

No.57

August, 2015

ISSN 2187-2708

ANNUAL REPORT

OF

OITA PREFECTURAL AGRICULTURE,  
FORESTRY AND FISHERIES RESEARCH CENTER

FORESTRY RESEARCH DIVISION

Arita, Hita, Oita, Japan

---

平成26年度  
**林業研究部年報**  
第57号

大分県農林水産研究指導センター林業研究部

大分県日田市大字有田字佐寺原35

## 目 次

## I 試験研究

1. 育種・育林の技術開発
  - 1) 早生有用広葉樹等を活用した短伐期林業に関する研究 ..... 2
  - 2) 省力造林用コンテナ苗の育苗技術の開発 ..... 11
  - 3) 新世代林業種苗を短期間で作出する技術の開発 ..... 16  
 - 植栽密度が成長パターンと材質に与える影響の解明 -
  - 4) 災害に強い森林づくりのためのGISを用いたマップ化に関する研究 ..... 19
  - 5) 雪害調査報告 ..... 23  
 - 平成26年2月の湿雪による林木の被害について -
2. 県産材の需要拡大
  - 1) 木質バイオマスの効率的エネルギー利用に関する研究 ..... 25
  - 2) 県産スギ材の簡易乾燥システムの開発 ..... 31  
 - 温水式中温乾燥機の試作 -
  - 3) 枠組壁工法建築物への県産材利用に向けた研究 ..... 35
  - 4) 「木材利用促進法」に対応した県産スギ大断面構造材に関する研究 ..... 39  
 - 8m製材品の特性 -
  - 5) 県産製材品の強度性能に関する研究 ..... 43  
 - ヒノキ製材品の縦圧縮、縦引張り、せん断の強度性能 -

## II 関連事業

1. 受託事業
  - 1) スギ花粉発生源地域推定事業 ..... 54
  - 2) 種子発芽鑑定調査事業 ..... 55
2. 採種園・採穂園管理事業
  - 1) 優良ヒノキ及び抵抗性クロマツ採穂園管理事業 ..... 57
  - 2) 苗畑実験林等維持管理事業 ..... 57

## III 研究成果の公表

1. 学会等での発表及び投稿
  - 1) 口頭発表 ..... 60
  - 2) 展示発表 ..... 60
  - 3) 学会誌及び専門誌への投稿 ..... 60
2. 研究発表会の開催等
  - 1) 平成26年度 農林水産研究指導センター 林業研究部研究発表会 ..... 62
3. 刊行物等の発行
  - 1) 機関誌 ..... 63
  - 2) 技術指針・マニュアル ..... 63

## IV 研修・普及等

1. 研修会の開催	
1) 関係業者等への研修	66
2) 行政職員への研修	66
3) 一般県民等への研修	66
2. 講師の派遣	
1) 関係団体への講義	67
2) 普及員への講義	67
3) 学生への講義	67
4) その他への講義	67
3. 視察の受け入れ	68
4. 講座の開催	
1) ふれあい森林講座	69
2) スーパーサイエンスハイスクール	69

## V 技術指導・支援等の活動

1. 林家等への技術指導	72
2. 研究成果の主要な現地移転	73
3. 企業支援	
1) 技術相談及び技術指導	74
2) 企業訪問	74
3) 依頼試験	74
4) 機械貸付	74

VI 予算	76
-------	----

VII 職員配置	78
----------	----

# I 試験研究

## 早生有用広葉樹等を活用した短伐期林業に関する研究

平成 24 年度～平成 26 年度

森林チーム 井上 千種、木材チーム 豆田 俊治

### 1. 目的

スギ・ヒノキを用いた林業の主要な生産目標は、建築材生産である。そのため従来の林業では、高コストな再造林や保育、長期間の育林が進められてきた。しかし、木材価格の低下や木質バイオマスを含む比較的低価格な材への需要に対応することが困難になりつつあることから、育林経費の削減と一定期間内の主伐回数の増加により、収益性を高める新しい林業が必要である。育林経費を削減させるには、樹高の初期成長量が大きい樹種の導入により下刈回数を削減することが、一定期間内の主伐回数を増加させるには、材積成長量が大きい樹種の導入により伐期を短縮することが効果的であると考えられる。



写真-1 コウヨウザン

写真-2 チャンチンモドキ

そこで本研究では、樹高の初期成長量が大きく、かつ材積成長量が大きい早生樹であるコウヨウザン(写真-1)およびチャンチンモドキ(写真-2)における成長特性と材質特性を把握するとともに、育苗・育林方法を検討する。本年度は、コウヨウザンおよびチャンチンモドキの材質試験、育苗試験、初期成長量調査および病虫獣害調査を行った。

### 2. 試験方法

#### 1)コウヨウザン(*Cunninghamia lanceolata*)<sup>1)</sup>

##### (1) 材質試験

供試木は、前年の材質試験に用いた A、B の 2 個体とした。前年の曲げ試験に用いた試験片の端部から 30 (R) × 30 (T) × 60 (L) mm の無欠点試験片を各地上高毎に 3～7 個切り出し、圧縮試験に供した。圧縮試験機(島津製作所(株)製 AG-100kNAR)を用いて縦圧縮試験を行い、圧縮強さを算出した。スギおよびヒノキの圧縮強さは、木材工業ハンドブック<sup>2)</sup>のスギおよびヒノキの値を用いた。また、地上高別に圧縮強さの平均値を算出した。

##### (2) 育苗試験

###### ① 採穂箇所別育苗試験

ガラス室および苗畑で管理した苗木について、採穂箇所別に苗木の形状(芯立ちしているか、枝性であるか)と発根の有無を調査した。採穂箇所は、樹冠部の枝の頂端(以下、芯立ち枝)、樹冠部の枝から発生した枝の頂端(以下、枝性の枝)、地際部から発生した萌芽枝の頂端(以下、地際部の萌芽枝)とした(図-1)。穂長は 40cm とし、穂木下部の 1/4 程度までの葉を除去し、上部の枝および頂端以外の芽を除去し、下部の切り口を楕円切り返し法により整えた。発根促進処理として IBA 液剤 0.4% に 5 秒間浸漬し、平成 25 年 10 月にさし付けを実施した。なお、ガラス室内で管理した苗木はバーク

とバーミキュライトを70%:30%で混合した用土をつめたマルチキャビティコンテナ(300cc)にさし付けた。管理について、ガラス室内では特に遮光は行わず、散水方法は通年ミスト散水とした。苗畑では遮光率55%の寒冷紗を用いて遮光し、散水方法は冬季のみビニールにより密閉して管理し、それ以外の時期はミスト散水とした。1反復当たり、ガラス室では12本、苗畑では10本とし、それぞれ3反復で試験した。ガラス室では平成26年10月に、苗畑では平成26年12月に苗木の形状および発根の有無を目視で判定した。各反復ごとに芯立ち率(反復ごとに芯立ちした本数をさし付け本数で除した値)と発根率を算出し、採穂箇所別に平均値を求め、採穂箇所を因子とした分散分析を行った。

### (3) さし付け時期別育苗試験

林業研究部内の苗畑で平成26年3~8月にかけて毎月さし付けを行い、発根率を調査した。採穂箇所は、平成25年春季に芯立ちした枝を採穂した箇所から萌芽した枝の頂端(以下、樹冠部の萌芽枝)とした(図-1)。

穂木の穂長は20cmとし、採穂箇所別育苗試験と同様にさし穂調整、発根促進処理を行った。さし付け後は遮光率55%の寒冷紗を用いて遮光し、ミスト散水により管理した。1反復当たり20本とし3反復で試験した。平成26年12月に苗木の発根の有無を目視で判定し、発根率を算出した。発根率をスギ推奨品種特性表<sup>3)</sup>のさし木発根性評価指標5、発根率71%以上を基準として評価した。

### (3) 初期成長量調査

試験地は、前年の初期成長量調査<sup>4)</sup>で造成した大分試験地(3月)、大分試験地(4月)、国東試験地である。各試験地ともコウヨウザン植栽地に隣接してスギを植栽した。樹高は、平成25年11月および平成26年12月に測定を行った。測定結果からコウヨウザンおよびスギの樹高成長量の平均値を算出した。welchのt検定により、試験地ごとに樹種間の年間樹高成長量を比較した。また、welchのt検定により試験地間でコウヨウザンの樹高成長量を比較し、bonferroni補正を行った。

### (4) 病虫獣害調査

初期成長量調査を行った試験地において平成26年6月~12月まで、3ヶ月ごとに病虫獣害の有無を目視で判定した。ノウサギの激害を受けた各試験地において、萌芽枝が発生した個体を記録するとともに萌芽枝の形状を目視で判定した。

## 2) チャンチンモドキ(*Choerospondias axillaris*)<sup>1)</sup>

### (1) 材質試験

はじめに、生材含水率と天然乾燥過程における含水率の測定を行った。供試木は、前年の材質試験に用いたA、B、C、Dの4個体である。この供試木から地上高0.3mから2.3mまで1m毎に、2.3m以降は2m毎に厚さ3cm程度の円盤を採取した。円盤から髓を頂点とする扇型試料を切り出し、髓から3年輪毎に割った小ブロックを切り出し試験片とした。なお、A、B、C、Dの試験片数はそれぞれ26、30、

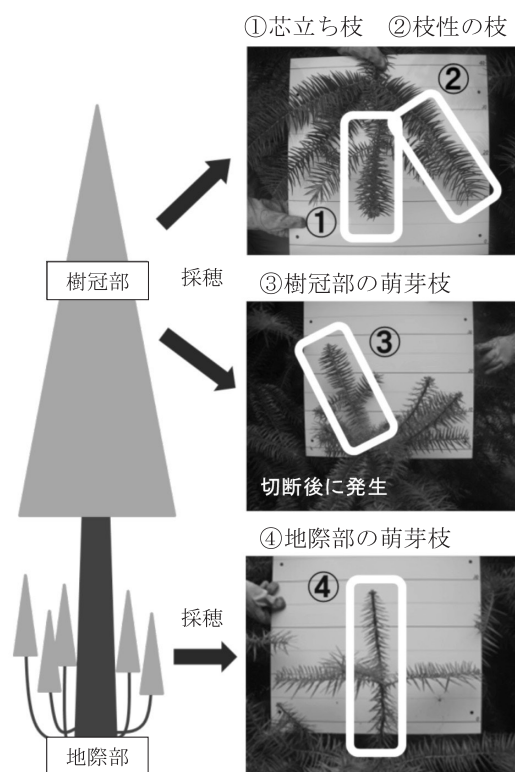


図-1 採穂箇所の概要

29、25 個であった。個体 A、B、C、D から採取した丸太を、平成 25 年 10 月に厚さ 35mm の板に製材し、平成 26 年 5 月まで天然乾燥した。板の天然乾燥中に重量を測定し、乾燥終了時の重量と含水率を測定することで、乾燥過程における含水率を算出した。なお、板の枚数は A、B、C、D でそれぞれ 8、8、31、39 枚であった。

次に、曲げヤング率と曲げ強さ、圧縮強さの試験を行った。A、B、C、D の板を人工乾燥し、地上高 0.3m から 1m 毎に髓を含む板を抜き出し、30 (R) × 30 (T) × 600 (L) mm の無欠点試験片を切り出した。試験片は各地上高毎に 1～10 本であった。曲げ試験機（島津製作所（株）製 AG-100kNAR）を用いて 3 点荷重方式の曲げ試験を行い、曲げヤング率と曲げ強さを算出した。各試験片の値から平均値を算出し、木材工業ハンドブック<sup>2)</sup> のスギおよびヒノキの曲げヤング率、曲げ強さの平均値と比較した。また、地上高別に平均値を算出した。コウヨウザン圧縮試験と同様の方法で試験片を切り出し、縦圧縮試験を行い、圧縮強さを算出した。試験片は地上高ごとに 2～10 本であった。各試験片の圧縮強さから平均値を算出し、木材工業ハンドブック<sup>1)</sup> のスギおよびヒノキの圧縮強さの平均値と比較した。また、地上高別に平均値を算出した。

## (2) 根切り育苗試験

林業研究部内のミスト灌水施設を有するガラス室で、平成 26 年 4 月に内果皮を播種して稚苗を育苗した。これらの内果皮は、福岡県宮若市大字宮田および日田市大字小野で採取したものである。稚苗を株分け、根切りし林業研究部場内の苗畑で平成 27 年 1 月まで育苗した。根切り処理区は、6 月に稚苗を根切りした 6 月区、7 月に根切りした 7 月区、根切りをせず株分けのみ行った無処理に区分した。1 反復当たり 20 本とし、3 反復で試験した。なお、根切り長は根長の半分とし、6 月と 7 月の稚苗 20 本における平均根長が 14cm、19cm であったことから、それぞれ 7cm、10cm とした。

平成 27 年 1 月に苗高と根元径を測定し、苗木を掘り取って、地上部と地下部に切断した。地下部は、幹の地際部位の中央から 20cm 以上の部分を除去した。残った地下部を根系区分<sup>5)</sup> に従い、5mm 以下の小根とそれ以外の太根に分類した。地上部と小根を 1 日間、太根を 2 日間 85℃で乾燥し、乾重量を測定した。苗高と根元径から比較苗高を算出した。根切り処理ごとに苗高、根元径、比較苗高の平均値を算出し、分散分析を行い Tukey の多重比較検定により処理間で比較した。

## (3) 初期成長量調査

試験地は前年の初期成長量調査<sup>4)</sup> で造成した 4 試験地である。植栽時に樹高と根元径を測定し、平成 25 年 11 月、平成 26 年 6 月、同 9 月、同 12 月に、樹高の測定と枯死木の調査を行った。平成 25 年 11 月、平成 26 年 12 月に計測した樹高の差からチャンチンモドキおよびスギの 1 年間の樹高成長量を算出した。3ヶ月ごとの樹高成長量を算出し、樹高が 5cm 以上減少したもののうち、病虫獣害を受けなかった個体を先枯れと判断した。また、短期間の成長量からは先枯れと判断されなかったが、1 年間の成長量が 5cm 以上減少したもののうち、病虫獣害を受けなかった個体も先枯れと判断した。各測定時の先枯れ本数を植栽本数で除し、先枯れ率を算出した。また、各測定時の枯死木本数を植栽本数で除し、枯死率を算出した。植栽時の樹高と根元直径から、比較苗高を算出した。

傾斜地に位置する大分試験地（3 月）、大分試験地（4 月）、佐伯試験地において、試験地を斜面上部、中央部、下部の 3 区に分割し、各区において全天空写真を撮影した。大分試験地（3 月）、大分試験地（4 月）は 1 区当りの本数を 12 本、佐伯試験地は 1 区当りの本数を 21～22 本とした。撮影はデジタルカメラ (Nikon (株) 製 coolpix995) に魚眼レンズ (Nikon (株) 製 Fisheye Converter FC-E8 0.21x)

を取り付けて行った。フリーソフト Canop0n2 を用いて、全天空写真から各区における1～12月の初日における直達光照射時間を算出した。各試験地で区間の直達光照射時間を比較するとともに先枯れ率、枯死率を比較した。

#### (4) 病虫獣害調査

初期成長量を調査した4試験地および天瀬試験地において、樹高測定と同時に病虫獣害の有無を調査した。天瀬試験地では、平成25年5月にシカ食害を受けた28個体の萌芽枝を1本に整理し、シカネットを設営した。萌芽整理時および平成26年11月に樹高を測定し、食害後の樹高成長量の平均値を算出した。

### 3. 結果と考察

#### 1) コウヨウザン

##### (1) 材質試験

コウヨウザンの縦圧縮強さの平均値は、35.3MPaであり、スギの35.0MPaや、ヒノキの40.0MPaと比べるとスギと同程度であった。

地上高別の縦圧縮強さを図-2に示す。個体Aの地上高別の縦圧縮強さは、30.1～41.7MPaの範囲で推移し、個体Bについては、41.3～48.7MPaの範囲で推移した。個体A、Bいずれについても、地上高に従い縦圧縮強さが大きくなる傾向が認められた。

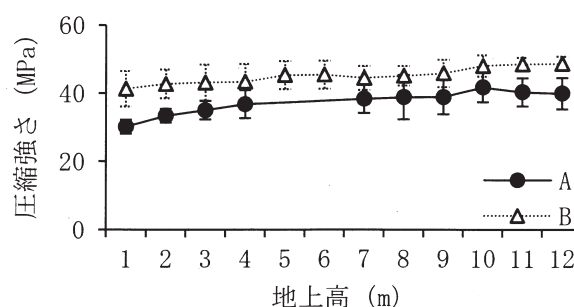


図-2 地上高別平均圧縮強さ

表-1 採穂箇所別育苗試験

施設	採穂箇所	芯立ち率	発根率
ガラス室	芯立ちした枝	3a	94a
	枝性の枝	0a	97a
	地際部の萌芽枝	97b	100a
苗畑	芯立ちした枝	0a	7a
	枝性の枝	0a	16a
	地際部の萌芽枝	100b	83b

##### (2) 育苗試験

###### ① 穂箇所別育苗試験

ガラス室内および苗畑における芯立ち率と発根率を表-1に示す。地際部の萌芽枝を用いた苗木の芯立ち率は、他の苗木に対し有意に高かった。採穂発根率はいずれの採穂箇所でも90%を超えており、有意差は確認されなかった。

次に、苗畑における地際部の萌芽枝を用いた苗木の芯立ち率および発根率は、その他の採穂箇所の苗木に対し有意に高かった。芯立ち率、発根のしやすさの両面から、地際部の萌芽枝から採穂した方が良いことが分かった。

###### ② さし付け時期別育苗試験

3～8月における発根率を図-3に示す。3、5、6月の発根率は発根性評価指標(71%)を上回ったが、4月はわずかに下回り、7、8月は大きく下回った。このため、7、8月はさし付けに適さない時期であると考えられた。また、芯立ち率が0%だったため、樹冠部の萌芽枝は育苗に適さないと考えられた。

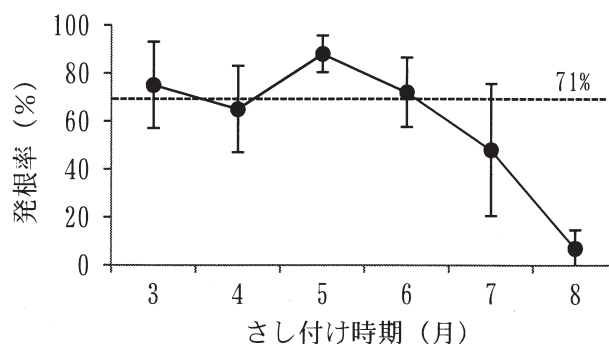


図-3 各月における発根率



### (3)初期成長量調査

各試験地の樹高成長量を図-4に示す。大分試験地（3月）および大分試験地（4月）では、コウヨウザンの樹高成長量がスギに比べ有意に大きかった。一方、国東試験地ではコウヨウザンの樹高成長量がスギに比べ有意に小さかった。また、コウヨウザンの樹高成長量

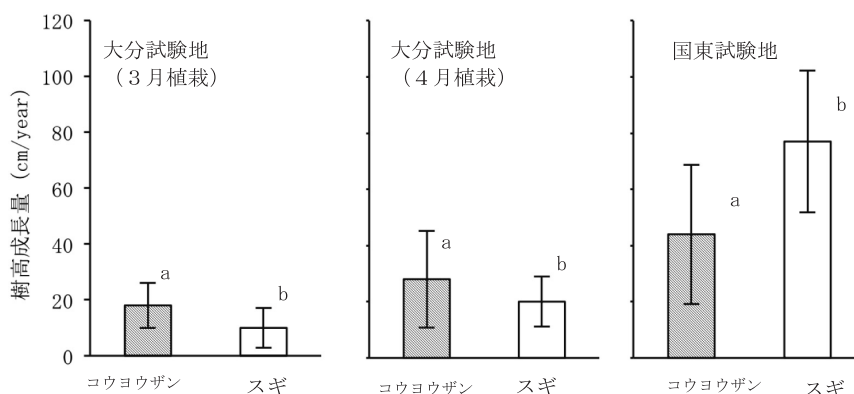


図-4 樹種別樹高成長量

注：同じアルファベットはWelchのt検定により、5%水準で有意差がないことを示す。

は試験地間に有意な差が認められなかった。スギは、大分試験地（3月）および大分試験地（4月）が国東試験地に比べて有意に小さかった。

今回、コウヨウザンとスギにおける樹高成長の傾向が試験地間で異なる結果となった理由については不明である。コウヨウザンの樹高成長は、4～10年生時に旺盛である<sup>6)</sup>とされており、今回の3箇所の試験地について継続調査が必要である。

### (4)病虫獣害調査

今年度は、ノウサギの食害が観察された。大分試験地（3月）では、コウヨウザンの61%、スギの6%が食害を受けた。大分試験地（4月）では、コウヨウザンの47%、スギの3%が食害を受けた。国東試験地では、コウヨウザンの3%が食害を受けた。特に被害が大きかった大分試験地（3月）、大分試験地（4月）では、食害木のうちそれぞれ32%、33%の個体に芯立ちした萌芽枝が観察された。また、大分試験地（3月）では食害後に枯死した個体が1本観察された。

### 2)チャンチンモドキ

#### (1)材質試験

A、B、C、D各個体における製材後の含水率の推移を図-5に示す。各個体とも製材後の含水率は約5ヶ月で20%以下に低下し、その後穏やかに低下し続け、7ヶ月後には10%以下になった。

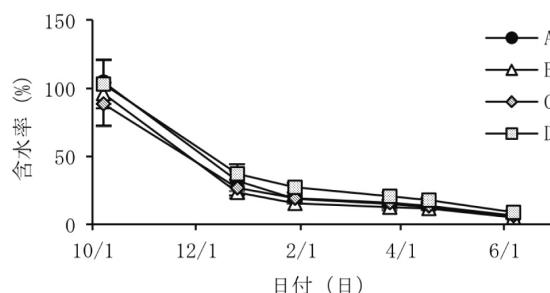


図-5 含水率の推移

表-2 曲げ性能と縦圧縮強さの平均値

供試木	曲げヤング率 (GPa)	曲げ強さ (MPa)	縦圧縮強さ (MPa)
A	10.3 ±1.0	54.8 ±18.4	36.5 ±2.2
B	9.3 ±1.0	52.8 ±16.9	34.8 ±2.3
C	10.7 ±1.3	68.5 ±17.6	41.3 ±4.5
D	12.1 ±1.3	82.3 ±18.4	48.6 ±6.6
平均	10.8 ±1.3	70.9 ±17.4	43.4 ±7.3

注：数値は平均値±標準偏差を示す。

各供試木の曲げヤング率、曲げ強さ、縦圧縮強さの平均値を表-2に示す。曲げヤング率は9.3～12.1GPa、曲げ強さは52.8～82.3MPa、縦圧縮強さは34.8～48.6MPaであった。スギの一般的な曲げヤング率、曲げ強さ、縦圧縮強さはそれぞれ7.5GPa、65.0MPa、35.0MPa、また、ヒノキではそれぞれ9.0GPa、75.0MPa、40.0MPaである<sup>2)</sup>ことから、チャンチンモドキは、スギ、ヒノキと同程度の曲げ性能および縦圧縮強さを

持つことが示唆された。

地上高別の曲げヤング率を図-6、曲げ強さを図-7、縦圧縮強さを図-8に示す。A、B、C、D各個体の曲げヤング率はそれぞれ、9.8~10.9、9.0~9.8、10.3~12.3、11.0~13.7Gpa、曲げ強さはそれぞれ、50.0~58.2、38.4~69.1、64.2~76.2、67.8~107.0MPa、縦圧縮強さはそれぞれ、35.0~37.8、33.4~36.6、38.0~47.0、43.7~56.4MPaであった。全供試木の曲げヤング率、曲げ強さ、縦圧縮強さについて、地上高との一定の関係は認められなかったことから、材としての性能は地上高に影響されないと考えられた。

伐採時の玉切り作業時、製材時、天然乾燥時において材の割れや反りが観察された。チャンチンモドキを建築材として利用する場合、著しい欠点となる可能性があることから、早生樹として活用するには優良個体の選抜などを検討する必要がある。

### (2) 育苗試験

根切り処理別の苗木サイズの平均値を表-3に示す。6月区、無処理区の苗木高は7月区より有意に高かった。このため、株分けや根切りは7月よりも6月に行うことが望ましいと考えられる。小根重量、TR率ともに処理区間で有意差は認められなかったことから、今回の根切り方法では小根重量やTR率は改善されないと考えられた。

### (3) 初期成長量調査

各試験地におけるチャンチンモドキとスギの樹高成長量の平均値を図-9に示す。佐伯試験地を除く3試験地のチャンチンモドキの樹高成長量はスギと比較しても有意に大きく、特に国東試験地での成長量は他の3試験地と比較しても有意に大きかった。一方、佐伯試験地の成長量は他試験地より有意に小さかったが、昨年<sup>4)</sup>と比較すると大幅な改善傾向が見られた。

4試験地における月別先枯れ率を図-10に示す。先枯れは、佐伯試験地で平成25年6~平成26年6月まで継続的に観察されたほか、大分試験地(3月)および大分試験地(4月)では主に平成25

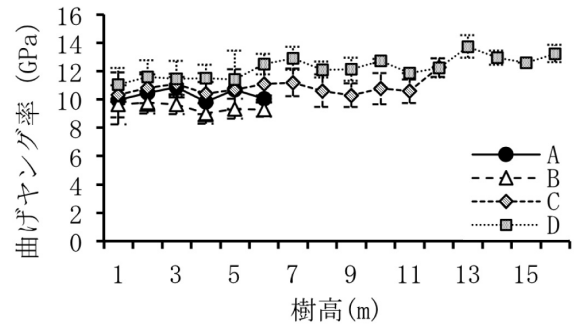


図-6 地上高別の曲げヤング率の推移

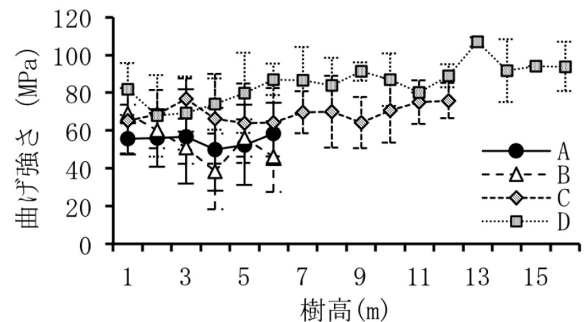


図-7 地上高別の曲げ強さの推移

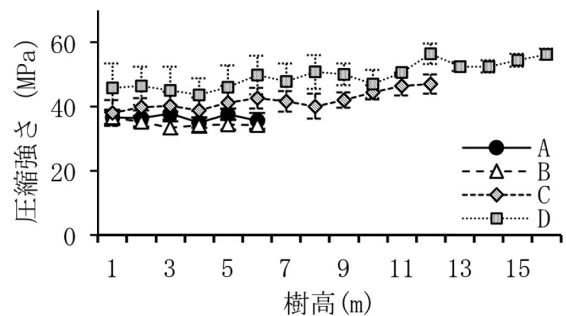


図-8 地上高別の縦圧縮強さの推移

表-3 根切り処理別苗木サイズ

	苗木高 (cm)	根元径 (mm)	比較苗木高	細根重量 (g)	TR率
6月	85 ±15a	18.9 ±1.8a	4 ±0.4a	1.62 ±0.79a	1.20 ±0.95a
7月	31 ±2b	9.8 ±0.6b	3 ±0.1a	1.18 ±0.54a	0.55 ±0.37a
無処理	82 ±24a	18.9 ±2.7a	4 ±0.7a	1.47 ±0.57a	0.76 ±0.26a

注: 数値は平均値±標準偏差を示す。同じアルファベットはTukeyの多重比較検定により、5%水準で有意差がないことを示す。

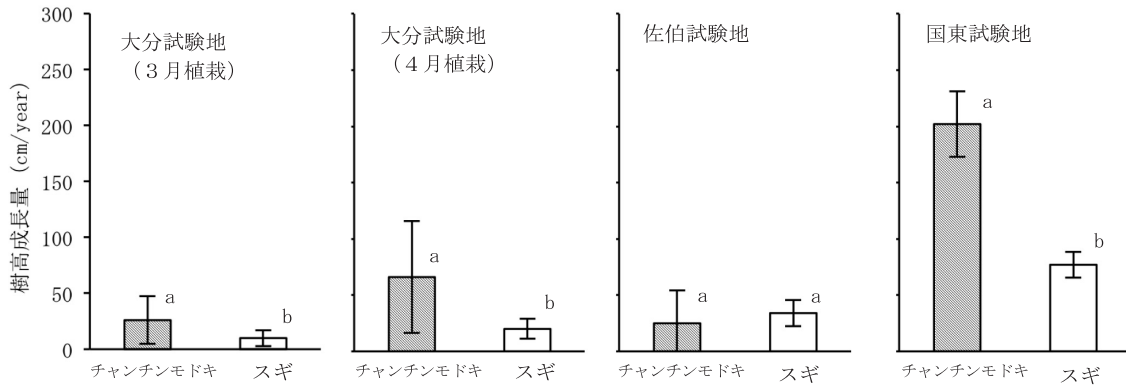


図-9 樹種別樹高成長量

注: 同じアルファベットは Welch の t 検定により、5%水準で有意差がないことを示す。

年6~7月、国東試験地では主に平成25年5月に観察された。4試験地における月別枯死率を図-11に示す。枯死は、大分試験地(3月)および大分試験地(4月)では主に平成25年9月、佐伯試験地では主に平成26年6月に観察された一方で、国東試験地では枯死木はほとんど観察されなかった。また、枯死木のうち5~7割が枯死する前に先枯れしていた。以上により、国東試験地の成長量が他の3試験地に対し大きかったのは、植栽直後のみ先枯れが発生し、2年目は順調に成長できたためと考えられた。

各試験地における先枯れまたは枯死した個体と正常な個体の植栽時のサイズを表-4に示す。佐伯試験地において、先枯れした個体の地際直径は枯死した個体より有意に小さく、比較苗高は有意に大きかった。一方、国東試験地において正常な個体の比較苗高は枯死した個体より有意に小さかった。今回の結果では植栽時のサイズと先枯れおよび枯死との関係について、試験地毎に傾向が異なっていることから、植栽時のサイズが成長に及ぼす影響は不明であった。

大分試験地(3月)、大分試験地(4月)、佐伯試験地の各区における状態別本数割合を表-5に示す。大分試験地(3月)および佐伯試験地では、斜面を下るに従って枯死木の本数割合が低下したが、大分試験地(4月)では枯死率と斜面位置に関係性は認められなかった。また、先枯れに

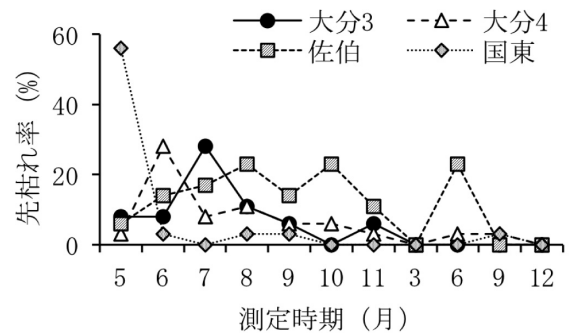


図-10 月別先枯れ率

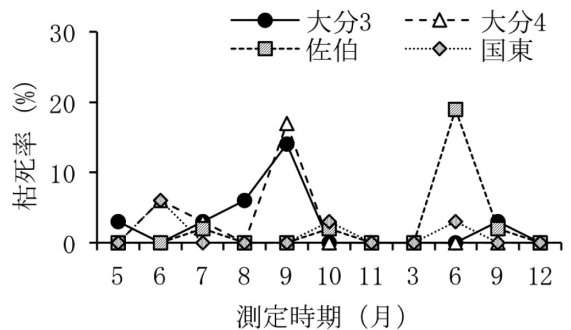


図-11 月別枯死率

表-4 各試験地における植栽時のサイズ

	樹高 (cm)	根元直径 (mm)	比較苗高
大分3 正常	46 ± 7a	4.1 ± 1.3a	12 ± 3a
大分3 先枯	46 ± 4a	4.7 ± 1.0a	10 ± 2a
大分3 枯死	48 ± 6a	4.8 ± 0.9a	10 ± 2a
大分4 正常	51 ± 14a	4.9 ± 1.2a	11 ± 2a
大分4 先枯	51 ± 8a	4.9 ± 0.7a	10 ± 2a
大分4 枯死	44 ± 10a	4.7 ± 0.9a	10 ± 3a
佐伯 正常	44 ± 9a	4.7 ± 1.3ab	10 ± 3ab
佐伯 先枯	50 ± 7a	4.3 ± 1.2a	12 ± 4a
佐伯 枯死	46 ± 7a	5.5 ± 1.9b	9 ± 3b
国東 正常	48 ± 9a	5.7 ± 0.5a	9 ± 2a
国東 先枯	50 ± 8a	5.3 ± 1.1a	10 ± 2ab
国東 枯死	53 ± 5a	4.5 ± 0.8a	12 ± 2b

注: 数値は平均値±標準偏差を示す。同じアルファベットは Tukey の多重比較検定により、5%水準で有意差がないことを示す。

については、全ての試験地において斜面位置との関係性が認められなかった。大分試験地（3月）では植栽した年の夏期に枯死が集中しており、斜面上部において枯死木の本数割合が大きかったこと、また、チャンチンモドキは湿潤な地域を好む<sup>7)</sup>ことから、枯死の主な原因として水分不足が考えられた。大分試験地（4月）についても、大分試験地（3月）とほぼ同時期に枯死が集中したことから、同様の原因で枯死が発生した可能性がある。しかし、同試験地では斜面上部よりも比較的水分が多い斜面下部の枯死率が最も高かったため、詳細は不明である。

直達光照射時間を図-12に示す。佐伯試験地では、チャンチンモドキの新芽が芽吹く3～4月における1日の直達光照射時間は斜面上部が最も短かった。枯死の8割が植栽後2年目の3～5月に発生していることから、日照不足が枯死の原因として考えられた。試験地によって先枯れの発生時期が異なる原因について、日照時間からは推測できなかった。

**(4) 病虫獣害調査**

今年度は、大分試験地（4月）でノウサギによる食害が1本(3%)観察された。天瀬試験地では、食害時以降に平均樹高が順調に増加している（図-13）ことから、チャンチンモドキは食害後も萌芽枝による回復が見込める可能性があると考えられた。

**参考文献**

- 1) 井上千種ら：林業研究部年報 55, 2-7 (2013)
- 2) 独立行政法人森林総合研究所：木材工業ハンドブック改訂4版、1234pp (2007)
- 3) 林木育種センター：九州育種基本区スギ推奨品種特性表
- 4) 井上千種ら：林業研究部年報 56, 2-8 (2014)
- 5) 森林立地調査法編集委員会：森林立地調査法、284pp (1999)
- 6) 中国樹木誌編委会主編（1981）中国主要樹種造林技術、1342pp、中国林業出版社、北京

表-5 各区における状態別本数割合 (%)

		上部	中部	下部
大分3	正常	17	17	33
	先枯れ	33	58	58
	枯死	50	25	8
大分4	正常	42	33	25
	先枯れ	33	50	42
	枯死	25	17	33
佐伯	正常	0	10	29
	先枯れ	55	71	67
	枯死	45	19	5

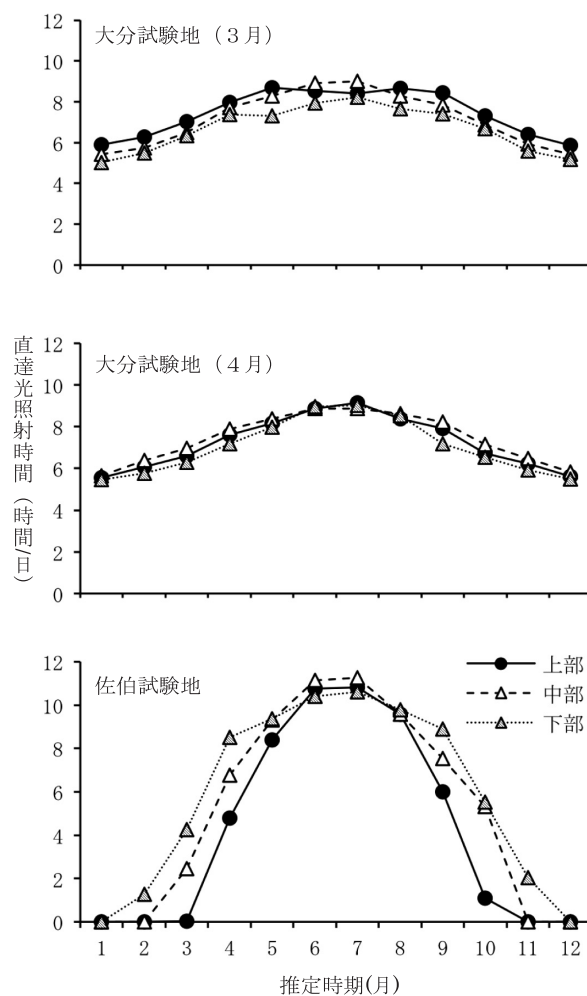


図-12 直達光照射時間

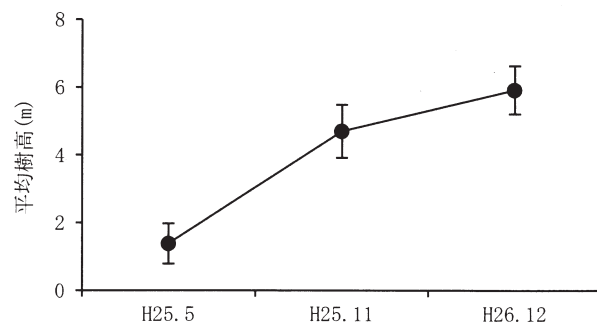


図-13 平均樹高の推移

- 7) 湖南省岳陽市林業局 (2013) 南酸棗 (*Choerospondias axillris*), 湖南省岳陽市林業局ホームページ [http://lyj.yueyang.gov.cn/yyly/7035/content\\_352919.html](http://lyj.yueyang.gov.cn/yyly/7035/content_352919.html)

## 省力造林用コンテナ苗の育苗技術の開発

平成 26 年度～平成 28 年度

森林チーム 佐藤 嘉彦

### 1. 目 的

多くの人工林が利用期を迎えつつあり、主伐面積の増加が見込まれる。このため、再造林用の種苗と労働力の確保が求められている。再造林作業は植栽適期の春期に集中すると予想されるが、林業従事者数は長期的に減少傾向であり、現行の作業体制では春期にすべての植栽を完了することが困難な状況にある。再造林を確実に実施するためには作業時期の分散化を図るとともに、省力的な造林方法を推進する必要がある。

本研究では、通年植栽が可能で作業効率の高いコンテナ苗の普及に向けて、効率的な育苗技術の開発および初期成長に優れた苗木規格の提案を目的に育苗試験および植栽試験を行った。

なお、本研究の一部は（国研）農研機構生研センターの「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業（うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立）」により実施した。

### 2. 試験方法

#### 1) 育苗試験

昨年度は再造林放棄地の解消に向けた省力的な造林技術に関する研究（I）において、スギの穂木をコンテナ容器に直接さし付ける方法（以下、コンテナさし）による発根率の試験を行った。その結果、コンテナさしの発根率は、露地さしと比較して差がなく、コンテナさしによる苗木生産が可能であることがわかった。しかし、コンテナさしの場合、発根が穂木の切口に集中し、切口より上部の根鉢で発達しにくかった。コンテナさしによる苗木生産においては、根鉢全体に根系を発達させる方法や育苗期間中の苗木サイズをコントロールするための育苗技術が必要と考えられる。今年度は、スギのコンテナさしにおける培地の硬さの影響および、穂木への発根処理ならびに施肥の効果について検討を行った。

#### (1) 培地硬度別育苗試験

コンテナ容器に詰める培地の固さが発根と苗木サイズに与える影響を明らかにするため、容器に投入する用土の体積を変えた育苗試験を行った。用土はパーク（商品名：天領エコパーク）とバーミキュライトの割合を 70%：30%とし、表-1 に示す試験区を設定した。平成 25 年 10 月にスギ（品種：シヤカイン）の 30cm の荒穂を採取した。荒穂は一昼夜吸水させてから枝葉の調整と楕円切り返し処理を行い 25cm のさし穂に整形した。さし付け前に切口を IBA0.4%（商品名：オキシベロン液剤）に数秒間浸漬し、用土を充填したマルチキャビティコンテナ（JFA-300）にさし付けた。さし付けた苗木はガラス室内でミスト灌水により管理した。さし付けから約 18 ヶ月が経過した平成 27 年 4 月に各コンテナから 12 本を掘り取り、発根状況および苗木サイズを調査した。

表-1 培地硬度別試験区の概要

試験区	用土体積:容器容量(cc)	コンテナ数	さし付け本数
100%	300:300	3	72
120%	360:300	3	72
140%	420:300	3	72

## (2) 発根処理試験

コンテナさしにおいて穂木の切口より上部での発根を促進するため、穂木の発根処理による効果を試験した(表-2)。剥皮区は穂木の2方向を切口から3cmまで鋸鎌で傷つけた後、切口をIBA0.4%に浸漬してさし付けた。オキシベロン6cm区はIBA0.4%の浸漬深さを6cmとした。さし付け方法および育苗方法は(1)培地硬度別育苗試験と同様にした。平成25年10月にさし付け、約18ヶ月経過した平成27年4月に各コンテナ12本の発根状況と苗木サイズを調査した。なお、発根位置は切口から最も離れた箇所までの長さを測定した。

表-2 発根処理試験区の概要

試験区	さし付け本数	コンテナ数
コントロール	72	3
剥皮	72	3
オキシベロン6cm	72	3

## (3) 施肥試験

コンテナさしの育苗期間中における施肥成分および施肥時期の効果を明らかにするため試験した(表-3)。平成26年4月にスギ(品種:シャカイン、タノアカ)の荒穂を採取し、(1)培地硬度別育苗試験と同様にさし付けと育苗を行った。各処理の施肥分量は3コンテナあたり20gを基準とし、1回/週の頻度で時期ごとに4回、成分を溶かした溶液をじょうろで散布した。なお、溶液中の施肥成分濃度は0.23%に調整した。さし付けから約1年経過した平成27年4月に掘り取り、発根状況および苗木サイズを調査した。また、掘り取った苗木の生重量を測定し、さし付け時の穂木重量を100とした比率を成長率(%)として算出した。

表-3 施肥試験区の概要

試験区	施肥成分	肥料の種類	保証成分	施肥量	施肥時期	さし付け本数		穂木重量(g)	
						シャカイン	タノアカ	シャカイン	タノアカ
コントロール						72	72	21.2 ± 4.9	14.3 ± 4.8
N7	N	硫酸アンモニア	アンモニア性窒素21%	95.2g	7月	36	36	22.8 ± 7.9	16.6 ± 3.5
N8					8月	36	36	18.7 ± 5.5	14.8 ± 4.2
N9					9月	36	36	18.9 ± 4.6	14.7 ± 3.6
P7	P	過りん酸石灰	水溶性りん酸14%	142.8g	7月	36	36	21.4 ± 4.7	16.8 ± 5.5
P8					8月	36	36	19.9 ± 5.4	18.8 ± 6.4
P9					9月	36	36	22.0 ± 8.4	18.0 ± 5.3
K7	K	硫酸加里	水溶性加里50%	40g	7月	36	36	19.9 ± 5.5	16.8 ± 7.1
K8					8月	36	36	19.8 ± 4.6	14.5 ± 6.9
K9					9月	36	36	18.5 ± 4.6	15.1 ± 4.8

## 2) 植栽試験

### (1) 苗木規格別植栽試験

コンテナ苗の育苗方法が植栽後の成長に与える影響を明らかにするため、異なる育苗方法により育成したコンテナ苗の植栽試験を行った。各試験区の育苗方法と苗木サイズを表-4に示す。試験地は、当林業研究部内の平坦地に植栽間隔1.2×1.2mで設定し、平成26年4月に植栽した。植栽から約8ヶ月が経過した平成26年12月に樹高を測定し、植栽時の樹高を100とした比率を樹高成長率(%)として算出した。なお、12月の測定時までには枯損あるいは誤伐した個体および先枯れした個体は12月樹高の集計値から除外した。

表-4 苗木規格別植栽試験区の概要

試験区	品種	種類	容器容量(cc)	穂長(cm)	さし付け時期	育苗期間(年)	用土	植栽本数	苗高(cm)	苗木根元径(mm)
1	シャカイン	マルチキャビティコンテナ	300	25	H25春	1	バーク:パーミキュライト	13	23.7 ± 3.2	6.4 ± 0.8
2	シャカイン	生分解性ポット	355	25	H25春	1	バーク:パーミキュライト	14	28.9 ± 7.9	6.6 ± 1.1
3	シャカイン	マルチキャビティコンテナ	300	40	H25春	1	バーク:パーミキュライト	15	36.3 ± 2.7	7.9 ± 0.9
4	シャカイン	マルチキャビティコンテナ	300	40	H24秋	1.5	バーク:パーミキュライト	9	39.2 ± 1.6	8.1 ± 1.2
5	シャカイン	マルチキャビティコンテナ	300	25	H25春	1	バーク:パーライト	15	23.3 ± 1.5	6.4 ± 0.7
6	シャカイン	マルチキャビティコンテナ	300	25	H25春	1	ピートモス:パーミキュライト	14	23.6 ± 2.7	6.3 ± 1.1

## (2) 時期別植栽試験

コンテナ苗の植栽時期が植栽後の成長に与える影響を明らかにするため、時期別植栽試験を行った。試験地は九重町大字田野にある扇山国有林に植栽間隔 2.0×2.0m で設定した。試験区は平成 26 年 6 月から 12 月および平成 27 年 3 月とし、比較対象として平成 27 年 3 月に裸苗を植栽した(表-5)。植栽時と平成 26 年 12 月(平成 27 年 3 月植栽の試験区を除く)の樹高を測定した。

表-5 時期別植栽試験区の概要

試験区	植栽本数	苗高(cm)	苗木根元径(mm)
6月	50	44.3 ± 3.3	7.6 ± 1.0
7月	50	46.3 ± 3.4	7.3 ± 0.8
8月	50	42.0 ± 3.0	7.2 ± 0.7
9月	50	43.5 ± 2.9	7.5 ± 0.7
10月	50	31.9 ± 2.7	7.2 ± 1.0
11月	50	33.7 ± 2.5	7.7 ± 1.3
12月	50	43.9 ± 5.2	6.5 ± 0.5
3月	50	46.7 ± 4.1	7.6 ± 1.0
3月(裸苗)	50	46.5 ± 3.4	8.7 ± 1.1

試験における統計解析は統計ソフトウェア R ver 2.15 (R Core team 2013) を使用した。多重比較の比率(発根率)の差はパッケージ fmsb の pairwise.fisher.test 関数、平均値(発根状況、苗高および根元径等)の差はパッケージ multcomp の glht 関数を用いた。

## 3. 結果および考察

### 1) 育苗試験

#### (1) 培地硬度別育苗試験

発根状況と苗木サイズを表-6に示す。各試験区の発根率および発根状況に差はなかった。苗木サイズは、苗高および根元径において 120%区が 140%区より大きな値を示した。苗木重量は全ての試験区間で差がみられ、用土体積の増加に伴って苗木重量は増加した。

今回の試験結果から、発根率および発根状況への培地の硬さの影響は認められなかった。次に苗高および根元径に培地の影響が認められたが、この原因については明らかでない。

マルチキャビティコンテナ苗は運搬等において根鉢が崩れないよう固まった状態で出荷することが植栽者等から求められるため、生産者が用土を多く充填する傾向にある。今回の試験から、コンテナあたりの用土体積の増加に伴って苗木重量が増加することが示唆され、用土体積の増加が苗木の運搬性の低下に繋がる懸念された。

表-6 培地硬度別育苗試験の発根状況と苗木形状

試験区	発根率 (%)	発根状況 (5段階評価)	苗高 (cm)	根元径 (mm)	苗木重量 (g)
100%	91.7	4.4 ± 0.8	20.9 ± 1.4 ab	5.7 ± 0.8 ab	93.2 ± 15.6 c
120%	86.1	4.1 ± 0.9	21.4 ± 1.3 a	6.1 ± 0.8 a	143.9 ± 15.9 b
140%	86.1	4.6 ± 0.6	19.1 ± 2.9 b	5.2 ± 0.6 b	182.1 ± 17.7 a

異なるアルファベットは多重比較において5%水準で有意差があることを表す。

#### (2) 発根処理試験

発根状況と苗木サイズを表-7に示す。発根率は、試験区間で差がなく、発根状況はオキシベロン 6 cm 区が他の試験区と比較して低い値となった。苗木サイズは、コントロール区より剥皮区の根元径が太かった。発根位置は、3つの試験区間で差は認められなかった。



今回の発根処理は、穂木の発根率の低下を招くことはなかったものの、根系の発達にも効果がなかった。

表-7 発根処理試験の発根状況と苗木形状

試験区	発根率 (%)	発根状況 (5段階評価)	苗木高 (cm)	根元径 (mm)	発根位置 (cm)
コントロール	86.1	4.6 ± 0.6 a	19.1 ± 2.9	5.2 ± 0.6 b	1.7 ± 0.7
オキシベロン6cm	88.9	3.9 ± 1.0 b	20.3 ± 1.1	5.6 ± 0.7 ab	1.8 ± 0.9
剥皮	100.0	4.4 ± 0.6 a	20.4 ± 1.7	5.7 ± 0.7 a	2.4 ± 1.3

異なるアルファベットは多重比較において5%水準で有意差があることを表す。

### (3) 施肥試験

施肥試験の発根状況を表-8に示す。発根率は、シャカインでN7区およびN8区が、タノアカでN7区がコントロール区と比較して低かった。発根状況は各試験区で差がなかった。

次に、施肥試験の苗木サイズを表-9に示す。シャカインは、コントロール区

表-8 施肥試験の発根状況

試験区	発根率(%)		発根状況(5段階評価)	
	シャカイン	タノアカ	シャカイン	タノアカ
コントロール	95.8 a	95.8 a	3.8 ± 0.7	3.5 ± 0.5
N7	61.1 c	66.7 b	4.0 ± 0.4	3.8 ± 0.7
N8	72.2 bc	83.3 ab	4.0 ± 0.0	3.8 ± 0.6
N9	91.7 abc	94.4 ab	3.8 ± 0.6	3.8 ± 0.7
P7	94.4 ab	91.7 ab	3.8 ± 0.6	3.5 ± 0.6
P8	97.2 ab	91.7 ab	3.9 ± 0.4	3.7 ± 0.7
P9	97.2 ab	100.0 a	4.0 ± 0.4	3.6 ± 0.5
K7	97.2 ab	94.4 ab	3.9 ± 0.4	3.7 ± 0.5
K8	100.0 a	100.0 a	4.0 ± 0.2	3.5 ± 0.6
K9	100.0 a	100.0 a	3.9 ± 0.4	3.5 ± 0.5

異なるアルファベットは多重比較において5%水準で有意差があることを表す。

と比較して苗木高がN7区が高く、根元径がN9区およびK7区で細かった。成長率は、N成分を散布した試験区がコントロール区と比較して高い値を示した。タノアカは、苗木高、根元径ならびに成長率がコントロール区との差がなかったが、N成分を施肥した試験区で苗木高および成長率が大きな値を示した。

施肥試験結果から、N成分はさし付けから3~4ヶ月までの間で発根阻害の要因となる可能性が高く、留意が必要と考えられた。また、N成分は育苗期間中の成長に影響を与えており、施用することで地上部の伸長成長が促進されると考えられた。

表-9 施肥試験の苗木形状

試験区	シャカイン			タノアカ		
	苗木高(cm)	根元径(mm)	成長率(%)	苗木高(cm)	根元径(mm)	成長率(%)
コントロール	22.5 ± 1.2 b	5.7 ± 1.1 a	125.1 ± 17.8 d	22.2 ± 1.7 ab	4.8 ± 1.0	157.8 ± 25.1 ab
N7	24.3 ± 3.1 a	5.5 ± 1.0 ab	153.5 ± 29.7 ac	23.8 ± 3.8 a	5.3 ± 0.9	165.3 ± 40.1 ab
N8	22.8 ± 2.1 ab	5.1 ± 0.7 ab	163.7 ± 34.1 a	23.1 ± 4.6 ab	4.9 ± 1.2	163.7 ± 45.3 ab
N9	22.5 ± 2.7 b	5.0 ± 0.8 b	157.2 ± 40.8 ab	22.9 ± 3.1 ab	4.7 ± 1.0	177.2 ± 31.4 a
P7	21.6 ± 1.6 b	5.1 ± 0.7 ab	130.9 ± 25.9 cd	21.8 ± 1.2 b	4.7 ± 1.1	139.0 ± 26.9 b
P8	21.6 ± 1.4 b	5.1 ± 0.9 ab	136.5 ± 24.4 bcd	21.3 ± 1.5 b	4.9 ± 1.2	148.4 ± 20.7 b
P9	22.2 ± 1.4 b	5.2 ± 1.1 ab	130.8 ± 19.1 cd	22.1 ± 1.3 ab	5.2 ± 1.0	151.6 ± 22.1 b
K7	21.9 ± 1.7 b	4.9 ± 0.8 b	141.6 ± 34.1 ad	22.4 ± 1.8 ab	5.0 ± 1.1	158.7 ± 47.3 ab
K8	22.2 ± 1.7 b	5.2 ± 1.0 ab	133.1 ± 19.5 cd	22.7 ± 1.3 ab	4.5 ± 1.1	161.3 ± 30.8 ab
K9	22.3 ± 1.2 b	5.2 ± 0.9 ab	138.9 ± 17.0 bcd	22.4 ± 1.0 ab	4.5 ± 0.7	145.8 ± 24.1 b

異なるアルファベットは多重比較において5%水準で有意差があることを表す。

## 2) 植栽試験

### (1) 苗木規格別植栽試験

各試験区の樹高成長量および樹高成長率を表-10に示す。また、比較項目ごとに各試験区の樹高成

長を図-1に示す。樹高成長量は、比較項目の育苗期間において1.5年(試験区4)が1年(試験区3)より大きかった。樹高成長率は最大で158.4±43.9(試験区5)、最小で134.1±15.6(試験区3)であったが、比較項目ごとに差は認められなかった。

表-10 苗木規格別植栽試験の樹高成長

試験区	比較項目	処理	樹高成長量(cm)	樹高成長率(%)
1	育苗資材	マルチキャビティコンテナ	9.2 ± 6.4	139.9 ± 26.5
2		生分解性ポット	13.2 ± 6.0	150.9 ± 27.5
1	穂長	25cm	9.2 ± 6.4	139.9 ± 26.5
3		40cm	11.3 ± 4.0	134.1 ± 15.6
3	育苗期間	1年	11.3 ± 4.0	134.1 ± 15.6
4		1.5年	17.9 ± 10.8 *	147.2 ± 28.3
1	用土	バーク:パーミキュライト	9.2 ± 6.4	139.9 ± 26.5
5		バーク:パーライト	12.7 ± 9.7	158.4 ± 43.9
6		ピートモス:パーミキュライト	10.5 ± 5.6	147.8 ± 27.6

\*: 分散分析においてにおいて5%水準で有意差があることを表す。

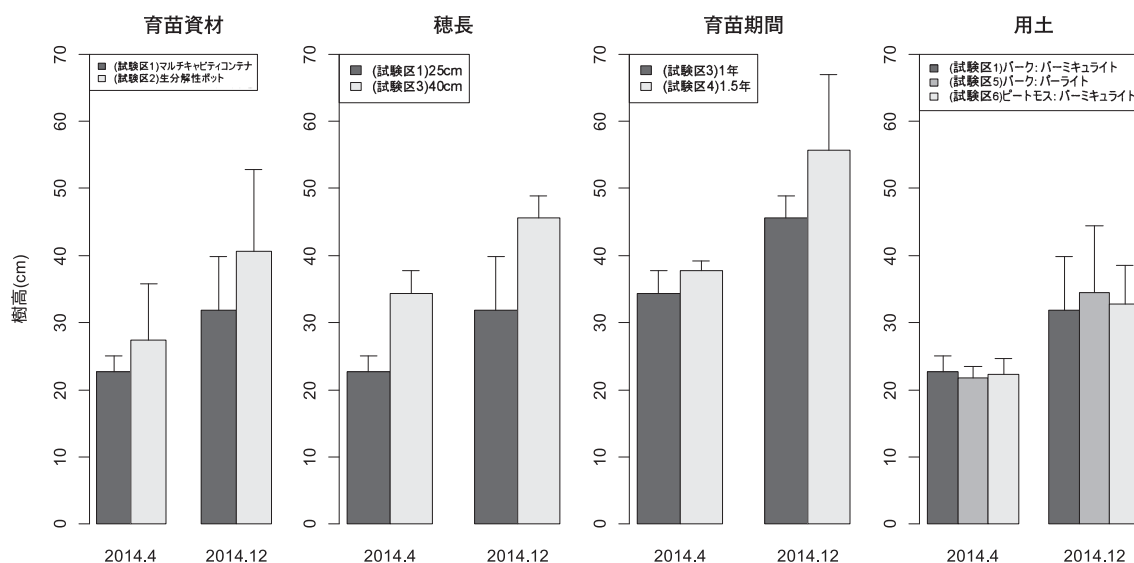


図-1 苗木規格別植栽試験における樹高成長

## (2) 時期別植栽試験

時期別植栽試験地における樹高成長を図-2に示す。6月区から10月区までの試験区は、植栽時の樹高と12月の樹高に大きな差はなかった。11月区では12月の樹高が植栽時の樹高より高かったが、この原因は明らかでない。

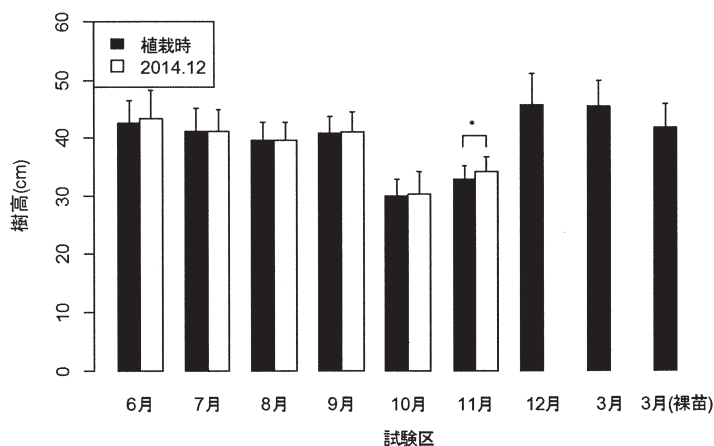


図-2 時期別植栽試験における樹高成長

\*: t検定においてにおいて1%水準で有意差があることを表す。

## 新世代林業種苗を短期間で作出する技術の開発 — 植栽密度が成長パターンと材質に与える影響の解明 —

平成 24 年度～平成 26 年度

森林チーム 佐藤 嘉彦、木材チーム 豆田 俊治

### 1. 目 的

林業経営における収益性の確保や地球温暖化対策における森林の炭素固定等において成長の優れた林業種苗が求められており、分子育種技術を取り入れた新世代林業種苗の開発が進められている。新世代林業種苗は育種の効果により従来種苗と比較して成長が格段に優れると期待され、低密度植栽や短伐期施業での利用が想定される。しかし、低密度植栽による成長への影響については不明な点が多く、材質低下等も懸念されている。本研究では、実生スギと9つのスギ在来品種が3段階の植栽密度で植栽された試験林を対象に、植栽密度が成長および材質に与える影響を調査した。

なお、本研究は、農林水産技術会議委託プロジェクト研究「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のための技術開発」における研究課題「新世代林業種苗を短期間で作出する技術の開発」で実施される共同研究の一部である。

### 2. 試験方法

#### 1) 樹幹解析

植栽密度が成長に与える影響を解明するため、昭和51年に設置した0.8haのスギ品種別・植栽密度別比較試験林（九重町大字町田）において樹幹解析を実施した。試験林における試験区の配置を図-1に示す。平成24年度の毎木調査において、各試験区で平均的な胸高直径を示した3本を供試木として伐倒し、樹幹解析<sup>1)</sup>を行った（平成26年度樹幹解析品種：ヒノデ、実生）。

なお、過去に実施したMuPS(Multiplex PCR of SCAR makers)法によるDNA鑑定<sup>2)</sup>において、植栽時の品種名が既存のデータベースと一致しなかった品種（サンプスギ、メアサ、アヤスギ）は今回の報告から除外した。

#### 2) 丸太の動的ヤング率調査

植栽密度の材質への影響を解明するため、丸太の動的ヤング率の調査を実施した。調査には、樹幹解析用に円盤を採取した後の丸太を供試した。FFTアナライザー（リオン製シグナルアナライザーSA-77）を用いて各丸太の固有振動数（縦振動）を計測し、丸太の動的ヤング率を算出した。

### 3. 結果および考察

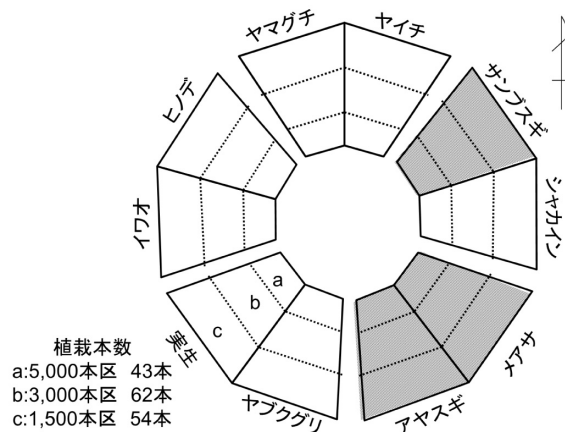


図-1 試験林配置図

### 1) 樹幹解析

樹幹解析により得られた樹高成長と単木材積成長の推移を図-2および図-3に示す。樹高成長は植栽密度の影響が小さく、品種内では同様の成長パターンを示した。イワオやヒノデなど若齢期で旺盛な成長を示すが30年生以上で成長が停滞する品種や、シャカインやヤブクグリなど直線的な成長を示す品種が存在することがわかった。単木材積成長では、品種内の成長パターンが植栽密度の影響でばらつき、低密度植栽において単木材積成長が良かった。37年生時における3,000本/haと1,500本/haの品種毎の平均値の相関関係を図-4に示す。相関係数は樹高で $r=0.97$ 、単木材積で $r=0.95$ となり、ともに高い相関関係を示した。この結果から、3,000本/ha植栽で成長の良い品種は1,500本/haの環境下でも成長が良いことが示唆された。

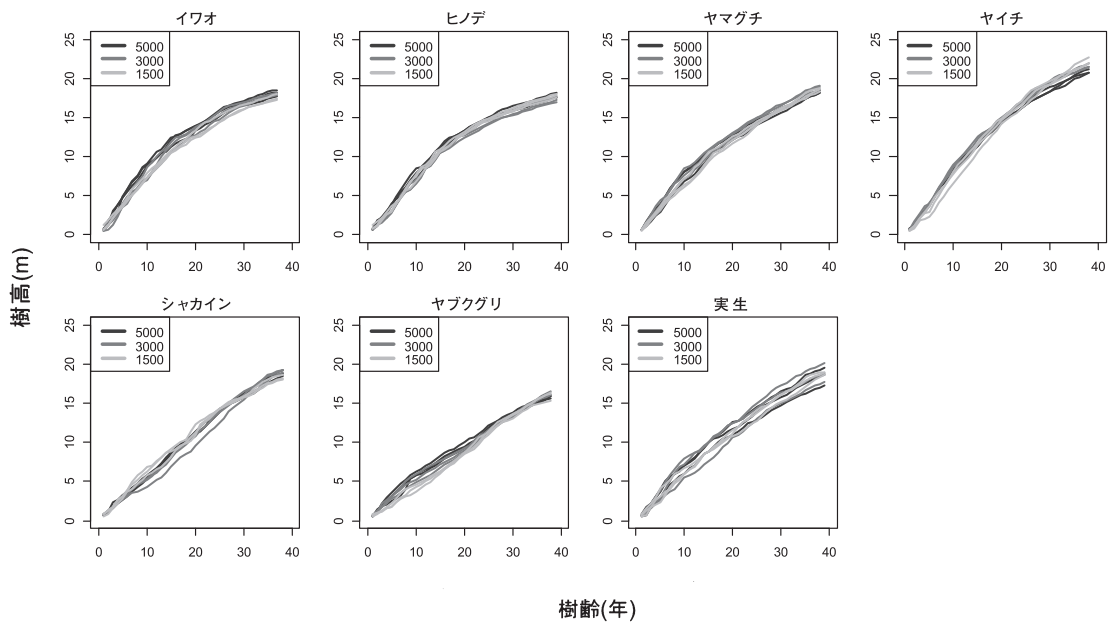


図-2 品種別の樹高成長

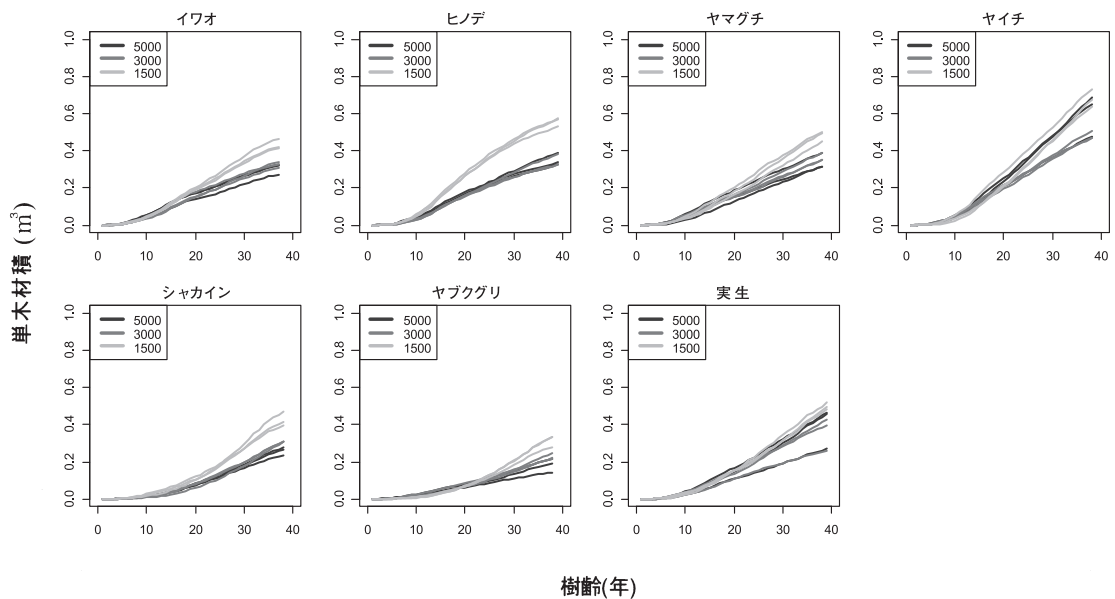


図-3 品種別の単木材積成長

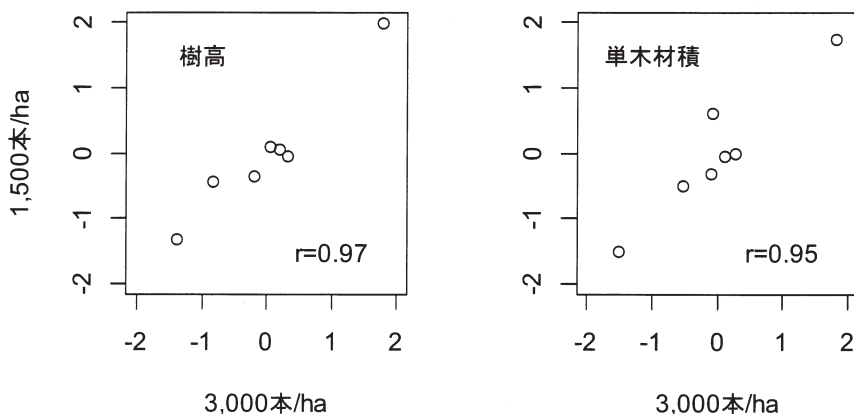


図-4 37年生時の3,000本/haと1,500本/haの相関関係

## 2) 丸太の動的ヤング率調査

図-5に品種別の地上高における動的ヤング率の推移を示す。品種内で植栽密度の影響がみられ、その大きさは品種によって異なった。ヤイチは植栽密度による影響が極端に小さかった。地上高別の動的ヤング率の推移は品種内で同様のパターンを示した。低密度植栽においては、品種の材質特性として動的ヤング率が高い品種を用いることが肝要であると考えられた。

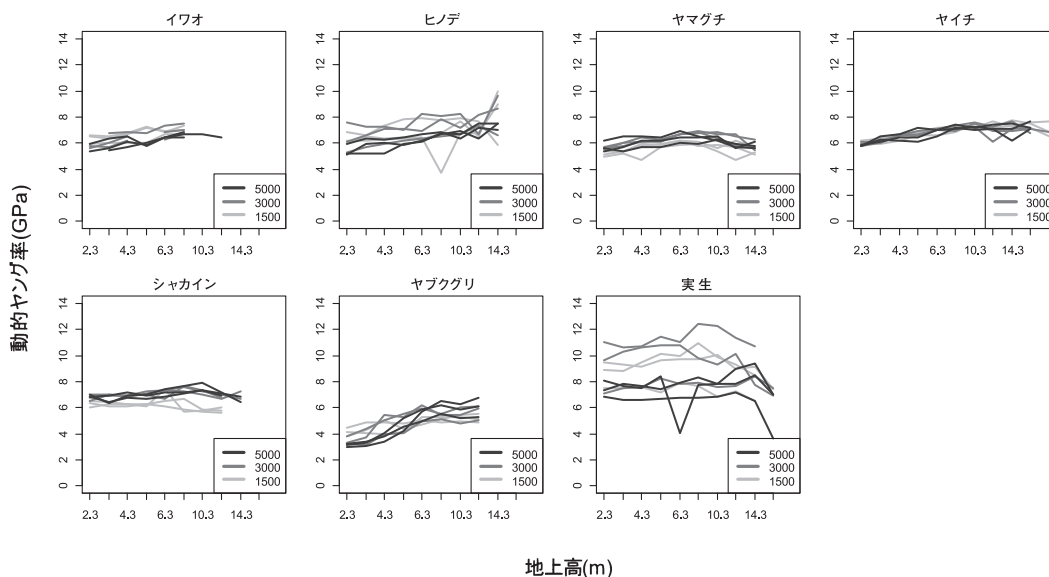


図-5 品種別の動的ヤング率

## 参考文献

- 1) 佐藤嘉彦:大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報, 18-19 (2013)
- 2) 津島俊治:大分県農林水産研究指導センター林業試験場年報, 38-39 (2005)

## 災害に強い森林づくりのための GIS を用いたマップ化に関する研究

平成 26 年度～28 年度

森林チーム 長尾 嘉昭

## 1. 目 的

生育不適地に造林された人工林や木材価格の低迷により適切な施業が行われなかった人工林の荒廃が顕在化している中で、近年の局所的豪雨の増加とも相まって林地崩壊などの災害発生が危険視されている。こうした災害を軽減することは喫緊の課題であり、災害の危険性が大きい箇所については優先的に森林整備を行う必要がある。本研究では地図情報システム（以下、GIS）を用いて、災害に強い森林づくりを検討すべき地域を抽出するためのマップ化手法を開発することを目的とした。

## 2. 試験方法

## 1) GIS を用いたマップ化

## (1) 地形解析

GIS を用いて、標高値から大分県全域の傾斜角度、尾根谷度、曲率を算出し、図面化した。次に、その図面を重ね合わせ地形図を作成した。尾根谷度、曲率は地表の凹凸を示す値であり、正の値が凸地形、0 が平坦、負の値が凹地形を示す。地形解析にはフリーソフトの QGIS ver2.2 を使用し、標高値のデータは国土地理院発行の数値標高モデル（10m メッシュ）を用いた。

## (2) 災害危険箇所の抽出

急傾斜地や尾根、谷、河川沿いおよび崩壊地等の災害危険箇所を抽出するため、表-1 に示すとおり地形の傾斜、尾根谷度、河川の有無および林齢を指標として用いた。配点は、100m メッシュの地域ごとに点数付けを行った。ただし、林齢の配点基準においては、林齢による抜根抵抗力の違いを考慮し、複数の林齢から成る地域は配点の高い林分を採用した。なお、使用した河川データは国土交通省国土数値情報のデータを用いた。

表-1 各指標の配点基準

点数	傾斜(度)	尾根谷度(凸)	尾根谷度(凹)	河川	林齢(年生)
0	0～15	0.0以下	0.0以上	なし	51以上
1	15～25	0.0～2.2	-2.2～0.0	河川より40m内	41～50
2	25～30	2.2～4.4	-2.2～-4.4	河川より20m内	31～40
3	30～35	4.4～6.6	-4.4～-6.6	普通・準用河川	0～10, 21～30
4	35以上	6.6以上	-6.6以下	1級・2級河川	11～20

## 2) 斜面崩壊地調査

平成 24 年度に発生した九州北部豪雨による斜面崩壊地である日田市小野地区を中心に 24 箇所的位置、傾斜、植生などを現地調査した。なお、直接測量できない箇所は、位置を確認した上で森林基本図から傾斜を算出した。

## 3. 結果および考察

### 1) GIS を用いたマップ化

#### (1) 地形解析

図-1 に曲率図を示した。これから地形の水平方向、すなわち谷および尾根を表現することが可能となった。図-2 に示す微地形図<sup>1)</sup>は傾斜角度や曲率、標高、陰影図を重ねて表示し、視覚的な地形の把握を容易にしたものである。これは航空写真や森林基本図、河川ともおおむね一致しており、尾根谷や水系など大まかな地形を把握するために有用である。また、ここで用いた標高や傾斜は数値化されており、条件に一致する地域を抽出することが可能である。

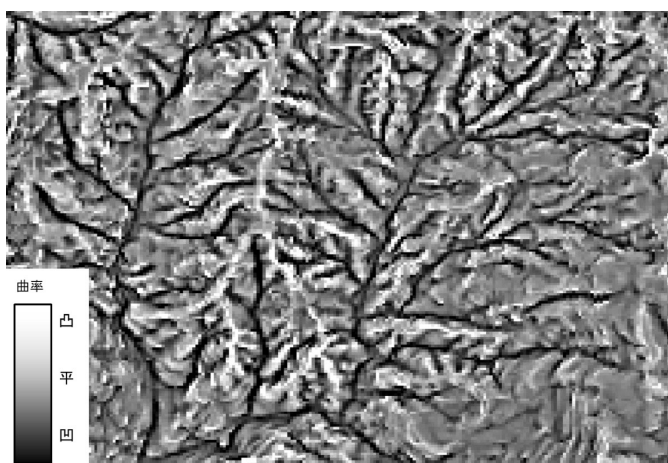


図-1 曲率図

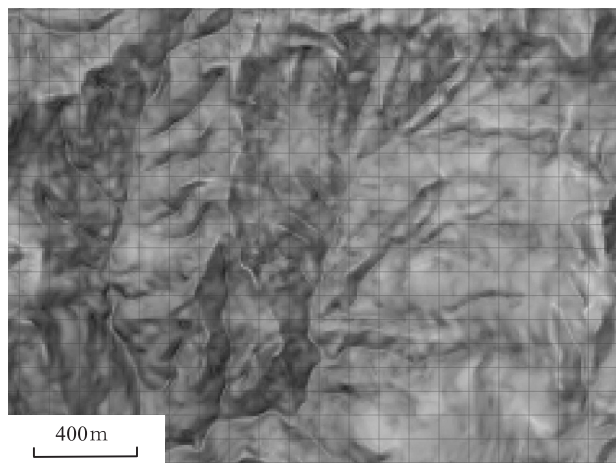


図-2 微地形図

#### (2) 災害危険箇所の抽出

図-3 に各指標の合計点により配色した 100m メッシュを示す。尾根谷度 (凸) と尾根谷度 (凹) は相反しており同時に配点されないため、5つの指標の合計点は最高で 16 点となり、10 点以上となったメッシュは森林外を除いた全体の約 10.2%であった。合計点の高い箇所は河川沿いの急傾斜地が多い傾向にあった。これは、河川付近では地形も凹型になるため、重複して配点されたためと考えられる。次に、合計点の高い箇所は急傾斜の尾根であった。

図-4 は、図-3 右上で示した枠内を拡大し、現地調査した斜面崩壊地を示した。今回の配点は尾根や谷、河川沿いなど今後災害に強い森林づくりが求められる箇所の抽出を試みたもので、崩壊地についてのみ抽出したものではないことから、合計点の高低と斜面崩壊地箇所が必ずしも一致しなかった。100m メッシュでは地形が平均化され凹凸等の情報が現れにくくなるため、崩壊危険箇所を抽出するには異なる手法を検討する必要がある。今後は、斜面を表現しやすい地形データを作成することや、抽出する目的のマップ化について調査研究を進めていく。

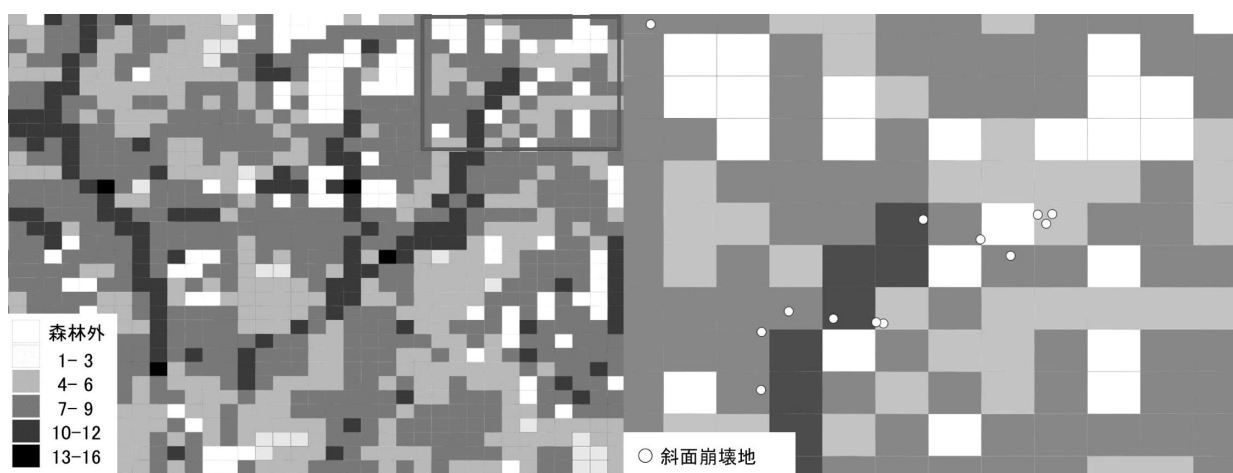


図-3 合計点により配色した100mメッシュ

図-4 100mメッシュ上に示した斜面崩壊地

## 2) 斜面崩壊地調査

図-5に現地調査した斜面崩壊地における傾斜角度の割合を示す。0～15°の緩傾斜で斜面崩壊地は見つからず、大きな傾斜ほど斜面崩壊地が増加する傾向にあった。特に、急傾斜とされる30°以上が約70%を占めており、崩壊地を抽出する重要な要因と考えられる。次に、斜面崩壊地の植生を図-6に示す。伐採直後あるいは植栽後に成林しなかった下層植生だけの斜面崩壊地と、10～20年生の幼齢林における斜面崩壊地が全体の4分の3を越えた。この結果を見ると、根系による山崩れの防止機能が低下していた箇所は斜面崩壊が起こりやすいことを示唆している。

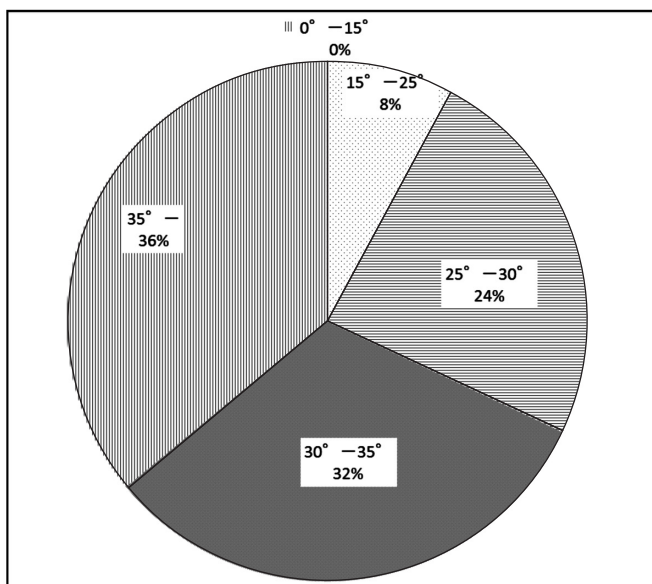


図-5 斜面崩壊地の傾斜角度

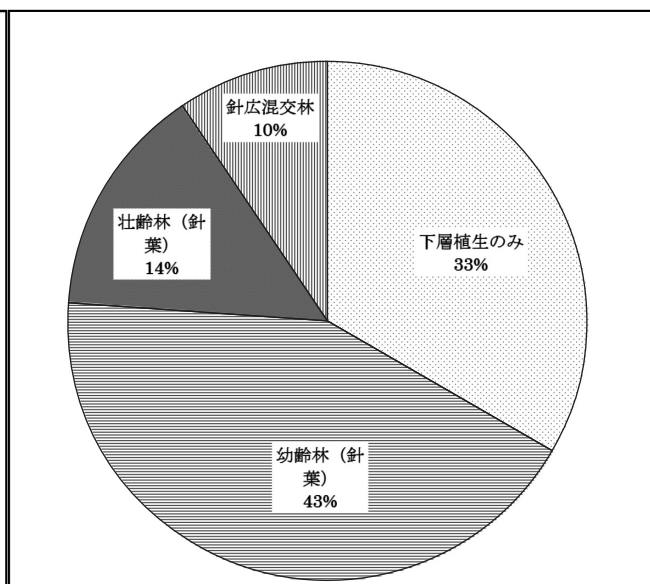


図-6 斜面崩壊地の植生

図-7に斜面崩壊地の斜面型と分類を示す。斜面崩壊地の地形は凹型谷地形が最も多く、次いで凸型直線地形、凸型尾根地形であった。斜面方向の凹凸を見ると、凹型、凸型がともに約40%を占めており、等斉型が少ない。尾根谷地形では谷地形が約50%、直線地形が約30%、尾根型が20%となった。今回は主に降雨による斜面崩壊を調査したため、水の集まりやすい谷地形が多かったと



考えられる。また、斜面崩壊地が集中した1つの流域について調査したため、今後は過去の斜面崩壊地データ等を収集するとともに、崩壊危険箇所をマップ化する手法について検討する。

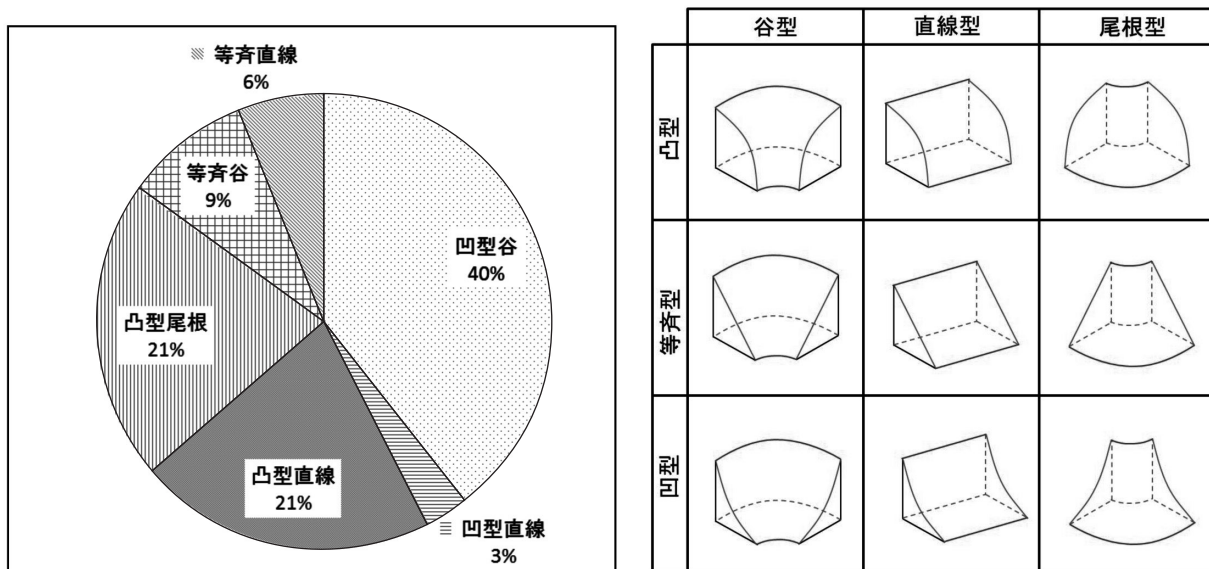


図-7 斜面崩壊地の斜面型と分類<sup>2)</sup>

#### 4. 参考文献

- 1) 戸田, 砂防学会誌:51-55 (2012)
- 2) 水越, 安仁屋, 国土地理院時報, 77-84 (2002)

## 雪害調査報告

－平成26年2月の湿雪による林木の被害について－

平成26年度

森林チーム 長尾嘉昭、吉光政文

### 1. はじめに

平成26年2月13日から18日にかけての湿雪は、臼杵市、竹田市などの地域に大きな森林被害をもたらした。県の調査によれば、この湿雪による森林被害は、8市、被害面積43ha、金額にして、7,600万円に達している。本研究では激害地を調査し、被害の要因に対する検証を行った。

### 2. 調査地および調査項目

5月21日から8月12日にかけて、臼杵市（写真－1）および豊後大野市（写真－2）の激害地のスギ2林分を対象に調査を行った。調査項目は、標高や地形などの立地環境、被害の形態、林分条件として樹種や品種等とした。両林分からそれぞれ被害木を20本抽出し、胸高直径と樹高を測定した。なお、品種の同定は、臼杵市の林分が針葉の形状より、豊後大野市の林分がサンプルを持ち帰りDNA分析により判定した。



写真－1 臼杵市の被害地



写真－2 豊後大野市の被害地

### 3. 結果および考察

調査地は、今回の雪害の激害地から抽出した（表－1）。被害形態は、幹折れが約9割を占め、幹曲がり約1割であり、全て冠雪害による被害であった。調査地の林分構成を表－2に示す。樹高を胸高直径で除した形状比は、それぞれ76.9、84.1であり、調査地2では健全木と比較し被害木が有意に大きかった。冠雪害は、一般に形状比が90を越える細長材で発生しやすく70以下で減少するとされており、両林分の形状比はその中間の値であった。

また、隣接する周囲の林分には大きな被害が現れておらず、クモトオシ林分の被害が顕著であった。

被害林分が谷沿いの斜面下部に位置し風が弱いため他の林分に比べ積雪が多くなったことに加え、品種による冠雪害に対する抵抗力の違いによるものと推察される（図－1、図－2）。

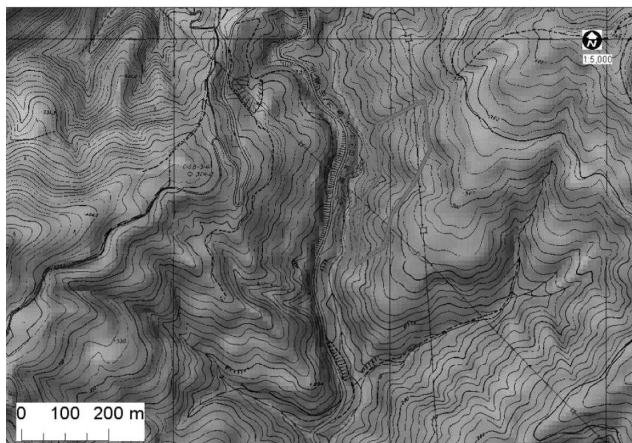
以上のことから、冠雪害の被害軽減には、冠雪害に強い品種の植栽や形状比を下げる施業が必要である。

表－1 雪害調査地の概況と被害形態

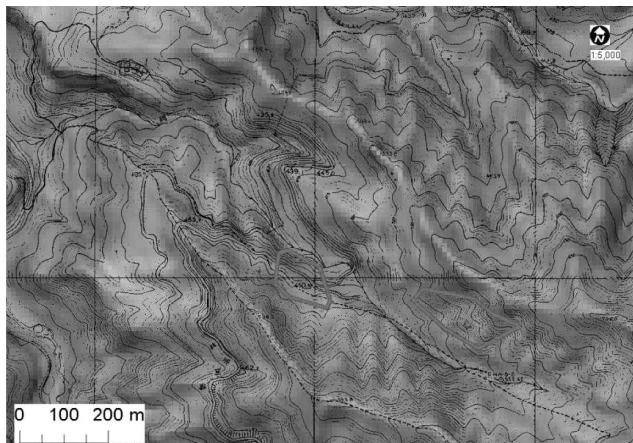
調査地番号	場所	立地環境				被害形態			
		標高	方位	傾斜	地形	根返り (%)	倒伏 (%)	幹折れ (%)	幹曲がり (%)
1	臼杵市大字田尻	200 ～ 250	W242°	33°	谷 ～ 尾根	—	—	75	25
2	豊後大野市緒方町滞迫	430 ～ 480	N81° W	22°	谷	—	—	100	—

表－2 雪害調査地の林分構成

調査地番号	樹種 (品種)	林齢	本数 (ha)	林分構成				形状比(被害木)	
				胸高直径		樹高		形状比(健全木)	
				平均値 (cm)	標準偏差 (cm)	平均値 (m)	標準偏差 (m)	平均値	標準偏差
1	スギ (クモトオシ)	33年	946	26.3	3.9	20.0	3.2	76.9	13.3
								76.3	10.1
2	スギ (クモトオシ)	32～40年	1040	28.9	2.5	24.2	1.7	84.1	6.9
								65.9	7.7



図－1 臼杵市被害位置図



図－2 豊後大野市被害位置図

## 木質バイオマスの効率的エネルギー利用に関する研究

平成 26 年度～平成 28 年度

木材チーム 古曳 博也

## 1. 目 的

平成 23 年に始まった再生可能エネルギー固定価格買取制度<sup>1)</sup>に伴い、各地で木質バイオマス発電所の建設が進められている。本県においては、4 施設の稼働（計画も含む）が公表<sup>2)</sup>されているところである。また、木材乾燥や温泉加温等の熱利用を主体とした施設についても、化石燃料から木質バイオマス燃料への転換が検討されている。このことから、林地残材やパーク、放置竹材等の未利用木質資源や製材廃材等（以下、原料という）を無駄なく燃料として利用していくことに大きな期待が寄せられている。

本研究は、県産材の①原料供給、②原料製造、③乾燥、④燃焼性能に関するデータを蓄積し、効率的なエネルギー利用を提案することを目的に実施する。

## 2. 試験方法

## 1)原料の供給調査

日田市内の木質バイオマス発電所に原料を供給している 26 社の企業、団体に協力を依頼し、表-1 に挙げる項目等について、アンケート調査を実施した。

表-1 アンケート調査（主要項目）

1	バイオマス発電所までの運搬距離
2	原料伐採の形態
3	原料集材の形態
4	供給時のバイオマス原料の形状

## 2)原料の製造試験

樹皮付きの背板等を原料として用いることを想定し、樹皮付きの丸太の製材と剥皮処理した丸太の製材を行い、鋸歯の摩耗度、挽き材の状況を比較した。供試丸太は、平成 26 年 11 月に大分県日田市にて伐採した材長約 4m のスギを用いた。概要を表-2 に示す。

表-2 鋸断試験用の供試丸太

試料数 (個)	末口径			元口径			全乾法で求めた 乾量基準含水率 (%)	見かけ密度 (kg/m <sup>3</sup> )	
	最小 (cm)	平均 (cm)	最大 (cm)	最小 (cm)	平均 (cm)	最大 (cm)			
樹皮付き丸太	37	21.9	23.2	26.0	24.5	27.6	30.5	94.6	764.5
樹皮はく離丸太	37	21.1	22.5	24.7	24.1	27.4	31.2	101.2	718.3

送材車付帯鋸盤 HIS-1100 型（石田鉄工所製）に、幅 127mm、厚さ 0.9mm、全長 7250mm、歯先間隔

29mm、歯先にステライトが溶着されている帯鋸を取り付けた。試験には新品を用いた。

供試丸太は、挽き幅が約 10cm 以上とれる位置より、順次 5mm 厚の薄板にダラ挽きした。1、5、10、15、20、25、30、35、37 本目の供試丸太を挽き終えた後、鋸歯のアサリ幅、挽き材の厚さ、挽き材の曲がり測定した。アサリ幅は、マイクロメータを用いて 5 つ飛びで 50 個の歯について測定した<sup>3)</sup>。挽き材の厚さは、挽き板の前後端より約 30cm の位置と中央の 3 カ所をノギスで測定し、測定値の最大差を「挽き材の厚さムラ」とした。挽き材の曲がり、挽き残り板の凹凸を長さ方向 50mm 間隔ごとにダイヤルゲージで測定し、測定値の最大差を「挽き面の最大変位」とした。

### 3) 丸太の平積み乾燥試験

供試丸太は、平成 26 年 7 月に大分県豊後大野市にて伐採したスギ、ヒノキ及び 11 月に大分県日田市にて伐採したスギを用いた。表-3 に示すとおり、7 月伐採木は樹皮が付いたままのものを、11 月伐採木は樹皮が付いたままのものと剥皮処理したものと、材長は約 3m であった。

表-3 平積み乾燥試験用の供試丸太

伐採月	樹種	樹皮	試料数 (個)	末口径			元口径			全乾法で求めた 乾量基準含水率 (%)
				最小 (cm)	平均 (cm)	最大 (cm)	最小 (cm)	平均 (cm)	最大 (cm)	
7月	スギ	有	21	12.4	19.7	36.0	15.8	24.8	45.5	119.4
	ヒノキ	有	19	11.3	21.5	36.1	14.0	26.9	48.1	75.9
11月	スギ	有	3	23.0	23.5	24.2	24.8	25.7	26.2	111.5
	スギ	無	3	21.3	21.4	21.5	24.1	24.5	24.7	151.3

供試丸太は、日当たりのよい平地（林業研究部内のアスファルト舗装地）に、高さ 12cm のりん木上に並列に設置した。試験開始日は、7 月伐採木が平成 26 年 8 月 11 日（以下、夏季という）、11 月伐採木が平成 26 年 12 月 5 日（以下、冬季という）である。設置後 1 カ月までは 10 日ごとに、設置後 2 カ月までは 15 日ごとに、それ以降は月に 1 回、1 本ずつ電子台はかりに載せ、重量を測定した。試験開始時に求めた各供試丸太の重量を基準に、重量減少率を算出した。

### 4) 木材の燃焼性試験

供試材は、平成 26 年 7 月に大分県豊後大野市にて伐採したスギ、ヒノキを用いた。それぞれ 1 本の丸太を長さ 3m で玉切りし、1 番玉の元口から約 3cm の円板を取り、心材と樹皮に分別した後、ワンドーブレンダー WB-1 型（大阪ケミカル株式会社製）にて粉碎した。心材、樹皮および両者の混合材 5 種（心材対樹皮の割合、9:1、8:2、7:3、6:4、5:5）について、高位発熱量および灰分量を求めた。

高位発熱量および灰分量の測定は、燃料用木質チップの品質規格<sup>4)</sup>および木質ペレット品質規格<sup>5)</sup>を参考にした。高位発熱量は、JIS Z 7302-2 廃棄物固形燃料-第 2 部：発熱量試験方法に準拠し、燃研式自動ボンベ熱量計 CA-4P 型（株式会社島津製作所製）を用いて測定した。灰分量は、JIS Z 7302-4 廃棄物固形燃料-第 4 部：灰分試験方法に準拠し、電気炉 KM-600 型（アドバンテック東洋株式会社製）を用いて測定した。

## 3. 結果および考察

## 1)原料の供給調査の結果

調査対象とした26社の企業、団体のうち、23社の企業、団体から回答を得た(回答率88%)。

木質バイオマス発電所への原料(未利用木材等)供給状況について、アンケート結果を図-1~4に示す。運搬距離は、図-1に示したように30~50kmが最も多く(37.7%)、また、50km以上も全体の1/3(32.2%)を占めていた。木材チップの例であるが、運搬距離とコストの関係は、運搬距離が長くなるにつれてコストが増すとの報告<sup>6)</sup>もあることから、遠方からの原料供給については引き続き供給されるか注視しなければならないと思われる。原木伐採の形態は、図-2に示したように主伐(皆伐)と間伐(定性間伐)が概ね半々であった。原木集材の形態は、図-3に示したように短幹集材が最も多く(39.6%)、以下、全幹集材、全木集材の順であった。集材の形態とコストの関係は、全木集材よりも短幹集材の方がコスト高になる<sup>7)</sup>との報告もある。木質バイオマス原料の形状は、図-4に示したように長さ2m以上の丸太がほとんど(99.96%)で、末木・枝条・枝葉は全く供給されていなかった。

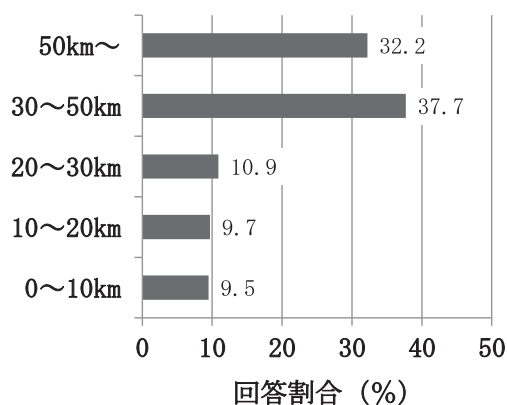


図-1 発電所までの運搬距離

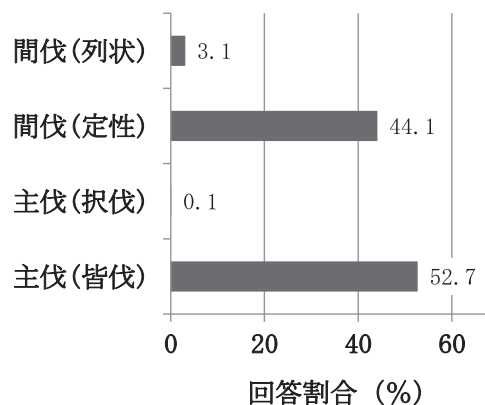


図-2 原木伐採の形態

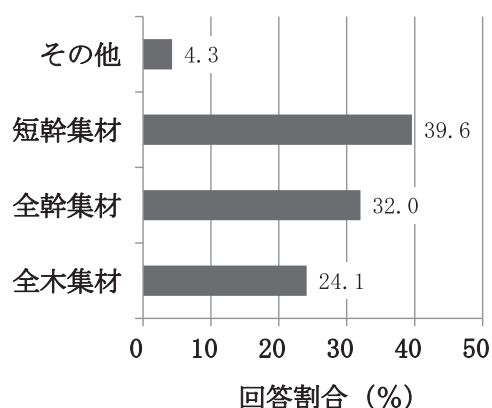


図-3 原料集材の形態

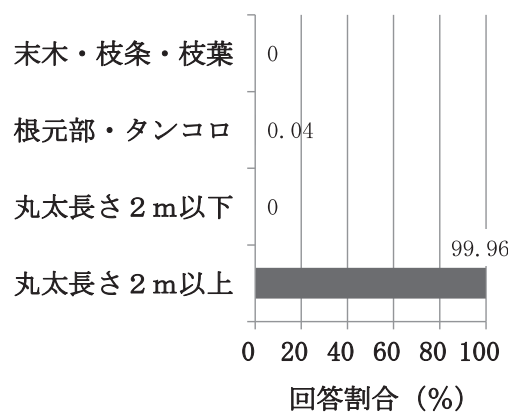


図-4 木質バイオマス原料の形状

## 2)原料の製造試験の結果

切削条件は、帯鋸速度は42.8m/s、送材速度は樹皮付き丸太の場合27.5m/min、樹皮はく離丸太の場合26.3m/minであった。図-5に、挽き材距離と鋸歯のアサリ幅減少量(50個の歯の平均値)の関

係を示す。なお、挽き材距離は、供試丸太の挽き通し回数に材長4mを乗じて算出した。挽き材距離の増加に伴い、アサリ幅は小さくなる傾向がみられた。供試丸太35本目を挽き終えた4000m付近におけるアサリ幅減少量は、樹皮付き丸太製材時が0.034mm(距離4184m)、樹皮はく離丸太製材時が0.042mm(距離4008m)であり、樹皮付き丸太の製材時の鋸歯摩耗度は、樹皮はく離丸太の製材時と比較しても遜色ないことがわかった。図-6に、挽き材距離と挽き材の厚さムラの関係を示す。挽き材距離約4000m付近における挽き材の厚さムラは、樹皮付き丸太切断時が0.49mm(距離4184m)、樹皮はく離丸太切断時が0.67mm(距離4008m)であり、両者に有意な差は認められなかった。また、挽き面の最大変位(挽き材の曲がり)も、樹皮付き丸太切断時が5.25mm(距離4184m)、樹皮はく離丸太切断時が3.43mm(距離4008m)であり、両者に有意な差は認められなかった。

このことから、製材現場において樹皮付きのまま製材しても、鋸歯の磨耗や製品の品質にあまり影響しないことがわかった。すなわち、製材の前工程で剥皮処理が省略でき、製材後樹皮付きの背板等をそのままバイオマス原料として利用するという新たなやり方も考えられる。

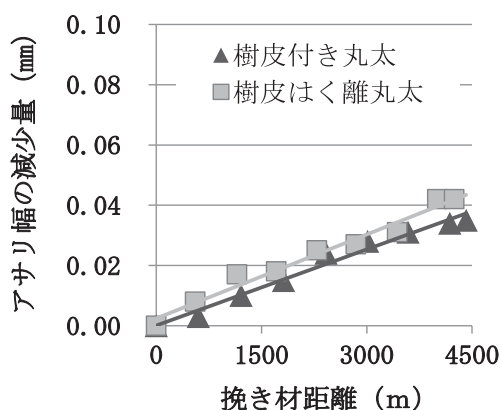


図-5 挽き材距離とアサリ幅減少量の関係

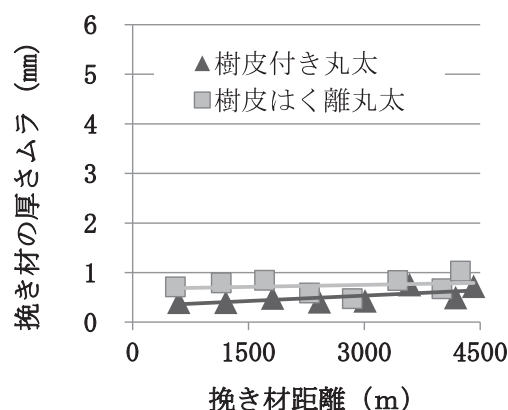


図-6 挽き材距離と挽き材の厚さムラの関係

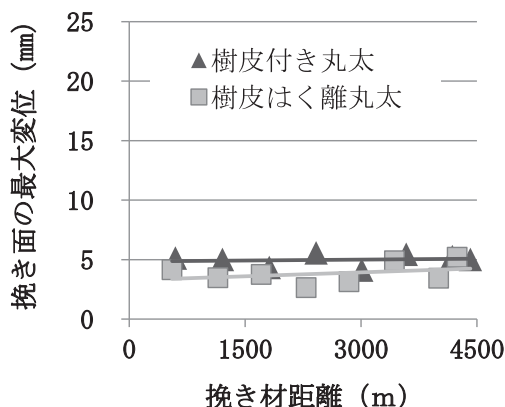


図-7 挽き材距離と挽き面の最大変位の関係

### 3) 丸太の平積み乾燥試験の結果

図-8に、供試丸太の平積み乾燥試験の結果を、写真-1に乾燥試験の状況を示す。スギ樹皮付き

丸太の3カ月経過後の重量減少率は、冬季が2.4%とほとんど軽くならなかったのに対し、夏季が25.8%と大きく、乾燥時期として適していることがわかった。夏季は、外気温が高く日差しも強いためにプラス要因となっているものと推測される。一方、外気温が低い冬季においては、剥皮処理することにより重量減少率は16.5%となり、夏季と比べるとやや劣るものの比較的効率のよい乾燥経過を示すことが確認できた。スギ丸太の樹皮を筋状にはく離して乾燥試験を行った結果、はく離率が高くなるほど乾燥が進む<sup>8)</sup>との報告もあることから、剥皮処理することにより木口面だけでなく側面からも水分が除去されるものと思われる。スギとヒノキの重量減少率は、スギの方が高い値を示した。これは、スギの初期含水率が高かったことによるものと考えられる。3カ月以降の重量減少率は、スギは微増で、ヒノキはほぼ一定で推移した。

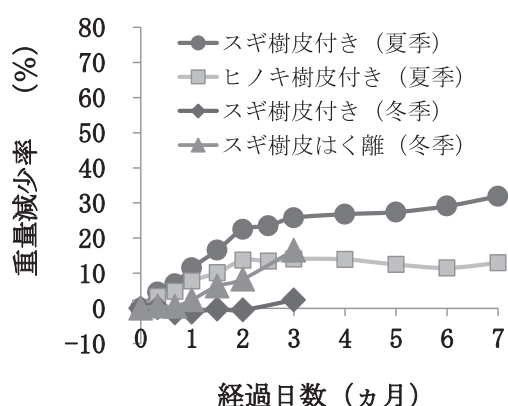


図-8 丸太の平積み乾燥試験の結果



写真-1 供試材の状況 (手前:冬季, 奥:夏季)

#### 4) 木材の燃焼性試験の結果

燃焼性試験に用いた試験体の湿量基準含水率(平均値)は、スギ心材が8.3%、スギ樹皮が9.0%、ヒノキ心材が7.4%、ヒノキ樹皮が9.3%であった。図-9、図-10に、スギおよびヒノキの燃焼性試験の結果を示す。高位発熱量については、スギおよびヒノキのそれぞれの心材、樹皮および両者の混合材5種(心材対樹皮の割合、9:1、8:2、7:3、6:4、5:5)とも同程度で(スギ:最小18.5~最大19.9MJ/kg、ヒノキ:最小19.0~最大19.6MJ/kg)、有意差は認められなかった。一方、灰分量については、スギおよびヒノキともに樹皮に多く含まれ(スギ:2.8%、ヒノキ:1.4%)、心材は少なかった(スギ:0.3%、ヒノキ:0.2%)。灰分はミネラルや重金属などの不燃物であり、その含有率が高くなると燃焼機器(ボイラー等)に対して悪影響を与えるといわれている。特にクリンカは、珪素が高温でガラス化した固形物で、メンテナンスの観点からできるだけその発生を避けることが望まれる<sup>9)</sup>。心材と樹皮を混合することで、樹皮単独で使用する場合より灰分量を減らすことができ、木材燃焼時のクリンカ発生抑制にも貢献すると考えられる。

#### 4. まとめ

効率的なエネルギー利用を提案することを目的に、①原料供給、②原料製造、③乾燥、④燃焼性能に関する調査・試験を行った。その結果、以下のことがわかった。



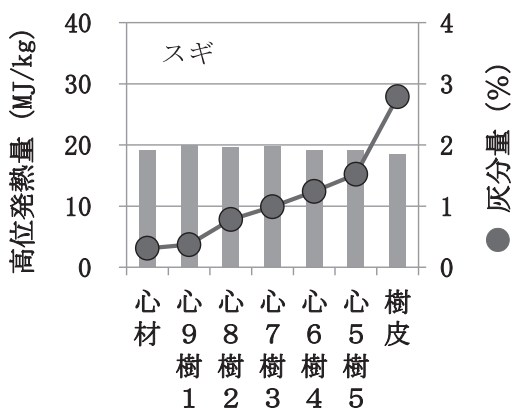


図-9 スギの燃焼性試験の結果

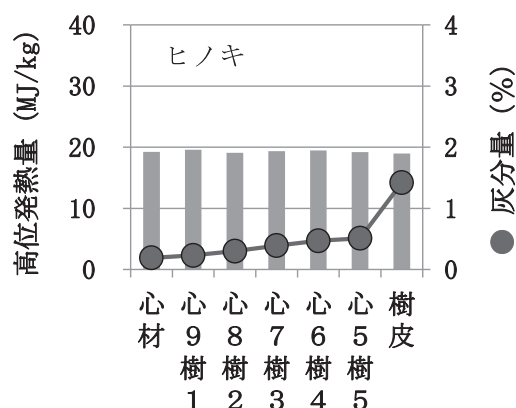


図-10 ヒノキの燃焼性試験の結果

- (1) 原料の供給調査の結果、運搬距離は30~50kmが最も多く、伐採の形態は主伐（皆伐）と間伐（定性間伐）が概ね半々で、集材の形態は短幹集材が最も多く占めていた。現在、バイオマス原料として、末木・枝条・枝葉は全く供給されていなかった。
- (2) 原料の製造試験の結果、樹皮付き丸太製材時の鋸歯のアサリ幅減少量は、樹皮はく離丸太の製材時と比較しても遜色ないことがわかった。また、挽き材の厚さムラおよび挽き面の最大変位（挽き材の曲がり）は、両者において有意な差は認められなかった。このことから、製材の前工程で剥皮処理が省略でき、製材後樹皮付きの背板等をそのままバイオマス原料として利用するという新たなやり方も考えられる。
- (3) 丸太の平積み乾燥試験の結果、夏季は重量減少量が大きく、乾燥時期として適していることがわかった。冬季においては、剥皮処理することによって効率のよい乾燥経過を示すことが確認できた。
- (4) 木材の燃焼性試験の結果、高位発熱量は、スギおよびヒノキのそれぞれの心材、樹皮および両者の混合材とも同程度であった。灰分量は、樹皮に多く含まれていたが、心材と樹皮を混合することで、樹皮単独で使用する場合より減らすことができた。

### 参考文献

- 1) 資源エネルギー庁：  
[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/index.html](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/index.html)
- 2) 日刊木材新聞：2015.1.8
- 3) 村田光司ら，新歯先処理帯鋸の鋸断特性（第3報），木材工業 52：246-250（1997）
- 4) 木質バイオマスエネルギー利用推進協議会他，燃料用木質チップの品質規格：（2014）
- 5) 一般社団法人日本木質ペレット協会，木質ペレット品質規格：（2011）
- 6) 木質バイオマスエネルギー利用推進協議会，発電・熱供給・熱電併給推進のための調査報告書：55-56（2014）
- 7) 鹿児島県，鹿児島県木質バイオマスエネルギー利活用指針：69-70（2010）
- 8) 津島俊治ら，スギ丸太の効率的乾燥方法に関する研究，大分県林試研究時報 14：9-29（1989）
- 9) 株式会社森林環境リアライズ他，木質バイオマスボイラーの導入・運用にかかわる実務テキスト：64-65（2013）

## 県産スギ材の簡易乾燥システムの開発 －温水式中温乾燥機の試作－

平成24年度～平成26年度  
木材チーム 豆田 俊治

### 1. 目的

現在、木材乾燥機として最も普及している蒸気式乾燥機は、温度や湿度コントロールに燃油型蒸気ボイラーが使用されており、生産コストやCO<sub>2</sub>排出増による環境負荷に課題がある。そこで、本研究では、木くず焚き温水ボイラーやヒートポンプ型電気温水器を活用することによって一般的な蒸気式乾燥機より安価な乾燥施設の試作を行い、それを活用した簡易乾燥システムの構築を目的とする。

昨年度は、乾燥機本体に木くず焚き温水ボイラーおよびヒートポンプ型電気温水器を組み合わせた温水式中温乾燥機を試作した(写真-1)。さらに、木くず焚き温水ボイラーの性能評価試験の結果、80℃の温度を維持して加熱することができ、1日1回の燃料投入で60℃の温度を維持できることが分かった。そこで本年度は木くず焚き温水ボイラーを使った実証試験と、増設したヒートポンプ型電気温水器を使用した性能評価試験およびその実証試験を実施した。

### 2. 試験方法

#### 1) 木くず焚き温水ボイラーの実証試験

平成25年度に試作した木くず焚き温水ボイラー(東北通商(株)製、SDM FX 60E)を使用した温水式中温乾燥機の実証試験を行った。

供試材は、大分県内の製材工場A社から購入したスギ間柱(未乾燥材、120mm×33mm×3m)を使用した。1回当たり80本で表-1の乾燥条件で乾燥した。乾燥機の設定温度は乾球温度70℃一定、湿球温度50℃一定とし、温水の循環ポンプは60℃以上で作動する設定とした。乾燥期間中に木くずボイラーへの燃料投入は朝夕の1日2回とした。期間中はボイラー温水温度、乾燥機内部の乾球温度と湿球温度、水道使用量と電力使用量を測定した。供試材は、乾燥前と乾燥後に重量と含水率を測定して評価を行った。



写真-1 温水式中温乾燥機一式

表-1 乾燥条件(木くずボイラー)

区分	乾燥工程		ポイント
	天然乾燥	中温乾燥	
Aグループ(80本)	天然乾燥なし	70℃中温乾燥7日間 (①ボイラー加熱5日→②送風2日)	乾燥時間短縮
Bグループ(80本)	天然乾燥1ヵ月	70℃中温乾燥5日間 (①ボイラー加熱3日→②送風2日)	乾燥効率重視
Cグループ(80本)	天然乾燥2ヵ月	70℃中温乾燥5日間 (①ボイラー加熱3日→②送風2日)	品質重視

## 2) ヒートポンプ温水器の性能評価および実証試験

### (1) 性能評価試験

木くず焚き温水ボイラーを使用した温水式中温乾燥機にヒートポンプ型電気温水器（ダイキン工業（株）製、EQG461NT）を追加して設置し、その性能評価試験を行った。貯湯ユニットのタンク容量は460リットル、業務用仕様のため80～90℃の高温給湯が可能で、90℃の高温給湯側から温水を取り出して乾燥機に配管した。接続は、木くず焚きボイラーの配管を共用する形とし、バルブの開閉で木くず焚きボイラーと切り替えて使用できるようにした。

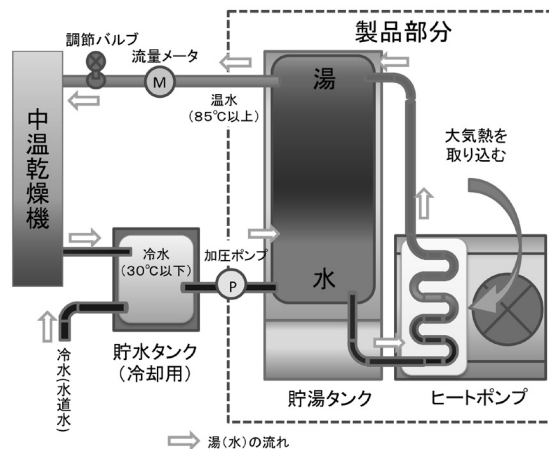


図-1 ヒートポンプ温水器（改良後）

設置後の試運転で、温水流量の調節がうまく機能しなかったため、ミキシングバルブを外して新たに流量調節バルブを取り付ける改良を行った（図-1）。またヒートポンプからの温水流量を測定するため、温水流量メータを設置した。さらに送り温水と戻り温水の温度測定用に温度計を設置した。

ヒートポンプ型電気温水器から温水が正常に送られることを確認するために、連続沸き上げの状態にして、性能評価試験を行った。

### (2) 実証試験

供試材は、大分県内の製材工場B社から購入したスギ間柱（未乾燥材、製材寸法120mm×35mm×3m）を使用した。試験体数は1グループ当たり160本を供し、乾燥条件は表-2のとおりとした。ヒートポンプ型電気温水器の設定温度は設定可能な最高温度の75℃とし、乾球温度が60℃になるように温水流量を調節しながら乾燥を行った。乾燥期間中は給湯温度、乾燥機内部の乾球温度と湿球温度、水道使用量と電力使用量を測定した。乾燥前と乾燥後に重量、含水率および寸歩を測定した。

表-2 乾燥条件（ヒートポンプ）

区分	乾燥工程		ポイント
	天然乾燥	中温乾燥	
Dグループ(160本)	天然乾燥なし	60℃中温乾燥10日間 (①ボイラー加熱8日→②送風2日)	生材から乾燥
Eグループ(160本)	天然乾燥1ヵ月	60℃中温乾燥8日間 (①ボイラー加熱7日→②送風1日)	天然乾燥との組み合わせ

乾燥期間中は給湯温度、乾燥機内部の乾球温度と湿球温度、水道使用量と電力使用量を測定した。乾燥前と乾燥後に重量、含水率および寸歩を測定した。

## 3. 結果および考察

### 1) 木くず焚き温水ボイラーの実証試験

木くず焚きボイラーを使用してAグループを7日間乾燥したときの乾燥室の温度測定結果を図-2に示す。燃料投入後しばらくの間は、ボイラー水温が100℃近くまで上がって乾燥温度を70℃まで上昇させることができた。その後は深夜から早朝の時間帯に投入燃料が燃え尽きたため一時的な温度低下が見られた。これは燃料投入の間隔が長かったためで、間隔を短くするか、丸太など大きな燃料を選んで入れて長時間燃焼

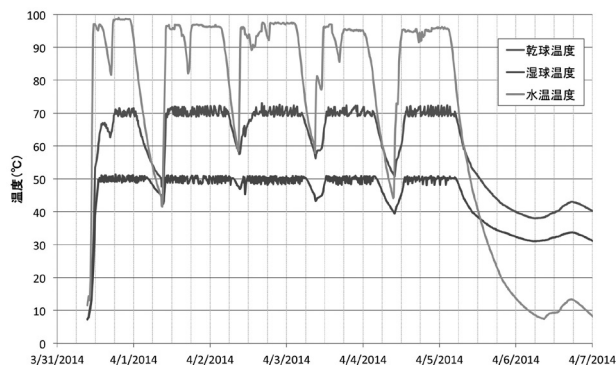


図-2 温度測定結果（木くず焚きボイラー）

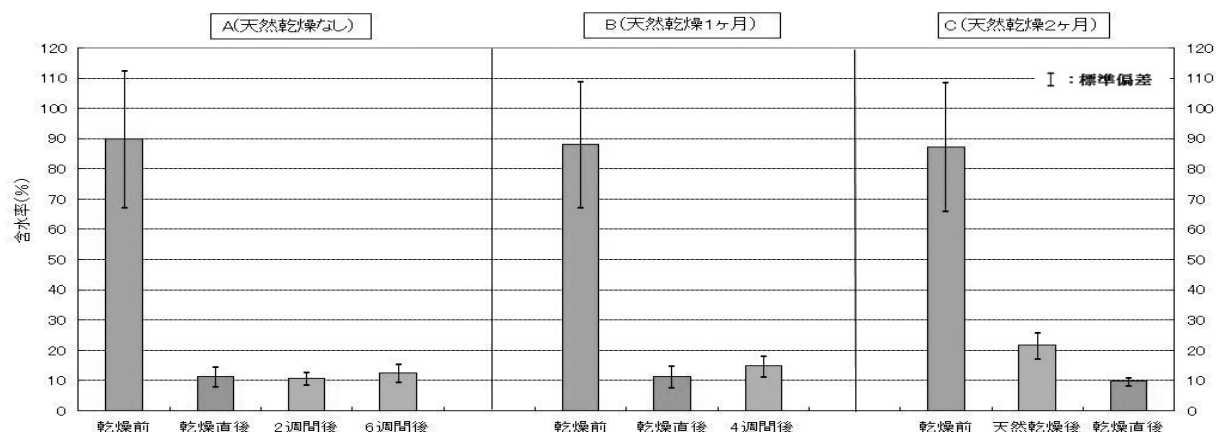


図-3 含水率測定結果 (木くず焚き温水ボイラー)

させることで温度低下を防げると考えられた。

電気使用量は、65.87kwh/日であった。水道使用量は、初回タンク注水に397リットル、今回7日間の期間中に、合計990リットルを使用した。

次に、スギ間柱の乾燥前と乾燥後の含水率を図-3に示す。天然乾燥なしで7日間乾燥したAグループで、乾燥前が91.5%、中温乾燥後は12.2%で、天然乾燥1ヵ月後に5日間乾燥したBグループで乾燥前が86.9%、天然乾燥後が31.7%、中温乾燥後が12.2%であった。天然乾燥2ヵ月後に5日間乾燥したCグループで、乾燥前が83.8%、天然乾燥1ヵ月後が30.0%、2ヵ月後が19.4%、中温乾燥後が9.0%であった。いずれのグループも中温乾燥後の含水率が15%以下となり、スギ間柱の実用的な乾燥が可能であることがわかった。

## 2) ヒートポンプ温水器の性能評価および実証試験

### (1) 性能評価試験

ヒートポンプ型電気温水器の温水流量を調節するための改良を行った後、温水を連続して沸き上げて乾燥機に循環させる試験運転を行った。運転期間は51日で、運転時の乾燥室温度および外気温を図-4に示す。運転開始から10日程度の間、バルブを開閉して温水流量の調節を行い、その後は1,079リットル/日で循環させた。また51日間の運転期間中のヒートポンプ型電気温水器を含めた乾燥機本体の電力使用量は4,140.50kwh (81.30kwh/日)であった。また、期間中

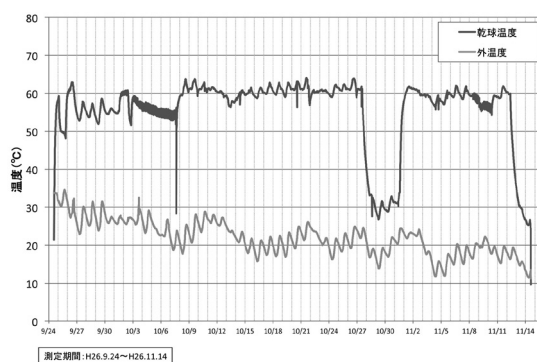


図-4 乾燥室温度および外気温測定結果 (ヒートポンプ型電気温水器)

(10/27~10/30)に乾燥機ファンを停止させてヒートポンプ型電気温水器本体だけの電力使用量を測定したところ118.5kwh (29.47kwh/日)で乾燥機ファン稼働時の電力使用量の36%であった。

今回の試験では、運転開始から終了まで連続して運転したが特に問題なく動作することが確認できた。このことからヒートポンプ型電気温水器は乾燥機の温水ボイラーとして十分使用できることがわかった。

## (2) 実証試験

Dグループの乾燥状況を写真-2に示す。また、乾燥試験時の乾燥室と循環水の温度及び外気温の測定結果を図-5に示す。循環中にヒートポンプから送られる温水の温度は最高で87.1℃であった。乾燥室温度は、途中で沸き上げが間に合わずに温水器内の温水がなくなったことが原因と考えられる一時的な温度低下があったが、最終的には60℃まで上昇させることができた。Dグループの乾燥期間中の電気使用量は、1,318.50kwh(120.16kwh/日)で、温水循環量は、22.582m<sup>3</sup>(2,057リットル/日)であった。またEグループの乾燥期間中の電気使用量は、795.90kwh(114.03kwh/日)で、温水循環量は、14.536m<sup>3</sup>(2,085リットル/日)であった。



写真-2 実証試験の状況

次に乾燥したスギ間柱の含水率を図-6に示す。Dグループは乾燥前が83.8%、中温乾燥後は10.7%、Eグループは乾燥前が78.5%、天然乾燥後が56.0%、中温乾燥後が14.0%であった。このことからヒートポンプ型電気温水器を使用した温水式中温乾燥機を用いて、スギ間柱を含水率15%以下まで乾燥できることがわかった。

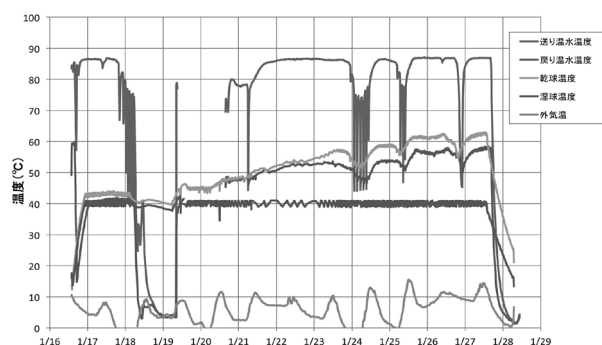


図-5 乾燥室温度等測定結果 (実証試験)

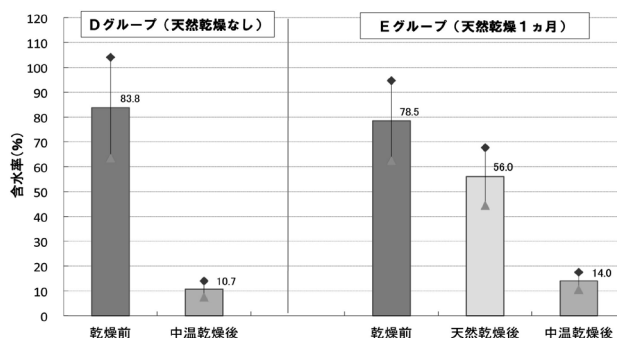


図-6 含水率測定結果 (ヒートポンプ温水器)

## 4. まとめ

低コストな木材乾燥機を行うためには、乾燥機本体の価格を安く抑えるだけでなく、エネルギーコストを抑えることが重要である。今回試作した温水式乾燥機は、一般的な蒸気式乾燥機のような詳細な湿度コントロールができないが、木くず焚きボイラーやヒートポンプ型電気温水器を使うことで安価に熱エネルギーが調達できる。また、温水を利用することで、立地条件によっては温泉や太陽熱等の自然エネルギーを活用できる点もメリットと言える。

今回の研究では、温水式中温乾燥機に木くず焚きボイラーやヒートポンプ型電気温水器を組み合わせることで、実用的な乾燥が可能であることがわかった。今後は、生産現場において温水式中温乾燥機の普及を進める予定である。

## 枠組壁工法建築物への県産材利用に向けた研究

平成 26 年度～平成 28 年度

木材チーム 山本 幸雄

### 1. 目 的

枠組壁工法は、通称 2×4（ツーバイフォー）工法と呼ばれ、断面寸法が規格化された 204 材等の枠組材で作られた枠組に合板などの面材を釘打ちしたパネルで、床や壁を構成する構造である。そのため、この工法は耐震性や耐火性に優れるなどのメリットがある。2012 年度に建築された木造建築物の約 20%がこの工法で建てられており、高耐震性へのニーズが高まるなか、枠組壁工法建築物の割合はますます増加すると予想されている。

しかし、枠組壁工法は、材料の規格も含めほぼ北米の木造建築工法がそのまま導入されたものであるため、これまで材料のほとんどは外国産材であった。今後、県産材を枠組壁工法建築物に利用するには、枠組壁工法構造用製材の強度性能など基本的な性質を明らかにする必要がある。

そこで、本研究では、枠組壁工法用製材の強度性能などを明らかにすることを目的とした。

### 2. 試験方法

#### 1) 供試材

試験には、大分県豊後大野市三重町で平成 26 年 7 月に伐採した長さ 3m のスギ丸太 68 本を用いた。製材後、乾球温度 60℃、湿球温度 40℃に設定した乾燥機で 192 時間乾燥し、屋内にておよそ 1 か月養生した。その後、枠組壁工法構造用製材の日本農林規格（以下、枠組 JAS と言う。）の寸法型式に応じて 5 つの寸法型式に仕上げた。全ての丸太と製材は、密度および縦振動法で求めた動的ヤング係数を測定した。

204 材について、枠組 JAS の甲種枠組材の規格および乙種枠組材の規格の節の品質を基準に格付け、甲種による格付けで等外となった製材及び含水率が 19%を超えた製材を除き動的ヤング係数の平均値と分散がほぼ同じようになるよう A グループ 35 本、B グループ 33 本、残り 71 本の 3 グループに分けた。

#### 2) 曲げ試験

204 材の A グループ 35 本を曲げ試験した。ただし 1 本は、材の横ずれを防ぐサポートの無い状態で試験したため、試験結果から除外した。試験は、エッジワイズで、島津製作所製万能試験機、型式 AG-100kNAR、容量 100kN で行った。スパンは、せい の 21 倍の 1869mm、3 等分点 4 点荷重で、試験速度は毎分 20mm とした。横ずれを防ぐためのサポートはスパン中央から 500mm の位置に 2 つ設置した。スパン中央部のたわみは、東京測器研究所製変位計、型式 SDP-100CT、容量 100mm を用い測定した。試験の様子を写真-1 に示す。

#### 3) 引張り試験

204 材の B グループ 33 本を引張り試験した。試験は、飯田工業製木材引張り試験機、型式 NET-401G、容量 40tonf で行った。引張り区間は 600mm とした。試験速度は、加力開始から破壊までおよそ 3 分で破壊するようにした。試験の様子を写真-2 に示す。



写真-1 曲げ試験の様子



写真-2 引張り試験の様子

### 3. 結果および考察

#### 1) 供試材

スギ丸太の末口径と元口径、密度、動的ヤング係数を表-1に示す。また、仕上げ後の各型式ごとの密度、動ヤング係数を表-2に示す。表-2の型式204の値については、甲種格付けで等外となった枠組材のデータは除いている。

204材について、甲種及び乙種の格付け結果を表-3に、グループごとの密度、動ヤング係数を表-4に示す。

表-1 供試丸太の性状

	平均値	最大値	最小値	標準偏差
末口径 (cm)	26	49	21	5.0
元口径 (cm)	31	64	24	6.5
密度 (kg/m <sup>3</sup> )	799	1109	660	67.8
動的ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	5.7	8.1	3.8	0.9

表-2 仕上げ後の各型式ごとの密度および動的ヤング係数

型式	枚数	密度 (kg/m <sup>3</sup> )				動的ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )			
		平均値	最大値	最小値	標準偏差	平均値	最大値	最小値	標準偏差
204	139	447	505	336	28.7	7.5	10.4	3.4	1.5
206	55	431	477	366	30.6	7.0	9.5	4.2	1.1
208	74	441	505	329	31.9	6.5	9.3	4.2	1.1
210	10	417	437	380	18.0	6.0	7.0	5.1	0.6
212	14	427	467	370	27.3	6.3	6.9	5.4	0.5

表-3 204材の格付け結果

甲種					乙種			
特級	1級	2級	3級	等外	コンスト ラクシオン	スタン ダード	ユーティ リティ	等外
82	43	13	1	3	138	2	1	1

表-4 204材のグループごとの密度、動的ヤング係数

グル ープ	枚数	密度 (kg/m <sup>3</sup> )				動的ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )			
		平均 値	最大 値	最小 値	標準偏差	平均 値	最大 値	最小 値	標準偏差
A	35	442	488	352	33.6	7.6	10.1	4.5	1.5
B	33	446	505	364	24.8	7.6	9.8	4.1	1.5
残り	71	450	498	336	27.3	7.5	10.4	3.5	1.6

## 2) 曲げ試験

曲げ強さ、曲げヤング係数を表5に示す。動的ヤング係数と曲げヤング係数の関係を図-1に、曲げヤング係数と曲げ強度の関係を図-2に、節径と曲げ強さの関係を図-3に示す。甲種特級のスギの曲げ基準強度は、23.4N/mm<sup>2</sup>であり、これを上回った。一般に、動的ヤング係数と曲げヤング係数は高い正の相関を持つがこの試験ではそうならなかった。そうならなかったことについて、曲げヤング係数はスパン1869mmでの値であるが動的ヤング係数は全材長3000mmの値であるためと考えられるが、はっきりとした理由は明らかにできなかった。曲げヤング係数と曲げ強度、節径と曲げ強さにも相関は見られなかった。

表-5 曲げ試験結果

	平均値	最大値	最小値	標準偏差
曲げ強さ (N/mm <sup>2</sup> )	54.2	71.0	35.8	9.89
曲げヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	7.1	8.8	4.7	1.0

## 3) 引張り試験

引張り強さは、平均値が33.1(N/mm<sup>2</sup>)、最大値49.0(N/mm<sup>2</sup>)、最小値20.4(N/mm<sup>2</sup>)、標準偏差が7.79(N/mm<sup>2</sup>)であった。動的ヤング係数と引張り強さの関係を図-4に、節径と引張り強さの関係を図-5に示す。甲種特級のスギの引張り基準強度は14.4N/mm<sup>2</sup>であり、これを上回った。動的ヤング係数と引張り強さ、節径と引張り強さに相関は認められなかった。



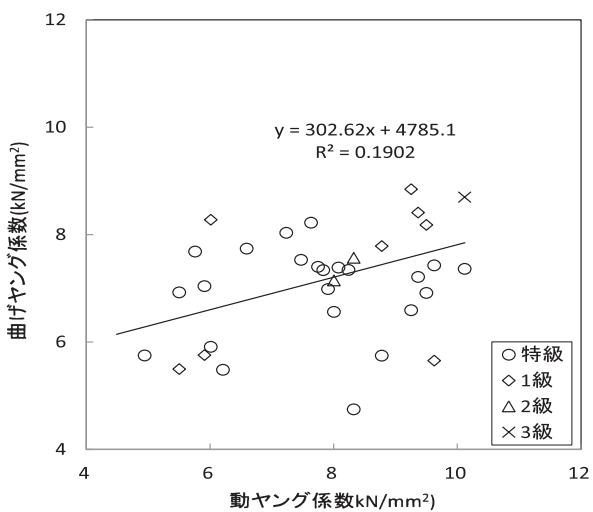


図-1 動的ヤング係数と曲げヤング係数の関係

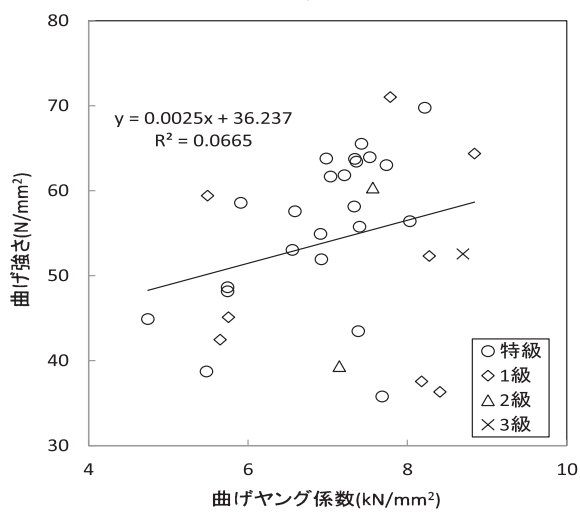


図-2 曲げヤング係数と曲げ強さの関係

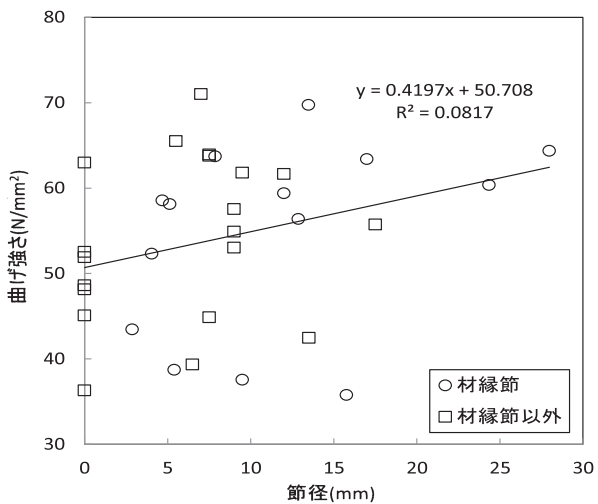


図-3 節径と曲げ強さの関係

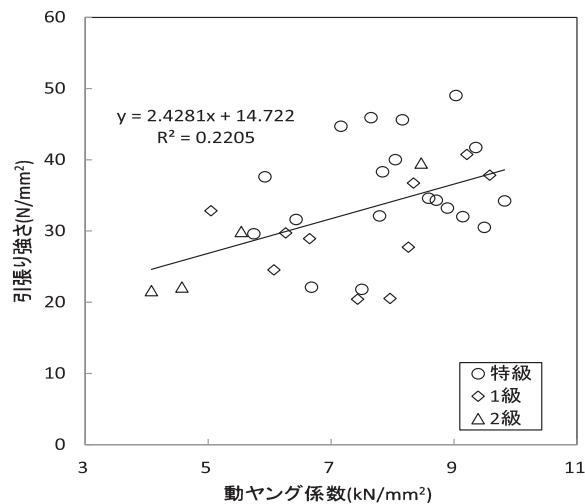


図-4 節径と曲げヤング係数の関係

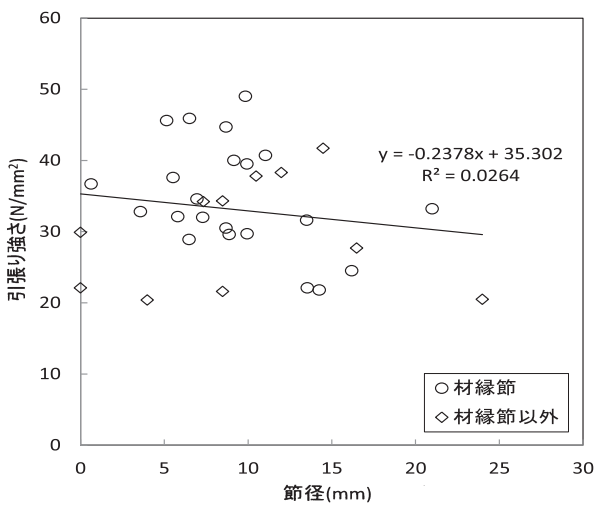


図-5 節径と引張り強さの関係

## 「木材利用促進法」に対応した県産スギ大断面構造材に関する研究 － 8 m製材品の特性－

平成24年度～平成26年度

木材チーム 河津 渉

### 1. 目的

「木材利用促進法」が制定され、低層の公共建築物は原則木造化されることとなり、本県でも「大分県公共建築物等における地域材の利用の促進に関する基本方針」を策定し、公共建築物への地域材利用を促進している。しかし、県内では戸建て住宅用の3m材や4m材の製材品が多く生産されており、中・大規模の公共建築物用の長大材の生産は少ない。一方、県のスギ人工林資源は充実しこれらの材料の調達がより容易になっている。そこで長大材の利用の促進を図るために、県内で生産された材長8mの平角材の製材特性及び強度特性を試験したので報告する。

### 2. 試験方法

今回試験に供する平角材は短辺120mm、長辺240mm、材長8m(以下長大材)とし、県南部地域の製材所からグリーン、未仕上げ材を3本(以下南部材)、県西部地域の製材所から人工乾燥、仕上げ材3本(以下西部材)を購入した。

#### 1) 長大材用丸太の特性

製材前の丸太を「素材の日本農林規格」に準じて重量、材長、縦振動ヤング係数(以下 $E_f$ )などを測定した。直径を求め細り形状を把握するため外周長を材長1m毎に測定した。

#### 2) 長大材製材品の特性

長大材は製材直後に重量、寸法を測定し、(財)日本住宅・木材技術センターの「構造用木材の試験マニュアル」(2011)(以下マニュアル)に準じて縦振動法により動的ヤング係数(以下 $E_{fr}$ )を求めた。南部材は製材後室内に置き30日毎に重量を測定し、180日後寸法及び含水率を測定した。西部材は納入直後に同様の測定を行った。

なお、含水率は(株)ケツト科学研究所製HM-520で1m毎に測定し、その平均を製材品の含水率とした。

#### 3) 長大材の強度性能

最初に、元口から1.2m、2m、3m、4m、5m、6m、6.8mを中心点とし、島津製作所製UH-1000kNARを用いてスパン2,160mmで3等分点4点荷重、試験速度5mm/minでマニュアルに準じ部分毎の曲げヤング係数(以下 $E_m$ )を測定した。

次に同機を用いて、スパン7,200mmで3等分点4点荷重、試験速度20mm/minで曲げ試験を行い、曲げ強さ(以下 $F_b$ )及び曲げヤング係数(以下 $E$ )を求めた。

なお、変位の測定は図-1のとおりCH.1からCH.7の7箇所とし、変位計はCH.1、CH.6は(株)東京測器研究所製SDP100CT、CH.2、CH.5は同社のSDP200D、CH.3、CH.4は(株)昭和測器製TCL300A、

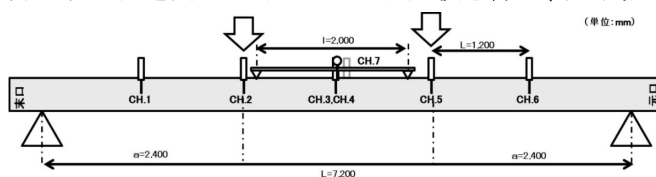


図-1 変位計設置位置図

CH.8は(株)共和電業製DT-20Dをそれぞれ用いた。

試験終了後、両木口付近と元口から1m毎に厚さ3cmの板を9枚取り出し全幹法で含水率を測定した。

### 3. 結果及び考察

#### 1) 長大材用丸太の特性

丸太の測定結果を表1に、丸太の状況を写真-1及び写真-2に示す。西部材は仕上げ材で納入するため南部材より直径が2cm程度大きい丸太を使用していた。

丸太動的ヤング係数は南部材が平均7.2(kN/mm<sup>2</sup>)、西部材が平均6.2(kN/mm<sup>2</sup>)であった。

細りは両地域材ともに5mm/m程度で図-2のとおり緩慢な丸太が使用されていた。

表-1 長大材用丸太の測定結果

地域	番号	重量 (kg)	材長 (cm)	周波数 (Hz)	末口		元口		市場での 材積 (m <sup>3</sup> )	Ef測定用		Ef (GPa)	縦振動ヤング 係数区分	細り (mm/m)
					径 (cm)	年輪数	径 (cm)	年輪数		密度 (ρ)	材積 (m <sup>3</sup> )			
南部材	南1	511.8	822	196.2	28	36	36	44	0.720	728	0.703	7.6	Ef70	4.6
	南2	531.8	821	192.5	30	35	38	43	0.819	673	0.790	6.7	Ef70	5.1
	南3	463.4	817	201.2	28	34	34	41	0.720	663	0.699	7.2	Ef70	4.0
	平均	502.3	820	196.6	29	35	36	43	0.753	688	0.731	7.2		4.6
西部材	西1	424.5	827	210.0	30	48	40	58	0.819	477	0.889	5.8	Ef50	5.8
	西2	423.0	817	220.0	32	53	42	69	0.925	456	0.927	5.9	Ef70	5.8
	西3	433.7	821	220.0	30	45	38	63	0.819	519	0.836	6.8	Ef70	5.8
	平均	427.1	822	216.7	31	49	40	63	0.854	484	0.884	6.2		5.8



写真-1 南部材 (内3本を試験に使用)

写真-2 西部材

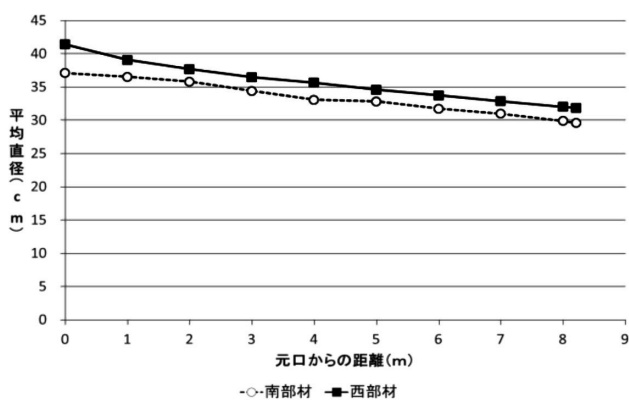


図-2 元口からの距離毎の直径

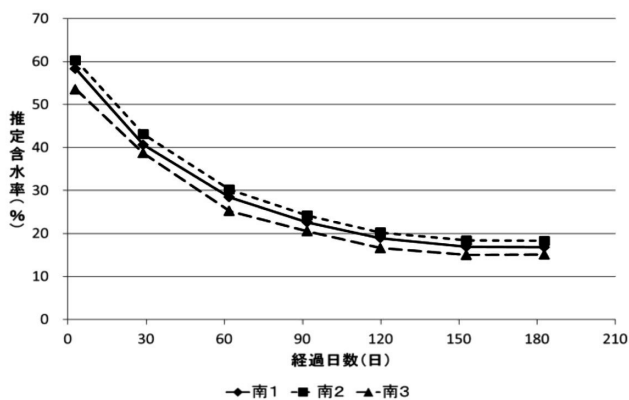


図-3 含水率の推移

## 2) 長大材の特性

製材品の測定結果を表-2に示す。なお、乾燥後の値は南部材が製材後180日目、西部材が納入日に測定した値とした。

南部材は歩増しを短辺、長辺とも3mm程度、西部材は両辺とも23mm程度としていた。丸太の動的ヤング係数と乾燥後の製材品の動的ヤング係数を比較すると20%程度の差が生じるものがあった。

南部材の収縮率は短辺方向1.7%、長辺方向1.1%であった。また、室内で乾燥した材の含水率変化は図3のとおりで、約180日目で30日間の含水率の減少が1%より小さくなった。

地域	番号	製材後							乾燥後							含水率 (%)		
		重量 (kg)	材長 (cm)	周波数 (Hz)	短辺 (mm)	長辺 (mm)	密度 ( $\rho$ )	材種 (m)	Efr ( $10^3 \times N/mm^2$ )	重量 (kg)	材長 (cm)	周波数 (Hz)	短辺 (mm)	長辺 (mm)	密度 ( $\rho$ )		材種 (m)	Efr ( $10^3 \times N/mm^2$ )
南部材	南1	130.35	821.4	225.0	122.7	242.9	532	0.245	7.3	96.15	820.8	272.5	120.8	240.6	402	0.239	8.0	16.8
	南2	128.75	823.8	226.2	122.5	242.9	526	0.245	7.3	95.00	823.2	275.0	120.2	240.0	399	0.238	8.2	18.3
	南3	126.85	818.0	226.2	122.6	243.5	520	0.244	7.1	95.10	816.9	272.5	120.8	241.1	400	0.238	7.9	15.1
	平均	128.65	821.1	225.8	122.6	243.1	526	0.245	7.2	95.42	820.3	273.3	120.6	240.6	400	0.238	8.0	16.7
西部材	西1	160.10	827.0	188.7	144.0	263.0	512	0.313	5.0	101.85	824.8	203.7	120.2	240.1	428	0.238	4.8	16.7
	西2	153.90	817.0	203.7	143.0	263.0	501	0.307	5.6	99.90	815.4	217.5	119.4	240.0	427	0.234	5.4	19.2
	西3	163.15	821.0	217.5	143.0	262.0	530	0.308	6.8	108.75	819.8	232.5	119.6	240.7	461	0.236	6.7	26.8
	平均	159.05	821.7	203.3	143.3	262.7	514	0.309	5.8	103.50	820.0	217.9	119.7	240.3	439	0.236	5.6	20.9

表-2 製材品の測定結果

## 3) 長大材の強度性能

さらに、曲げ試験の状況を写真-3に示し、部分毎の曲げヤング係数を図-4に、全体の曲げヤング係数と曲げ強さの関係を図-5に示す。



写真-3 曲げ試験の状況 (西1)

図-4から西部材の曲げヤング係数は元口からの距離が長くなると大きくなる傾向にあり、1.2mと6.8mでは3割以上差があるものがあった。南部材の曲げヤング係数は末口側と元口側の差が西部材より小さかった。

次に図5から曲げ強さは無等級材のスギの基準強度及び機械等級区分の基準強度をすべて上回った。

南1及び南2は試験体上部の圧縮で破壊し(写真4)、他は下部の引張などで破壊した。

含水率は南部材は平均18.0%(最大19.4%~最小16.7%)で差は小さく、西部材は平均17.7%(最大20.2%~最小10.5%)で両木口の含水率が低かったが1m~7mの差は小さかった。

全体の曲げヤング係数及び曲げ強さはマニュアルに示す標準試験条件に調整した値を使用した。

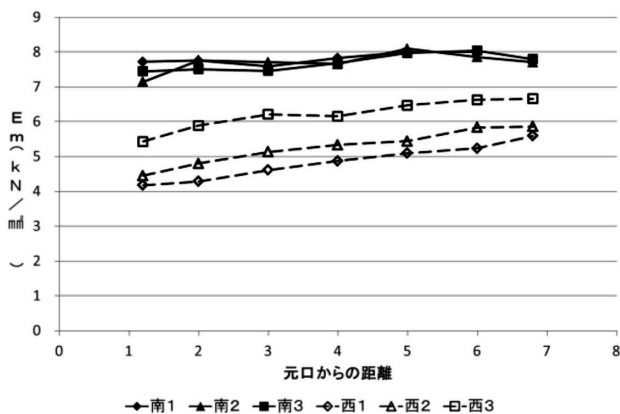


図-4 元口からの距離毎の曲げヤング係数

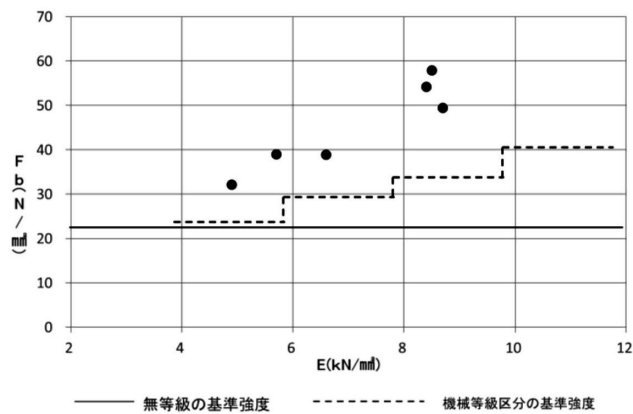


図-5 曲げヤング係数と曲げ強さの関係

#### 4. まとめ

長大材は材内の長さ方向のヤング係数の分布に差はあるものの、一般製材品と同様の性能を示し、今回の試験から使用上問題ないと考えられた。しかし、長大材は製材機の種類や配置などから全ての製材所で生産出来るわけではなく、使用を計画する場合は事前に調達方法等の検討が必要だと考えられた。



写真-4 圧縮破壊の状況 (南2)

## 県産製材品の強度性能に関する研究

－ヒノキ製材品の縦圧縮、縦引張り、せん断の強度性能－

平成 24 年度～平成 26 年度

木材チーム 小谷 公人、河津 渉、城井 秀幸

### 1. 目 的

建築基準法の改正や公共建築物等木材利用促進法の施行等により、近年、強度性能など地域材に対する品質管理が強く求められている。これまで、県産製材品の強度性能は、樹種としては主にスギ、試験方法としては曲げ試験を中心に客観的な強度データ<sup>1)</sup>を明らかにしてきた。本研究は、県産製材品の利用拡大を図ることを目的として、建築設計の基礎資料として使用可能な強度データを整備し補完するとともに、利用しやすい強度性能カタログを作成し提供することを目標としている。一方、現行の「製材の日本農林規格(以下、製材 JAS)」に対応した基準強度<sup>2)</sup>では、スギの試験結果を参考に、曲げ・縦圧縮・縦引張り強度特性値(5%下限値)の比率として 1:0.8:0.6 の関係<sup>3)</sup>が採用されているが、ヒノキではこの関係について全国的にも実大試験データが充実しているとは言い難く、県産製材品についても実験的に検証する必要がある。

そこで、ヒノキを供試材料として、前報の曲げ強度性能<sup>4)</sup>に引き続き、本年度は、実大材の縦圧縮、縦引張り、せん断の各強度試験データを収集したので、その結果について報告する。

### 2. 試験方法

各強度試験は「構造用木材の強度試験マニュアル」<sup>5)</sup>に準じて行った。

#### 1) 縦圧縮試験

供試材は、前報の曲げ試験に用いた心持ち直角の製材品の端部から採材した 120×120×720 mm の短柱試験体 149 本を用いた。縦圧縮試験に先立ち、強度に影響する品質指標として平均年輪幅 ( $ARM$ )、4 材面における最大単独節径比 ( $KD$ ) および最大集中節径比 ( $SKD$ ) を測定し、製材 JAS による目視等級区分に基づく乙種の基準による格付を行った。また、シグナルアナライザー(リオン(株)製、SA-77)を用いて縦振動法による動的ヤング係数 ( $E_{T-SA}$ ) を測定した。なお、機械等級区分の格付は、曲げ試験時の見かけの曲げヤング係数 ( $E_{m-app}$ ) に基づき行った。

縦圧縮試験は写真-1のとおり、木材実大強度試験機(株島津製作所製、UH-1000kNAR 型)を用いて、荷重点変位速度 1.5mm/min 一定で行った。試験体の長さ方向における中央部 4 材面に、標点間距離 60mm の歪みゲージ(東京測器研究所製、PL-60-11)を取り付けて歪みを測定し、この平均値を試験体の歪みとした。試験終了後、縦圧縮ヤング係数 ( $E_c$ )、縦圧縮強さ ( $f_{c,0}$ ) を算出した。



写真-1 縦圧縮試験



写真-2 縦引張り試験

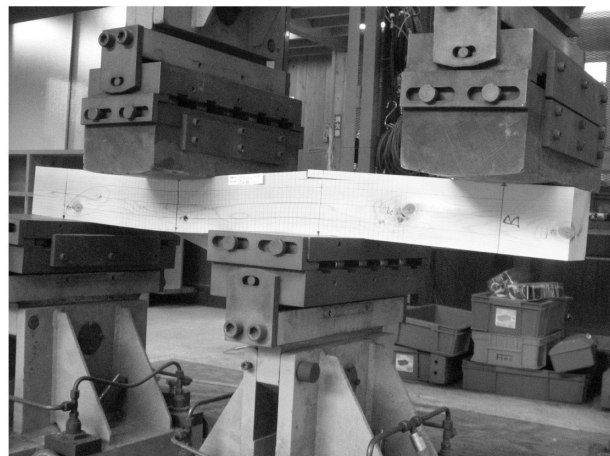


写真-3 せん断試験 (逆対称4点荷重法)

## 2) 縦引張り試験

供試材は、県内の製材業者から購入した  $90 \times 90 \times 3,000$  mm の心持ち正角材 50 本とした。縦引張り試験に先立ち測定した項目は、 $ARW$ 、チャック間における  $KD$ 、 $SKD$  と  $E_{I\text{-}SA}$  に加え、国土交通省告示基準強度を最大荷重の推定値として測定した見かけの曲げヤング係数 ( $E_{m\text{-}app}$ ) である。なお、目視等級区分の格付は甲種Ⅱに準じ、機械等級区分の格付は  $E_{m\text{-}app}$  に基づき行った。

縦引張り試験は、写真-2 のとおり横型引張り試験機 (飯田工業(株)製、NET-401) を用い、チャック間距離 1,100mm、チャック移動速度一定で最大荷重到達が 1.5 分以上となるように行った。試験終了後、縦引張り強さ ( $f_t$ ) を算出した。

## 3) せん断試験

供試材は、県内の 3 製材業者から購入した材長約 4m の心持ち正角材計 60 本として、この製材品の中央付近から採材した  $120 \times 120 \times 1,320$  mm を試験体とした。せん断試験に先立ち、荷重スパン 2,160mm 時の  $E_{m\text{-}app}$  および材長 1,320 mm 時の 4 材面の  $ARW$ 、 $KD$ 、 $SKD$  と機械等級区分装置 (株)エーエティーエー製、HG-2001) を用いて静的に補正したヤング係数 ( $E_{I\text{-}GM}$ ) である。また、各種等級区分の格付は、縦引張り試験と同様に行った。

せん断試験は、写真-3 のとおり木材実大強度試験機を用いて、逆対称 4 点荷重方式により 4 mm/min 一定の載荷速度として、試験時に破壊形態を観察しながら行った。試験終了後、破壊形態が明らかに曲げで破壊した試験体を除き、せん断強さ ( $f_v$ ) を算出した。

## 4) 試験結果の標準条件への調整

各試験に用いた試験体は含水率および断面寸法が異なるため、試験時データを含水率 15%、梁せい基準寸法 ( $d_0$ ) 120mm とした標準条件時の値に補正した。含水率調整は、旧 ASTM D2915 における含水率定数を用いた提案式を適用し  $E_{I\text{-}SA}$ 、 $E_{I\text{-}GM}$ 、 $E_c$ 、 $E_{m\text{-}app}$  の各種ヤング係数および  $f_{c,0}$ 、 $f_v$  の各種強さを補正した。なお、縦引張り強さ  $f_t$  は「製材品の強度性能に関するデータベース」データ集<7><sup>6)</sup> (以下、データ集) に準じ含水率補正を行っていない。寸法調整は、縦引張り試験の  $E_{m\text{-}app}$  と  $f_t$  について、 $d \neq 90$ mm を  $d_0=120$ mm に補正した。これらの補正を行った各種強度特性値の信頼水準 75% における 5% 下限値 ( $T_L$ ) は、各試験体の分布を正規分布と仮定して中心極限定理に基づく関数法で求めた。

### 3. 結果および考察

#### 1) 縦圧縮強度性能

縦圧縮試験の試験体品質指標と結果を表-1に示す。標準条件縦圧縮強さ ( $f_{c,0.15\%}$ ) は平均値 31.7N/mm<sup>2</sup>、5%下限値 ( $f_{c,0.15\% TL}$ ) 25.9N/mm<sup>2</sup> となり機械等級区分 E90 に対応した基準強度 24.6N/mm<sup>2</sup> に相当し、建設省告示のヒノキ無等級材の縦圧縮基準強度<sup>7)</sup> 20.7N/mm<sup>2</sup> を上回った。

表-1 ヒノキ製材品の実大縦圧縮試験の結果

品質指標	品質指標							試験値			標準条件値			
	含水率 $M_{test}$ (%)	気乾密度 $\rho_{15\%}$ (kg/m <sup>3</sup> )	平均年輪幅 $ARW$ (mm)	最大節径比 $KD$ (%)	集中節径比 $SAD$ (%)	動的ヤング係数 $E_{T-S}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	曲げヤング係数 $E_{Q-SPP}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	縦圧縮ヤング係数 $E_c$ (kN/mm <sup>2</sup> )	最大荷重 $P_{max}$ (kN)	縦圧縮強さ $f_{c,0}$ (N/mm <sup>2</sup> )	曲げヤング係数 $MOE_{\perp}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	縦圧縮ヤング係数 $E_{T15\%}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	縦圧縮強さ $f_{c,0.15\%}$ (N/mm <sup>2</sup> )	
平均値	Mean	13.8	516	5.0	21.1	38.4	10.54	11.06	10.68	353.3	33.8	11.08	10.45	31.7
標準偏差	SD	0.9	36	0.9	6.9	17.0	1.54	1.43	1.80	48.0	3.4	1.45	1.76	3.4
変動係数	CV (%)	6.3	7.0	18.4	32.5	44.3	14.6	13.0	16.9	9.8	9.9	13.1	16.8	10.6
最小値	Min	12.2	437	2.4	0.0	0.0	6.40	7.09	5.89	487.5	24.4	7.21	5.83	24.1
最大値	Max	17.0	601	7.7	44.2	90.0	14.36	14.72	14.77	633.6	43.9	14.71	14.39	41.9
5%下限値	TL								7.55		28.0	8.56	7.39	25.9

データ集のヒノキ縦圧縮強度 ( $n=98$ ) と比較すると、データ集の気乾密度、平均年輪幅、縦圧縮強さの平均値はそれぞれ 501kg/m<sup>3</sup>、2.6mm、33.1N/mm<sup>2</sup> であることから、本試験体の気乾密度と平均年輪幅は大きく、縦圧縮強さの値は若干小さかった。なお、この平均年輪幅は大きく、縦圧縮強さが若干小さい傾向は、熊本県北部地域産ヒノキ材を対象とした材質試験の既報<sup>8)</sup> の平均年輪幅 4.3mm、縦圧縮強さの平均値 325kgf/cm<sup>2</sup> (=31.9N/mm<sup>2</sup>)、同 5%下限値 253kgf/cm<sup>2</sup> (=24.8N/mm<sup>2</sup>) とほぼ一致した。

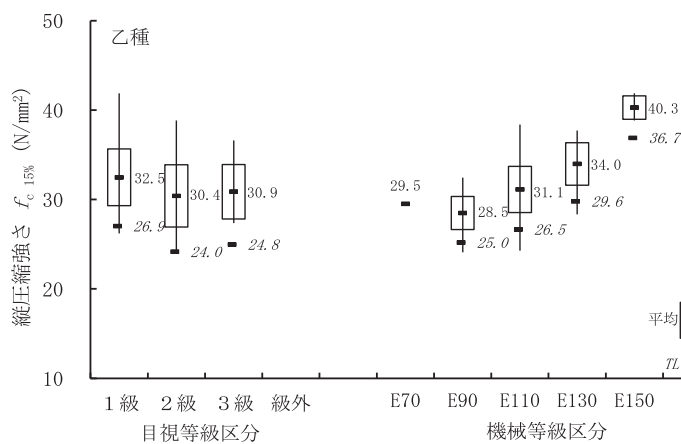
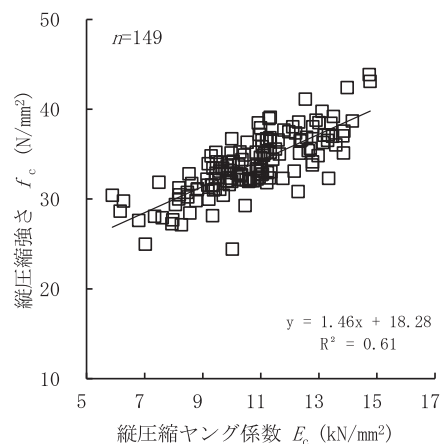


図-1 縦圧縮ヤング係数と縦圧縮強さの関係

図-2 製材 JAS 等級区分と縦圧縮強さの関係

含水率補正を行わない試験時の縦圧縮ヤング係数 ( $E_c$ ) と縦圧縮強さ ( $f_{c,0}$ ) との関係を図-1に示す。 $E_c$  と  $f_{c,0}$  との間に高い相関関係 (回帰式  $y=1.46x+18.28$ ,  $R^2=0.61$ ) が認められた。この回帰式は、天然乾燥カラマツ正角材を対象とした既報<sup>9)</sup> の同相関関係 ( $y=1.09x+19.1$ ,  $R^2=0.46$ ) 比べ回帰式の傾きは本試験の 1.46 の方が若干大きかった。すなわち、ヒノキ製材品は、機械等級区分で同一樹種群とされるカラマツ製材品の縦圧縮ヤング係数と縦圧縮強さの相関関係と比較し、縦圧縮ヤング係数が高くなるほど縦圧縮強さも高くなる傾向にあることがわかった。

製材 JAS 等級区分の格付と縦圧縮強さ ( $f_{c,0.15\%}$ ) との関係を図-2に示す。製材 JAS の乙種に準じて目視等級区分を行った結果、1級、2級、3級、級外はそれぞれ 91 体 (61%)、43 体 (29%)、15 体 (10%)、



0 体であった。目視等級区分の縦圧縮強さの平均値は、同じ順に 32.5、30.4、30.9N/mm<sup>2</sup> となり、各等級間の F 検定後 5% 水準で t 検定を行ったところ、1 級と 2 級および 2 級と 3 級との間に有意差はなかった。同様に機械等級区分を行った結果、E70、E90、E110、E130、E150 はそれぞれ 1 体 (1%)、31 体 (21%)、66 体 (44%)、47 体 (31%)、4 体 (3%) であった。機械等級区分の縦圧縮強さの平均値は、同じ順に 29.5、28.5、31.1、34.0、40.3N/mm<sup>2</sup> となり上位等級ほど高くなった。また、出現頻度の高い E90、E110、E130 の各等級間で有意水準 5% 以上の有意差が認められ、機械等級区分は、曲げ強さと同様に縦圧縮強さの強度選別においても有効であることがわかった。

## 2) 縦引張り強度性能

縦引張り試験の試験体品質指標と結果を表-2 に示す。標準条件縦引張り強さは平均値 ( $f_{t15\%}$ ) 33.6N/mm<sup>2</sup>、5% 下限値 ( $f_{t15\%S-TL}$ ) 21.5N/mm<sup>2</sup> となり機械等級区分 E90 に対応した基準強度 18.6N/mm<sup>2</sup> に相当し、建設省告示のヒノキ無等級材の基準強度 16.2N/mm<sup>2</sup> を上回った。

表-2 ヒノキ製材品の実大縦引張り試験の結果

n=50		品質指標							試験値		標準条件値	
		含水率 $MC_{test}$ (%)	気乾密度 $\rho_{15\%}$ (kg/m <sup>3</sup> )	平均年輪幅 $ARF$ (mm)	最大節径比 $KD$ (%)	集中節径比 $SKD$ (%)	動的ヤング係数 $E_{tr-SA}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	曲げヤング係数 $E_{w-dpp}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	最大荷重 $P_{max}$ (kN)	縦引張り強さ $f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	曲げヤング係数 $MOE_{-1}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	縦引張り強さ $f_{t15\%}$ (N/mm <sup>2</sup> )
平均値	<i>Mean</i>	8.1	554	4.7	18.9	37.1	12.89	11.85	291.6	35.5	11.07	33.6
標準偏差	<i>SD</i>	1.0	36	1.3	3.9	8.9	1.49	1.32	58.3	7.1	1.22	6.7
変動係数	<i>CV (%)</i>	12.5	6.5	27.2	20.8	24.0	11.6	11.1	20.0	19.9	11.0	19.9
最小値	<i>Min</i>	6.6	495	2.5	11.7	22.5	9.89	8.80	164.1	20.1	8.25	19.0
最大値	<i>Max</i>	13.5	648	7.5	29.2	62.5	16.49	14.50	492.7	59.4	13.67	56.2
5% 下限値	<i>TL</i>									22.7	8.86	21.5

データ集のヒノキ縦引張り強度 ( $n=98$ ) と比較するため、試験値を  $d_0=150\text{mm}$  に補正すると縦引張り強さは平均値 32.1N/mm<sup>2</sup>、5% 下限値 20.5N/mm<sup>2</sup> となった。データ集の気乾密度、平均年輪幅、縦引張り強さの平均値はそれぞれ 477kg/m<sup>3</sup>、2.6mm、39.3N/mm<sup>2</sup> であることから、本試験体の気乾密度と平均年輪幅は大きく、縦引張り強さの平均値は小さい値であった。一方、データ集の縦引張り強さの標準偏差は 10.2 N/mm<sup>2</sup> と本試験結果の同標準偏差 6.7 N/mm<sup>2</sup> と比べ若干大きいことから、 $n=90$  の信頼限界係数 1.765 をあてはめ、データ集の縦引張り強さの 5% 下限値を求めると 21.3N/mm<sup>2</sup> ( $=39.3 - (10.2 \times 1.765)$ ) となり、強度特性値はほぼ同等であった。

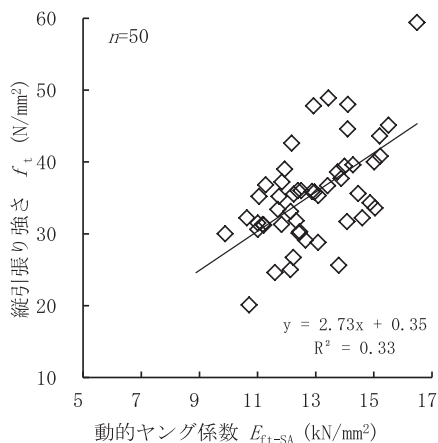


図-3 動的ヤング係数と縦引張り強さの関係

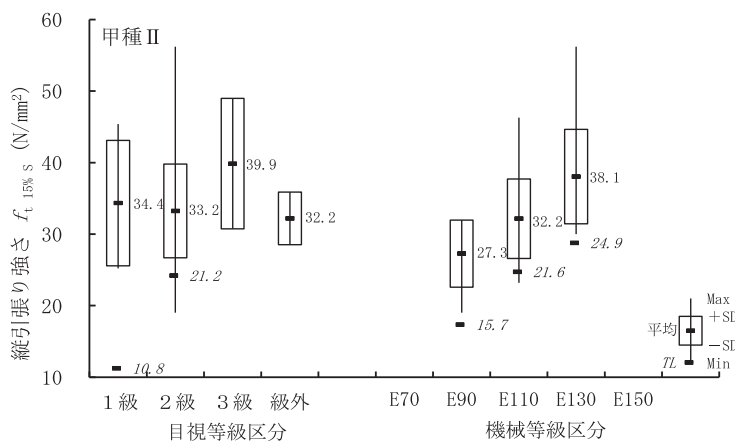


図-4 製材 JAS 等級区分と縦引張り強さの関係

含水率補正を行わない試験時の動的ヤング係数 ( $E_{tr-SA}$ ) と縦引張り強さ ( $f_t$ ) との関係を図-3に示す。 $E_{tr-SA}$  と  $f_t$  との間に相関関係 (回帰式  $y=2.73x+0.35$ ,  $R^2=0.33$ ) が認められた。この相関関係は、機械等級区分で同一樹種群とされるカラマツを対象とした既報<sup>10)</sup> の天然乾燥4寸正角材における同相関関係 ( $y=3.35x-4.65$ ,  $R^2=0.35$ ) と近似したが、回帰式の傾きは本試験の2.73の方が若干小さかった。この理由は、試験材品質の要因として本試験体の含水率の平均値が8.1%と過乾燥状態であった影響なども推定される。過度な高温乾燥を行ったカラマツ正角材の場合、同報では、熱劣化の影響で動的ヤング係数と縦引張り強さの相関関係 ( $y=2.44x-4.54$ ,  $R^2=0.30$ ) は低下し、天然乾燥と比較して回帰式の傾きも2.44と小さくなっている。一般的に生材から気乾状態に至っても縦引張り強度は増加しないとされている一方で、乾燥条件の不明な過乾燥状態(低含水率)の製材品から採材する試験体においては、スギ材での既報<sup>11)</sup> のように縦引張り強度が低い値を示す可能性がある。ヒノキ製材品における高温乾燥による熱劣化と縦引張り強度の関係については今後の検討課題と考えられた。

製材 JAS 等級区分の格付と縦引張り強さ ( $f_{t,0.15\%S}$ ) との関係を図-4に示す。甲種Ⅱに準じて目視等級区分を行った結果、1級、2級、3級、級外はそれぞれ4体(8%)、42体(84%)、2体(4%)、2体(4%)であった。縦引張り強さの平均値は、同じ順に34.4、33.2、39.9、32.2N/mm<sup>2</sup> となり、各等級間に有意差はなかった。同様に機械等級区分を行った結果、E70、E90、E110、E130、E150はそれぞれ0体、5体(10%)、29体(58%)、16体(32%)、0体であった。機械等級区分の縦引張り強さの平均値は、同じ順に27.3、32.2、38.1N/mm<sup>2</sup> となり上位等級ほど高くなった。また、E90とE110に有意水準5%以上の有意差はなかったがE110とE130には有意差が認められ、機械等級区分は縦引張り強さの強度選別においても有効であった。

### 3) せん断強度性能

せん断試験体60体のうち、破壊形態が明らかに曲げで破壊した試験体数10体を除いた計50体の試験体品質指標と結果を表-3に示す。標準条件せん断強さは平均値 ( $f_{v,15\%}$ ) 8.8N/mm<sup>2</sup>、5%下限値 ( $f_{v,15\%-TL}$ ) 6.8N/mm<sup>2</sup> となり現行の基準強度2.1N/mm<sup>2</sup>を3倍以上大きく上回った。

表-3 ヒノキ製材品の実大せん断試験の結果

n=50		品質指標							試験値		標準条件値	
		含水率 $MC_{test}$ (%)	気乾 密度 $\rho_{15\%}$ (kg/m <sup>3</sup> )	平均 年輪幅 $ARW$ (mm)	最大節 径比 $AD$ (%)	集中節 径比 $SAJ$ (%)	静的補正 ヤング係数 $E_{tr-Gt}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	曲げ ヤング係数 $E_{tr-Spp}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	最大荷重 $P_{max}$ (kN)	せん断 強さ $f_v$ (N/mm <sup>2</sup> )	せん断 ヤング係数 $MOE_{tr}$ (kN/mm <sup>2</sup> )	せん断 強さ $f_{v,15\%}$ (N/mm <sup>2</sup> )
平均値	Mean	17.8	525.1	3.9	23.0	40.9	10.6	11.1	167.4	8.6	11.44	8.8
標準偏差	SD	3.1	40.8	1.1	6.8	14.6	1.7	1.6	22.4	1.0	1.60	1.1
変動係数	CV (%)	17.4	7.8	28.2	29.5	35.7	15.9	14.1	13.4	11.6	14.0	12.2
最小値	Min	11.8	450.2	2.2	5.0	0.0	6.6	7.4	124.1	6.4	7.81	6.4
最大値	Max	23.3	607.2	7.0	40.0	75.8	13.5	14.0	251.6	10.9	14.25	11.2
5%下限値	TL									6.8	8.54	6.8

データ集にヒノキせん断強度は掲載されていない。また、実大材によるせん断試験は中央集中荷重方式、4等分5点荷重方式、実大いす型方式など各種のせん断試験法によってせん断強さの測定値が異なるため、ここでは本試験と同様の逆対称4点荷重方式によりせん断強さを求めた  $t=105$ mm の無背割りヒノキ材 ( $n=45$ ) の既報<sup>12)</sup> と比較した。同既報の気乾密度、平均年輪幅、せん断強さの平均値はそれぞれ約520kg/m<sup>3</sup>、3.6mm、8.8N/mm<sup>2</sup>であることから、本試験体の気乾密度と平均年輪幅は若干大きく、せん断強さの平均値は同等の値であった。一方、同既報のせん断強さの標準偏差は0.8N/mm<sup>2</sup>と本試験結果のそれと比べ若干小さいことから、 $n=45$ の信頼限界係数1.822をあてはめ、せん断強さの5%下

限値を求めると  $7.3\text{N/mm}^2 (=8.8 - (0.8 \times 1.822))$  となり、このせん断強度特性値は本試験結果が若干小さかった。

含水率補正を行わない試験時の静的補正ヤング係数 ( $E_{I-GM}$ ) とせん断強さ ( $f_v$ ) との関係を図-5に示す。この  $E_{I-GM}$  と  $f_v$  との間に相関関係 (回帰式  $y=0.35x+4.57$ ,  $R^2=0.33$ ) が認められた。一般的にせん断強さは密度との相関が認められるとされ、本試験においても気乾密度 ( $\rho_{15}$ ) とせん断強さ ( $f_{v15\%}$ ) との相関関係 ( $y=0.01x+3.17$ ,  $R^2=0.17$ ) が認められたが、各種ヤング係数とせん断強さの相関関係と比べると低い相関であった。この相関関係の傾向は、和歌山県産ヒノキのせん断強度の既報<sup>13)</sup>によるそれと一致した。

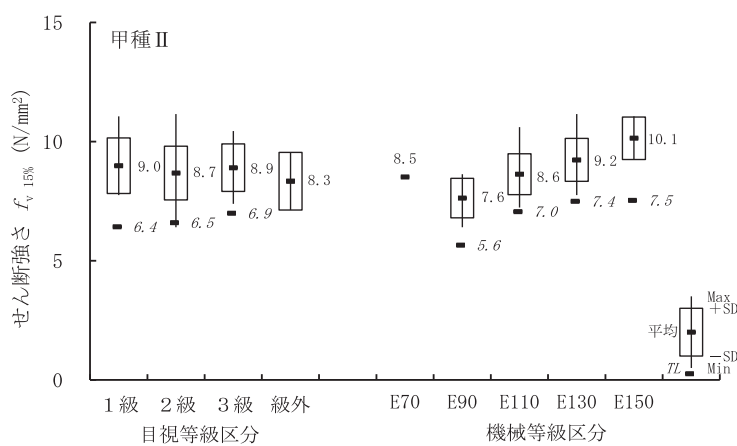
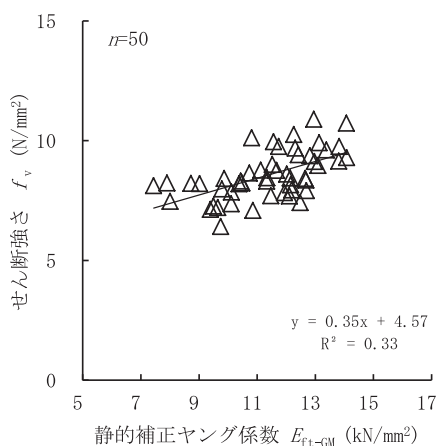


図-5 静的補正ヤング係数とせん断強さの関係

図-6 製材 JAS 等級区分とせん断強さの関係

製材 JAS 等級区分の格付とせん断強さ ( $f_{v15\%}$ ) との関係を図-6に示す。甲種Ⅱに準じて目視等級区分を行った結果、1級、2級、3級、級外はそれぞれ7体(14%)、25体(50%)、16体(32%)、2体(4%)であった。せん断強さの平均値は、同じ順に9.0、8.7、8.9、8.3N/mm<sup>2</sup>となり、各等級間に有意差はなかった。同様に機械等級区分を行った結果、E70、E90、E110、E130、E150はそれぞれ1体(2%)、9体(18%)、17体(34%)、20体(40%)、3体(6%)であった。機械等級区分のせん断強さの平均値は、同じ順に8.5、7.6、8.6、9.2、10.1N/mm<sup>2</sup>となり、出現頻度の高いE90、E110、E130に有意水準5%以上の有意差が認められた。すなわち、現行では製材 JAS の機械等級区分に対し同じせん断基準強度 2.1 N/mm<sup>2</sup>だが、機械等級区分はせん断強さの強度選別においても有効であった。

4) 品質指標と各種強さの関係

品質指標(気乾密度、平均年輪幅、節径比、ヤング係数)と各種強さの単相関係数を表-4に示す。

表-4 品質指標と各種強度の関係

	気乾密度 $\rho_{15}$	平均年輪幅 $ARW$	最大節径比		ヤング係数	
			単独節 $KD$	集中節 $SKD$	動的・静的補正 $E_{I-SA-GM}$	曲げ $MOE$
縦圧縮強さ $f_{c,0.15\%}$	0.320 **	-0.478 **	-0.174 *	-0.277 **	0.806 **	0.719 **
縦引張り強さ $f_{t,15\%S}$	0.635 **	-0.119	-0.100	-0.020	0.575 **	0.575 **
せん断強さ $f_{v,15\%}$	0.407 **	-0.313 *	-0.064	-0.127	0.524 **	0.625 **

注) 有意水準 : \*\*1% \*5%

ヤング係数の  $E_{I-SA-GM}$  と  $MOE$  はいずれも各種強さと有意水準1%の正の相関関係を示した。気乾密度

は縦引張り強さと高い相関、縦圧縮およびせん断強さと低い相関が認められた。平均年輪幅は縦圧縮およびせん断強さと相関を示したが縦引張り強さとは相関がなかった。すなわち、非破壊でヒノキ製材品の各種強度性能を推定する品質指標は、縦振動法による動的および静的補正などヤング係数の測定が最も効果的であることがわかった。

### 5) 曲げ・縦圧縮・縦引張り・せん断の強度特性値の比較

前報の曲げヤング係数、曲げ強さを今回の標準試験条件に調整した強度値を含め、曲げヤング係数 ( $MOE$ ) と曲げ、縦圧縮、縦引張り、せん断の各強さとの関係を図-7に示す。なお、図中に機械等級区分各等級の基準強度を加えて示すと、曲げ、縦引張り、せん断における各試験体の強さは、各等級ともに概ね基準強度を上回っていた。一方、縦圧縮強さについては E110 に相当する  $MOE = 9.8 \text{ kN/mm}^2$  付近よりも高い曲げヤング係数の場合、基準強度を下回る試験体が頻出していた。なお、この基準強度を下回る試験体の頻度は、上位等級ほど高くなる傾向が認められた。

データ集に機械等級区分のヒノキ縦圧縮強度データは掲載されていない。一方、データ集にあるカラマツの機械等級区分された縦圧縮強度データや乾燥表面割れを生じたスギ正角製材の既報<sup>14)</sup>においても同様な傾向がみられる。すなわち、曲げヤング係数が高い上位等級となる正角材ほどの基準強度を下回る頻度が高くなる傾向は、実大材縦圧縮試験におけるヒノキという樹種や本試験結果に限定的な傾向ではないと考えられた。

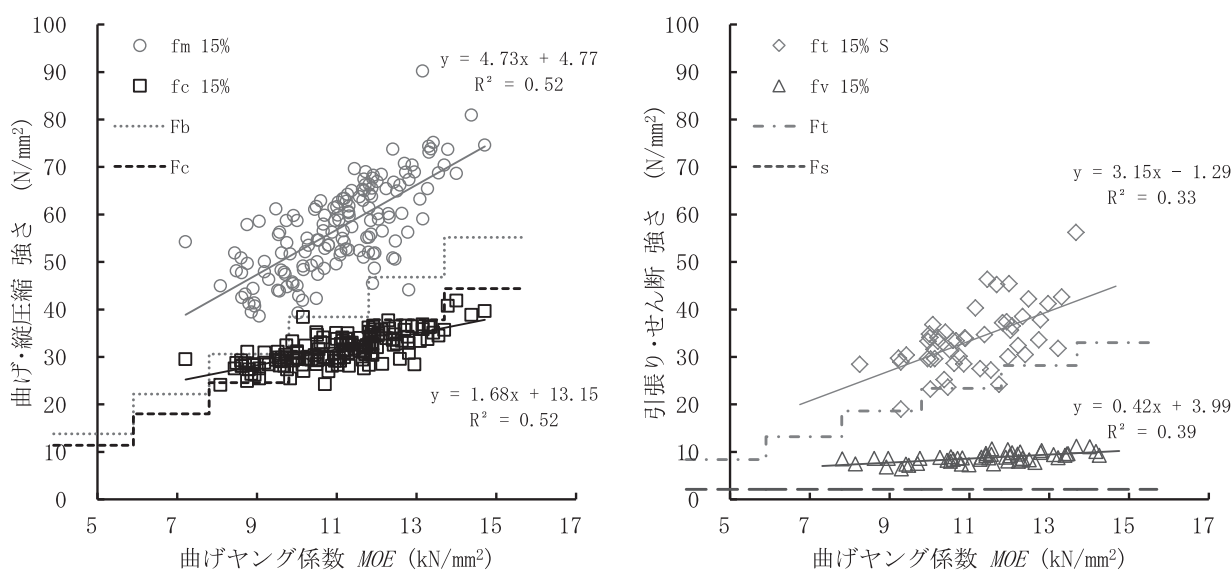


図-7 曲げヤング係数と曲げ強さ、縦圧縮強さ、縦引張り強さ、せん断強さとの関係

無等級材および機械等級区分における曲げ、縦圧縮、縦引張り、せん断の各強度特性値 (5%下限値) と曲げのそれに対する縦圧縮、縦引張り、せん断の各強度特性値比率 (以下、強度特性比) を表-5に示す。無等級材の強度特性値は同じ順に  $40.7 \text{ N/mm}^2 : 25.9 \text{ N/mm}^2 : 21.5 \text{ N/mm}^2 : 6.8 \text{ N/mm}^2$  となり、強度特性比は  $1 : 0.64 : 0.53 : 0.17$  であった。製材 JAS に対応した曲げ・縦圧縮・縦引張りの同基準強度と比較すると、例えば、無等級材の曲げ・縦圧縮・縦引張りの各基準強度値は同じ順に  $26.7, 20.7, 16.2 \text{ N/mm}^2$  であり、基準強度特性比はおおよそ  $1 : 0.8 : 0.6$  の関係にあることから、本試験の縦圧縮、縦引張りの無等級材の強度特性比はともにこの比率値を下回っていた。

データ集のヒノキの曲げ、縦圧縮、縦引張りの各強度の平均値と標準偏差値からこの強度特性値を求めると、同じ順に 39.3、27.5、21.3 N/mm<sup>2</sup> となり、同強度特性比は 1 : 0.70 : 0.54 となった。データ集の強度特性比は、本試験結果より若干高いものの近似した比率値で、同様に基準強度特性比を下回っていた。

表一五 曲げ、縦圧縮、縦引張り、せん断の各強度特性値と各強度特性比

		強度特性値 (5%下限値) N/mm <sup>2</sup>				強度特性比			
		曲げ a	縦圧縮 b	縦引張り c	せん断 d	曲げ	縦圧縮	縦引張り	せん断
		$f_m 15k$ -TL	$f_{c,0 15k}$ -TL	$f_t 15k S$ -TL	$f_v 15k$ -TL	a/a	a/b	a/c	a/d
無等級		40.7	25.9	21.5	6.8	1	0.64	0.53	0.17
E70									
機械等級区分	E90	36.9	25.0	15.7	5.9	1	0.68	0.43	0.16
	E110	43.5	26.5	21.6	6.9	1	0.61	0.50	0.16
	E130	47.1	29.6	25.0	7.5	1	0.63	0.53	0.16
	E150	60.9	36.7	27.3	7.3	1	0.60	0.53	0.12

このうち特に、曲げ強度に対する縦圧縮の強度特性比の概報値は、大径丸太から採材された心去りのヒノキ製材品の強度特性の既報<sup>15)</sup>に示された同比 0.67 (n=30) および愛媛県産ヒノキ製材品の強度性能の既報<sup>16)</sup>に示された同比 0.80 (n=135) が実験的に実大ヒノキ正角材で検証した比率値であるが、製材 JAS に対応した縦圧縮の基準強度特性比 0.8 を下回る比率値も見受けられる。すなわち、データ集およびこれら既報の強度特性比と本試験の結果からは、仮に曲げ強度特性値が基準強度を満たしていても、縦圧縮と縦引張りの強度特性値において基準強度を満たさない可能性があることが示唆された。

また、各機械等級区分上の曲げに対する縦圧縮および縦引張りの強度特性比は、縦圧縮では E90、E110、E130、E150 の順に 0.68、0.61、0.63、0.60 となり、縦引張りでは E90、E110、E130 の順に 0.43、0.50、0.53 であった。縦圧縮では上位等級ほど低い比率値、一方、縦引張りでは上位等級ほど高い比率値を示す傾向がみられた。この傾向の理由は、実験的に実大ヒノキ正角材で検証した報告が著しく少なく比較検討が行えない現在、明らかではないが、これまでのヤング係数と各種強さの関係を示す回帰式の傾きなどから推察すると、ヒノキ材の各強度特性比は、スギを参考とした現行の製材 JAS に対応した基準強度特性比とは異なる可能性がある。今後カラマツなどの他樹種も含め、さらに実大材での検証を重ねる必要があると考えられた。

現行の曲げおよび縦圧縮における機械等級区分の基準強度値と本試験の同強度特性値の関係について図-8に示す。本試験の曲げ強度特性値は各機械等級区分の基準強度を上回っていたが、縦圧縮の同強度特性値は上位等級ほど同基準強度を下回る傾向が顕著に認められた。

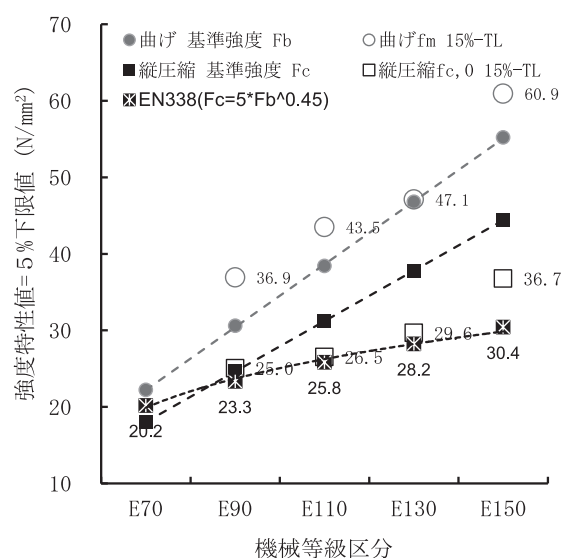


図-8 曲げ・縦圧縮における機械等級区分の基準強度値と強度特性値の関係

そこで、(独)森林総合研究所の長尾氏より示唆のあった欧州規格 EN338 の縦圧縮強度特性値の算出根拠式  $F_c = 5 * F_b^{0.45}$  を現行の曲げ基準強度値に対して代入し適合性を検討した。その結果、図中に示したとおり縦圧縮の基準強度特性値は E70、E90、E110、E130、E150 の順に 20.2、23.3、25.8、28.2、30.4 N/mm<sup>2</sup> となり、本試験結果の縦圧縮強度特性値は、これにほぼ重なる高い適合性が認められた。すなわち、本試験結果から考察すれば、機械等級区分における縦圧縮の基準強度は、欧州規格 EN338 方式に基づく方が妥当であると考えられた。

#### 4. まとめ

県産ヒノキ製材品を対象として、実大材による縦圧縮・縦引張り・せん断の各強度試験を実施し、現行の基準強度との関係、品質指標や各種ヤング係数等が強度性能に及ぼす影響、各強度特性値の比較および相互関係、基準強度の妥当性について検討した結果は以下のとおりである。

- (1) 縦圧縮、縦引張り、せん断の強度特性値(5%下限値)は、建設省告示のヒノキ無等級材の基準強度を上回っていることがわかった。
- (2) 製材品の信頼水準を加味した強度性能区分において、製材 JAS の目視等級区分の有用性は機械等級区分に比べ低く、各等級間に有意差が認められた機械等級区分に優位性が認められた。
- (3) 縦圧縮、縦引張り、せん断の強度は、各種ヤング係数と比較的高い相関を示し、品質指標のうち気乾密度、平均年輪幅の順に低い相関が認められた。
- (4) ヒノキ材の曲げ：縦圧縮：縦引張りにおける各強度特性比は 1 : 0.64 : 0.53 となり、製材 JAS に対応した現行の同基準強度特性比 1 : 0.8 : 0.6 とは異なる可能性があることが示唆された。
- (5) 機械等級区分における強度特性のうち、E110 以上の比較的大きな曲げヤング係数値を示す場合、上位等級ほど縦圧縮強さの基準強度値を下回る試験体が頻出する傾向が認められた。
- (6) 欧州規格 EN338 の縦圧縮強度特性値の算出根拠式  $F_c = 5 * F_b^{0.45}$  を現行の機械等級区分の曲げ基準強度値に対して代入し縦圧縮基準強度値としたところ、高い適合性を示した。

これらの結果は、公共建築物等に県産ヒノキ製材品の利用拡大を図る上で必要な検証として行ったものであり、現行の機械等級区分における各基準強度および強度特性値の妥当性については、今後、ヒノキやカラマツ等の基準強度自体の高精度化につながるよう、さらに検証が進展することを期待する。

#### 謝辞

欧州規格 EN338 の曲げ強度特性値に対する縦圧縮強度特性値の算出根拠式およびその適合性の検討にあたっては、(独)森林総合研究所の長尾博文氏から情報提供およびご指導を頂いた。

#### 参考・引用文献

- 1) 城井秀幸ら, 大分県産スギ材の強度特性(第2報)-製材品の曲げ強度性能-, 九大農学芸誌 59 2 : 137-151 (2004)
- 2) 建設省告示 1452 号 (平成 12 年 5 月 31 日)
- 3) 例えば、中島史郎, 建築技術, (株)建築技術 608 : 112-115 (2000)
- 4) 小谷公人, 県産製材品の強度性能に関する研究, 林業研究部年報 56 : 45-51 (2014)

- 5) 公益財団法人 日本住宅・木材技術センター, 構造用木材の強度試験マニュアル : (2011)
- 6) 強度性能研究会, 製材品の強度性能に関するデータベース データ集〈7〉 : (2005)
- 7) 日本建築学会, 木質構造設計基準・同解説―許容応力度・許容耐力設計法―第4版 : (2006)
- 8) 園田太志, 県産ヒノキ中小径材製材品の強度試験, 林業研究指導所業務報告書 37 : 52-56 : (1998)
- 9) 山内仁人ら, 安全・安心な乾燥材生産技術の開発(Ⅱ) - (2) 縦圧縮 -, 長野県林総セ研報 27 : 133-141 : (2013)
- 10) 山内仁人ら, 安全・安心な乾燥材生産技術の開発(Ⅱ) 強度特性(3), 長野県林総セ研報 28 : 49-55 : (2014)
- 11) 加藤英雄ら, ースギの高速乾燥ー②高温乾燥の仕方によってスギ材の強度と耐久性はどう変わるか?, 森林総合研究所 平成 16 年度 研究成果集 : 54-55 : (2005)
- 12) 亀山雄揮ら, 背割り加工がヒノキ正角実大材の座屈, 曲げ及びせん断性能に及ぼす影響, 木材学会誌 60(1) : 41-47 : (2014)
- 13) 山裾伸浩ら, 和歌山県産スギ, ヒノキのせん断強度及びめり込み強度, 和歌山農林水研報 1 : 131-142 : (2013)
- 14) 池田潔彦, スギ, ヒノキ構造用製材の乾燥割れや背割り加工が強度性能に及ぼす影響, 静岡県林技セ研報 33 : 15-21 : (2005)
- 15) 井道裕史ら, 大径丸太から採材された心去りヒノキ製材品および無欠点小試験体の強度性能, 森林総合研究所研報 11(3) : 121-133 : (2012)
- 16) 藤田誠, 愛媛県産ヒノキ製材品の強度特性, 木材工業 67(12) : 572-576 : (2012)

## Ⅱ 関連事業



## スギ花粉発生源地域推定事業（受託）

平成26年度  
森林チーム 吉光 政文

### 1. 目的

近年、国民的な広がりを見せているスギ花粉症について、花粉発生源対策をより効果的に推進していくためには、都市部へのスギ花粉飛散に強く影響している地域を推定し、対策の重点化を図っていくことが重要である。

このため、花粉飛散量予測の精度向上や雄花生産量の把握を図るためのスギ雄花着生状況を調査することを目的とする。

本事業は（一社）全国林業改良普及協会からの委託を受けて実施した。

### 2. 調査方法

県内に設定した定点スギ林20箇所について、平成26年11月中旬～下旬に雄花着生状況を調査した。

着生状態の調査にあたっては、各定点スギ林において、ほぼ決まった位置から双眼鏡を用い、定点あたり40本について観察を行った。着生状態の程度によって、A：雄花が樹冠の全面に着生、B：雄花がほぼ全面に着生、C：雄花が疎らに着生又は樹冠の限られた部分に着生、D：雄花が観察されない、の4種類に区分した。その際、全国林業改良普及協会から提示された「基準写真（A～D）」をもとに判定を行った。

### 3. 結果および考察

雄花着生量は夏の気象条件、特に7月から8月の気温や日照時間、降水量が大きく影響するとされるため、調査定点の多い日田市の7月と8月の気温、日照時間及び降水量のデータを表－1に示した。

特に8月は冷夏長雨で、平年に比べて降水量は164%と多く、日照時間は41%とかなり低い数値となっている。

各定点（20箇所）ごとの雄花調査結果を表－2に示した。20箇所の平均値でみると、A判定が0.13%（H25年1.00%）、B判定が8.12%（21.13%）、C判定が30.25%（50.87%）、D判定が61.50%（27.00%）であり、D判定が昨年より高いことが分かった。

品種別では、実生、ヒノデは雄花が多く、一方、ヤブクグリ、アヤスギ等は少ないことが判明した。これらの傾向は、過去の調査においても認められることから、品種特性と考えられる。

全国林業改良普及協会の推定雄花数では、平成26年度は1,069個/m<sup>2</sup>となり、平成25年度の2,526個に比べて少なくなると推定された。

表－1 日田市の気象データ

月	年度	日最高気温	日最低気温	日平均	日照時間	降水量
7月	H26	31.9	22.5	26.5	140.4	289.5
	平年	32.1	22.5	26.6	164.6	333.4
8月	H26	30.5	23.2	26.0	79.8	276.0
	平年	33.2	22.7	27.1	192.3	168.2

観測所：大分地方気象台日田特別地域気象観測所

## 種子発芽鑑定調査事業（受託）

平成 26 年度

森林チーム 研究員 長尾 嘉昭

### 1. 目 的

平成 23～26 年に採取した種子および低温貯蔵種子の発芽能力を調べ、苗木生産に必要な播種密度や播種量などの情報を提供する。本事業は森林整備室の委託を受けて実施した。

### 2. 試験方法

平成 26 年度の種子発芽鑑定は、スギ 1 件、ヒノキ 3 件、クロマツ 2 件の計 6 件を調査した（表－1）。平成 27 年 1 月 15 日に種子の培養を開始し、終了はヒノキとクロマツが 21 日後（2 月 4 日）、スギが 29 日後（2 月 12 日）とした。発芽勢は、調査開始からヒノキが 9 日後、スギが 12 日後、クロマツが 14 日後の発芽率で示した。

発芽床には、寒天（0.8%）を使用した。鑑定温度は、明期 30℃（8 時間）、暗期 20℃（16 時間）に設定し、明期には蛍光灯を用いて約 1,000 ルックスの光を照射した。1 シャーレあたりのまきつけ種子数を 100 粒とし、4 反復とした。

種子培養終了後、発芽しなかった残種子を切開し、未発芽、シブ、シイナおよび腐敗の 4 種類に区分し、それぞれの粒数を調べた。

- 1) 未発芽：胚と胚乳が確認された種子
- 2) シブ：樹脂が詰まった種子
- 3) シイナ：内種皮のみの種子
- 4) 腐敗：胚と胚乳が確認できず、内部が液状に腐っていた種子

### 3. 結果および考察

種子発芽鑑定調査の結果を表－2 に示す。各樹種の発芽率は、スギが 28.25%、ヒノキが 16.92%、クロマツが 91.38%であった。

発芽しなかった残種子の切開調査の結果を表－3 に示す。スギ、ヒノキおよびクロマツの種子が発芽しなかった原因は、シイナが多かった。

表－1 平成26年度種子発芽鑑定用試料

番号	樹種	採取源	採取地	採取年
1	スギ	大分普45-41	大分市大字広川	H26
2	ヒノキ	大分育62-2, 3	竹田市荻町大字政所	H26
3	〃	大分普45-48	由布市湯布院町大字川西	H25
4	〃	大分普45-48	〃	H23
5	抵抗性クロマツ	大分育 -	日田市大字有田	H26
6	〃	大分育 -	〃	H25

表－2 平成26年度種子発芽鑑定調査の結果

番号	樹種	供試量 (g)	純度 (%)	1gあたり 粒数(粒)	発芽率 (%)	発芽勢 (%)	発芽効率 (%)
1	スギ	7.144	77.91	213	28.25	16.25	22.01
2	ヒノキ	5.681	99.23	537	13.25	11.00	13.15
3	〃	4.571	91.16	566	14.75	17.25	13.45
4	〃	4.158	97.44	413	22.75	11.75	22.17
	ヒノキ総平均	4.803	95.94	505.33	16.92	13.33	16.25
5	抵抗性クロマツ	48.944	99.99	537	90.25	88.00	90.24
6	〃	15.257	99.98	518	92.50	92.50	92.49
	クロマツ総平均	32.100	99.99	527.50	91.38	90.25	91.36

※クロマツは10gあたりの粒数、発芽効率は発芽率に純度を乗じたもの

表－3 平成26年度発芽鑑定後の残種子切開調査の結果

番号	樹種	未発芽(粒)	シブ(粒)	シイナ(粒)	腐敗(粒)	発芽合計 (粒)	総合計 (粒)
		平均/100粒	平均/100粒	平均/100粒	平均/100粒		
1	スギ	0.5	0.5	69.8	1.0	113	400
2	ヒノキ	0.0	2.3	81.5	3.0	53	400
3	〃	5.0	0.0	75.5	4.8	59	400
4	〃	21.3	0.3	49.5	6.3	91	400
	ヒノキ総平均	8.8	0.8	68.8	4.7	68	400
5	抵抗性クロマツ	1.8	0.0	6.0	2.0	361	400
6	〃	1.5	0.0	6.0	0.0	370	400
	クロマツ総平均	1.6	0.0	6.0	1.0	366	400

## 優良ヒノキ採穂園及び抵抗性クロマツ採種、採穂園管理事業

優良ヒノキ及び抵抗性クロマツの種子とさし木苗の穂木供給のため、林業研究部内に採種、採穂園を造成しており、平成26年度は下刈、剪定等を行った。

## 標本見本園並びに構内維持管理事業

事業名	担当者	事業期間	事業内容
林業研究部内維持管理事業	吉光 政文 井上 克之 金古美輝夫	平成26年度	除草、下刈、整枝剪定、病虫害防除、芝刈作業を実施した。 ①標本見本園 17,394㎡ ②各種実験林 23,290㎡ ③苗畑 10,171㎡ ④竹林見本園 15,744㎡ ⑤試験場内その他
天瀬試験地内維持管理事業	吉光 政文 井上 克之 金古美輝夫	平成26年度	下刈、整枝剪定等を実施した。 ①クローン集積所 16,833㎡ ②各種試験地 28,858㎡

### Ⅲ 研究成果の公表

## 1. 学会等での発表及び投稿

### 1) 口頭発表

開催日	題目	発表者名	発表会名	会場
H27.9.12	公共建築物の木造化に関する研究 —一般製材品を使った組立梁の実大試験—	河津 渉	第21回日本木材学会九州支部大会	熊本
H27.9.12	大分県産製材品の強度性能に関する研究 —ヒノキ製材品の曲げ強度性能—	小谷 公人	第21回日本木材学会九州支部大会	熊本
H26.10.21	森林GISを利用した急傾斜地における作業システムと路網計画の策定について	長尾 嘉昭	平成26年度森林の流域管理システム推進発表大会	熊本
H26.10.25	植栽後の成長に影響を及ぼすコンテナ苗の規格	佐藤 嘉彦	第70回九州森林学会大会	佐賀
H26.10.25	災害に強い森林づくりのためのGISを用いたマップ化に関する研究	長尾 嘉昭	第70回九州森林学会大会	佐賀
H26.10.25	早生樹コウヨウザンの初期成長および病虫獣害	井上 千種	第70回九州森林学会大会	佐賀
H27.2.5	森林GISを利用した路網計画の策定について～急傾斜地におけるタワーヤード活用事例を踏まえて～	長尾 嘉昭	第62回森林計画研究発表会	東京
H27.3.17	ヒートポンプ温水器等を活用した温水式中温乾燥機の試作	豆田 俊治	第65回日本木材学会大会	東京

### 2) 展示発表

開催日	題目	発表者名	発表会名	会場
H27.9.12	県産スギ材の簡易乾燥システムの開発 —温水式中温乾燥機の試作—	豆田 俊治	第21回日本木材学会九州支部大会	熊本

### 3) 学会誌及び専門誌への投稿

号 項 (西暦)	題目	発表者名	発表誌名又は投稿誌名
No.68 (2015)	スギさし木コンテナ苗の育苗方法が苗木サイズと初期成長に及ぼす影響	佐藤 嘉彦	九州森林研究
No.68 (2015)	GISを用いた災害に強い森林づくりのための災害危険箇所抽出の試み	長尾 嘉昭	九州森林研究

No.68 (2015)	早生樹コウヨウザンの植栽後2年間の樹高成長と生育状況	井上 千種	九州森林研究
No.12 (2015)	木製家具(ソファ)への県産材利用に関する研究	古曳 博也	公立林業試験研究機関 研究成果選集
No.179 (2015)	スギ平角材の高周波蒸気複合乾燥技術の開発	豆田 俊治	林業普及双書 スギ大径材利用の課題と新たな 技術開発
2014.12	スギ平角材の高周波蒸気複合乾燥技術の開発	豆田 俊治	現代林業

## 2. 研究発表会の開催等

### 1) 平成26年度 農林水産研究指導センター林業研究部 研究発表会

○目的 県内林業関係者に対し、研究成果の活用に向けて情報を提供する。

○開催日 平成27年1月28日

○開催場所 大分県農林水産研究指導センター林業研究部

○参加者数 72名

#### 1. 発表内容

##### 1) 口頭発表

チーム名	題目	発表者名
森林チーム	早生有用広葉樹等を活用した短伐期林業に関する研究	井上千種研究員
	新世代林業種苗を短期間で作出する技術の開発	佐藤嘉彦研究員
木材チーム	県産スギ材の簡易乾燥システムの開発	豆田俊治主任研究員
	「木材利用促進法」に対応した県産スギ大断面構造材に関する研究	河津渉主幹研究員
	県産製材品の強度性能に関する研究	小谷公人主幹研究員

#### 2. 特別講演 「中京地区における国産材利用の現状と課題」

株式会社 山西 顧問 松村 敏弘 氏



## 3. 刊行物等の発行

## 1) 機関誌

名 称	配布先	発行部数
平成25年度林業研究部年報(第56号)	県内外の試験研究機関等	300
林試だより(第76号)	HP公開	/

## 2) 技術指針・マニュアル

名 称	配布先	発行部数
県産材使用マニュアル(張りぐるみ椅子:ソファ)	日田家具工業会ほか	/

## IV 研修・普及等

## 1. 研修会の開催

## 1) 関係業者等への研修

期日	研修内容	対象者	開催場所	人数
H26.6.16	張りぐるみ椅子(ソファ)への県産材利用に関する研究・成果報告会	日田家具工業会	日田玖珠地域産業振興センター	11
H26.10.10	企業技術研修会(安全、安心な国産家具認定及び最新の家具産業動向)	家具・工芸業者等	林業研究部	51
H27.3.3	平成26年度大分西部流域地域材需要拡大研修会「枠組壁工法(ツーバイフォー工法)住宅の現状について	林業・林産業関係者	大分県西部振興局	50
計	2回			112

## 2) 行政職員への研修

期日	研修内容	対象者	開催場所	人数
H26.12.4-5	H26年度九林試協木材加工部会木材乾燥、木質バイオマス分科会現地検討会	九州各県研究機関職員	日田市	20
計	1回			20

## 3) 一般県民等への研修

期日	研修内容	対象者	開催場所	人数
H26.11.12	日田高等学校スーパーサイエンス	高校性	林業研究部	31
計	1回			31

## 2. 講師の派遣

## 1) 関係団体への講義

派遣日	内容	講師名	主催	受講者数	開催場所
H26.5.24	県産材県外拡販活動セミナー	城井秀幸	(株)山西	30	愛知県弥富市
H26.10.15	フォレストワーカー集合研修(3年目)	飯田 和彦 佐藤 嘉彦	(公財)森林ネットおおいた	12	林業研修所
H26.11.11	フォレストワーカー集合研修(3年目)	城井秀幸	(公財)森林ネットおおいた	12	林業研修所
H26.11.28	木に関する勉強会(木材の性質1)	城井秀幸	日田木材協同組合	18	日田木材協同組合
H26.12.9	木に関する勉強会(木材の性質2)	城井秀幸	日田木材協同組合	17	日田木材協同組合
H26.11.24	第2回竹文化講演会&シンポジウム	小谷公人	大分県竹産業文化 振興連合会、 アジア竹文化 フォーラムおおいた	35	別府市ビーコンプラザ
H26.12.25	木に関する勉強会(木材の強度)	城井秀幸	日田木材協同組合	14	日田木材協同組合
H27.1.13	木に関する勉強会(木材の乾燥1)	豆田俊治	日田木材協同組合	15	日田木材協同組合
H27.1.27	木に関する勉強会(木材の乾燥2)	豆田俊治	日田木材協同組合	15	日田木材協同組合
H27.2.10	木に関する勉強会(木材製品の種類と特徴1)	山本幸雄	日田木材協同組合	14	日田木材協同組合
H27.2.24	木に関する勉強会(木材製品の種類と特徴2)	山本幸雄	日田木材協同組合	14	日田木材協同組合
H27.3.10	木に関する勉強会(木造建築物の課題)	城井秀幸	日田木材協同組合	15	日田木材協同組合
計	11回			181	

## 2) 普及員への講義

派遣日	内容	講師名	主催	受講者数	開催場所
H27.1.30	林業普及指導員研修会	小谷公人	大分県	10	大分県庁
計	1回			10	

## 3) 学生への講義

派遣日	内容	講師名	主催	受講者数	開催場所
H26.5.2 H26.5.9 H26.5.16	農業大学校講義	吉光 政文	農業大学校	56	農業大学校
H26.10.29	日田高等学校 スーパーサイエンス	城井 秀幸	日田高等学校	35	日田高等学校
計	2回			91	

## 4) その他への講義

派遣日	内容	講師名	主催	受講者数	開催場所
H26.5.20	林業普及技術等習得研修	吉光 政文	大分県	6	大分県庁
H26.10.7-8	試験研究機関における実践研修	津島部長 森林チーム 木材チーム	大分県	15	林業研究部
H26.10.16-17	林業全般基礎研修(Ⅱ)	城井 秀幸 佐藤 嘉彦	大分県	15	林業研究部
H26.10.23	CLT利用に向けた勉強会	小谷 公人	大分県	30	大分県木材会館
H26.10.30	林業種苗生産事業者講習会	佐藤 嘉彦	大分県	20	大分県庁
計	5回			86	

### 3. 視察の受け入れ

年度別の視察														
年度	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	累計
件数	13	20	10	23	14	96	15	81	54	7	2	6	5	346
人数	126	266	152	277	219	144	362	118	140	50	22	16	74	1,966

平成26年度の視察内容			
視察日	視察内容	視察者・団体	視察者数
H26.9.4	早生樹に関する研究	(株)日本林業調査会	1
H26.9.13	森林の役割と大分県における林業試験研究	JICA青年研修(アフリカ(英語)／農村振興コース)	22
H26.10.23	場内施設及び試験研究	日本林経協九州ブロック連絡協議会	11
H26.11.25	簡易ネットに関する視察	大野地区林業研究グループ連絡協議会	23
H27.3.18	早生樹に関する研究	鹿児島県森林整備等基金事業協議会北薩支部	17
計			74

#### 4. 講座の開催

##### 1) ふれあい森林講座

子ども達に樹木の観察や木工などの体験を通じて、森林の働きや木の活用について興味を深めてもらう。

○開催日

平成26年7月25日(金)9:00～12:00

○開催場所

大分県農林水産研究指導センター林業研究部

○対象

日田市内の小学生高学年児童

○参加者数

43名

○内容

1. 樹木の特徴「見て触って感じてみよう」  
(見本園の樹木観察)
2. 森の材料で遊ぼう「タケを使って遊んでみよう」  
(タケ笛づくり、ササの葉遊び)
3. 森の材料で作ろう「木を使って工作してみよう」  
(写真立て作り)

##### 2) スーパーサイエンスハイスクール

高校生に実習等の体験を通じて、試験研究の取り組みを理解してもらい技術系人材の育成を図る。

○開催日

平成26年11月12日(水)13:00～15:30

○開催場所

大分県農林水産研究指導センター林業研究部

○対象

大分県立日田高等学校 1年生

○参加者数

31名

○内容

1. スギのDNA分析  
(スギのDNA分析の実習)
2. 木材の強度特性  
(ヤング係数の測定及び木材の引張強度試験)

# V 技術指導・ 支援等の活動

1. 林家等への技術指導

(人)

対象者／年度	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	累計
林 家		89	20	95	80	815	351	855	5	5	3	2,318
関係団体等		0	38	13	188	228	0	397	154	210	449	1,677
普及指導員		60	15	0	20	42	20	33	24	29	13	256
学 生		97	138	0	32	301	230	333	391	77	91	1,690
そ の 他		31	8	144	384	960	474	46	135	120	125	2,427
計	256	277	219	252	704	2,346	1,075	1,664	709	441	681	8,624
H26の 主要な指導内容	林家	森林病虫害										
		種苗生産技術										
	関係団体等	種苗生産技術、特用林産物生産技術										
		木材の吸湿性能										
	普及指導員	森林病虫害、造林										
		木くずボイラー焼却灰の成分及び処理										
	学生	課外授業										
		木育										

注1) 「関係団体等」には製材所を含む。

注2) 平成16年度以前は対象者別の集計がないため空欄とする。



## 2. 研究成果の主要な現地移転

研究の成果	コンテナ苗生産技術の開発
移転の内容	コンテナ苗の普及・推進
移 転 先	森林組合・林研グループ・樹苗生産農業協同組合
移転の手法	検討会及び研修会の開催12回

### 3. 企業支援

#### 1) 技術相談及び技術指導

年度	21	22	23	24	25	26	累計
件数	176	173	112	114	115	117	807
H26の 主要な指導内容	スギ材のスパン表						
	ヒノキコマの着色技術						
	木工ろくろ技術						
	金箔貼り技術						

#### 2) 企業訪問

年度	21	22	23	24	25	26	累計
件数	59	40	44	43	42	45	273
H26の 主要な訪問先	家具15社						
	工芸10社						
	木履2社						
	製材4社						
	その他14社						

#### 3) 依頼試験

年度	21	22	23	24	25	26	累計
件数	8	16	16	19	20	21	100
試験金額(円)	166,129	588,016	208,088	485,173	550,139	789,534	2,787,079
H26の 主要な試験内容	家具等の各種強度試験						
	集成材等の各種強度試験						
	防腐処理材の各種強度						

#### 4) 機械貸付

年度	21	22	23	24	25	26	累計
件数	370	396	398	455	615	694	2,928
貸付金額(円)	187,420	1,149,320	180,850	186,820	321,060	490,320	2,515,790
H26の 主要な貸付け機械	自動一面鉋盤						
	実大強度試験機						
	ユニバーサルサンダー						
	軸傾斜横挽丸鋸盤						
	リップソー						
	手押鉋盤						
	クロスカットソー						

## VI 予算

(当初予算)

チーム	区分	課題名	研究期間	予算区分	予算額 (千円)	担当者
森林チーム	継続	早生有用広葉樹等を活用した短伐期林業に関する研究	H24～26	県単	955	研究員 井上 千種
	新規	災害に強い森林づくりのためのGISを用いたマップ化に関する研究	H26～28	県単	717	研究員 長尾 嘉昭
	新規	省力造林用コンテナ苗の育苗技術の開発	H26～28	県単	707	研究員 佐藤 嘉彦
	継続	新世代林業種苗を短期間で作出する技術の開発	H24～26	委託プロ (国庫)	419	研究員 佐藤 嘉彦
	継続	スギ・ヒノキ花粉発生源地域推定事業	H26	受託事業 (普及協会)	250	主幹研究員 吉光 政文
	試験研究費(1)					3,048
木材チーム	新規	木質バイオマスの効率的エネルギー利用に関する研究	H26～28	県単	1,263	主幹研究員 古曳 博也
	継続	県産スギ材の簡易乾燥システムの開発	H24～26	県単	1,342	主任研究員 豆田 俊治
	新規	枠組壁工法建築物の県産材利用に向けた検討	H26～28	県単	2,115	主幹研究員 山本 幸雄
	継続	「木材の利用の促進に関する法律」に対応した県産スギ大断面構造材に関する研究	H24～26	県単	1,018	主幹研究員 河津 渉
	継続	県産製材品の強度性能に関する研究	H24～26	県単	1,173	主幹研究員 小谷 公人
	新規	県産スギ大径材の効率的利用に関する調査研究	H26	県単	400	主幹研究員 河津 渉
試験研究費(2)					7,311	
1. 試験研究費(1+2)					10,359	
2. 企画指導費等					1,044	
3. 見本園管理費等					613	
4. 運営管理費等					11,591	
合計					23,607	

## VII 職員配置

(平成26年4月1日)

No.	役職名等		氏名	研究(業務)分野
1	部長		つしま 津島 俊治	部の総括
2	管理担当	主幹(総括)	あそ 麻生 洋美	部の管理、運営の総括調整
3		主査	おがた 尾方 邦子	庶務、会計
4		技師	おの 小野 美年	公用車の運行管理等
5	企画指導担当	専門研究員(総括)	おおの 大野 善隆	企画指導担当の総括(産業工芸・林業)
6		主幹研究員	はんた 飯田 和彦	企画指導(林業)
7		主幹(兼務)	たぐち 田口 孝男	森林計画・施業等の広域普及指導
8	森林チーム	主幹研究員 (チームリーダー)	よしみつ 吉光 政文	森林チームの総括、特用林産物、スギ花粉
9		研究員	さとう 佐藤 嘉彦	造林、DNA分析、林木育種
10		〃	ながお 長尾 嘉昭	森林GIS、森林保護
11		〃	いのうえ 井上 千種	森林吸収源、林業機械、育林・経営
12		業務技師	いのうえ 井上 克之	苗畑、ほ場管理
13		〃	かねこ 金古 美輝夫	〃
14	木材チーム	主幹研究員 (チームリーダー)	きい 城井 秀幸	木材チームの総括、木材強度
15		主幹研究員	かわづ 河津 渉	木材保存、居住性
16		〃	こたに 小谷 公人	木・竹材加工、バイオマス
17		〃	こひき 古曳 博也	木・竹材加工、リサイクル
18		〃	やまもと 山本 幸雄	木材加工、家具構造強度
19		主任研究員	まめだ 豆田 俊治	木材乾燥、材質特性
20		主任研究員(兼務)	ひょうどう 兵藤 敬一郎	木竹製品デザイン

# 大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報

No. 57 2015

---

平成27年8月12日発行

編集 大分県農林水産研究指導センター林業研究部

〒877-1363

大分県日田市大字有田字佐寺原35

TEL 0973-23-2146

FAX 0973-23-6769

E-MAIL: a15088@pref.oita.lg.jp

ホームページアドレス <http://www.pref.oita.jp/soshiki/15088/>

---

印刷 尾花印刷有限公司