5.1	5.8	13.8	4.6	-11.1	178	176	-1.2	129	-27.5
	b	6.9	6.4	-7.0	4.9	-28.2	187	192	2.9	139	-25.6
浅丘	a	7.8	8.4	8.2	8.0	2.5	219	241	10.2	226	3.0
	b	9.4	8.8	-6.8	8.5	-9.5	271	249	-8.2	240	-11.5
	c	7.6	6.6	-12.9	5.6	-26.6	207	195	-5.7	157	-24.1
誤差平均				8.0					0.4		
標準偏差				16.1					7.3		
吉倉		7.6	6.8	-11.0	6.5	-14.1	108	194	80.0	184	70.7
三宮		7.4	5.0	-33.2	4.6	-37.8	166	142	-14.3	130	-21.7
菩提		4.9	3.8	-23.4	3.0	-38.9	161	112	-30.3	85	-47.4
瀬領		2.2	3.4	54.9	2.2	0.9	87	108	24.3	63	-27.3
誤差平均				4.2					5.3		
標準偏差				25.0					27.2		

査によるコナラの資源量推定システムの精度向上を検討する上で、推定モデル式の改善が必要と考えられた(渥美ら、2020)が、上記状況を踏まえ、今回は(4)式および(5)式を採用することとした。

前報(渥美ら、2020)における推定モデルとの比較のため、曲線推定式および回帰直線式を用いて、調査林分のプロット毎の総材積および総原木採材本数を推定し、推定値と実測値との平均誤差率をもとに比較検討を行った(表－3)。全調査地の誤差についてみると、材積の曲線推定式では-33.2～54.9、回帰直線式では-38.9～21.1と広い範囲で分布していたが、全林分の誤差率の平均値は、曲線推定式では4.2、回帰直線式では-9.9となった。原木採材本数の曲線推定式では-30.3～80.0、回帰直線式では-47.4～70.7と広い範囲で分布していたが、全林分の誤差率の平均値は、曲線推定式では-5.3、回帰直線式では-10.9となった。

前報の推定モデルによる推定値と今回の推定モデルによる推定値(前報と同じ調査地の誤差平均値)を比較すると、材積の曲線推定式では誤差が増加(1.1%から8.0%)、同回帰直線式では誤差が減少(-7.4%から-3.6%)し、原木採材本数については、両式とも誤差が増加(曲線推定式:-0.1から0.4、回帰直線式:-10.4から-13.2)した。

今回の調査結果から、地域ごとでの誤差の傾向

は確認できなかった。また各調査地点で単木ごとに比較すると、大径化したコナラのうち、推定モデル値に対して材積および原木採材量が過大となる個体が存在しており、こうした単木ごとの外れ値が推定誤差に大きく影響していることが考えられる。

なお、実用レベルでの推定精度評価のためには、モデル作成に使用していない林分において、単木単位ではなく林分単位の検証が必要であり、1林分における検証については別に報告(矢田ら、2021)したが、さらなる検証が必要である。

おわりに

調査地の使用にご理解・ご配慮・ご協力いただいた森林所有者・各森林組合関係各位および県・市町関係各位、包括連携協定の下、スマート林業の取り組みに連携して取り組んでいただいている(株)小松製作所および関係会社の関係各位に、厚く御礼申し上げます。

本報告には、第131回日本森林学会大会(矢田ら、2020)および第132回日本森林学会大会(矢田ら、2021)にて発表した内容を含む。また、本研究は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター「イノベーション創出強化研究支援事業」の支援を得て行ったものである。

引用文献

矢田 豊・木村一也・渥美幸大・青木充広・山路佳奈・川崎萌子・白井教男・三谷典夫（2017）石川県のスギ人工林における UAV を用いた林分材積の推定—2017年版材積推定モデルの検証—. 中部森林研究66：81-82

小谷英司・太田敬之・大塚生美・細田和夫・西園朋広・北原文章（2019）地上レーザによる広葉樹林標準地の調査手法の開発. 第130回日本森林学会大会講演要旨集：130

渥美幸大・矢田 豊・小谷二郎（2020）コナラ高齢林分における材積量およびシイタケ原木採材本数の推定式. 石川県林業試験場研究報告 No. 51：1-5

渥美幸大・矢田 豊・小谷二郎（2018）樹冠情報を用いたコナラ高齢林からのシイタケ原木採材量の把握手法の検討. 第129回日本森林学会大会講演要旨集：141

矢田 豊・小谷二郎・渥美幸大・木村一也・山路佳奈・長田茂美・高橋文啓・松井康浩（2019）UAVにより調査・取得した林冠情報によるコナラ資源量の推定. 第131回日本森林学会大会講演要旨集：253

矢田 豊・小谷二郎・渥美幸大・木村一也・山路佳奈・長田茂美・高橋文啓・松井康浩（2020）UAVにより調査・取得した林冠情報によるコナラ資源量の推定. 第131回日本森林学会大会講演要旨集：253

矢田 豊・渥美幸大・林 航希・木村一也・山路佳奈・小谷二郎・松井康浩・長田茂美（2021）深層学習に基づく UAV オルソ画像を用いたコナラ判別と材積等の推定. 第132回日本森林学会大会講演要旨集：73

マツノマダラカミキリ脱出孔の時空間分布と材内温度

江崎功二郎

I はじめに

マツノマダラカミキリ *Monochamus alternatus* (以下、本種とする) は、マツ材線虫病の病原体であるマツノザイセンチュウ *Bursaphelenchus xylophilus* (以下、ザイセンチュウとする) の主要なベクターである (Mamiya and Enda 1972; 森本・岩崎 1972)。本種成虫は生命維持や性成熟などのために寄主の若年枝の樹皮を摂食する。そのため、後食防止薬剤の散布はマツ材線虫病の基幹技術となっている。近年、後食防止薬剤の残効延長に伴い散布回数が2回から1回になるなど散布回数が減少傾向にあり、本種成虫の発生時期の把握がさらに重要になっている。

メス成虫は、夏季に新しい枯死木や衰弱木の樹皮に産卵する。卵が約1週間でふ化し、幼虫は樹皮下を食べ生長するが、終齢幼虫になると材部に蛹室を形成し休眠する (遠田 1976)。越冬前の低温で休眠が消去され、春に蛹化・羽化し、野外に脱出する。石川県において成虫の脱出期間は6~8月まで続き、脱出のピークは6月20日前後である (富樫 1989; 江崎 2003)。越冬後、羽化までの発育には温度の影響が大きく (例えば、奥田 1973; 岸 1988; 谷脇 2008)、その発育零点は概ね11~13°Cの間にあり、50%の個体が羽化脱出するまでの有効積算温度500日程度とする報告が多いが、いずれも地域格差が大きいことが知られている (遠田 1976; 岸 1988; 井上 1998; 西村 2003)。さらに、同一林分や枯死木内であっても羽化脱出時期の個体差には、枯死木の立地環境や部位による日当たりや乾燥程度の違いが影響することが示唆されている (小林ら 1976; 谷脇 2008)。

本研究では、同一林分に調査木6本を海岸グループと内陸グループに分けて設置し、調査木ごとに脱出孔の出現日および樹体内での分布位置を調査し、地上高1~5mの材内温度を測定した。そして、グループ間の脱出時期の違いと材内温度の影響および、脱出孔の樹体内分布と脱出時期との関係を示した。

II 材料と方法

アカマツが優先する加賀市片野海岸マツ林

(36° 19.4' N, 136° 17.1' E, 標高 53 m) に調査木6本を、海岸線より約300 m離れた海岸グループと、約1,100 m離れた内陸グループに3本ずつ分けて設置した (図-1)。調査木の調査範囲は地上高0.0~6.0 mとし、この範囲の側枝は切断した。海岸グループの胸高直径および樹高はそれぞれ12.3-15.0 cmおよび6.9-8.1 mで、内陸グループはそれぞれ10.5-13.9 cmおよび8.0-9.6 mであった。

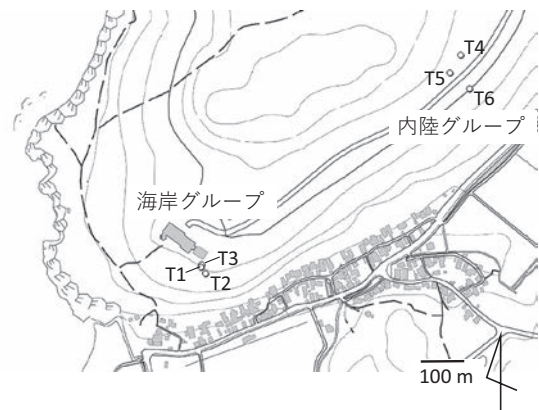


図-1 調査木の位置

国土地理院 電子基本図 (標準地図) に追記

本種の脱出孔 (図-2 左) の見落としを回避するため、2020年5月11~22日に調査木のすべての樹皮を剥皮し、穿入孔にクレヨンでマークした (図-2 左)。調査は長さ6 mの林業用ハシゴを使い樹幹表面に出現した脱出孔の直下にナンバーテープを付した (図-2 左)。5月25日~7月22日までに12回の調査を行った。

海岸グループの調査木に温度センサーを2020年3月19日に設置し3月20日から測定を行ったが、内陸グループは4月7日に設置し4月8日から測定を行った。地上高1 m、3 mおよび5 mの樹幹材内温度を温度センサー一体型データロガー (商品名: サーモクロンGタイプ) を用いて測定した。調査木の南中線を描き、20 mm径、深さ30 mmの穴を開け、穴の奥に温度センサーを各1個設置し、マツ枯死木の枝から造作した栓を20 mm押し込み穴を塞ぎ、凸部は切り落とした。7月22日まで2時間ごとに材内温度を自動計測した。外気温の測定は、海岸グループに隣接する建物の北東側に生育する樹木の地上高1 mに日よけカバーを設け、同様の温度センサーによって測定した。

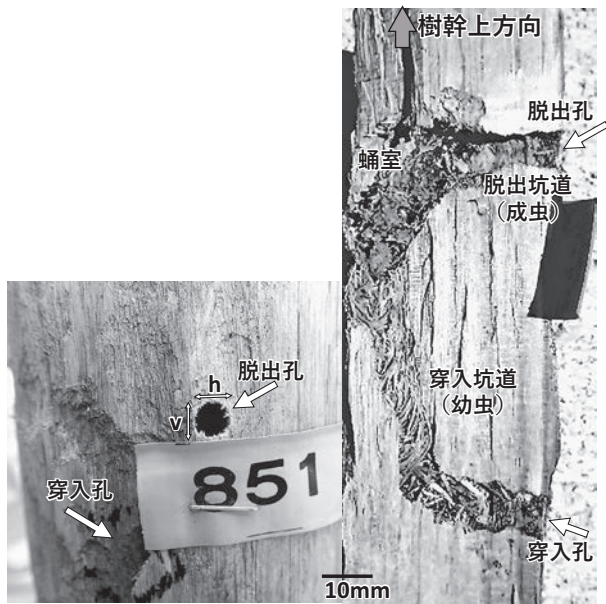


図-2 成虫の脱出孔と内部構造

孔サイズは垂直 (v) と水平方向 (h) の平均直径とした。左図の穿入孔と脱出孔の関係はない。

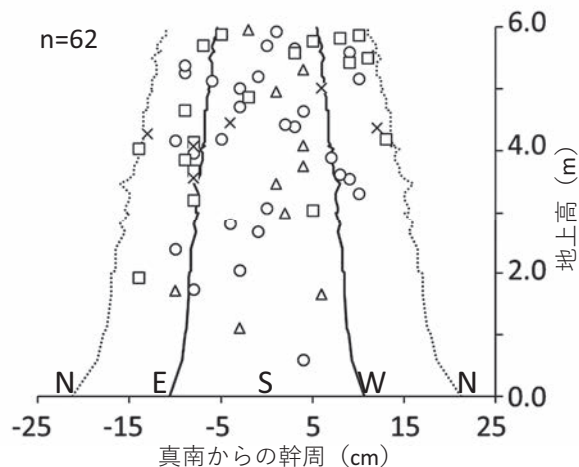


図-3 調査木 T5 における脱出孔の時空間分布

出現日；△：6月10日、○：6月15日、
□：6月21日、×：6月27日

図中下部の記号は方角を示す。

7月22日にすべての調査木を伐採し、これらを7月30日～8月13日に石川県農林総合研究センター林業試験場(白山市三宮町)へ搬出した。調査木ごとに各脱出孔の座標位置(地上高と南中線からの水平幹周距離)を測定した。また、成虫の脱出時期と体サイズとの関係を調査するために、調査木ごとに脱出孔の出現日と孔サイズについて相関係数を求めた。孔サイズは脱出孔の垂直(v)および水平方向(h)の長さを測定し、その平均値とした(図-2左)。ただし、脱出孔に繊維方向の割れなどが生じている際は、一方の測定値のみで代表した。

海岸グループと内陸グループの脱出孔数の季節消長の違いについて、出現日ごとの脱出孔数の度数分布を用いて Kolmogorov-Smirnov 検定を行った。グループごとの南側と北側の脱出孔数の違いについて、出現日ごとに χ^2 検定によって比較した。そして、これらの解析は脱出数が最も多かった調査木 T5 についても同様に行った。脱出孔の出現日と地上高の関係について、出現日をシリアル値に変換して相関係数を求めた。

本種幼虫の発育零点は江崎(2003)を参考に 12.0°C に設定し、日平均温度との差を積算して各温度の有効積算温量 300 日度および 500 日度の到達日を求めた。石川県では日平均気温がこの発育零点 12.0°C を超える日は概ね 4 月以降であるため、各グループの有効積算温量は 4 月 8 日を起点としたデータにより算出した。

III 結果

1. 脱出孔の季節分布

調査木 T1～6 において、2020 年 5 月 31 日～7 月 22 日までの間に 132 個の脱出孔が地上高 0.59～5.98 m までに分布した(表-1)。木あたり脱出孔数±標準偏差(最小-最大)は 22.0 ± 19.8 (10-62) 個であった(表-1)。海岸グループの調査木 T1、T2 および T3 における脱出孔数は 13、12 および 17 個で、初発日は 5 月 30 日、6 月 3 日および 6 月 10 日であった。そして、内陸グループの調査木 T4、T5 (図-3) および T6 における脱出孔数は 10、62 および 18 個で、初発日は 6 月 10 日、6 月 10 日および 6 月 15 日であった。海岸グループの脱出孔は内陸グループより早く出現する傾向があった(Kolmogorov-Smirnov 検定、 $p=0.004$) (図-4)。

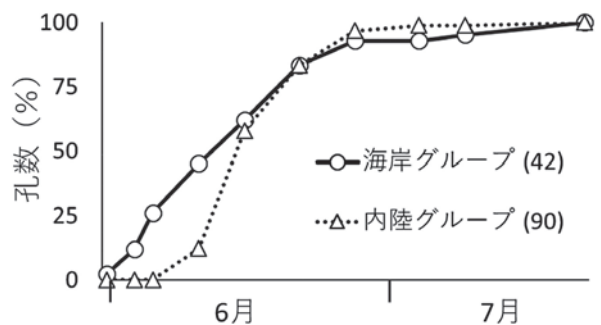


図-4 脱出孔の出現消長

() 中の数値は脱出孔数を示す。

表-1 調査木から出現した脱出孔の空間分布

調査木				脱出孔							
グループ	調査木	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	数	方向			地上高 (m)			
					南側	北側	南側比率	平均 ± 標準偏差	最小 - 最大		
海岸	T1	14.8	8.1	13	5	8	0.38	3.94 ± 0.94	2.33 - 5.62		
	T2	12.3	6.9	12	6	6	0.50	2.23 ± 0.49	1.12 - 2.82		
	T3	15.0	7.3	17	6	11	0.35	3.05 ± 1.15	1.11 - 5.13		
内陸	T4	13.9	8.0	10	8	2	0.80	5.37 ± 0.54	4.53 - 5.98		
	T5	11.4	9.6	62	25	37	0.40	4.17 ± 1.33	0.59 - 5.95		
	T6	10.5	8.5	18	9	9	0.50	3.86 ± 1.35	1.34 - 5.78		
平均		13.0	8.1	22.0	9.8	12.2	0.45	3.87 ± 1.37	0.59 - 5.98		

表-2 材内の有効積算温量の到達日

グループ	調査木	300日度の到達日*						500日度の到達日*					
		地上高			外気温との日数差**			地上高			外気温との日数差**		
		1 m	3 m	5 m	1 m	3 m	5 m	1 m	3 m	5 m	1 m	3 m	5 m
海岸	T1	6月9日	6月11日	6月11日	-3日	-1日	-1日	6月29日	7月2日	7月1日	-2日	+1日	0日
	T2	6月3日	m.d.	6月9日	-9日		-3日	6月21日	m.d.	6月27日	-10日		-4日
	T3	m.d.	6月12日	m.d.		0日		m.d.	7月4日	m.d.		+3日	
内陸	T4	6月8日	6月10日	6月10日	-4日	-2日	-2日	6月28日	6月30日	6月29日	-3日	-1日	-2日
	T5	6月7日	6月8日	6月10日	-5日	-4日	-2日	6月26日	6月27日	6月30日	-5日	-4日	-1日
	T6	6月8日	m.d.	6月11日	-4日		-1日	6月26日	m.d.	7月2日	-5日		+1日
外気温		6月12日						7月1日					

* 海岸グループおよび内陸グループは4月8日から測定した温度データから日平均気温を算出し、発育零点を12.0度とした有効積算温量300日度および500日度に達した月日を示した。

** 外気温における有効積算温量300日度および500日度の到達日と各測定場所の到達日の差を示した。m. d. は欠測値を示す。

2. 脱出孔の樹体内分布

調査木の南側および北側に出現した脱出孔数はそれぞれ5~25個および2~37個であった(表-1)。調査木の南側比率は0.35~0.80までみられたが、すべての調査木において方向の偏りは認められなかった(χ^2 検定、 $p>0.05$)。海岸グループおよび内陸グループにおける南側と北側脱出孔の季節消長に分布の違いは認められなかった(Kolmogorov-Smirnov検定、海岸グループ： $p=0.982$ 、内陸グループ： $p=0.987$)(図-4)。また、各調査木における脱出孔の出現日と地上高との間に相関は認められなかった($p>0.05$)。

出現した132個の平均脱出孔サイズ±標準偏差(最小-最大)は、 6.9 ± 0.7 (4.9-9.3)mmであった。調査木ごとの脱出孔サイズと出現期に相関は認められなかった($p>0.05$)。

3. 調査木 T5

内陸グループの調査木T5において、6月10日~6月27日の間に62個の脱出孔が出現し、6月15日にピークを示した(図-3、6)。出現した34個の

南側脱出孔は6月15日にピークを示した一方で、28個の北側脱出孔は6月21日にピークを示した。6月10日に出現した10個の南側比率は0.90(9/10)で南側に偏って脱出孔が出現したが($p=0.011$ 、 χ^2 検定)、6月15日に出現した28個の南側比率は0.64で偏りは明確ではなかった($p=0.131$ 、 χ^2 検定)(図-6)。しかし、6月21日に出現した18個の南側比率は0.28でやや北側に偏る傾向があった($p=0.059$ 、 χ^2 検定)。そのため、調査木T5における南側脱出孔の季節消長は北側脱出孔とは異なり、南側の脱出孔は北側より早く出現する傾向を示した(Kolmogorov-Smirnov検定、 $p=0.014$)(図-6)。

4. 材内温度

海岸グループは3月20日に温度測定を開始したが、内陸グループの開始日(4月8日)までに、外気温の有効積算温量が4.0日度であった。

4月8日を起点とした外気温の有効積算温量300日度および500日度の到達日は6月12日および7月1日であった。海岸グループおよび内陸グ

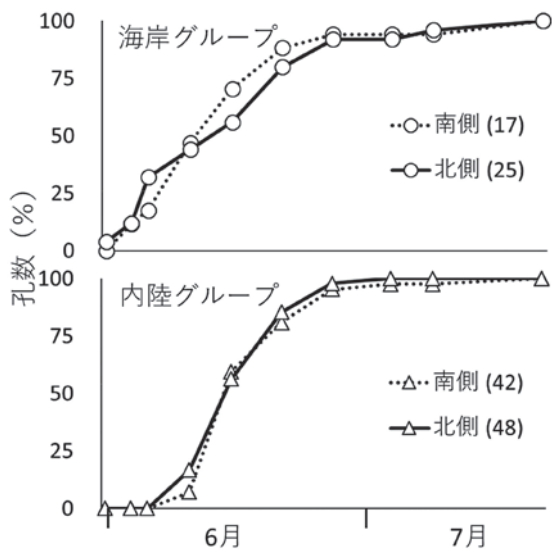


図-5 樹幹の南側と北側に出現した脱出孔の消長
()の中の数値は脱出孔数を示す。

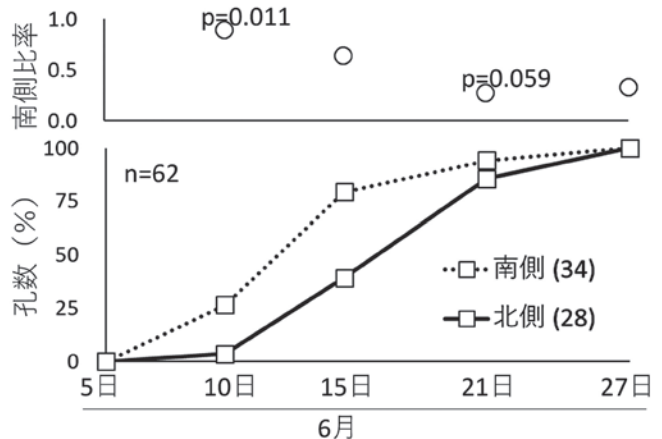


図-6 調査木 T5 における脱出孔の出現消長と南側比率

上図の p 値は χ^2 検定による。

グループにおいて、それぞれ3箇所および1箇所
温度センサーの不具合により欠測値が生じた(表-2)。調査木における材内の有効積算温量300日度の到達日は概ね外気温より早く、それらは海岸グループおよび内陸グループでそれぞれ5箇所(5/6)および8箇所(8/8)であった(表-2)。調査木T2の1mにおける有効積算温量300日度の到達日は、外気温より9日早かったが、その他では5日以内であった(表-2)。また、外気温より早く有効積算温量500日度に到達した箇所は海岸グループおよび内陸グループでそれぞれ3箇所(3/6)および7箇所(7/8)あり、外気温より早く到達する傾向が維持された(表-2)高さ1mおよび5mの有効積算温量が算出できた調査木において、高さ1mにおける有効積算温量300日度の到達日は5mと比較して早くなる傾向があった(5/5)。

IV 考察

本種の多くの終齢幼虫は材表面からの深さは30mm以下の浅い場所に蛹室を形成し(江崎ら2021)、蛹室の上部末端より脱出坑道をやや水平方向に幹表面に向かって坑道を掘り、円形の脱出孔を形成する(図-2右)。そのため、調査木の表面に出現した脱出孔の位置は空間的に蛹室のおおよその位置を示している。

松くい虫被害地域における本種の羽化脱出時期は、薬剤散布などの防除事業の適期を把握するために

重要である。本種の羽化脱出には越冬後の有効積算温量が深くかかわっており、成虫が5月下旬から発生する関東地方では、その脱出初発生日の有効積算温量は244~290日度の範囲内であり、50%脱出日は500日度程度であることが報告されている(遠田1975)。しかし、実際の発生林分における羽化脱出消長は施設の野外網室調査による消長とは異なることが指摘されており、鎌田(1978)は野外林分に立て掛けや倒伏した立木と網室に設置した丸太の脱出孔の合計1,629個について発生活消長調査を行った結果、両者の消長に明らかな違いがあり、網室の調査では実際の林分の発生時期を誤る可能性を指摘した。さらに、谷脇(2008)は裸地と林内では直射日光のため丸太内温度に差が生じ、本種の発生活消長が影響されることを示唆した。このことは裸地だけでなく、マツ林内で枯死木が発生すると萎凋・落葉に伴いギャップが形成され、枯死木の幹が直射日光に曝されるようになり、幹の材内温度が上昇する可能性があることを示唆している。本研究において、海岸線に近い南斜面に位置する海岸グループの脱出孔の初出現日は5月31日であり、海岸線より離れた林内の内陸グループの初出現日は6月10日であった。海岸グループの25%の脱出孔が内陸グループの初出現日まで出現し、海岸グループの脱出孔の出現消長は内陸グループより早く推移した(表-2、図-3)。しかし、海岸グループの調査木T2の地上高

1 m の材内温度は 6 月 1 日に有効積算温度 300 日度および 6 月 19 日に 500 日度に到達し、その他の 13 箇所と比較して最も早い到達日になったが、グループ間では到達日に明瞭な違いは認められなかった(表-2)。本種の羽化脱出には材の乾燥程度や脱出時の天候などの有効積算温量以外の要因の関与が示唆されており(小林ら 1976; 榎原・高梨 2006)、岸(1988)は、梅谷・山田(1973)が指摘したように昆虫の発育と温度から求められた発育零点や有効温量は目やす値であり、野外条件下で厳密に適用するには問題が多いということが本種にも当てはまることを述べた。本研究でも温度以外の要因の関与により、材内温度のみではグループ間の羽化脱出消長の違いを説明することができなかったと考えられる。

また、出現消長が異なった海岸と内陸グループに分けて、樹幹の南側と北側に出現した脱出孔との出現消長の比較した結果、2 方向の出現時期に違いは認められなかった(図-4)。しかし、脱出孔数が最も多かった調査木 T5(脱出孔数: 62 個)では、調査木の南側脱出孔の出現のピークは北側脱出孔より早く、早く出現する脱出孔ほど南側比率が高い傾向を示した(図-3、6)。この調査木では、枯死木樹幹の南側は直射日光の影響が大きく材内温度が上昇しやすい条件にあったため、南側に蛹室を形成した個体は北側の個体より早く発育し脱出したと考えられる。しかし、一般にはこの 2 方向に大きな温度差は生じにくいと考えられ、その他の要因の影響もあるため、2 方向の脱出時期の違いが生じる枯死木は多くないと思われる。

有効積算温量 300 日度の到達日は地上高 1 m が 5 m よりも僅かに早くなる傾向があり(表-2)、この序列は 500 日度到達日も同様であった。しかし、脱出孔の出現日と地上高の間に関係性は認められなかった。人工飼料を与えた飼育条件下においても休眠覚醒後に羽化脱出までの発育に必要な有効積算温量は個体によって大きくばらつくことが知られている(遠田 1975; 上田・遠田 1995)。そのため、地上高の違いに伴って生じた有効積算温量の到達日の違いは個体間のバイアスに比べて狭い範囲にあり、脱出消長に影響を与えなかったと考えられる。

ヒゲナガモモブトカミキリ *Acanthocinus griseus* において、羽化脱出日と体サイズとの間に相関が認められないことが知られている(江崎・山崎

1995)。本研究においても、本種の脱出孔出現日と孔径の間に相関は認められなかった。これらのことより、体サイズは羽化脱出時期に影響しないのかも知れない。

引用文献

- 江崎功二郎(2003) マツノマダラカミキリの発生消長. 石川県林試研報 34 : 47
- 江崎功二郎・山崎三郎(1995) 高知県におけるヒゲナガモモブトカミキリ *Acanthocinus griseus* (Fabricius) (Coleoptera: Cerambycidae) の羽化脱出消長と触覚長. 日林誌 77 : 86-88
- 江崎功二郎・川口エリ子・中村克典・前原紀敏・相川拓也・小澤壮太・米森正悟(2021) 上面および全面被覆式による伐倒くん蒸処理での MITC 濃度の経過とマツノマダラカミキリ幼虫の殺虫効果. 日林誌 103 : 186-191
- 遠田暢男(1975) マツノマダラカミキリの発育と温度の関係. 森林防疫 24 : 208-211
- 遠田暢男(1976) マツノマダラカミキリの生活史. 森林防疫 25 : 182-185
- 井上牧雄(1998) 鳥取県東部における最近 10 年間のマツノマダラカミキリの蛹化期と成虫の脱出消長. 鳥取県林試研報 36 : 19-27
- 鎌田盛義(1978) マツノマダラカミキリの消長調査について. 日林九支研論集 31 : 263-264
- 岸 洋一(1988) マツ材線虫病-松くい虫-精説. トーマス・カンパニー
- 小林一三・奥田素男・細田隆治(1976) マツ枯損木の乾燥程度、太さとマツノマダラカミキリの脱出、線虫保持数. 86 回日林論 : 239-240
- 榎原 寛・高梨琢磨(2006) マツノマダラカミキリの脱出時間. 57 回日林関東支論 : 227-231
- Mamiya Y, Enda N (1972) Transmission of *Bursaphelenchus lignicolus* (Nematoda: Aphelenchoididae) by *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae). Nematologica 18 : 159-162
- 森本 桂・岩崎 厚(1972) マツノザイセンチュウ伝播者としてのマツノマダラカミキリの役割. 日林誌 54 : 177-183
- 西村正史(2003) 富山県におけるマツノマダラカミキリ成虫の脱出消長. 富林技研報 16 : 1-6
- 奥田素男(1973) マツノマダラカミキリの発育に関する温度別試験. 日林関西支講 24 : 146-149

- 谷脇 徹 (2008) 裸地と林内に置いたマツ材線虫
病被害材内の温湿度環境. 日林誌 90 : 253-256
- 富樫一巳 (1989) マツノマダラカミキリの個体群
動態とマツ材線虫病の伝搬に関する研究. 石川
県林試研報 20 : 1-142
- 上田明良・遠田暢男 (1995) マツノマダラカミキ
リの幼虫休眠と日長・温度の関係. 日林関西支
論 4 : 164-166
- 梅谷献二・山田偉雄 (1973) コナガの発育零点と
発育有効積算温量、およびその地理的差異. 応
動昆 17 : 19-24

海岸クロマツ林の低密度植栽に関する試験

千木 容・川崎萌子^{※1}・矢田 豊・小倉 晃^{※2}

I はじめに

石川県の海岸には砂丘地が延長で150km程度あり、海岸防災林としてクロマツが植えられているが、マツ材線虫病の被害が著しいところが見られる。しかし、砂丘地の飛砂防備に適した高木樹種はクロマツ以外には無く再生が望まれている。このため、マツ林の再生コストを抑える手段の一つとして低密度植栽が考えられる。北西からの冬の季節風が強い石川県では飛砂から植栽した苗木を守るため防風柵の設置を行ってきたが、コスト低減のため植栽本数を5,000本/haに減らして事業を行ってきたが、これまでに5,000本植栽でマツ林の再生が順調に進んでいることから、コスト低減のため3,000本/haの植栽と5,000本/haの比較を試みている(川崎・千木 2016)。本報では、その後の生育状況を調査したので、その経過を報告する。

II 試験地および試験方法

1 試験地の状況及び調査事項

1) 千ノ浦試験地

石川県羽咋郡志賀町西海千ノ浦地内
土壌：弱乾性褐色森林土(赤色系)
汀線からの距離：150m程度
植栽密度：3,000本/ha、5,000本/ha
苗木の種類：コンテナ苗、裸苗
植栽形態：新植

2) 室試験地

石川県河北郡内灘町室内地内
土壌：砂丘未熟土
汀線からの距離：150m程度
植栽密度：3,000本/ha、5,000本/ha
苗木の種類：コンテナ苗、裸苗
植栽形態：新植

3) 塩浜試験地

石川県加賀市塩浜町地内
土壌：砂丘未熟土
汀線からの距離：100m程度
植栽密度：3,000本/ha、5,000本/ha

苗木の種類：コンテナ苗、裸苗

植栽形態：補植

4) 調査事項

樹高、根元径

III 試験結果と考察

1 成長状況の比較

1) 千ノ浦試験地(図-1, 4, 7)

3,000本植栽地と5,000本植栽地の4年目までの樹高と根元径の成長は、裸苗とコンテナ苗ともにほぼ差がなかった。これは、5,000本植栽地でも植栽木の枝がほとんど重なっていないため、植栽密度による違いが発生する時期に達していないと考えられる。一方、裸苗とコンテナ苗の成長量を比較すると、裸苗の成長量が上回った。コンテナ苗は、裸苗と比較して初期成長が遅くなるが、直根が良好なため徐々に成長量が増加すると考えられている(山田ら 2015)。

2) 室試験地(図-2, 5, 8)

3,000本植栽地と5,000本植栽地の成長の状況は、千ノ浦試験地(以下千ノ浦)と同様であった。また、裸苗とコンテナ苗の成長量を比較も千ノ浦と同様であった。一方、両方の試験地の成長量は、千ノ浦の方が良好であった。これは、千ノ浦の土壌が弱乾性褐色森林土(赤色系)であるのに対し室試験地(以下室)が最も積悪な土壌に属する砂丘未熟土のためである(森林土壌研究会 1982)。

3) 塩浜試験地(図-3, 6, 9, 写真-1, 2)

塩浜試験地は、補植のため成長の比較ができる状況ではなく、もともとあったクロマツの影響で形状比が高い傾向が見られた。クロマツのような陽樹は、太陽光が十分でないと成林が難しいと考えられるため、皆伐したのち一斉に植栽を行うことが大切である。

植栽地の上空からのドローンによる写真を示す。上空からの撮影により今後の林冠閉鎖等の状況が、わかり易く見ることができるので、今後の経過について示していきたい。

※1 中能登農林総合事務所 ※2 石川県観光企画課

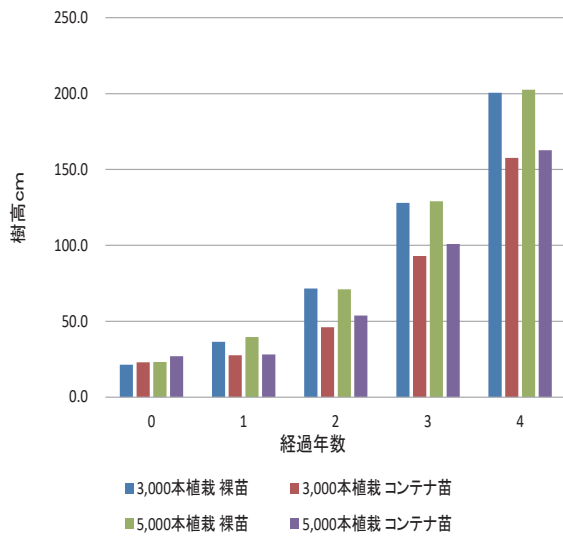


図-1 樹高成長の変化（千ノ浦）

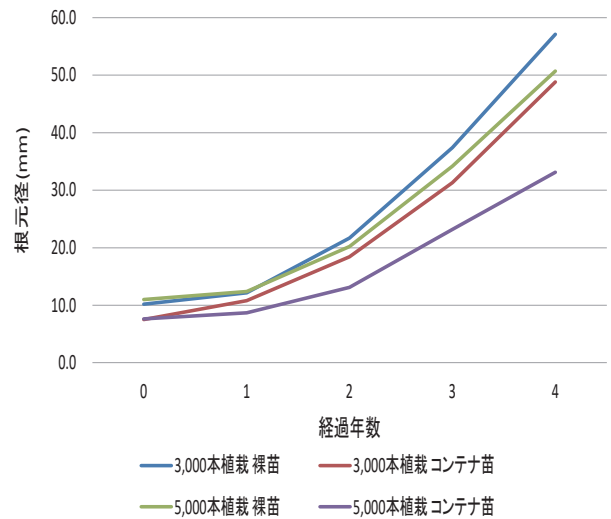


図-4 根元径の変化（千ノ浦）

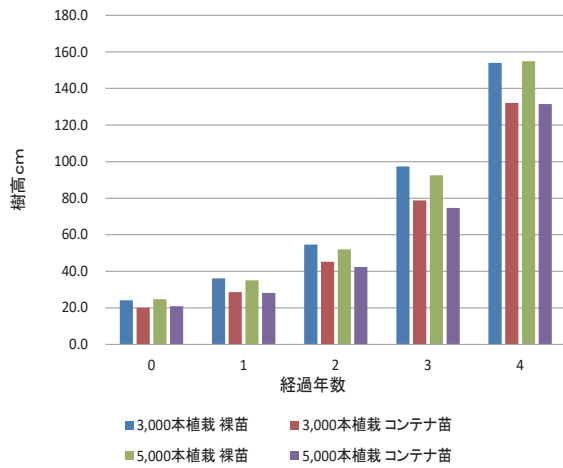


図-2 樹高成長の変化（室）

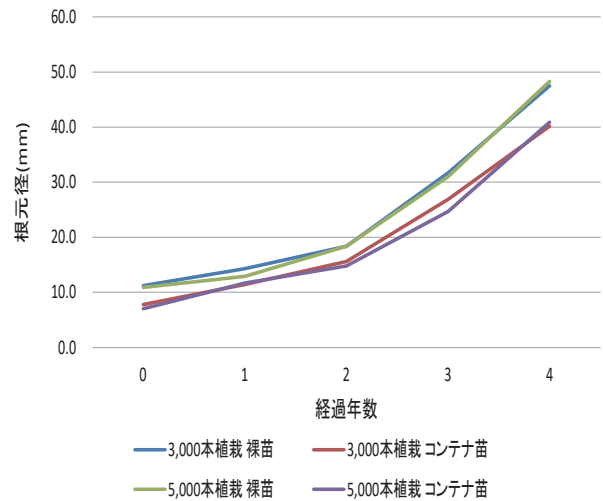


図-5 根元径の変化（室）

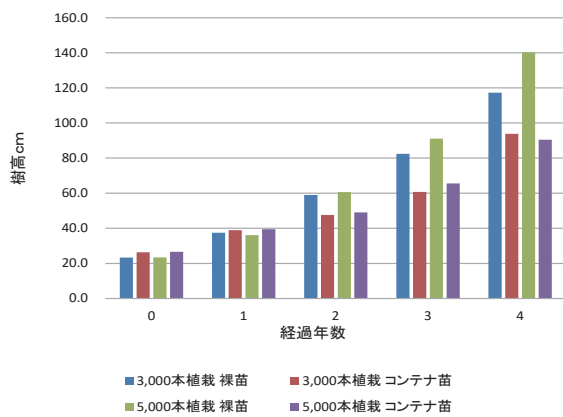


図-3 樹高成長の変化（塩浜）

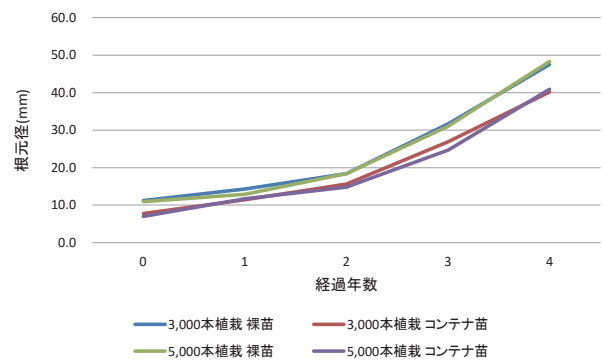


図-6 根元径の変化（塩浜）

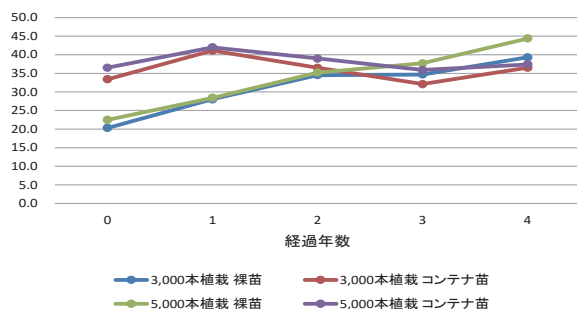


図-7 形状比の変化 (千ノ浦)

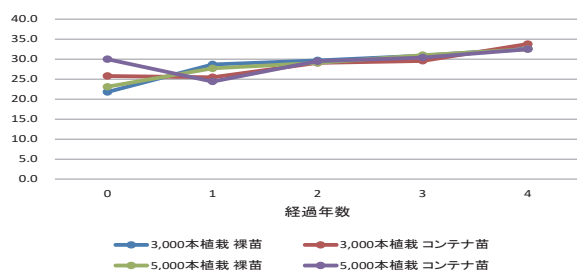


図-8 形状比の変化 (室)

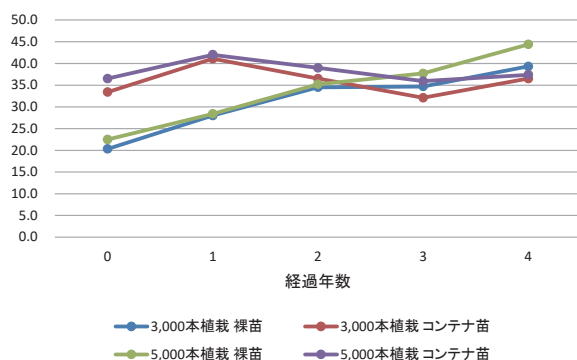


図-9 形状比の変化 (塩浜)



写真-1 3,000本/ha 植栽 (塩浜)



写真-2 5,000本/ha 植栽 (塩浜)

Ⅲ 摘要

3,000本植栽地は、5,000本植栽地と比較して植栽間隔が広いため、林冠が閉鎖し飛砂防備機能が十分に発揮されるまでに時間を多く要すると思われる。前報で3,000本植栽地は、枝の重なりが5,000本植栽地と比較して1年、10,000本植栽地と比較して2年遅れるものの、飛砂防備機能には遜色がないことが示唆された(千木ら2019)。ただし、海岸汀線からの距離が近く、高い飛砂防備機能が求められるところでは、防風柵の設置など対策が必要と考えられる。今後、林冠が閉鎖するまで成長状況を追跡する必要があると考えられる。

引用文献

- 川崎萌子・千木容(2016) 海岸クロマツ林の低密度植栽について(第1報):石川県林試業報、54、5-6.
- 千木容・小倉 晃・川崎萌子・定塚泰三・矢放七海(2019) 海岸クロマツ林の低密度植栽について:石川県林試研報、51、13-14.
- 森林土壌研究会(1982) 森林土壌の調べ方とその性質:(財)林野弘済会、328p.
- 山田 健・宮城県伐採跡地再造林プロジェクトチーム・三樹陽一郎・ノースジャパン素材流通協同組合(2015) コンテナ苗その特徴と造林方法:林業改良普及双書178p.

県産スギ大径材から採材した枠組壁工法構造用製材の品質調査

石田洋二・松元 浩・小倉光貴

I はじめに

枠組壁工法は1974年に国内でオープン化され一般化された工法となった。以後、国内の住宅着工数が全体的に減少傾向にある中においても、枠組壁工法による住宅着工数は着実に増加を続けてきている。近年の国内の枠組壁工法による着工数は、全住宅着工数の12%程度で推移している。枠組壁工法に用いられる部材(以下、ツーバイフォー材)は、現状では北米から輸入されたSPF製材が主体となっているが、2015年の枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用たて継ぎ材の日本農林規格(以下、ツーバイフォー材のJAS)の大幅な改正により、スギ等の国産材の新たな樹種区分が設定されたことや、近年のSPF製材価格の高騰から、国産材ツーバイフォー材の普及への機運が高まっている。一方、北陸には国産材ツーバイフォー材の生産拠点がなく、県内需要者は愛知県や福島県など遠方の工場より入手している現状である。輸送コストの低減や地元産材利用への関心から、県産スギを利用したツーバイフォー材の生産・普及を待望する声も上がっている。このことから、今後生産量の増加が予想される県産スギ大径材の用途の一つとして、ツーバイフォー材も有効な選択肢として考えられる。そこで、県産スギ大径材からツーバイフォー材として最もよく用いられる寸法型式204材(断面寸法38mm×89mm)を製材試験して、ツーバイフォー材のJASに規定された目視等級区分による品質評価を行った。

II 試験方法

1 材料

県内で伐採された長級4mのスギ丸太で、末口公称径30cm、36cmおよび40cmのものをそれぞれ15本、15本および12本の計42本調達し供試材とした。また、それぞれの径級につき流過程で一般的に格付けされるA材、B材およびC材の品質ランクが全て含まれるように調達した。

2 丸太の基本調査

丸太の外形的な因子として、全ての丸太について、末口径、元口径、材長、細り、末口断面にお

ける年輪数、偏心、扁平率を測定した。また、素材の日本農林規格(以下、素材のJAS)に規定する大の素材(丸太の径30cm以上に適用)の規格に基づき、節、曲がり、木口割れ又は引き抜け、目まわり、腐れ、虫食い又は空洞、へび下りを測定し、基準に基づき素材の等級(品質の高い順に、1等~4等)を評価した。

3 製材

図-1のような基本木取りで、粗挽き断面寸法45mm×105mmとして採材可能なだけ製材した。製材手順は、丸太の両側から45mm厚の板材をツイバンドソーで可能なだけ切断していき、中列の幅105mmのタイコ材を得た。次に板材はギヤングソーで105mm幅に切断、タイコ材は帯鋸で45mm厚に切断することで、粗挽き断面寸法に仕上げた。なお、丸太に鋸刃を入れる位置は丸太形状に応じ、協力製材所オペレータの判断によって決定した。

4 乾燥・仕上げ

粗挽きした材は人工乾燥(中温乾燥)して、204材(乾燥材)の規定断面寸法38mm×89mmにモルダー仕上げした。

5 204材の品質評価

ツーバイフォー材のJASに規定する甲種枠組材の規格に基づき、仕上げた全ての204材について欠点調査を行い、目視等級区分した。具体的な評価項目は、以下の通りである。

節又は穴、腐れ、変色、丸身、割れ(貫通割れ、その他の割れ)、逆目ぼれ、毛羽立ち、目違い、目離れ、はな落ち、ロール跡及びびかな焼け、チップマーク、ナイフマーク、削り残し、曲がり、反り又はねじれ、繊維走行の傾斜

上記各項目について、基準に基づき、品質の高い順に特級、1級、2級、3級、等級外と格付けし、最も低い等級をもって、その204材の等級とした。

III 結果および考察

1 丸太の品質評価

供試丸太42本の主な諸元を表-1に示す。ほとんどの丸太が2番玉以降だったが、公称径40cmでは、1番玉も見られた。末口径の実測値は、公称径

30 cmでは31.2 cm～34.4 cm、公称径36 cmでは36.6 cm～40.6 cm、公称径40 cmでは、40.5 cm～44.8 cmの範囲であり、結果的に末口径30 cm～45 cmの範囲をほぼ網羅した形となる。今回測定した外形的因子とA材～C材の品質ランクの関係から推測すると、ランク付けには節が最も重視され、さらに節が少なくても、曲がりや細りが顕著であればこれも考慮されているようである。丸太の品質ランクと素材のJASによる等級とを対比すると、C材に格付けされたもののほとんどが素材のJASでも比較的低位な3等に格付けされ、一定の整合性が見られた。一方で、A材に格付けされた個体の中には、素材のJASでは下位の等級(3等、4等)に格付けされたものが見られ、これらは、素材のJASの基準において目まわりもしくは節の因子によって等級を下げていた。丸太の品質ランクと素材のJASによる等級では、重視される因子や同じ因子でも評価基準に差異があり、両者に大きな差が生じる場合があることが分かった。

2 204材の目視等級区分

供試丸太計42本から最終的に得られた204材は計668体であった。丸太総体積に対する製品歩留りは41.5%であった。なお、製材の過程で、丸太の外縁付近で鋸刃がかからず丸太の丸身が著しく残存した材は、ここでは除外している。無論、そのような材でも、末口側の丸身部分を切除したり、小割など他の材種に転換するなど、活用の余地は十分にある。

計668体の204材について、ツーバイフォー材のJASに基づく甲種枠組材の目視等級区分結果を図-2に示す。特級:99体(14.8%)、1級:48体(7.2%)、2級:294体(44.0%)、3級:138体(20.7%)、等級外:89体(13.3%)であった。最多の2級と最小の1級の間で乖離が大きい、これはツーバイフォー材のJASでの評価項目「節又は穴」において、より重視される「穴」の定義が1級以上と2級以下で異なるため、その結果、基準が厳格となる1級への格付け数が減ったものと考えられる。実際の枠組壁工法の建築物には、甲種枠組材の2級以上が指定される場合が多いが、全体の66.0%がこれを満たした。また、スギの204材はスタッドと呼ばれる縦枠材としての用途が想定されるが、国土交通省告示第1540号の規定によれば甲種枠組材の3級以上でこれに使用可能で、86.7%がこれを満たしたことになる。

3 丸太品質と目視等級区分

図-3に、A材～C材の丸太ランクごとに、丸太1本から得られた204材の平均製材本数を目視等級別に集計した。A材では目視等級の上位(特級～2級)が占める割合が他のランクより大きい傾向であった。このことから、品質の高いA材丸太からは、品質の高い204材を多く採材しやすいことが示唆された。しかしながら、ランクの低いC材であっても、丸太1本当たりの平均製材本数の総数はA材、B材と大きな差は無く、目視等級2級以上を6割程度は採材可能であることを考えれば、十分利用価値があると考えられる。

4 目視等級の決定因子

204材の目視等級が下位(3級、等級外)に格付けされた227体について、その等級の決定因子となった評価項目(各々の材で最も等級が低かった評価項目)を集計し、その割合を図-4に示す。集計の際は、ツーバイフォー材のJASに規定された評価項目(II-5参照)を下記のように集約した。

- ・節又は穴: 節又は穴(JASのとおり)
- ・反り: 反り(JASのとおり)
- ・割れ: 割れ(貫通割れ、その他の割れ)
- ・丸身等: 丸身、はな落ち、削り残し
- ・その他: 腐れ、変色、逆目ぼれ、毛羽立ち、目違い、目離れ、ロール跡及びびかなり、焼け、チップマーク、ナイフマーク、曲がり、ねじれ、繊維走行の傾斜

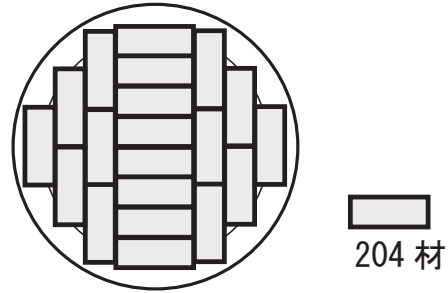
決定因子として最も多かったのは節又は穴で半数以上を占めた。節は若齢期に形成された材に多く、内部に埋もれた節を考慮した製材は不可能であり、また比較的断面が小さい204材では相対的に節の影響が強く現れたと考えられる。決定因子として次に多かったのは反りで3割を占めた。丸太によっては大きな成長応力を蓄積しており、製材時に大きく反る材が散見された。割れ、丸身等、その他が決定因子となったのは数%で少なかった。

IV 今後の課題

本報告では、204材の品質評価として目視等級を対象としたが、これに加えて建築部材として求められる強度的性能についても検証していく必要がある。また、大径材利用を念頭に置けば、1本の丸太から多数の204材が生産されることから、丸太断面方向の品質分布について、目視等級、強度的性能の両面から明らかにしていく必要がある。

引用文献

(公社) 日本木材加工技術協会 (2020) 木材工業
Vol. 75, No. 11: p. 449-454



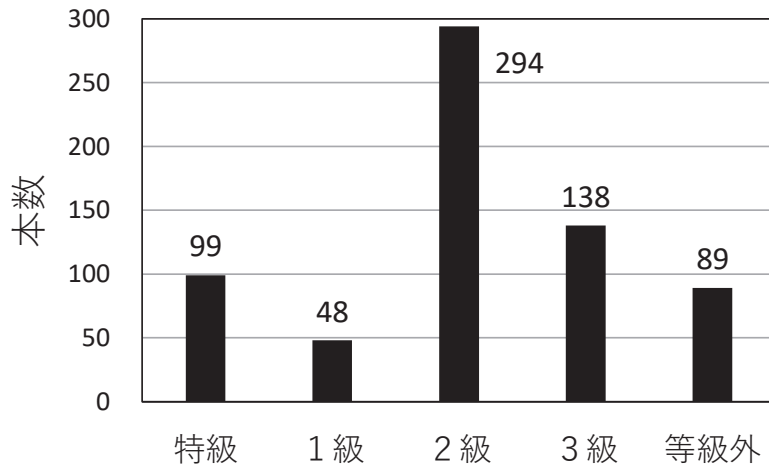
図—1 基本木取り図 (末口径 40 cmの場合)

表—1 供試丸太の諸元

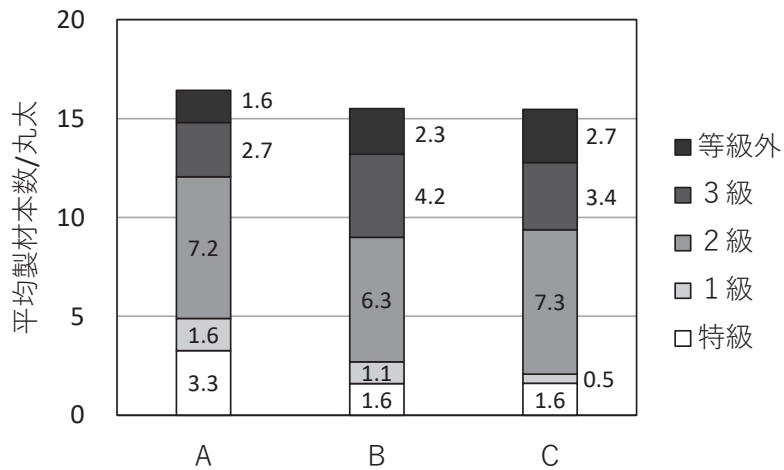
公称径 (cm)	ランク	素材JAS 等級	番玉	末口径 (cm)	元口径 (cm)	材長 (cm)	細り ^{※1} (%)	末口 年輪数	偏心 ^{※2} (mm)	扁平率 ^{※3}	節の個数	曲がり矢高 (mm)	目まわり ^{※4} (%)
30	A	1	2番玉以降	31.5	35.3	417.5	0.9	44	17	0.032	1	15	0.0
30	A	1	2番玉以降	32.3	35.3	414.5	0.7	45	15	0.074	3	16	0.0
30	A	2	2番玉以降	33.2	37.1	417.5	0.9	44	7	0.033	1	19	0.0
30	A	2	2番玉以降	33.3	38.1	414.6	1.2	45	22	0.015	3	20	0.0
30	A	2	2番玉以降	33.8	42.3	411.9	2.1	49	26	0.109	0	30	0.0
30	B	3	2番玉以降	31.7	35.5	411.8	0.9	77	7	0.059	20	17	3.1
30	B	3	2番玉以降	32.2	36.4	410.9	1.0	53	13	0.031	4	35	3.5
30	B	3	2番玉以降	33.2	38.9	409.4	1.4	42	11	0.076	15	20	0.0
30	B	2	2番玉以降	33.2	36.7	416.1	0.8	62	21	0.107	8	21	0.0
30	B	3	2番玉以降	33.4	38.7	421.5	1.3	45	7	0.110	13	20	3.5
30	C	3	2番玉以降	31.2	35.2	409.5	1.0	44	7	0.063	18	19	0.0
30	C	2	2番玉以降	32.2	36.2	409.1	1.0	64	36	0.117	1	23	0.0
30	C	3	2番玉以降	33.6	37.4	410.0	0.9	47	9	0.038	10	9	0.0
30	C	3	2番玉以降	34.2	40.6	409.2	1.6	42	15	0.057	9	22	3.3
30	C	3	2番玉以降	34.4	39.3	409.8	1.2	46	8	0.119	16	17	0.0
36	A	3	2番玉以降	36.6	40.2	414.9	0.9	74	18	0.008	9	15	4.1
36	A	2	2番玉以降	37.8	44.9	418.6	1.7	62	17	0.094	0	25	0.0
36	A	1	2番玉以降	37.9	42.5	414.2	1.1	66	5	0.081	0	13	5.0
36	A	2	2番玉以降	38.0	43.4	415.0	1.3	48	32	0.049	0	18	15.8
36	A	2	2番玉以降	38.1	43.1	420.9	1.2	40	10	0.078	2	18	0.0
36	A	2	2番玉以降	38.6	43.8	415.8	1.3	53	6	0.026	0	21	11.6
36	A	1	2番玉以降	39.2	44.2	409.8	1.2	64	8	0.105	0	10	0.0
36	A	1	2番玉以降	40.6	45.0	413.2	1.1	60	34	0.060	1	9	0.0
36	B	3	2番玉以降	37.8	41.5	403.7	0.9	59	22	0.026	8	7	8.4
36	B	2	2番玉以降	38.3	43.5	418.4	1.2	60	13	0.104	1	15	17.7
36	C	3	2番玉以降	37.7	42.3	412.8	1.1	38	5	0.053	28	16	3.5
36	C	3	2番玉以降	38.2	42.9	416.2	1.1	64	25	0.028	14	17	0.0
36	C	3	2番玉以降	38.6	43.6	427.5	1.2	44	29	0.083	20	20	0.0
36	C	3	2番玉以降	39.1	46.7	435.5	1.7	50	18	0.074	32	39	0.0
36	C	3	2番玉以降	39.4	46.8	422.2	1.8	67	8	0.021	13	39	0.0
40	A	1	2番玉以降	40.5	44.6	412.1	1.0	70	5	0.015	1	7	0.0
40	A	1	2番玉以降	40.8	43.6	410.1	0.7	49	16	0.046	5	16	0.0
40	A	4	2番玉以降	40.9	50.0	413.5	2.2	48	6	0.046	0	20	32.2
40	A	3	2番玉以降	41.6	46.9	416.8	1.3	63	13	0.038	17	21	0.0
40	A	1	2番玉以降	41.8	45.1	409.0	0.8	72	33	0.031	0	14	0.0
40	A	3	2番玉以降	44.1	48.3	414.0	1.0	71	15	0.007	16	12	0.0
40	B	3	2番玉以降	42.3	45.6	411.5	0.8	44	5	0.035	3	19	0.0
40	B	3	2番玉以降	43.0	47.2	415.2	1.0	88	13	0.061	5	23	28.1
40	B	3	2番玉以降	44.8	50.1	413.7	1.3	83	23	0.121	17	53	7.6
40	C	2	1番	41.8	53.9	439.1	2.8	44	10	0.045	0	32	18.5
40	C	3	2番玉以降	42.6	48.9	447.6	1.4	97	0	0.061	10	77	8.2
40	C	3	1番	43.2	56.1	419.1	3.1	71	22	0.045	2	57	0.0

※1: (元口径 - 末口径) / 長さ × 100、※2: 末口断面を楕円と見立てた時の長径と短径の交点と丸太の髄との距離

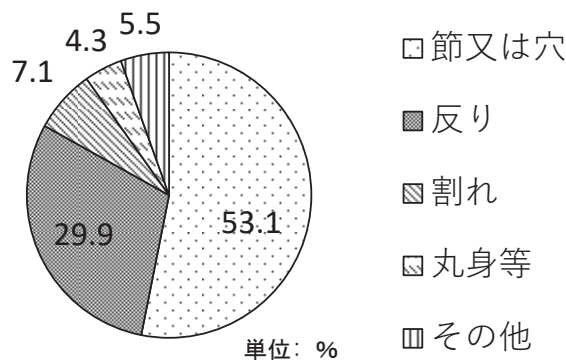
※3: 末口における (長径 - 短径) / 長径、※4: 末口面における年輪に沿った割れ長さの木口周囲長に対する割合



図—2 204材の目視等級の分布（668体）



図—3 丸太1本当たりの目視等級別の平均製材本数



図—4 目視等級の決定因子（3級、等級外）

石川県産スギ大径材から製材した正角の品質調査（第1報）

— 供試丸太の形質と製材工程及び製材された正角の品質 —

小倉光貴・松元 浩・石田洋二

I はじめに

本県の人工林（特にスギ）においては高齢級化が進み直径30cm以上の大径材の供給が増加し、需要が多い柱適寸の丸太（直径14~20cm）が減少する傾向となっている。

一方、大径材に関しては、その価値を高める新たな用途開発が求められている。その方法の一つとして、1本の大径材から数本の正角を製材する木取りが有効であると考えられるが、その際に製材される心去り材は製材時の挽曲がりも含めて反りやすく、強度データも十分ではないことから、建築サイドでは使用に不安感がある。

本研究では、スギ大径材から製材される心去り正角の反りを計測し、乾燥操作時における荷重載荷による反り抑制の効果及び各種の強度性能を明らかにし、建築用材としての大径材の価値を高めることを目的として研究を行った。

本報では試験に供した丸太の形質と製材の工程及び生産された正角の品質について報告する。

II 調査内容及び方法

1 供試丸太

供試材は石川県産のスギ丸太2~3番玉で末口径級36~46cm、長級4m材（A~B材相当）を、平成30年度~令和2年度の3か年で33本購入し、これに白山市内における治山工事に伴う支障木10本を加えた合計43本を供した。

2 製材前調査

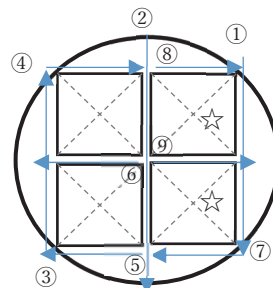
供試丸太は剥皮の上、長さ、末口及び元口の直径、同外周、年輪数、重量及び木口面への打撃による縦振動ヤング係数（E_{fr}）を測定した。また、素材の日本農林規格（以下、素材のJAS）に基づき円周方向に4分割して曲がり（最大矢高）、節径を測定し、さらに目まわり、虫食い、腐り等の有無について調査した。（松元、小倉ほか、2019）

3 製材方法

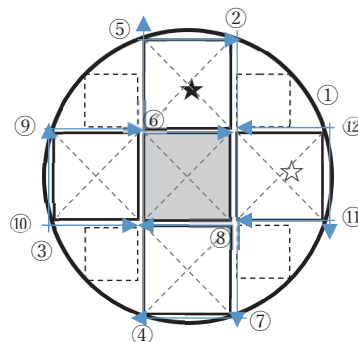
製材は県内の製材工場（石川県加賀市柏野町）において、送材車付き帯鋸盤（株菊川鉄工所製KV-43/H-800）により行い、製材時間や工程の解析のためビデオ撮影により記録した。

製材木取りは図-1に示すように、径級により4丁取りから7丁取りとし、製材時の断面寸法は135mm角（仕上がり寸法120mm角）、120mm角（同105mm角）、125mm角（同105mm角）とした。

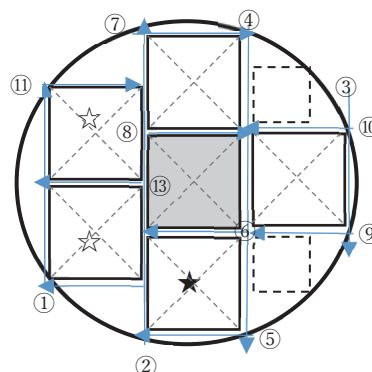
製材本数は135mm正角が27本（内、心去り24本）、120mm正角が100本（同84本）、125mm正角が116本（同100本）で、残余の部分から正割（75~80mm角、丸身ありを含む）80本を得た。



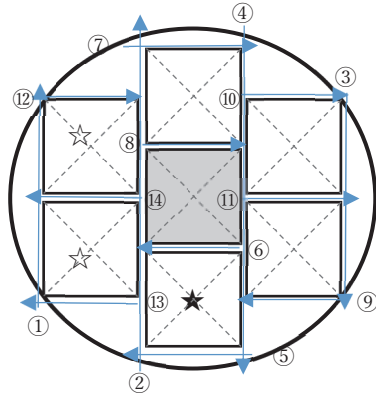
4丁取り (φ36~38cm)



5丁取り (φ38~42cm)



6丁取り (φ42~44cm)



7丁取り (φ44~46cm)

図-1 木取り図

注) 網掛けは心持ち材、破線枠は正割、矢印は鋸入れ方向、丸数字は鋸入れ順、☆は最初の鋸入れで丸太から分離した正角
★は太鼓挽後に先出した正角

4 製材の品質調査

挽き上った正角について、寸法、重量、高周波水分計 (HM520) による含水率、Efr、材面毎の矢高を測定し、4面の最大値を最大曲がり量として JAS の目視等級区分構造用製材 (以下、JAS1083-3) に基づいて評価した。また、材面の品質 (節径、割れなど) については乾燥、仕上げ終了後に、JAS1083-3 の甲種Ⅱに基づいて評価した。

Ⅲ 調査結果及び考察

1 丸太の製材前調査結果

供試丸太 43 本の調査結果及び製材調査の結果を表-1 にまとめた。密度、Efr、末口年輪幅の平均値はそれぞれ 684.2kg/m³、7.65kN/mm²、3.4mm であった。

素材の JAS に基づく等級区分別本数は、1 等 10 本、2 等 17 本、3 等 16 本であった。等級の決定因子となった主な欠点は、17 本 (全体の 35%) に見られた目まわり (内、4 本については 10% 以上の目まわり) と、10 本 (23%) に見られたカミキリムシ類による虫害である。(10 本中 9 本は支障木)

また、製材に要する所要時間については習熟度が異なるオペレーターによる作業であることを考慮しなければならぬが、正角 1 本当りの所要時間は 1 分 35 秒～3 分 59 秒で、平均の所要時間は 2 分 44 秒であった。

2 製材品の品質調査結果

JAS1083-3 における材面の評価のうち曲がりについては、材長に対する最大矢高が甲種Ⅱ及び乙種においては 1 級で 0.2%、2 及び 3 級で 0.5% 以下とされている。製材後における曲がり率の測定結果は図-2 ①に示すとおりで、心去り材、心持ち材に大きな差はなく、この段階で等級外は殆どなかった。

JAS1083-3 の甲種Ⅱの材面に基づく節径比等を含めた目視による評価については、図-2 ②に示すとおりで、中心に近く、節の出現頻度が大きい心持ち材で下位等級が多くなる傾向が認められた。

製材の切り出し順による曲がりの程度を比較するため 5～7 丁取り製材した 35 本について、①丸太から最初に切り落とす「背板先出」(図-1 中☆印)、②台車上で反転させ反対側を切り落とす「背板後出」、③残った太鼓材から先に切り落とす「太鼓先出」(図-1 中★印)、④台車上で反転させ反対側を切り落とす「太鼓後出」、⑤最後に残る「心持ち」それぞれの曲がり率を比較した。(図-3) その結果、曲がり率は ③>①>②≒⑤>>④ となり、心去り材①～④について平均値に関する検定を行った結果、すべての組み合わせで有意差 (p<0.05 又は 0.01) が認められた。岩崎らが太鼓挽材から正角 2 丁取りした試験においても同様な結果が報告されており、先出し材の歩増しの厚さについて考慮が必要と考えられる。(岩崎、涌井 2020)

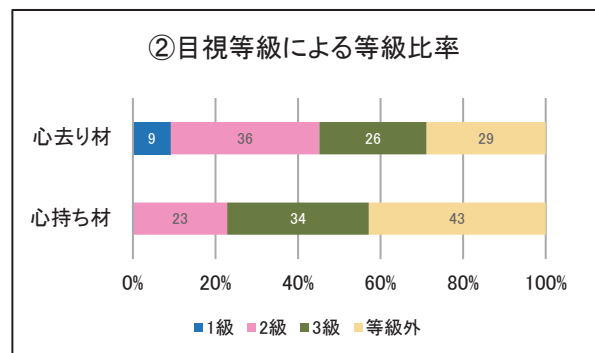
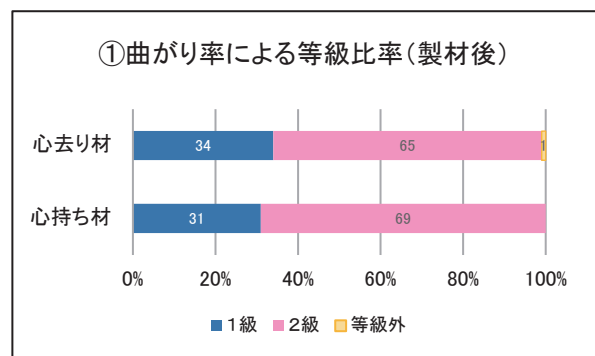
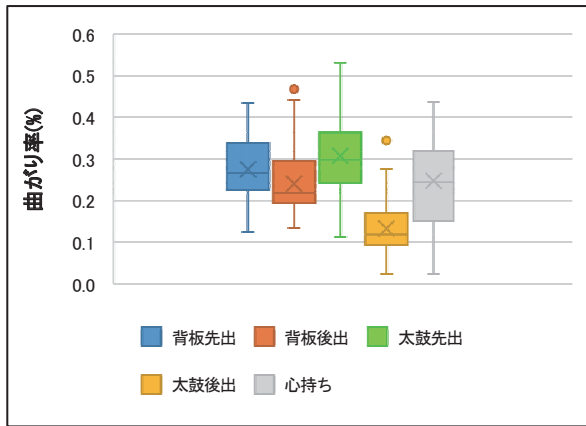


図-2 製材の等級別比率

表一 丸太諸元及び製材工程、品質

丸太番号	元口径		材長	重量	密度	fr	Efr	節		目まわり	等級	製材時間		採材数		正角1本当り			心去り正角等級区分			備考			
	cm	cm						個数	最大径			最大矢高	曲がり	%	分/秒	心去り正角	心持ち正角	正割	所要時間	1級	2級		3級	等級外	本
801	46.0	52.6	415.0	670.0	847.3	343.9	6.90	4.3	0	22	0.0	2	15	10	4	0	0	3	48	0	1	3	0	H.30 板木取り	
802	48.3	52.4	414.8	763.5	923.7	366.1	8.52	2.5	5	16	0.0	2	15	56	4	0	0	3	59	0	1	0	3	H.30 板木取り	
803	46.7	52.6	413.3	683.5	855.2	382.9	8.57	2.7	4	24	4.6	2	14	33	4	0	0	3	38	0	2	2	0	H.30 板木取り	
804	47.8	53.3	411.8	745.0	901.6	397.7	9.67	2.6	9	54	2.8	3	13	7	4	1	4	2	37	0	2	2	0	H.30	
805	48.0	54.5	414.2	706.0	826.4	386.9	8.49	3.5	1	44	0.0	1	12	12	4	1	4	2	26	0	2	1	1	H.30	
806	46.9	53.4	413.7	797.0	976.1	337.8	7.63	3.3	1	42	6.0	1	11	54	4	1	4	2	23	0	1	2	1	H.30	
901	43.2	53.8	418.0	616.0	798.5	293.4	4.80	3.1	0	30	0.0	2	13	18	4	1	4	2	40	0	2	2	0	R.01	
902	45.8	54.0	415.0	505.5	623.8	384.9	6.37	3.8	0	15	0.0	2	11	35	4	1	4	2	19	1	1	1	1	R.01 虫害	
903	45.7	50.7	410.7	404.0	539.0	436.7	6.94	4.2	2	25	0.0	2	9	53	4	1	4	1	59	0	0	2	2	R.01	
904	45.0	55.0	410.1	519.0	644.0	396.3	6.80	4.5	12	35	0.0	3	11	3	5	1	4	1	51	0	1	1	3	R.01	
905	46.5	68.0	406.2	456.5	436.9	385.6	4.29	2.4	1	140	3.4	3	21	57	5	1	2	3	40	0	4	0	1	R.01	
906	44.9	50.2	416.5	481.5	651.8	459.6	9.55	2.5	1	40	0.0	1	16	48	6	1	1	2	24	1	5	0	0	R.01	
907	43.1	55.3	446.0	356.5	420.9	423.9	6.02	3.5	0	62	0.0	3	13	58	5	1	2	2	20	0	2	1	2	R.01	
908	42.1	46.3	413.5	355.5	560.5	486.5	9.07	2.2	5	100	9.5	2	9	23	4	1	4	1	53	0	4	0	0	R.01	
909	47.8	57.3	411.8	493.5	552.9	392.3	5.77	4.2	4	20	12.0	2	13	17	6	1	0	1	54	0	1	2	3	R.01 障り	
910	48.2	54.6	415.8	581.0	672.9	432.0	8.68	3.6	0	15	7.0	1	21	1	6	1	0	3	0	0	1	2	3	R.01	
911	48.2	52.8	418.1	517.0	616.7	431.3	8.02	3.4	2	55	21	0.0	2	14	4	5	1	2	21	0	0	2	3	R.01	
912	49.7	57.6	391.2	510.5	577.3	453.5	7.27	3.5	2	65	0.0	2	21	43	6	1	0	3	6	0	3	1	2	R.01	
913	48.7	62.3	412.0	640.0	642.6	416.5	7.57	3.2	0	39	8.2	2	25	57	6	1	0	3	42	2	4	0	0	R.01 障り	
914	48.4	58.1	414.3	625.5	677.9	434.0	8.77	2.2	0	29	0.0	2	18	14	6	1	2	2	36	0	2	0	4	R.01	
915	48.2	62.1	448.0	500.0	467.3	366.1	5.03	5.2	0	30	14.2	2	15	39	6	1	4	2	14	1	2	1	2	R.01	
916	45.7	51.0	429.0	494.0	628.5	374.8	6.50	5.2	9	90	15.6	3	11	7	6	1	0	1	35	0	1	1	4	R.01	
001	41.1	49.6	410.0	481.0	726.7	416.5	8.48	3.4	0	13	0.0	3	14	49	4	1	4	2	58	1	2	0	1	R.02 試験場発生材、虫害	
002	42.7	47.8	407.3	476.0	728.0	419.2	8.49	3.8	0	10	0.0	3	14	55	4	1	4	2	59	0	2	2	0	R.02 試験場発生材、虫害	
003	46.1	52.1	410.7	600.5	772.3	382.9	7.64	3.6	0	10	8.6	3	18	36	6	1	2	2	39	0	3	3	0	R.02 試験場発生材、虫害	
004	41.2	51.3	409.2	527.0	767.8	397.7	8.13	3.3	0	25	0.0	3	15	36	4	1	4	3	7	3	1	0	0	R.02 試験場発生材、虫害	
005	42.1	46.0	400.0	452.0	741.5	401.1	7.63	3.6	0	10	5.3	3	15	42	4	1	4	3	8	1	0	3	0	R.02 試験場発生材、虫害	
006	44.5	51.6	411.0	710.0	954.1	323.7	6.75	4.4	0	10	0.0	3	18	31	5	1	3	3	5	0	2	0	3	R.02 試験場発生材、虫害	
007	43.9	60.4	410.0	726.0	829.4	376.2	7.89	3.4	0	36	3.4	2	20	10	5	1	2	3	22	4	1	0	0	R.02 試験場発生材	
008	39.0	43.4	408.6	426.5	783.0	422.6	9.34	3.1	0	6	10.3	3	13	25	4	0	0	3	21	0	0	1	3	R.02 試験場発生材、虫害	
009	46.3	56.5	410.5	644.0	756.9	371.4	7.04	3.6	0	30	0.0	3	19	15	5	1	2	3	13	0	1	3	1	R.02 試験場発生材、虫害	
010	42.8	47.6	406.5	443.5	680.5	399.7	7.19	3.6	0	8	0.0	3	16	27	5	1	3	2	45	0	3	0	2	R.02 試験場発生材、虫害	
011	38.5	47.4	417.0	418.0	692.9	376.2	6.82	3.8	0	16	0.0	1	10	16	4	0	0	2	34	0	1	2	1	R.02	
012	39.9	44.0	418.7	329.5	570.3	432.7	7.49	4.3	1	45	0.0	1	11	46	4	0	0	2	57	0	0	3	1	R.02	
013	39.8	43.3	408.5	391.0	705.9	446.1	9.38	2.9	0	15	0.0	1	11	41	4	0	0	2	55	0	1	1	2	R.02	
014	40.9	49.5	413.2	499.0	753.3	411.1	8.69	2.8	1	10	0.0	1	13	49	4	1	3	2	46	1	1	2	0	R.02	
015	39.2	44.3	416.0	372.0	654.5	449.5	9.15	3.5	0	8	0.0	1	9	34	4	0	0	2	24	0	1	1	2	R.02	
016	43.8	47.6	424.3	376.5	541.2	427.3	7.12	3.0	4	70	0.0	1	14	25	5	1	2	2	24	0	3	2	0	R.02	
017	45.3	54.3	443.0	491.5	570.8	436.0	8.52	2.3	0	23	0.0	2	15	50	6	1	0	2	16	3	3	0	0	R.02	
018	49.4	55.3	440.0	652.5	690.4	326.4	5.70	4.0	0	38	0.5	2	17	3	6	1	1	2	26	0	1	2	3	R.02	
019	43.5	48.1	412.7	434.0	639.2	486.5	10.31	2.8	3	55	21	0.0	2	14	48	5	1	2	28	0	1	1	3	R.02	
020	47.0	59.4	422.3	436.0	464.7	452.9	6.80	2.8	4	35	50	1.2	3	18	3	6	1	0	2	35	1	5	0	0	R.02
021	47.1	51.0	409.7	429.0	554.5	498.6	9.26	3.5	10	60	26	1.3	3	17	24	6	1	0	2	29	0	1	2	3	R.02



	背板先出	背板後出	太鼓先出	太鼓後出
背板先出		○	○	◎
背板後出			◎	◎
太鼓先出				◎
太鼓後出				

注、○：有意水準5%で有意差あり ◎：有意水準1%で有意差あり

図-3 製材順による曲がり率

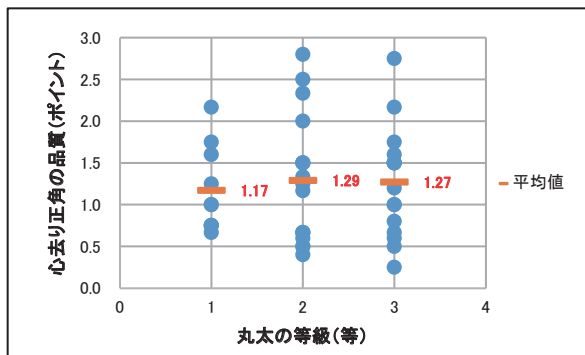


図-4 丸太等級別心去り正角の品質

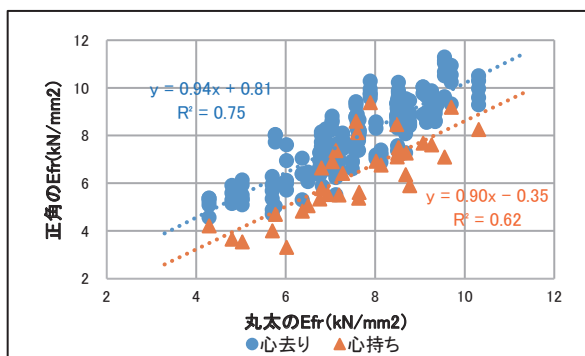


図-5 丸太のEfrと製材後の正角のEfrとの関係

また、製材された心去り正角の品質と丸太の品質(等級)との関係の有無について検討するため、心去り正角の等級をポイント化し、1級=3、2級=2、3級=1、等級外=0として加重平均値を求め、丸太の等級(1~3等)別に集計した。この結

果、図-4に示すとおり、丸太等級が下位ほど正角の品質の分布幅が広がる傾向が見られたが、両者の間に明確な関係性は認められなかった。

今回はA~B材を使用したため、差が現れ難かったとも考えられ、また、カミキリムシ類の食害により3等としたものについては、食害が表層部に集中していたため、製材の品質に大きな影響がなかったとも考えられる。

丸太のEfrとそれから製材した正角のEfrを比較したところ図-5のように高い相関を示した。なお、心持ち材のEfrは心去り材より1.5kN/mm²程度小さい傾向が示された。

IV まとめ

スギ大径材から製材した心去り正角について調査した結果、挽曲がりによる曲がり率については、鋸入れ順により有意差が認められた。また、丸太段階での等級と挽上った正角の目視等級とは必ずしもリンクしなかった。

一方で機械的性能の指標であるEfrに関しては丸太段階の値と製材後の正角の値の間に高い相関が認められ、丸太のEfrから製材される正角の機械的性能を予測することは可能と考えられる。

謝辞

今回の調査にあたり、製材調査にご協力いただいた株式会社シモアラに対し、謝意を表します。

参考文献

- 岩崎昌一・涌井勝彦(2020) 木材乾燥機を用いた熱処理によるスギ心去り構造材の縦反り抑制 新潟県森林研究所研究報告第60号 p. 32~36
- 松元浩・石田洋二・小倉光貴(2019) 県産スギ心去り正角の性能評価による大径材の利用促進(第1報) 農林水産省(2019) JAS1083-3:2019 目視等級区分構造用製材:(一社)日本農林規格協会(東京) p. 52-60
- 農林水産省(2007) 素材の日本農林規格:(一社)日本農林規格協会(東京) p. 1-7, 14-15
- 奥野忠一(1978) 応用統計ハンドブック:養賢堂(東京) p. 47-54

【抄録】

ウルシ根萌芽の6年間の動態と成長

小谷二郎

国産漆の需要量の高まりによって、ウルシ資源増産のために植栽による方法に加え、掻き終えたウルシの萌芽更新による再生方法の確立も必要がある。そこで、3箇所（9～19年生）のウルシ林で掻き取り後伐採し、発生した萌芽の動態と成長を6年間（2013～2019年）追跡調査した。萌芽のほとんどは伐り株の周辺から発生する根萌芽であった。萌芽は、発生後1年で出揃い2年目に約半数が枯死し、その後も徐々に減少していった。2年目もそれ以降も期首時点でのサイズが小さい個体が枯死する傾向がみられた。成長は、場所間および場所内でばらつきがみられ、早いものではすでに胸高直径13cmに達した。以上のことから、ウルシの根萌芽は基本的にサイズの大きな優勢な萌芽ほど残りやすい傾向がみられ、成長はその場所の土壌条件や微地形などに影響されやすいと考えられた。

（第10回中部森林学会大会プログラム・発表要旨集）

【抄録】

多雪地帯での低コスト再造林技術 —スギコンテナ苗の7年生時の成績—

小谷二郎

多雪地帯の7年生の造林地において、コンテナ苗の苗サイズや植栽方法の違いが、活着、成長に及ぼす影響について裸苗と比較して検討した。コンテナにはMスターコンテナを用いた。最も好成績であったのは、コンテナ普通苗をグラップによって耕耘したのち苗木植栽機を用いて植栽した場合とコンテナ普通苗を植栽機で植栽した場合であった。コンテナ苗は活着が良好で大苗では根元直径の成長に有利な面がみられた。一方、裸苗は普通苗をクワで植栽する従来の方法は活着、成長とも良好であったが、大苗は活着、成長とも植栽方法に関係なく不良であった。以上のことから、多雪地帯であってもコンテナ苗は有効であることが示唆された。

（令和2年度豪雪地帯林業技術開発協議会）

【抄録】

深層学習による森林画像の分析とその活用

—UAV オルソ画像を対象とした林相判別等と全天球画像を対象とした材積等の推定—

矢田 豊・林 航希^{※1}・喜多泉月^{※1}・鴨井伸哉^{※1}・九後佑樹^{※1}・村上良平^{※2}・
木村一也^{※3}・山路佳奈^{※3}・渥美幸大・小谷 二郎・松井康浩^{※1}・長田茂美^{※1}

UAVによる空撮画像からSfM技術により生成される高解像度オルソ画像（以下、UAV オルソ画像）や、手持ち式の比較的安価な全天球カメラにより撮影した全天球画像から、深層学習技術を用いて林相界や森林資源に関する情報を抽出し、その情報を林業の実務現場で容易に活用できるシステムの開発に取り組んだ成果について報告する。

画像は、Skycatch社のExplore1とその関連システムにより撮影・生成したUAV オルソ画像と、リコー社のTHETA SCを用いて撮影した全天球画像を使用した。深層学習モデルとして、AlexNetおよびDenseNetを採用し、UAV オルソ画像からは林相および林相界を推定するシステムを、全天球画像からはスギ人工林の材積等を推定するシステムを開発した。

本研究は、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行ったものである。

（第10回中部森林学会 口頭発表）

※1 金沢工業大学、※2 (株)エイブルコンピュータ、※3 石川県森林組合連合会

【抄録】

深層学習による森林画像の分析とその活用

—UAV オルソ画像と林内全天球画像を対象とした森林資源情報等の推定—

矢田 豊・林 航希^{※1}・喜多泉月^{※1}・鴨井伸哉^{※1}・九後佑樹^{※1}・村上良平^{※2}・
木村一也^{※3}・山路佳奈^{※3}・渥美幸大・小谷 二郎・松井康浩^{※1}・長田茂美^{※1}

UAV オルソ画像と林内全天球画像から、深層学習技術を用いて樹種や森林資源に関する情報を出力し、その情報を林業の実務現場で容易に活用できるシステムの開発に取り組んだ。

画像は、Skycatch社のExplore1とその連携システムにより撮影・合成したUAV オルソ画像と、リコー社のTHETA SCを用いて撮影した全天球画像を使用した。深層学習モデルとしてDenseNetを、フレームワークとしてKerasを使用した。UAV オルソ画像からは樹種を、全天球画像からはスギ人工林の材積や原木品質を推定するAIエンジンを開発・ほぼ実用に耐える精度を実現し、実利用のためのWebアプリケーションソフトウェアを試作した。

（中部森林研究第69号）

※1 金沢工業大学、※2 (株)エイブルコンピュータ、※3 石川県森林組合連合会

【抄録】

深層学習に基づく UAV オルソ画像を用いたコナラ判別と材積等の推定

矢田 豊・渥美幸大・林 航希^{※1}・木村一也^{※2}・山路佳奈^{※2}・
小谷二郎・松井康浩^{※1}・長田茂美^{※1}

東日本大震災後のきのこ原木の供給停止や、ナラ枯れ被害の拡大に伴うきのこ原木用シイ・ナラの生産量減少により、きのこ原木の供給体制の強化が喫緊の課題となっている。一方、UAV 空撮画像から合成するオルソ画像（以下、UAV オルソ画像）生成技術の普及により、比較的容易・低コストで施業対象林分の高解像度オルソ画像が取得可能となってきたほか、深層学習技術の実用化により、専門家でなければ判読が難しいコナラ等の樹冠画像判読が自動化できる可能性が高まってきた。以上のことから、UAV オルソ画像から深層学習技術を活用してコナラ樹冠を判読し、材積やきのこ原木採材本数を推定するための方法について、検討した。

学習用データとして、石川県内の広葉樹等二次林にて撮影した UAV オルソ画像を使用し、深層学習モデルとして Segnet を採用した。コナラ樹冠面積等を用いた材積・原木採材本数の推定については、石川県内の広葉樹等二次林4林分内において調査したコナラ31本の計測結果のほか、既報にて用いたデータとモデル式を応用し、推定モデルを構築した。

本研究は、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。

(第 132 回日本森林学会 口頭発表)

※1 金沢工業大学、※2 石川県森林組合連合会

【抄録】

マツノマダラカミキリの大量捕獲消長

江崎功二郎

加賀市片野海岸マツ林にマツノマダラカミキリ誘引木を 26 本設置し、マダラスイープによって直接捕獲を行った。2 年間（2019～2020 年）の捕獲数は 1,500 頭以上に達した。時間ごとの捕獲数は日没後から急増し 21 時にピークに達し、深夜 2 時には終息した。日ごとの捕獲数は 6 月上旬から始まり下旬にピークを示し、7 月下旬から 8 月上旬に著しく減少した。性比は捕獲期間を通してオスに偏り、特に誘引初期ほど高かった。また誘引初期の平均保持センチウ数は 1,000 頭以上に達し、高い伝搬力を持つ個体が出現した一方で、誘引後期にはほとんど保持しなかった。この捕獲消長に基づき、マツ材線虫病の塊状枯死木発生について以下のシナリオが導かれる。マツ材線虫病の罹病木がまだ発生しない誘引初期（6 月上旬）には、自然発生した枯死木や衰弱木に性成熟した成虫が飛来する。その木を中心に飛来した成虫によってエピセンターが形成される。そして、周囲の健全なマツに保持センチウが伝搬され、塊状枯死が発生する。一方、誘引後期は性成熟前の後食によってマツ材線虫病に罹病した単木枯死木に配偶行動や産卵のために飛来する。これらの成虫はセンチウを保持しないため、周囲のマツへのセンチウ伝搬がなく、単木枯死木として林内に分布する。

(第 132 回日本森林学会 口頭発表)

【抄録】

静岡県天竜地域のスギ大径材から採材した構造用製材の品質評価
(その3) 乾燥条件が異なる心持ち平角の乾燥材品質

松元 浩・石田洋二・小倉光貴・加藤英雄^{*1}・長尾博文^{*1}・
齋藤周逸^{*1}・長瀬 亘^{*2}・池田潔彦^{*2}

枠組壁工法構造用製材(寸法型式 208)と混合木取りによって得られたスギ心持ち平角に対して、高温セット処理を伴わない中温乾燥(条件A: 乾球温度 90℃・湿球温度 86~74℃で 504 時間中温乾燥)、高温セット処理後に中温乾燥(条件B: 高温セット処理: 乾球温度 120℃・湿球温度 90℃・18 時間、その後、乾球温度 90℃・湿球温度 60℃で 336 時間乾燥)、高温セット処理後に弱減圧を伴う中温乾燥(条件C: 高温セット処理: 乾球温度 120℃・湿球温度 90℃・18 時間、その後、乾球温度 90℃、圧力 400hPa(沸点 75℃)で 176 時間乾燥)の3条件の乾燥試験を実施し、乾燥材としての品質を比較した。各条件間で平均含水率に違いがあるものの、従来の中温乾燥(条件A)と比較して条件Bでは約1週間、条件Cでは約2週間以上の乾燥期間短縮が見込まれる。

(第71回日本木材学会 口頭発表)

^{*1}(国研) 森林総合研究所、^{*2} 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

本研究は農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち先導プロジェクト)」の支援を受け、森林総合研究所、静岡県と合同で行ったものである。

【抄録】

静岡県天竜地域のスギ大径材から採材した構造用製材の品質評価
(その4) 乾燥条件が異なる心持ち平角の曲げ強度特性

石田洋二・松元 浩・小倉光貴・加藤英雄^{*1}・
長尾博文^{*1}・長瀬 亘^{*2}・池田潔彦^{*2}

高温セット処理を伴わない中温乾燥(条件A: 乾球温度 90℃・湿球温度 86~74℃で 504 時間中温乾燥)、高温セット後に中温乾燥(条件B: 高温セット処理: 乾球温度 120℃・湿球温度 90℃・18 時間、その後、乾球温度 90℃・湿球温度 60℃で 336 時間乾燥)、高温セット処理後に弱減圧を伴う中温乾燥(条件C: 高温セット処理: 乾球温度 120℃・湿球温度 90℃・18 時間、その後、乾球温度 90℃・圧力 400hPa(沸点 75℃)で 176 時間乾燥)の3条件の人工乾燥を行ったスギ心持ち平角(断面寸法 105 mm×210 mm)の曲げ強度特性を比較した。乾燥による熱の影響が小さいと考えられる条件Aと比べて、高温セット処理を施した条件Bおよび条件Cは、曲げ強度性能の低下が多少見受けられたが、機械等級に対応する基準強度に対して同程度満足し、また3条件の統計的な有意差も認められなかった。

(第71回日本木材学会 口頭発表)

^{*1} 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

^{*2} 静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター

本研究は農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち先導プロジェクト)」の支援を受け、森林総合研究所、静岡県と合同で行ったものである。

BULLETIN

OF THE

ISHIKAWA AGRICULTURE AND FORESTRY RESEARCH CENTER

FORESTRY EXPERIMENT STATION

No. 52

リサイクル適性 

この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。