

No.58
July, 2016

ISSN 2187-2708

ANNUAL REPORT
OF
OITA PREFECTURAL AGRICULTURE,
FORESTRY AND FISHERIES RESEARCH CENTER
FORESTRY RESEARCH DIVISION
Arita, Hita, Oita, Japan

平成27年度
林業研究部年報
第58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) 省力造林用コンテナ苗の育苗技術の開発 (I) ----- | 2 |
| －効率的な育苗技術の開発－ | |
| 2) 省力造林用コンテナ苗の育苗技術の開発 (II) ----- | 5 |
| －初期成長に優れた植栽時期並びに苗木規格の提案－ | |
| 3) スギ推奨品種さし木苗の増産に関する研究 ----- | 9 |
| 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 ----- | 14 |
| 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 ----- | 18 |
| 2) 枠組壁工法建築物への県産材利用に向けた研究 ----- | 24 |
| 3) 県産材を用いた直交集成板 (CLT) の開発に関する研究 ----- | 28 |
| 4) 県産スギ大径材の有効利用技術に関する研究 ----- | 34 |
| －心去構造材－ | |
| 5) 家具利用に向けた県産スギ材の曲げ加工に関する研究 ----- | 38 |

II 関連事業

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. 受託事業 | |
| 1) スギ花粉発生源地域推定事業 ----- | 46 |
| 2) 種子発芽鑑定調査事業 ----- | 48 |
| 2. 採種園・採穂園管理事業 | |
| 1) 優良ヒノキ採穂園および抵抗性クロマツ採種・採穂園管理事業 ----- | 50 |
| 2) 標本見本園ならびに構内維持管理事業 ----- | 50 |

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 ----- | 52 |
| 2) 展示発表 ----- | 52 |
| 3) 学会誌及び専門誌への投稿 ----- | 52 |
| 2. 研究発表会の開催等 | |
| 1) 平成27年度 農林水産研究指導センター 林業研究部 研究発表会 ----- | 54 |
| 3. 刊行物等の発行 | |
| 1) 機関誌 ----- | 55 |
| 2) 技術指針・マニュアル ----- | 55 |

IV 研修・普及等

| | |
|--------------------|----|
| 1. 研修会の開催 | |
| 1) 関係業者等への研修 | 58 |
| 2) 行政職員への研修 | 58 |
| 3) 一般県民等への研修 | 58 |
| 2. 講師の派遣 | |
| 1) 関係団体への講義 | 59 |
| 2) 普及員への講義 | 59 |
| 3) 学生への講義 | 59 |
| 4) その他への講義 | 59 |
| 3. 視察の受け入れ | 60 |
| 4. 講座の開催 | |
| 1) ふれあい森林講座 | 61 |
| 2) スーパーサイエンスハイスクール | 61 |

V 技術指導・支援等の活動

| | |
|-----------------|----|
| 1. 林家等への技術指導 | 64 |
| 2. 研究成果の主要な現地移転 | 65 |
| 3. 企業支援 | |
| 1) 技術相談及び技術指導 | 66 |
| 2) 企業訪問 | 66 |
| 3) 依頼試験 | 66 |
| 4) 機械貸付 | 66 |

VI 予算

VII 職員配置

I 試驗研究

省力造林用コンテナ苗の育苗技術の開発 (I)

－効率的な育苗技術の開発－

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、さし付け時期別発根試験および発根処理試験を行った。

2. 試験方法

1) さし付け時期別発根試験

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）における、さし付け時期別の発根率を調査した。平成 26 年 4 月から平成 27 年 3 月の毎月 20 日頃に、大分県が推奨しているスギ在来品種シャカイン、タノアカおよびヤマグチの 5～6 年生母樹から普通枝または萌芽枝を 30 本ずつ採穂して、さし付けを行った。各月のさし付け日と発根確認日を表 1 に示す。穂木は、一晚吸水させてから、穂の長さを 25cm に切り揃えて、枝葉の調製と楕円切り返しによる処理を行い、切り口を IBA 液剤 0.4%（商品名：オキシベロン液剤、バイエルクロップサイエンス（株））

表 1 さし付け時期別試験区の概要

| 試験区 | さし付け日 | 発根確認日 |
|-----|------------|------------|
| 4月 | 平成26年4月25日 | 平成27年8月31日 |
| 5月 | 5月20日 | 8月31日 |
| 6月 | 6月24日 | 8月31日 |
| 7月 | 7月18日 | 8月31日 |
| 8月 | 8月21日 | 8月31日 |
| 9月 | 9月22日 | 10月1日 |
| 10月 | 10月21日 | 11月30日 |
| 11月 | 11月21日 | 11月30日 |
| 12月 | 12月19日 | 12月25日 |
| 1月 | 平成27年1月21日 | 平成28年1月22日 |
| 2月 | 2月24日 | 2月18日 |
| 3月 | 3月25日 | 3月17日 |

に数秒間浸漬した後、用土を充填したマルチキャビティコンテナ（JFA-150、以下、MC コンテナ）にさし付けた。用土は、パーク（スギ・ヒノキの粉碎樹皮）とパーミキュライトを 7 : 3 で配合したものを用了。1 つのコンテナに各品種を 10 本ずつ、毎月 3 コンテナにさし付けた。さし付けた苗木はガラス室内でミスト灌水により育苗した。各月ともさし付けてから 12 ヶ月経過以降にコンテナ底面を目視、または慎重に抜き取って発根の有無を確認し、品種毎の発根率を算出した。

2) 発根処理試験

コンテナさしにおいて穂木からの発根を促進するため、発根促進剤の処理方法による効果を試験した（表 2）。平成 26 年 10 月にタノアカの採穂台木から荒穂を採取し、穂の長さを 25cm に切り揃えて、枝葉の調製と楕円切り返しによる処理を行った。その後、穂木への吸水およびさし付け前の処理（表 2）を行い、用土を充填した MC コンテナ（JFA-300）に、処理毎 2 コンテナにさし付けた。用土および、さし付け後の育苗方法は（1）スギさし付け時期別発根試験と同様とした。さし付けから

約 14 ヶ月経過した平成 27 年 12 月に、各コンテナ 10 本程度を抜き取り、発根状況を調査した。

表－2 発根処理試験区の概要

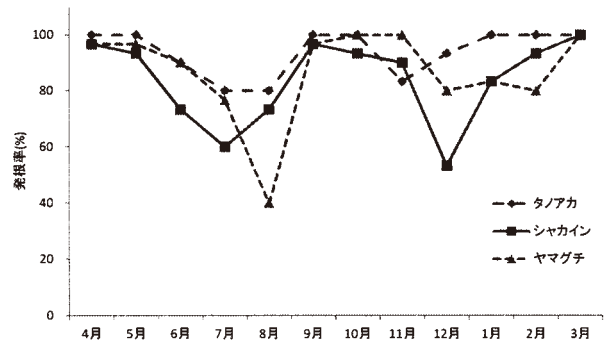
| 試験区 | IBA濃度 (ppm) | さし付け本数 | 穂木の吸水 | さし付け前 |
|---------|-------------|--------|------------|-----------------|
| IBA400倍 | 10 | 48 | IBA400倍に一晩 | — |
| IBA40倍 | 100 | 48 | IBA40倍に一晩 | — |
| IBA原液 | 4,000 | 48 | 井戸水に一晩 | 切り口をIBA原液に数秒間浸漬 |
| コントロール | — | 48 | 井戸水に一晩 | — |

なお、各試験における統計解析は統計ソフトウェア R ver 3.1.3 (R Core team 2015) を使用した。試験区間の多重比較について、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）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) さし付け時期別発根試験

各月の発根率を図－1に示す。各品種の発根率（平均±標準偏差）はシャカイン 83.9±15.4%、タノアカ 93.9±8.4%、ヤマグチ 86.7±17.2%であった。月別の発根率は、各品種ともほぼ同様に推移し、6月以降で低下して8月または9月から上昇した。シャカイン、ヤマグチについては、12月に発根率の低下がみられた。



図－1 時期別の発根率

枯死状況から特異的な虫害等が発生した形跡は見つからず、枯死の大きな要因は腐敗と考え

られた。木本類のさし木の腐敗は採穂時期における親木の活動状態と密接な関係があり、新芽の成長開始期に入るときわめて腐敗に対する抵抗力が弱まる¹⁾。今回の条件下で、スギは6月から8月に腐敗に対する抵抗力が弱まっていると考えられた。12月については、吸水中に気温の低下により溜め水が凍結しており、このことが発根率および枯死率に影響した可能性が考えられた。

コンテナ苗の生産において通年でのさし付けを可能にするためには、腐敗による枯死を防ぐための育苗方法を検討する必要がある。

2) 発根処理試験

処理ごとの発根状況を表－3に示す。発根数は、IBA40倍区が他の試験区と比較して多かった。根の全乾重量は試験区間で差がなかったが、IBA40倍区は他の試験区と比較して大きな値を示した。今回の結果から、コンテナさしにおいて穂木の吸水にIBA40倍を用いる方法は発根性の向上につながると期待でき、得苗率を上げるために有効であると考えられた。

参考文献

- 1) 森下義郎, 大山浪雄: 造園木の手引 さし木の理論と実際, 367pp (1972)

表-3 発根処理試験の発根状況

| 試験区 | 生存率 (%) | 発根数* | 根の全乾重量 (g) * |
|---------|---------|---------------|--------------|
| IBA400倍 | 95.8 | 16.1 ± 7.8 b | 0.8 ± 0.3 |
| IBA40倍 | 97.9 | 36.4 ± 15.3 a | 1.0 ± 0.4 |
| IBA原液 | 97.9 | 15.4 ± 6.1 b | 0.8 ± 0.3 |
| コントロール | 100.0 | 17.3 ± 8.1 b | 0.9 ± 0.3 |

*平均値±標準偏差。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。

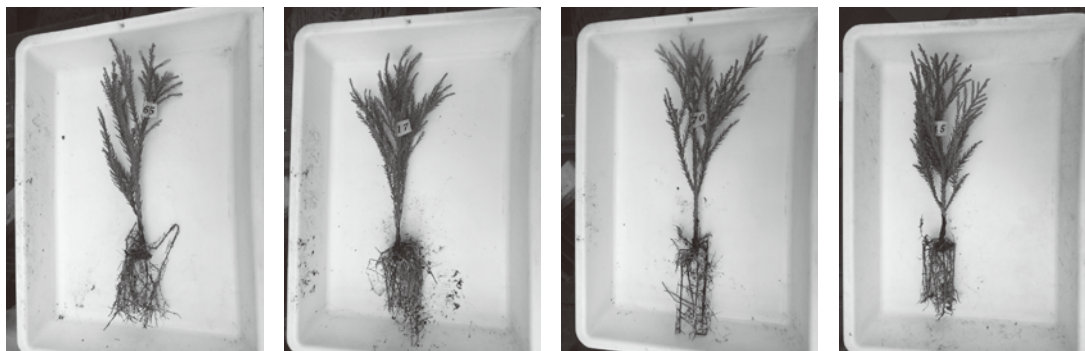


写真-1 発根処理試験の発根状況

(左から IBA400 倍、IBA40 倍、IBA 原液、コントロール)

省力造林用コンテナ苗の育苗技術の開発 (II)

— 初期成長に優れた植栽時期並びに苗木規格の提案 —

平成 26 年度～平成 28 年度

森林チーム 松本 純

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、初期成長に優れた植栽時期、並びに苗木規格の提案を目的に植栽試験を行った。

なお、本研究の一部は国立研究開発法人農研機構生物系特定産業技術研究支援センターの「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. 試験地と調査方法

1) 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である。本試験地は標高約 700m に位置し、平均気温は大分市と比較して約 5℃低い寒冷な気候である。プロットの配置は図-1 のとおりとし、植栽間隔 2.0×2.0m で設定した。植栽時期および本数は表-1 のとおりとした。成長量調査は植栽時とその 1 年後、平成 26 年 12 月、および平成 27 年 9 月に実施し、樹高を測定した。

2) 苗木規格別植栽試験①

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-2 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。植栽時及び植栽の 1 年後、平成 26 年 12 月、平成 27 年 9 月及び 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、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集計値から除外した。

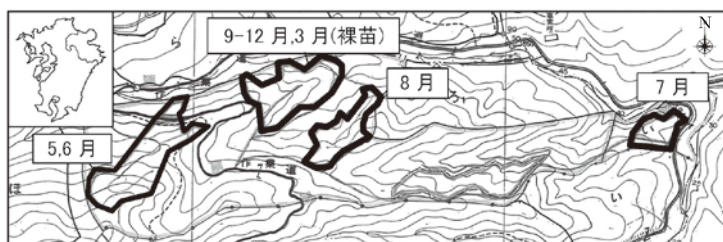


図-1 試験地およびプロットの配置

植栽したプロットごとでそれぞれ斜面方位等の地形条件が異なる。

表-1 時期別植栽試験区の概要

| 植栽時期 | 種類 | 植栽本数 |
|--------|---------------|------|
| H26年5月 | MCコンテナ(300cc) | 49 |
| 6月 | MCコンテナ(300cc) | 50 |
| 7月 | MCコンテナ(300cc) | 50 |
| 8月 | MCコンテナ(300cc) | 50 |
| 9月 | MCコンテナ(300cc) | 50 |
| 10月 | MCコンテナ(300cc) | 50 |
| 11月 | MCコンテナ(300cc) | 50 |
| 12月 | MCコンテナ(300cc) | 50 |
| H27年3月 | 裸苗 | 50 |

表－２ 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 |
|-----|-------|---------|----------|--------|--------|---------|----------------|------|
| 1 | シャカイン | MCコンテナ | 300 | 25 | H25春 | 1 | バーク：パーミキュライト | 13 |
| 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 |
| 3 | シャカイン | 裸苗 | - | 25 | H25春 | 1 | - | 15 |
| 4 | シャカイン | MCコンテナ | 300 | 40 | H25春 | 1 | バーク：パーミキュライト | 15 |
| 5 | シャカイン | MCコンテナ | 300 | 40 | H24秋 | 1.5 | バーク：パーミキュライト | 9 |
| 6 | シャカイン | MCコンテナ | 300 | 25 | H25春 | 1 | バーク：パーライト | 15 |
| 7 | シャカイン | MCコンテナ | 300 | 25 | H25春 | 1 | ピートモス：パーミキュライト | 14 |

3) 苗木規格別植栽試験②

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、異なる品種及び容量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－３に示す。試験地は、当林業研究部内の平坦地に植栽間隔 0.3×0.6m で設定し、平成 27 年 6 月

表－３ 品種・容量別試験区の概要

| 容量 | 品種 | 植栽本数 |
|-------|-------|------|
| 150cc | シャカイン | 30 |
| 150cc | タノアカ | 30 |
| 300cc | シャカイン | 30 |
| 300cc | タノアカ | 30 |

に植栽した。植栽から約 6 ヶ月が経過した平成 27 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。

なお、1)～3)の全ての試験における統計解析は統計ソフトウェア R ver 3.2.2 を用いた Tukey の多重比較検定 (有意水準 5%) により行った。

3. 結果と考察

1) 時期別植栽試験

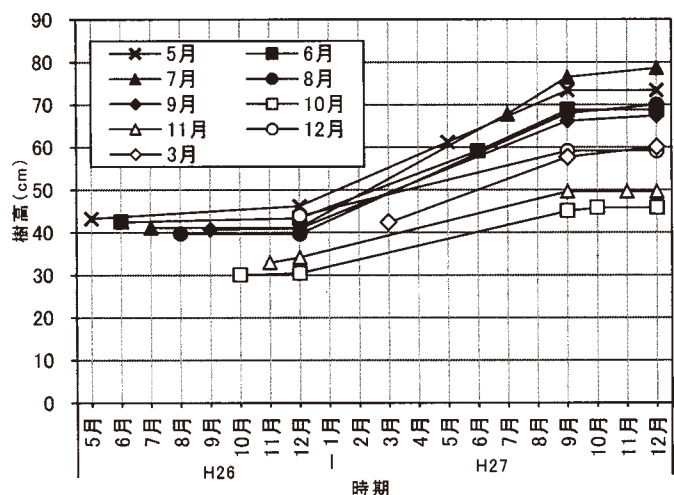
各試験区における平成 27 年 12 月時点での活着率を表－４に示す。植栽時期によらず、活着率は 95% 以上だった。これは宮崎県の事例¹⁾と同様の結果だった。

時期別植栽における 1 年目 (植栽時～平成 26 年 12 月) および 2 年目 (平成 26 年 12 月 (3 月植栽の裸苗は平成 27 年 3 月)

～平成 27 年 9 月) の樹高の推移、並びに成長量を図－２、３に示す。植栽を実施した 1 年目は、5 月植栽を除きほとんど成長が確認できなかった。一方で宮崎県の事例では 8 月に植栽した個体についても成長が認められており¹⁾本研究と結果が異なっている理由については、今後検討する必要がある。2 年目では 5 月から 9 月にかけて植栽したコンテナ苗の成長量が 10 月以降に植栽したコンテナ苗よりも有意に高かった。一方、裸苗との有意差は認められなかった。

表－４ 時期別植栽における活着率

| 植栽時期 | 本数 | 生残 | 枯死 | 活着率 |
|------|----|----|----|------|
| 5月 | 49 | 49 | 0 | 100% |
| 6月 | 50 | 50 | 0 | 100% |
| 7月 | 50 | 50 | 0 | 100% |
| 8月 | 50 | 48 | 2 | 96% |
| 9月 | 50 | 50 | 0 | 100% |
| 10月 | 50 | 50 | 0 | 100% |
| 11月 | 50 | 49 | 1 | 98% |
| 12月 | 50 | 49 | 1 | 98% |
| 3月裸苗 | 50 | 50 | 0 | 100% |



図－２ 時期別植栽における樹高の推移

コンテナ苗による植栽は年中通して活着率が良いことが本研究で確認されたが、植栽から2年目にかけての成長は、9月を境として大きく変わることから、より早い成長のためには9月頃までに植栽を実施する必要があると考えられた。裸苗植栽との比較については更なる検討が必要である。なお、本試験地は標高が高く寒冷な気候であることから、低地におけるコンテナ苗の成長についてはさらなる検討を要する。

2) 苗木規格別植栽試験①

苗木の育苗資材別、穂長別、用土別における1年8ヵ月後の成長量調査の結果を表-5に、樹高の推移を図-4~7に示す。育苗資材、穂長、用土の違いによる成長量について、5%水準での有意差は認められなかった。育苗期間については、1年育苗した個体よりも1年半育苗した個体の成長が良かった。育苗資材、穂長、用土については違いによる影響が少ないと示唆された。育苗期間については、成長を考慮すると1年半とした方が望ましいと考えられた。

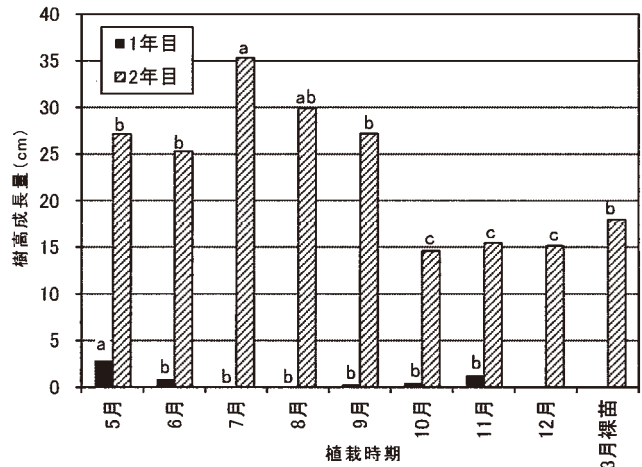


図-3 時期別植栽における樹高成長量
月間で異なるアルファベットは5%水準で有意差があることを示す。また、12月以降植栽した個体は、1年目は調査対象外。

表-5 規格別植栽における試験結果

| 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 | MCコンテナ | 26.5 ± 23.0 a | 214.0 ± 93.7 |
| 2 | | 生分解性ポット | 40.4 ± 21.4 a | 255.8 ± 87.2 |
| 3 | | 裸苗 | 36.8 ± 26.4 a | 226.9 ± 92.1 |
| 1 | 穂長 | 25cm | 26.5 ± 23.0 a | 214.0 ± 93.7 |
| 4 | | 40cm | 32.8 ± 13.9 a | 196.8 ± 42.1 |
| 4 | 育苗期間 | 1年 | 32.8 ± 13.9 a | 196.8 ± 42.1 |
| 5 | | 1.5年 | 78.6 ± 41.5 b | 307.0 ± 109.3 |
| 1 | 用土 | パーク:パーミキュライト | 26.5 ± 23.0 a | 214.0 ± 93.7 |
| 6 | | パーク:パーライト | 40.6 ± 32.1 a | 285.3 ± 145.6 |
| 7 | | ピートモス:パーミキュライト | 26.3 ± 13.1 a | 219.1 ± 57.2 |

平均±標準偏差。異なるアルファベットは比較項目内の異なる処理において5%水準で有意差があることを示す。

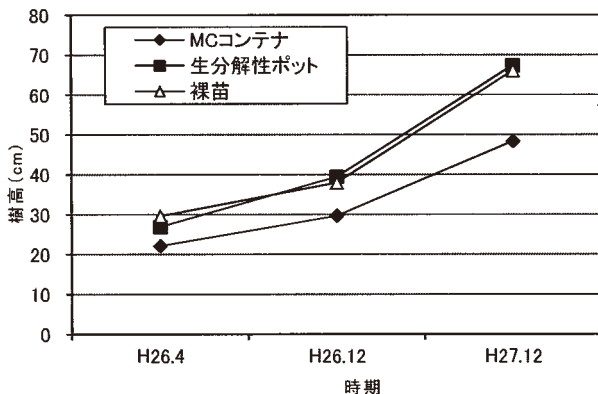


図-4 育苗資材別植栽における樹高の推移

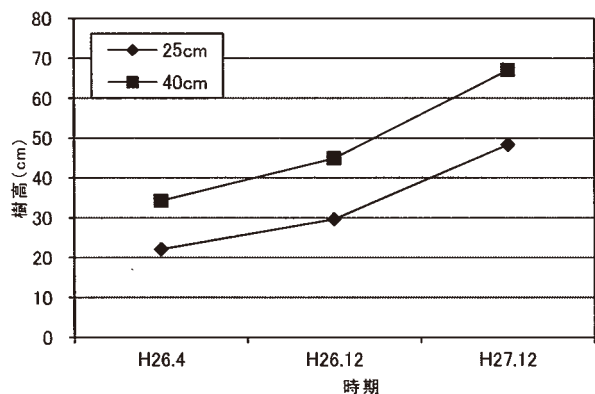


図-5 穂長別植栽における樹高の推移

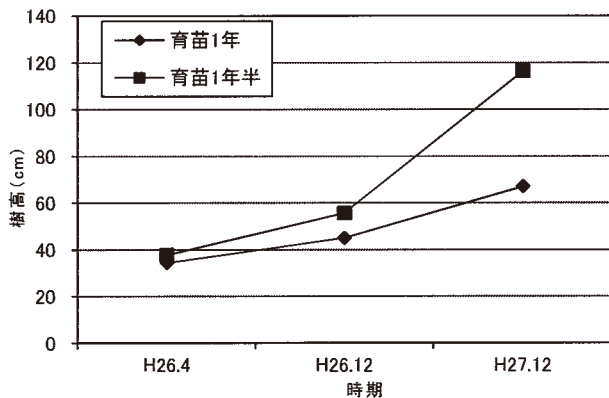


図-6 育苗期間別植栽における樹高の推移

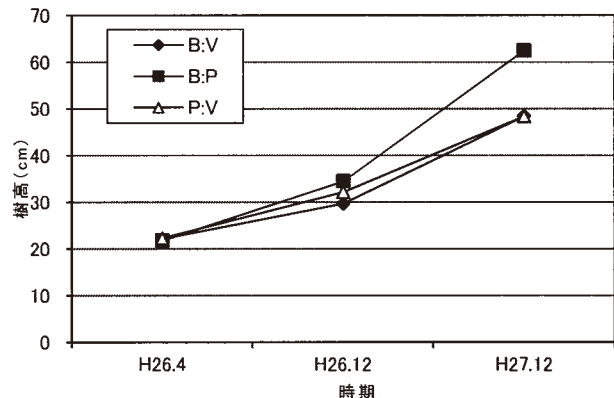


図-7 用土別植栽における樹高の推移
B:バーク、V:パーミキュライト、P:パーライト

3) 苗木規格別植栽試験②

苗木の容量・品種別における6ヶ月の成長量調査結果の概要を表-6に、樹高の推移を図-8に示す。コンテナ容量での比較において苗木の成長に違いは見られなかったが苗木の品種別で比較すると、タノアカの方がシャカインよりも成長が良かった。既往の研究でもタノアカの方がシャカインよりも成長が良いとされており、その内容を裏付ける結果となった。なお、植栽直後は樹高成長よりも直径成長の方が優先される傾向にあり²⁾、今後樹高成長が旺盛になることが考えられることから、来年度以降も調査を継続する必要がある。

表-6 品種・容量別植栽における試験結果

| 容量 | 品種 | 樹高成長量 (cm) | 樹高成長率 (%) |
|-------|-------|-------------|--------------|
| 150cc | シャカイン | 1.7 ± 2.6 a | 106.7 ± 10.6 |
| 150cc | タノアカ | 3.7 ± 3.6 b | 113.4 ± 13.7 |
| 300cc | シャカイン | 1.2 ± 2.3 a | 105.2 ± 10.7 |
| 300cc | タノアカ | 4.5 ± 4.9 b | 116.0 ± 18.0 |

平均±標準偏差。異なるアルファベットは5%水準で有意差があることを示す。

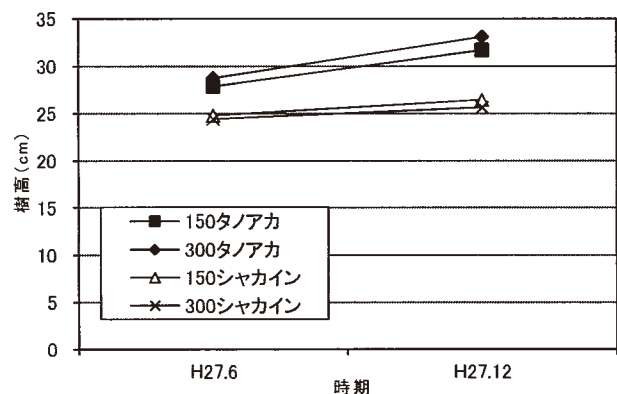


図-8 品種・容量別植栽における樹高の推移

参考文献

- 1) 山川博美ら:日本森林学会誌 95、214-219(2013)
- 2) 山田健ら:機械化林業 715、9-16(2013)



写真-1 植栽後1年経過したコンテナ苗

スギ推奨品種さし木苗の増産に関する研究

平成 27 年度～平成 29 年度

森林チーム 藤田 紘史郎

1. 目 的

大分県では森林資源の充実により主伐が増加し苗木需要が急増したため、生産に必要な穂木が不足している。このような背景から、慢性的な苗木の供給不足が懸念されており、苗木の増産に関する技術が求められている。

本研究では、従来からの採穂対象である 25～40cm の穂木よりも小型である 10～20cm 程度のミニ穂の活用、破棄されていたさし穂の下枝（亜主枝）の利用等を検討し、苗木の増産を図る。また、得苗率の低下の一因には、育苗期間中や植栽後に気象害、病虫害を受けやすい徒長苗によるものが見受けられる。この苗の出現を、苗木の根を一定量切断する根切りによって防ぐことにより、県内スギ推奨品種の得苗率の向上を図る。今年度はミニ穂活用試験、根切りによる徒長抑制方法の検証を行った。

2. 試験方法

1) ミニ穂活用試験

(1) ミニ穂採穂量調査

各年度の春期と秋期にそれぞれ同一の採穂台木から採穂を行い、年度毎の採穂量の推移を求め、通常の採穂を行った場合とミニ穂の採穂を追加した場合の採穂量を比較する。

試験木には県内スギ推奨品種であるシャカイン、タノアカ、ヤマグチの 3 品種を用い、日田市天瀬町の生産者の採穂園内に試験地を設けた。供試数は、それぞれの品種と採穂方法別に 8 本とし、2 回の反復とした。採穂の際は、採穂台木から通常の穂木（40cm）を採穂後、ミニ穂（10cm、15cm、20cm の 3 種類）を採穂した。表－1 に採穂方法一覧を示す。調査は平成 27 年 10 月に行った。

表－1 採穂方法一覧

| 試験区 | 採穂方法 |
|-------|-----------------------|
| 10cm区 | 通常の穂木（40cm）＋ミニ穂（10cm） |
| 15cm区 | 通常の穂木（40cm）＋ミニ穂（15cm） |
| 20cm区 | 通常の穂木（40cm）＋ミニ穂（20cm） |
| 対照区 | 通常の穂木（40cm） |

(2) ミニ穂・亜主枝育苗試験

① ミニ穂育苗試験

(1) で採穂した穂木のうち、採穂方法別の 30 個体、計 360 本（10 個体×3 反復×4 穂長×3 品種）を育苗試験に用いた。基部から梢端の 5 分の 1 程度にある下枝を除去し、楕円切り返しを行った。穂木は IBA 液剤 0.4%（商品名：オキシベロン液剤、バイエルクロップサイエンス（株））に 5 秒間浸し、場内の苗畑にさし付けた。さし付けは 10 月に行った。

② 亜主枝育苗試験

県内スギ推奨品種であるシャカインの普通枝と萌芽枝（写真－1）を試験に使用した。穂長は 40cm とし、林業研究部内のスギ推奨品種植栽試験木から普通枝、天瀬県営採穂園の採穂木から萌芽枝を各

30本ずつ採穂した。調整の際に一番大きい亜主枝（下枝）と除去された下枝をそれぞれ1本ずつ採取し（写真-2）、ミニ穂育苗試験と同様の処理を行い、10月にさし付けた。

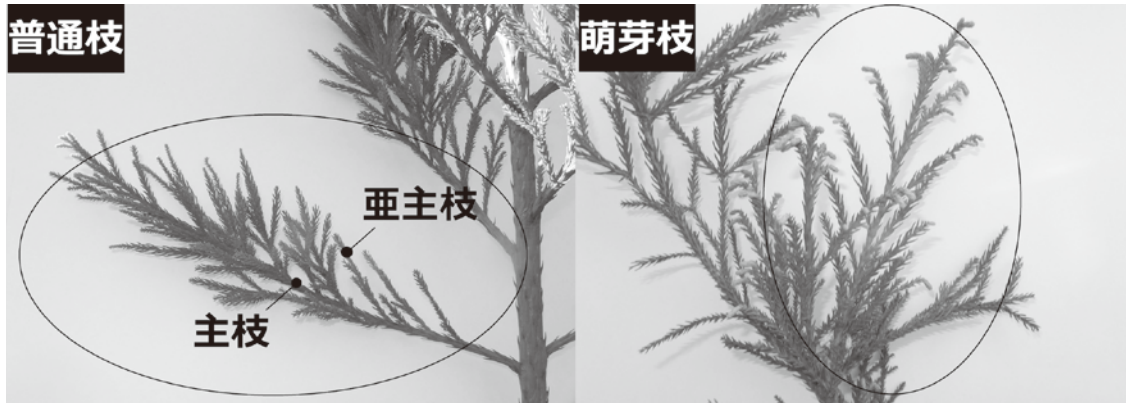


写真-1 普通枝と萌芽枝（普通枝を採穂すると切断箇所付近から萌芽する枝）

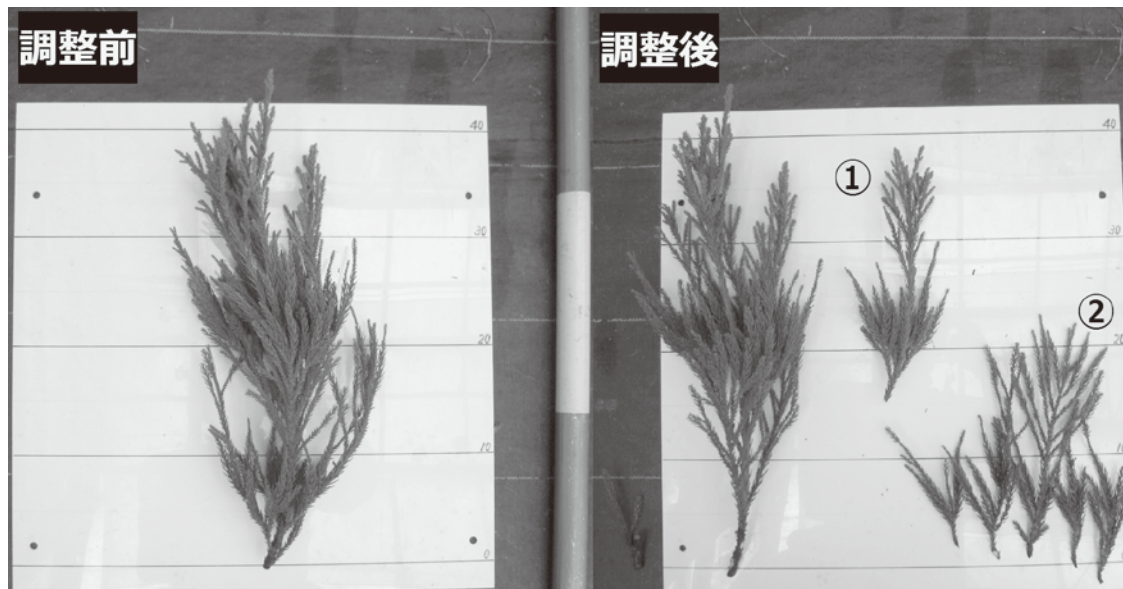


写真-2 亜主枝の採取（①一番大きい亜種枝、②基部から除去した下枝）

2) 徒長抑制方法の検証

県内スギ推奨品種であるシャカイン、タノアカ、ヤマグチの3品種と日田地方で盛んに植栽されているアヤスギ、計4品種を試験に用いた。供試数は10個体×3反復×2処理×4品種の計240本とした。さし穂の全長は25cmとし、ミニ穂育苗試験と同様の処理を行い、4月にさし付けた。根切りは8月に行った。根切り処理区の苗木を掘り上げ、根を10cmの長さに切り揃え、植え戻した後、地上高と根元直径を計測した。表-2に、さし付け時生重量、根切り時の品種別地上高と根元直径を示す。

この時点での品種内の処理区間ではシャカインとヤマグチ間の地上高に有意差がみられた(t検定, $p>0.05$)。掘り取りは11月に行い、供試個体の2反復分について地上高と根元直径、生重量を測定した後、主軸から発根した発根数をカウントした。本体と根を切り離して通風乾燥機(85℃)で24時間乾燥した後、乾燥重量を測定した。また、根切り時の地上高から掘り取り時の地上高を引いた値で表

される伸長量もあわせて求めた。残りの1反復分は、植栽試験に使用する予定である。

いずれの試験も、統計ソフトウェア R ver 3.2.2 (R core team 2015) を使用して統計解析を行った。採穂量に対して、パッケージ Rcmdr を用いて Tukey の多重比較検定を行い、地上高、根元直径、生重量、乾燥重量、根数、伸長量はパッケージ Rcmdr を用いて t 検定を行った。

表-2 さし付け時生重量、根切り時の品種別地上高と根元

| 品種 | さし付け時生重量 (g) | 処理区 | 地上高 (cm) | 根元直径 (mm) |
|-------|-----------------|------|-------------|--------------|
| アヤスギ | 13.4±5.6 | 根切り区 | 22.9±3.8 | 5.9±0.9 |
| | | 対照区 | 24.2±3.9 | 6.0±1.2 |
| シャカイン | 13.0±3.3 | 根切り区 | 21.0±2.3** | 5.6±0.9 |
| | | 対照区 | 19.4±1.9 | 5.3±0.7 |
| タノアカ | 13.5±3.7 | 根切り区 | 17.1±1.9 | 5.4±0.5 |
| | | 対照区 | 17.8±2.7 | 5.4±1.0 |
| ヤマグチ | 20.3±3.8 | 根切り区 | 17.9±1.9* | 6.3±0.9 |
| | | 対照区 | 16.8±1.7 | 6.0±1.0 |

平均値±標準偏差

*・・・危険率5%で有意 **・・・危険率1%で有意 ***・・・危険率0.1%で有意

3. 結果と考察

1) ミニ穂活用試験

(1) ミニ穂採穂調査

採穂木1本当たりの平均採穂量を表-3に示す。今回の調査ではミニ穂の穂長別での差異はみられなかったが、ミニ穂区と対照区との間には有意差がみられた。今回の調査は、単年度分の結果であり、各採穂区の採穂量を明らかにするには、今後の経過も観察する必要がある。

(2) ミニ穂・亜種枝育苗試験

育苗試験は継続中である(写真-3)。今後は、発根率、植栽後生存率などを検証する。

表-3 採穂木1本あたりの平均採穂量

| 品種 | 試験区 | 採穂量 | | | |
|-------|------|---------|---------|---------|------------|
| | | ミニ穂 (本) | 普通穂 (本) | 合計 (本) | 合計/対照区 (%) |
| シャカイン | 10cm | 30.8 | 26.1 | 56.9 b | 198 |
| | 15cm | 25.8 | 23.6 | 49.4 b | 172 |
| | 20cm | 26.8 | 23.8 | 50.5 b | 175 |
| | 対照区 | | 28.8 | 28.8 a | 100 |
| タノアカ | 10cm | 17.0 | 22.1 | 39.1 ab | 155 |
| | 15cm | 22.9 | 21.0 | 43.9 b | 174 |
| | 20cm | 27.5 | 21.4 | 48.9 b | 193 |
| | 対照区 | | 25.3 | 25.3 a | 100 |
| ヤマグチ | 10cm | 24.5 | 28.8 | 53.3 b | 182 |
| | 15cm | 27.5 | 28.1 | 55.6 b | 190 |
| | 20cm | 24.0 | 24.8 | 48.8 ab | 167 |
| | 対照区 | | 29.3 | 29.3 a | 100 |

異なる記号は有意差があることを示す

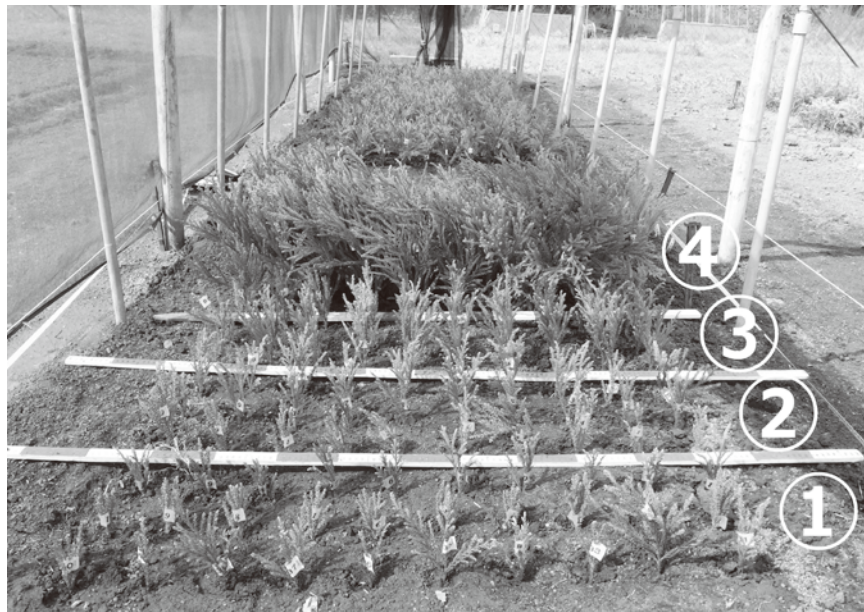


写真-3 試験状況 (①10cm区、②15cm区、③20cm区、④対照区)

2) 徒長抑制方法の検証

掘り取り時の地上高、根元直径、生重量、乾燥重量、根数、伸長量を表-4に示す。地上高は、いずれの品種においても処理区間の有意差がみられ、根元直径、生重量についてはアヤスギとタノアカのみに有意差がみられた。根切り区はシャカインを除き、いずれの品種も対照区と比較して小さかった (t検定, $p>0.05$)。乾燥重量はアヤスギとタノアカについては対照区が重く、シャカインは根切り区が重くなった。根数については、どの品種にも差はなく、伸長量は、どの品種についても対照区が大きく (t検定, $p>0.05$)、特にアヤスギとタノアカでその差が大きい傾向がみられた (図-1)。

表-4 掘り取り時の地上高、根元直径、生重量、乾燥重量、根数、伸長量

| 品種 | 処理区 | 地上高 (cm) | 根元直径 (mm) | 生重量 (g) | 乾燥重量 (g) | 根数 (本) | 伸長量 (cm) |
|-------|------|--------------|--------------|--------------|-------------|-----------|-------------|
| アヤスギ | 根切り区 | 26.3±3.8 | 6.5±1.1 | 54.9±23.2 | 14.1±5.5 | 29.6±8.3 | 3.4±3.0*** |
| | 対照区 | 37.3±6.2*** | 7.4±1.6* | 70.0±31.9* | 22.5±8.1*** | 32.0±9.9 | 13.1±5.7 |
| シャカイン | 根切り区 | 26.6±2.7 | 6.0±1.0 | 40.5±11.3 | 12.2±3.1 | 28.8±10.4 | 5.6±3.2*** |
| | 対照区 | 29.3±3.7** | 5.7±0.8 | 35.0±10.8 | 10.0±2.8* | 23.6±8.5 | 9.9±3.3 |
| タノアカ | 根切り区 | 21.3±3.9 | 5.0±0.7 | 33.1±8.4 | 9.5±2.5 | 29.6±10.6 | 4.2±3.6*** |
| | 対照区 | 32.8±10.1*** | 5.9±1.0*** | 46.9±17.1*** | 14.0±5.2*** | 30.4±12.3 | 14.9±9.2 |
| ヤマグチ | 根切り区 | 19.9±3.7 | 5.7±1.0 | 43.8±11.6 | 12.9±3.0 | 25.0±6.7 | 2.0±4.0*** |
| | 対照区 | 24.8±4.2*** | 6.0±0.7 | 44.8±11.6 | 12.8±4.1 | 24.2±6.2 | 7.9±3.9 |

平均値±標準偏差

*...危険率5%で有意 **...危険率1%で有意 ***...危険率0.1%で有意

徒長苗の特徴として、秋に間延びし、地上部で地上高、生重量、乾燥重量の絶対量が非常に大きくなること、上半地上部の重量の割合が他の部位より相対的に少ないといった点があげられている¹⁾。

今回の結果から、根切り処理には、伸長の抑制効果があることがわかった。処理区間の地上高、生重量、乾燥重量に有意な差がみられるアヤスギ、タノアカは他2品種と比較して徒長の傾向が現れやすいと考えられる。根切りの効果は、根を切る時期にも左右されると指摘されており、品種ごとに適

切な時期に根切りを施すことが得苗率の向上につながると期待される。品種ごとの最適な根切り時期を把握することが今後は課題となる。

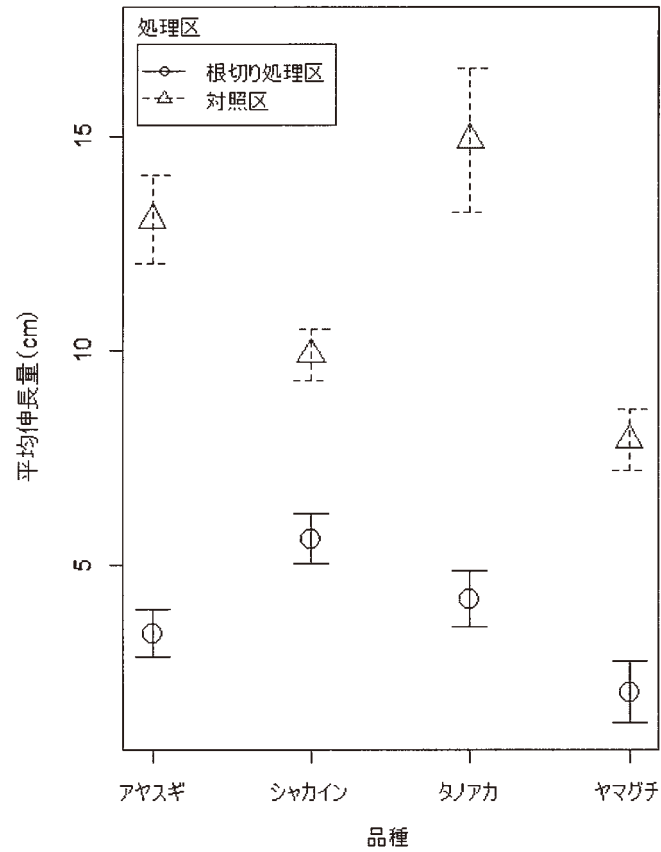


図-1 品種・処理区別の平均伸長量

参考文献

- 1) 原田 洸, いわゆる徒長形態をしたスギ苗木の生長と養分含有状態についての調査の 1 例, 日本森林学会誌 10, 382-388 : (1959)

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～平成 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。本年度は地形的な危険性や生育不適地を考慮した施業優先度のマップ化を行った。

2. 試験方法

1) GIS を用いた解析

本研究の対象として中津市山国町を選択した。これは山国町の森林計画図が林相で分けられており、より精度の高いゾーニングが可能となるためである。抽出は、森林施業を考慮した際の精度が高く管理が容易になることから地番単位で行った。GISによる解析はフリーソフトのQGISver2.2を使用した。

(1) 危険地の抽出と解析

過去の崩壊地箇所を治山事業の候補地資料から 32 点抽出した。崩壊地の地形として抽出した点における傾斜角度、植生および、次段に記す斜面分類について GIS 上で解析した。また、比較として傾斜角度は山国町全域のメッシュデータから、植生および斜面分類はランダムに発生させた点 150 点から同様に地形解析を行った。

GIS を用いて、国土地理院発行の数値標高モデル（10m メッシュ）から断面曲率および平面曲率を算出した。断面曲率は斜面の傾斜方向の凹凸を表し、正の値は凹地形を、負の値は凸地形を示す。平面曲率は傾斜方向と直交する断面の凹凸を表し、正の値は凸型すなわち尾根型、負の値は凹型すなわち谷型の地形を示す。この 2 つの曲率の組み合わせにより斜面の形状が図-1 のように 9 つに分類される。2 つの曲率によって分類された図からノイズ（周囲から孤立したメッシュ）を除去し斜面分類図¹⁾とした。この分類図上に、抽出した崩壊地の斜面形状の割合を示した。

(2) 生育不適地の抽出

生育不適地の抽出は、大分県が作成した適地適木図を用いて行った。適地適木図では BC、BD などの土壌区分と、土壌に対応した適木および 40 年生時の期待材積が記載されている。今回は生育不適地として、生産力の低い（40 年生時の ha 当たり期待材積が 300m³未滿）箇所および適地適木が行われていない箇所（以下、不適木地とする）の抽出を行った。抽出は地番単位で行い、生育不適地の面積が半数を超える地番を抽出した。不適木地は森林簿から得られた樹種と適木が一致しない面積を用いた。なお、適地適木図はスギ、ヒノキおよびマツを主な対象としているため、生育不適地の抽出には現況が広葉樹である林分を除外し、スギ、ヒノキおよびマツ林について検討した。

2) 施業優先度のマップ化

1)で抽出した条件を用いて地番ごとに施業優先度を算出した。まず、崩壊地の多く見られた斜面分類であり、かつ傾斜角度が30度以上の面積を危険地として地番ごとに面積を算出した。次に適地適木が行われていない箇所を不適木地面積として次式のとおり施業優先度を算出し、数値を用いてマップ化した。

$$\text{施業優先度} = \frac{\text{危険地面積} + \text{不適木地面積}}{\text{地番面積}}$$

また、下刈りや間伐といった造林施業の履歴がある箇所は他地域に比べ森林整備が進んでいると考えられることから施業履歴のある地番を抽出し、施業優先度と重ね合わせてマップ化した。施業履歴は2002年以降について抽出対象とした。

3. 結果

1)GISを用いた解析

(1)危険地の抽出と解析

図-2に作成した斜面分類の一部を示す。DEM(10mメッシュ)の精度は高くないため多少粗い部分はあるものの、凹型谷地形などの集水地形を表現できた。図-1にそれぞれの斜面分類の崩壊地の出現割合を示す。崩壊地の形状は凸型尾根地形が最も多く、その次に凹型谷地形、凹型尾根地形、凸型谷地形の順であった。

| | | 平面曲率 | | |
|------|--------|--------|--------|---------|
| | | 谷型(<0) | 平型(=0) | 尾根型(>0) |
| 断面曲率 | (0>)凹凸 | 17% | 1% | 33% |
| | (0=)凹凹 | 0% | 1% | 3% |
| | (0<)凸凸 | 22% | 1% | 21% |

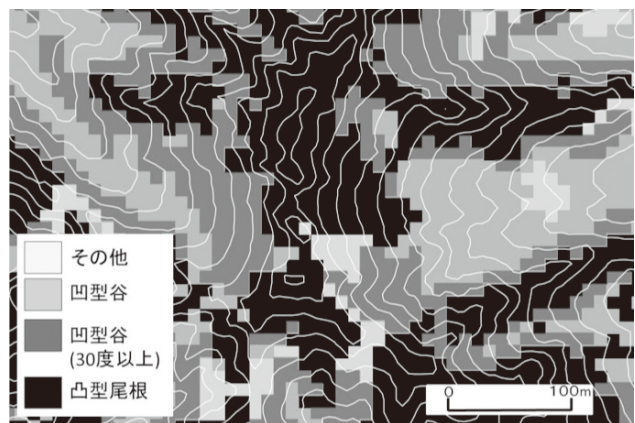


図-1 曲率による斜面分類

図-2 山国町における斜面分類図

図-3、4に傾斜分布図を示す。山国町全体の分布のうち崩壊地の分布は傾斜30度以上が約78%を占めていた。図-5から図-8に林齢および植生の分布を示す。崩壊地では林齢20年以下、植生は針葉樹が多い傾向が見られたものの、χ二乗検定による分布の有意差は見られなかった。これらの結果から、崩壊地に多く見られた4系統の斜面分類かつ傾斜30度以上の地形を危険箇所とした。

(2)生育不適地の抽出

図-9に生育不適地の抽出結果を示す。生産力の低い箇所および不適木地を視覚化した。生産力の低い箇所は適地適木図上の森林面積全体の10.3%であり、地番単位では7.9%であった。また、不適木地の面積は森林面積全体の22.4%で、地番単位では20.3%であった。

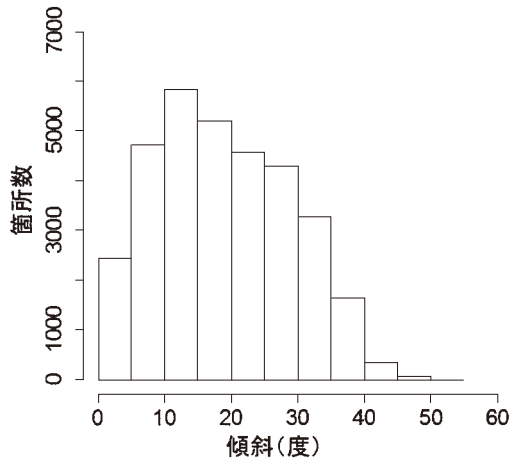


図-3 山国町の傾斜分布

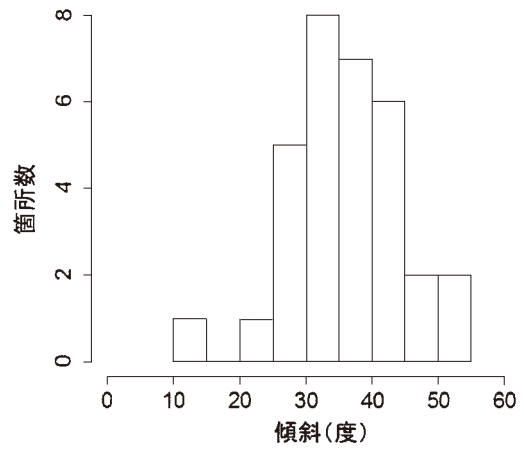


図-4 崩壊地の傾斜分布

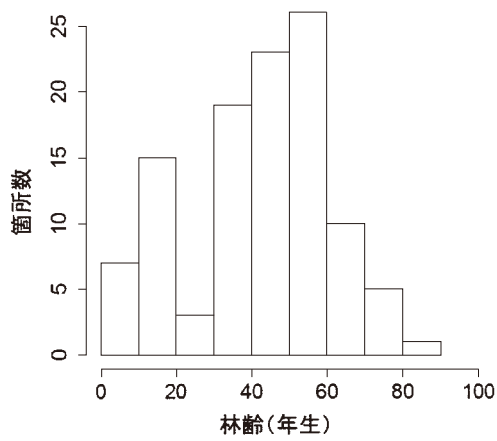


図-5 非崩壊地の林齢分布

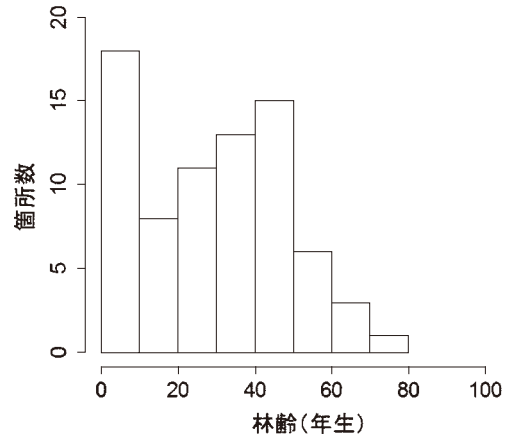


図-6 崩壊地の林齢分布

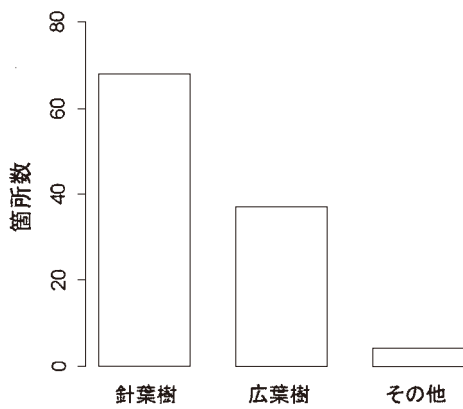


図-7 非崩壊地の植生

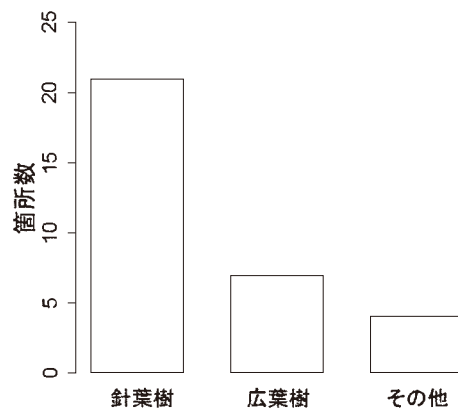


図-8 崩壊地の植生

地番は面積の過半数が生育不適地である箇所を抽出したが、尾根や谷ごとに区分される適地適木図上の面積と大きな差異は見られなかった。

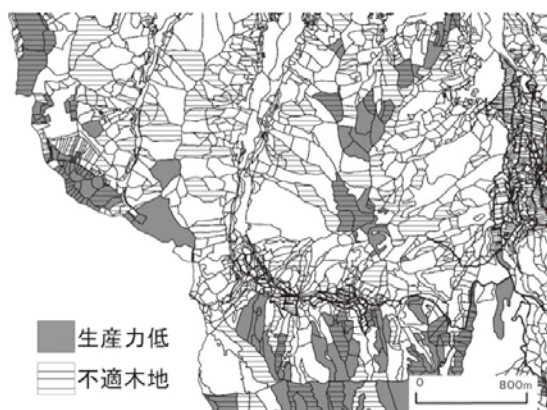


図-9 生育不適地の抽出結果

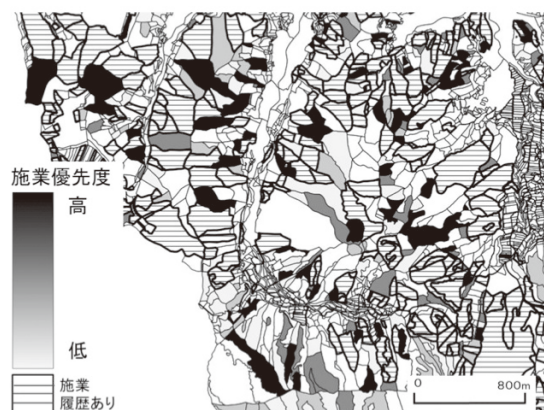


図-10 施業優先度のマップ化

2) 施業優先度のマップ化

図-10にマップ化した施業優先度を示す。マップ上では濃淡によって施業優先度を示し、色が濃いほど施業優先度の数値が高いことを示している。施業優先度が0.5以上、すなわち地番面積の半分が危険地もしくは不適木地となる箇所が森林全体の面積比で60.3%、施業優先度が1.0以上となる箇所が18.4%であった。このうち施業優先度が1.0以上で施業履歴のある地番を除くと16.1%となり、施業を優先すべき地域が抽出できた。

4. 考察

GISを用いた解析によって斜面分類と傾斜角度から危険箇所の抽出を行った。今回は林齢や樹種などの要因を反映せずに抽出したが、伐採して直ちに植栽した後の伐根抵抗力は5~10年で最も低くなるとされ²⁾、今回の結果でも崩壊地の若齢林割合は高くなっていたことから、さらに検討する必要がある。

生育不適地の抽出では、現状の適地適木状態と生産力の低い地域がマップ化できた。山国町では生産力の低い箇所は造林地の10%程度であり、多くが植林適地である。しかし、山国町全体の約20%で適地適木が行われていないことから、今後はこのマップを活用することで伐採後の再生林に対して生産力や適木を考慮し、造林樹種や施業を行う必要がある。

施業優先度のマップ化では施業優先度が1.0以上となる箇所が全体の約15%を抽出できた。抽出された箇所は生産力の低い尾根などが多く、その65.9%が標準伐期を越えたスギ、ヒノキであった。これらの人工林に対しては樹種転換も含め、計画的な施業を実施していく必要がある。また、崩壊の有無や森林の荒廃状況など現地における調査を行い、他の要素について導入することでさらに精度を向上させることが求められる。

参考文献

- 1) 水越博子、安仁屋政武：国土地理院時報 No99、77-84(2002)
- 2) 北村嘉一、難波宣士：日本林学会大会講演集 77、568-570(1966)

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

本県の木質バイオマス発電所は、既に 3 施設が稼働（うち 1 施設は石炭との混合燃焼）、2 施設が計画^{1, 2)} されている。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、木質バイオマス燃料への利用が進んでいる。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）を無駄なく効率的に利用していくことがますます重要となる。

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。今年度は、「乾燥」と「燃焼性能」に関する試験を実施した。

2. 試験方法

1) 丸太の平積み乾燥試験

前報³⁾ の乾燥試験を継続して実施した。

供試丸太として、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（試験開始日は平成 26 年 8 月 11 日：以下、夏季という）及び 11 月に大分県日田市にて伐採したスギ（試験開始日は平成 26 年 12 月 5 日：以下、冬季という）を用いた。試験開始前に供試丸太の両木口から 3 cm 程度の円盤

表－1 供試丸太の概要（伐採時期、樹種、樹皮の有無の違い）

| 伐採月 | 樹種 | 樹皮 | 試料数 (個) | 末口径 (cm) | | | 元口径 (cm) | | | 末口心材率 (%) | 湿量基準含水率 (%) |
|---------|-----|----|------------|----------|------|------|----------|------|------|--------------|----------------|
| | | | | 最小 | 平均 | 最大 | 最小 | 平均 | 最大 | | |
| H26.7月 | スギ | 有 | 21 | 12.4 | 19.7 | 36.0 | 15.8 | 24.8 | 45.5 | 61.1 | 54.3 |
| | ヒノキ | 有 | 19 | 11.3 | 21.5 | 36.1 | 14.0 | 26.9 | 48.1 | 80.1 | 43.0 |
| H26.11月 | スギ | 有 | 3 | 23.0 | 23.5 | 24.2 | 24.8 | 25.7 | 26.2 | 66.5 | 52.6 |
| | スギ | 無 | 3 | 21.3 | 21.4 | 21.5 | 24.1 | 24.5 | 24.7 | 68.7 | 58.2 |

表－2 供試丸太の概要（径級の違い）

| 伐採年月 | 樹種 | 末口径 (cm) | 試料数 (個) | 末口径 (cm) | | | 元口径 (cm) | | | 末口心材率 (%) | 湿量基準含水率 (%) |
|--------|-----|-------------|------------|----------|------|------|----------|------|------|--------------|----------------|
| | | | | 最小 | 平均 | 最大 | 最小 | 平均 | 最大 | | |
| H26.7月 | スギ | ～15 | 4 | 12.4 | 12.9 | 13.4 | 15.8 | 16.9 | 18.0 | 44.4 | 54.5 |
| | | 15～20 | 9 | 15.1 | 17.3 | 19.7 | 18.0 | 22.1 | 28.3 | 56.7 | 53.4 |
| | | 20～25 | 4 | 21.4 | 22.0 | 22.6 | 24.5 | 27.5 | 30.8 | 60.5 | 54.5 |
| | | 25～30 | 2 | 25.3 | 25.7 | 26.1 | 30.3 | 31.9 | 33.4 | 66.6 | 54.6 |
| | | 30～ | 2 | 31.4 | 33.7 | 36.0 | 35.4 | 40.5 | 45.5 | 70.1 | 55.6 |
| | ヒノキ | ～15 | 3 | 11.3 | 13.3 | 14.6 | 14.0 | 16.7 | 18.2 | 77.2 | 41.6 |
| | | 15～20 | 5 | 15.5 | 16.7 | 18.0 | 18.6 | 21.2 | 27.7 | 76.0 | 43.8 |
| | | 20～25 | 7 | 20.1 | 22.5 | 24.8 | 23.9 | 28.5 | 32.6 | 78.3 | 42.2 |
| | | 25～30 | 1 | 29.0 | 29.0 | 29.0 | 31.5 | 31.5 | 31.5 | 76.7 | 45.4 |
| | | 30～ | 3 | 30.3 | 32.8 | 30.1 | 35.5 | 41.8 | 48.1 | 85.7 | 44.0 |

を取り、末口径、元口径、末口部の心材率、初期含水率を求めた。その結果を表-1、表-2に示す。乾燥試験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）で実施した。材長3mの供試丸太を高さ12cmの台木の上に並列に設置した。夏季の試験は平成27年9月までの13カ月間、冬季の試験は平成27年10月までの10カ月間行った。電子台はかりを用いて1カ月おきに重量を計測した。試験開始前に測定した初期含水率から供試丸太の全乾重量を算出し、月ごとの湿量基準含水率（推定値）を求めた。なお測定地の気象状況は、日本気象協会が公表している気温、湿度、降水量、日照時間などのデータを引用した⁴⁾。

2) 木材の燃焼性試験

供試材は、スギ、ヒノキ、クヌギ、ユリノキ、チャンチンモドキ、コウヨウザン、モウソウチクの7樹種とした。ユリノキ、チャンチンモドキ、コウヨウザンは生長が比較的速く、有用な早生樹として本県が育種と用途の両面から可能性を調査している樹種である。板材から木部と樹皮（モウソウチクについては肉質部と表皮）に分別した後、ワンダーブレンダーWB-1型（大阪ケミカル株式会社製）にて0.5mm以下の粉末にした。木部、樹皮および両者を混合した粉末供試材7配合（樹皮含有割合0、10、20、30、40、50、100%）について、高位発熱量および灰分を求めた。供試木の採取年月と場所および粉末供試材の含水率は表-3のとおりである。

表-3 供試木の採取年月と場所および粉末供試材の含水率

| 樹種 | 略号 | 採取年月 | 採取場所 | 粉末の湿量基準含水率 (%) | |
|----------|----|----------|--------|----------------|------------|
| | | | | 木部 (肉質部) | 樹皮 (表皮) |
| スギ | S | H26. 7月 | 豊後大野市 | 8.2 | 9.0 |
| ヒノキ | H | H26. 7月 | 豊後大野市 | 8.6 | 11.6 |
| クヌギ | Q | H22. 7月 | 日田市 | 6.4 | 7.4 |
| ユリノキ | Y | H25. 2月 | 日田市 | 9.0 | 8.0 |
| チャンチンモドキ | C | H25. 2月 | 福岡県宮若市 | 5.1 | 10.3 |
| コウヨウザン | K | H24. 12月 | 熊本県菊池市 | 9.9 | 12.4 |
| モウソウチク | M | H26. 6月 | 日田市 | 8.7 | 8.7 |

高位発熱量および灰分の測定は、燃料用木質チップの品質規格⁵⁾ および木質ペレット品質規格⁶⁾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。また灰分は、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) 丸太の平積み乾燥試験の結果

乾燥試験時（日田市）の気象データを図-1、図-2に示す。図-3、図-4、図-5、図-6に供試丸太の平積み乾燥試験の結果を示す。図-3では樹種による違いを、図-4では伐採時期の違い

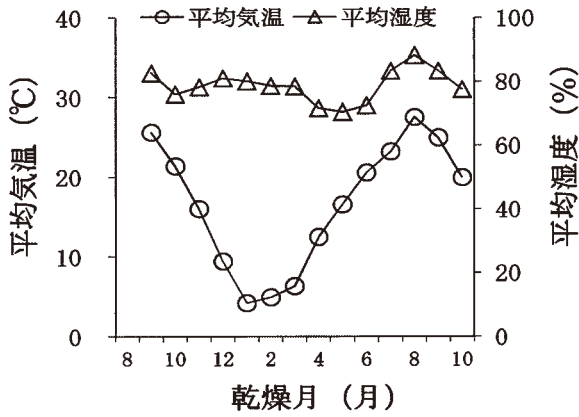


図-1 気象データ (平均気温と平均湿度)
H26.8月~H27.10月 (日田市)

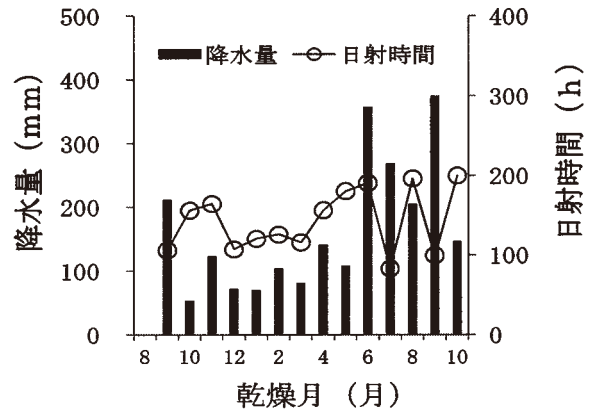


図-2 気象データ (降水量と日射時間)
H26.8月~H27.10月 (日田市)

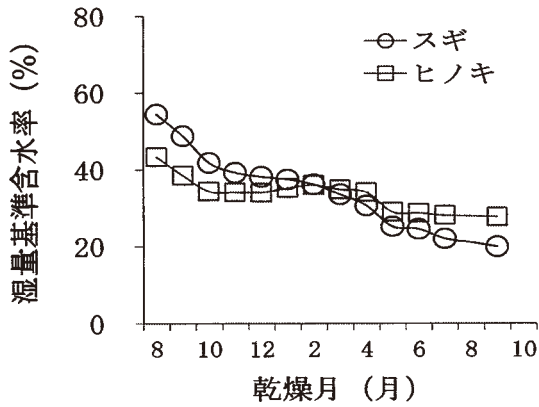


図-3 樹種の違い
H26.8月~H27.10月

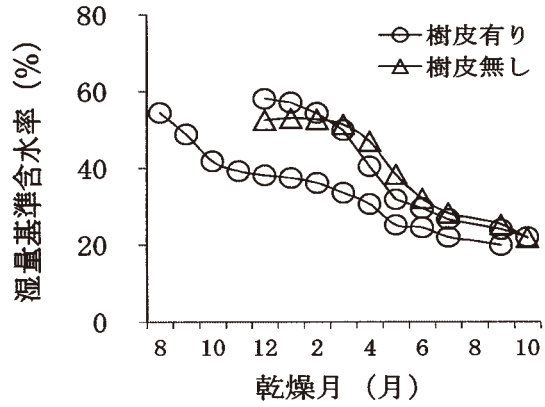


図-4 乾燥時期、樹皮の有無の違い (スギ)
H26.8月~H27.10月

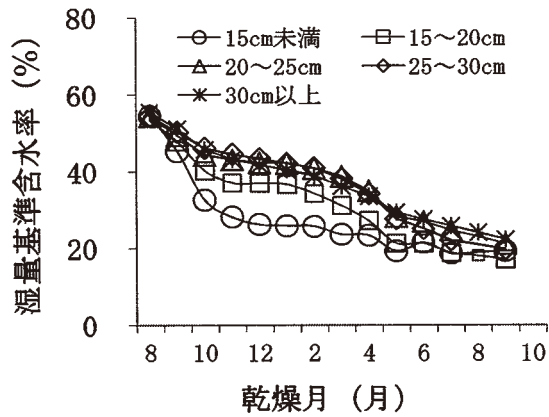


図-5 径級の違い (スギ)
H26.8月~H27.10月

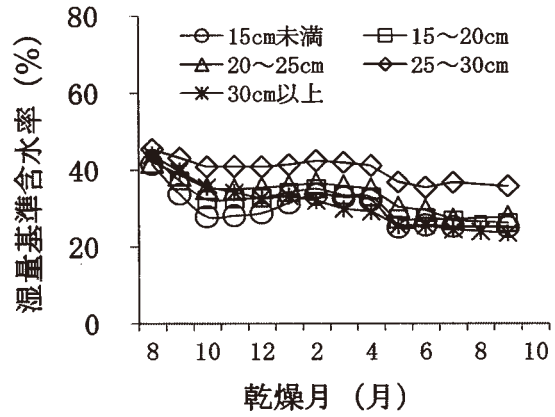


図-6 径級の違い (ヒノキ)
H26.8月~H27.10月

や樹皮の有無による違いを、さらに図-5、図-6では径級ごとの違いを示している。

気象データによると、乾燥を開始して間もない平成26年9月期は、気温は高いものの日照時間が比較的少なく、降水量もやや多めであったとみられる。平成27年1月期から3月期は、平均気温が5℃前後で推移した。平成27年6月期、7月期は梅雨の時期で降水量が多かったが、9月期もそれ以上に多く、湿度の高い状況が続いた。

図-3から、スギとヒノキの乾燥状況を比較すると、初期の含水率はスギの方が高かったものの、乾燥の進行が速くて6カ月後にはヒノキとほぼ同様の値を示した。その後はヒノキと逆転した。一方ヒノキは、初期の含水率が低かったが、乾燥の進行は遅く徐々に乾燥していった。図-4から、スギにおいて伐採および乾燥時期の違いによる乾燥状況を比較すると、冬季に比べて夏季の方が乾燥の進行が速くなる傾向を示した。両者において、平均湿度、降水量および日射時間は極端な差異は無かったものの、気温の差が大きいことから、気温の高さが乾燥の促進要因になっているものと推測される。冬季において、樹皮の有無について乾燥状況を比較すると、乾燥当初は樹皮無しの含水率が低いものの、3カ月後には樹皮有りとはほぼ同様の値を示した。その後は樹皮有りの方の含水率が低くなる傾向を示した。気温の上がらない冬から春にかけては、樹皮の存在が太陽熱による保温効果の役目を担い、含水率の減少に影響したのではないかと推測される。図-5、図-6から径級の違いによる乾燥状況を比較すると、スギおよびヒノキともに径級の小さい丸太において乾燥の進行が速くなる傾向を示した。特にスギにおいてその傾向が顕著に表れた。供試丸太の心材率をみると(表-2)、径級の小さい丸太は心材率が低い状況であった。一般に辺材は心材より乾燥速度が大きい⁷⁾といわれていることから心材率が乾燥の進行に影響しているものと思われる。径級が大きくなるにつれて(末口径25cm以上では)、径級の違いによる乾燥の進行の差は認められない傾向を示した。

2) 木材の燃焼性試験の結果

図-7、図-8に、供試した7樹種の高位発熱量および灰分の状況を示す。その結果、高位発熱量は7樹種ともにほぼ同様な値を示した。一方灰分は、木部に比べて樹皮の方に多く含まれる傾向を示した。特にクヌギ、ユリノキ、チャンチンモドキにおいて高い値を示した。原因として、伐採時の伐倒の際に樹皮に土や砂が付着したことが考えられる。特にクヌギは樹皮表面の凹凸が大きいいため、隙

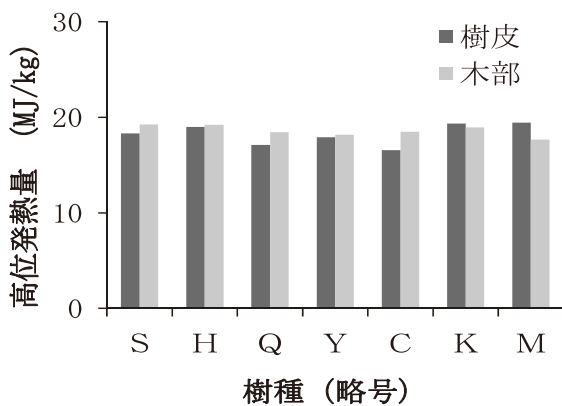


図-7 高位発熱量の状況
注：樹種(略号)は表-3と同じ

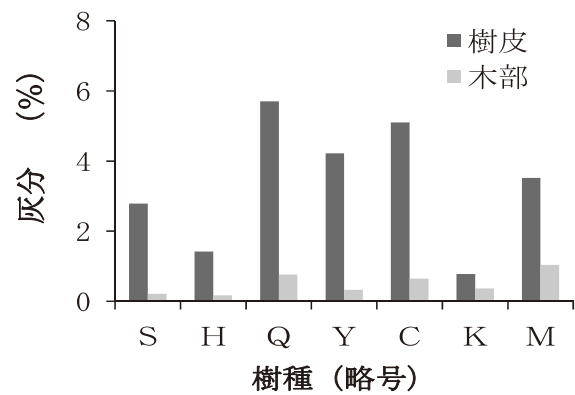


図-8 灰分量の状況
注：樹種(略号)は表-3と同じ

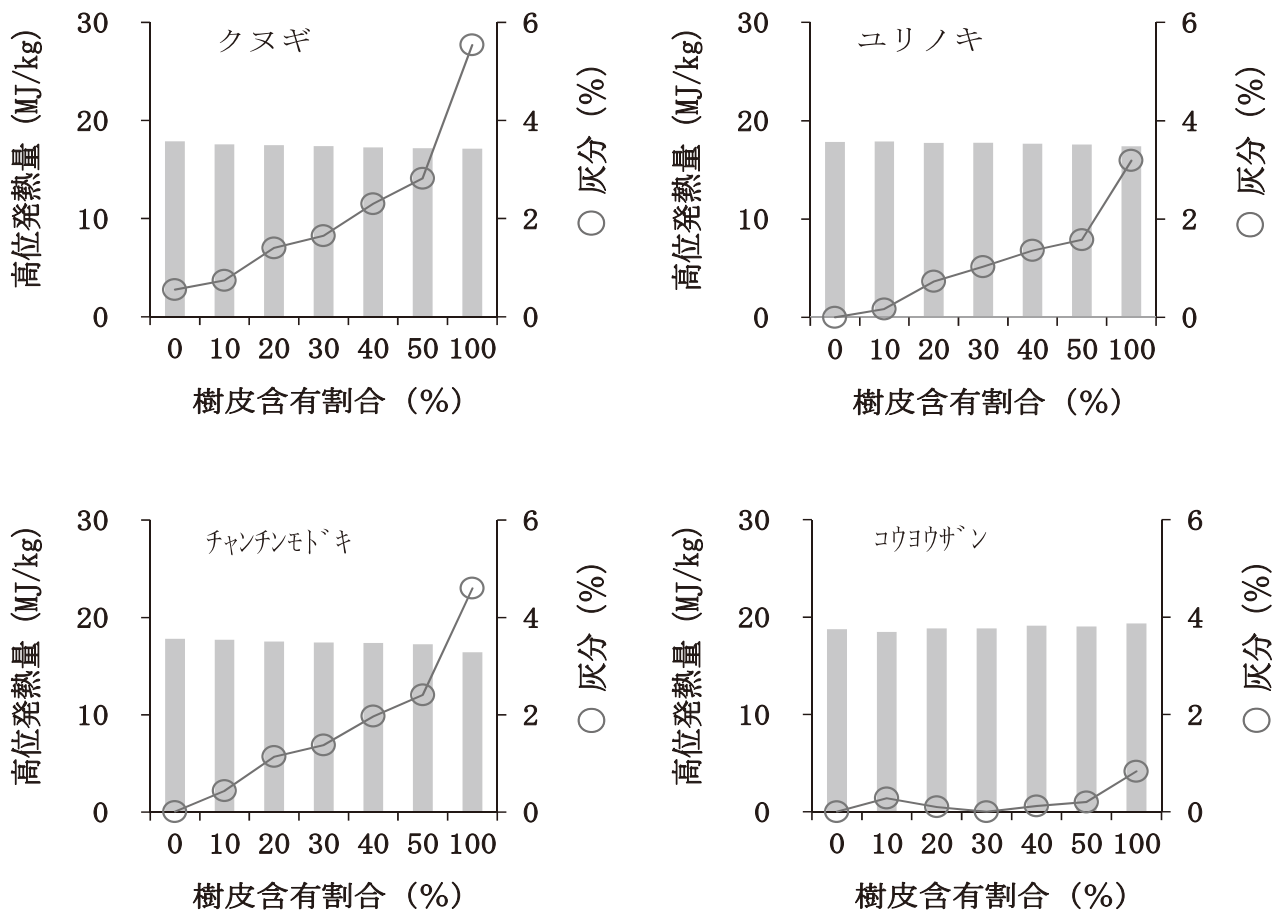


図-9 燃焼試験の結果

間に土や砂が付着しやすいことも想像できる。木質バイオマス燃焼現場を想定して、特に樹皮表面を洗浄するようなことをしなかったが、純粹に樹木が有する灰分の程度を把握するためには、土や砂などの除去操作が必要と思われる。

木部、樹皮および両者を混合した粉末供試材 7 配合（樹皮含有割合 0、10、20、30、40、50、100%）の高位発熱量および灰分の状況について、樹種ごとの結果を図-9に示す。クヌギ、ユリノキ、チャンチンモドキ、コウヨウザンのいずれの樹種も、高位発熱量は粉末供試材 7 配合とも同程度で有意差は認められなかった。一方灰分については、樹皮含有割合 0%においては小さい値を示すのに対し、樹皮含有割合 100%では大きな値を示した。樹皮の配合割合が増えるに従い、灰分は漸増傾向を示した。コウヨウザンは樹皮含有割合 100%においても比較的少ない傾向を示した。このことから、燃焼機器（ボイラー等）に対して悪影響を与えにくい樹種ではないかと考えられる。クヌギ、ユリノキ、チャンチンモドキについても、樹皮に土や砂などが付着しにくいように配慮したり、木部を混合するなど樹皮単独で使用する場合より灰分を減らす操作を施すことで木材燃焼時のクリンカ⁸⁾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、「乾燥」と「燃焼性能」に関する試験を行った。その結果、以下のことがわかった。

- 1) スギとヒノキの乾燥状況を比較すると、初期の含水率はスギの方が高かった。スギは乾燥の進行が速く、6カ月後にはヒノキとほぼ同様の値を示し、その後はヒノキと逆転した。
- 2) 伐採・乾燥時期の違いによる乾燥状況を比較すると、冬季に比べて夏季の方が乾燥の進行が速くなる傾向を示した。
- 3) 樹皮の有無についてスギの乾燥状況を比較すると、乾燥当初は樹皮無しの含水率が低かった。3カ月後には樹皮有りとほぼ同様の値を示し、その後は樹皮有りの含水率が少なくなる傾向を示した。
- 4) 径級の違いによる乾燥状況を比較すると、スギおよびヒノキともに径級の小さい丸太において乾燥の進行が速くなる傾向を示した。特にスギにおいてその傾向が顕著に表れた。
- 5) 高位発熱量は、いずれの樹種も木部（肉質部）および樹皮（表皮）ともに同程度であった。また、木部に樹皮を混合しても同程度であった。
- 6) 灰分は、樹皮に多く含まれていたが、樹皮に木部を混合することで、樹皮単独で使用する場合より減らすことができた。
- 7) コウヨウザンは樹皮においても灰分が比較的少ない傾向を示した。

参考文献

- 1) 日刊木材新聞：2015. 1. 8
- 2) 日刊木材新聞：2016. 1. 7
- 3) 古曳博也，木質バイオマスの効率的エネルギー利用に関する研究，林業研究部年報 57：25-30（2015）
- 4) 気象庁：<http://www.data.jma.go.jp>
- 5) 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）
- 6) 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）
- 7) 森林総合研究所監修，木材工業ハンドブック改訂4版：273（2004）
- 8) 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）

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。平成 23 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ため、丸太から枠組材を製材し、曲がり、反りなどを測定した。

2. 試験方法

1) 供試材

試験には、県南部地域及び西部地域の、長さ 4m、径級 $\phi 26\text{cm}$ 、 $\phi 32\text{cm}$ 、 $\phi 42\text{cm}$ のスギ丸太各 15 本、計 90 本を用いた。県西部地域の丸太はいわゆる小曲がり材、県南部地域の丸太は直・小曲がり材を用いた。スギ丸太の末口径と元口径、密度、縦振動ヤング係数（以下、ヤング係数という）を測定した。末口径及び元口径は、それぞれの周長を測定し、その周長の円の直径として求めた。

2) 製材、乾燥、寸法調整

製材は、図-1 に示すパターンで木取りした。径級 $\phi 26\text{cm}$ は a、 $\phi 32\text{cm}$ は b、c、d、 $\phi 42\text{cm}$ は e、f を基本とし、背板部分から製材した材について、より大きな型式の材がとれるときはより大きな型式の寸法で製材した。分増しは表-1 のとおりとした。製材後およそ 6 カ月間天然乾燥し、その後乾球 60°C 、湿球 40°C で 72 時間人工乾燥し、1 カ月以上室内にて養生した。製材後と人工乾燥後に、密度、ヤング係数、含水率、曲がり、反り、幅そり（人工乾燥後のみ）を測定した。

その後、型式 204、206、208 はモルダーで、モルダー加工できなかった 210、212 は手押しかな盤及び自動一面かな盤を用いて既定の寸法に仕上げた。仕上げ後、密度、ヤング係数、含水率、曲がり、反り、幅そりを測定した。

含水率はケット科学研究所製木材水分計 HM-520 を用いた。曲がり、反り、幅そりは 0.5 mm 単位で測定した。

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、ヤング係数を表-2 に示す。南部地域の丸太と西部地域のそれでは、平均年輪数は南部地域のほうが少ないものの、密度、ヤング係数は高かった。

南部地区、西部地区とも $\phi 42$ 丸太のヤング係数が $\phi 26$ 、 $\phi 32$ に比べて低く、 $\phi 42$ 丸太は元玉が多

く、φ26、φ32丸太は2番玉以上が多いと推測される。

2) 製材、乾燥、寸法調整

製材して得た型式ごとの密度、ヤング係数、含水率、曲がり、反りを表-3に、人工乾燥後の密度、ヤング係数、含水率、曲がり、反り、幅そりを表-4に示す。曲がり、反り、幅そりは材1mあたりの量で示した。

製材で得た204材の密度が他と比べて低い。これは、204材はφ26cmの丸太から多くを得ており、西部地区のφ26cm丸太の密度が他と比べ低かったことが原因と考えられる。

製材後と人工乾燥後の材を比較すると、乾燥により密度は低下、ヤング係数は上昇、曲がり、反りについては大きくなる傾向がみられる。密度について例えば204材では含水率が平均値で約50%低下し、その密度は2/3になっており計算通りの値となっている。ヤング係数については一般に繊維飽和点以下では含水率が1%変化すると1~2%変化するとされており¹⁾よく合致している。

寸法調整後の材の曲がり、反りについて、モルダーや手押しかんな盤を用いた調整でも、完全に曲がり、反りをなくすことはできなかった。

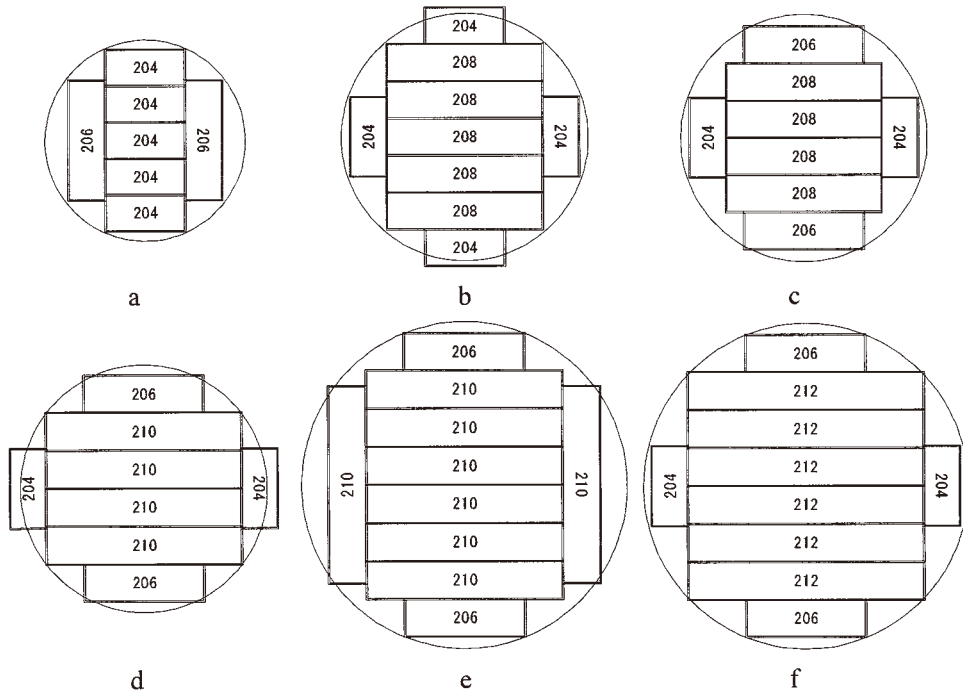


図-1 木取りのパターン

表-1 製材寸法 ()内の数字は分増し寸法を示す

| 型式 | 厚(mm) | 幅(mm) |
|-----|-------|---------|
| 204 | 45(7) | 101(12) |
| 206 | 46(8) | 153(13) |
| 208 | 46(8) | 200(16) |
| 210 | 47(9) | 251(16) |
| 212 | 47(9) | 303(17) |

表-2 丸太の性状

| 地域 | 径級 | 末口径 (cm) | 元口径 (cm) | 年輪数 | | 曲がり (mm) | 密度 (kg/m ³) | ヤング係数 (GPa) |
|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|---------|-------------|----------------------------|----------------|
| | | | | 末口 | 元口 | | | |
| 南部 | φ26 | 29.3 | 34.9 | 33.9 | 40.2 | 16.9 | 765 | 7.4 |
| | | 27.9 - 30.7 | 31.8 - 37.7 | 24 - 42 | 29 - 51 | 10 - 26 | 657 - 878 | 5.9 - 10.5 |
| | φ32 | 34.9 | 39.6 | 41.1 | 48.2 | 15.4 | 775 | 7.8 |
| 33.7 - 36.0 | | 37.5 - 42.9 | 30 - 56 | 36 - 63 | 6 - 25 | 669 - 903 | 5.9 - 9.7 | |
| 西部 | φ42 | 45.2 | 54.1 | 48.5 | 55.6 | 22.6 | 760 | 5.8 |
| | | 44.5 - 46.7 | 49.0 - 57.6 | 40 - 68 | 45 - 72 | 6 - 36 | 570 - 954 | 4.4 - 7 |
| | φ26 | 29.3 | 36.3 | 37.9 | 44.3 | 22.9 | 713 | 6.7 |
| 27.9 - 31.3 | | 32.3 - 41.4 | 28 - 55 | 31 - 59 | 13 - 42 | 634 - 802 | 4.8 - 8.5 | |
| φ32 | 34.4 | 41.8 | 44.6 | 51.0 | 26.1 | 822 | 6.9 | |
| | 32.9 - 36.8 | 38.3 - 45.8 | 28 - 59 | 34 - 65 | 17 - 37 | 714 - 933 | 5.3 - 8.5 | |
| | φ42 | 45.5 | 56.7 | 54.7 | 63.1 | 25.2 | 778 | 5.6 |
| 42.7 - 48.2 | | 50.0 - 62.9 | 32 - 87 | 38 - 94 | 0 - 50 | 628 - 923 | 3.9 - 9.2 | |

表の上段数値は平均値を、下段左は最小値を右は最大値を示す。

表-3 製材後の型式ごとの本数、密度、ヤング係数、曲がり、反り、幅そり

| 型式 | 本数 | 密度 (kg/m ³) | ヤング係数 (GPa) | 含水率 (%) | 曲がり (mm/m) | 反り (mm/m) | 幅そり (mm/m) |
|-----|-----|----------------------------|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 204 | 228 | 596 | 6.8 | 65.6 | 1.1 | 3.5 | - |
| | | 439 - 957 | 2.9 - 11.6 | 31.5 - 128.5 | 0-5.6 | 0-23.3 | - |
| 206 | 103 | 679 | 7.5 | 81.7 | 0.3 | 2.8 | - |
| | | 463 - 974 | 4.0 - 11.0 | 41.5 - 132.0 | 0-2.5 | 0-16.0 | - |
| 208 | 193 | 677 | 6.7 | 81.7 | 0.6 | 2.3 | - |
| | | 455 - 1017 | 3.7 - 10.6 | 36.0 - 132.5 | 0-2.8 | 0-6.9 | - |
| 210 | 133 | 691 | 6.3 | 89.2 | 0.6 | 1.8 | - |
| | | 466 - 1011 | 3.5 - 11.6 | 39.0 - 132.0 | 0-2.1 | 0-5.2 | - |
| 212 | 133 | 678 | 5.7 | 87.0 | 0.6 | 1.5 | - |
| | | 449 - 1056 | 3.3 - 10.1 | 41.5 - 133.0 | 0-2.7 | 0-4.4 | - |

表の上段数値は平均値を、下段左は最小値を右は最大値を示す。

表-4 人工乾燥後の型式ごとの本数、密度、ヤング係数、曲がり、反り、幅そり

| 型式 | 本数 | 密度 (kg/m ³) | ヤング係数 (GPa) | 含水率 (%) | 曲がり (mm/m) | 反り (mm/m) | 幅そり (mm/m) |
|-----|-----|----------------------------|----------------|------------|---------------|--------------|---------------|
| 204 | 228 | 393 | 7.9 | 11.3 | 2.1 | 3.0 | 0.6 |
| | | 308 - 492 | 3.8 - 12.9 | 9.0 - 20.0 | 0-22.7 | 0-11.6 | 0-15.3 |
| 206 | 103 | 383 | 8.5 | 11.3 | 1.3 | 2.7 | 1.0 |
| | | 311 - 556 | 5.1 - 12.2 | 9.5 - 18.0 | 0-12.5 | 0-11.2 | 0-20.2 |
| 208 | 193 | 378 | 7.7 | 11.1 | 1.3 | 2.9 | 4.6 |
| | | 250 - 460 | 4.8 - 12.0 | 8.5 - 15.5 | 0-12.5 | 0-11.5 | 0-18.1 |
| 210 | 133 | 380 | 7.4 | 11.5 | 1.4 | 2.6 | 5.2 |
| | | 296 - 569 | 4.1 - 13.1 | 9.0 - 17.0 | 0-6.0 | 0-9.2 | 0-16.5 |
| 212 | 133 | 370 | 6.7 | 11.5 | 1.0 | 2.3 | 5.1 |
| | | 309 - 453 | 4.2 - 11.7 | 9.5 - 18.5 | 0-4.9 | 0-7.5 | 0-15.2 |

表の上段数値は平均値を、下段左は最小値を右は最大値を示す。

表-5 寸法調整後の型式ごとの本数、密度、ヤング係数、曲がり、反り、幅そり

| 型式 | 本数 | 密度 (kg/m ³) | ヤング係数 (GPa) | 含水率 (%) | 曲がり (mm/m) | 反り (mm/m) | 幅そり (mm/m) |
|-----|-----|----------------------------|----------------|------------|---------------|--------------|---------------|
| 204 | 190 | 398 | 8.1 | 14.6 | 0.9 | 1.9 | 0 |
| | | 313-443 | 3.9-12.4 | 10.5-21.5 | 0-6.3 | 0-7.0 | |
| 206 | 96 | 387 | 8.4 | 14.8 | 0.6 | 1.6 | 0 |
| | | 316-443 | 4.9-11.8 | 10.5-19.5 | 0-2.5 | 0-10.8 | |
| 208 | 184 | 383 | 7.5 | 14.0 | 0.6 | 1.9 | 0 |
| | | 304-470 | 4.4-11.8 | 10.0-22.5 | 0-2.5 | 0-8.5 | |
| 210 | 121 | 378 | 7.3 | 13.7 | 0.2 | 1.7 | 0 |
| | | 301-460 | 4.5-12.9 | 10.0-19.0 | 0-1.1 | 0-5.6 | |
| 212 | 127 | 372 | 6.5 | 14.6 | 0.2 | 1.6 | 0 |
| | | 311-461 | 4.0-11.1 | 10.0-20.0 | 0-0.9 | 0.2-5.5 | |

表の上段数値は平均値を、下段左は最小値を右は最大値を示す。

参考文献

- 1) 木質の物理、日本木材学会編、文永堂出版、p108

県産材を用いた直交集成板 (CLT) の開発に関する研究 — CLT (S30-3-3) の試作製造におけるスギラミナの品質性能 —

平成 27 年度～平成 29 年度
木材チーム 小谷 公人

1. 目 的

近年、欧州で開発された新しい木質構造用材料 直交集成板 (Cross Laminated Timber 以下、CLT と記す) が、わが国においても中高層の新たな都市型木造建築を可能にし、低炭素社会の実現に貢献すると注目されている。この新しい木質構造用材料については、平成 25 年 12 月に「直交集成板の日本農林規格」(以下、CLT-JAS と記す) として制定されたことを受け、本県においても、県産材の需要拡大に寄与することが期待されている。

そこで、本年度は、大分大学と共同で県産スギを用いた CLT の試作を行う過程で、CLT-JAS に基づくスギひき板 (以下、ラミナと記す) の品質性能データを収集したので報告する。

2. 試験方法

1) 供試ラミナの縦振動ヤング係数の測定

供試ラミナは、日田市内の集成材工場が幅はぎ集成パネルを製造しているスギラミナである。丸太製材後、人工乾燥したスギ粗ラミナの平均的寸法は厚さ 36mm、幅 160mm、長さ 4,000mm で、心持ち粗ラミナと心去り粗ラミナとに分けられていた。

この粗ラミナの縦振動ヤング係数 (以下、 $r-E_{fr}$ と記す) 分布を把握するため、心持ちと心去りの粗ラミナ各 500 枚、計 1,000 枚の寸法、含水率、重量、固有振動数を測定した。

含水率は高周波式木材水分計 (株式会社科学研究所製、HM-520) で、縦振動ヤング係数は FFT シグナルアナライザー (リオン株式会社製、SA-77) で固有振動周波数を測定し算出した (写真-1)。

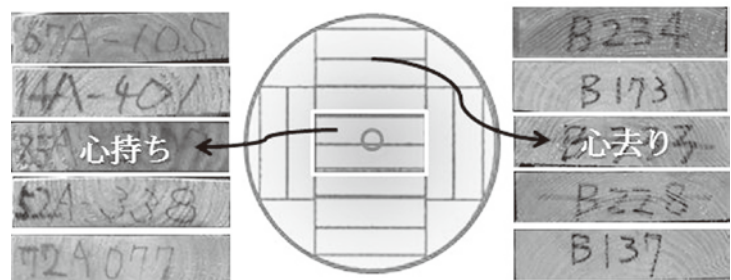


図-1 製材の粗ラミナ区分

2) 試作 CLT の仕様と $r-E_{fr}$ 以外のラミナ品質の測定

試作するスギ CLT の目標仕様は、縦つぎのない (以下、NJ と記す) ラミナを幅はぎ接着した A 種構成 S30-3-3、仕上がり寸法は厚さ 90mm、幅 1,000mm、長さ 3,000mm とした。

この S30-3-3 CLT を試作製造するため、 $r-E_{fr}$ を測定した粗ラミナ 1,000 枚の中から $r-E_{fr}$ 値が低い順に 300 枚を購入した。この粗ラミナについて、 $r-E_{fr}$ が低いほうから 120 枚を選び、集中節径比 (写真-2)、幅面の材縁部の節径比、繊維走向の傾斜比、割れ (木口貫通・その他)、曲がりの 6 項目を測定し、CLT-JAS に準じ格付をした。この $r-E_{fr}$ の平均値と分散がほぼ同じになるよう 8 枚で 1 組、計 15 組に分けた。



写真-1 各粗ラミナの性状の測定

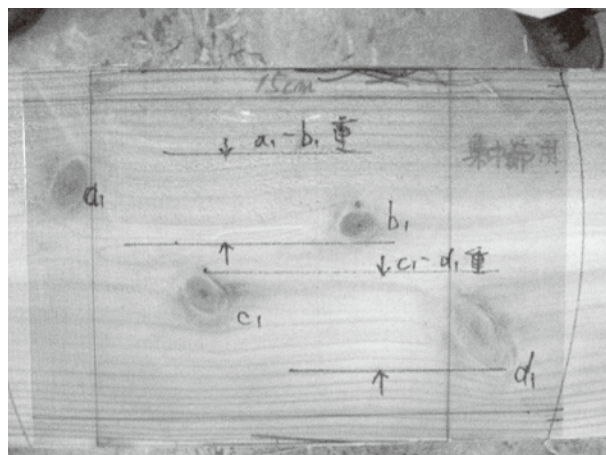


写真-2 CLT-JAS 目視等級品質測定 (集中節)

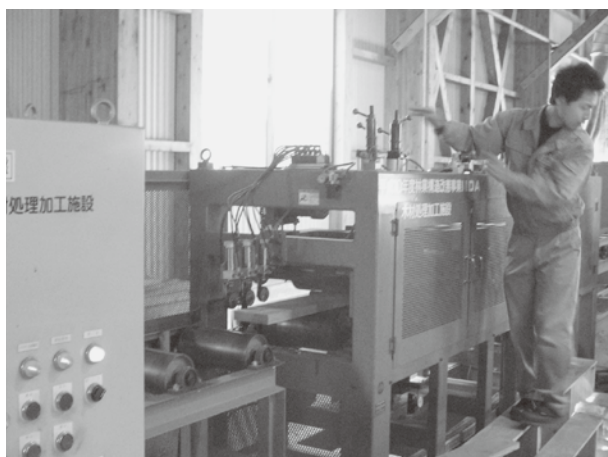


写真-3 グレーディングマシンによる測定



写真-4 3層3プライ CLT の試作

3) 試作 CLT の製造工程とグレーディングマシンおよび機械等級区分機によるヤング係数の測定

CLT の試作は、日田市内の集成材工場で行った。品質測定後の粗ラミナ 120 枚のうち、曲りの矢高が 10mm を超えた、または含水率が 20%以上だった 8 枚を省いた 112 枚をモルダーで厚さ 31.5mm、幅 145mm、長さ約 4,000mm に仕上げ、幅はぎプライ用ラミナとした。その後、グレーディングマシン (飯田工業(株)製、MGFE-251) で幅はぎプライ用ラミナを連続して長さ方向に移動させながら曲げヤング係数を測定し長さ方向のヤング係数の平均値 (以下、 $s-E$ と記す) を求めた (写真-3)。また、この幅はぎプライ用ラミナについて、縦振動ヤング係数 (以下、 $s-E_{fr}$ と記す) および機械等級区分機 (株エーティーエー製、HG-2001) によって測定されるヤング係数 (以下、 $s-E_{fr-GM}$ と記す) も求めた。

$r-E_{fr}$ で 8 枚 1 組に分けたラミナのうち 7 枚を幅はぎプライに用い、1 枚をラミナ曲げ試験等の試料用にした。幅はぎプライは、長さ 3,050mm に切断した幅はぎプライ用ラミナ 7 枚の片側の側面に水性高分子イソシアネート系木材接着剤 (株オーシカ製、ピーアイボンド TP-111) をハンドローラーで塗布した後、圧縮圧 0.75MPa とした高周波プレスで所定時間圧縮し作製した。その後、幅はぎプライの縦振動ヤング係数 (以下、 $p-E_{fr}$ と記す) を測定した。

この幅はぎプライをプレーナー及びワイドベルトサンダーで厚さ約 30mm に仕上げた後、弱軸プライ用に長さ 1,005mm で切断した。積層は、幅はぎに用いた接着剤をロールコーターで幅はぎパネルの

片側の積層面に塗布し、圧縮圧 0.65MPa としたコールドプレスで所定時間圧縮した。解压後、幅 1,000mm、長さ 3,000mm にし CLT とした（写真-4）。その後、この CLT の強軸方向の動的ヤング係数（以下、 $clt-E_{fr}$ と記す）を測定した。

3. 結果および考察

1) 粗ラミナの $r-E_{fr}$

粗ラミナについて、性状を表-1 に示す。心持ちと心去りで寸法、重量、密度には大きな差異は認められなかった。平均含水率は心持ち 15.1%、心去り 13.5% であった。粗ラミナの密度と $r-E_{fr}$ の関係を図-2 に示す。密度と $r-E_{fr}$ とは低い正の相関が認められた。 $r-E_{fr}$ の平均値、変動係数（以下、C.V. と記す）は、心持ち粗ラミナ 6.81kN/mm² (C.V. 21.6%)、心去り粗ラミナ 8.17kN/mm² (C.V. 20.8%) であった。この $r-E_{fr}$ の平均値は、大曲り材をさや挽きし乾燥した厚さ 30mm、幅 124mm、長さ約 4,020mm の集成材用県産スギラミナの縦振動ヤング係数の平均値 7.97kN/mm² (C.V. 24.6%)¹⁾ に比べ、心持ちで 1.16kN/mm² 低く、心去りで 0.20 kN/mm² 高かった。 $r-E_{fr}$ 出現頻度の分布を図-3 に示す。

表-1 心持ちと心去りの各粗ラミナの性状

| 粗ラミナ区分 | 測定数 | 寸法 | | | 重量 (kg) | 平均含水率 (%) | 密度 (kg/m ³) | 動的ヤング係数 E_{fr} (kN/mm ²) | |
|--------|--------|-----------|------------|------------|------------|--------------|----------------------------|--|-------|
| | | 幅 (mm) | 厚さ (mm) | 長さ (mm) | | | | | |
| 心持ち | n= 500 | 平均値 | 161.9 | 35.9 | 4,045 | 10.2 | 15.1 | 434.8 | 6.81 |
| | | 標準偏差 | 1.2 | 0.5 | 14.4 | 1.0 | 4.2 | 44.3 | 1.47 |
| | | C.V.% | 0.7 | 1.3 | 0.3 | 10.1 | 28.0 | 10.1 | 21.6 |
| | | 最小値 | 157.4 | 33.2 | 3,934 | 7.9 | 9.0 | 314.0 | 3.27 |
| | | 最大値 | 165.2 | 39.4 | 4,058 | 12.5 | 27.5 | 527.9 | 11.07 |
| 心去り | n= 500 | 平均値 | 160.7 | 35.9 | 4,048 | 10.2 | 13.5 | 436.9 | 8.17 |
| | | 標準偏差 | 1.0 | 0.8 | 8.2 | 1.0 | 2.8 | 42.4 | 1.71 |
| | | C.V.% | 0.5 | 2.1 | 0.2 | 9.5 | 20.9 | 9.7 | 20.8 |
| | | 最小値 | 156.8 | 32.1 | 3,998 | 7.8 | 7.5 | 322.2 | 3.66 |
| | | 最大値 | 164.3 | 38.0 | 4,079 | 12.8 | 23.2 | 555.4 | 13.87 |

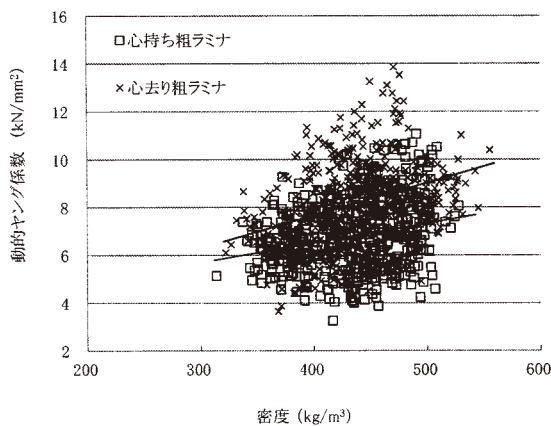
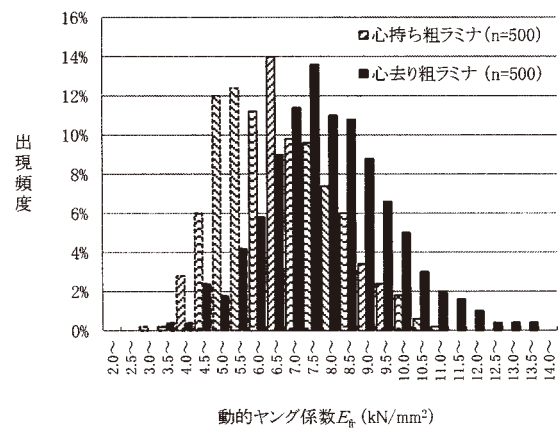


図-2 各粗ラミナの密度と $r-E_{fr}$ の関係



心持ち粗ラミナと心去り粗ラミナの $r-E_{fr}$ の平均値と分散について危険率 1% で検定（分散：F検定、平均値：t検定）を行った結果、心持ちと心去りの $r-E_{fr}$ 平均値について有意な差が認められ、心持ちの $r-E_{fr}$ 平均値は心去りのそれよりも低いことが明らかとなった。

2) $r-E_{fr}$ 以外の粗ラミナ品質

CLT-JAS のラミナの品質の区分は、目視等級区分と機械等級区分、MSR 区分（MSR 区分は当報告では検討していない。）がある。ここでは $r-E_{fr}$ が低い順に選んだ 120 枚の粗ラミナについて、目視等級および機械等級区分（ $r-E_{fr}$ 以外）によりラミナ品質の格付けを行った。結果は表-2 に示す。

目視等級区分によるラミナの品質基準には、1 荷口から無作為に抽出したラミナについて曲げまたは引張り試験を行い得られた曲げヤング係数と曲げ強さまたは引張り強さ、および測定した 6 項目（集中節径比、幅面の材縁部の節径比、繊維走向の傾斜比、木口貫通割れ、曲がり）と、腐れ、変色などが規定され 1 等、2 等、等外に分別される。機械等級区分によるラミナの品質の区分には、曲げヤング係数以外に 1 荷口から無作為に抽出したラミナについて、曲げ又は引張り試験を行い得られた曲げ又は引張り強さ、および測定した 6 項目のうちの 3 項目（貫通割れ、幅面の材縁部の節径比、曲がり）と、腐れ、変色などが規定され「異等級構成の外層及び同一等級構成に用いるもの」（以下、外層グレードと記す）と「異等級構成の内層用に用いるもの」（以下、内層グレードと記す）及び等外に分別される。これら評価対象で基準を満たさなかったラミナは、基準を満たすように欠点を除き、フィンガージョイント（以下、FJ と記す）などで縦つぎすれば用いることが可能となる。

表-2 各区分種別による強度性能以外のラミナの品質を満たすラミナの適合数と出現頻度

| 区分種別 (測定数) | ラミナ品質 | | 測定項目別 | | | | |
|-----------------|--------|----------------------|--------------|--------------|----------------|---------------|---------------|
| | 基準区分 | 全評価項目 適合数 出現頻度 | 節径比 | | 繊維走向 傾斜比 | 割れ 木口貫通 | 曲がり |
| | | | 集中節 | 幅面材縁部 | | | |
| 目視等級 (n=120) | 1等 | 8 6.7 % | 52 43.3 % | 20 16.7 % | 120 100.0 % | 117 97.5 % | 102 85.0 % |
| | 2等 | 53 44.2 % | 34 28.3 % | 61 50.8 % | 0 0.0 % | 1 0.8 % | 17 14.2 % |
| | 等外 | 59 49.2 % | 34 28.3 % | 39 32.5 % | 0 0.0 % | 2 1.7 % | 1 0.8 % |
| | 外層グレード | 15 12.5 % | - | 20 16.7 % | - | 117 97.5 % | 102 85.0 % |
| 機械等級 (n=120) | 内層グレード | 64 53.3 % | - | 61 50.8 % | - | 1 0.8 % | 17 14.2 % |
| | 等外 | 41 34.2 % | - | 39 32.5 % | - | 2 1.7 % | 1 0.8 % |

3) $r-E_{fr}$ 、 $s-E$ 、 $s-E_{fr}$ 、 $s-E_{fr-GM}$ の関係

粗ラミナ 120 枚中、曲がり 10mm 以上で 1 枚、含水率 20% 以上で 7 枚の計 8 枚が省かれた。このため、 $s-E$ および $s-E_{fr-GM}$ を測定できたのは 112 枚であった。 $r-E_{fr}$ と $s-E_{fr}$ 、 $s-E_{fr-GM}$ の関係を図-4 に示す。各 E_{fr} と $s-E_{fr-GM}$ とは高い正の相関が認められた。これら 112 枚のラミナ $s-E_{fr-GM}$ は、CLT-JAS の M30A ラミナのヤング係数の下限値 2.5 kN/mm² を全て上回っていた。

$s-E$ と $s-E_{fr-GM}$ 、 $s-E_{fr}$ 、 $r-E_{fr}$ の各出現数を図-5 に示す。 $s-E$ とラミナ E_{fr-GM} の各出現数の分布は、ラミナ E_{fr-GM} の出現数分布が低い値側にシフトする傾向が見受けられた。

これらのことから、 $r-E_{fr}$ や $s-E_{fr}$ で CLT-JAS に準じたラミナの曲げヤング係数を推定できると思われる。

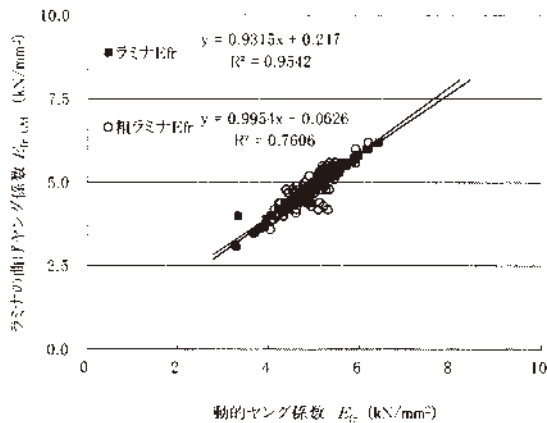


図-4 各 E_{fr} と $s-E_{fr-GM}$ の関係

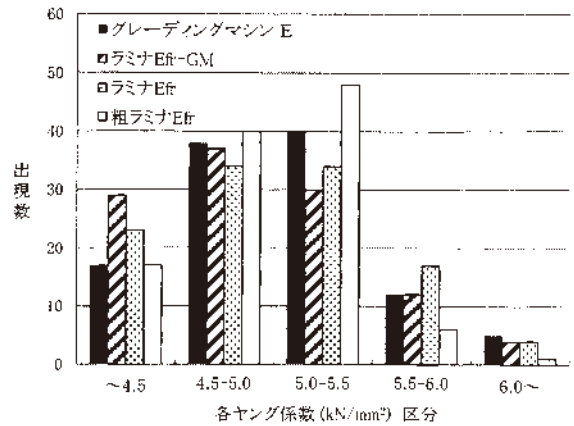


図-5 各ヤング係数の出現数

4) 県産 CLT の試作における節の影響および $s-E_{fr-GM}$ による構成

目視等級区分によるラミナの品質の基準について、今回測定した6項目で格付けした結果、1等6.7%、2等44.2%、等外49.2%であった。また、機械等級区分によるそれは、外層グレード12.6%、内層グレード53.3%、等外34.2%であった。評価した項目のうち、基準を満たさなかった事項のうち最多だったのは、幅面材縁部の節径比で32.5%、次いで集中節径比が28.3%であった。このことから、強度性能以外の等外評価事項では節に関連する事項が主であることがわかった。また、目視等級区分では等外ラミナが約50%出現するのに対し、機械等級区分では約34%となることがわかった。機械等級区分による品質区分は、CLT 製造時のラミナの歩留まり向上において有効であると考えられた。

このことから、当初目標仕様としたNJラミナによるS30-3-3は、CLT-JASの等級区分機によるラミナ品質区分に準じるとヤング係数の基準は満たすものの、節の基準で外層グレードに区分される割合が低く試作困難なことがわかった。

よって、機械等級区分によるラミナ品質区分に準じると節に関する事項でNJラミナが不足することから、今回の県産スギ CLT 試験体の仕様は、節の品質基準を無視したNJラミナを用いS30-3-3を4体試作した。試作したCLT 試験体の $r-E_{fr}$ および $s-E_{fr-GM}$ 、 $p-E_{fr}$ 、 $clt-E_{fr}$ を表-3に示す。

表-3 試作したCLTの $s-E_{fr-GM}$ および製造工程時の E_{fr}

| | No.1 | | | | No.2 | | | | No.3 | | | | No.4 | | | |
|-------|----------|-------------|------------|----------|----------|-------------|------------|----------|----------|-------------|------------|----------|----------|-------------|------------|----------|
| | 粗ラミナ | ラミナ | 幅はぎ ブライ | CLT | 粗ラミナ | ラミナ | 幅はぎ ブライ | CLT | 粗ラミナ | ラミナ | 幅はぎ ブライ | CLT | 粗ラミナ | ラミナ | 幅はぎ ブライ | CLT |
| | E_{fr} | E_{fr-GM} | E_{fr} | E_{fr} | E_{fr} | E_{fr-GM} | E_{fr} | E_{fr} | E_{fr} | E_{fr-GM} | E_{fr} | E_{fr} | E_{fr} | E_{fr-GM} | E_{fr} | E_{fr} |
| 強軸(1) | 4.23 | 4.4 | | | 5.02 | 4.9 | | | 5.16 | 5.3 | | | 4.53 | 4.4 | | |
| | 4.60 | 4.4 | | | 5.24 | 4.8 | | | 5.11 | 5.2 | | | 4.86 | 4.4 | | |
| | 4.91 | 4.4 | | | 4.77 | 4.8 | | | 5.45 | 5.2 | | | 4.85 | 4.4 | | |
| | 5.19 | 4.3 | 4.71 | | 4.85 | 4.8 | 4.96 | | 5.13 | 5.3 | 5.01 | | 4.82 | 4.5 | 4.38 | |
| | 4.25 | 4.4 | | | 4.91 | 4.8 | | | 5.08 | 5.3 | | | 4.81 | 4.4 | | |
| | 4.62 | 4.4 | | | 4.61 | 4.9 | | | 5.15 | 5.3 | | | 4.58 | 4.5 | | |
| | 4.42 | 4.4 | | | 4.75 | 4.9 | | | 5.11 | 5.2 | | | 4.73 | 4.5 | | |
| | 5.28 | 4.2 | | | 4.37 | 4.8 | | | 5.09 | 5.2 | | | 4.94 | 5.0 | | |
| | 4.58 | 4.1 | | | 5.13 | 4.8 | | | 4.87 | 5.2 | | | 4.78 | 5.0 | | |
| | 4.18 | 4.0 | | | 4.56 | 4.7 | | | 5.15 | 5.1 | | | 5.03 | 5.1 | | |
| 弱軸 | 5.07 | 4.2 | 4.80 | 2.95 | 4.87 | 4.8 | 4.39 | 3.55 | 5.22 | 5.1 | 5.47 | 3.55 | 5.10 | 5.1 | 4.74 | 3.71 |
| | 4.59 | 4.2 | | | 4.96 | 4.8 | | | 5.25 | 5.1 | | | 4.89 | 4.9 | | |
| | 4.92 | 4.3 | | | 4.87 | 4.7 | | | 5.18 | 5.1 | | | 5.01 | 5.0 | | |
| | 4.11 | 4.2 | | | 4.51 | 4.8 | | | 5.03 | 5.1 | | | 5.19 | 5.0 | | |
| | 4.30 | 4.0 | | | 4.76 | 4.6 | | | 5.06 | 4.9 | | | 5.27 | 5.5 | | |
| 強軸(2) | 3.66 | 3.5 | | | 4.66 | 4.6 | | | 4.96 | 4.9 | | | 5.28 | 5.5 | | |
| | 4.11 | 4.0 | | | 4.77 | 4.6 | | | 5.16 | 4.9 | | | 5.45 | 5.5 | | |
| | 3.27 | 3.1 | 3.74 | | 4.58 | 4.7 | 4.93 | | 4.76 | 4.9 | 5.14 | | 5.16 | 5.5 | 5.81 | |
| | 4.05 | 3.9 | | | 4.98 | 4.7 | | | 5.04 | 4.9 | | | 5.31 | 5.6 | | |
| | 4.02 | 3.6 | | | 4.51 | 4.7 | | | 5.21 | 4.9 | | | 5.27 | 5.5 | | |
| | 4.10 | 3.9 | | | 4.42 | 4.7 | | | 4.87 | 4.9 | | | 5.43 | 5.6 | | |

4. まとめ

- (1) 県産スギのラミナ $s-E_{tr-GW}$ は、CLT-JAS の M30A のラミナのヤング係数の下限値 2.5kN/mm^2 を全て上回っていた。県産スギで CLT の製造は可能であることがわかった。
- (2) 製材後の粗ラミナを心持ちと心去りで区分することで、低いヤング係数のラミナを効率的に選択できることがわかった。
- (3) 等級区分機によるラミナの品質区分は、目視等級区分よりも CLT 製造時のラミナの歩留まりにおいて有効であることがわかった。
- (4) 心持ち粗ラミナでは、CLT-JAS の等級区分機によるラミナ品質区分に準じると、M30A ラミナのヤング係数の下限値 2.5kN/mm^2 を満足するものの、幅面の材縁部の節径比により等外と区分される割合が多かった。

5. 終わりに

今後、この県産スギNJラミナ CLT 試験体 S30-3-3 の強度性能を強度試験で検討する。

参考文献

- 1) 城井秀幸ら, 大分県産スギ材の強度特性 (第3報) -構造用集成材の強度性能-, 九大農学芸誌 60 1: 13-34 (2005)

県産スギ大径材の有効利用技術に関する研究

—中温乾燥した心去り構造材の材質—

平成27年度～平成29年度

木材チーム 河津 渉

1. 目的

当県のスギ資源は10齢級をピークとした山形をしており、高齢級林の割合が高くなっている。

これに伴い径30cmを超える大径材の生産割合が高くなっているが、特に40cmを超えると需要が少ない。これは県内の製材所の多くが中目（24～28cm）以下の径の丸太に適した製材方法をとってきたことによるものと考えられる。

そこで、大径材の需要拡大を図るための新たな利用方法の一つとして意匠性の高い心去り構造材生産のための技術開発を行う。

なお、今年度は宮崎県木材協同組合連合会が総括として、岩手県、長野県、静岡県、奈良県、熊本県、鹿児島県と共同で行う農林水産省の「木材需要拡大緊急対策事業—新規木材需要創出事業—CLT等新たな木質部材・工法の開発等支援事業」に、大分県木材協同組合連合会と共同研究契約を結び共同で参加した。

2. 試験方法

試験用原木は、末口径42cm以上、材長4.1m以上とし県南部地区及び西部地区から各15本、計30本を調達し、原木の寸法（材長、末・元口径）、重量、固有振動数及び年輪数を測定した。図-1の木取りで製材し、地区毎に正角材（130×125×4,000mm）30本、平角材（265×125×4,000mm）15本計正角材60本、平角材30本を試験材とした。

製材後は寸法（長さ、幅、厚さ以下同じ）、重量、矢高、固有振動数及び高周波水分計（櫛ケツト科学研究所製、HM-520）で含水率を測定した。

なお、製材は各地区の製材所で行い、側面定規挽きで修正挽きを行った。

乾燥は中温乾燥で正角材は図-2のとおり17日間、平角材は図-3のとおり22日間のスケジュールで行った（写真-1）。

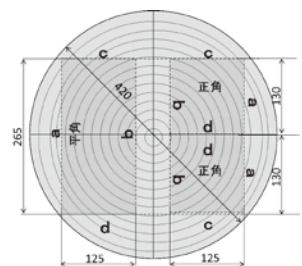


図-1 木取り

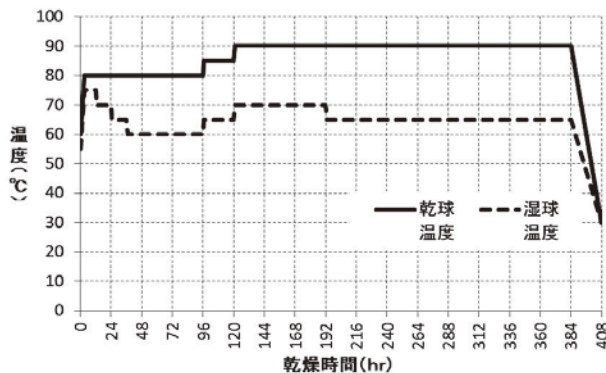


図-2 乾燥スケジュール（正角）

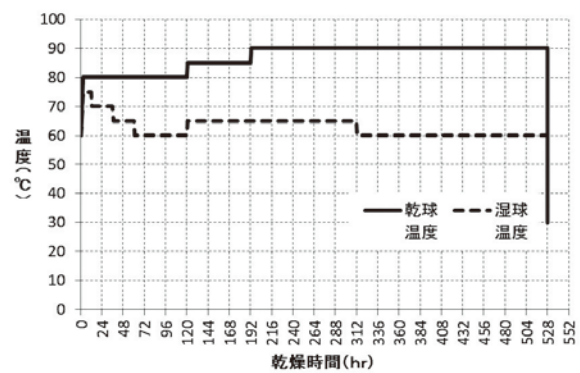


図-3 乾燥スケジュール（平角）

乾燥後に寸法、重量、矢高、表面割れ、固有振動数及び含水率を測定した。

養生は室内で10日間行い、寸法、重量、矢高、表面割れ及び含水率を測定した。

その後、全ての試験材の両木口から50cm程度の位置で2cm厚の板を取り出し内部割れ、平均年輪幅及び全乾法で含水率（以下全乾含水率という）を測定した。

切断後の製材品は、日田木材協同組合のモルダーで正角材は寸法105×105×3,000mm、平角材は寸法240×105×3,000mmに仕上げて、寸法、重量、矢高、表面割れ、固有振動数及び含水率を測定した（写真－2）。



写真－1 乾燥状況（平角）



写真－2 測定状況（仕上げ後）

3. 結果及び考察

1) 原木の測定結果

原木の測定結果を表－1に示す。南部地区の年輪幅が西部地区に比べて大きく、重量及びヤング係数は逆の傾向を示した。

表－1 原木の測定結果

| 原木 | 調達本数 (本) | 末元口 平均直径 (cm) | 材長 (m) | 平均 | | | |
|------|-------------|---------------------|-----------|--------------|------------------------------------|-------------|----------------|
| | | | | 重量 (kg/本) | みかけの 密度 (kg/m ³) | 年輪幅 (mm) | ヤング係数 (Gpa) |
| 南部地区 | 15 | 45.8 | 4.17 | 596.1 | 708 | 4.7 | 5.38 |
| 西部地区 | 15 | 46.0 | 4.24 | 678.1 | 712 | 3.6 | 6.08 |
| 計 | 30 | 45.9 | 4.21 | 637.1 | 710 | 4.1 | 5.73 |

2) 製材品の行程毎の測定結果

(1) 製材後

製材後の測定結果を表－2に示す。ヤング係数はいずれの材も上昇した。これは原木のヤング係数の内部分布が均一でないことから生じたものだと考えられる。

表－2 製材後の測定結果

| 区分 | 地区 | 本数 | 寸法(mm) | | | 重量 (kg) | 密度 (kg/m ³) | ヤング係数 (GPa) | 含水率 (%) |
|-----|----|----|--------|-------|-------|------------|----------------------------|----------------|------------|
| | | | 材長 | 幅 | 厚さ | | | | |
| 正角材 | 南部 | 30 | 4,084 | 132.3 | 127.3 | 45.59 | 663 | 5.78 | 116.4 |
| | 西部 | 30 | 4,094 | 130.6 | 126.1 | 44.89 | 665 | 6.89 | 101.6 |
| | 全体 | 60 | 4,089 | 131.5 | 126.7 | 45.24 | 664 | 6.33 | 109.0 |
| 平角材 | 南部 | 15 | 4,100 | 267.2 | 127.7 | 96.99 | 693 | 5.57 | 122.9 |
| | 西部 | 15 | 4,095 | 265.5 | 126.0 | 93.56 | 683 | 6.68 | 101.1 |
| | 全体 | 30 | 4,098 | 266.1 | 126.8 | 95.28 | 689 | 6.23 | 112.0 |

(2) 乾燥後

乾燥後の測定結果を表-3に示す。含水率平均はいずれも15%以下となった。地区別に見ると南部材が高い傾向を示した。これは乾燥前の含水率の影響だと考えられる。

収縮率の平均は正角材ではa面3.1%、b面2.5%、c面3.0%、d面2.1%、平角材ではa面3.0%、b面2.5%、c面2.9%、d面3.0%となり、材面毎に差があった。

ヤング係数は製材後に比べ1割程度上昇した。これは乾燥によるものだと考えられる。

養生後は乾燥後より重量が平均で0.6%程度大きくなった。

表-3 乾燥後の測定結果

| 区分 | 地区 | 本数 | 寸法(mm) | | | 重量(kg) | 密度(kg/m ³) | ヤング係数(GPa) | 含水率(%) |
|-----|----|----|--------|-------|-------|--------|------------------------|------------|--------|
| | | | 材長 | 幅 | 厚さ | | | | |
| 正角材 | 南部 | 30 | 4,090 | 128.9 | 124.1 | 23.79 | 363 | 6.57 | 13.3 |
| | 西部 | 30 | 4,091 | 126.5 | 122.8 | 24.31 | 382 | 8.00 | 9.1 |
| | 全体 | 60 | 4,091 | 127.7 | 123.5 | 24.05 | 373 | 7.28 | 11.2 |
| 平角材 | 南部 | 15 | 4,096 | 260.7 | 124.0 | 49.89 | 377 | 6.28 | 14.9 |
| | 西部 | 15 | 4,092 | 257.4 | 122.1 | 50.49 | 393 | 7.58 | 9.0 |
| | 全体 | 30 | 4,094 | 259.0 | 123.0 | 50.19 | 385 | 6.93 | 12.0 |

(3) 仕上げ後

仕上げ後の測定結果を表-4に示す。密度及び含水率が乾燥後より上昇したが、これは含水率の低い外周部を削ったためだと考えられる。

表-4 仕上げ後の測定結果

| 区分 | 地区 | 本数 | 寸法(mm) | | | 重量(kg) | 密度(kg/m ³) | ヤング係数(GPa) | 含水率(%) |
|-----|----|----|--------|-------|-------|--------|------------------------|------------|--------|
| | | | 材長 | 幅 | 厚さ | | | | |
| 正角材 | 南部 | 30 | 2,997 | 105.2 | 105.3 | 12.40 | 373 | 6.45 | 16.9 |
| | 西部 | 30 | 2,996 | 105.3 | 105.3 | 13.13 | 395 | 8.21 | 12.6 |
| | 全体 | 60 | 2,996 | 105.3 | 105.3 | 12.76 | 384 | 7.33 | 14.7 |
| 平角材 | 南部 | 15 | 3,002 | 239.4 | 105.5 | 29.52 | 390 | 6.35 | 17.5 |
| | 西部 | 15 | 3,002 | 239.7 | 105.4 | 30.61 | 403 | 7.61 | 13.4 |
| | 全体 | 30 | 3,002 | 239.5 | 105.4 | 30.06 | 396 | 6.98 | 15.4 |

3) 製材品の材質

(1) 全乾含水率

養生後の全乾含水率と製材時の重量を図-4に示す。製材時の重量と全乾含水率は正の相関にあり、近似式から全乾含水率15%の時の重量は正角材54kg、平角材105kgとなった。

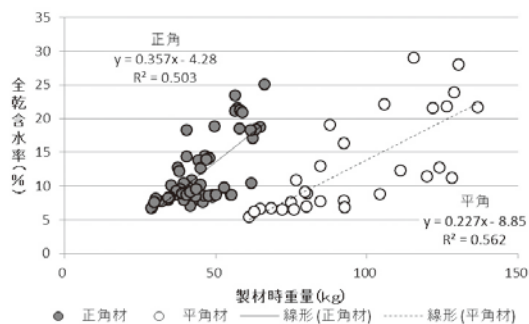


図-4 製材時重量と全乾含水率

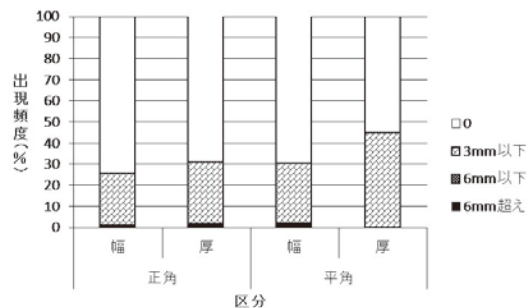


図-5 矢高の区分毎の出現頻度

(2) 矢高

最大矢高の区分毎の出現頻度を図-5に示す。矢高は乾燥後に大きくなったが、仕上げ後には共同調査研究委員会で定めた規格の材長の1/1,000である3mmを超える材は少なかった。

(3) 表面割れ

仕上げ後の表面割れの長さ区分毎の発生頻度を図-6に示す。正角材は1割以下と少なかった。平角材の幅方向では4割程度あったが材長の1/2を超えるものは少なかった。

(4) 内部割れ

内部割れの割れ長さ区分毎の発生頻度を図-7に示す。正角材は1割以下と少ないが、平角材は3割程度あった。なお、内部割れのある正角材及び平角材の木口面を写真-3及び写真-4に示す。

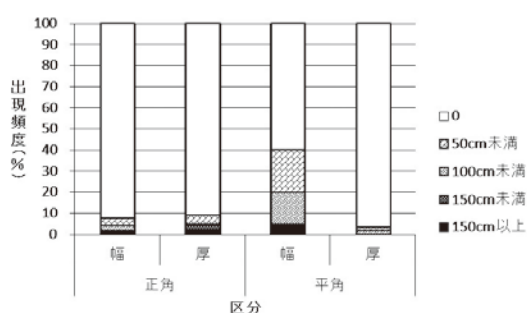


図-6 表面割れの区分毎の出現頻度(材面)

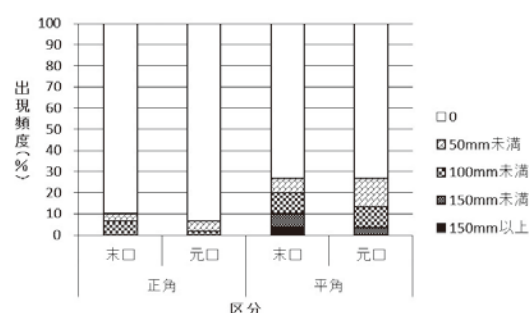


図-7 内部割れの区分毎の出現頻度

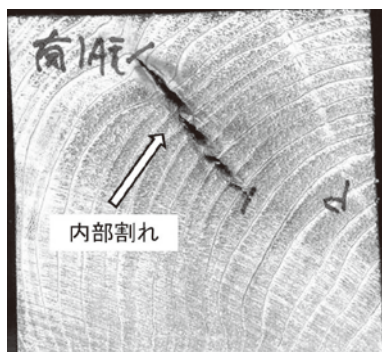


写真-3 内部割れ(正角)

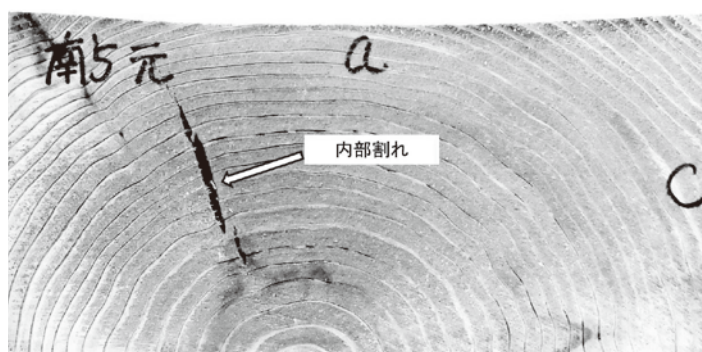


写真-4 内部割れ(平角)

4. おわりに

県産スギ大径材の活用方法として、いくらか割れがあったが心去り構造材の生産が可能であることが確認できた。

今回は中温乾燥で行い乾燥機の使用期間が長かったため、使用期間の短い高温乾燥や天然乾燥を組み合わせたセット乾燥(大分方式乾燥)などについても実証が必要だと考えられる。

なお、事業の成果は宮崎県木材協同組合連合会が平成28年3月に「スギ大径材の共同調査研究委員会事業成果報告書」として公表した。

家具利用に向けた県産スギ材の曲げ加工に関する研究

平成 27 年度～平成 28 年度
木材チーム 古曳 博也

1. 目 的

県内には複数のスギ品種が造林されており、ヤブクグリなどの品種は根元部が湾曲（以下、根曲がりという）するのが特徴である。この根曲がりしている箇所は、柱材などの建築材料として使用されていない。

一方、木製家具生産において、テーブルや椅子などの製品に湾曲部材が使われることが多い。現在は、NCルーターなどで湾曲に切削加工したり、薄い板を積層成型加工して部材が作られる。

本研究では、スギ材の曲げ加工を有効的に実施することを目的に、根曲がりした丸太から極力繊維を切らずに製材（以下、曲線挽き木取りという）し、様々な曲率で曲げ加工する実験を行う。今年度は、幅約 30 mm、厚さ約 30 mm 程度の角材を用いて、曲げ加工の可能性を調査した。

2. 試験方法

1) 供試丸太

径級 36cm 上、材長約 2 m の根曲がりした丸太 3 本供試した。品質を調べるため、「素材の日本農林規格」に準じて製材前に丸太の重量、材長、末口径、元口径、矢高、曲率半径、周波数、含水率、見かけ密度、縦振動ヤング係数を測定した。

2) 曲線挽き木取り

丸太の製材には、まず送材車付帯鋸盤 HIS-1100 型（石田鉄工所製）を用いた。根曲がりした丸太の背が下面、腹が上面になるよう送材車に設置し、図-1 に示すように、丸太の中央部の材幅 200 mm を残し、その両端を挽き幅 30mm で製材した（写真-1）。幅 30 mm の挽き板材を長さ約 1 m に切断し、それぞれの挽き板材の矢高を求めた（写真-2）。

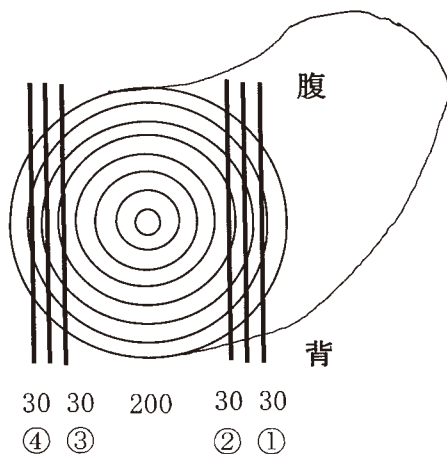


図-1 丸太の製材（単位 mm）



写真-1 丸太の製材



写真-2 挽き板材

表-1 曲線挽き用補助具の選定

| 試験体 長さ1mの 矢高 (mm/m) | | 曲線挽き 補助具の 矢高 (mm/m) |
|------------------------------|---|------------------------------|
| 5~15 | → | 10 |
| 15~25 | → | 20 |
| 25~35 | → | 30 |
| 35~45 | → | 40 |
| 45~55 | → | 50 |



写真-3 曲線挽き用補助具

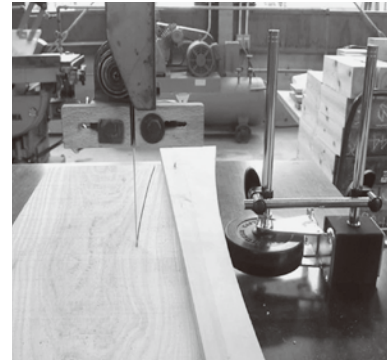


写真-4 曲線挽き木取り

曲線挽き木取りには、手動で送材するタイプの帯鋸盤（津石製作所製の700 耗バンドソー）を用いた。幅13mm、厚さ0.7mm、全長4650mm、歯先間隔9mmの帯鋸を取り付けた。幅30mmで製材した挽き板材を倒し、矢高に応じて曲線挽き補助具を選定し（表-1）、挽き板材に固定した（写真-3）。補助具の木端面を送材装置のローラーに接触させながら曲線挽きを行った（写真-4）。さらに挽き面を基準に幅30mmで平行挽きし、曲線挽き試験体を供試した。なお比較材として、木目に関係なく幅30mmで直線挽きした材

（以下、直線挽き試験体）も供試した。曲線挽き試験体および直線挽き試験体は、挽き板材1枚からそれぞれ2本、計4本作製した。曲線挽き試験体を腹側から2本作製した場合は、背側から直線挽き試験体2本を、曲線挽き試験体を背側から2本作製した場合は、腹側から直線挽き試験体2本作製した（図-2）。試験体は繊維飽和点以下の含水率になるように、60℃で16時間熱風乾燥した。

3) 蒸煮による軟化試験

幅28mm、厚さ28mm、長さ470mmの曲線挽き試験体および直線挽き試験体を用いた。写真-5に示す蒸煮装置（（有）ハイテック北村製）にて0、1、2、3、4時間蒸煮した後、迅速に取り出し万能試験機AG-100kNAR型（（株）島津製作所製）を用いて中央集中荷重の3点曲げ試験を行った。荷重速度は8mm/分、スパンは392mm、荷重方向は曲線挽き試験体は柾目面、直線挽き試験体は柾目面および板目面（木表）とした。曲げヤング係数および最大荷重時のたわみを求め、曲げやすさの指標とした。試験体の木目の傾きは、曲げ試験時の底面と木目とのなす角度で表した。また、蒸煮前後の含水率は、全乾重量から求めた。

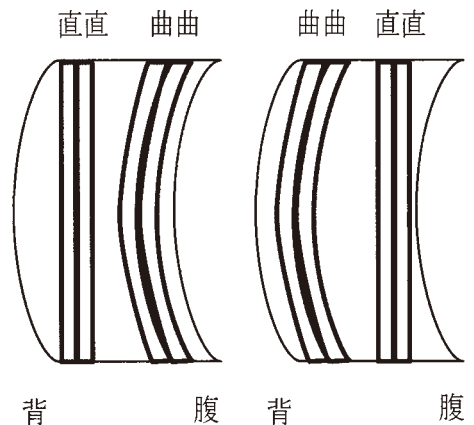


図-2 曲線挽き試験体および直線挽き試験体の木取り

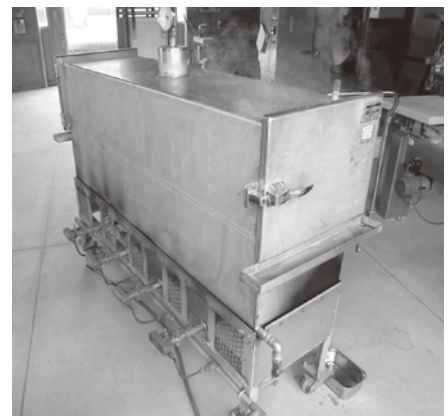
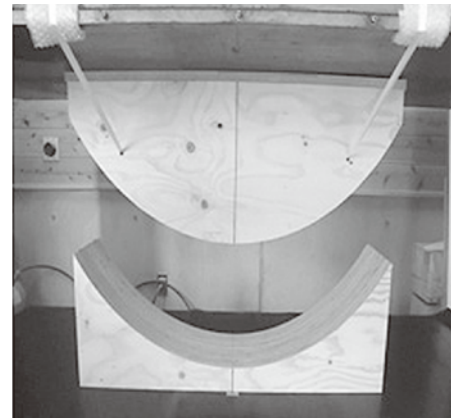


写真-5 蒸煮装置

4) 曲げ加工試験

幅 28 mm、厚さ 28 mm、長さ 940mm の曲線挽き試験体および直線挽き試験体を用いた。曲げ加工には、構造用合板で作製した曲率半径 600mm の木型を用いた（写真－6）。木型の凹面側に、帯鉄として幅 200mm、厚さ 1 mm のバネ鋼板を設置した。木型の凸面側にも同様のバネ鋼板を設置した。蒸煮装置にて試験体を 0、1、2、3、4 時間蒸煮した後、迅速に木型にセットした。圧縮方向は曲線挽き試験体は柾目面、直線挽き試験体は柾目面および板目面（木表）とし、圧縮力は 1 MPa で曲げ加工を行った。約 30 分後に試験体を木型から取り外し、損傷の有無を目視判定した。なお、試験体の木目の傾きは、曲げ加工時の凸面側と木目とのなす角度で表した。



写真－6 曲げ用木型
曲率半径 600mm

3. 結果および考察

1) 供試材の特性

供試した 3 本のスギ丸太の測定結果を表－2 に示す。材長 220～234cm に対する矢高は 125～142mm で、曲率半径に換算すると 4687～4903mm となった。また縦振動ヤング係数は 3.0～3.7GPa で、素材の日本農林規格で記載されている Ef50 (3.9～5.9 GPa) よりも低い値を示した。

表－2 供試した県産スギ丸太の測定結果

| 丸太番号 | 重量 (kg) | 材長 (cm) | 末口径 (cm) | 元口径 (cm) | 矢高 (mm) | 曲率半径 (mm) | 周波数 (Hz) | 含水率 (%) | 見かけ密度 (kg/m ³) | 縦振動ヤング係数 (GPa) |
|------|------------|------------|-------------|-------------|------------|--------------|-------------|------------|-------------------------------|-------------------|
| 1 | 176.6 | 220 | 39 | 54 | 125 | 4903 | 627.5 | 86.5 | 473 | 3.6 |
| 2 | 163.0 | 229 | 39 | 53 | 142 | 4687 | 642.5 | 53.9 | 428 | 3.7 |
| 3 | 298.3 | 234 | 45 | 61 | 142 | 4891 | 490.0 | 116.9 | 578 | 3.0 |

2) 曲線挽き木取り

送材車付帯鋸盤を用いて挽き幅 30mm で製材した挽き板材のうち、曲がりの大きい挽き板材 11 枚を選んだ。挽き板材の形状を表－3 に示す。材長 1 m に対する矢高は 27.5～46.9mm を示した。さらに、手動で送材するタイプの帯鋸盤を用いて幅 30mm で木取りした曲線挽き試験体および直線挽き試験体を写真－7、写真－8 に示す。曲線挽きは、厚み 30mm 程度の板厚であれば鋸幅 13mm の帯鋸盤で可能であることがわかった。ただ、加工精度や安全面などに考慮し、曲線挽き用補助具または曲線挽き材の木端面を送材装置のローラーに確実に接触させること、さらに帯鋸が左右にずれることなく常に中央部の位置で切断することが求められた。

表-3 挽き板試験体の形状

| 試験体番号 | 材長 (cm) | 矢高 (mm) | 試験体長さ1mの矢高 (mm/m) |
|-------|------------|------------|----------------------|
| 3-② | 113.0 | 60.0 | 46.9 |
| 1-④ | 109.0 | 55.0 | 46.2 |
| 3-① | 114.8 | 60.0 | 45.4 |
| 2-③ | 112.1 | 55.0 | 43.7 |
| 2-② | 110.0 | 51.0 | 42.1 |
| 1-③ | 109.3 | 45.0 | 37.6 |
| 2-① | 111.5 | 43.0 | 34.5 |
| 1-① | 110.0 | 39.0 | 32.2 |
| 3-③ | 113.0 | 41.0 | 32.1 |
| 1-② | 109.0 | 38.0 | 32.0 |
| 3-③ | 115.9 | 37.0 | 27.5 |



写真-7 曲線挽き試験体

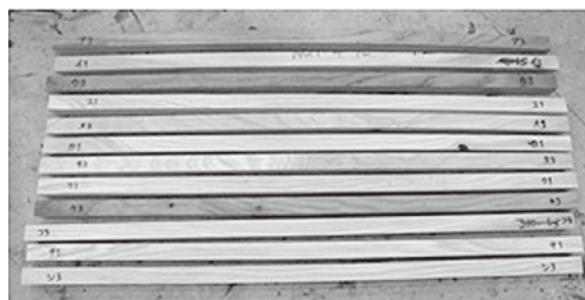


写真-8 直線挽き試験体

3) 蒸煮による軟化試験の結果

蒸煮装置にて0、1、2、3、4時間蒸煮した後の試験体の含水率（平均値）を図-3に示す。供試数は曲線挽き試験体および直線挽き試験体ともに、蒸煮0時間、2時間が各3本、蒸煮1時間、4時間が各2本、蒸煮3時間が各1本である。蒸煮前の含水率が15.1%であったものが、蒸煮することによって含水率が増し、蒸煮1時間で24.6%、2時間で37.4%を示した。蒸煮時間を3時間、4時間と長くしても大きな変化はなく、含水率はそれぞれ36.2%、37.4%を示した。

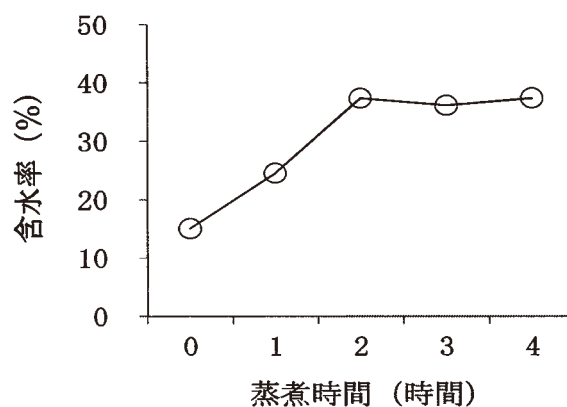


図-3 蒸煮後の含水率（平均値）

所定時間蒸煮した後に、万能試験機にて中央集中荷重の3点曲げ試験を行った。蒸煮時間ごとの曲げヤング係数の状況を図-4に示す。曲げヤング係数はたわみやすさの指標となり、数値が低いほどたわみやすいことを表す。試験体の曲げヤング係数は蒸煮することによって低い値を示し、たわ

みやすくなっていることが伺えた。蒸煮しない試験体の曲げヤング係数の平均値が 4.4GPa であったのに対し、蒸煮 1 時間で 2.8 GPa まで下がった。蒸煮を 2 時間、3 時間、4 時間と長くすると、それぞれ 3.0 GPa、2.8GPa、2.3GPa を示し暫減することがわかった。部位別でみた結果、腹側、背側の両者に有意な差は認められなかった。

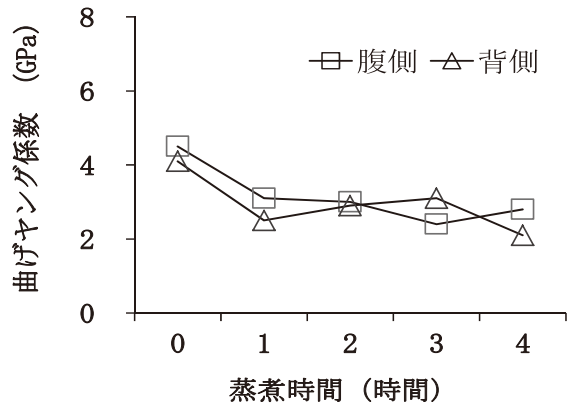


図-4 蒸煮後の曲げヤング係数

最大荷重時のたわみと木目の傾きの関係を図-5 に示す。曲線挽き試験体（柁目面荷重）、直線挽き試験体（柁目面荷重）、直線挽き試験体（板目面荷重）のいずれの試験も、蒸煮時間が長くなるほど最大荷重時のたわみが大きくなる傾向を示した。特に板目面荷重の場合に大きくなる傾向を示した。柁目面荷重の場合も、曲面挽きした試験体はたわみが大きくなる傾向を示し、板目面荷重の試験体に匹敵する値を示した。たわみの大きさは、試験体の木目の傾きに影響を受けるものと考えられ、蒸煮 4 時間の場合、木目の傾きの小さい曲面挽き試験体（傾き 3 度）および板目面荷重の直線挽き試験体（傾き 5 度）で、たわみがそれぞれ 47.0mm、51.3mm と大きくなった。対照的に木目の傾きの大きい柁目面荷重の直線挽き試験体（傾き 41 度）は、たわみが 36.8mm と小さい値を示した。最大荷重時のたわみと試験体の木目の傾きとの関係から、木目の傾きの小さい試験体、すなわち極力繊維を切らずに木取りした試験体は、曲げ加工に適した材料であると考えられた。

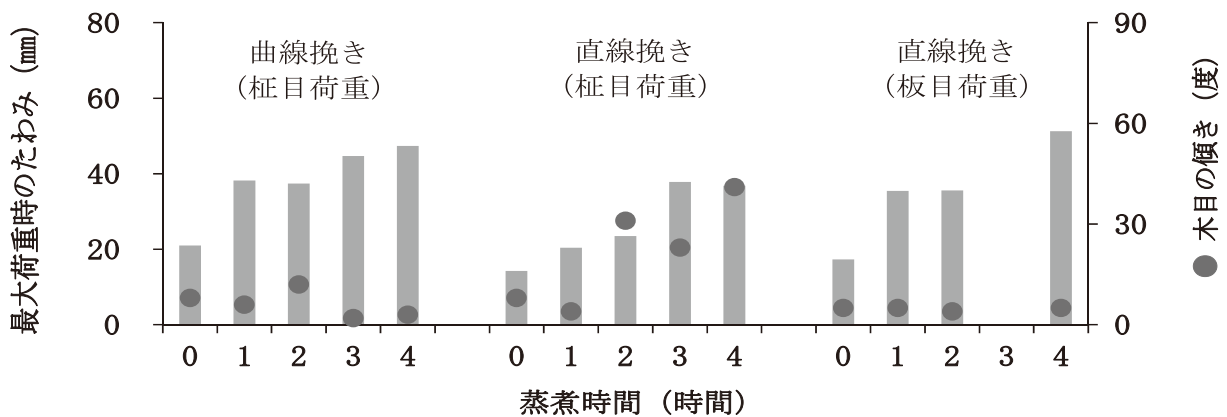


図-5 最大荷重時のたわみと木目の傾きの関係
直線挽き（板目荷重）の蒸煮 3 時間の試験は未実施

4) 曲げ加工試験の結果

蒸煮装置にて 0、1、2、3、4 時間蒸煮した後曲率半径 600mm の木型で曲げ加工を行った状況を

写真-9に、曲げ加工試験の結果を表-4に示す。その結果、蒸煮時間を長くするほど成功する傾向を示すことがわかった。しかし、木目の傾きの大きい試験体、例えば柁目面荷重の直線挽き試験体（傾き 57 度）では、蒸煮 4 時間しても曲面の凸面（引張側）から亀裂が生じて成功させることはできなかった。木目の傾きを小さくするために極力繊維を切らずに木取りした曲線挽き試験体や、もともと木目の傾きの小さい板目面荷重の直線挽き試験体は、成功率が高くなった。

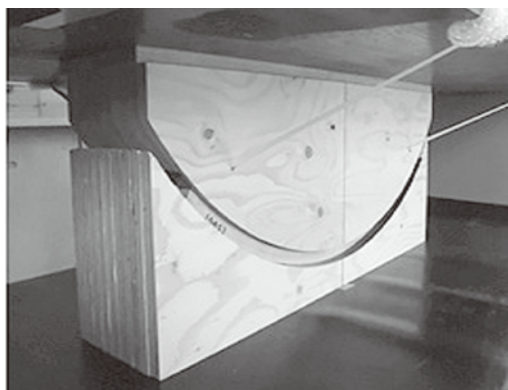


写真-9 曲げ加工試験の状況

今回の曲げ加工試験の結果から、幅約 30 mm、厚さ約 30 mm 程度の角材を曲げ加工する条件として、木目の傾きが小さい材料であること、そのために曲面挽きで木取ることは効果的であることがわかった。そして蒸煮時間は 1 時間以上とすることが妥当であると判断できた。

表-4 曲げ加工試験の結果 (○成功、×失敗、—未実施)

| | | 蒸煮時間 (時間) | | | | |
|-----------------|-----------|-----------|----|----|----|----|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 曲線挽き (柁目面荷重) | 合 否 | × | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 木目の傾き (度) | 6 | 2 | 3 | 34 | 11 |
| 直線挽き (柁目面荷重) | 合 否 | × | ○ | × | ○ | ○ |
| | 木目の傾き (度) | 30 | 5 | 27 | 12 | 14 |
| 直線挽き (板目面荷重) | 合 否 | × | × | × | × | × |
| | 木目の傾き (度) | 13 | 13 | 40 | 15 | 57 |
| 直線挽き (板目面荷重) | 合 否 | × | ○ | ○ | — | ○ |
| | 木目の傾き (度) | 2 | 10 | 4 | | 4 |

4. まとめ

スギ材の曲げ加工を有効的に実施することを目的に、幅約 30 mm、厚さ約 30 mm 程度の角材を用いて、曲げ加工の可能性を調査した。その結果、以下のことがわかった。

- 1) 厚み 30mm 程度の板厚であれば、鋸幅 13mm の帯鋸盤を用いて曲線挽きが可能であった。ただしその際に、曲線挽き用補助具または曲線挽き材の木端面を送材装置のローラーに確実に接触させること。そして帯鋸が左右にずれることなく常に中央部の位置で切断することが求められた。
- 2) 幅約 30 mm、厚さ約 30 mm 程度の角材を曲率半径 600mm で曲げ加工を行う条件として、木目の傾きの小さい材料、すなわち極力繊維を切らずに木取りした材料が効果的であること。なおかつ蒸煮時間は 1 時間以上とすることが妥当であると判断できた。

Ⅱ 関連事業

スギ花粉発生源地域推定事業（受託）

平成27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27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、日照時間および降水量のデータを表-1に示した。

7月の降水量は、平年と比べて78%と少なかったが、日照時間も78%と曇りの日が多く、また8月の降水量は、平年に比べて213%と高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%（H26年0.13%）、B判定が16.75%（8.12%）、C判定が27.37%（30.25%）、D判定が55.75%（61.50%）であり、B判定が昨年より高いことが分かった。

品種別では、実生、ヒノデならびにコバノウラセバルは雄花が多く、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27年度は1,656個/m²となり、平成26年度の1,069個に比べて多くなると推定された。

表-1 日田市の気象データ (°C、h、mm)

| 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 | H27 | 31.1 | 22.1 | 26.0 | 128.9 | 261.5 |
| | 平年 | 32.1 | 22.5 | 26.6 | 164.6 | 333.4 |
| 8月 | H27 | 32.6 | 22.7 | 26.7 | 176.4 | 357.5 |
| | 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

表-2 平成27年度スギ雄花着生調査結果

| 番号 | 定点略称 | 品種名 | 判定区分別本数(本) | | | | | 雄花指数 (E) | Aランク率 (A/40) | 雄花指数Ⅱ (F) | 推定雄花数 (G) | |
|----|-------|----------|------------|--------|--------|--------|---------|-------------|-----------------|--------------|-----------|--------|
| | | | A | B | C | D | 合計 | | | | H27 | H26 |
| 1 | 三光村-1 | ヤブクグリ | 0 | 0 | 2 | 38 | 40 | 20 | 0.00 | 20 | 75 | 0 |
| 2 | 耶馬溪-1 | ヤマグチ | 0 | 0 | 29 | 11 | 40 | 290 | 0.00 | 290 | 1,072 | 483 |
| 3 | 山国-2 | ヤマグチ | 0 | 0 | 36 | 4 | 40 | 360 | 0.00 | 360 | 1,329 | 1,329 |
| 4 | 宇佐-1 | ヤブクグリ | 0 | 0 | 2 | 38 | 40 | 20 | 0.00 | 20 | 75 | 187 |
| 5 | 安心院-1 | 実生 | 1 | 35 | 4 | 0 | 40 | 1,890 | 0.03 | 1,937 | 7,074 | 7,372 |
| 6 | 院内-2 | ヤマグチ | 0 | 0 | 9 | 31 | 40 | 90 | 0.00 | 90 | 335 | 261 |
| 7 | 日田-1 | アヤスギ | 0 | 0 | 1 | 39 | 40 | 10 | 0.00 | 10 | 38 | 150 |
| 8 | 日田-3 | ヒノデ | 0 | 39 | 1 | 0 | 40 | 1,960 | 0.00 | 1,960 | 7,157 | 3,376 |
| 9 | 日田-6 | ウラセバル | 0 | 0 | 12 | 28 | 40 | 120 | 0.00 | 120 | 446 | 0 |
| 10 | 天瀬-1 | ヤブクグリ | 0 | 0 | 19 | 21 | 40 | 190 | 0.00 | 190 | 705 | 298 |
| 11 | 大山-3 | ヒノデ | 0 | 26 | 14 | 0 | 40 | 1,440 | 0.00 | 1,440 | 5,269 | 3,668 |
| 12 | 前津江-2 | コバノウラセバル | 0 | 34 | 6 | 0 | 40 | 1,760 | 0.00 | 1,760 | 6,431 | 1,476 |
| 13 | 中津江-1 | アヤスギ | 0 | 0 | 0 | 40 | 40 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 上津江-3 | リュウノヒゲ | 0 | 0 | 13 | 27 | 40 | 130 | 0.00 | 130 | 483 | 668 |
| 15 | 玖珠-4 | ヤブクグリ | 0 | 0 | 2 | 38 | 40 | 20 | 0.00 | 20 | 75 | 150 |
| 16 | 九重-1 | ウラセバル | 0 | 0 | 21 | 19 | 40 | 210 | 0.00 | 210 | 778 | 446 |
| 17 | 九重-4 | イワオ | 0 | 0 | 1 | 39 | 40 | 10 | 0.00 | 10 | 38 | 0 |
| 18 | 九重-7 | ヤブクグリ | 0 | 0 | 1 | 39 | 40 | 10 | 0.00 | 10 | 38 | 38 |
| 19 | 湯布院-1 | ヤブクグリ | 0 | 0 | 8 | 32 | 40 | 80 | 0.00 | 80 | 298 | 113 |
| 20 | 直川-1 | オビスギ | 0 | 0 | 38 | 2 | 40 | 380 | 0.00 | 380 | 1,403 | 1,366 |
| 計 | | | 1 | 134 | 219 | 446 | 800 | | | 総計 | 33,120 | 21,381 |
| 割合 | | | 0.13% | 16.75% | 27.37% | 55.75% | 100.00% | | | 平均 | 1,656 | 1,069 |

※判定区分 A:全面に着生 B:ほぼ全面に着生 C:疎らに着生 D:無し

雄花指数(E) = $A \times 100 + B \times 50 + C \times 10$

雄花指数Ⅱ(F) = $E \times (1 + A \text{ランク率})$

推定雄花数(G) = $(0.99341 \times \text{LOG}(F) + 0.58416)$ (全林協推定法)

種子発芽鑑定調査事業（受託）

平成 27 年度
森林チーム 佐藤 嘉彦

1. 目 的

平成 23～27 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 27 年度の種子発芽鑑定は、スギ 1 件、ヒノキ 4 件、クロマツ 2 件の計 7 件を調査した（表-1）。平成 28 年 1 月 14 日に種子の培養を開始し、終了はヒノキとクロマツが 20 日後（2 月 3 日）、スギが 27 日後（2 月 10 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 15.8%、ヒノキが 16.3%、クロマツが 88.6%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27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 | H27 |
| 2 | ヒノキ | 大分普45-48 | 竹田市荻町柏原 | H27 |
| 3 | 〃 | 大分育62-2,3 | 竹田市荻町政所 | H26 |
| 4 | 〃 | 大分普45-48 | 由布市湯布院町川西 | H25 |
| 5 | 〃 | 大分普45-48 | 〃 | H23 |
| 6 | 抵抗性クロマツ | 大分育 - | 日田市大字有田 | H27 |
| 7 | 〃 | 大分育 - | 〃 | H26 |

表－2 平成27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 | 7.0 | 87.6 | 213 | 15.8 | 7.5 | 13.8 |
| 2 | ヒノキ | 5.0 | 67.0 | 729 | 2.8 | 2.3 | 1.8 |
| 3 | 〃 | 5.0 | 89.9 | 478 | 31.5 | 23.5 | 28.3 |
| 4 | 〃 | 5.0 | 92.8 | 563 | 14.3 | 8.0 | 13.2 |
| 5 | 〃 | 5.0 | 80.7 | 434 | 16.5 | 3.5 | 13.3 |
| | ヒノキ総平均 | 5.0 | 82.6 | 551.0 | 16.3 | 9.3 | 14.2 |
| 6 | 抵抗性クロマツ | 40.4 | 99.9 | 500 | 89.0 | 88.5 | 88.9 |
| 7 | 〃 | 48.9 | 99.9 | 534 | 88.3 | 87.8 | 88.1 |
| | クロマツ総平均 | 44.7 | 99.9 | 517.0 | 88.6 | 88.1 | 88.5 |

※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27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 | 0.3 | 1.8 | 80.0 | 2.3 | 63 | 400 |
| 2 | ヒノキ | 1.3 | 9.5 | 85.0 | 1.5 | 11 | 400 |
| 3 | 〃 | 0.3 | 3.3 | 60.3 | 4.8 | 126 | 400 |
| 4 | 〃 | 1.0 | 5.5 | 73.8 | 5.5 | 57 | 400 |
| 5 | 〃 | 1.8 | 4.5 | 71.8 | 5.5 | 66 | 400 |
| | ヒノキ総平均 | 1.1 | 5.7 | 72.7 | 4.3 | 65 | 400 |
| 6 | 抵抗性クロマツ | 2.0 | 1.5 | 7.5 | 0.0 | 356 | 400 |
| 7 | 〃 | 3.8 | 0.5 | 7.3 | 0.3 | 353 | 400 |
| | クロマツ総平均 | 2.9 | 1.0 | 7.4 | 0.1 | 355 | 400 |

優良ヒノキ採穂園および抵抗性クロマツ採種・採穂園管理事業

優良ヒノキのさし木用穂木および抵抗性クロマツの種子と穂木供給のため、林業研究部内に採種・採穂園を造成しており、平成27年度は下刈、整枝剪定等を行った。

標本見本園なら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 小野 美年 井上 克之 | 平成27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各種試験林 23,290㎡ ③苗畑 10,171㎡ ④竹林見本園等 15,744㎡ ⑤その他緑地 28,188㎡ |
| 天瀬試験地内維持管理事業 | 吉光 政文 小野 美年 井上 克之 | 平成27年度 | 下刈、整枝剪定等を実施した。 ①クローン集植所 16,833㎡ ②各種試験地 28,858㎡ ③採穂園等 7,702㎡ |

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 |
|----------|--------------------------------------|-------|----------------------|----|
| H27.10.6 | 一貫作業システムにおけるコンテナ苗の成長について | 松本 純 | 第71回九州森林学会大会 | 大分 |
| H27.10.6 | スギ在来品種のさし付け時期別発根率 | 佐藤 嘉彦 | 第71回九州森林学会大会 | 大分 |
| H27.10.6 | 災害に強い森林づくりのためのゾーニングの試み | 長尾嘉昭 | 第71回九州森林学会大会 | 大分 |
| H27.10.6 | イチヨウ葉の生産に向けた総合的な取り組み | 藤田紘史郎 | 第71回九州森林学会大会 | 大分 |
| H27.10.6 | スギ8mの製材品の特性 | 河津渉 | 日本木材学会 第22回九州支部大会 | 大分 |
| H27.10.6 | 大分県産製材品の強度性能に関する研究(Ⅱ)ーヒノキ製材品の各種強度性能ー | 小谷公人 | 日本木材学会 第22回九州支部大会 | 大分 |

2) 展示発表

| 開催日 | 題目 | 発表者名 | 発表会名 | 会場 |
|----------|---------------------|------|----------------------------------|----|
| H27.10.6 | クヌギの熱処理による材質変化 | 山本幸雄 | 第22回日本木材学会九州支部大会(大分) | 大分 |
| H28.1.20 | 時期別に植栽したコンテナ苗の活着と成長 | 松本 純 | 「コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究」総括セミナー | 東京 |

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 |
|-----------------|---------------------------------------|-------|------------|
| 22巻3号 (2015) | 初の九州森林学会との共同で開催した木材学会九州支部大会(大分)を振り返って | 城井 秀幸 | 木科学情報 |
| No.69 (2016) | マルチキャビティコンテナにさし付けたスギ在来品種の時期別発根率 | 佐藤 嘉彦 | 九州森林研究 |
| No.69 (2016) | GISを用いた災害に強い森林づくりのためのゾーニングの試み(Ⅱ) | 長尾 嘉昭 | 九州森林研究 |

| | | | |
|-----------------|----------------------|-------|--------|
| No.69 (2016) | 時期別に植栽したコンテナ苗の活着と成長 | 松本 純 | 九州森林研究 |
| No.69 (2016) | イチヨウ葉の生産に向けた総合的な取り組み | 藤田紘史郎 | 九州森林研究 |

2. 研究発表会の開催等

1) 平成27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28年2月16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 80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 | 省力造林用コンテナ苗の育苗技術の開発 | 松本純 研究員 |
| | 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 研究員 |
| 木材チーム | 枠組壁工法建築物への県産材利用に向けた研究 | 山本幸雄 主幹研究員 |
| | 県産材を用いた直交集成板(CLT)の開発に関する研究 | 小谷公人 主幹研究員 |

2. 特別講演 「スギ材利用における九州産スギ在来品種の材質」

参事監 兼 林業研究部長 津島 俊治

3. 刊行物等の発行

1) 機関誌

| 名 称 | 配布先 | 発行部数 |
|---------------------|-------------|------|
| 平成26年度林業研究部年報(第57号) | 県内外の試験研究機関等 | 200 |
| 林試だより(第77号) | HP公開 | / |

2) 技術指針・マニュアル

| 名 称 | 配布先 | 発行部数 |
|---|----------|------|
| 「早生樹を用いた短伐期林業の手引き (コウヨウザン・チャンチンモドキ)」 | 早生樹研究会ほか | 300 |

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 |
|-----------|--|-------------|---------------------|----|
| H27.11.17 | シカの生態および被害防除に関する こと | 林業関係者(広島市) | 林業研究部 | 7 |
| H27.11.26 | 企業技術研修会(スギ材を家具に活 用するということ) | 林産業・家具産業関係者 | 林業研究部 | 35 |
| H28.3.22 | 平成27年度大分西部流域地域材需 要拡大研修会(枠組壁工法建築物へ の県産材利用に向けた研究につい て、県産材を用いた直交集成板 (CLT)の開発に関する研究について) | 林業・林産業関係者 | 大分西部流域林 業活性化センター | 20 |
| 計 | 3回 | | | 62 |

2) 行政職員への研修

| 期日 | 研修内容 | 対象者 | 開催場所 | 人数 |
|----|------|-----|------|----|
| | 該当なし | | | |
| 計 | | | | 0 |

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 |
|-----------------------|-------------------------------|-----|-------|----|
| H27.7.24 | ふれあい森林講座 | 小学生 | 林業研究部 | 62 |
| H27.11.6 H27.11.11 | 大分県立日田高等学校 スーパーサイエンスハイスクール | 高校生 | 林業研究部 | 32 |
| 計 | 2回 | | | 94 |

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 |
|------------------------|----------------------------|----------------|---------------------------|------|-------------|
| H27.5.13 | 森林シカ被害木検証研修会 | 津島 俊治 | 東部地区森林・林業活性化協議会 | 10 | 東国東郡森林組合 |
| H27.8.5 | 優良材生産技術研修 | 飯田 和彦 佐藤 嘉彦 | (公財)森林ネットおおいた | 7 | 大分県林業研修所 |
| H27.10.16 | フォレストワーカー集合研修(3年目) | 佐藤 嘉彦 | (公財)森林ネットおおいた | 11 | 大分県林業研修所 |
| H27.10.22 H27.10.23 | 木材加工用機械作業主任者技能講習 | 津島 俊治 | 林業・木材製造業労働災害防止協会 大分県支部 | 40 | 大分県林業会館 |
| H27.10.26 | 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 | 大分県林業研修所 |
| H27.10.29 | 大分県森林施業プランナー研修会 | 佐藤 嘉彦 | 大分県森林組合連合会 | 17 | 大野郡森林組合 |
| H28.1.9 | 平成27年度中高層建築物の担い手育成事業(九州地区) | 城井 秀幸 | (一社)木を活かす建築推進協議会 | 60 | 大分センチュリーホテル |
| H28.1.28 | おおいた早生樹研究会 シンポジウム | 松本 純 | おおいた早生樹研究会 | 85 | 林業研究部 |
| H28.3.18 | 平成27年度佐伯林業活性化研修会 | 城井 秀幸 | 佐伯地区流域林業活性化センター | 30 | 佐伯市健康福祉センター |
| 計 | 9回 | | | 272 | |

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 |
|------------------------|----------------|----------------|-----|------|-------|
| H27.10.13 H27.10.14 | 試験研究機関における実践研修 | 山本 幸雄 佐藤 嘉彦 | 大分県 | 7 | 林業研究部 |
| 計 | 1回 | | | 7 | |

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 |
|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------|------|------------|
| H27.7.8 H27.7.15 H27.7.22 | 大分県立農業大学校講義 | 吉光 政文 | 大分県立農業大学校 | 52 | 大分県立農業大学校 |
| H27.11.6 H27.11.11 | 大分県立日田高等学校 スーパーサイエンスハイスクール | 城井 秀幸 長尾 嘉昭 山本 幸雄 佐藤 嘉彦 | 大分県立日田高等学校 | 32 | 大分県立日田高等学校 |
| 計 | 2回 | | | 84 | |

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 |
|----------------------|--------------|----------------|-----|------|---------|
| H27.9.18 | 林業種苗生産事業者講習会 | 佐藤 嘉彦 | 大分県 | 12 | 大分県庁 |
| H27.11.5 H27.11.6 | 林業全般基礎研修(Ⅱ) | 山本 幸雄 佐藤 嘉彦 | 大分県 | 12 | 林業研究部ほか |
| 計 | 2回 | | | 24 | |

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 | 27 | 累計 |
| 件数 | 13 | 20 | 10 | 23 | 14 | 96 | 15 | 81 | 54 | 7 | 2 | 6 | 5 | 6 | 352 |
| 人数 | 126 | 266 | 152 | 277 | 219 | 144 | 362 | 118 | 140 | 50 | 22 | 16 | 74 | 39 | 2,005 |

| 平成27年度の視察内容 | | | |
|------------------------|---------------|---------------------|------|
| 視察日 | 視察内容 | 視察者・団体 | 視察者数 |
| H27.5.19 | コンテナ苗に関する研究 | 住友林業(株) | 4 |
| H27.9.11 | 早生樹に関する研究 | 兵庫県 | 4 |
| H27.10.13 | 木工製品の開発研究 | 熊本県伝統工芸館 友の会 木工サークル | 20 |
| H27.10.15 H27.10.16 | 早生樹に関する研究 他 | 四国森林管理局 | 7 |
| H28.1.13 H28.1.14 | 大分方式乾燥材に関する研究 | 北海道林産試験場 | 3 |
| H28.3.1 H28.3.2 | 木質バイオマスに関する研究 | 愛媛県農林水産研究所林業研究センター | 1 |
| 計 | | | 39 |

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27年7月24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

62名

○内容

1. 森を感じ、森の材料で遊ぼう
(身近な野鳥を知ろう！森の材料で遊ぼう！)
2. 森の材料でつくろう
(おしゃれイス作り)

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27年11月 6日(金)14:00～16:30

平成27年11月11日(水)13:20～15:30

○開催場所

6日 大分県立日田高等学校

11日 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

32名

○内容

- 6日 日田の林業に関する探求活動
- 11日
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 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 累計 |
|-----------------|-------|------------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-------|
| 林家 | 89 | 20 | 95 | 80 | 815 | 351 | 855 | 5 | 5 | 3 | 9 | 2,327 |
| 関係団体等 | 0 | 38 | 13 | 188 | 228 | 0 | 397 | 154 | 210 | 449 | 527 | 2,204 |
| 普及指導員 | 60 | 15 | 0 | 20 | 42 | 20 | 33 | 24 | 29 | 13 | 16 | 272 |
| 学生 | 97 | 138 | 0 | 32 | 301 | 230 | 333 | 391 | 77 | 91 | 86 | 1,776 |
| その他 | 31 | 8 | 144 | 384 | 960 | 474 | 46 | 135 | 120 | 125 | 108 | 2,535 |
| 計 | 277 | 219 | 252 | 704 | 2,346 | 1,075 | 1,664 | 709 | 441 | 681 | 746 | 9,114 |
| H27の 主要な指導内容 | 林家 | 森林病虫害対策、ICT導入 | | | | | | | | | | |
| | | 木材グレーディング、伐倒機材の改善 | | | | | | | | | | |
| | 関係団体等 | 森林病虫害対策、種苗生産技術、造林施行指針 | | | | | | | | | | |
| | | 製材・乾燥技術、木材・接合部強度、木製品製造技術・耐久性 | | | | | | | | | | |
| | 普及指導員 | 造林施行指針 | | | | | | | | | | |
| | | 木材腐朽対策、特用林産物活用、バイオマス発電灰の活用 | | | | | | | | | | |
| | 学生 | 課外授業、伝統建築工法の強度 | | | | | | | | | | |
| | | 森林と木製品に関する木育 | | | | | | | | | | |

注) 「関係団体等」には製材所を含む。

2. 研究成果の主要な現地移転

| | |
|-------|--|
| 研究の成果 | 早生樹を活用した短伐期林業の研究 |
| 移転の内容 | 早生樹の造林と利用の普及・推進 |
| 移 転 先 | 森林所有者・森林組合・林研グループ・樹苗生産農業協同組合・バイオマス発電事業者 |
| 移転の手法 | おおいた早生樹研究会の設立と運営(シンポジウム開催・植栽状況調査・燃焼試験 等) |

3. 企業支援

1) 技術相談及び技術指導

| 年度 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 累計 |
|-----------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 件数 | 176 | 173 | 112 | 114 | 115 | 117 | 230 | 1,037 |
| H27の 主要な指導内容 | 森林病虫害対策 | | | | | | | |
| | 種苗生産技術、造林施行指針 | | | | | | | |
| | 製材・乾燥技術、木材・接合部強度 | | | | | | | |
| | 木竹製品製造技術と耐久性評価 | | | | | | | |

2) 企業訪問

| 年度 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 累計 |
|----------------|--------|----|----|----|----|----|----|-----|
| 件数 | 59 | 40 | 44 | 43 | 42 | 45 | 36 | 309 |
| H27の 主要な訪問先 | 家具5社 | | | | | | | |
| | 工芸5社 | | | | | | | |
| | 木履0社 | | | | | | | |
| | 製材16社 | | | | | | | |
| | その他10社 | | | | | | | |

3) 依頼試験

| 年度 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 累計 |
|-----------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| 件数 | 8 | 16 | 16 | 19 | 20 | 21 | 127 | 227 |
| 試験金額(円) | 166,129 | 588,016 | 208,088 | 485,173 | 550,139 | 789,534 | 3,065,519 | 5,852,598 |
| H27の 主要な試験内容 | 木構造接合部の各種強度試験 | | | | | | | |
| | 木製家具等の各種強度試験 | | | | | | | |
| | 集成材浸漬剥離試験 | | | | | | | |

4) 機械貸付

| 年度 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 累計 |
|------------------|------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 件数 | 370 | 396 | 398 | 455 | 615 | 694 | 649 | 3,577 |
| 貸付金額(円) | 187,420 | 1,149,320 | 180,850 | 186,820 | 321,060 | 490,320 | 563,570 | 3,079,360 |
| H27の 主要な貸付け機械 | 自動一面鉋盤 | | | | | | | |
| | 昇降傾斜丸鋸盤 | | | | | | | |
| | 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 | | | | | | | |
| | 帯鋸機 | | | | | | | |

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 | 新規 | スギ推奨品種さし木苗の増産に関する研究 | H27～29 | 県 単 | 1,086 | 研究員 藤田 紘史郎 |
| | 継続 | 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 | 681 | 研究員 長尾 嘉昭 |
| | 継続 | 省力造林用コンテナ苗の育苗技術の開発 | H26～28 | 県 単 | 670 | 研究員 松本 純 |
| | 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) | 450 | 研究員 佐藤 嘉彦 |
| | 予備 | ニホンジカの誘引技術に関する研究 | H27 | 県 単 | 400 | 研究員 長尾 嘉昭 |
| | 継続 | スギ花粉発生源地域推定事業 | H27 | 受託事業 (普及協会) | 250 | 主幹研究員 吉光 政文 |
| 試験研究費(1) | | | | | 3,537 | |
| 木材 チーム | 継続 | 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 | 1,112 | 主幹研究員 古曳 博也 |
| | 新規 | 家具利用に向けた県産スギ材の曲げ加工に関する研究 | H27～28 | 県単 | 1,003 | 主幹研究員 古曳 博也 |
| | 継続 | 枠組壁工法建築物の県産材利用に向けた検討 | H26～28 | 県単 | 1,349 | 主幹研究員 山本 幸雄 |
| | 新規 | 県産スギ大径材の有効利用技術に関する研究 —心去構造材— | H27～29 | 県単 | 997 | 主幹研究員 河津 渉 |
| | 新規 | 県産材を用いた直交集成板(CLT)の開発に関する研究 | H27～29 | 県単 | 1,191 | 主幹研究員 小谷 公人 |
| 試験研究費(2) | | | | | 5,652 | |
| 1. 試験研究費(1+2) | | | | | 9,189 | |
| 2. 企画指導費等 | | | | | 998 | |
| 3. 見本園管理費等 | | | | | 587 | |
| 4. 運営管理費等 | | | | | 15,942 | |
| 合計 | | | | | 26,716 | |

VII 職員配置

(平成27年4月1日)

| No. | 役職名等 | 氏名 | 研究(業務)分野 |
|-----|-------------------|---------------------|------------------------|
| 1 | 参事監 兼 部長 | つしま しゅんじ 津島 俊治 | 部の総括 |
| 2 | 管理担当 | あだち つよし 足立 剛 | 部の管理、運営の総括調整 |
| 3 | | あきの さほみ 秋野 佐保美 | 庶務、会計 |
| 4 | 企画指導担当 | はんだ かずひこ 飯田 和彦 | 企画指導担当の総括(産業工芸・林業) |
| 5 | | あんどう やすし 安東 靖司 | 研究成果の現地移転ならびに実証 |
| 6 | 森林チーム | よしみつ まさふみ 吉光 政文 | 森林チームの総括、特用林産物、スギ花粉 |
| 7 | | さとう よしひこ 佐藤 嘉彦 | 林木育種、コンテナ苗 |
| 8 | | まつもと じゅん 松本 純 | 育林経営、低コスト造林・育林 |
| 9 | | ながお よしあき 長尾 嘉昭 | 森林GIS、森林保護 |
| 10 | | ふじた こうしろう 藤田 紘史郎 | 特用林産、薬用樹 |
| 11 | | おの みとし 小野 美年 | 試験研究補助業務、苗畑、ほ場管理 |
| 12 | | いのうえ かつゆき 井上 克之 | 〃 |
| 13 | | 木材チーム | きい ひでゆき 城井 秀幸 |
| 14 | かわづ わたる 河津 渉 | | 木材保存、居住性 |
| 15 | こたに きみと 小谷 公人 | | 木・竹材加工、化学加工 |
| 16 | こひき ひろや 古曳 博也 | | 木・竹材加工、リサイクル |
| 17 | やまもと ゆきお 山本 幸雄 | | 木材加工、家具構造強度 |
| 18 | 主幹研究員(兼務) | | ひょうどう けいいちろう 兵頭 敬一郎 |

大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報

No. 58 2016

平成28年7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