

No.43

September.2001

ISSN-0289-4017

ANNUAL REPORT
OF
THE OITA PREFECTURAL
FORESTRY EXPERIMENTAL STATION
Arita, Hita, Oita, Japan

平成12年度
林業試験場年報
第43号

大分県林業試験場

大分県日田市大字有田字佐寺原

ま え が き

近年、二酸化炭素吸収源対策の推進に関する地球温暖化防止会議に見られるように、森林の持つ公益的機能の評価が見直されている中、今年、林業基本法が改正され、新たに森林の多面的な機能の發揮に向けた森林整備の推進と林業の持続的かつ健全な発展を期した森林・林業基本法が制定され、新たな展開が期待されているところです。

しかしながら、長びく木材価格の低迷、木材需要構造の変化等から林業・木材産業の活動が依然として停滞しており、特に、林業経営は、厳しい状況が続いております。

このような中、試験研究に求められる課題は多様かつ高度化し、とりわけ、木材産業に関する研究成果については、林業振興に迅速かつ直接的に結びつき、さらに即戦力となり得る試験研究への社会的ニーズの関心は日々、その高まりを増している状況であります。

このような背景のもとに当林業試験場では、こうした強い要請に対応するため、試験・研究開発の要請される課題として、平成12年度において、育林部門では12課題、木材部門で6課題、さらに、共同研究で1課題、また、その他受託試験等において6課題の計25課題について試験研究を行い、その試験研究の概要並びに成果等について取りまとめを行いました。

さらに、今後、視点を変え、検討を要する部分等の課題が含まれていると思いますが、この年報が、地域の森林・林業・木材産業の発展に少しでもお役に立てれば幸いです。

最後に、試験研究の推進にあたりまして、格別のご配慮を頂きました方々に対し、厚くお礼を申し上げますとともに、今後ともなお一層のご指導を賜りますようお願いいたします。

平成13年9月

大分県林業試験場
場長 小倉昌廣

スギ花粉症に対する育種戦略

社会的に問題となっているスギ花粉症に対して
林業試験場では

- ① 花粉を着けないスギの選抜・育成
- ② 花粉症の原因となるアレルゲンの少ない品種の育成

の両面より試験研究を推進しています。



● 花粉を着けない品種 ●



● 低アレルゲン品種 ●



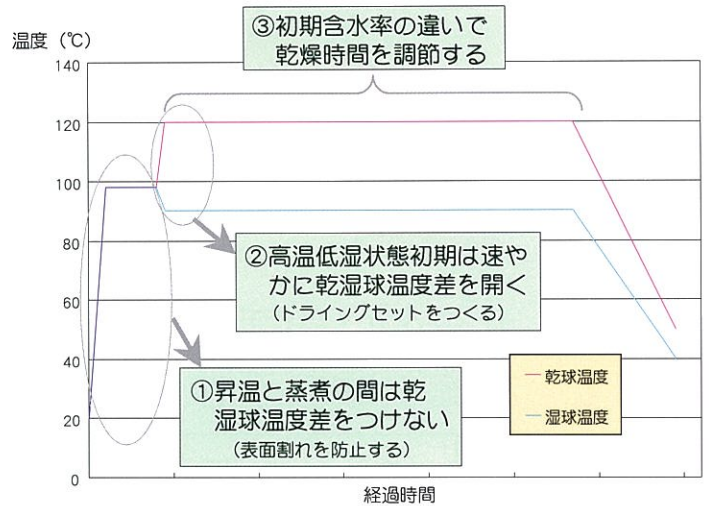
● 通常品種 ●

スギ構造材の高温乾燥技術の開発

高温乾燥の新スケジュール

従来の高温乾燥の問題点とされていた材色の暗色化、内部の水分の残留による乾燥むらを抑え、短時間で効果的に乾燥が可能なスケジュール。

表面割れの発生を抑えるドラインセットを効果的に形成させることで、従来のような複雑な乾燥スケジュールや特別な加熱装置を必要とせず、大規模な乾燥材生産に有効である。



新しい高温乾燥スケジュール
(高温低湿乾燥法)



当场での試験



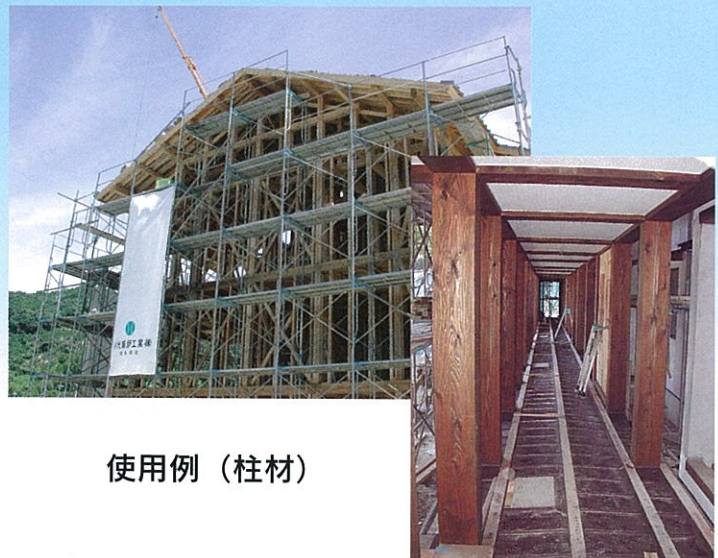
現場での乾燥材生産指導

高温乾燥材の現場使用例

県営津久見住宅新築工事(木造3階建て)



全 景



使用例 (柱材)

目 次

I 試験研究の概要

〔育 林 部 門〕

1 林業経営の高度化

- (1) 機械化作業システムに適合した森林施業法の開発 ----- 1
- (2) 放置林分の実態解明と施業推進に関する研究 ----- 1

2 森林の育成技術の高度化

- (1) 有用林木遺伝資源植物のバイオテクによる保存と増殖技術の開発 ----- 1
 - 1) 有用林木遺伝資源植物の組織培養技術の開発
 - 2) 有用林木遺伝資源植物の保存技術の開発
 - 3) 組織培養苗の増殖技術の開発
 - 4) 培養苗の現地植栽試験
- (2) スギ・ヒノキ育成品種の造林特性及び環境適応性に関する研究 ----- 3
 - 1) 倍数体等の収集、保存
 - 2) 自然倍数体等のクローン集植所の保育管理
 - 3) 人為三倍体等の育成
 - 4) 三倍体クローン苗の育成及び生育調査
 - 5) 三倍体からの自然交配F₁苗の育成
 - 6) 遺伝特性(DNA)分析
 - 7) ヒノキ人為三倍体クローンによる採穂圃及び集植所の保育管理
 - 8) ヒノキ人為三倍体さし木苗の現地適応化試験
- (3) 広葉樹の育種及び造林に関する研究 ----- 4
 - 1) 優良個体のクローン集植所及び採穂圃の保育管理
 - 2) さし木増殖試験
 - 3) さし木苗の生育調査
- (4) 低コスト育林システムの開発に関する調査 ----- 5
- (5) ユリノキの優良品種の育成と施業に関する研究 ----- 5

3 森林保護管理技術の高度化

- (1) 環境調和型森林病害制御技術の開発に関する調査 ----- 5
- (2) 酸性雨等森林衰退モニタリング事業 ----- 6

4 森林の多面的機能の増進技術の開発

- (1) 森林のモニタリングと環境の評価に関する研究 ----- 6
- (2) 森林施業の相違による土壌特性に関する研究 ----- 6
- (3) 間伐等が森林の炭素貯留に与える影響について ----- 6

[木 材 部 門]

1 木材加工利用技術の高度化

- (1) スギ長伐期材の材質特性に関する研究—ヤブクグリスギ— ----- 7
- (2) スギ製材品のくん煙加熱処理技術に関する研究 ----- 7
 - 1) 圧縮等による材の狂い抑制
 - 2) 板材のくん煙乾燥
- (3) スギ中径材による構造用面材料の開発 ----- 7
 - 1) スギ集成パネル耐力壁（真壁）の水平せん断性能
- (4) 県産スギ構造用平角材の強度性能評価 ----- 7
- (5) スギ構造材の高温乾燥技術に関する研究 ----- 8
 - 1) 乾燥温度の違いによる高温低湿乾燥の表面割れ防止効果について
 - 2) 高温低湿乾燥されたスギ心持ち材の寸法安定性について
 - 3) 大断面心持ち柱材の高温低湿乾燥について
- (6) 県産材の土木資材等への利用を図るための耐久性向上に関する研究 ----- 8
 - 1) 木杭等野外耐久性能試験及び現地施工事例調査

II 共同研究の概要

- (1) スギ構造用集成材の木造建築への利用研究 ----- 9

III 受託事業の概要

- (1) 優良ヒノキ生産林造成事業 ----- 9
- (2) 県営種子の発芽鑑定事業 ----- 9
 - 1) 平成12年度の種子発芽鑑定
 - 2) スギ、ヒノキ貯蔵種子の発芽鑑定
- (3) スギ雄花着性に関する調査 ----- 10
 - 1) 平成12年度雄花着花性に関する調査
 - 2) 5年間の雄花着花性調査の総合とりまとめ
- (4) 抵抗性クロマツ採穂圃造成事業 ----- 10
- (5) 次代検定林調査事業 ----- 11
- (6) 重要水源山地整備治山事業 ----- 11

IV 試験研究の成果

[育 林 部 門]

1 林業経営の高度化

- (1) 機械化作業システムに適合した森林施業法の開発 ----- 15
- 2 森林の育成技術の高度化

| | |
|--|----|
| (1) スギ・ヒノキ育成品種の造林特性及び環境適応性に関する研究 | |
| 1) ヒノキ人為三倍体の個体及びさし床容器別のさし木試験 | 17 |
| 2) スギ精英樹三倍体さし木苗の14年生時における生育状況 | 20 |
| 3) ヒノキ人為三倍体及び異数体さし木苗の10年生時の生育状況 | 23 |
| 4) フローサイトメトリー分析による核DNA量と染色体数の 関係分析及び交配F ₁ 個体の核DNA量からの染色体数の推定 | 25 |
| (2) 広葉樹の育種及び造林に関する研究 | |
| 1) ケヤキの家系及びさし穂材料別のさし木発根能力 | 28 |
| 2) ケヤキサシ木苗及び実生苗の13年生時の成長比較 | 30 |
| (3) 低コスト育林システムの開発に関する調査 | 32 |
| 1) 被覆資材による下刈省力技術の開発 | |
| (4) ユリノキの優良品種の育成と施業に関する研究 | 33 |
| 3 森林保護管理技術の高度化 | |
| (1) 環境調和型森林病害制御技術の開発に関する調査 | 36 |
| (2) 酸性雨等森林衰退モニタリング事業 | 38 |
| 4 森林の多面的機能の増進技術の開発 | |
| (1) 森林のモニタリングと環境の評価に関する研究 | 39 |
| (2) 森林施業の相違による土壌特性に関する研究 | |
| 1) 間伐が下層植生及び表層土壌の流出に及ぼす影響調査 | 41 |
| 2) 県下主要河川源流部における渓流水の溶存イオンの調査 | 43 |
| (3) 間伐等が森林の炭素貯留に与える影響について | 46 |

[木 材 部 門]

| | |
|----------------------------------|----|
| 1 木材加工利用技術の高度化 | |
| (1) スギ長伐期材の材質特性に関する研究—ヤブクグリスギ— | 51 |
| (2) スギ製材品くん煙加熱処理技術に関する研究 | 54 |
| 1) 圧縮等による材の狂い抑制 | |
| 2) 板材のくん煙乾燥 | |
| (3) スギ中径材による構造用面材料の開発 | 58 |
| 1) スギ集成パネル（真壁）の水平せん断性能 | |
| (4) 県産スギ構造用集成材の木材建築利用に関する研究 | 60 |
| 1) 県産スギによる中断面構造用集成材の曲げ強度性能 | |
| (5) 県産スギ構造用平角材の強度性能の評価 | 62 |
| 1) スギ平角材の曲げ強度性能 | |
| (6) スギ構造材の高温乾燥技術に関する研究 | 64 |
| 1) 乾燥温度の違いによる高温低湿乾燥の表面割れ防止効果について | |
| 2) 高温低湿乾燥されたスギ心持ち材の寸法安定性について | |
| 3) 大断面心持ち柱材の高温低湿乾燥について | |

| | |
|------------------------------------|----|
| (7) 県産材の土木資材等への利用を図るための耐久性向上に関する研究 | 72 |
| 1) 木杭等野外耐久性能試験及び現地施工事例調査 | |
| V 共同研究の成果 | |
| (1) スギ構造用集成材の木造建築への利用研究 | 77 |
| 1) 県産スギによる集成材構造物の接合法開発 | |
| VI 受託事業の成果 | |
| (1) スギ、ヒノキ長期貯蔵種子の発芽能力調査 | 83 |
| (2) スギ精英樹の雄花着花性に関する研究 | 85 |
| 1) 次代検定林における5年間の調査結果 | |
| VII 12年度指導部の活動 | 91 |
| VIII 苗畑実験林等維持管理事業 | 92 |
| IX 研究発表論文 | 93 |
| X 印刷物や発表会等による研究成果の伝達 | 94 |
| X I 研修、展示、見学等 | 95 |
| X II 庶務関係 | 96 |

I 平成12年度試験研究の概要

育 林 部 門

1 林業経営の高度化

(1) 機械化作業システムに適合した森林施業法の開発 (平成9年度～平成13年度:国補)

研究員 姫野 光雄

1) H型集材

架線集材の応用としてH型集材があるが、大分県においてはこれまで実施の事例がない。H型集材とは、荷掛けフック(以下フック)を集材木の真上に誘導して、区域内の林木を鉛直に吊り上げる、面的集材方法である。調査は県林業振興課が大分県機械化林業モデル地域設計事業として、実証的にH型集材を実施した定性間伐林で、作業工程について分析した。

2) フォワーダ集材

スギの定性間伐林におけるフォワーダ集材について、作業工程を調査した。作業はチェーンソーでの伐倒したものを、ウィンチグッラプルで作業路まで木寄、作業路上でハーベスタで造材し、フォワーダ(FK50)で集材した。平均集材距離は1,280m、1回当たりの集材材積は5.16m³、平均要素時間は空走行4分27秒、積込19分18秒、実走行6分2秒、荷下し7分37秒、合計37分24秒、作業能率は8.27m³/hであった。

(2) 放置林分の実態解明と施業推進に関する研究 (平成11年度～平成13年度:県単)

研究員 姫野 光雄

平成10年度に森林保全課が実施した造林放棄地調査委託事業(調査報告書)によると、造林放棄地は県下で212件、399.2haである。

森林組合別にみると再造林放棄地の件数は、佐伯広域が85件(40.1%)と最も多く、次いで下毛郡が32件(15.1%)、面積は下毛郡が125.0ha(31.3%)と最も大きく、次いで佐伯広域が110.8ha(27.8%)、1箇所当たりの面積は日田市が7.34ha/箇所と最も大きく、次いで日田郡が5.07ha/箇所となっている。

2 森林の育成技術の高度化

(1) 有用林木遺伝資源植物のバイテクによる保存と増殖技術の開発(平成8年度～平成15年度:国補)

主幹研究員 佐々木 義則

1) 有用林木遺伝資源植物の組織培養技術の開発

① 植物組織片の効率的な採取技術の開発

ケヤキのクローン苗（つぎ木苗，さし木苗）を用いた採穂圃について，断幹によって萌芽枝を育成し，培養材料等に用いた。

サクラの枝を用いて，水ざしを行い，20～25℃の人工気象器内で緑枝を伸長させ，培養材料に用いた。ケヤキ及びブンゴボダイジュも水ざしを行った。

② 種間差による培養増殖能力の差異の究明

木本植物（キリ，ケヤキ，センダン，サクラ，ブンゴボダイジュ等）及び草本植物（ゼンマイ，シオデ，クサソテツ）について増殖能力を調べた。これらの中で，初代及び継代培養により増殖系が維持できているものは，キリ，センダン，ゼンマイ，シオデ等であった。

③ 個体間差による培養増殖能力の差異の究明

ゼンマイについて，12株（個体）由来の前葉体について培養を実施中であるが，継代回数が増えるに従って，株間の差異が発現するようになった。

④ 培地組成の検討

a. キリのシュート増殖における培地及びサイトカイニンの影響

(a) 培地及びサイトカイニンの種類

WPMの基本培地と改変培地（ NH_4NO_3 が2倍量），及びサイトカイニンのBAP 1 mg/l とTG-19 1 mg/l を組み合わせたところ，シュート伸長は4処理間に1%水準で有意差が認められ，WPM改変培地+TG-19 1 mg/l 区が最も伸長が良好であった。

(b) サイトカイニンの種類及び濃度

WPMの改変培地（ NH_4NO_3 が2倍量）を用い，BAP（0.5, 1.0mg/l），TG-19（0.5, 1.0mg/l）の4区で比較したところ，シュート伸長ではほとんど差異はなかったが，シュート数では1%水準で有意差が認められ，TG-19 1.0mg/l 区が最も多かった。

(c) 培地の種類とBAP濃度

WPMの改変培地（ NH_4NO_3 が2倍量）とZ培地（ケヤキ用）を用い，BAP（0.5, 1.0 mg/l）を組み合わせた4区で影響を調べたところ，シュートの伸長及び発生数において5%以上の水準で有意差が認められた。シュートの伸長では，WPM改変及びZ培地にBAPを0.5mg/l 加えた区が良好であり，シュート発生数ではBAP 1.0 mg/l 区が多いことが判明した。

b. センダンのシュート増殖における基本培地の濃度の影響

MS培地を用い，無機塩濃度を0, 5, 1, 1.5, 2倍の4区で比較したところ，4回の実験ともに処理間に有意差が認められ，高濃度区ほど成長が良好である傾向が認められた。

2) 有用林木遺伝資源植物の保存技術の開発

①ゼンマイ前葉体の温度別保存試験

継代培養中のゼンマイ前葉体を試験管から取り出し，付着した培地を水洗し，ポリ袋に入れて実験に用いた。貯蔵温度は，4～5℃（通常の冷蔵庫）と，-2℃（氷温冷蔵庫）の2種類であり，4週間の貯蔵を行った。

貯蔵後の前葉体は，4～5℃区ではほとんど変化はなかったが，-2℃区ではやや暗緑色を

呈しており、組織の軟化現象が認められた。これらの前葉体を水ゴケに置床したところ、4～5℃貯蔵の前葉体は正常な孢子体の発生が多数認められたが、-2℃貯蔵区では孢子体の発生が全く観察されなかった。以上のことから、ゼンマイの前葉体においては、マイナス域の低温保存は困難と考えられた。

3) 組織培養苗の増殖技術の開発

①ゼンマイ前葉体の効率的な増殖技術の開発

孢子由来の前葉体を、サイトカニン無添加のMS培地で培養することにより、前葉体を大量に増やすことが可能となった。

②ゼンマイ孢子体の効率的な増殖技術の開発

継代培養により増殖した前葉体を試験管から取り出し、水洗後ポリ袋に入れ、4～5℃で1～4週間の低温貯蔵を行った後、水ゴケに置床し、塩化ビニールで被覆を行うことにより、孢子体の発生が促進されることが判明した。

③ゼンマイ孢子体の生育促進技術の開発

順化室(20～25℃、湿度85%)において、水ゴケに置床した前葉体から発生した孢子体(1cm前後)に、ハイポネックスを施用することにより、半年～1年後には、5～10cm前後に伸長した稚苗が得られた。

これらの稚苗を株分けし、暖効性肥料を入れたポットに植えつけ、ガラス室または苗畑で育成することにより、同年の秋季には20～30cm程度に伸長したポット苗を得ることができた。

4) 培養苗の現地植栽試験

①ゼンマイ培養苗の現地植栽試験

ポット育苗を行ったゼンマイ培養苗(H:20～30cm, 1100株)を、2001年3月に水田跡地に植栽した。

(2) スギ、ヒノキ育成品種の造林特性及び環境適応性に関する研究(平成10年度～14年度, 県単)

主幹研究員 佐々木 義則

1) 倍数体等の収集, 保存

スギ, ヒノキ, サワラの四倍体品種($2n=44=4X$), スギの雄性不稔品種等のさし木を行い、得られた発根苗を苗畑に移植した。

2) 自然倍数体等のクローン集植所の保育管理

全国から収集したスギ等の精英樹及び造林地等で選抜した自然三倍体について、さし木苗によるクローン集植所を設定しており、これらについて下刈り等の保育管理を実施した。

3) 人為三倍体等の育成

スギ, ヒノキについて、二倍体($2n=22=2X$)を母樹とし、四倍体($2n=44=4X$)を花粉親として人工交配を行い、人為三倍体等を育成中である。当初に作出したヒノキの人為三倍体及び異数体は、現在(2001年3月)18年生に達しており、三倍体は異数体や二倍体に比べて生育が旺盛である傾向が認められた。

その後、スギの在来及び天シボ品種、ヒノキの精英樹等を母樹とし、四倍体を花粉親に用いて人工交配を行い、これらからのF₁は現在(2001年3月)16年生に達している。

4) 三倍体クローン苗の育成及び生育調査

①ヒノキ人為三倍体及び異数体のさし木試験

人為三倍体及び異数体のさし木発根能力を調べるため個体別にさし木を行った。発根率は個体の違いによって差異が認められた。

②三倍体さし木苗の生育調査

スギ精英樹等から育成したさし木苗を苗畑に植栽しており、現在（2001年3月）15年生に達しており、九林3X（九重町の造林地で選抜した三倍体）等は旺盛な成長を示していることが分かった。

ヒノキ人為三倍体及び異数体（現在18年生）から育成したさし木苗を苗畑に植栽しており、現在（2001年3月）10年生に達している。

5) 三倍体からの自然交配F₁苗の育成

スギ、ヒノキの自然及び人為三倍体からの自然交配F₁苗（1年生）を、母樹別にポットに移植した。

6) 遺伝特性分析

倍数性及び異数性既知個体（12個体）のフローサイトメトリー（FCM）分析を行い、体細胞染色体数と核DNA量の関係を調べたところ、両者間には著しく高い相関があることが判明し、FCM分析値から体細胞染色体数を推定することが可能であることが分かった。

そこで、二倍体と四倍体の交配によって得られたF₁個体（現在16年生）のFCM分析を行い、それぞれの個体の倍数性及び異数性の推定を試みた。

7) ヒノキ人為三倍体クローンによる採穂園及び集植所の保育管理

ヒノキ人為三倍体のさし木苗（200本）の植栽によって造成した採穂園について、下刈り、施肥等の管理を行った。また、ヒノキ人為三倍体のさし木苗によるクローン集植所について、下刈り等の保育管理を行った。

8) ヒノキ人為三倍体さし木苗の現地適応化試験

植栽1年後の試験林（萩町）について、生育調査、補植等を実施した。本年度は、日出町において、16クローン（300本）の試験林を設定した。

(3) 広葉樹の育種及び造林に関する研究（平成8年度～12年度、県単）

主幹研究員 佐々木 義則・主任研究員 高宮 立身

1) 優良個体のクローン集植所及び採穂園の保存管理

①ケヤキのクローン集植所

平成10年度に造成したケヤキのクローン集植所（66個体、310本）について、下刈り等の保育管理を実施した。

2) さし木増殖試験

①ケヤキ家系別個体のさし木試験

ケヤキ22家系（株齢4年生）からの1年生萌芽枝、また、これらの家系別個体から育成したさし木苗（2年生）の普通枝を用いてさし木試験を行った。その結果、1年生萌芽枝を用いた方が発根率が著しく高いことが判明した。

3) さし木苗の生育調査

①ケヤキサシ木苗の生育調査

ケヤキ22家系からの個体別さし木苗(1年生)を苗畑に移植して、2年生時の成長を調べた。その結果、家系及び個体によって成長に差異が認められたが、全般的には生育は良好であった。

13年生時のさし木苗及び実生苗の成長比較を行ったところ、樹高成長ではほとんど差異はなかったが、直径成長ではさし木苗の方が劣る傾向が認められた。

②ケヤキサシ木苗の現地植栽試験

ケヤキ22家系からの個体別さし木苗(2年生, 350本)の現地適応化を検討するため、県宇佐両院振興局管内で林地植栽を行った。

(4) 低コスト育林システムの開発に関する調査 (平成11年度～平成15年度:国補)

主任研究員 高宮 立身

被覆資材による下刈省力化と効果を検討するために、平成12年3月、直入郡荻町のヒノキ造林地に被覆資材として1mm目合いの防風ネット(商品名:ダイオネット)を敷設した結果、雑草の繁茂を抑制でき、樹高成長が促進されていた。

(5) ユリノキの優良品種の育成と施業に関する研究 (平成11年度～平成13年度:県単)

主任研究員 高宮 立身

1) 接ぎ木によるクローン確保

公園や造林地等から選抜した14クローン(または系統)を2年生の実生苗に切り接ぎした。苗は、場内苗畑にて養苗し、平成13年春、一部を造林した。

2) 挿し木試験

昨年に引き続き挿し木試験を行った。今回は4回目となる。平均30%程度の発根率で推移しているが、個体によって3~70%とバラツキが大きく、同一個体でも年変動が大きかった。

3) 接ぎ木苗の造林試験

平成10年に造林した接ぎ木苗の成育調査を実施した。

4) 既存林分における成育事例調査

静岡県立森林公園に1962年植栽のユリノキ林と杵築市県有林に1976年植栽されたユリノキについて林分調査を実施した。

3. 森林保護管理技術の高度化

(1) 環境調和型森林病害制御技術の開発に関する調査 (平成10年度～平成12年度)

主幹研究員 室 雅道

スギ、ヒノキ暗色枝枯病について、スギ林分の被害実態の調査、次代検定林第35号(スギ実生16年生)及びスギ試験林における系統毎の被害調査並びにスギ鉢植えの苗木に病菌を接種し、耐病性を調査した。暗色枝枯病の被害林は県内の各地に分布しているが、今は被害率は低いことが判明した。

(2) 酸性雨等森林衰退モニタリング事業 (平成12年度～平成16年度：国庫)

研究員 山田 康裕

平成12年度は豊岡、三重町において概況調査と衰退度調査を行い、日田ではさらに毎木調査、植生調査、そして土壌調査を実施した。また、観測点日田において定期的に雨水の採取を行い、雨水及び土壌試料は化学分析のため森林総合研究所北海道支所に送付した。

4. 森林の多面的機能の増進技術の開発

(1) 森林のモニタリングと環境の評価に関する研究 (平成10年度～平成12年度：国庫)

研究員 山田 康裕

別府市朝見のスタジイ天然林、大野郡緒方町大石のアカガシ林など本年度は、広葉樹天然林8林分、スギ人工林4林分、ヒノキ人工林3林分の計15林分について、毎木、植生および土壌の調査を行い、あわせて土壌の理化学分析を実施し土壌の炭素貯留量と水源涵養機能にかかる貯水量を求めた。

(2) 森林施業の相違による土壌特性に関する研究 (平成11年度～平成13年度：県単)

研究員 山田 康裕

本研究では、間伐林と無間伐林の下層植生および表層土壌の流出量を比較することで、間伐が林分に与える影響を環境面から総合的に評価することを目的とした。調査の結果、無間伐区の土砂流出量が間伐区を大きく上回ったが、これは雨滴の打撃から地表面を保護し、根系によって土壌表面を保持する下層植生および落葉層のバイオマス量の差と考えられた。

また、渓流水質のモニタリング調査を県下主要16河川で実施した。

(3) 間伐等が森林の炭素貯留に与える影響について (平成12年度：国補)

主任研究員 高宮 立身

間伐等が森林の炭素貯留に与える影響を調べるため、スギを対象に、間伐林と無間伐林の貯留量を比較した。林木では本数密度大きく影響し、密度の高い無間伐林で間伐林を上回る傾向を示した。林木に匹敵する炭素が貯留されている土壌について、間伐によって貯留量がプラスになるとはいえなかった。倒木等の粗大有機物は、長期間貯留機能を果たしていることがわかった。

木 材 部 門

1. 木材加工利用技術の高度化

(1) スギ長伐期材の材質特性に関する研究—ヤブクグリスギ— (平成12年～14年度)

主任研究員 津島 俊治

県内の主要品種であるヤブクグリスギ及びオビスギ、アヤスギの長伐期材の材質特性を検討するため、本年度はヤブクグリスギの動的ヤング係数、密度、年輪幅、心辺材率、樹皮厚等について調査した。

その結果、1番玉から上部番玉にかけて、丸太の材質（テーパー、容積密度、動的ヤング係数）が異なることがわかった。また、樹幹解析の結果、平均年輪幅は髓に近い年輪で大きく、外周部では2mm前後であり、樹皮厚は2.0～5.8mmであった。

（2）スギ製材品のくん煙加熱処理技術に関する研究

（平成10年度～平成16年度：県単、平成12年度から国庫委託）

主幹研究員 三ヶ田 雅敏

1) 圧縮等による材の狂い抑制

木材は、製材や乾燥過程で狂いを生じやすく、この処理にかかるコスト増は乾燥材生産が進まない一因ともなっている。このため、乾燥における心持ち柱材の狂いを荷重積載で抑制する場合の適正加重について検討を行った。

2) 板材のくん煙乾燥

主幹研究員 三ヶ田 雅敏

板材乾燥におけるくん煙加熱処理の有効性と、その処理温度、時間及び損傷について検討した。その結果、実用規模の試験でも約3日間のくん煙処理で含水率20%以下に乾燥することが可能で、その後、約1ヶ月の養生で含水率が約12%まで減少したことから、十分実用性があることが分かった。

（3）スギ中径材による構造用面材料の開発

－スギ集成パネル耐力壁（真壁）の水平せん断性能－

主任研究員 城井 秀幸・教授 井上 正文（大分大学工学部）

スギ材を利用した材料性能のバラツキが少なく強度特性が明らかな構造用面材料を開発し、壁材料や床材料等の住宅用部材としての需要拡大を図ること目的に、本年度はスギ幅はぎ集成パネルを用いた木造軸組工法の耐力壁としての水平せん断性能試験を行った。

パネルタイプは幅はぎタイプと3層パネルタイプの各2タイプ（縦型、横型）の4タイプとした。その結果、壁倍率は全シリーズの平均値で約3倍となり、今回試作したスギ幅はぎ集成パネルを木造軸組耐力壁として十分利用できることが分かった。

（4）県産スギ構造用平角材の強度性能評価

主任研究員 城井 秀幸

スギ中目材の建築構造用平角材としての需要拡大を図るため、県産スギ平角材の曲げ強度性能について究明した。試験体サイズは、12cm×(15, 18, 21, 27, 30cm)の5種類とし、各サイズ10本（高温乾燥5本、中温乾燥5本）の計50本について曲げ強度試験を実施した。

その結果、曲げヤング係数の平均値は、 7.11kN/mm^2 (変動係数22%)、曲げ強さの平均値は、 38.9kN/mm^2 (変動係数23%)となった。日本農林規格の機械等級区分の有効性と、原木の動的ヤング係数の等級区分が必要な強度性能を有する効率的な平角生産に有効であることが確認された。しかし、高温乾燥材の一部で比較的大きな内部割れが発生しており、強度性能の低下が危惧された。

(5) スギ構造材の高温乾燥技術に関する研究 (平成12年度～平成14年度)

研究員 豆田 俊治

1) 乾燥温度の違いによる高温低湿乾燥の表面割れ防止効果について

乾燥時に発生する表面割れの発生を抑えるために、高温乾燥機を利用した前処理条件の検討を行った。今回は3通りの異なる処理条件で乾燥処理を行い、表面割れの発生量を比較することで、必要な温度条件を明らかにすることを試みた。その結果、蒸煮と低湿乾燥を乾燥の前処理として行うことで乾燥時の表面割れの発生を抑える効果が確認された。

2) 高温低湿乾燥されたスギ心持ち材の寸法安定性について

高温低湿乾燥材と天然乾燥材を湿度制御した環境下においてその重量と寸法の変化を観察し、高温低湿乾燥材の寸法安定性と吸湿性について検討した。その結果、高温低湿乾燥材の方が同じ湿度変化に幅のある環境に置かれた場合、寸法変化が小さく、寸法安定性が高いことが分かった。これは、水分の吸放湿性が低下していたことが原因のひとつと考えられる。

3) 大断面心持ち柱材の高温低湿乾燥について

心持ち24cm角の大断面正角材について、高温低湿乾燥法による乾燥性の評価を行った。今回は、最高温度が 120°C と 110°C の2通りのスケジュールで乾燥を行い、その結果、双方とも表面割れの少ない良好な仕上がりとなり、特に 120°C 乾燥の方がより短時間で内部まで乾燥されており、仕上げ後の寸法安定性も高いことが分かった。以上のことから、高温低湿乾燥は大断面の部材の乾燥にも有効ではないかと考えられる。

(6) 県産材の土木資材等への利用を図るための耐久性向上に関する研究 (平成11年～13年度 県単)

—木杭等野外耐久性試験及び現地施工事例調査—

主任研究員 津島 俊治

野外での木材腐朽や強度性能低下の状況を明らかにするため、スギ小径木耐久性試験及び現地施工事例調査を行った。

スギ小径木耐久性試験について、場内試験地の暴露試験でいずれの測定値も設置時より低く、木杭試験で重量・ピロディン打込み深さが大きくなっていった。また、燻煙処理杭にヤマトシロアリが、湯がき処理杭にキノコが確認された。また、本年度設置した野津原町試験地では、供試木のピロディン

打込み深さ及び動的ヤング係数は場内試験地の結果とほぼ同様であった。

次に、平成元年度～12年度に施工された171箇所の木製構造物の現地調査を行った。県下全域で、カワラタケやキカイガラタケなどの腐朽菌被害とヤマトシロアリによる被害が認められた。また、木柵工杭木に使用したスギ丸太は、2年程から徐々に腐朽が進行し7～8年で使用不能になるようであった。

II 共同研究の概要

(1) スギ構造用集成材の木造建築への利用研究 (平成11年度～平成13年度)

(大分大学工学部と共同研究)

主任研究員 城井 秀幸 教授 井上 正文 (大分大学工学部)

助手 田中 圭 (大分大学工学部)

県産スギ材の需要拡大を図ることを目的に、スギ材を利用した構造用集成材を試作し木造建築利用への検討評価を行うとともに、その中断面構造用集成材の強度性能と県産スギ材による集成材構造物の接合性能を評価する。本年度は、スギ構造用集成材(中断面12×15, 18, 21, 27, 30×400cm)の曲げ強度性能の把握及び平角材梁接合部のせん断抵抗性の向上を図るため、接合金物の挿入本数による影響を検証したので報告する。

III 受託事業の概要

(1) 優良ヒノキ生産林造成事業 (平成9年度～平成12年度：県単)

主任研究員 高宮 立身

挿し木苗による穂木供給体制を整備するために、林業試験場内に採穂園を造成し、直入郡荻町大字柏原の県営林には、県内外から収集したクローンを集めた展示林を造成して、下刈等の管理を行っている。平成12年度は、ヒノキ精英樹系統から挿し木して得られた苗を当該採穂園に植栽し、当场で養苗していた大林1号と大林3号を荻町に植栽した。

(2) 県営種子の発芽鑑定事業 (毎年度、県単)

主幹研究員・佐々木義則

1) 平成12年度の種子発芽鑑定

平成12年度の発芽鑑定は、ヒノキ9件、スギ1件、クロマツ1件の計11件について調査を行った。発芽鑑定の開始は、2001年1月18日で、終了はヒノキ及びクロマツが21日後(2月8日)ス

ギは28日後(2月15日)とした。発芽床には寒天(0.8%)を用い、明期(8時間)は30℃、暗期(16時間)は20℃に設定した。明期の8時間には白色蛍光灯で光(約1,000ルクス)を照射した。

発芽鑑定の結果、種子発芽率はヒノキが平均19.3%(1.0~37.3%)、スギが9.5%、クロマツが49.3%であった。

2) スギ, ヒノキ貯蔵種子の発芽鑑定

林業試験場構内の種子貯蔵庫の休止(平成13年3月末)にともない、貯蔵中の種子の発芽鑑定が必要となった。貯蔵年数別の発芽調査件数は、スギでは13年が1件、15年が1件の計2件、ヒノキでは5年が3件、6年が1件、7年が8件、8年が1件、9年が1件、16年が2件の計16件であった。2001年2月~3月に発芽調査を実施した。

(3) スギ雄花着花性に関する調査(平成8年度~12年度)

主幹研究員 佐々木 義則

1) 平成12年度雄花着花性に関する調査

九大5号(九重町)及び九大13号(天瀬町)の2箇所のスギ精英樹次代検定林について、第5回目の調査を実施した。両検定林ともにさし木苗由来で、前者は32クローン、後者は30クローンで構成され、両検定林では県内選抜の16クロンの精英樹が共通クローンとなっている。

九大5号検定林において、平成12年度の雄花着花状況を総合評価した結果、平均が1.3で、1.0~2.4の範囲であった。総合評価別のクローン数は「1.0」(雄花を全く付けない)が8クローン、「1.1」が5クローン、「1.2」が5クローン、「1.3」が5クローン、「1.4」が2クローン、「1.5」が3クローン、「1.6」が2クローン、「1.7」が1クローン、「2.4」(雄花が著しく多い)が1クローンであった。雄花を全く着けなかった品種の割合は25.0%であった。

九大13号検定林において、平成12年度の雄花着花状況を総合評価した結果、平均が1.2で、1.0~2.3の範囲であった。総合評価別のクローン数は「1.0」が17クローン、「1.1」が5クローン、「1.2」が2クローン、「1.5」が1クローン、「1.7」が1クローン、「2.0」が1クローン、「2.1」が1クローン、「2.2」が1クローン、「2.3」が1クローンであった。雄花を全く着けなかった品種の割合は56.7%であった。

2) 5年間の雄花着花性調査の総合とりまとめ

九大5号及び13号検定林に共通する16クローンについて5年間の調査結果をとりまとめた。その結果、雄花着花反応は検定林の違いによって差異が認められた。これは、花芽分化期の環境条件の違いによるものと考えられる。5年間を通じて、雄花をほとんど着けなかった品種は、佐伯6号、一方、著しく多かったものは日田16号であった。また、年度別に見ると、両検定林ともに平成11年が最も少なかった。

(4) 抵抗性クロマツ採種園造成事業 (平成10年度～)

主幹研究員 佐々木 義則

抵抗性クロマツ15クローン (つぎ木苗) を用い、1999年3月に採種園 (約3,000m²) を設置した。構成クローン名は津屋崎ク-50, 三崎ク-90, 三豊ク-103, 土佐清水ク-63, 波方ク-37, 波方ク-73, 大分ク-8, 川内ク-290, 吉田ク-2, 夜須ク-37, 田辺ク-54, 穎娃ク-425, 小浜ク-30, 志摩ク-64, 備前ア-143の15クローンであり、各クローン8本を5m間隔で植栽している。なお、備前ア-143は表現型ではアカマツとされていたが、DNA分析の結果、クロマツであることが判明したため、採種園の構成クローンに用いた。平成12年度には、生存状況調査、下刈り等の保育管理を実施した。

(5) 次代検定林調査事業

主幹 神田 哲夫

昭和56年度設定の次代検定林 (九大第36号、三重町大字本城字上久ノ谷837外2) において、スギ15年生次定期調査を平成12年1月の成長休止期に行った。次代検定林調査要領にもとづき、健全本木数、成長量 (樹高、胸高直径) について実測し、形態 (根元曲り、幹曲り) については5段階 (5:なし、4:小、3:中、2:やや大、1:大) で評価した。

検定林は1.5haに25品種の精鋭樹実生スギがI～IIIブロックに植栽されているが、植栽後に干害が発生したことにより枯損が目立ったプロットもあった。根元曲がり及び幹曲りを示す評価点で県南の県佐伯9号と佐伯署1号がI～IIIブロックとも高く、形質が優れていた。

(6) 重要水源山地整備治山事業 (平成12年度)

研究員 姫野 光雄

大分県では昭和61年より、玖珠郡九重町大字後野上鹿伏において重要水源山地整備治山事業として原野造林を実施している。その水源涵養機能を評価するため現地に水文観測施設を設置しているが、本年度は降水量、流出量、渓流水質について調査した。その結果、年間降水量は1,738.3mm、流出量は203.30mm、流出率は11.7%であった。

IV 試験研究の成果

育林部門

機械化作業システムに適合した森林施業法の開発

- H型集材 -

1. 区 分

- (1) 担当者：研究員 姫野 光雄
 (2) 実施期間及び予算区分：平成9年度～平成13年度、国補（大型プロジェクト）
 (3) 場 所：中津江村大字栃野

2. 目 的

架線集材の応用としてH型集材があるが、大分県においてはこれまで実施の事例がない。H型集材とは、荷掛けフック（以下フック）を集材木の真上に誘導して、区域内の林木を鉛直に吊り上げる、面的集材方法である。調査は県林業振興課が大分県機械化林業モデル地域設計事業として、実証的にH型集材を実施した箇所で、集材の作業工程について分析した。

3. 調査地及び方法

調査地は日田郡中津江村大字栃野のスギ30年生の定性間伐林で、山腹勾配 22° 、集材区域面積0.45haである（図-1）。林分概況は平均胸高直径20cm、平均樹高20m、立木密度1,487.2本/ha、幹材積0.31 m^3 /本、林分材積461.03 m^3 /haである。

作業は間伐木をチェーンソーにより伐採後、H型集材により搬出した（図-2、3）。H型集材の索張りは、村道に隣接したスギの単木（2本）を元柱とし、谷を挟んだ岸の尾根付近の林木（2本）を先柱とし、それぞれの主索をA索、B索とした。なお、本事業地は地形条件により元柱の適地が限られたため、平面的には、A索及びB索の元柱を頂点としたA型となった。また、スパン長はA索390m、B索310mで支間傾斜角はともに -4° 、集材距離（A索及びB索の内分線とする）は最大が237.6m、最小は136.0m、平均が181.2mの上げ荷集材であった。

調査は集材の作業工程を図るため、フックが空走行を開始し、間伐木を荷積み後、荷下ろしするまでを1サイクルとした。また、時間測定は、現地の作業状況をビデオカメラにより撮影し、その後分析した。

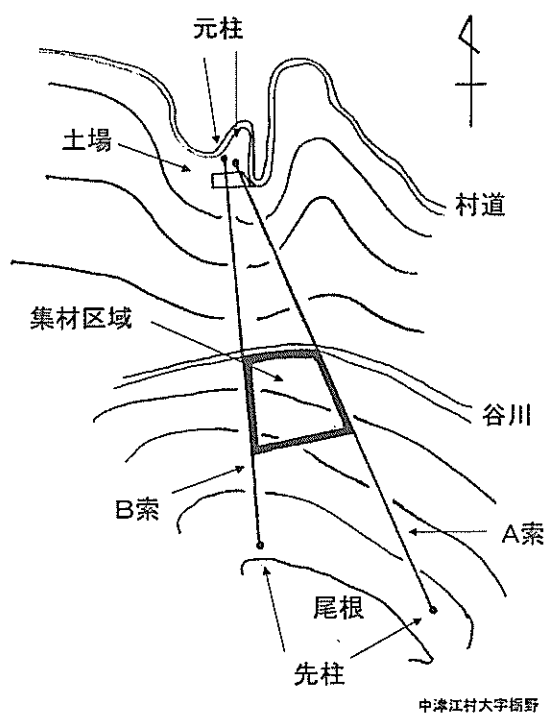


図-1 調査地概況図

3. 結果及び考察

調査・分析をした集材サイクル数は40回であり、所用時間合計は22,737秒であった(表-1)。各要素作業別では荷積みに最も時間(52%)を要した。なお、フックの移動を、架線(縦)方向と架線間(横)方向に区分した。また、フックの横方向への移動は、索下げと荷上げの複合作業となった。縦方向におけるフックの空走行と実走行の所用(移動)時間は、フックの移動距離との間に高い相関(1%水準で有意)があった。しかし、横方向におけるフックの所用(移動)時間と移動距離との間には相関がなかった。これは、現地の地形条件により十分なLB垂下量が確保できず、横方向のフック移動が索下げ・荷上げとの複合作業となり、繁雑となったこと等が原因だと思われる。

また、1回当たりの集材本数は1~4本(平均2.55本)で、全集材本数は102本(31.62m³)であった。この結果、1時間当たりの集材材積は5.01m³/hであった。



図-2 H型集材(全景)

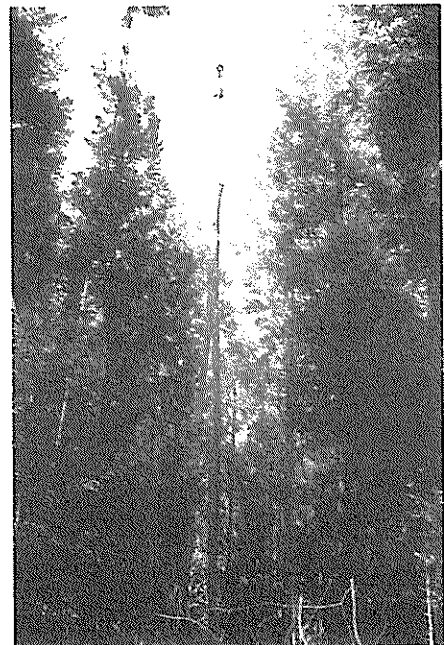


図-3 鉛直方向へ荷上げ中

表-1 各要素作業別の所用時間

単位: 秒

| | 空走行 | 荷積み | | | | 実走行 | 荷下し | | | | 合計 |
|---------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-----|-------|-----|-------|--------|
| | | 索下げ | 荷掛け | 荷上げ | 小計 | | 荷下げ | 荷外し | 索上げ | 小計 | |
| 合計 | 2,843 | 4,329 | 2,622 | 4,970 | 11,921 | 5,026 | 740 | 1,592 | 255 | 2,947 | 22,737 |
| 最大 | 100 | 326 | 182 | 382 | 674 | 258 | 114 | 95 | 35 | 204 | 974 |
| 最小 | 46 | 31 | 15 | 53 | 143 | 71 | 6 | 11 | 2 | 22 | 336 |
| 平均 | 71 | 108 | 66 | 124 | 298 | 126 | 19 | 49 | 6 | 74 | 568 |
| 構成割合(%) | 13 | 19 | 12 | 22 | 52 | 22 | 3 | 9 | 1 | 13 | 100 |

スギ, ヒノキ育成品種の造林特性及び環境適応性に関する研究

－ヒノキ人為三倍体の個体及びさし床容器別のさし木試験－

1. 区分

- (1) 担当者：主幹研究員 佐々木義則
- (2) 実施期間及び予算区分：平成10年度～14年度，県単
- (3) 場所：大分県林業試験場

2. 目的

ヒノキについて二倍体と四倍体の交配により人為三倍体等を作成し、倍数性育種の可能性を検討中である。育成した人為三倍体は不稔性を示すため、実生苗による増殖は困難であり、さし木等の無性繁殖が必要となる。

今回、人為三倍体等について、個体別及びさし床容器別のさし木試験を実施し、増殖能力の検討を行った。

3. 材料及び方法

実生由来の2個体（No.1, No.2, いずれも $2n=22=2x$ ）を母樹とし、久原1号（ $2n=44=4x$ ）を花粉親に用い、1982年4月に人工交配を行って育成した人為三倍体及び自然交配による二倍体をさし穂材料に用いた。さし穂採取は、母樹No.1由来の三倍体が8個体、母樹No.2由来の三倍体が13個体、母樹No.2由来の二倍体（対照）が4個体の計25個体について行った。

さし穂長は10cm前後とし、オキシベロン100ppm液に2時間浸漬した後、細粒状の赤土を詰めた発泡スチロール箱（ $54 \times 35 \times 15$ cm）及び木箱（ $58 \times 40 \times 11$ cm）にさしつけた。灌水は自動ミスト装置によって行い、遮光率60%の黒色ダイオネットで上面及び側面を被覆した。

さしつけは1999年7月8日、掘り取り調査は2000年12月9日に実施した。

4. 結果及び考察

ヒノキの人為三倍体及び自然二倍体について、個体及びさし床容器別の発根率を調べた結果を表-1に示した。発根率は個体による差異が見られたが、さし床容器の違いによる差異は認められなかった。全般的にみると三倍体は二倍体に比べて発根率が高い傾向が認められた。

さし木苗の伸長成長を調べた結果を表-2に示した。伸長成長は、個体による差異が大きかったが、三倍体と二倍体といった倍数性の違いによる差異はほとんど認められなかった。さし床容器別においても伸長成長には差異はなかった。

以上の結果から、人為三倍体は比較的高い発根能力を有しており、さし木苗の伸長成長も良好であることが判明し、さし木による増殖が容易であることが分かった。さし床容器別では差異は認められなかったことから、耐朽性の上からは発泡スチロール箱の方が木箱より有利と考えられる。

表-1 ヒノキ人為三倍体の個体及びさし床容器別のさし木の発根率

| 倍数性 | クローン名 | 発泡スチロール箱 | | | 木箱 | | |
|-----|--------|-------------|-----------|------------|-------------|-----------|------------|
| | | さしつけ (本) | 発根 (本) | 発根率 (%) | さしつけ (本) | 発根 (本) | 発根率 (%) |
| | A-2 | 40 | 33 | 82.5 | 30 | 12 | 40.0 |
| | A-8 | 40 | 35 | 87.5 | 60 | 46 | 76.7 |
| | A-12 | 30 | 26 | 86.7 | 60 | 46 | 76.7 |
| | A-13 | 40 | 33 | 82.5 | 20 | 7 | 35.0 |
| | A-41 | 20 | 11 | 55.0 | 50 | 44 | 88.0 |
| | A-44 | 20 | 10 | 50.0 | 20 | 11 | 55.0 |
| | A-58 | 20 | 10 | 50.0 | — | — | — |
| | A-68 | 30 | 21 | 70.0 | 40 | 35 | 87.5 |
| | 母樹平均 | 240 | 179 | 74.6 | 280 | 201 | 71.8 |
| 三倍体 | C-6 | 50 | 41 | 82.0 | 110 | 99 | 90.0 |
| | C-17 | 40 | 32 | 80.0 | 40 | 32 | 80.0 |
| | C-37 | 80 | 76 | 95.0 | 90 | 82 | 91.1 |
| | C-50 | 40 | 34 | 85.0 | 50 | 42 | 84.0 |
| | C-55 | 40 | 39 | 97.5 | 40 | 33 | 82.5 |
| | C-60 | 50 | 45 | 90.0 | 40 | 5 | 12.5 |
| | C-140 | 50 | 41 | 82.0 | — | — | — |
| | C-149 | 40 | 36 | 90.0 | 50 | 46 | 92.0 |
| | CV-5 | 50 | 44 | 88.0 | 60 | 48 | 80.0 |
| | CVI-3 | 40 | 36 | 90.0 | 40 | 39 | 97.5 |
| | CVII-5 | 30 | 27 | 90.0 | 100 | 92 | 92.0 |
| | CVII-6 | 30 | 20 | 66.7 | 30 | 28 | 93.3 |
| | CVII-8 | 100 | 50 | 50.0 | 90 | 69 | 76.7 |
| | 母樹平均 | 640 | 521 | 81.4 | 740 | 615 | 83.1 |
| | 三倍体平均 | 880 | 700 | 79.5 | 1020 | 816 | 80.0 |
| 二倍体 | D-12 | 40 | 36 | 90.0 | 40 | 18 | 45.0 |
| | D-14 | 40 | 24 | 60.0 | 40 | 37 | 92.5 |
| | DII-9 | 40 | 36 | 90.0 | 40 | 28 | 70.0 |
| | DIII-4 | 20 | 5 | 25.0 | 40 | 26 | 65.0 |
| | 二倍体平均 | 140 | 105 | 75.0 | 160 | 109 | 68.1 |
| | 総平均 | 1020 | 805 | 78.9 | 1180 | 925 | 78.4 |

(注) A: 母樹No. 1由来の三倍体, C: 母樹No. 2由来の三倍体
D: 母樹No. 2由来の二倍体

表-2 ヒノキ人為三倍体及びさし床容器別のさし木苗の伸長成長

| 倍数性 | クローン名 | 発泡スチロール箱 | | | 木箱 | | |
|-----|--------|----------|------|--------------|------|------|--------------|
| | | 平均 | ± | 標準偏差 (cm) | 平均 | ± | 標準偏差 (cm) |
| | A-2 | 33.4 | ± | 6.5 | 28.8 | ± | 9.7 |
| | A-8 | 48.3 | ± | 15.6 | 43.3 | ± | 12.1 |
| | A-12 | 34.3 | ± | 9.0 | 34.1 | ± | 11.3 |
| | A-13 | 31.3 | ± | 7.6 | 21.9 | ± | 7.6 |
| | A-41 | 19.5 | ± | 8.2 | 37.4 | ± | 10.6 |
| | A-44 | 42.4 | ± | 8.8 | 36.2 | ± | 12.6 |
| | A-58 | 37.0 | ± | 11.0 | — | ± | — |
| | A-68 | 25.0 | ± | 5.4 | 26.9 | ± | 5.5 |
| | 母樹平均 | 33.9 | ± | 9.1 | 32.7 | ± | 7.2 |
| 三倍体 | C-6 | 32.6 | ± | 11.4 | 38.8 | ± | 10.6 |
| | C-17 | 36.9 | ± | 9.6 | 34.9 | ± | 8.8 |
| | C-37 | 34.5 | ± | 12.8 | 29.7 | ± | 10.3 |
| | C-50 | 36.7 | ± | 14.9 | 35.8 | ± | 9.7 |
| | C-55 | 33.9 | ± | 10.2 | 39.2 | ± | 8.6 |
| | C-60 | 45.5 | ± | 11.5 | 33.4 | ± | 8.2 |
| | C-140 | 34.4 | ± | 8.5 | — | ± | — |
| | C-149 | 37.3 | ± | 13.9 | 37.5 | ± | 9.7 |
| | CV-5 | 39.9 | ± | 9.8 | 35.8 | ± | 12.3 |
| | CVI-3 | 42.4 | ± | 9.8 | 41.7 | ± | 11.7 |
| | CVII-5 | 27.5 | ± | 11.4 | 37.2 | ± | 8.7 |
| | CVII-6 | 23.4 | ± | 11.3 | 19.4 | ± | 5.1 |
| | CVII-8 | 40.1 | ± | 9.8 | 22.0 | ± | 6.2 |
| | | 母樹平均 | 35.8 | ± | 5.9 | 33.8 | ± |
| | 三倍体平均 | 35.1 | ± | 7.1 | 33.4 | ± | 6.8 |
| 二倍体 | D-12 | 33.4 | ± | 7.7 | 23.7 | ± | 6.1 |
| | D-14 | 26.9 | ± | 9.4 | 21.8 | ± | 6.6 |
| | DII-9 | 28.2 | ± | 9.2 | 19.6 | ± | 7.0 |
| | DIII-4 | 34.8 | ± | 7.6 | 30.0 | ± | 7.6 |
| | | 二倍体平均 | 30.8 | ± | 3.9 | 23.8 | ± |
| | 総平均 | 33.5 | ± | 6.8 | 31.7 | ± | 7.4 |

(注) A: 母樹No. 1由来の三倍体, C: 母樹No. 2由来の三倍体
D: 母樹No. 2由来の二倍体

スギ、ヒノキ育成品種の造林特性及び環境適応性に関する研究

－スギ精英樹三倍体さし木苗の14年生時における生育状況－

1. 区分

- (1) 担 当 者：主幹研究員 佐々木義則
- (2) 実施期間及び予算区分：平成10年度～14年度，県単
- (3) 場 所：大分県林業試験場

2. 目的

筆者らは不稔性原因の究明過程において、全国のスギ精英樹の中から多くの自然三倍体を見出した。現在までに報告されているスギ精英樹の三倍体は、筆者らの結果も含めると41クローンに達している。このため、三倍体等を利用した倍数性育種が注目されるようになってきた。一般的に三倍体は不稔性を示すため、増殖はさし木等の無性繁殖が必要である。今回14年生時(2000年3月)におけるさし木苗の生育状況を報告する。

3. 材料及び方法

全国から収集したスギ精英樹三倍体から、1986年3月にさし穂を採取してさしつけた。1987年3月に発根したさし木苗を床替し、1989年3月(3年生時)に林試構内に列状植栽を行った。

スギ三倍体は精英樹が18クローン、実生人工林由来の3クローンの計21クローン、二倍体(対照)として精英樹の3クローンを用いた(精英樹名等は表-1を参照)。

4. 結果及び考察

スギ精英樹三倍体等のさし木苗の14年生時の生存状況を表-1に示した。生存率は三倍体では平均63%(12.5～100%)、二倍体においては平均46.2%(35.3～55.9%)であり、三倍体由来のさし木苗の方が生存率が高い傾向が認められた。全般的には生存率が低かったが、これは台風、鹿による食害等に原因があるものと考えられる。

スギ精英樹三倍体等のさし木苗の14年生時の成長状況を調べた結果を表-2に示した。全般的にみると三倍体は二倍体と同程度の成長を示したが、クローン間差異が著しいことが分かった。二倍体より旺盛な生育を示した三倍体は、阿哲3号、真庭5号、田中3x、九林3x等であった。田中3x及び九林3xは精英樹ではなく、実生人工林において見出された三倍体であるが、生育が旺盛であることが判明し、今後の成長が注目される。

全般的にみると、北方地域から選抜された三倍体精英樹は成長が不良である傾向が認められたが、これは環境適応性等の違いによるものと考えられる。

表-1 対 精英樹三倍体さし木苗の14年生時における生存状況

| 精英樹名 | 倍数性 | 選抜地 | 生存本数 (本) | | 生存率 (%) |
|-----------|-----|-----|----------|-------|---------|
| | | | 3年生時 | 14年生時 | |
| 遠田2号 | 3x | 宮城県 | 29 | 18 | 62.1 |
| 東南置賜4号 | 3x | 山形県 | 11 | 7 | 63.6 |
| 岩船7号 | 3x | 新潟県 | 26 | 9 | 34.6 |
| 中頸城5号 | 3x | 新潟県 | 17 | 17 | 100 |
| 佐渡1号 | 3x | 新潟県 | 23 | 20 | 87.0 |
| 久慈30号 | 3x | 茨城県 | 17 | 13 | 76.5 |
| 新治1号 | 3x | 茨城県 | 20 | 16 | 80.0 |
| 大井5号 | 3x | 静岡県 | 6 | 1 | 16.7 |
| 東加茂1号 | 3x | 愛知県 | 13 | 4 | 30.8 |
| 下高井9号 | 3x | 長野県 | 7 | 3 | 42.9 |
| 小原5号 | 3x | 富山県 | 8 | 1 | 12.5 |
| 氷上5号 | 3x | 兵庫県 | 10 | 10 | 100 |
| 阿哲3号 | 3x | 岡山県 | 28 | 19 | 67.9 |
| 真庭5号 | 3x | 岡山県 | 23 | 17 | 73.9 |
| 玖珂1号 | 3x | 山口県 | 10 | 3 | 30.0 |
| 三好10号 | 3x | 徳島県 | 17 | 10 | 58.8 |
| 上浮穴6号 | 3x | 愛媛県 | 11 | 7 | 63.6 |
| 藤津28号 | 3x | 佐賀県 | 21 | 15 | 71.4 |
| 福田3x | 3x | 大分県 | 16 | 10 | 62.5 |
| 田中3x | 3x | 大分県 | 11 | 5 | 45.5 |
| 九林3x | 3x | 大分県 | 27 | 16 | 59.3 |
| 三倍体21ヶ所平均 | | | 351 | 221 | 63.0 |
| 国東3号 | 2x | 大分県 | 17 | 6 | 35.3 |
| 玖珠7号 | 2x | 大分県 | 34 | 19 | 55.9 |
| 佐伯10号 | 2x | 大分県 | 27 | 11 | 40.7 |
| 二倍体3ヶ所平均 | | | 78 | 36 | 46.2 |

(注) 福田3x, 田中3x, 九林3xの3ヶ所は筆者らが実生人工林から
見つけたしたもの。

3x : 三倍体 ($2n=33=3x$) , 2x : 二倍体 ($2n=22=2x$)

表-2 対` 精英樹三倍体さし木苗の14年生時における成長状況

| 精英樹名 | 樹高 (m) | | | 根元径 (cm) | | |
|----------|--------|------|-----|----------|------|-----|
| | M.V. | S.D. | 比数 | M.V. | S.D. | 比数 |
| 遠田2号 | 6.19 | 0.93 | 94 | 7.21 | 1.55 | 95 |
| 東南置賜4号 | 6.45 | 0.73 | 98 | 9.66 | 1.68 | 128 |
| 岩船7号 | 4.91 | 1.52 | 74 | 7.02 | 2.56 | 93 |
| 中頸城5号 | 4.24 | 1.20 | 64 | 5.99 | 1.89 | 79 |
| 佐渡1号 | 6.01 | 0.45 | 91 | 7.03 | 0.77 | 93 |
| 久慈30号 | 5.84 | 1.01 | 88 | 8.20 | 2.55 | 109 |
| 新治1号 | 4.01 | 1.46 | 61 | 5.95 | 1.49 | 79 |
| 大井5号 | 2.37 | — | 36 | 4.00 | — | 53 |
| 東加茂1号 | 4.43 | 1.33 | 67 | 6.47 | 1.50 | 86 |
| 下高井9号 | 6.55 | 0.75 | 99 | 8.73 | 1.50 | 116 |
| 小原5号 | 5.20 | — | 79 | 8.20 | — | 109 |
| 氷上5号 | 5.29 | 0.89 | 80 | 6.74 | 1.76 | 89 |
| 阿哲3号 | 8.78 | 0.63 | 133 | 11.33 | 2.49 | 150 |
| 真庭5号 | 8.60 | 0.86 | 130 | 9.28 | 1.21 | 123 |
| 玖珂1号 | 5.56 | 0.82 | 84 | 7.73 | 1.30 | 102 |
| 三好10号 | 6.71 | 2.33 | 102 | 8.72 | 3.00 | 115 |
| 上浮穴6号 | 4.16 | 1.67 | 63 | 5.09 | 2.10 | 67 |
| 藤津28号 | 6.51 | 0.79 | 98 | 8.67 | 1.61 | 115 |
| 福田3x | 7.16 | 0.89 | 108 | 6.38 | 1.20 | 85 |
| 田中3x | 8.38 | 0.78 | 127 | 12.52 | 3.51 | 166 |
| 九林3x | 8.65 | 1.33 | 131 | 10.65 | 2.64 | 141 |
| 三倍体21号平均 | 6.36 | 1.94 | 96 | 8.05 | 2.66 | 107 |
| 国東3号 | 6.30 | 1.46 | 95 | 6.87 | 1.36 | 91 |
| 玖珠7号 | 6.73 | 0.79 | 102 | 8.42 | 1.50 | 112 |
| 佐伯10号 | 6.58 | 0.89 | 100 | 6.41 | 1.51 | 85 |
| 二倍体3号平均 | 6.61 | 0.94 | 100 | 7.55 | 1.72 | 100 |

(注) 比数は二倍体3号平均の平均値を100として算出した。

スギ, ヒノキ育成品種の造林特性及び環境適応性に関する研究

－ヒノキ人為三倍体及び異数体さし木苗の10年生時の生育状況－

1. 区分

- (1) 担当者：主幹研究員 佐々木義則
- (2) 実施期間及び予算区分：平成10年度～14年度，県単
- (3) 場所：大分県林業試験場

2. 目的

近年，スギ精英樹等の中に多くの自然三倍体が存在することが分かり（佐々木 1996），三倍体の利用といった倍数性育種が注目されるようになってきた。現在までに我国で報告されている精英樹の三倍体は，スギの41クローンに対し，ヒノキは2クローンとかなり少ない。そこで，ヒノキにおける倍数性育種の可能性を検討するため，人工交配によって人為三倍体等を作成し，これらからのさし木苗を育成し，生育状況を調べたので報告する。

3. 材料及び方法

1982年4月に，実生由来の2個体（No.1，No.2，いずれも $2n=22=2x$ ）を母樹とし，久原1号（ $2n=44=4x$ ）を花粉親に用いて人工交配を行い，人為三倍体等を作成した。これらは現在（2001年3月）18年生に達している。1991年3月（母樹齢：8年生）に個別にさし木を行い，得られたさし木苗を場内に植栽しており，現在（2001年3月）10年生に達している。これらの人為三倍体等のさし木苗について，樹高及び根元直径の測定を行った。

4. 結果及び考察

人為三倍体及び異数体，ならびに二倍体（対照）から育成したさし木苗について，10年生時の生存率を求めた結果を表－1に示した。さし木苗の植栽後，台風や鹿による食害等のため，枯損木が多数発生したが，全般的にみると三倍体は異数体及び二倍体に比べて，生存率が高いことが判明した。母樹No.1由来の二倍体及び異数体（ $2n=34=3x+1$ ）は生存率が著しく低いことが分かった。

10年生時のさし木苗の成長状況は表－2に示した。三倍体さし木苗は二倍体さし木苗（対照）に比べて，樹高では約1.7倍，根元直径では約1.9倍の成長を示しており，生育が著しく旺盛であることが判明した。異数体のさし木苗は二倍体に比べて成長が劣る傾向が認められたが，母樹No.1由来の異数体（ $2n=32=3x-1$ ）の中には成長が良好である個体が認められた。

以上のことから，ヒノキ人為三倍体のさし木苗は，通常の二倍体に比べて生存率が高く，成長も著しく良好であることが判明し，今後，新しい優良品種としての可能性が大きいものと考えられる。なお，異数体の中にも生育の良好な個体が認められたことから，異数体（ $2n=32=3x-1$ ）の利用による新しい育種の可能性が示唆されたものと考えられる。

表-1 ヒノキ人為三倍体及び異数体さし木苗の10年生時の生存率

| 母樹 No. | 交配の種類 | 体細胞染色体数 | 個体数 (個体) | 設定時本数(本) | 生存率 (%) |
|--------|-------|--------------|----------|----------|---------|
| 1 | 人工交配 | $2n=32=3X-1$ | 2 | 35 | 25.7 |
| | | $2n=33=3X$ | 26 | 383 | 36.8 |
| | | $2n=34=3X+1$ | 3 | 42 | 2.4 |
| 2 | 自然交配 | $2n=22=2X$ | 4 | 69 | 1.4 |
| | 人工交配 | $2n=33=3X$ | 37 | 565 | 42.5 |
| | 人工交配 | $2n=34=3X+1$ | 3 | 21 | 23.8 |
| | 自然交配 | $2n=22=2X$ | 5 | 52 | 26.9 |

表-2 ヒノキ人為三倍体及び異数体さし木苗の10年生時の成長

| 母樹 No. | 体細胞染色体数 | 測定本数(本) | 樹高 (m) | | | 根元直径 (cm) | | |
|--------|---------|---------|--------|------|-----|-----------|------|-----|
| | | | M.V. | S.D. | 比数 | M.V. | S.D. | 比数 |
| 1 | $2n=32$ | 9 | 3.35 | 0.87 | 125 | 2.69 | 0.98 | 137 |
| | $2n=33$ | 141 | 4.63 | 1.05 | 173 | 3.78 | 1.50 | 193 |
| | $2n=34$ | 1 | 2.10 | — | 78 | 2.00 | — | 102 |
| | $2n=22$ | 1 | 1.25 | — | 47 | 1.60 | — | 82 |
| 2 | $2n=33$ | 240 | 4.55 | 1.10 | 170 | 3.65 | 1.40 | 186 |
| | $2n=34$ | 5 | 1.72 | 0.66 | 64 | 1.62 | 0.76 | 83 |
| | $2n=22$ | 14 | 2.68 | 1.39 | 100 | 1.96 | 1.18 | 100 |

(注) 比数は母樹 No.2 の二倍体を対照 (100) として算出した。

スギ, ヒノキ育成品種の造林特性及び環境適応性に関する研究

—フローサイトメトリー分析による核DNA量と染色体数の
関係分析及び交配F₁個体の核DNA量からの染色体数の推定—

1. 区分

- (1) 担 当 者：主幹研究員 佐々木 義則
- (2) 実施期間及び予算区分：平成10年度～14年度，県単
- (3) 場 所：大分県林業試験場

2. 目的

従来の光学顕微鏡を用いた染色体観察においては，多大な労力，時間等を要するため，育種研究を進める上で大きな障害になっていた。しかしながら，近年開発されたフローサイトメトリー（FCM）分析によれば非常に迅速にかつ簡便に核DNA量を測定することが可能である。

今回，体細胞染色体数が確認されている個体のFCM分析を行い，体細胞染色体数と核DNA量の関係を調べるとともに，二倍体と四倍体の交配によって得られたF₁（染色体数未知個体）のFCM分析値（核DNA量）から倍数性及び異数性の推定を試みた。

3. 材料及び方法

倍数性及び異数性既知個体のFCM分析には，ヒノキの倍数体（ $2n=33=3X$ の3個体， $2n=44=4X$ の3個体）及び異数体（ $2n=32=3x-1$ の3個体， $2n=34=3x+1$ の3個体）の4種類（計12個体）を用いた。

スギ，ヒノキのF₁個体は，二倍体を母樹とし，四倍体を花粉親に用いて，1984年3月～4月に人工交配を行って育成し，現在（2000年3月時）15年生に達している。スギでは，クモトオシ，ヨシベエ，打合，アラコの4母樹を用い，花粉親には神川スギを使用した。ヒノキにおいては，山田2号，実生由来のNo. 2の2母樹を用い，花粉親には久原1号を使用した。

FCM分析における内部標準（Internal Standard：IS）として，スギでは精英樹の国東3号（ $2n=22=2X$ ），ヒノキにおいては精英樹の藤津8号（ $2n=22=2X$ ）を用い，測定試料の相対的核DNA量は，ISを1.000とした比数で示した。

試料の調製にあたっては，枝の先端の若い針葉を約0.5cm採取し，市販の核単離溶液（High resolution DNA staining kit type P：Solution A, Partec社製）の0.2ml中で組織をChoppingし，5分間室温下で放置した。その後，DAPI溶液を約1ml加え，40μmメッシュで濾過し5分間放置後，FCM（PA型，Partec社製）で測定を行った。

4. 結果及び考察

倍数性及び異数性既知のヒノキ12個体について，FCM分析を行った結果を表-1に示した。個々の相対的核DNA量の値を用いて4種類間の分散分析を行ったところ，いずれの間にも有意差が認められた。相対的核DNA量（X）と体細胞染色体数（Y）の回帰分析を行ったところ，直線回帰式Y

= 22.827 X - 0.942 が得られ、相関係数は $r = 0.9995$ (1%水準で有意) であり、両者間の相関が著しく高いことが判明した。

スギ、ヒノキ人工交配 F_1 個体の FCM 分析結果を表-2 に示した。 F_1 個体の相対的核 DNA 量の平均値は、スギにおいては母樹間にほとんど差異が無かったが、ヒノキにおいては母樹間に差異があり、No.2 の方が大きな値を示した。

前述の直線回帰式を用い、 F_1 個体の相対的核 DNA 量 (X) から体細胞染色体数 (Y) を推定した結果を表-3 に示した。推定された体細胞染色体数は、スギの F_1 では $2n=32=3X-1$, $2n=33=3X$, $2n=34=3X+1$ の3種類、ヒノキの F_1 においては $2n=32=3X-1$, $2n=33=3X$, $2n=34=3X+1$, $2n=35=3X+2$ の4種類であった。全般的には、三倍体 ($2n=33=3x$) の発生が多かったが、ヒノキの No.2 に由来する F_1 においては、三倍体よりも異数体 ($2n=34=3X+1$) の方が発生率が高かった。

以上のことから、相対的核 DNA 量の測定により、倍数性及び異数性の推定が可能であり、今後、倍数性育種等を推進する上で、FCM 分析は大きく貢献できるものと考えられる。今回、推定された三倍体や異数体については、体細胞染色体数の確認を行うとともに、成長、さし木発根能力等の諸特性を解明する必要があるものと考えられる。

表-1 体細胞染色体数既知のヒノキの FCM 分析結果

| 倍数性/異数性 | 測定数 (個体) | 相対的核 DNA 量 | | 比数 |
|--------------|-------------|------------|--------|-----|
| | | M.V. ± | S.D. | |
| $2n=32=3X-1$ | 3 | 1.443 ± | 0.010a | 97 |
| $2n=33=3X$ | 3 | 1.494 ± | 0.008b | 100 |
| $2n=34=3X+1$ | 3 | 1.531 ± | 0.008c | 102 |
| $2n=44=4X$ | 3 | 1.963 ± | 0.010d | 131 |

(注) 平均値に付したアルファベットにおいて、異文字間では有意差があることを示す。

表-2 スギ、ヒノキ交配 F_1 の FCM 分析結果

| 樹種 | 母樹 | 測定数 (個体) | 相対的核 DNA 量 | |
|-----|-----------|-------------|------------|--------|
| | | | M.V. ± | S.D. |
| スギ | クモトシ | 6 | 1.495 ± | 0.019a |
| | ヨシバエ | 5 | 1.493 ± | 0.038a |
| | 打合 | 2 | 1.494 ± | 0.010a |
| | アラコ | 8 | 1.494 ± | 0.023a |
| | 平均 (計 21) | | 1.494 ± | 0.024 |
| ヒノキ | 山田 2 号 | 18 | 1.490 ± | 0.021a |
| | No. 2 | 39 | 1.507 ± | 0.028b |
| | 平均 (計 57) | | 1.502 ± | 0.027 |
| 総平均 | | (計 78) | 1.500 ± | 0.026 |

表-3 FCM分析による倍数性及び異数性の推定結果

| 樹種 | 品 種 (母樹) | 個体数 (個体) | 2n=32 | 2n=33 | 2n=34 | 2n=35 |
|------------|-------------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | =3X-1 | =3X | =3X+1 | =3X+2 |
| スギ | メト杉 | 6 | — | 5 | 1 | — |
| | ヨシバエ | 5 | 1 | 2 | 2 | — |
| | 打合 | 2 | — | 2 | — | — |
| | アラコ | 8 | — | 7 | 1 | — |
| | 計 | 21 | 1 | 16 | 4 | — |
| ヒノキ | 山田2号 | 18 | 1 | 15 | 2 | — |
| | No. 2 | 39 | 3 | 15 | 20 | 1 |
| | 合計 | 57 | 4 | 30 | 22 | 1 |
| スギ, ヒノキ総合計 | | 78 | 5 | 46 | 26 | 1 |

(注) $Y = 22.827x - 0.942$ ($r=0.9995^{**}$) より推定。

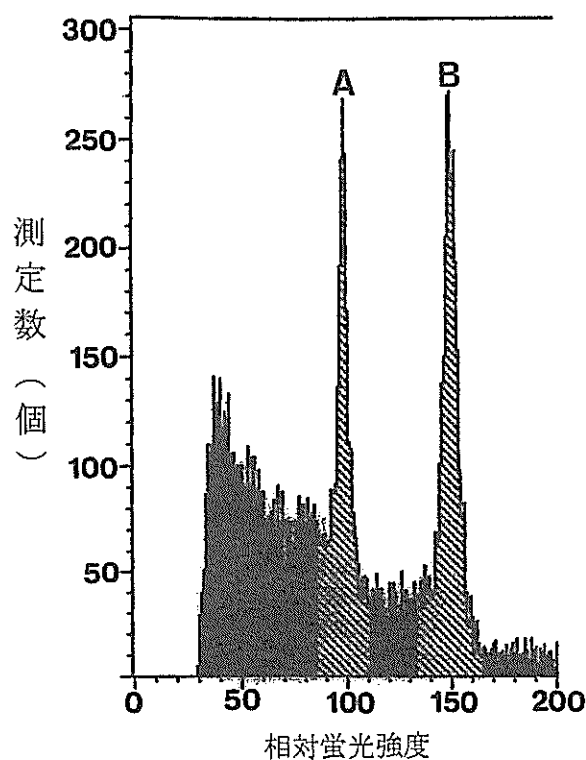


図-1 ヒノキNo.2×久原1号のF1のFCM分析
 A : 藤津8号(IS)
 B : F1 (IS比 : 1.524, $2n=34=3X+1$ と推定)

広葉樹の育種及び造林に関する研究

－ケヤキの家系及びさし穂材料別のさし木発根能力－

1. 区分

- (1) 担当者：主幹研究員 佐々木義則
- (2) 実施期間及び予算区分：平成8年度～12年度，県単
- (3) 場所：大分県林業試験場

2. 目的

ケヤキのクローン苗の増殖試験を行ってきた結果，成木（高齢木）はつぎ木は容易であるが，さし木はきわめて困難であることが判明した。しかしながら，幼齡木からのさし穂材料を用いれば，さし木は容易であることが分かってきた。今回，さし木発根能力の向上を図るため，家系及びさし穂材料別のさし木試験を行った。

3. 材料及び方法

1995年10月にケヤキ優良22個体から母樹別に種子を採取して育成した実生苗を実験に用いた。1998年3月に22家系の2年生苗の中から，それぞれ成長の優れた苗木を5本選び，計110個体についてさし木試験を行った。家系及びさし穂材料別の試験内容は表－1に示した。

さし穂長は15cmとし，さし穂基部にオキシベロン1.0%タルクをまぶした後，桐生砂を詰めた育苗箱にさしつけ，自動ミスト装置付きのガラス室で実験を行った。

4. 結果及び考察

ケヤキの家系及びさし穂材料別のさし木発根能力を調べた結果を表－2に示した。

家系別のさし木発根率は，いずれのさし穂材料を用いても差異が認められ，家系の違いによって発根能力が異なることが判明した。

普通枝と萌芽枝の比較では，後者の方が著しく発根率が高く，萌芽枝は普通枝の約2倍の発根能力を示すことが分かった。

実生苗とさし木苗を比べた場合，さし木苗を材料とした方がわずかながら発根率が高い傾向が認められた。

株齡が3年生と4年生の比較では，前者からの萌芽枝の方がわずかながら発根能力が高い傾向が認められた。

以上のことから，幼齡木を用いても，普通枝では発根率は低いが，萌芽枝を使用すれば70%以上の高い発根率が期待できることが判明した。このことから，高齢の優良個体そのもののさし木増殖が困難な場合，優良個体からの実生苗を育成し，断幹後の1年生萌芽枝を用いることによって，実用的な増殖が可能と考えられる。

表-1 ケヤキの家系及びさし穂材料別のさし木試験の内容

| 区分 | 家系数 (家系) | 個体数 (個体) | さし穂材料 | | さしつけ 年月 | 掘り取り 調査年月 |
|----|-------------|-------------|--------|---------|------------|--------------|
| | | | 枝の種類 | 採穂親木 | | |
| A | 22 | 110 | 1年生普通枝 | 実生2年生苗 | 1998年3月 | 1998年12月 |
| B | 22 | 87 | | さし木2年生苗 | 2000年3月 | 2000年12月 |
| C | 22 | 110 | 1年生萌芽枝 | 株齡3年生台木 | 1999年3月 | 1999年12月 |
| D | 19 | 74 | | 株齡4年生台木 | 2000年3月 | 2000年12月 |

(注) B区はA区(実生苗)のさし木によって育成したさし木苗。C区及びD区はA区(実生苗)の断幹によって育成した台木。

表-2 ケヤキの家系及びさし穂材料別のさし木発根能力

| 家系 | 1年生普通枝 | | | | 1年生萌芽枝 | | | |
|-----|---------------------|--------|----------------------|--------|---------------------|--------|---------------------|--------|
| | 実生2年生* ¹ | | さし木2年生* ² | | 株齡3年生* ³ | | 株齡4年生* ⁴ | |
| | 個体数 | 発根率(%) | 個体数 | 発根率(%) | 個体数 | 発根率(%) | 個体数 | 発根率(%) |
| A | 5 | 22.4 | 3 | 16.7 | 5 | 79.1 | 4 | 52.5 |
| B | 5 | 34.7 | 4 | 40.5 | 5 | 71.7 | 2 | 87.2 |
| C | 5 | 35.6 | 4 | 31.9 | 5 | 86.5 | 4 | 77.8 |
| D | 5 | 27.9 | 5 | 62.3 | 5 | 67.5 | 5 | 73.6 |
| E | 5 | 22.2 | 5 | 29.3 | 5 | 76.2 | — | — |
| F | 5 | 46.0 | 5 | 30.0 | 5 | 65.6 | — | — |
| G | 5 | 48.1 | 4 | 12.2 | 5 | 89.3 | — | — |
| H | 5 | 20.0 | 4 | 35.2 | 5 | 79.2 | 5 | 82.8 |
| I | 5 | 11.7 | 4 | 47.2 | 5 | 61.2 | 5 | 80.0 |
| J | 5 | 45.8 | 4 | 52.5 | 5 | 92.9 | 5 | 76.8 |
| K | 5 | 29.7 | 4 | 50.0 | 5 | 80.0 | 5 | 68.5 |
| L | 5 | 25.0 | 3 | 16.7 | 5 | 74.4 | 2 | 47.2 |
| M | 5 | 24.7 | 5 | 20.0 | 5 | 78.7 | 5 | 83.5 |
| N | 5 | 27.9 | 5 | 30.9 | 5 | 92.5 | 4 | 65.5 |
| O | 5 | 15.7 | 4 | 12.8 | 5 | 72.9 | 3 | 54.6 |
| P | 5 | 37.1 | 5 | 44.4 | 5 | 74.4 | 5 | 78.3 |
| Q | 5 | 35.7 | 3 | 40.0 | 5 | 70.4 | 2 | 82.4 |
| R | 5 | 43.2 | 3 | 37.0 | 5 | 85.7 | 4 | 74.2 |
| S | 5 | 46.9 | 3 | 62.2 | 5 | 74.2 | 5 | 67.7 |
| T | 5 | 45.3 | 5 | 59.6 | 5 | 82.4 | 4 | 80.0 |
| U | 5 | 20.4 | 2 | 23.8 | 5 | 60.5 | 3 | 69.2 |
| V | 5 | 18.2 | 3 | 8.7 | 5 | 68.8 | 2 | 55.6 |
| 総平均 | | 30.2 | | 36.8 | | 76.4 | | 71.4 |

(注) さしつけは*1が1998年3月、*2が2000年3月、*3が1999年3月、*4が2000年3月にそれぞれ実施した。

広葉樹の育種及び造林に関する研究
－ケヤキサシ木苗及び実生苗の13年生時の成長比較－

1. 区分

- (1) 担 当 者：主幹研究員 佐々木義則
- (2) 実施期間及び予算区分：平成8年度～12年度，県単
- (3) 場 所：大分県林業試験場

2. 目的

ケヤキは材質が優れ、材価も高いこと等から、広葉樹の中でも特に有望視されている。従来、ケヤキ苗は種子によってきたが、種子では、年、地域、母樹等の違いにより豊凶の差が大きい。また、優良個体を選抜した場合、さし木等のクローン増殖が必要となる。さらに、さし木苗を育成した場合、どのような生育を示すかを調べておく必要がある。

3. 材料及び方法

1987年3月に、苗畑において2年生実生苗の中から成長が良好で、幹の直通性が優れた個体を選び、個体別のさし木を行い、さし木苗を育成した。1988年3月にさし木苗を床替えした後、1989年3月（2年生時）にクローン別に列状植栽を行った。2000年3月（13年生）に測定を行い、生育状況を調べた。

4. 結果及び考察

ケヤキのさし木苗及び実生苗について、13年生時の生育状況と調べた結果を表－1に示した。

個体別さし木苗の生存率は、個体によって大きく異なっており、40%～100%の範囲であった。全般的にみると、生存率はさし木苗が67%、実生苗が70%であり、ほとんど差異は認められなかった。さし木苗の樹高及び根元直径成長は、個体によって大きく異なることが判明した。さし木苗と実生苗の比較では、樹高成長は両者間にほとんど差異は無かったが、根元直径成長ではさし木苗は実生苗に比べて成長が劣る傾向が認められた。形状比（ H/D ， H ：樹高 cm， D ：根元径 cm）では、さし木苗は実生苗に比べて、値が大きいことが判明した。

さし木苗の中には、No.2, No.11 等のように、著しく良好な生育を示す個体が存在していることから、選抜により優良個体のさし木苗を育成することが可能と考えられる。

表-1 ケヤキ個体別さし木苗および実生苗の13年生時の成長比較

| 個体 No. | 調査 本数 (本) | 生存率 (%) | 樹高 (m) | | | 根元径 (cm) | | | Hcm / Dcm |
|-----------|-----------------|------------|--------|------|-----|----------|------|-----|-----------|
| | | | M.V. | S.D. | 比数 | M.V. | S.D. | 比数 | |
| 2 | 3 | 60.0 | 7.10 | 0.47 | 123 | 8.40 | 0.11 | 107 | 85 |
| 3 | 4 | 57.1 | 4.97 | 0.77 | 86 | 5.40 | 0.17 | 69 | 92 |
| 6 | 5 | 100.0 | 5.27 | 0.10 | 92 | 6.52 | 0.85 | 83 | 81 |
| 7 | 5 | 83.3 | 6.08 | 0.85 | 106 | 6.40 | 0.17 | 81 | 95 |
| 8 | 2 | 50.0 | 5.17 | 0.83 | 90 | 5.70 | 0.11 | 73 | 91 |
| 9 | 3 | 42.9 | 5.47 | 0.25 | 95 | 5.47 | 0.41 | 70 | 100 |
| 11 | 2 | 100.0 | 7.36 | 0.29 | 128 | 8.30 | 0.13 | 106 | 89 |
| 12 | 5 | 100.0 | 6.27 | 0.50 | 109 | 6.84 | 0.92 | 87 | 92 |
| 13 | 3 | 75.0 | 6.30 | 0.78 | 110 | 9.27 | 0.10 | 118 | 68 |
| 15 | 2 | 40.0 | 5.29 | 0.15 | 92 | 4.20 | 0.16 | 53 | 126 |
| オープンさし木 | 26 | 68.4 | 5.78 | 0.76 | 101 | 5.85 | 0.11 | 74 | 99 |
| さし木苗平均 | 60 | 68.2 | 5.84 | 0.96 | 102 | 6.31 | 1.69 | 80 | 93 |
| 対照 (実生苗) | 21 | 95.5 | 5.75 | 1.07 | 100 | 7.86 | 3.13 | 100 | 73 |

低コスト育林システムの開発に関する調査

－被覆資材による下刈省力技術の開発－

1. 区 分

- (1) 担当者：主任研究員 高宮立身
- (2) 実施期間及び予算区分：平成11年度～平成15年度，国庫
- (3) 場所：大分県下一円

2. 試験の目的

下刈は、夏場の暑い時期に行われる過酷で危険な労働であるため、下刈作業を軽減する技術が求められている。この中で、防風ネットを全面被覆して下刈を省略する技術が考案されている。資材費等の初期投資が必要であるが、下刈を省略できる技術として注目されている。ここでは、現地に適用し、効果について検証することを目的とする。

3. 材料及び試験方法

平成12年3月に植栽した挿しヒノキ（神光、ヒワダ、ナンゴウヒ、天王0号）造林地の一角に、防風ネット（商品名：ダイオネット）を敷設した。同年11月に樹高や根元直径を測定し、被覆処理の有無が成長に影響したかどうか分析した。また、平成13年1月に、場内苗畑において、同タイプのネットを敷設し、表に示す部位毎に温度を測定している。ここでは約1ヶ月間の測定結果について報告する。

4. 結果及び考察

ヒノキ1年目の平均樹高について、測定した結果を図-1に示す。各品種とも、被覆処理区が高く、樹高成長を促進していることが分かった。処理区は無処理区に比べると下枝が良く張っていたことから、被覆処理によって雑草の繁茂が抑えられた結果、これらと競合することなく十分な成育空間を得ることができたためと考えられた。また、無処理区ではこの年2回の下刈を実施したが、それでもクズやカナムグラなどのツル性植物の絡みつきが多く発生したため、これらによって幹が曲げられた樹形となっていた。処理区でも、ネットの継ぎ目や切れ目、あるいは周囲から伸び出て、植栽木に絡みついているものもあったが、樹形に大きく影響するものではなかった。ただ、2年目以降は、定期的な見回りで、これらツル植物を取り払う必要があるものと思われた。

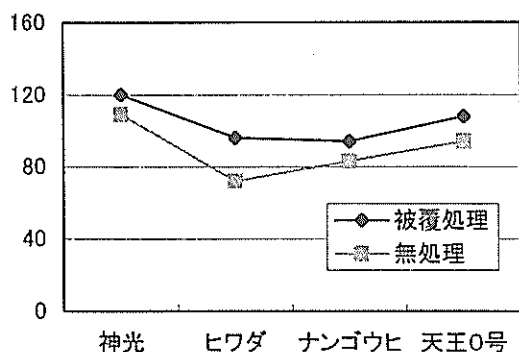


図-1 被覆処理による樹高成長

表-1 各位置の平均温度

| 位置 | 単位: °C | | |
|---------|--------|-----|-----|
| | 処理 | 無処理 | 差 |
| 地上110cm | 4.4 | | |
| 地上10cm | 4.6 | 4.5 | 0.1 |
| 地表面 | 6 | 5.1 | 0.9 |
| 地下10cm | 7 | 6.5 | 0.5 |

注)平成13年1月23日～2月23日の間、3時間おきに8回測定した温度の平均値

ユリノキの優良品種の育成と施業に関する研究

1. 区 分

- (1) 担当者：主任研究員 高宮立身
- (2) 実施期間及び予算区分：平成11年度～平成13年度，県単
- (3) 場所：林業試験場

2. 試験の目的

幹折れのない、形質の優れたユリノキを公園や造林地等から選抜し、接ぎ木によるクローン確保と増殖について検討を行う。また、施業指針作成のための造林試験とデータ収集を行う。

3. 材料及び試験方法

1) 接ぎ木によるクローン確保

平成12年度は、新宿御苑のシンボルツリーとして親しまれている100年を越えるユリノキや、当場内に成育している50年及び30年生のユリノキ、そのほか園芸品種であるオーレオマルギナータム（斑入りの葉が特徴）、ファスティギアータム（樹形が円柱状となるタイプ）、さらに中国に分布する近縁種のシナユリノキなどを、2年生ユリノキに切り接ぎして、クローン確保を行った。

2) 挿し木試験

平成9年から続けている挿し木試験を引き続き行った。芽吹く直前の4月初め、場内に台切りした個体から伸びた枝を採取し、長さ20cm程度に穂を揃え、発根促進剤として粉末状のオキシペロン（IBA0.5%）で処理して、赤土細土に挿しつけた。

3) 接ぎ木苗の造林試験

接ぎ木苗が造林可能かどうか検討するため、平成9年に接ぎ木した苗を、翌年、県内の民有地に造林している。平成12年にその後の成長について調べた。

4) 既存林分における成育事例調査

造林されたユリノキの成育実態を調べている。ここでは、静岡県県の県立森林公園に、1962年植栽のユリノキと、杵築市の県有林に1976年植栽のユリノキについて、林分調査を実施した。

4. 結果及び考察

1) 接ぎ木によるクローン確保

表-1に示す14のクローン又は系統から穂を採取して接ぎ木した結果、193本が活着し、クローンの確保ができた。一部の接ぎ木苗は場内苗畑で養苗し、その他は、平成13年春、県有地に造林した。今後、成育調査を実施する予定である。

2) 挿し木試験

平成9年からの試験結果を表-2に示す。平均の発根率は30～40%で推移しているが、ケヤキ等広葉樹の挿し木試験の結果と同じように、3～70%と個体間差の大きいことがわかった。また、No.2やNo.8のように、同一個体でも年によって大きく変動することが分かった。発根性がより高い個体

として選抜しても、このような変動があれば選抜の意味がなくなるため、試験の方法や採穂時の生理的な状態などから、発根との関連について調査する必要がある。

3) 接ぎ木苗の造林試験

優良個体として最初に選抜、接ぎ木したユリノキを、平成10年に、傾斜30~40度の山腹斜面に植栽した。植物の成育状況から、下刈は実施されていないものと推察された。クサギ、ツクシヤブウツギ、ミズキ、ナガバモミジイチゴ等の木本とサルトリイバラやマタタビ等のつる性植物が繁茂し、ユリノキと競合していた。過去3ヶ年の平均樹高は55cm、84cm、125cmであった。病虫獣害や気象災害の発生に伴う胴枯れ等は見あたらなかった。今後とも、接ぎ木苗造林について調査していく予定である。

4) 既存林分における成育事例

a 静岡県立森林公園

この林分は、支尾根に近い山腹斜面にあり、周囲を松林が取り囲んでいる。面積は1170m²、330本が植栽され、38年生となった現在106本が成育している(写真-1)。林床にはウラジロやコシダが優占種であることからやや乾燥気味の環境であるものと推察された。測定した結果を図-1に示す。平均樹高は26mで、最も高いものは32mに達しており、乾燥気味の立地環境下でも良好な成育を示していることが分かった。病虫獣及び気象災害の発生については認められなかったが、強風により発生したと思われる倒木が2本、幹折れが1本、幹折れによって樹幹が曲がったものあるいは二またとなっているものが13本、風で傾いたものあるいはその後湾曲したものが9本認められた。

b 杵築市県有林

この林分は、南に面した山腹斜面に、1976年春にスギと一緒に造林された造林地で、スギ3列にユリノキ1列が等高線に沿って交互に連なっている。1989年に支障木として一度伐採されたが、その後萌芽して、12年経過した時点では、一部のユリノキはすでにスギの樹高にほぼ達していた。樹幹解析から、スギと萌芽したユリノキの成長経過を図-2に示す。ユリノキを伐採した時、周囲のスギの樹高は7mを越えていた。萌芽したユリノキは年1mを越える勢いで伸びていき、9年目にはスギの樹高に追いついているこ

とが分かった。一部を除けば、光不足のため樹幹は細く、弱々しい樹形を呈しているが、樹高成長に伴い光条件が改善されれば、急速に肥大成長をするのではないかと考えられた。

表-1 平成12年度に接ぎ木したクローン名と活着本数

| 名 称 等 | 活着本数 (活着率%) |
|-------------|-------------|
| 新宿御苑 | 29 (66) |
| 場内52年生 | 12 (40) |
| 場内30年生 | 7 (39) |
| オレマルギ'ナ-タム | 10 (48) |
| フアステイギ'ア-タム | 15 (58) |
| 長No. 1 | 9 (60) |
| 長No. 2 | 8 (53) |
| 神川No. 3 | 11 (73) |
| 神川No. 8 | 15 (79) |
| 神川No. 9 | 8 (80) |
| No. 4 | 27 (84) |
| 北村 | 10 (67) |
| シヨリキ | 15 (94) |
| オープンハイブリッド | 17 (85) |

表-2 個体別挿し木発根率の経年変化 (%)

| No. | 年度 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----|----|----|----|----|----|
| 1 | | 17 | 59 | 53 | 38 |
| 2 | | 38 | 31 | 22 | 3 |
| 3 | | 33 | - | 61 | 13 |
| 4 | | 31 | - | 11 | 63 |
| 5 | | 10 | 29 | 39 | 45 |
| 6 | | 24 | 50 | 28 | 55 |
| 7 | | 48 | 30 | 22 | 50 |
| 8 | | 53 | 37 | 17 | 70 |
| 9 | | 30 | 38 | 33 | 33 |
| 平均 | | 31 | 39 | 32 | 41 |



写真-1 38年生ユリノキ林

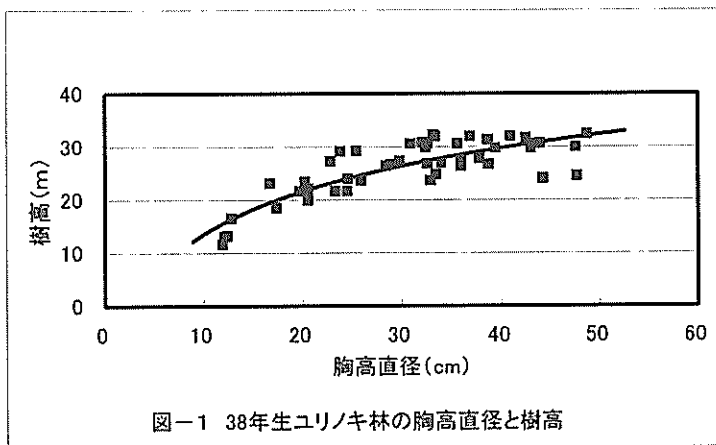


図-1 38年生ユリノキ林の胸高直径と樹高

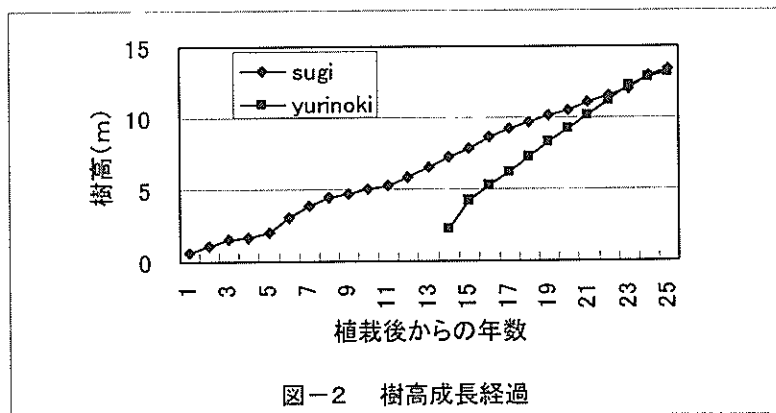


図-2 樹高成長経過

環境調和型森林病害制御技術の開発に関する調査

1. 区 分

- (1) 担当者：主幹研究員 室 雅道
- (2) 実施期間及び予算区分：平成10年度～平成12年度，国補（システム化事業）
- (3) 場 所：大分県林業試験場及び大分県内一円

2. 目的及び方法

本調査はスギ・ヒノキの暗色枝枯病について，県内における被害実態を明かにし，育林的，育種的防除法を検討し，被害回避法の確立を計るものである。

県内スギ12林分において，それぞれ100本の立木につき，暗色枝枯病の被害実態を調査し，スギ次代検定林およびスギ試験林において系統と被害との関係について調査した。また，スギ鉢植えに菌の接種試験をしたので結果を報告する。

3. 結果及び考察

被害実態調査の結果は図-1に示したが，被害本数は，0～5本であり，12林分のうち8林分で被害が観察された。

九大第35号次代検定林において，3ブロック12系統のスギの暗色枝枯病被害木を調査した結果，ブロック毎の被害本数率の平均値は九林28<九林37<九林51<九林45<九林50<宗像1<諫早3<日田23<在来種<九林8<築上1<九林30<九林57<九林42であった（図-2）。最小有意差法により，九林42と九林29，九林37，九林51との間にそれぞれ有意な被害率の差が認められた。

天瀬試験地にあるスギ試験林における6品種（系統）の被害状況を図-3に示した。試験林は平地で1列毎に接して植栽されているが，品種によって差がみられた。

モトエスギより分離した菌を爪楊枝に培養し，前年度挿し木をしたスギ9品種・クローンの鉢植えに接種した。1品種・クローン10本とし，接種部位の変色の長さを観察した。図-4に品種・クローン毎の平均長さを示した。

更に，前前年度に挿し木をした11品種・クローンに同一処理を施し，観察した結果を，図-5に

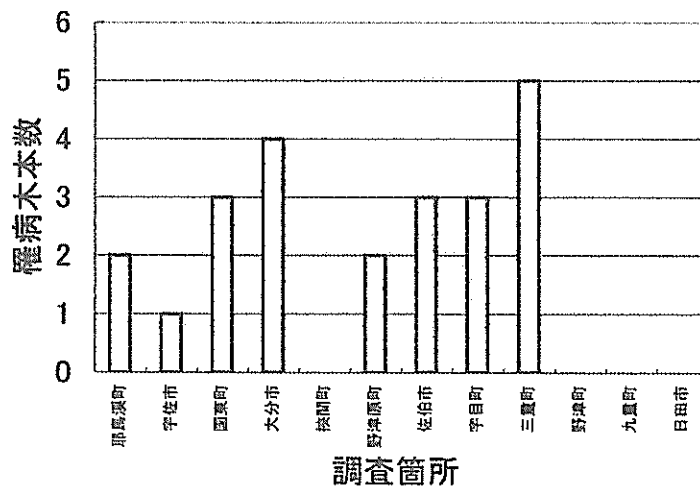


図-1 立木100本のうちの罹病木本数

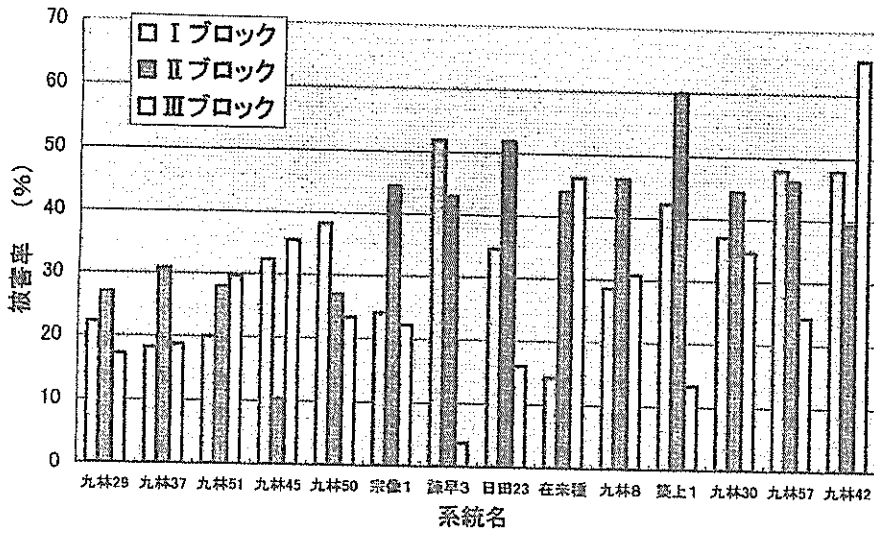


図-2 次代検定林における被害率

示した。変色の長さは、国東3号の51.9mm、日田2号の63.1mmが最長であった。

県内における被害の実態が明らかになってきたが、調査を継続し完全な予防法の模索が必要と思われる。

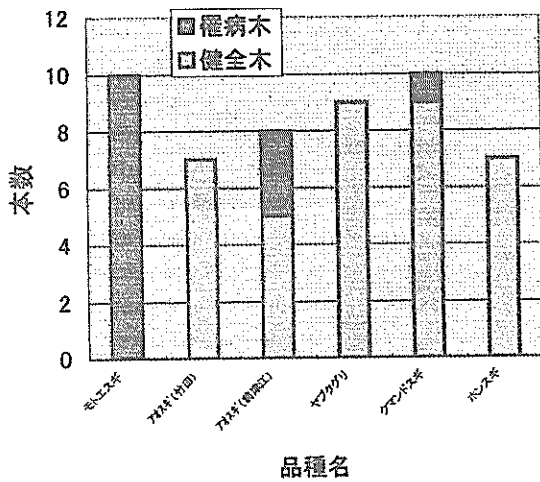
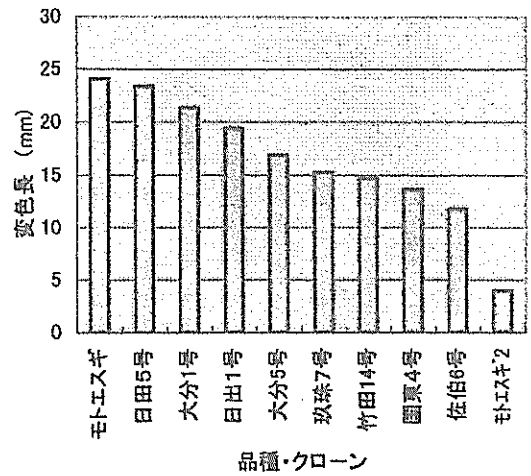
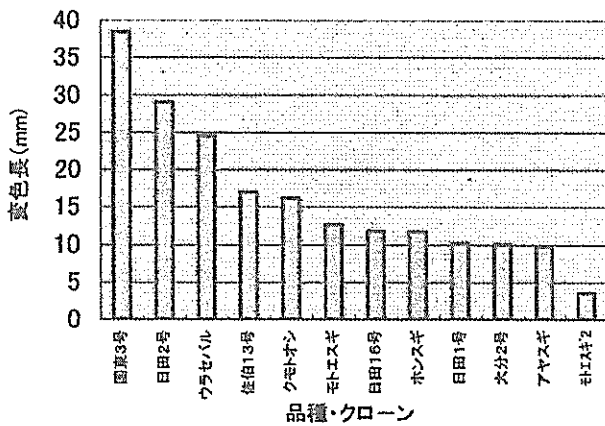


図-3 スギ試験林における被害本数



モトエスギ2は菌接種をしていない

図-4 菌接種による変色長の平均



モトエスギ2は菌を接種していない

図-5 菌接種による変色長の平均 2

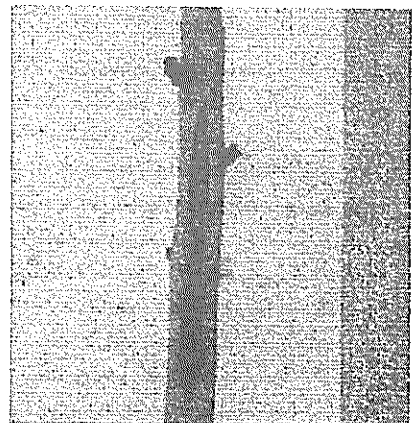


図-6 菌接種による樹幹上の変色

酸性雨等森林衰退モニタリング事業

1. 区 分

- (1)担 当 者：研究員 山田 康裕
 (2)実施期間及び予算区分：平成12年度～平成16年度，国庫(林野庁委託)
 (3)場 所：日田市，豊岡，三重町

2. 目 的

今や恒常的に降っている酸性雨による森林衰退の有無や環境要因について，長期にわたって定期的にモニタリング調査を行うことを目的とする。

3. 調査方法

平成12年度は本事業の第3期1回目にあたり，豊岡，三重町においては概況調査と衰退度調査を行い，日田ではさらに毎木調査，植生調査，そして土壌調査を実施した。また，観測点日田において定期的に雨水の採取を行い，雨水及び土壌試料は化学分析のため森林総合研究所北海道支所に送付した。

4. 結果及び考察

各調査地の地況，林況及び雨水調査の結果を表-1に示した。風の影響で倒れたり折れたりしていたもののほかは健全であり，酸性雨による樹木への影響は認められなかった。

表-1 各調査地の地況，林況及び雨水調査の結果

| | 日 田 | 下 市 | 佩 橋 山 |
|-------------|--|---------|---------|
| 場 所 | 日田市大字有田 | 宇佐市大字麻生 | 三重町大字鷺谷 |
| 方 位 | N10° E | N15° W | S80° W |
| 標 高 | 150m | 400m | 450m |
| 地 質 | 溶結凝灰岩 | 礫岩+火山灰 | 火山灰+粘板岩 |
| 地 形 | 台地 | 山脚堆積面 | 山腹凹型斜面 |
| 傾斜角度 | 3度 | 12度 | 20度 |
| 土 壤 型 | rBD | B1D | B1D |
| 樹種(林齢) | スギ(29) | スギ(8) | スギ(44) |
| 平均樹高 | 17.5m | — | — |
| 平均胸高直径 | 32.7cm | — | — |
| haあたり本数 | 210本 | — | — |
| haあたり材積 | 146m ³ | — | — |
| 主な下層 植 生 | ネザサ，イノコズチ， クサイチゴ，ハコベ， セイタカアワダチソウ， エノキグサ | — | — |
| 雨水調査*1) | | | |
| pH | 4.93 | — | — |
| EC | 28.3μS/cm | — | — |
| 採水量 | 114.42ℓ | — | — |
| 特記事項 | 1993年スギを新植 | | |

*1) 平成12年7月～平成13年3月における合計雨量に対する計測値

森林のモニタリングと環境の評価に関する研究

1. 区 分

- (1) 担 当 者：研究員 山田 康裕
- (2) 実施期間及び予算区分：平成10年度～平成12年度，国庫（農林水産新技術実用化）
- (3) 場 所：県下全域

2. 目 的

地域を代表する林分（老齢林分，長伐期林分，高蓄積林分，高品質林分，広葉樹人工林など）や，保護されている貴重な天然林を対象に，樹種，林分構成，植生，土壌，施業履歴などを調査し，林分の貴重性に関する立地，施業条件を総合的に把握することで，多様で機能の高い森林造成の指針を得ると共に，森林の環境形成作用を経時的にモニタリングすることを目的としている。

3. 調査地及び方法

1) 調査地

別府市朝見のスダジイ天然林，緒方町大石のアカガシ林など，県中部を中心として，広葉樹天然林8林分，スギ人工林4林分，ヒノキ人工林3林分の計15林分について調査を実施した。

2) 方法

各対象林分について，約300㎡程度の方形又は円形プロットを設定し，毎木，植生及び土壌調査を実施した。

土壌中の有機炭素は，チューリン法により分析定量した。また，採土円筒（400CC）を用いて土壌の孔隙解析を行った。土壌の貯水量は，粗孔隙量より最小容気量を差し引いた値を用い，面積1㎡深さ1m（土壌容量1㎡あたり）における値をリットル単位で算定した。

4. 結果

表－1に本年度調査を実施した15林分の概況を示した。あわせて，各林分における深さ1mまでの土壌中の炭素量及び推定貯水量を掲げた。本年度分も含め，計60林分の資料収集が完了したので，平成13年度中に全体とりまとめを行い，「大分県の代表林分（仮題）」として刊行する。

表-1 代表林分の概要

| 調査 番号 | 場 所 | 海 抜 (m) | 林 分 の 特 徴 | 主 林 木 ^{*1)} | | | 土 壌 中 の ^{*2)} 炭 素 量 (Ct/ha) | 貯 水 量 ^{*3)} (l/m ³) | |
|----------|-------------------------|------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|---|---|-------|
| | | | | 樹 種 | D | H | | | N |
| 代31 | 直川村 赤木 | 160 | アオスギの一系統 ナオミアオの純林(75年生) | スギ (ナミア) | 50.1 | 30.2 | 377 | 266.7 | 262.2 |
| 代32 | 直川村 赤木 | 170 | アオスギの一系統 ナオミアオの純林(80年生) | スギ (ナミア) | 52.2 | 30.4 | 464 | 227.9 | 163.3 |
| 代33 | 別府市 朝見 (朝見神社の森) | 80 | アラカシを主林木とする 自然林, 天然記念物の クスノキがある。 | アラカシ クスノキ ホトケ | 37.0 74.3 80.5 | 17.6 20.6 20.0 | 464 67 45 | 232.5 | 350.7 |
| 代34 | 別府市 鶴見 (火男火禿神社の森) | 180 | 別府市街地の一角にある よく保存されたイチイガシ, スダジイ林 | スダジイ イチイガシ クヌギ | 56.2 38.7 48.0 | 22.3 21.6 22.0 | 200 75 25 | 203.5 | 265.0 |
| 代35 | 大分市 鶴崎 (日吉神社の森) | 50 | 暖帯林スダジイ-ヤブツバキ 群集の代表的な林分 | スダジイ モッコク クヌギ | 41.1 26.5 16.0 | 20.0 18.0 16.0 | 499 76 38 | 133.9 | 253.3 |
| 代36 | 大分市 勢家 (春日神社の森) | 20 | 大分市の中心に残る社叢で, クスノキ, ムクノキ, エノキ など暖帯林固有の樹種で構成 されている | クスノキ ムクノキ エノキ | 17.7 33.5 62.0 | 19.1 21.0 23.0 | 150 150 25 | 114.9 | 306.5 |
| 代37 | 大分市八幡 (柞原八幡の森) | 190 | イタジイ, イスノキ, クロ ガネモチなど暖帯林固有の 林相 | スダジイ クヌギ クスノキ | 39.2 35.0 34.0 | 23.8 21.6 24.0 | 250 75 25 | 131.0 | 158.5 |
| 代38 | 萩町火渡 | 970 | スギの人工老齢林(85年生) 1991年9月台風19号の被害 を受ける | スギ (アサギ) | 61.8 | 40.0 | 250 | 262.0 | 290.2 |
| 代39 | 久住町 金操 | 620 | 火山灰土に成林している 優良なヒノキ人工林(85年生) | ヒノキ | 37.1 | 32.0 | 525 | 497.9 | 245.1 |
| 代40 | 久住町 大船山 | 1,200 | 大船山林道沿いに広がる 落葉広葉樹林 | ブナ ミズナラ イヌシデ | 53.5 55.3 40.3 | 17.5 17.5 16.0 | 50 75 100 | 412.9 | 198.6 |
| 代41 | 湯布院町 川西 | 800 | 火山灰土壌に成立する ヒノキの優良人工 | ヒノキ | 38.6 | 24.5 | 650 | 346.7 | 191.1 |
| 代42 | 緒方町 大石 | 700 | 江戸中期, 熊沢暮山の進言 により植林されたアカガシ林 | アカガシ クヌギ アサギ | 63.3 46.7 34.0 | 22.5 20.6 21.0 | 40 80 40 | 206.8 | 355.4 |
| 代43 | 三重町 中津留 | 300 | 鹿毛(ししけ)のスダジイ 原生林 | スダジイ クヌギ アサギ | 54.1 50.5 30.0 | 21.6 11.0 8.0 | 288 22 22 | 143.9 | 281.4 |
| 代44 | 三重町 奥畑 | 500 | 県行造林中, 最も高齢の ヒノキ人工林(95年生) | ヒノキ | 32.0 | 26.1 | 796 | 172.1 | 263.6 |
| 代45 | 三重町 奥畑 | 480 | 県行造林中, 最も高齢の スギ人工林(95年生) | スギ(実生) | 46.3 | 29.0 | 477 | 251.6 | 316.4 |

* 1) D: 胸高直径(cm), H: 樹高(m), N: haあたりの本数

* 2) チューリン法で求めた土壌深1mまでのhaあたり炭素量(-は未測定)

* 3) 粗孔隙量より最小容気量を差し引いたものを貯水量とし, 1m²深さ1mまでの貯水量をLであらわした

森林施業の相違による土壌特性に関する研究 (I)

— 間伐が下層植生および表層土壌の流出に及ぼす影響調査 —

1. 区 分

- (1) 担 当 者：研究員 山田 康裕
- (2) 実施期間及び予算区分：平成11年度～平成13年度，県単
- (3) 場 所：中津江村大字合瀬

2. 目 的

近年，放置林分が増え続ける一方で，水源涵養機能等の環境保全に対する期待は高まっており，早急な間伐が必要とされている。本研究では，間伐林と無間伐林の下層植生および表層土壌の流出量を比較することによって，間伐が林床に与える環境的影響について調査した。

3. 調査地及び方法

(1) 調査地

調査林分は，日田郡中津江村大字合瀬の20年生スギ無間伐林と，隣接する40年生スギ間伐林を対象とした。調査地の標高は580mで，方位E40°S，傾斜は25±5°である。間伐林では過去に3回除間伐が行われ，最近では10年前に立木本数の20%の間伐が行われた。

(2) 方法

両林分に20×20mの調査区を1カ所ずつ設定し，毎木調査と植生調査を実施した。また，下層植生と落葉層のバイオマス量を測定するため，1×1mの調査区を各4カ所ずつ設置し絶乾重量を比較した。

表層土壌の流出量に関しては，各区の土壌表層部に2m²の木枠を埋設し，木枠の受け口に設置した土砂トラップ内に入った土砂を定期的に回収し，絶乾重量を比較した。さらに，間伐区内に下層植生と落葉層を除去した処理区を設定し，同様に土砂流出量を調べた。

4. 結果及び考察

両林分の概況は表-1のとおりである。間伐区では低木種が21種，草本種が28種見られ，低木層ではアオキ，ヒサカキ等が，草本層にはイノデ，フユイチゴ，ナルコユリ等が優占して見られた。一方，無間伐区では低木種が1種，草本種が4種しか認められず，下層植生の種数および被度に大きな違いが見られた。また，1m²当たりの下層植生のバイオマス量は間伐区では平均47.0±15.03gであったのに対し，無間伐区の現存量はなかった。また，落葉層のバイオマス量は，間伐区では平均807.0±343.97gであったのに対し，無間伐区では平均301.0±89.60gであり，有意に間伐区のバイオマス量が大きい結果となった。(P<0.01, 図-1)

各期間における土砂流出量は図-2のとおりである。土砂流出量は，すべての期間において無間伐区が間伐区よりも有意に大きく，期間中の日最大雨量の増加に従って多くなる傾向にあった。また，

間伐区に設けた処理区では、無間伐区と同様に多量の土砂が流出した。

本調査では、無間伐区の土砂流出量が間伐区を大きく上回ったが、これは雨滴の打撃から地表面を保護し、根系によって土壌表面を保持する下層植生の被度および落葉層のバイオマス量の差が大きな要因ではないかと考えられた。今回の結果から、間伐によって適度に林内に光が入ることで、林床を被う下層植生の侵入が促され、表層土壌の流出を少なくできると考えられるが、今後さらに事例を増やし、表層土壌の流出に関する調査を進めていく予定である。

表1. 間伐区と無間伐区の林分概況の比較

| | 密度(本/ha) | 平均樹高(m) | 平均胸高直径(cm) | 胸高断面積合計(m ² /ha) | 林床植生種数-被度(%) |
|------|----------|------------|------------|-----------------------------|--------------|
| 間伐区 | 1350 | 18.96±2.41 | 24.57±4.27 | 65.84 | 49 - 75 |
| 無間伐区 | 2025 | 14.13±1.18 | 18.96±2.41 | 58.08 | 5 - <1 |

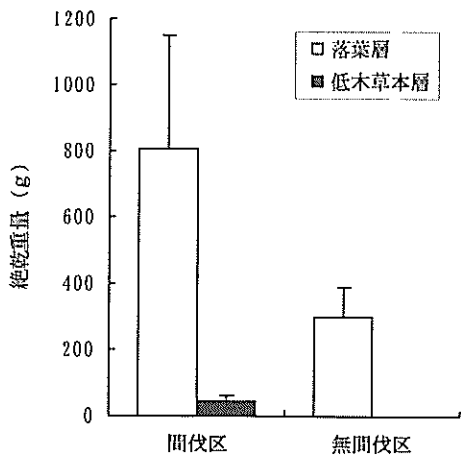


図-1 各処理区における落葉層および低木・草本層のバイオマス量の比

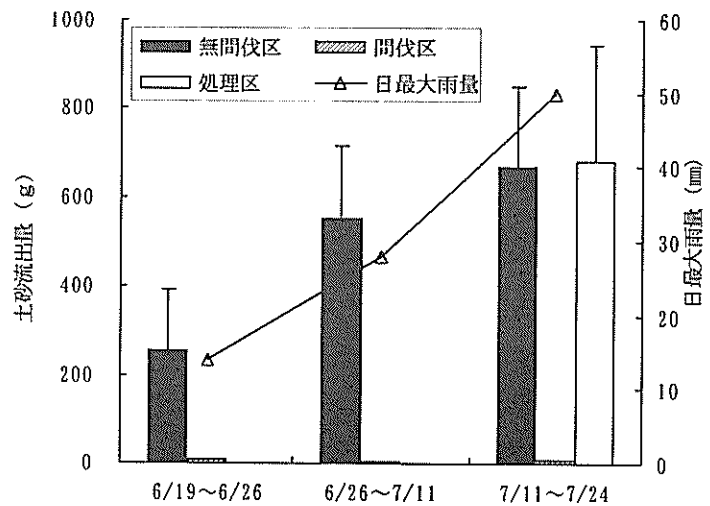


図-2 各調査区における土砂流出量の比較および期間中の日最大雨量(処理区は、7/11~7/24のみ)

森林施業の相違による土壌特性に関する研究(Ⅱ)

—県下主要河川源流部における渓流水の溶存イオンの調査—

1. 区 分

- (1) 担 当 者：研究員 山田 康裕, 衛生環境研究センター 主幹研究員 衛藤 和則
- (2) 実施期間及び予算区分：平成11年度～平成13年度, 県単
- (3) 場 所：県下全域

2. 目 的

酸性雨等森林環境に対する劣化要因の影響を解明し, 森林及び森林生態系に対する被害予兆の把握のため, 県下主要河川源流部16箇所において, 平水時における渓流での溶存イオンについて, その特性調査を行うとともに, 経年変化を追跡することにより, 水質面より環境変化を評定し, 健全なる森林及び森林生態系の維持, 増進に資するものである。

3. 材料及び方法

採水は, 2000年11月13日～16日にかけて行い, pH(水素イオン濃度)及びEC(電気伝導度)は直ちに計測し, カチオン, アニオン, 重金属の定量は, 冷蔵庫に保存した資料について実施した。

TOC(全有機態炭素)は, JISK-120に準拠して行い, アニオン類(Cl, F, SO₄, HCO₃, NO₃)とカチオン類(Li, Na, K, Ca, Mg)はイオンクロマト法, Fe, Mn, Al, 溶解性-SiはICP発光分析によって定量した。HCO₃⁻は, 中和点のpH値4.8に対するアルカリ度を, pH計を用いて計測した。

4. 結果及び考察

渓流水の採取地の状況を表-1に示し, 表-2に分析結果を示した。

表-1 採水地の状況

| 採水地No. | 採水地 | 河川系 | 地質 | 土壌 |
|--------|-------------|------|-----------|----------|
| 1 | 東国東郡安岐町両子 | 安岐川 | 安山岩 | 褐色森林土 |
| 2 | 速見郡山香町今春 | 寄藻川 | プロピライト | 褐色森林土 |
| 3 | 別府市明礬 | 春木川 | 角閃石安山岩 | 褐色森林土 |
| 4 | 大分郡庄内町内山 | 阿蘇野川 | 安山岩+火山灰 | 黒色土 |
| 5 | 大野郡野津原町高原 | 七瀬川 | 流紋岩+火山灰 | 黒色土 |
| 6 | 北海部郡佐賀関町志生木 | 志生木川 | 結晶片岩 | 褐色森林土 |
| 7 | 南海部郡直川村吹原 | 番匠川 | 古生層 | 褐色森林土 |
| 8 | 南海部郡本匠村上津川 | 番匠川 | 古生層(火山岩) | 褐色森林土 |
| 9 | 大野郡緒方町上畑 | 奥岳川 | 大野層群(砂岩等) | 褐色森林土 |
| 10 | 直入郡直入町沢水 | 稲葉川 | 火山碎屑物+火山灰 | 黒色土 |
| 11 | 日田郡中津江村黒谷 | 津江川 | プロピライト | 褐色森林土 |
| 12 | 日田郡天瀬町塚田 | 玖珠川 | 流紋岩+火山灰 | 黒色土 |
| 13 | 日田市小河内町 | 花月川 | 耶馬溪凝灰角礫岩 | 褐色森林土 |
| 14 | 日田市源栄町中山 | 小野川 | プロピライト | 褐色森林土 |
| 15 | 下毛郡三光村田口 | 犬丸川 | 筑紫溶岩 | 褐色系褐色森林土 |
| 16 | 宇佐郡院内町岡 | 恵良川 | 筑紫溶岩 | 褐色森林土 |

表-2 溪流水質分析結果(2000年11月採水)

(イオンの単位: mg/l)

| 番号 | 採取場所 | pH | EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | Li ⁺ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | K ⁺ | Mg ⁺⁺ | Ca ⁺⁺ | F ⁻ | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | SO ₄ ²⁻ | TOC | HCO ₃ ⁻ | Al | Mn | Fe | Si |
|----|----------|------|--------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-----|-------------------------------|------|------|------|------|
| 1 | 安岐町 両子 | 7.60 | 76.0 | 0.00 | 5.93 | 0.09 | 1.71 | 1.75 | 6.00 | 0.00 | 9.13 | 2.80 | 3.96 | 0.6 | 13.0 | 0.17 | 0.01 | 0.06 | 21.0 |
| 2 | 山香町 今春 | 7.80 | 123.1 | 0.00 | 7.66 | 0.02 | 0.92 | 3.88 | 12.33 | 0.00 | 7.73 | 3.70 | 10.57 | 1.1 | 24.0 | 1.00 | 0.01 | 0.95 | 13.0 |
| 3 | 別府市 明礬 | 6.90 | 195.9 | 0.00 | 8.79 | 0.02 | 2.34 | 7.82 | 22.21 | 0.00 | 3.98 | 2.36 | 22.81 | 0.5 | 45.0 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 32.0 |
| 4 | 庄内町 内山 | 7.70 | 66.0 | 0.00 | 4.19 | 0.15 | 1.47 | 1.90 | 7.56 | 0.00 | 2.91 | 0.86 | 1.58 | 0.3 | 18.0 | 0.09 | 0.01 | 0.05 | 18.0 |
| 5 | 野津原町高原 | 7.10 | 37.8 | 0.00 | 2.95 | 0.21 | 0.78 | 0.85 | 2.94 | 0.00 | 1.60 | 2.13 | 3.83 | 0.4 | 5.0 | 0.05 | 0.01 | 0.04 | 10.0 |
| 6 | 佐賀関町志生木 | 7.50 | 87.1 | 0.00 | 6.69 | 0.22 | 0.43 | 2.43 | 8.57 | 0.30 | 40.68 | 5.28 | 10.72 | 0.3 | 10.0 | 0.18 | 0.01 | 0.18 | 6.4 |
| 7 | 直川町 吹原 | 7.50 | 66.3 | 0.00 | 4.65 | 0.07 | 0.49 | 1.36 | 7.09 | 0.19 | 4.26 | 0.81 | 6.24 | 0.4 | 12.0 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 7.6 |
| 8 | 本匠村 上津川 | 7.70 | 79.8 | 0.00 | 3.56 | 0.03 | 0.49 | 1.28 | 11.50 | 0.00 | 3.60 | 2.24 | 4.68 | 0.3 | 17.0 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 6.5 |
| 9 | 緒方町 上畑 | 7.20 | 37.2 | 0.00 | 2.29 | 0.16 | 0.32 | 0.96 | 4.07 | 0.00 | 2.19 | 0.67 | 4.89 | 0.4 | 6.1 | 0.09 | 0.01 | 0.05 | 7.0 |
| 10 | 直入町 沢水 | 7.30 | 79.6 | 0.00 | 3.97 | 0.35 | 1.53 | 2.06 | 8.92 | 0.16 | 4.46 | 1.16 | 19.44 | 0.3 | 9.1 | 0.12 | 0.01 | 0.06 | 24.0 |
| 11 | 中津江村黒谷 | 7.50 | 49.1 | 0.00 | 2.89 | 0.18 | 1.23 | 1.16 | 4.83 | 0.00 | 1.82 | 1.06 | 2.58 | 0.4 | 10.0 | 0.21 | 0.01 | 0.10 | 15.0 |
| 12 | 天瀬町 塚田 | 7.80 | 70.7 | 0.00 | 5.34 | 0.08 | 2.06 | 2.27 | 5.82 | 0.00 | 1.96 | 1.97 | 1.29 | 0.2 | 18.0 | 0.04 | 0.01 | 0.02 | 23.0 |
| 13 | 日田市小河内町 | 7.50 | 45.6 | 0.00 | 3.52 | 0.31 | 1.12 | 1.38 | 3.51 | 0.00 | 2.40 | 0.79 | 2.01 | 0.5 | 10.0 | 0.72 | 0.01 | 0.38 | 17.0 |
| 14 | 日田市源栄町中山 | 7.50 | 120.5 | 0.00 | 4.31 | 0.28 | 0.25 | 2.93 | 16.55 | 0.00 | 2.78 | 1.69 | 33.45 | 0.4 | 13.0 | 0.06 | 0.01 | 0.03 | 8.0 |
| 15 | 三光村 田口 | 7.10 | 36.9 | 0.00 | 3.28 | 0.16 | 0.39 | 1.36 | 2.84 | 0.00 | 1.75 | 1.55 | 4.24 | 0.9 | 8.1 | 0.14 | 0.01 | 0.06 | 8.1 |
| 16 | 院内町 岡 | 7.40 | 46.0 | 0.00 | 3.55 | 0.13 | 0.84 | 1.46 | 4.07 | 0.00 | 1.94 | 1.40 | 2.22 | 0.6 | 9.9 | 0.08 | 0.01 | 0.04 | 13.0 |

間伐等が森林の炭素貯留に与える影響について

1. 区 分

- (1) 担当者：主任研究員 高宮立身
- (2) 実施期間及び予算区分：平成12年度，国庫
- (3) 場所：大分県下一円

2. 試験の目的

「森林は膨大な炭素の貯蔵庫」といわれるように、光合成により大気中の二酸化炭素を吸収し、植物体に大量に貯留されている。また、土壌にも大量の炭素が閉じこめられている。京都会議では森林の吸収分を削減目標値に算入できることになったことから、これをどの程度見込めるのか見積もる作業が行われている。この中で、「人為的活動」となる間伐がどの程度貯留量に影響するのか、急ぎよ見積もる必要が生じたことから、今回スギ林を対象として調査を行った。

3. 材料及び試験方法

1) 地上部調査

a. 林木バイオマス

間伐林と近接する無間伐林において、一辺が20mの方形プロットを設定し、プロット内の每木（胸高直径と樹高）調査を行った。次に、優勢木から劣勢木まで各直径階毎に5本を抽出し、幹、枝、葉、枯枝葉毎の乾燥重量を算定した。プロット内の林木バイオマスをPWとして、立木5本の胸高断面積合計をba，幹、枝、葉、枯枝葉のバイオマス合計をそれぞれSW，BW，LW，DW，プロット内林分の胸高断面積合計をBAとして

$$PW = (SW + BW + LW + DW) \times (BA / ba)$$

これを25倍してヘクタール当たりのバイオマスとした。

炭素量は植物体乾重の50%とされ、求められたバイオマスに0.5を乗じた値を炭素量とした。

b. 林床植物バイオマス

林床に成育している植物については、1m×1mのプロット5ヶ所から、全量を刈り取って重量（絶乾ベース）を測定して合計し、ヘクタール当たりのバイオマスに換算した。炭素量は、林木バイオマスと同じく、乾重の50%相当分とした。

2) 土壌等調査

間伐して10年経過した林分で実施した。調査した項目は以下のとおりである。

a. 堆積有機物

50c mの方形プロット10ヶ所から、落葉落枝を掻き取って重量（絶乾ベース）を測定し、ヘクタール当たりに換算した。炭素含有率は、チューリン法による分析値とし、この値を用いて炭素量を算定した。

b. 倒木

10m×20mプロット内の全ての倒木（間伐して林地に放置した丸太）について容積を計測し、比

重と炭素含有率から炭素量を算定した。

c. 土壌

40点について、深さ0～5 cm, 5～10cm, 10～30cmの位置からそれぞれ100ccの円筒を使って土壌試料を採取し、細土容積重(g/100cc)と炭素含有率から炭素量を算定した。

4. 結果及び考察

1) 地上調査

各林分の概要と林木に蓄積されている炭素量は表-1に示すとおりである。部位別の炭素量は幹が5～8割を占め、林齢が高くなるとともにその割合が高くなっていった。枝葉の量はうっ閉した状態であれば一定となる傾向が認められた。間伐林と無間伐林とで比較すると、無間伐林が上回ったもの、逆に間伐林が上回ったもの、ほとんど差のないもの、に分かれたが、図-1に示すように本数密度が高い方が貯留量は多くなる傾向にあり、同程度の成長を示す林分間では、密度の高い無間伐林が上回るものと考えられた。林床植物はほとんどなく、問題となるような量ではなかった。

2) 土壌等調査

間伐して10年が経過したNo.3と、約15年前に間伐したNo.4の林分について、堆積有機物、倒木・根株(地上部分のみ)、土壌(0～30cm)について算定した結果を表-2に示す。堆積有機物について、No.3の25年生林分では無間伐林が1.2トン上回り、No.4の30年生林分では間伐林が0.3トン上回っていた。間伐によって発生した倒木や切り株のあるNo.3の間伐林には、まだ10.2トンの炭素が閉じこめられており、貯留源として機能していた。0～30cmの土壌に含まれる炭素の量は100トン前後と、地上部に匹敵する重要な炭素貯留源であった。しかし、No.4で間伐林がわずかに上回ったものの、No.3では無間伐林が12トン上回り、間伐によって貯留量が増加するとは言えなかった。このことは、間伐林において、林床植生の回復や、埋もれた梢端部等の分解による腐植物の供給により粗孔隙が増加して、結果容積重が低くなり、貯留量が相殺されて間伐効果が認められなかった。

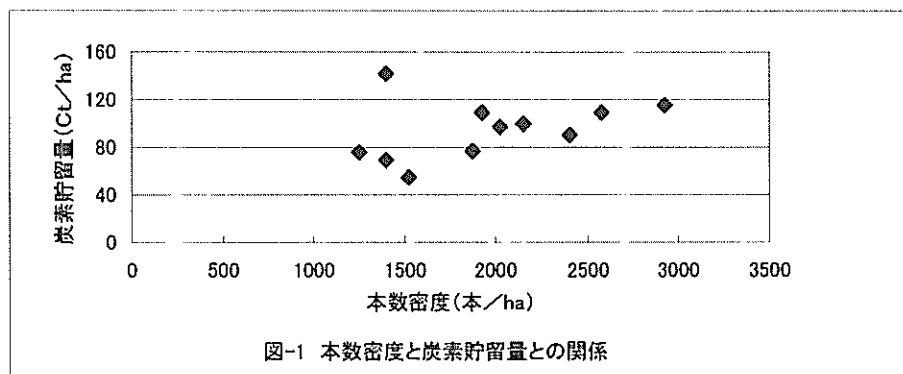


表-1 各林分の概要と各部分炭素貯留量

| No. | 場所 | 間伐本数林齢 | | | 品種 | 立木平均胸高断面積計 | | | 炭素貯留量(Ct/ha) | | | | |
|-----|------|--------|------|----|-------|------------|-------|-----------------------|--------------|-----|------|------|-------|
| | | 実施林齢 | 間伐率% | 年 | | 密度本/ha | 平均樹高m | 面積計m ² /ha | 幹 | 枝 | 葉 | 枯枝葉 | 計 |
| 1 | 上津江村 | 15 | 24 | 16 | ヤマグチ | 1525 | 13.0 | 33.8 | 34.6 | 4.8 | 13.5 | 1.5 | 54.4 |
| | 中津江村 | 無間伐 | — | 16 | ヒノデ | 2025 | 14.1 | 58.1 | 59.7 | 5.8 | 17.0 | 14.2 | 96.7 |
| 2 | 湯布院町 | 15 | 23 | 20 | 実生 | 1925 | 15.5 | 60.8 | 77.2 | 6.9 | 16.9 | 7.6 | 108.6 |
| | " | 無間伐* | — | 20 | 実生 | 2575 | 11.8 | 61.0 | 68.7 | 9.1 | 18.4 | 12.4 | 108.6 |
| 3 | 九重町 | 15 | 44 | 25 | ヤブクグリ | 1400 | 12.0 | 48.8 | 48.6 | 7.2 | 9.6 | 3.5 | 68.9 |
| | " | 無間伐 | — | 25 | ヤブクグリ | 2150 | 12.4 | 65.9 | 72.9 | 7.1 | 12.4 | 6.9 | 99.3 |
| 4 | 荻町 | 15 | 53 | 30 | アヤスギ | 1400 | 18.2 | 65.1 | 110.6 | 8.7 | 12.8 | 9.4 | 141.6 |
| | " | 無間伐 | — | 30 | アヤスギ | 2925 | 13.7 | 56.7 | 84.6 | 5.9 | 14.3 | 10.2 | 115.0 |
| 5 | 湯布院町 | 19 | 50 | 20 | 実生 | 1250 | 14.4 | 50.4 | 45.2 | 7.8 | 17.0 | 5.4 | 75.4 |
| | " | 無間伐* | — | 20 | 実生 | 2575 | 11.8 | 71.7 | 68.7 | 9.1 | 18.4 | 12.4 | 108.6 |
| 6 | 久住町 | 20 | 25 | 25 | ヤブクグリ | 1875 | 13.0 | 53.8 | 53.8 | 5.4 | 12.3 | 5.0 | 76.5 |
| | " | 無間伐 | — | 25 | ヤブクグリ | 2400 | 12.0 | 61.0 | 67.9 | 6.4 | 11.2 | 4.5 | 90.0 |

*: 同一林分

表-2 間伐林と無間伐林における土壌等の炭素貯留量の比較 Ct/ha

| | No. 3 ヤブクグリスギ25年生 適潤性黒色土、山腹斜面 | | | No. 4 アヤスギ30年生 適潤性黒色土、平坦 | | |
|-------------|-------------------------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-----|
| | 間伐林 | 無間伐林 | 差 | 間伐林 | 無間伐林 | 差 |
| 堆積有機物 | 5.3 | 6.5 | - 1.2 | 2.0 | 1.7 | 0.3 |
| 倒木・根株 | 10.2 | 0.0 | 10.2 | | | |
| 土壌 (0~30cm) | 91.0 | 103.0 | -12.0 | 128.7 | 126.0 | 2.7 |

IV 試験研究の成果

木材部門

スギ長伐期材の材質特性に関する研究 —ヤブクグリスギ—

1. 区 分

- (1) 担当者：主任研究員 津島俊治
 (2) 実施期間及び予算区分：平成12年度～14年度、県単
 (3) 場 所：大分県林業試験場内

2. 目 的

本県のスギ人工林は、木材価格の低迷等による素材生産量の減少により、必然的に長伐期化している。これらスギ長伐期材は、間伐材等の若齢木と比べ、成熟材部の占める割合が多いため強度が強く、年輪幅が比較的安定しているため、狂いが少ないなど材質的に優れていることが予想される。

そこで、県内の主要品種であるヤブクグリスギ及びオビスギ、アヤスギの長伐期材の材質特性について検討する。

本年度は、ヤブクグリスギについて検討した。

3. 材料及び方法

供試木は、日田市大字山田の50年生のヤブクグリスギ林分（面積0.90ha、植栽本数750本/ha、平均胸高直径38.4cm、平均樹高27.2m）の平均的個体3本とし、平成12年12月25日に伐採し、現地でそれぞれ4mごとに玉切り、当場に搬入した。

縦振動法による動的ヤング係数は、重量計上の丸太木口をハンマーで打撃し、リオン社製FFTアナライザーを用いて1次波の振動数を測定し行った。材長及び材積は、コンベックスルールを用いて測定し算出した。

次に、供試木No.1の丸太について、厚さ約3cmの円盤を0mから4mごとに切り出し、それぞれ4方向の年輪幅及び心辺材の厚さ、樹皮厚をミリ単位で測定した。

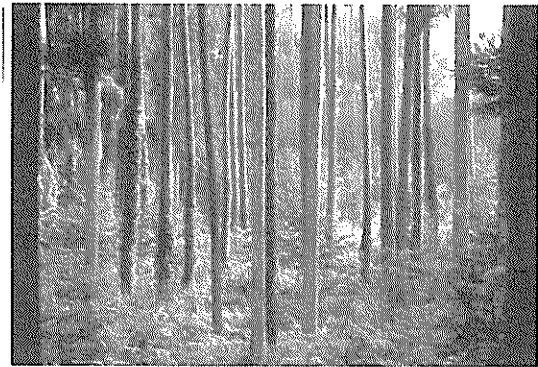


写真-1 調査林分の様子

表-1 供試木の胸高直径と樹高

| 供試木 | 胸高直径 (cm) | 樹高 (m) |
|------|--------------|-----------|
| No.1 | 40 | 27.5 |
| No.2 | 42 | 27.0 |
| No.3 | 42 | 27.0 |

3. 結果及び考察

(1) 丸太の材質

各供試木の番玉別の寸法、重量及びテーパー、容積密度、動的ヤング係数を表-2に示す。

テーパー（1m当たりの半径の細り）は、0.33～1.76cmの範囲にあり、1番玉及び梢端部付近で大きく、2番玉から5番玉にかけて小さかった。

表-2 各供試木の番玉別寸法、重量及び主な材質(テーパー、容積密度、動的ヤング係数)

| 試料No. (供試木-番玉) | 材長 (cm) | 末口径 (cm) | 元口径 (cm) | 重量 (kg) | 周波数 (Hz) | テーパー (cm) | 容積密度 (g/cm ³) | 動的ヤング係数 (GPa) |
|-------------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|--------------|------------------------------|------------------|
| No.1- | | | | | | | | |
| 1 | 399.6 | 35.3 | 49.4 | 401.05 | 340.0 | 1.76 | 0.71 | 5.46 |
| 2 | 401.0 | 32.8 | 35.4 | 260.60 | 408.8 | 0.33 | 0.71 | 7.96 |
| 3 | 399.0 | 28.4 | 33.0 | 215.35 | 405.0 | 0.58 | 0.73 | 7.91 |
| 4 | 399.2 | 25.2 | 28.4 | 166.20 | 427.5 | 0.40 | 0.74 | 8.94 |
| 5 | 399.4 | 21.8 | 25.0 | 134.65 | 440.0 | 0.39 | 0.78 | 10.07 |
| 6 | 399.4 | 16.1 | 21.8 | 99.10 | 432.5 | 0.71 | 0.88 | 10.91 |
| 7 | 401.4 | 5.7 | 15.9 | 41.30 | 410.0 | 1.27 | 1.12 | 12.60 |
| No.2- | | | | | | | | |
| 1 | 401.2 | 36.9 | 50.0 | 474.50 | 305.0 | 1.63 | 0.80 | 4.97 |
| 2 | 398.8 | 32.0 | 36.5 | 269.55 | 400.0 | 0.57 | 0.73 | 7.75 |
| 3 | 399.0 | 29.2 | 32.0 | 222.60 | 427.5 | 0.34 | 0.76 | 9.19 |
| 4 | 399.6 | 25.4 | 29.2 | 184.35 | 437.5 | 0.48 | 0.79 | 10.01 |
| 5 | 398.0 | 22.2 | 25.6 | 146.90 | 420.0 | 0.42 | 0.82 | 9.57 |
| 6 | 401.0 | 15.1 | 22.1 | 100.35 | 407.5 | 0.87 | 0.92 | 10.24 |
| No.3- | | | | | | | | |
| 1 | 394.0 | 39.6 | 51.8 | 488.80 | 305.0 | 1.55 | 0.76 | 4.54 |
| 2 | 400.0 | 33.2 | 39.5 | 291.40 | 377.5 | 0.79 | 0.70 | 6.65 |
| 3 | 399.0 | 29.6 | 33.0 | 235.50 | 410.0 | 0.42 | 0.77 | 8.54 |
| 4 | 400.6 | 25.9 | 29.6 | 197.05 | 410.0 | 0.46 | 0.81 | 9.12 |
| 5 | 402.0 | 21.8 | 25.9 | 159.95 | 377.5 | 0.51 | 0.89 | 8.51 |
| 6 | 399.2 | 13.0 | 21.6 | 91.55 | 382.5 | 1.08 | 0.97 | 9.44 |

容積密度は、0.71 ~ 1.12g/cm³ の範囲にあり、1番玉から2番玉にかけてやや低下し、2番玉より上部では高樹高部にいくほど高くなる傾向が認められた。

動的ヤング係数は、図-1に示すように、4.54 ~ 12.60GPa と比較的バラツキが大きかった。各供試木とも1番玉が最も低く、高樹高部にいくほど著しく高くなる傾向にあった。1番玉の動的ヤング係数は、これまで行われたヤブクグリスギの強度試験結果とほぼ一致し低い値であったが、逆に2番玉より上部のそれはかなり高い値であった。

これは、材質の樹幹内変動(樹高方向あるいは年輪方向)に起因するものであり、ヤブクグリスギは特にそれが著しいスギ品種であると考えられる。

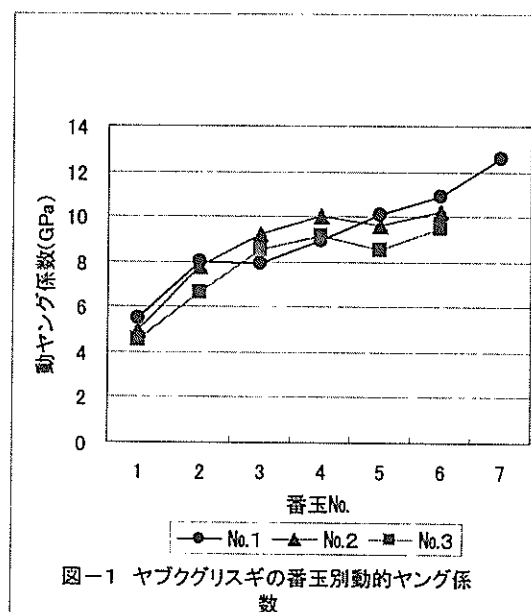


図-1 ヤブクグリスギの番玉別動的ヤング係数

(2) 樹幹解析結果

供試木No.1の樹幹解析結果を表-3及び図-2に示す。

0 m部位の平均年輪幅は、4 m以上の部位に比較し、いずれの年輪番号でもやや大きい値を示したが、4 m以上の樹高部では高さによる差は認められなかった。

平均年輪幅は、髓に近い1～5年輪が9 mm前後で最も大きく、0 m部位では41～45年輪まで、4 mより上部では21～25年輪まで外周部に向かい徐々に小さくなり、その後2 mm前後で安定している。

これは、これまで行った仮道管長や容積密度数の樹幹内変動パターンと類似しており、ヤブクグリスギ固有の生長パターンに起因するものと考えられる。

また、樹皮厚は、2.0～5.8 mmと各樹高間でバラツキがあり、梢端部でやや薄い傾向が認められた。

次に、各樹高部における心材の年輪数と半径方向の幅を表-4に示す。心材年輪数は低樹高部ほど大きいのが、辺材年輪数は0 m部位から20 m部位までほぼ同じ18年輪前後で安定しており、24 m以上では9年輪であった。同様に、半径方向の幅は低樹高部ほど大きいのが、辺材幅は4 m部位から24 m部位では34 mm前後となっていた。

表-3 各樹高部の平均年輪幅の変動(供試木No.1)

| 髓からの年輪数 | 0m | 4m | 8m | 12m | 16m | 20m | 24m | 28m |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1～5 | 8.4 | 9.4 | 9.7 | 9.1 | 7.7 | 6.4 | 5.3 | 2.3 |
| 6～10 | 9.1 | 7.3 | 6.9 | 6.1 | 6.3 | 5.7 | 4.3 | 2.3 |
| 11～15 | 7.5 | 4.6 | 4.4 | 3.1 | 3.4 | 3.7 | 2.7 | 1.8 |
| 16～20 | 6.4 | 3.4 | 2.8 | 2.5 | 2.6 | 2.1 | 2.4 | |
| 21～25 | 4.5 | 2.6 | 2.2 | 2.2 | 1.9 | 1.6 | | |
| 26～30 | 4.8 | 2.3 | 2.0 | 1.6 | 1.6 | 1.8 | | |
| 31～35 | 4.6 | 1.9 | 1.8 | 1.6 | 1.4 | | | |
| 36～40 | 3.6 | 1.4 | 2.0 | 1.8 | | | | |
| 41～45 | 2.4 | 1.4 | | | | | | |
| 46～49 | 3.1 | | | | | | | |
| 平均 | 5.6 | 4.0 | 4.1 | 3.8 | 3.8 | 3.9 | 3.8 | 2.0 |
| 樹皮厚 | 5.3 | 4.3 | 5.0 | 5.8 | 4.5 | 4.8 | 3.5 | 2.0 |

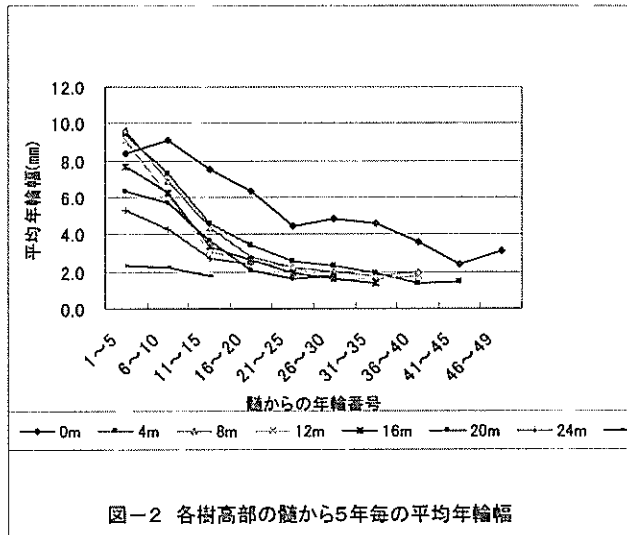


図-2 各樹高部の髓から5年毎の平均年輪幅

表-4 各樹高部の心材化の状況

| 樹高 | 年輪数 | | | 半径方向の幅(mm) | | |
|----|-----|-------|-------|------------|-----|----|
| | 計 | 心材年輪数 | 辺材年輪数 | 計 | 心材 | 辺材 |
| 0 | 49 | 31 | 18 | 268 | 210 | 58 |
| 4 | 44 | 25 | 19 | 170 | 136 | 34 |
| 8 | 40 | 21 | 19 | 158 | 124 | 34 |
| 12 | 36 | 18 | 18 | 132 | 99 | 33 |
| 16 | 32 | 15 | 18 | 119 | 85 | 34 |
| 20 | 27 | 12 | 15 | 100 | 69 | 32 |
| 24 | 20 | 11 | 9 | 73 | 36 | 37 |
| 28 | 11 | 2 | 9 | 25 | 4 | 21 |

スギ製材品のくん煙加熱処理技術に関する研究

一圧縮等による材の狂い抑制一

1. 区 分

- (1) 担当者：主幹研究員 三ヶ田 雅敏
- (2) 実施期間及び予算区分：平成10年度～平成16年度、県単（平成12年度から国庫委託）
- (3) 場 所：大分県林業試験場

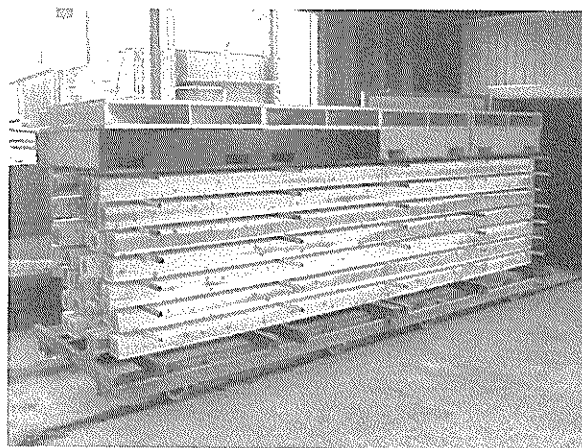
2. 目 的

木材は、製材や乾燥過程で狂いを生じ易い。このため、乾燥材生産現場では歩増製材を行い、乾燥後に修正挽きを行っている。しかし、このことが材の歩留まり低下を招き、乾燥コストを上昇させ、乾燥材生産が進まない一因となっている。そこで、国の委託を受けて丸太のくん煙加熱処理や圧縮等による狂い抑制技術の開発に取り組むことになり、今年度は心持ち柱材の曲がりを抑制するため、棧積みにおける適正加重について検討を行う。また、併せて狂い発生要因についても検討を行う。

3. 材料及び方法

原木市場から購入したスギ4m小曲り材（末口直径14～20cm）150本を供試材とし、リングバーカーで剥皮後、曲がり（最大矢高）及び末口径を測定した。丸太はツインバンドソーで11.5cm正角に製材後、4材面の挽き曲がり（最大矢高）を測定し、丸太の曲がりと製材後の挽き曲がり、丸太径級と製材後の挽き曲がり、丸太の曲がり方向と製材後の曲がり方向の関係を調査した。

次に、各供試材の4材面の曲がりを基に、4グループ（各36本）に選別した後、当場の蒸気式高温乾燥機（ヒルデブランド社製、容量4m³）で含水率20%（全乾法）を目標に乾燥を行った。乾燥スケジュールは初期蒸煮6時間、乾球温度120℃湿球温度90℃24時間、乾球温度100℃湿球温度70℃72時間とした。供試材は、アルミ製棧木（2.5cm角）を用いて5列7段に棧積みし、棧木は木口から95cm間隔に5本配置した。加重の差異による狂い抑制効果及び棧木のめりこみ量を把握するため、棧積み材上部の荷重（コンクリート製及び鉄製）は、無荷重、1,800kg（棧木圧：2.5kgf/cm²）、3,600kg（棧木圧：5.0kgf/cm²）、5,400kg（棧木圧：7.5kgf/cm²）とし、4回の人工乾燥を行った。（写真－1）乾燥後に、4材面の曲がり及びめりこみ量を測定した。めりこみ量は、材中央部分



写真－1 荷重 (3,600kg) 積載状況

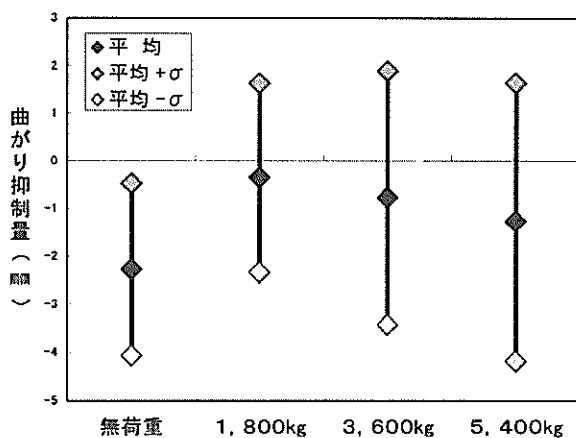
における棧木跡の垂直方向の寸法とそれより2～3cm離れた同方向の寸法とを比較した。無荷重試験で供試材を無作為に棧積みした結果、挽き曲がりの最大材面が乾燥によってより大きく曲がる傾向を示したため、他の3回の試験は挽き曲がりの最大材面が垂直方向の上部になるように棧積みした。

4 結果及び考察

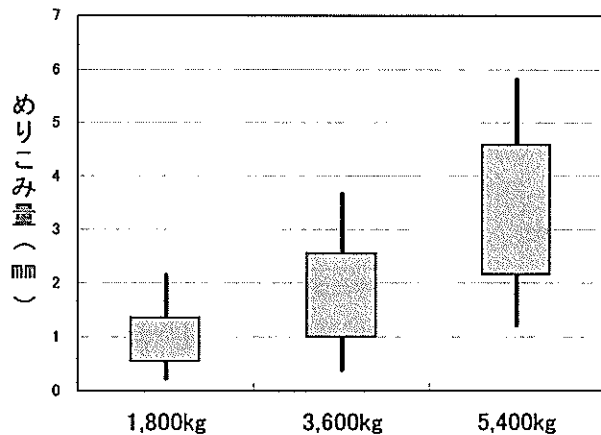
(1) 加重の差異による狂い抑制効果

積載した荷重の差異で曲がり抑制量を比較し、図一1に示した。ここで曲がり抑制量とは、無荷重試験では試験材4材面それぞれの乾燥前後の曲がりと比較し、その最大値を示した材面の乾燥による曲がり増減量を曲がり抑制量とした。一方、荷重を積載した他の3回の試験では、製材挽き曲がりの最も大きかった材面が積積み時に垂直方向の上部になるように置き、乾燥によるその増減量を曲がり抑制量とした。

この荷重毎の曲がり抑制量平均値を統計処理して比較すると、1,800kg荷重を積載した材が無荷重の材に対して危険率1%で、また、3,600kg荷重を積載した材が無荷重の材に対して危険率5%で、有意差が認められた。5,400kg荷重を積載した材には有意差がなかった。また、積木による材表面へのめりこみ量を図一2に示した。積載する荷重が大きくなるほど、めりこみ量が大きかった。これは、乾燥過程が高温かつ水分非正常状態であるため、材表面に大きな加重がかかるほどめりこみ量を増大させたと考えた。



図一1 各積載荷重ごとの曲がり抑制量



図一2 各積載荷重ごとのめりこみ量

以上の結果から、人工乾燥におけるスギ正角柱材の狂い抑制方法として、今回の乾燥及び積木条件では1,800kg荷重積載（積木圧2.5kg/cm²）が最も有効であり、過度の加重は積木のめりこみ量が大きくなるばかりで、効果がないことがわかった。

(2) 狂い発生の要因

供試用丸太を製材した後、丸太の曲がりと製材挽き曲がりの関係及び丸太の末口径と製材後の挽き曲がりの関係を調査したが、いずれも相関は無かった。また、丸太の曲がり方向と製材後の挽き曲がり面の関係にも相関は無かった。このことから、原木市場で小曲材として選別された丸太から製材後の挽き曲がりや曲がり方向を予測するのは難しいと考えた。しかし、製材品の元口における偏心率と乾燥後の曲がりには5%の危険率で相関が認められた。特に、大きな曲がりを生じた材は元口の偏心が著しいという共通点があることから、製材品の曲がり予測の可能性を引き続き検討したい。

最後に、今回の試験材の中には14本のあて材が含まれており、製材時に平均8.1mm（標準偏差2.3mm）の挽き曲がりを生じ、さらに人工乾燥で圧縮したにも関わらず曲がりが増加し、平均13.4mm（標準偏差4.0mm）に増加した。品質管理の点で、あて材の取り扱いには十分な注意が必要であろう。

スギ製材品のくん煙加熱処理技術に関する研究

－板材のくん煙乾燥－

1. 区 分

- (1) 担当者：主幹研究員 三ヶ田 雅敏
- (2) 実施期間及び予算区分：平成10年度～平成16年度、県単（平成12年度から国庫委託）
- (3) 場 所：大分県林業試験場

2. 目 的

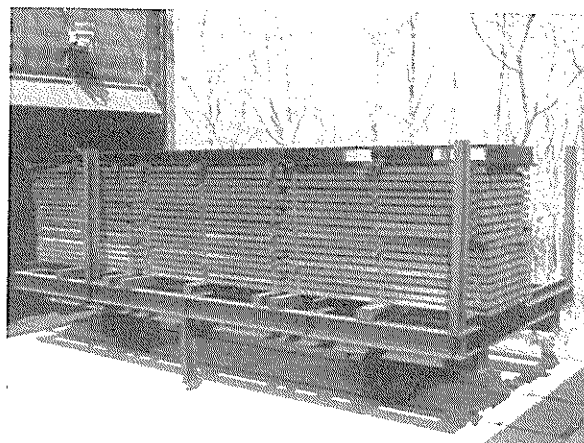
最近、製材所等の木材加工現場で製材や加工の際に排出される残端材処理が課題となっている。

また一方で、木質バイオマスの利用が全国的に注目を集め始めている。こうした中、くん煙加熱処理は残留応力の緩和という目的とは別に、乾燥の低コスト化が求められている木材乾燥において、残端材を乾燥エネルギーとして有効利用することが可能である。今年度は、板材乾燥におけるくん煙加熱処理の有効性と、その処理温度、時間及び損傷等について検討する。

3. 材料及び方法

スギ中目丸太（直材）から製材した板材（厚さ20mm50枚、35mm38枚、47mm37枚、幅各150mm、長さ各200cm）を供試材とし、厚さ毎にほぼ同条件、同数になるように2グループに分け、処理条件を変えて2回のくん煙試験を行い、乾燥性や損傷を比較した。第1回試験は、供試材を台車上下から厚さ47mm、35mm、20mmの順に積み、最上部に荷重を積載した後、背板16空 m^3 を燃焼させて調質室中段温度を80℃に制御し、45時間のくん煙処理を行った。第2回試験は、厚さ20mmと47mmの板材の高さ方向の位置を入れ替え、80℃に制御、65時間のくん煙処理を行った。測定は、処理による含水率、寸法、材温（k熱伝対使用）の変化及び狂いの各項目について行った。

この結果から、実用規模のくん煙処理による板材乾燥試験を行ない、さらに乾燥性の比較として蒸気式乾燥（中温）試験を行った。供試材は、横尾木工所（日田市）の協力により6列18段に積みした板材（47mm×150mm×200cm）4ロット（108枚×4ロット＝432枚）を用い、3ロットをくん煙処理試験に、残る1ロットを蒸気式乾燥試験に供した。くん煙加熱処理は、調質室中段温度を80℃に制御して66時間行い、処理後約1ヶ月間、屋内で養生を行った。測定は、処理による含水率、寸法、材温の変化及び狂いの各項目について行った。



写真－1 くん煙乾燥後の状況

また、人工乾燥は当場の乾燥機（ヒルデブランド社製）を用い、最高乾球温度85℃、最大乾湿球温度差15℃、乾燥時間72時間のスケジュールで行い、乾燥前後の含水率変化を測定した。

4. 結果及び考察

(1) 含水率変化

第1回試験は、くん煙処理により厚さ 47mm、35mm、20mm 板材がそれぞれ含水率 20.8 % (標準偏差 8.0 %)、13.8 % (標準偏差 5.6 %)、8.9 % (標準偏差 3.0 %) に減少したが、下部に配置した厚さ 47mm 板材はやや含水率が高く乾燥不足であった。これは当場のくん煙装置の構造によるものであるが、棧積み上下の位置によって処理温度が異なり、図-1 に示したように処理時に材温差が生じたこと、また、板が厚くなるほど一般的に乾燥が遅くなることによるものと考えた。

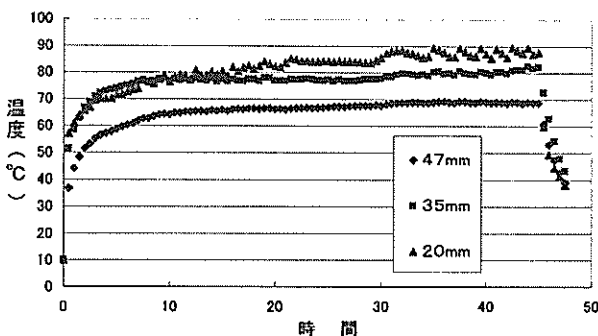


図-1 くん煙処理による材温変化

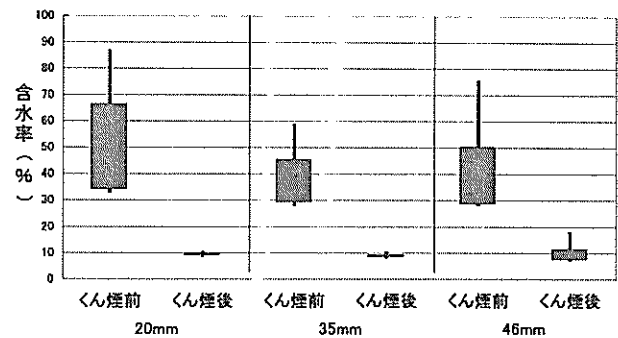


図-2 含水率変化(全乾法)

第2回試験では厚い板ほど処理温度が高くなるように配置した結果、処理中の材温は厚さ 47mm、35mm、20mm 板で各約 80 °C、70 °C、60 °C であった。このことにより、図-2 に示したように処理後の含水率は、各厚さの板とも約 9 % でバラツキが小さかった。くん煙処理時間 65 時間及び厚さ毎の板の処理温度がほぼ適当であったと考えた。

(2) 損傷の発生

狂いは曲がり、縦ぞり、幅ぞりが発生した。平均値で曲がり は 2.1mm (標準偏差 2.1mm)、縦ぞり は 2.9mm (標準偏差 2.5mm)、幅ぞり は 0.39mm (標準偏差 0.21mm、スパン 80mm における量) であった。また、割れは木口にわずかに発生した程度であった。

(3) 実用規模の試験

写真-1 に試験状況を示したが、中央ロットの 16 枚について処理前後の含水率を測定し、その結果を図-3 に示した。含水率は、平均値で 17.2 % (標準偏差 10.8 %) まで減少したが、棧積み上下方向あるいは内側と外側でばらつきを生じた。上下方向は、材温が最上段で 85.5 °C、下部で 63.0 °C と 22.5 °C の処理温度差を生じたこと、また、棧積み材の外周部は製材後に天然乾燥が進んだのに比べ、棧積み内部は初期含水率が高かったこと等が原因と考えた。処理ムラを改善するには、調質室内部の風循環や材の配置方向を検討する必要がある。この処理材も 1 ヶ月間の屋内養生により含水率平均値が 11.8 % に減少した。

| | | | | | | |
|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|--|----------------|
| 7.3 (39.5) | | | | | | 7.2 (37.7) |
| 10.7 (54.7) | | | | | | 9.2 (32.0) |
| 9.5 (29.6) | | | | | | 9.1 (40.3) |
| 24.2 (87.1) | 41.3 (117.8) | 28.8 (76.9) | 33.3 (78.5) | 30.4 (91.5) | | 8.8 (25.4) |
| 12.9 (32.5) | | | | | | 12.7 (28.8) |
| 14.1 (29.3) | | | | | | 16.4 (32.4) |

()内は処理前含水率

図-3 含水率測定材の配置と含水率変化

また、蒸気乾燥した材は含水率平均値が 18.5 % まで減少し、棧積み内外部の含水率差もなかった。

以上のことから、板材乾燥はくん煙処理と 3 ~ 4 週間の養生で十分実用的と考えた。蒸気乾燥は均一乾燥ができるが、エネルギーコストや残端材の有効利用の点でくん煙処理を見直してよいと考える。

スギ中径材による構造用面材の開発 —スギ集成パネル（真壁）の水平せん断性能—

1. 区 分

- (1) 担当者：主任研究員 城井秀幸 教授 井上正文（大分大学工学部）
- (2) 実施期間及び予算区分：平成10年度～平成14年度，国補（大型プロジェクト）
- (3) 場 所：大分県林業試験場、大分大学

2. 目的

在来軸組工法の施行の合理化と耐震性能等の機能性の向上を目指しスギ材を利用した幅はぎ集成パネルを用いた構造壁体等の性能試験を実施し、スギ材を利用した幅はぎ集成パネルの構造用面材としての需要の拡大を図る。

3. 材料及び方法

スギ幅はぎパネル及び3層パネルのサイズは、幅 790mm × 高さ 2610mm で、高さ方向とパネルの外層面の繊維方向が平行のものを縦型、直角のものを横型として、幅はぎパネル2タイプ、3層パネル2タイプの計4タイプを製作した（図-1）。製作方法は、まずラミナ(30 × 200 × 4000mm)を積層接着し、200 × 420 × 4000mmの集成材を製作した後に積層方向と直角方向に幅はぎパネル用として30mmに、3層パネル用として10mmの厚さに製材した。3層パネルは、10mm板を繊維方向を直角に積層接着し3層にしたものである。接着剤はいずれも水性高分子イソシアネート系のものを用いた。なお、パネルは、試験体ごとの強度のバラツキが小さくなるように動的ヤング係数の平均値をそろえて製作した。試験体サイズは幅 1820mm × 高さ 2730mm で、軸組はスギの12cm乾燥正角材、柱と土台、ケタにはそれぞれ山形プレートを用いて連結した。四すみにはホールダウン金物を用いてラグスクリューボルトで柱と土台の引抜けを防止した。試験方法は無載荷式の水平せん断加力試験とし、加力方法は見かけのせん断変形角が1/300,1/150,1/100,1/60,1/40,1/30radの6点で正負交番繰り返し加力とした（図-2）。なお、面材の製作は、(株)トライウッドの協力を頂きました。また水平せん断加力試験は、大分大学において実施して頂きました。共に感謝を申し上げます。

4. 結果及び考察

スギ幅はぎパネル及びスギ3層パネルの木造軸組耐力壁の水平加力試験結果を表-1に示す。

破壊性状：幅はぎ(横型)で面外座屈破壊、その他はホールダウン金物の引張りによる土台破壊。

初期剛性：幅はぎ(縦型)の試験体で他のタイプより高い値を示した。(図-3)

最大耐力：幅はぎ(横型)の試験体で低く、幅はぎ(縦型)で高い値を示した。(図-4)

壁倍率：壁倍率は全て靱性によって決定した。全シリーズの平均値で約3倍となった。(図-5)

今回の試験では、初期剛性、最大耐力、壁倍率の値から幅はぎ(縦型)の試験体が一番高い性能を示した。また、幅はぎ横タイプで面外座屈を起こしやすかった。これらのことから、スギパネル木造軸組耐力壁として十分利用できることがわかった。また、これらの壁パネルの性能を十分発揮させるには、柱-土台の接合部に十分な強度を持たせることが必要と考えられた。

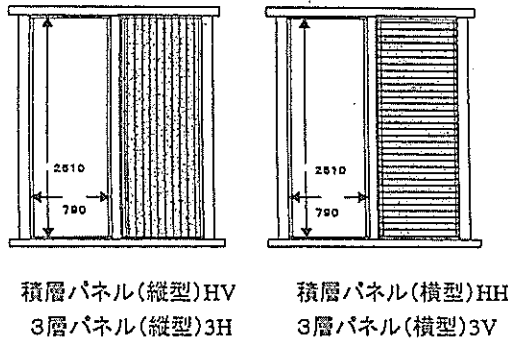


図-1 試験壁(真壁)タイプ

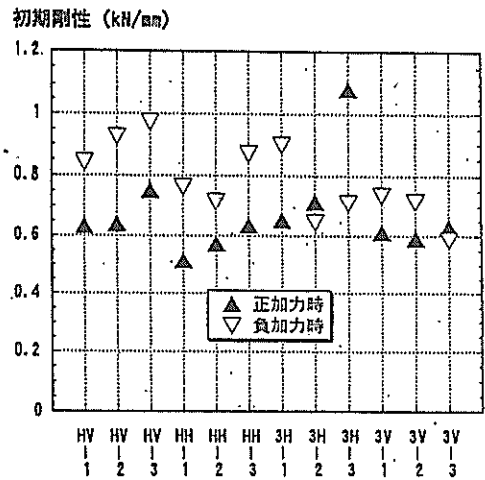


図-3 初期剛性

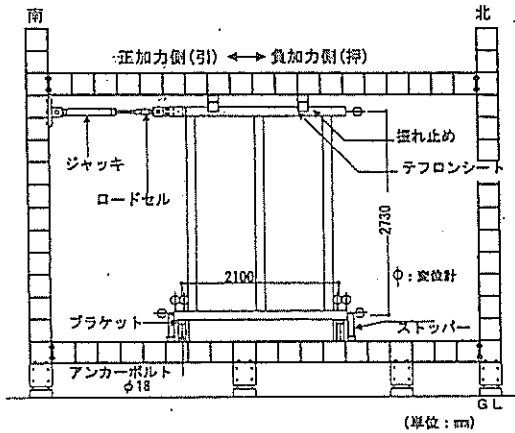


図-2 水平加力実験装置

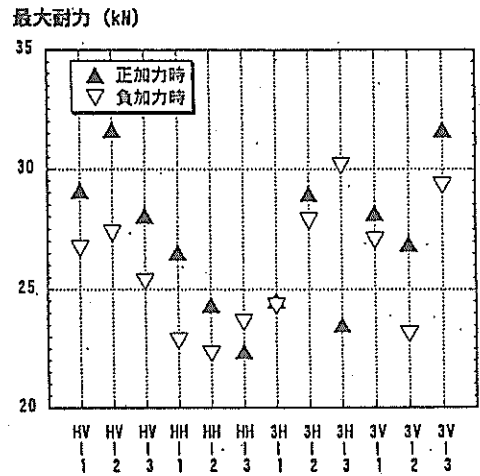


図-4 最大耐力

表-1 各試験体ごとの実験データ

| 試験体名 | 加力方向 | 最大荷重 (kN) | | | | 決定荷重 | 壁倍率 | |
|------|------|--------------|------------------------|-------------------|--------------------|-------|-----|------|
| | | P1(kN) Py | P2(kN) 0.2√(2μ-1)Pu | P3(kN) 2/3Pmax | P4(kN) 1/120rad | | | |
| HV-1 | 正 | 29.11 | 17.03 | 12.37 | 19.40 | 15.53 | P2 | 3.47 |
| | 負 | 26.71 | 15.48 | 11.01 | 17.80 | 17.20 | P2 | 3.09 |
| HV-2 | 正 | 31.65 | 20.23 | 16.62 | 21.10 | 17.49 | P2 | 4.66 |
| | 負 | 27.34 | 16.48 | 11.96 | 18.23 | 18.42 | P2 | 3.35 |
| HV-3 | 正 | 28.08 | 14.42 | 10.59 | 18.72 | 16.02 | P2 | 2.97 |
| | 負 | 25.33 | 15.06 | 10.92 | 16.89 | 18.18 | P2 | 3.06 |
| HH-1 | 正 | 26.56 | 16.02 | 12.80 | 17.71 | 14.36 | P2 | 3.59 |
| | 負 | 22.83 | 12.75 | 9.68 | 15.22 | 14.26 | P2 | 2.71 |
| HH-2 | 正 | 24.35 | 13.33 | 11.90 | 16.24 | 13.18 | P2 | 3.34 |
| | 負 | 22.30 | 12.66 | 9.17 | 14.88 | 13.82 | P2 | 2.57 |
| HH-3 | 正 | 22.39 | 13.70 | 9.96 | 14.93 | 14.01 | P2 | 2.79 |
| | 負 | 23.62 | 11.61 | 10.53 | 15.75 | 13.87 | P2 | 2.95 |
| 3H-1 | 正 | 24.55 | 12.00 | 10.18 | 16.37 | 12.99 | P2 | 2.85 |
| | 負 | 24.30 | 11.41 | 9.77 | 16.20 | 11.71 | P2 | 2.74 |
| 3H-2 | 正 | 28.96 | 15.56 | 12.97 | 19.31 | 16.42 | P2 | 3.64 |
| | 負 | 27.83 | 14.28 | 9.57 | 18.55 | 14.21 | P2 | 2.68 |
| 3H-3 | 正 | 23.52 | 13.48 | 10.96 | 15.68 | 14.01 | P2 | 3.07 |
| | 負 | 30.14 | 16.06 | 10.43 | 20.09 | 13.87 | P2 | 2.92 |
| 3V-1 | 正 | 28.18 | 13.45 | 10.17 | 18.78 | 13.97 | P2 | 2.85 |
| | 負 | 27.05 | 15.74 | 10.39 | 18.03 | 16.42 | P2 | 2.91 |
| 3V-2 | 正 | 26.90 | 12.84 | 10.32 | 17.93 | 13.03 | P2 | 2.89 |
| | 負 | 23.13 | 13.07 | 9.61 | 15.42 | 14.75 | P2 | 2.69 |
| 3V-3 | 正 | 31.65 | 18.60 | 12.79 | 21.10 | 15.73 | P2 | 3.59 |
| | 負 | 29.30 | 15.76 | 9.17 | 19.53 | 14.65 | P2 | 2.57 |

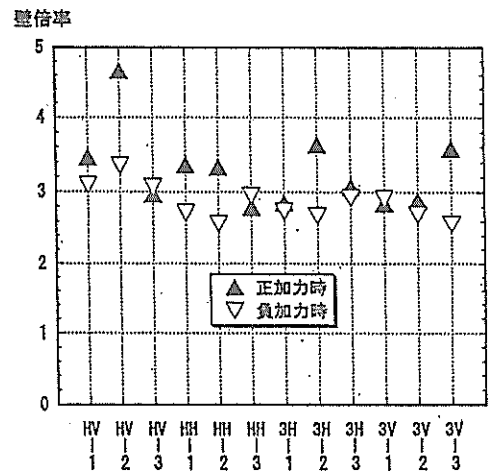


図-5 壁倍率

県産スギ構造用集成材の木材建築利用に関する研究

— 県産スギによる中断面構造用集成材の曲げ強度性能 —

1. 区 分

- (1) 担当者：主任研究員 城井秀幸
- (2) 実施期間及び予算区分：平成11年度～平成13年度
- (3) 場 所：大分県林業試験場

1. 目 的

県産スギ材の需要拡大を図ることを目的に、スギ材を利用した構造用集成材を試作し木造建築利用への検討評価を行うとともに、その強度性能を評価する。本年度は、スギ構造用集成材の曲げ強度性能について報告する。

2. 材料及び方法

日田市内から購入したスギラミナ(36×140×4000mm)を蒸気式の人工乾燥機で乾燥後、30×126×4000mmにモルダール整形した。縦振動法による動的ヤング係数を測定後、連続送り式グレーディングマシン(飯田工業製、MGFE-251型)で曲げヤング係数(MGE)の測定を行った。ラミナは、MGE-ave(1枚のラミナの平均値)で等級区分した後、中断面の対称異等級構成構造用集成材を計40本製作した。集成材のサイズは12×15(5プライ)、18(6プライ)、21(7プライ)、27(9プライ)、30(10プライ)×400cmの5種類で、集成材の等級はE65-F225、E75-F240、E85-F255、E95-F270の4等級とし各等級2体ずつ製作した。ラミナはいずれも縦継ぎなしの通しラミナを用い、接着剤は水性高分子イソシアネート系のものを使用した。圧縮は高周波木工接着機MR-35C(山本ビクター(株))を用い約10kgf/cm²の圧力で所定の時間行った。曲げ試験は、島津製作所製、木材実大強度試験機を用いて、3等分点4点荷重方式(スパン360cm)でストローク変位一定(10mm/min)の荷重スピードで行った。

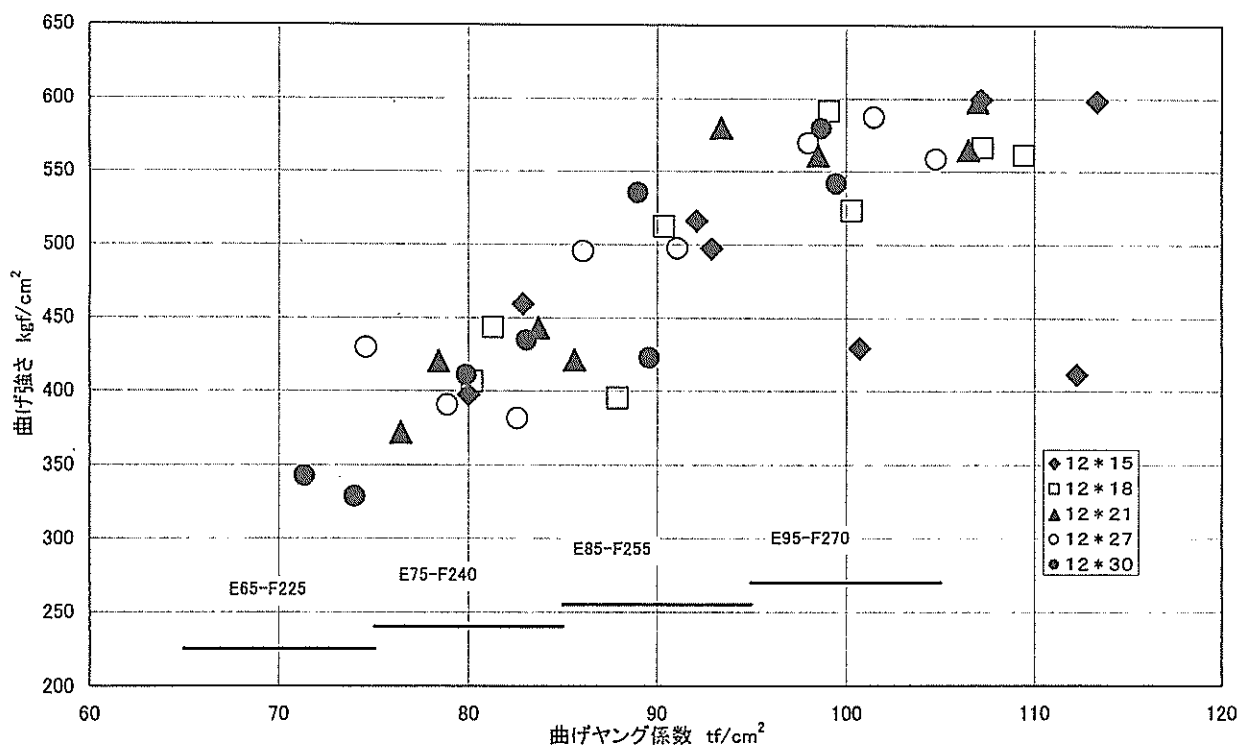
3. 結果及び考察

曲げ試験結果を表-1、図-1に示す。

今回の試験では、構造用集成材の日本農林規格(以下JAS)の曲げ試験Aに定めるに定める曲げ試験の支点間スパン(試験体厚さの18倍以上)を一部の試験体サイズでとれず、せん断力の影響が心配されたが、全ての試験体でJASに定める曲げヤング係数の平均値と下限値、さらに曲げ強さの値を上回った。全試験体の曲げヤング係数はJASの値と比較すると平均で1.15倍、曲げ強さは1.89倍と高い値を示している。これはラミナが通しラミナで強度性能が高かったことによるものと考えられる。これらのことから県産スギ材を利用してこれらのタイプの構造用集成材を製造しても強度性能上何ら問題のないことが確認された。今後は、スギ集成材の一般住宅用部材としての利用を視野に入れたコスト、流通等について調査検討を行いたい。

表一 スギ構造用集成材曲げ試験結果

| 等級 平角サイズ | E65-F225 | | | E75-F240 | | | E85-F255 | | | E95-F270 | | |
|-------------|----------|--------------------|---------------------|----------|--------------------|---------------------|----------|--------------------|---------------------|----------|--------------------|---------------------|
| | 最大荷重 | MOE | MOR | 最大荷重 | MOE | MOR | 最大荷重 | MOE | MOR | 最大荷重 | MOE | MOR |
| | kgf | tf/cm ² | kgf/cm ² | kgf | tf/cm ² | kgf/cm ² | kgf | tf/cm ² | kgf/cm ² | kgf | tf/cm ² | kgf/cm ² |
| 12×15×400 | 3019 | 80.0 | 397 | 3757 | 92.9 | 497 | 4542 | 107.2 | 599 | 3106 | 112.3 | 411 |
| | 3494 | 82.9 | 459 | 3922 | 92.1 | 516 | 3273 | 100.7 | 429 | 4539 | 113.4 | 598 |
| 12×18×400 | 4403 | 80.2 | 406 | 4331 | 87.9 | 395 | 5741 | 100.3 | 523 | 6146 | 109.5 | 561 |
| | 4820 | 81.3 | 443 | 5586 | 90.4 | 512 | 6520 | 99.1 | 591 | 6233 | 107.3 | 566 |
| 12×21×400 | 5586 | 76.4 | 372 | 6301 | 85.6 | 421 | 8358 | 98.5 | 561 | 8984 | 107.0 | 598 |
| | 6317 | 78.4 | 420 | 6599 | 83.7 | 443 | 8673 | 93.4 | 580 | 8439 | 106.5 | 565 |
| 12×27×400 | 10565 | 74.6 | 429 | 9445 | 82.6 | 381 | 14156 | 98.0 | 569 | 14552 | 101.5 | 587 |
| | 9632 | 78.9 | 390 | 12267 | 86.1 | 495 | 12339 | 91.1 | 497 | 13809 | 104.8 | 558 |
| 12×30×400 | 10439 | 71.4 | 342 | 13267 | 83.1 | 434 | 16462 | 89.0 | 535 | 16589 | 99.5 | 541 |
| | 10014 | 74.0 | 328 | 12491 | 79.9 | 410 | 12934 | 89.6 | 422 | 17583 | 98.7 | 579 |



図一 スギ構造用集成材曲げ試験のMOEとMORの関係

県産スギ構造用平角材の強度性能の評価

－スギ平角材の曲げ強度性能－

1. 区 分

- (1) 担当者：主任研究員 城井秀幸
- (2) 実施期間及び予算区分：平成11年度（国補）～平成12年度（県単）
- (3) 場 所：大分県林業試験場

2. 目 的

スギ中目材の建築構造用平角材としての需要拡大を図るため、県産スギ平角材の強度性能を明らかにし、構造材として必要な基礎的強度資料を得る。

3. 材料及び方法

日田市郡内の原木市場から購入したスギ原木を縦振動法により動的ヤング係数を測定した後、製材して5種類のサイズの平角材(12cm×15,18,21,27,30cm×400cm)を各10本ずつ、計50本を製作した。平角試験体は、乾燥条件ごとに動的ヤング係数がほぼ均等になるように区分した後、蒸気式の人工乾燥機を用いて中温条件(max85℃,12日間)、高温条件(max120℃,6日間)で乾燥した。乾燥後、日本農林規格(以下、JAS)による等級区分を行い曲げ強度試験を実施した。曲げ強度試験は島津製作所製の木材実大試験機を用いて、3等分点4点荷重方式(スパン360cm)、ストローク変位一定(10mm/min)の条件で行った。試験後、試験体から小片を採取し、年輪幅、及び全乾法による含水率を測定した。なお、曲げヤング係数、曲げ比例限度、及び曲げ強さの値は、(財)日本住宅・木材技術センターの「構造用木材の試験方法」に準じて補正した。

4. 結果及び考察

試験結果を表-1に示す。スギ平角材の曲げヤング係数の平均値は7.11kN/mm²(変動係数22%、最小値3.87、最大値10.08)を示した。曲げ強さの平均値は、38.9N/mm²(変動係数23%、最小値23.3、最大値57.3)を示した。建築基準法施行令に示す無等級材の基準強度(22.2N/mm²)は、全ての材で上回った。JASによる目視等級区分では1級が13個、2級が32個、3級が5個出現し、1級で1個、2級で4個が与えられた基準強度を下回った。また、機械等級区分ではE50が8本、E70が24本、E90が13本、E110が4本、等級外(E50未満)が1本出現した。各等級に与えられた基準強度はE70で1本、E90で5本、E110で1本の計7本が下回ったが、他は基準を上回り機械等級区分の有効性が明らかになった。次に、乾燥方法の違いによる曲げ強さを比較すると、梁せい15cm、18cmのものを除き中温乾燥材と高温乾燥材の間に統計的な差は認められなかった。しかし、今回の高温乾燥条件では、小さなサイズの平角材(15,18,21cm)は7%前後の含水率となり材内部に比較的大きな割れが発生していた。曲げ強さの平均値も中温乾燥より高温乾燥の方がいずれも低い値を示していることから強度性能の低下が危惧されるので、今後は、乾燥方法が強度性能に及ぼす影響について検討の必要がある。

また原木の動的ヤング係数と平角材の曲げヤング係数の間には高い相関係数が認められた。

表-1 曲げ試験結果

| 試験体 サイズ cm | 乾燥 区分 (中・高) | 試験 体数 個 | 含水率 % | 気乾密度 (15%) kg/m ³ | 平均年輪幅 (長辺) mm/年 | 曲げヤング係数 (全スパン) kN/mm ² | 曲げ比例限度 N/mm ² | 曲げ強さ N/mm ² |
|------------------|-------------------|---------------|----------|------------------------------------|-----------------------|---|-----------------------------|---------------------------|
| 12×15 | 中温 | 5 | 10.4 | 474 | 4.9 | 8.45 | 29.5 | 47.7 |
| | 高温 | 5 | 6.9 | 482 | 4.7 | 8.19 | 22.8 | 34.1 |
| 12×18 | 中温 | 5 | 11.7 | 458 | 4.2 | 7.83 | 27.1 | 46.0 |
| | 高温 | 5 | 7.1 | 440 | 4.3 | 7.48 | 24.3 | 33.5 |
| 12×21 | 中温 | 5 | 11.9 | 422 | 4.6 | 7.97 | 30.2 | 41.8 |
| | 高温 | 5 | 7.6 | 425 | 4.4 | 7.67 | 27.2 | 34.2 |
| 12×27 | 中温 | 5 | 15.4 | 401 | 5.7 | 5.55 | 21.3 | 40.5 |
| | 高温 | 5 | 10.0 | 434 | 4.4 | 5.81 | 19.5 | 34.3 |
| 12×30 | 中温 | 5 | 16.7 | 415 | 6.2 | 6.21 | 22.0 | 40.3 |
| | 高温 | 5 | 10.6 | 404 | 5.4 | 5.99 | 23.8 | 36.9 |

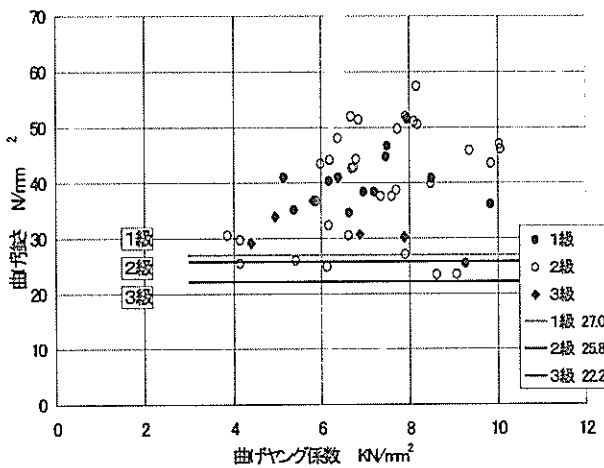


図-1 目視等級区分

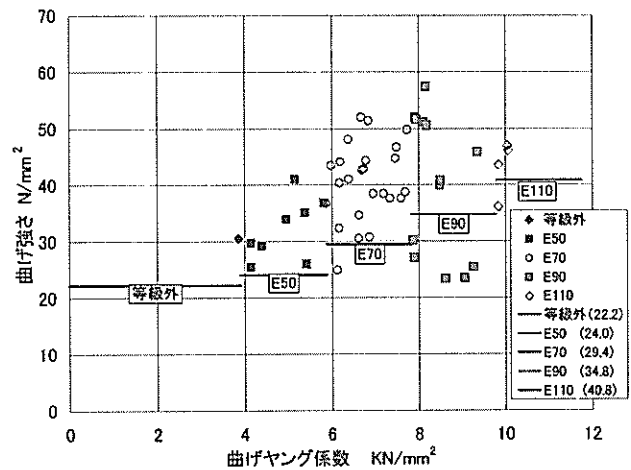


図-2 機械等級区分

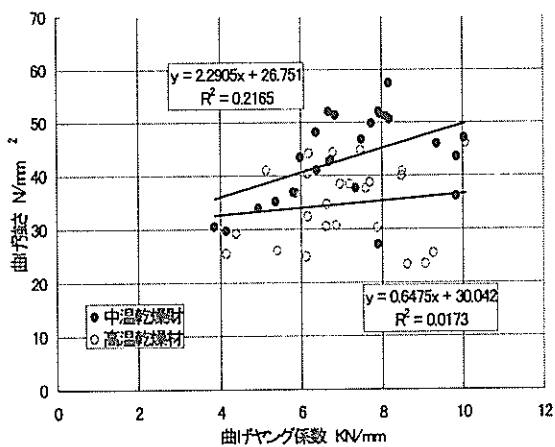


図-3 中温乾燥材と高温乾燥材

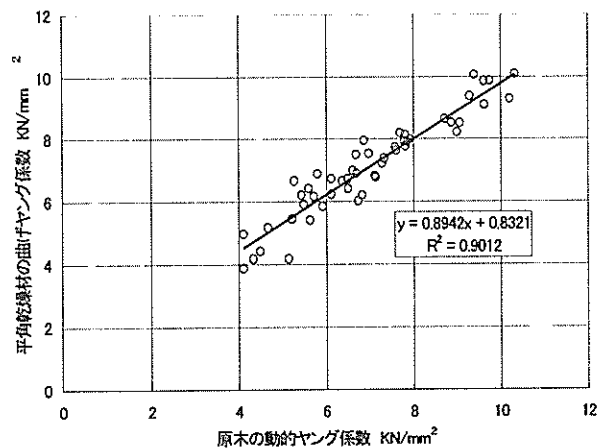


図-4 原木と平角材のヤング係数

スギ構造材の高温乾燥技術に関する研究(1) —乾燥温度の違いによる高温低湿乾燥の表面割れ防止効果について—

1. 区 分

- (1) 担当者：研究員 豆田俊治
- (2) 実施期間及び予算区分：平成12年度～平成14年度，県単
- (3) 場所：林業試験場

2. 目 的

人工乾燥での低コスト化を目指して乾燥速度を速めようとする、乾燥時に発生する表面割れが大きな問題となる。このため、乾燥する際に表面割れを生じさせない対策を施すことができれば乾燥の高速化とそれに伴う低コスト化が期待できる。これまでに蒸煮処理などの高温処理を行うと表面割れを防止する効果があることが報告されているが、その抑制メカニズムには不明な点が多い。

高温低湿乾燥による表面割れの抑制効果は、100℃近い高温で蒸煮を行った後、高温低湿状態で表面を乾燥させると表面割れの発生を抑えて乾燥できることが明らかになっている。これまでの試験から、高温での蒸煮処理に引き続き行われる高温状態での低湿表面乾燥が重要な要素となっていると考えられるが、実際に乾燥を行う場合、乾燥機のサイズやボイラーの容量の関係から、十分な温度が得られない可能性があり、その場合、効果の得られる温度として最低何℃以上なのかといったデータが必要となる。

そこで、本試験においては、3通りの異なる処理条件で乾燥処理を行い、表面割れの発生量を比較することで、必要な温度条件を明らかにすることを試みた。

3. 試験方法

供試材として、日田市内で製材されたスギ心持ち柱材(115mm×115mm×3m)22本を使用した。これを1mの長さに切断し、エンドマッチされたものは異なる条件に用いることとした。蒸煮—低湿乾燥処理(以後、前処理と記す)は、蒸気式高温乾燥機を用いて温度条件が異なる3条件で処理した(表-1)。また、前処理をしないもの(以後、無処理と記す)を対照材とした。すべての試験体は、乾球温度55℃一定で湿球制御なしの熱風乾燥機で7日間乾燥を行い、表面割れの発生量を測定

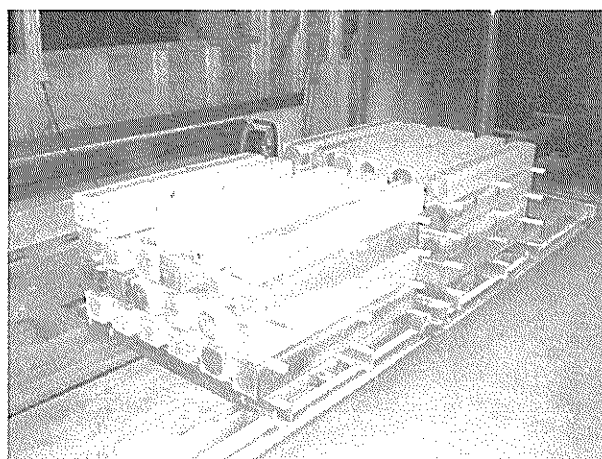


写真-1 試験の様子

した。表面割れは、割れ幅と割れ長さの2通りの基準で評価した。割れ幅については、試験体中で最も大きい割れ幅を最大割れ幅とし、割れ長さについては、材面に占める割れ長さの合計を百分率として表面割れの発生量を比較した。

さらに、乾燥前と前処理後、乾燥後に寸法測定を行い試験体ごとの収縮率を求めた。また、3m材の切断時に材の一部を採取し、全乾法により含水率測定を行った。また、蒸煮処理後および乾燥処理後は、含水率から全乾重量を算出し、測定時の重量データを基に各測定時の試験体の含水率を推定した。

4. 結果及び考察

供試材の乾燥前及び乾燥後含水率並びに収縮率を表-2, 3, 4に示す。乾燥前の平均含水率は68.6%から76.3%, 乾燥後の含水率は最低19.2% (A条件), 最高24.0% (無処理)であった。また、3条件の前処理による含水率減少量は、C条件が最も大きく、その後の熱風乾燥ではA条件の減少量が最も大きかった(図-1)。熱風乾燥の前後で含水率が逆転していることから、前処理は温度が高いほど初期含水率を低下させるのに有効であるが、その後の乾燥スピードは、前処理の温度が高いほど遅くなる傾向がみられた。

次に、表面割れに関する評価をまとめた結果を図-2に示す。割れ長さ率については各条件とも無処理のものより小さくなり、特にB, C条件は無処理の1/3から1/4程度で明らかな効果が認められた。最大割れ幅については、B, C条件においては無処理のものより小さく効果が認められたが、A条件では無処理のものより大きかった。以上のことから割れ防止効果を得るためには、A条件はやや不十分で、B条件やC条件での処理が有効であるといえる。また、前処理直後とその後の熱風乾燥後の表面割れを比較したところ、A条件とB条件は、乾燥処理によって割れは大きくなったが、C条件は前処理後と比較して乾燥後の表面割れの方が小さかった(表-5)。このことから、C条件の前処理によって材の表層部に表面割れを閉じるような効果を付与することができることがわかった。

表-1 蒸煮・低湿処理条件

| | 蒸煮条件 | 低湿乾燥条件 |
|-----|----------|----------------------------|
| A条件 | 80°C, 6h | DBT80°C, WBT50°C, 12h(一定) |
| B条件 | 98°C, 6h | DBT100°C, WBT70°C, 12h(一定) |
| C条件 | 98°C, 6h | DBT120°C, WBT90°C, 12h(一定) |

※各処理とも蒸煮時間終了後、速やかに低湿乾燥条件にするものとする

表-2 生材含水率

| | 含水率(%) | | | |
|------|--------|-------|-------|-------|
| | A条件 | B条件 | C条件 | 無処理 |
| 平均値 | 73.3 | 68.6 | 76.3 | 71.7 |
| 最大値 | 104.8 | 140.2 | 128.8 | 117.4 |
| 最小値 | 37.8 | 32.1 | 32.1 | 32.1 |
| 標準偏差 | 19.30 | 31.71 | 33.95 | 26.87 |

表-3 乾燥後含水率

| | 含水率(%) | | | |
|------|--------|------|------|------|
| | A条件 | B条件 | C条件 | 無処理 |
| 平均値 | 19.2 | 20.9 | 21.2 | 24.0 |
| 最大値 | 34.7 | 41.9 | 35.0 | 44.0 |
| 最小値 | 6.7 | 11.6 | 9.9 | 12.8 |
| 標準偏差 | 8.05 | 9.02 | 8.14 | 8.83 |

表-4 乾燥後収縮率

| | 収縮率(%) | | | |
|------|--------|------|------|------|
| | A条件 | B条件 | C条件 | 無処理 |
| 平均値 | 2.24 | 1.97 | 2.11 | 2.28 |
| 最大値 | 4.03 | 3.96 | 3.57 | 3.99 |
| 最小値 | 0.59 | 0.29 | 0.65 | 0.20 |
| 標準偏差 | 0.84 | 0.93 | 0.69 | 0.88 |

表-5 乾燥時の割れの比較

| | 最大割れ幅(mm) | | | 割れ長さ率(%) | | |
|------|-----------|------|------|----------|------|------|
| | A条件 | B条件 | C条件 | A条件 | B条件 | C条件 |
| 前処理後 | 1.6 | 2.1 | 3.0 | 43.0 | 21.4 | 22.2 |
| 乾燥後 | 4.0 | 2.5 | 2.1 | 50.2 | 24.9 | 20.2 |
| 増減 | +2.4 | +0.4 | -0.9 | +7.2 | +3.5 | -2.0 |

5. まとめ

今回の試験では、蒸煮と低湿乾燥を乾燥の前処理として行った結果、乾燥時の表面割れの発生を抑える効果が確認された。この効果は、低湿乾燥時の材表面温度が最も高かったC条件において最も大きく認められていることから、低湿乾燥時に材表面が乾燥するときの温度に依存するのではないかと考えられた。

また、一連の前処理を行った試験材は、その処理温度が高いものほどその後の乾燥速度の低下が認められたことから、天然乾燥等の前処理に利用する際には、乾燥期間を長くするなどの対策が必要となる可能性がある。

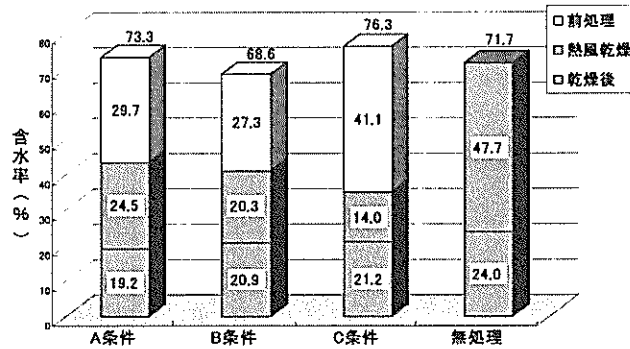


図-1 前処理および乾燥処理後の含水率

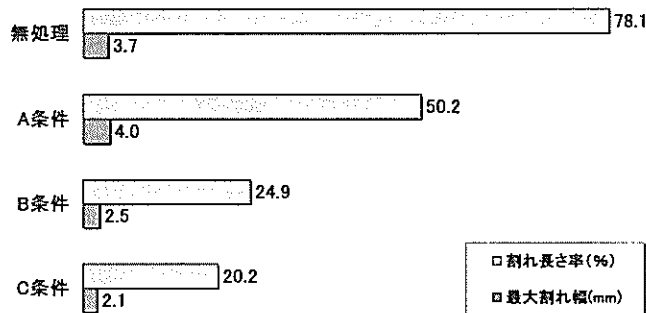


図-2 表面割れの比較

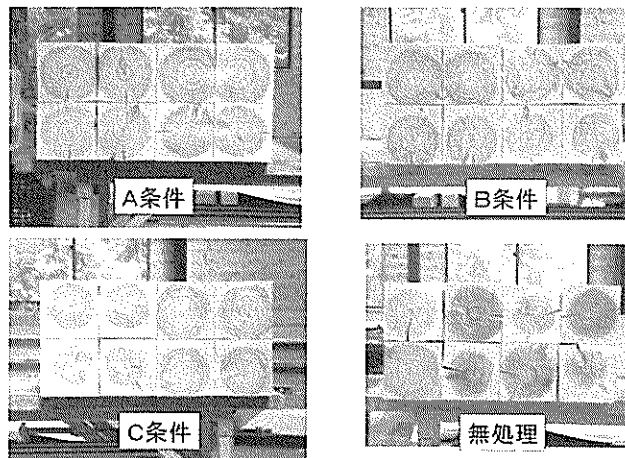


写真-2 乾燥後断面の比較

スギ構造材の高温乾燥技術に関する研究(2) —高温低湿乾燥されたスギ心持ち材の寸法安定性について—

1. 区 分

- (1) 担当者：研究員 豆田俊治
- (2) 実施期間及び予算区分：平成12年度～平成14年度，県単
- (3) 場所：林業試験場

2. 目 的

高温低湿乾燥で効率的に乾燥を行った材は、従来の乾燥方法のものと比較して乾燥速度が非常に速いため、過乾燥状態になりやすい。乾燥後の平均含水率が非常に低かった高温乾燥材において、その後の含水率は、周囲の環境によって平衡含水率まで変化するものと思われるが、吸湿性の低下や寸法内部まで均一に乾いているために、乾燥後の寸法変化が少ないのではないかと考えられる。そこで高温低湿乾燥材と天然乾燥材を湿度制御した環境下においてその重量と寸法の変化を観察し、高温低湿乾燥材の寸法安定性と吸湿性について検討した。

3. 試験方法

寸法115mm×115mm×3mのスギ心持ち柱材を高温低湿乾燥と天然乾燥でそれぞれ乾燥した後、105mm角にモルダー処理して50cmの長さに切断したものを供資材とした。なお、高温低湿乾燥の条件は98℃で蒸煮8時間、その後120℃-90℃で72時間乾燥したもの、対照材とした天然乾燥材は、屋根付きの施設内で1年以上放置して含水率が平衡状態に達した状態で使用した。



写真-1 試験の様子

高温低湿乾燥材、天然乾燥材それぞれ3本ずつ用意し、全乾法にて含水率を測定の後、温度30℃一定にした恒温恒湿機の中に入れ(写真-1)、関係湿度を65%→90%→40%→65%と連続的に湿度に変えて重量と寸法の変化を経時測定した。

4. 結果及び考察

供資材の含水率測定の結果、天然乾燥材は3本とも約15%の含水率だったのに対して、高温乾燥材は8.2%、8.9%、10.7%と個々の試験体の含水率に差があった。高温低湿乾燥

材はもともと過乾燥であったため、乾燥後の仕上がり含水率の低さが乾燥材の平衡含水率に影響を与えたものと思われ、乾燥後、少なくとも1年程度の期間では一般的に言われている15%という平衡含水率にはならないことが明らかとなった。

次に含水率の変化であるが、試験は連続的に関係湿度を変えて行ったが、このときの試験材の重量の変化から含水率を計算して、その経時変化を示したのが図-1である。この結果から、天然乾燥材は試験体3本ともほぼ一定の含水率変化を示し、対して高温低湿乾燥材は試験開始時の含水率の差を保ったまま変化した。これは乾燥履歴によるヒステリシス（平衡含水率低下）の効果が現れていると思われ、ある程度湿度環境の変化を受けてもその効果が維持されているためであると推測できる。また、関係湿度が最も高い90%のときと最も低い40%のときの含水率の最大差は、天然乾燥材3本の平均で6.5%、高温低湿乾燥材で3.3%と高温乾燥材は天然乾燥材の約半分で、高温乾燥材は、周囲の湿度環境による含水率変動が小さく、水分の吸放湿性が低下してしていることがわかった。

さらに、試験中における試験材の最大寸法と最小寸法の差を試験開始時の寸法を100%としたときの割合で表したグラフを図-2に示す。天然乾燥材では寸法変化は平均1.24% (1.31mm)、最大1.57% (1.66mm) の変化の幅があったが、高温低湿乾燥材では、平均0.71% (0.75mm)、最大0.92% (0.97mm) で天然乾燥材と比較してかなり小さかった。

以上のことから高温低湿乾燥材は天然乾燥材と比較して、寸法変化が小さく、寸法安定性が高いことが分かった。これは、高温低湿処理によって水分の吸放湿性が低下していたことが原因のひとつと考えられる。

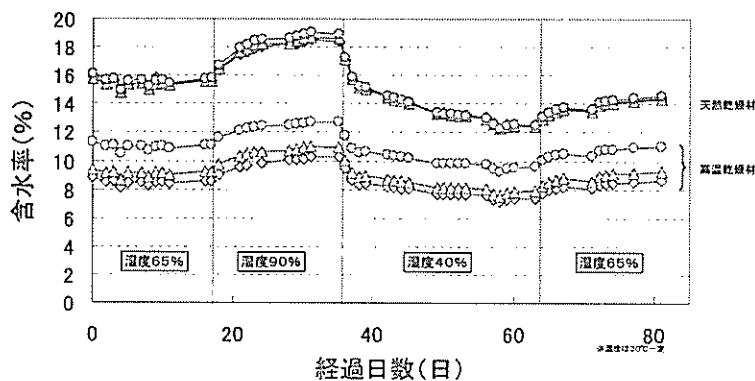


図-1 湿度変化に伴う含水率の変化

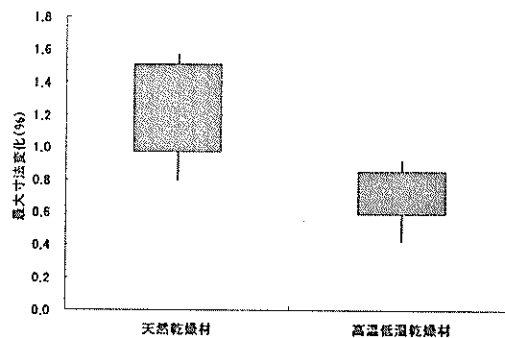


図-2 湿度変化に伴う寸法の変化

スギ構造材の高温乾燥技術に関する研究 (3) —大断面心持ち柱材の高温低湿乾燥について—

1. 区 分

- (1) 担当者：研究員 豆田俊治
 (2) 実施期間及び予算区分：平成12年度～平成14年度，県単
 (3) 場所：林業試験場

2. 目 的

これまで高温低湿乾燥法による乾燥試験を10.5ないし12cm角の心持ち柱材に対して行い、その乾燥性や表面割れ防止の評価を行ってきた。この乾燥法は低湿状態で乾燥するため、短時間で中心部まで乾燥できる効果が確認されている。そのため、これまで人工乾燥では非常に乾燥時間がかかり、内部まで乾燥が難しかった平角材等の大断面材の乾燥を容易にするのではないかと考えられる。そこで、今回は心持ち24cm正角材を用いて大断面の材についても高温低湿乾燥が有効なのか、その乾燥性の評価を行った。

3. 試験方法

試験材は佐伯市内で伐採されたスギ材（末口径24～30cm）6本を24cm×24cm×4mに製材し、蒸気式乾燥機を用いた高温低湿

| | 蒸煮条件 | 低湿乾燥条件 |
|-------------|-----------|-----------------------------|
| 120°Cスケジュール | 98°C, 12h | DBT120°C, WBT90°C, 120h(一定) |
| 110°Cスケジュール | 98°C, 12h | DBT110°C, WBT80°C, 120h(一定) |

※各処理とも蒸煮時間終了後、速やかに低湿乾燥条件にするものとする

乾燥を行った。スケジュールは表-1のとおり。一部の材は2mないし1mに切断して乾燥を行ったが、その際に木口面からの乾燥を防ぐ目的で、木口面をシリコン樹脂でシールした。

また乾燥時には、サンプル材1本を乾燥機内に設置したロードセル上で随時重量の記録

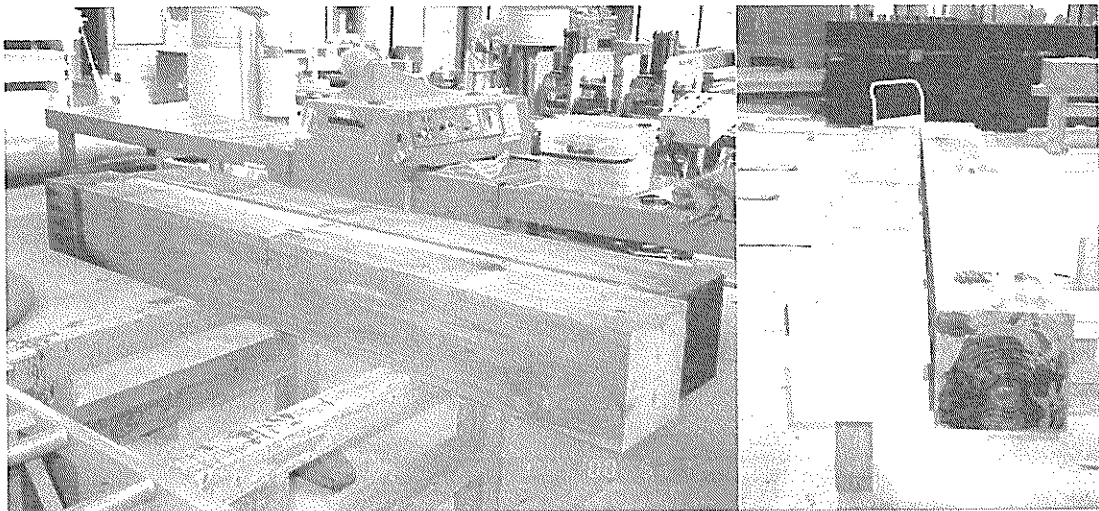


写真-1 乾燥後の様子

を行い、この重量データから推定含水率を求めた。同時に、乾燥前と乾燥後に全試験材の重量測定を行い、試験材の中央部を切断して全乾法による含水率測定を行った。さらに試験材中央部の寸法測定を行い、乾燥前と乾燥後および乾燥後モルダール処理をした直後とさらにその5ヶ月経過後についてその寸法変化量を比較した。

4. 結果及び考察

乾燥後の試験材の様子を写真-1に示す。120℃乾燥、110℃乾燥双方とも表面割れのほとんどない状態であった。また、切断面を観察すると小さな内部割れの発生が認められたが、断面積の大きさから考えると微細なものといってよい程度であった。

次に重量測定と含水率測定の結果から、乾燥の仕上がり状態を検討した。重量測定の結果、乾燥前の試験材総重量を100%としたときの乾燥後の重量減少率は、120℃乾燥は47.5%、110℃乾燥は41.9%であった。図-1は、乾燥時の重量測定データから得られた試験材の含水率変化を示したグラフである。乾燥開始時の含水率は118.9%、乾燥終了時は120℃乾燥で15.9%、110℃乾燥で26.5%で、乾燥終了時に両者には10.6%の差が生じていた。また全乾法による含水率測定の結果、乾燥前の含水率は全体平均で147.6%、乾燥後は120℃乾燥と110℃乾燥ではそれぞれ全体平均で31.3%、46.1%であった。さらに表面と中心部を分割して測定した含水率を示す(図-2, 3)。これらの結果から、110℃乾燥に比べて120℃乾燥のほうが短時間で中心まで乾燥されていたことが分かった。

さらに、乾燥前後の寸法変化を測定した結果、乾燥前の寸法を100%としたとき、120℃乾燥では平均で2.85%、110℃乾燥では1.59%の収縮が見られ、120℃乾燥の方が110℃乾燥に比べて収縮が大きかった。また、同様にモルダール処理後の寸法変化を測定した結果、モルダール処理した直後と室内に5ヶ月間放置した後との寸法の差を比較すると、モルダール処理直後の寸法を100%としたとき、120℃乾燥は平均で0.39%、110℃乾燥では0.69%の収縮が見られ、乾燥時とは逆に120℃乾燥の方が収縮による寸法変化が小さかった。こ

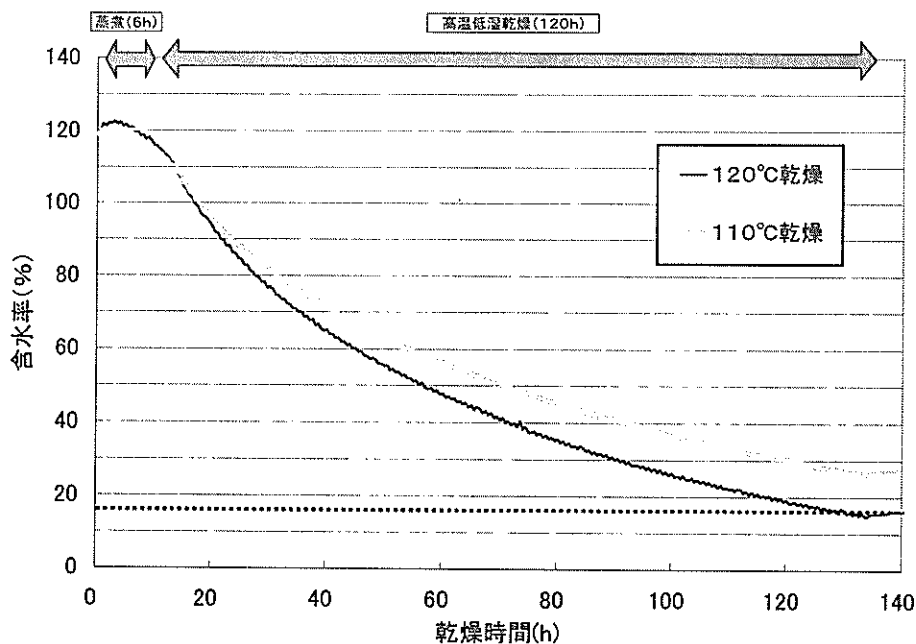


図-1 乾燥中の含水率変化

これらの結果から、120℃乾燥の方が乾燥時の収縮は大きいものの、乾燥後の寸法安定性が高いことが分かった。これは、120℃乾燥が110℃乾燥に比べて内部まで乾燥していたためだと考えられる。

以上のような結果から、高温低湿乾燥によってこのような大断面のスギ材でも表面割れが少なく、かつ内部まで乾燥された状態で寸法安定性の高い乾燥材を生産できることが分かった。今後は最適な乾燥時間の検討など、低コスト化に向けた取り組みも必要と思われる。

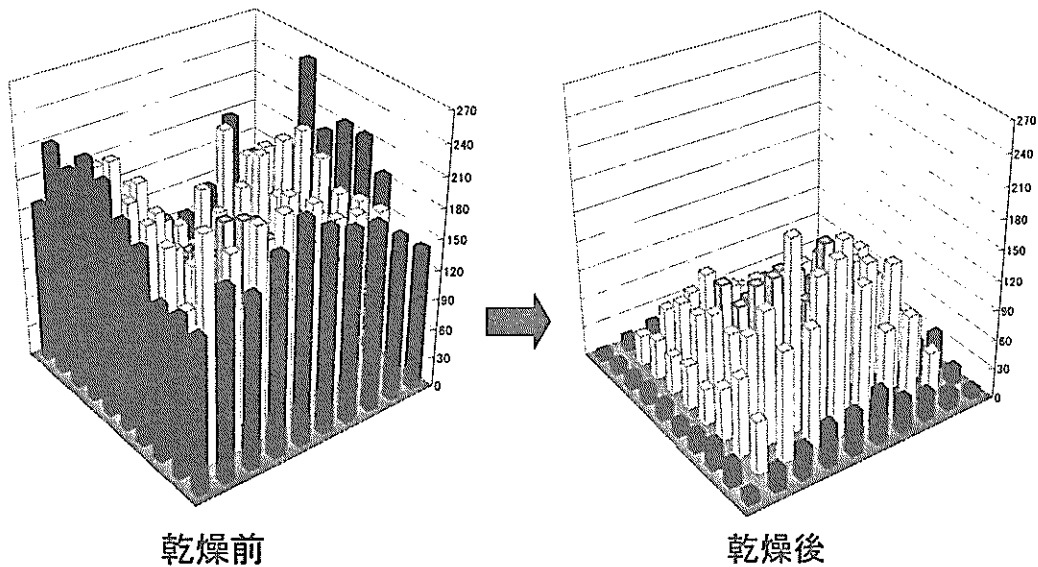


図-2 乾燥前後の含水率変化 (110℃乾燥)

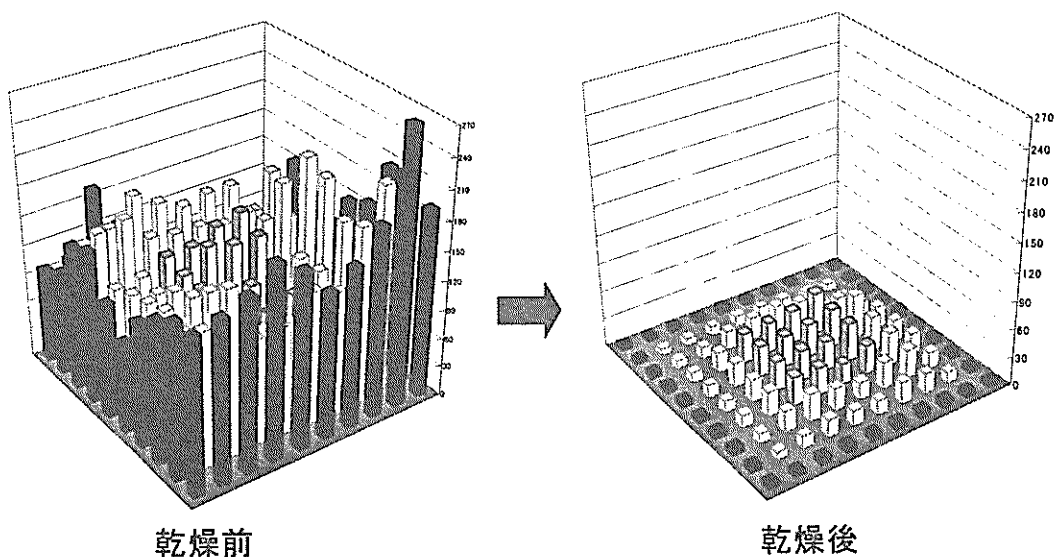


図-3 乾燥前後の含水率変化 (120℃乾燥)

県産材の土木資材等への利用を図るための耐久性向上に関する研究
— 木杭等野外耐久性能試験及び現地施工事例調査 —

1. 区 分

- (1) 担当者：主任研究員 津島俊治
- (2) 実施期間及び予算区分：平成11年～13年度、県単
- (3) 場 所：大分県林業試験場内及び野津原町

2. 目 的

間伐材等の利用促進に加え、自然景観や環境への配慮から、土木事業や公園施設等における木材の使用が増えている。しかし、これら野外で使用される木材の耐久性能が明確でないため、構造計算が必要な構造物で使用できないなどの問題がある。そこで、野外での木材腐朽や強度性能低下の状況を明らかにするため、スギ小径木耐久性試験及び木柵工等の施工地調査を行う。

3. 材料及び方法

(1) スギ小径木耐久性試験

①場内試験地

平成12年度に設置した暴露試験及び木杭試験について、1年経過後の重量及び動的ヤング係数、ピロディン打込み深さを平成13年3月14日に測定した。

②野津原町試験地

供試材は、大分県森林組合連合会木材加工流通センターで加工した直径9cmで長さ120cmのスギ丸太を用いた。供試材は、3ヶ月間天然乾燥した後、重量、ピロディン打込み深さ、動的ヤング係数を測定し、その後、CuAz、AAC、クレオソート、木酢液、無処理の5区分の防腐処理を行った。



写真1 野津原町試験地

暴露試験及び木杭試験は、大分郡野津原町大字太田にある同センター内に、写真1のとおり、各処理区分10本ずつを平成12年9月27日に設置した。

また6ヶ月経過後の変化を調査するため、平成13年3月19日に同様の測定を行った。

(2) 木柵工等の施工地調査

平成元年度～12年度に施工された県内の木製構造物について、171箇所の現地調査を行った。調査内容は、目視による6段階評価とピロディン打込み深さの測定ほか、腐朽菌及びシロアリの有無を調べ採取した。ピロディン打込み深さの測定は、1箇所当たり20本とし、杭木は地際部を測定した。

4. 結果及び考察

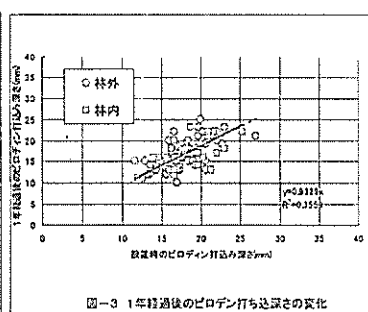
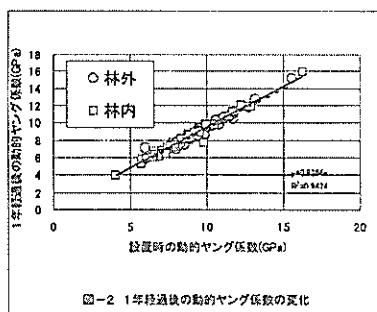
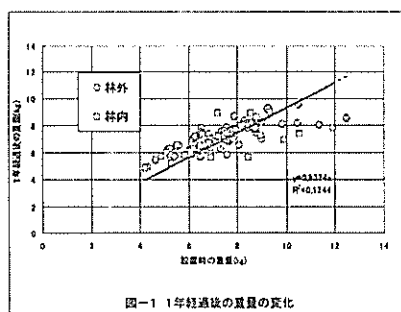
(1) スギ小径木耐久性試験

①場内試験地

暴露試験及び木杭試験に供したスギ丸太の重量及び動的ヤング係数、ピロディン打込み深さを表-1に示す。また、それぞれの測定値について、設置時と1年経過後の関係を図1~3に示す。

表-1 供試スギ丸太の1年経過後の重量、動的ヤング係数、ピロディン打込み深さ

| 区分 | 杭種類 | 処理区分 | 重量(kg) | | 動的ヤング係数(GPa) | | ピロディン測定値(mm) | |
|--------|-------------|-------------|--------|------|--------------|------|--------------|------|
| | | | 設置時 | 1年後 | 設置時 | 1年後 | 設置時 | 1年後 |
| 暴露試験 | 長杭200 cm | タナリス | 8.09 | 7.03 | 7.98 | 7.58 | 18.0 | 16.0 |
| | | レザック | 8.15 | 7.12 | 8.67 | 8.11 | 18.0 | 15.9 |
| | | クレオソート | 7.19 | 7.15 | 9.73 | 9.39 | 17.0 | 15.5 |
| | | 燻煙 | 5.61 | 6.50 | 8.83 | 7.95 | 17.2 | 17.6 |
| | | 湯がき | 7.56 | 7.35 | 8.83 | 8.23 | 18.3 | 18.0 |
| | | 無処理 | 8.19 | 7.45 | 8.90 | 8.43 | 18.3 | 17.4 |
| 木杭試験 | 短杭 60 cm | タナリス | 2.41 | 2.73 | | | 19.7 | 20.2 |
| | | クレオソート | 1.75 | 2.41 | | | 18.3 | 21.2 |
| | | 燻煙 | 1.45 | 2.56 | | | 14.5 | 22.5 |
| | | 湯がき | 2.31 | 2.98 | | | 17.1 | 23.2 |
| | | 無処理 | 1.72 | 2.49 | | | 18.4 | 23.8 |
| | | 長杭120 cm | タナリス | 4.49 | | | | 17.2 |
| クレオソート | 3.48 | | | | | 21.3 | 18.4 | |
| 燻煙 | 3.41 | | | | | 12.7 | 17.4 | |
| 湯がき | 4.08 | | | | | 19.4 | 26.4 | |
| 無処理 | 3.85 | | | | | 18.1 | 19.5 | |



暴露試験及び木杭試験における林内設置と林外設置の差は認められなかった。

暴露試験では、いずれの測定値も設置時に比較して6~7%低かった。また、腐朽菌及びシロアリは確認されなかった。

木杭試験では、重量が1.37倍、ピロディン打込み深さが17.7から21.1と1.2倍に高くなっていた。また、燻煙処理の60cm短杭にヤマトシロアリが、湯がき処理の60cm短杭及び120cm長杭に腐朽菌によるキノコが発生していた。

②野津原町試験地

各処理区分ごとに、供試材の心材率、重量、動的ヤング係数、ピロディン打込み深さを表-2に示す。また、設置時のピロディン打込み深さと動的ヤング係数の度数分布図を図-4及び図-5に、6ヶ月経過後のそれらを図-6及び図-7に示す。

表-2 野津原町試験地の測定結果

| 区分 | 処理方法 | 心材率 % | 初回測定値(00.09.26) | | | 2回測定値(01.03.19) | | |
|------|--------|----------|-----------------|-------|------|-----------------|-------|------|
| | | | 重量(kg) | 動的ヤング | ピロデン | 重量(kg) | 動的ヤング | ピロデン |
| 暴露試験 | AAC | 28.2 | 3.32 | 7.37 | 18.6 | 3.45 | 7.11 | 18.8 |
| | CuAz | | 3.38 | 7.82 | 19.8 | 3.33 | 7.83 | 19.4 |
| | クレオソート | | 3.32 | 7.75 | 19.8 | 3.27 | 7.79 | 20.6 |
| | 木酢液 | 18.3 | 3.38 | 8.08 | 17.5 | 3.46 | 7.88 | 17.0 |
| | 無処理 | 19.3 | 3.30 | 8.26 | 17.2 | 3.43 | 8.03 | 17.6 |
| 木杭試験 | AAC | 15.3 | 3.05 | 8.64 | 17.0 | 3.53 | 7.92 | 21.7 |
| | CuAz | | 3.44 | 8.71 | 19.3 | 4.02 | 8.23 | 19.8 |
| | クレオソート | | 3.13 | 8.51 | 19.7 | 3.34 | 8.02 | 19.5 |
| | 木酢液 | 14.0 | 3.12 | 9.09 | 17.5 | 3.88 | 8.25 | 20.6 |
| | 無処理 | 16.6 | 2.90 | 8.18 | 19.2 | 3.81 | 7.44 | 22.8 |

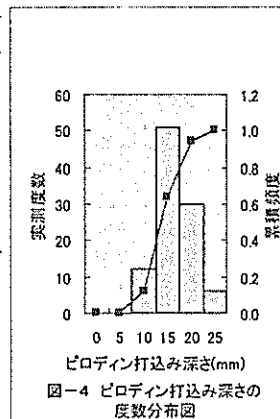


図-4 ピロデン打込み深さの度数分布図

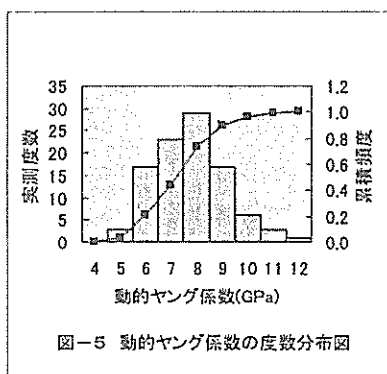


図-5 動的ヤング係数の度数分布図

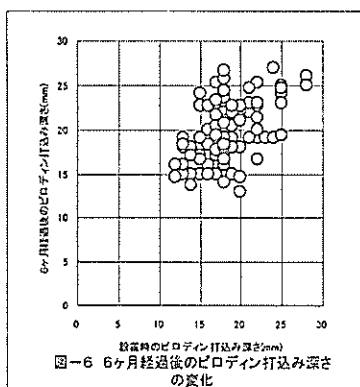


図-6 6ヶ月経過後のピロデン打込み深さの変化

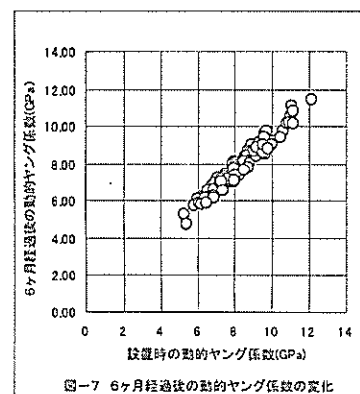


図-7 6ヶ月経過後の動的ヤング係数の変化

設置時のピロデン打込み深さは平均18.6mmで、動的ヤング係数は8.24GPaであり、平成12年度に設置した場内試験地の結果とほぼ同様の結果であった。また、6ヶ月経過後の値は19.8mm及び7.85GPaであった。

(2) 木柵工等の施工地調査

用途・工種別の年度ごとの調査箇所数を表-3に示す。

県下全域で、カワラタケやキカイガラタケなどの腐朽菌被害とヤマトシロアリによる被害が認められました。この中の木柵工杭木に使用したスギ丸太では、2年程から徐々に腐朽が進行し、7~8年で使用不能になると考えられました。

表-3 施工年度・工種別の調査箇所数

| 用途・種類 | 元 | H2 | H3 | H4 | H5 | H6 | H7 | H8 | H9 | H10 | H11 | H12 | 合計 | 防腐処理 |
|-----------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|------|
| 木柵工・筋工 | 1 | | 5 | 2 | 2 | 4 | 3 | 8 | 11 | 23 | 16 | 2 | 77 | 12 |
| 流路工・護岸工 | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | | 6 | 0 |
| 防風垣 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 21 | 18 |
| 土留工 | | | | | | | 1 | 3 | 5 | 7 | 7 | | 23 | 22 |
| ガードレール・欄干 | | | | | | | 1 | | 3 | 6 | 2 | | 12 | 12 |
| 谷止工 | | | | | | | | 1 | | 1 | 3 | | 5 | 1 |
| 階段工 | 1 | | | | | | | 1 | | 2 | 1 | 1 | 6 | 6 |
| 進入防止柵 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 |
| 緑化木支柱 | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 1 | 7 | 7 |
| その他 | | 1 | | | | | 1 | | 1 | 1 | 6 | | 10 | 7 |
| 合計 | 4 | 4 | 8 | 4 | 4 | 6 | 9 | 14 | 25 | 46 | 41 | 6 | 171 | 46 |

(注)その他は、東屋等、落防クッション材、補強土壁面、木橋などである。

V 共同研究の成果

県産スギ構造用集成材の木造建築への利用研究

－県産スギによる集成材構造物の接合法開発－

1. 区 分

- (1) 担当者： 教授 井上 正文, 助手 田中 圭 (大分大学工学部), 主任研究員 城井 秀幸
- (2) 実施期間及び予算区分：平成11年度～平成13年度
- (3) 場 所：大分大学及び大分県林業試験場

1. 目 的

県産スギ材による集成材構造物の接合性能を評価し、強度や、剛性評価から、構造設計時の変形予測を可能にするための基本データを得て、県産スギ構造用集成材に最適な接合法を開発する。

今年度は、梁接合部のせん断抵抗性の向上を図るため接合金物の挿入本数による影響を検証する。

2. 材料及び方法

試験体は、スギ構造用集成材とし、接合金物の片側の本数（1本、2本、3本）及び接合金物の挿入角度（+45°、水平、-45°）の2つをバメーターとし、9シリーズを各3体ずつ、計27体を製作した。表-1に試験体リスト及び試験体の説明を示す。また、試験体の形状・寸法を図-1に、接合部の詳細を図-2に示す。なお、接合金物の形状及び接合部の施工手順の詳細は参考文献¹⁾を参照されたい。接着剤と接合金物を併用した接合には、Sタイプの接合金物（長さ150mm）を使用し接着剤は発泡性ウレタン系樹脂接着剤を使用し14日間養生した。

表-1 試験体リスト及び試験体の説明

| 試験体名 | 樹種 | 接合金物 | | 載荷方法 | 試験体数 |
|------------|-------|--------|------|------|------|
| | | 種類 | 挿入角度 | | |
| LT-A1(+45) | スギ集成材 | S-type | 45 | 単調載荷 | 3 |
| LT-A1(±0) | | 150mm | 水平 | | 3 |
| LT-A1(-45) | | 1本 | -45 | | 3 |
| LT-A2(+45) | | S-type | 45 | | 3 |
| LT-A2(±0) | | 150mm | 水平 | | 3 |
| LT-A2(-45) | | 2本 | -45 | | 3 |
| LT-A3(+45) | | S-type | 45 | | 3 |
| LT-A3(±0) | | 150mm | 水平 | | 3 |
| LT-A3(-45) | | 3本 | -45 | | 3 |

| LT | -A | 1 | (+45) |
|--------------------------|---------|------|-------|
| LT:Laminated Timber(集成材) | A:Angle | 挿入本数 | 挿入角度 |

各試験体では柱材用に4プライ集成材（同一等級構成構造用集成材、樹種:スギ、等級:E65-F255、断面:120×120mm）、梁用は11プライ集成材（異等級対称構成構造用集成材、樹種:スギ、等級:E65-F225、断面:120×330mm）を使用した。

実験に使用した加力装置を図-3に示す。1000KN 万能試験機 (UH-1000KN: 島津製作所製) の台座の上に H 型鋼を設置しその上に試験体をセットして載荷した。なお加力点は球を使用し、ピン加力となるようにした。また、脚注部の外への開きを防止するため開き止めを設置した。変位の測定は柱と梁の相対変異をストレインゲージ式変位計 (SDP-100C: 東京測器研究所製)

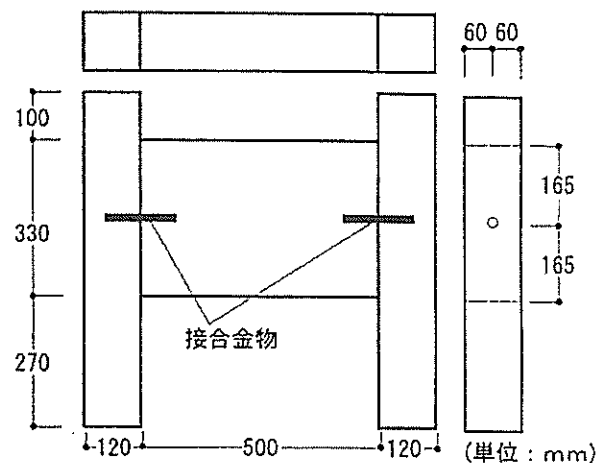


図-1 試験体の形状・寸法

により計測した。なおスギ構造用集成材は林業試験場が製作し、接合試験は大分大学が行った。

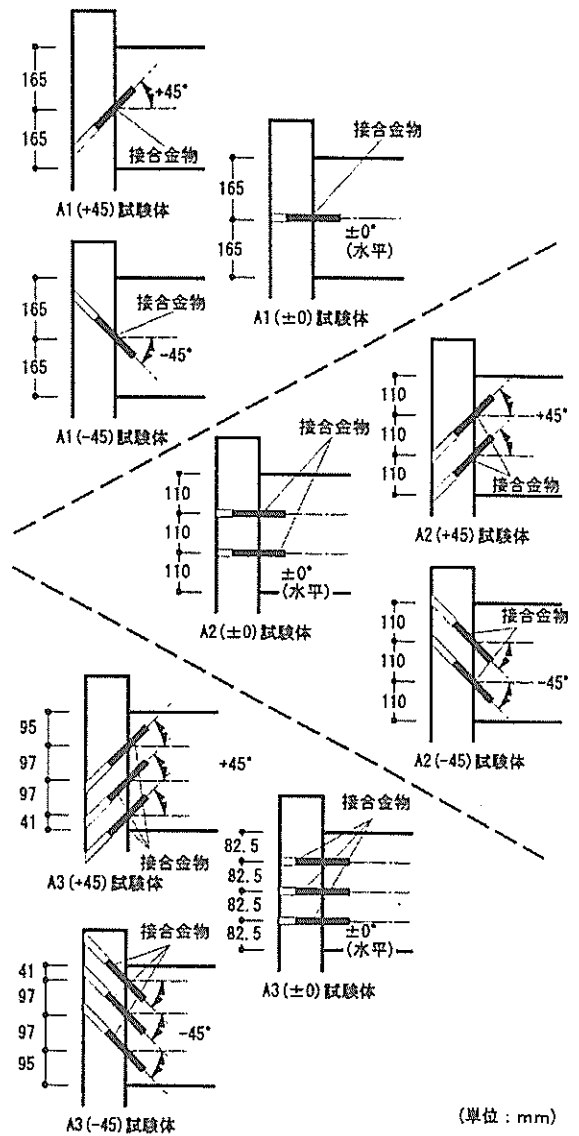
3. 結果及び考察

代表的な荷重-変位（接合部での相対平均ずれ）+45 シリーズでは、荷重が最大耐力まで上昇したあと、そのままの荷重を維持しながら変位が進んだ。±0 シリーズでは、剛性が低下した後、緩やかに荷重増大があり、変位 50mm をこえ最大耐力に至った。-45 シリーズでは、高い剛性を保ちながら荷重が上昇し最大耐力を示した。その後、階段状に荷重が低下した。接合金物の挿入本数が同じ試験体で比較すると挿入角度-45° が最も高い耐力を発揮した。

破壊性状は、+45 シリーズでは、接合金物の挿入角度の影響から、変位の進行に伴い、柱頭部が外に広がるようになり、柱と梁上部との間に大きな隙間が生じた。±0 シリーズでは、荷重の上昇に伴い、他のシリーズほど柱の傾きもなく、隙間も生じず外観から大きな損傷も見られなかった。-45 シリーズでは、接合金物の挿入角度の影響から、+45 シリーズとは逆に、変位の進行に伴い、柱頭部が内側に傾き、柱と梁下部との間に隙間が生じた。また、接合金物を3本挿入したすべての試験体で、梁に割れが生じた。

各試験体の最大耐力を図-4に示す。まず、接合金物の挿入角度で比較すると、A(-45)シリーズが最も高い耐力を示している。次に、高いのが A(+45)シリーズで、A(±0)シリーズが最も低い。また、接合金物の本数で比較すると、本数にほぼ比例して最大耐力が高くなっている。これらの荷重-変位曲線、破壊性状及び最大耐力から、A(-45)シリーズに関しては接着剤の付着力による効果が有効に作用していることが伺える。

次にせん断抵抗メカニズムと耐力の推定のため挿入方向ごとのせん断抵抗メカニズムを図-5のように仮定し、せん断耐力の推定を試みた。それらの考え方に基づいて算定した各試験体の



(単位: mm)

図-2 接合部の詳細

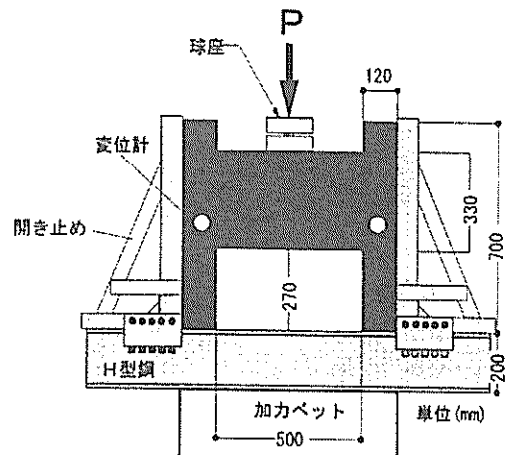


図-3 加力装置

せん断耐力の推定値を図-4に併せて示す。接合金物を梁に水平に挿入した場合は、木材のめりこみ抵抗によってのみ抵抗するものと考えられる。上向き45°に挿入した場合、水平より角度分めり込み抵抗面積が減少するため、耐力が低下すると考えられる。一方、下向き45°に挿入した場合は、上向き45°の場合と同様、めり込み抵抗面積は減少するが、接合金物が引張方向で抵抗するため、接着剤の効果が有効に作用し、耐力が向上するものと考えられる。なお、算定に使用したスギのめり込み強度は、 90 kg/cm^2 (スギのめり込み強度 60 kg/cm^2 にばらつき係数の逆数 $3/2$ を乗じた値)、接着剤の単位面積あたりの付着力は 45 kg/cm^2 とし、最終破壊モードは接合金物のめり込み破壊とし、接合金物は破壊しないものとした。

せん断耐力の推定においては、接合金物を1本、2本、3本と挿入する接合金物を増やすことで、推定値と同様に実験値もおおよそ1倍、2倍、3倍となり全体の傾向を比較的良好に表していると思われる。しかし、接合金物の挿入角度を+45°とした場合、推定値に対して実験値がかなり高めとなる傾向があることがわかった。これは、A(+45)シリーズの試験体は接合金物の挿入角度の影響から、荷重を受けると横方向に広がろうとするが、本実験では開き止め治具により拘束したため、最大耐力が上昇したと思われる。また全体的に低めの評価になる点については、付着強度やめり込み強度をやや低めに設定したためと思われる。

今後は、端距離や縁距離などの接合金物の挿入位置がせん断抵抗性能に与える影響も検討し、本実験の結果とあわせて、より有効な接合金物の挿入方法および耐力算定法を提案していきたいと考えている。

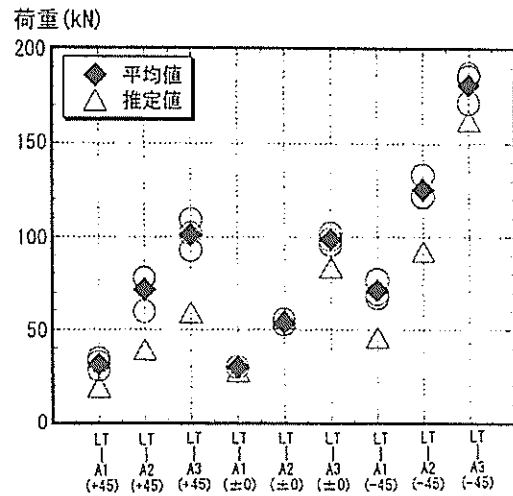


図-4 各試験体の最大耐力および推定値

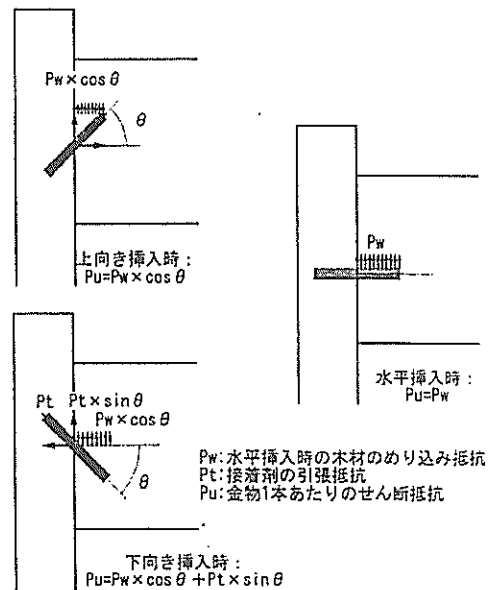


図-5 せん断抵抗メカニズム

参考文献

- 1) 江川豊宏他3名：木質構造柱-梁接合部のせん断抵抗性能向上に関する研究-接合金物の挿入本数による影響-日本建築学会九州支部研究報告,第40号・1,2001.3,pp.301-304
- 2) 井上正文他3名：接着剤と接合金物を併用した木質構造仕口接合部に関する実験的研究、日本建築学会構造系論文集,第498号,1997.8,pp.105-111

VI 受託事業の成果

スギ, ヒノキ長期貯蔵種子の発芽能力調査

1. 区分

- (1) 担 当 者：主幹研究員 佐々木義則
 (2) 実施期間及び予算区分：昭和 59 年度～平成 12 年度, 受託
 (3) 場 所：大分県林業試験場

2. 目的

優良種苗を安定的に確保するため、母樹林及び採種園から種子を採取し、豊作年には余剰種子を冷凍保存し、凶作年に備えている。当年度採取及び冷凍保存種子については、春先の出荷前に発芽調査を行い、育苗時の基礎資料としている。貯蔵中の種子の中には、かなりの長期間に及ぶものがあり、これらの種子の発芽能力を検討するため調査を行った。

3. 材料及び方法

種子貯蔵庫内の温度は $-15 \sim -10^{\circ}\text{C}$ であり、フタ付きの容器(18L)を用いて密封貯蔵を行った。貯蔵年数別の発芽調査数は、スギでは13年が1件、15年が1件の計2件、ヒノキでは5年が3件、6年が1件、7年が8件、8年が1件、9年が1件、16年が2件の計16件について、2001年2～3月に調査を行った。発芽調査の開始から終了までの期間は、ヒノキが21日、スギが28日とし、発芽勢はヒノキが10日後、スギが12日後の発芽率で示した。発芽床には寒天(0.8%)を使用し、設定温度は明期(8時間)は 30°C 、暗期(16時間)は 20°C とした。明期には蛍光灯(約1,000ルクス)で光を照射した。寒天を入れたシャーレーに1枚あたり100粒播きつけ4反復とした。今回調査を行った18件については、採取当年度の調査結果と対比させて検討を行った。

4. 結果及び考察

スギ、ヒノキの貯蔵種子について、貯蔵後の発芽能力を調べ、採取当年度の発芽能力と比較した結果を表-1に示した。

スギの場合、13～15年間の長期貯蔵では発芽能力がかなり低下しやすい傾向が認められた。

ヒノキの場合、5～7年間の貯蔵では種子の違いによって発芽能力の低下に大きな差異が認められた。7年間貯蔵の8件の中では、2件は採取当年度とほぼ同程度の高い発芽能力を示したが、2件は発芽能力の低下が著しく、残りの4件は採取当年度の約1/2程度の能力を保持していることが分かった。8～9年間貯蔵の2件では発芽能力が全くなくなっているのに対し、16年間貯蔵の2件では発芽率が20%以上、発芽勢も10%以上を示し、比較的高い能力を保持していることが判明した。16年間といった長期間貯蔵種子において、このような発芽能力を示すことは、きわめて興味深い現象と考えられる。

以上のことから、両樹種ともに、貯蔵年数が長くなるに従い発芽能力が低下する傾向が認められたが、低下の程度は種子によって大きく異なることが分かった。これは、種子の産地、母樹林等の違いによる遺伝的及び生理的差異に起因するものと考えられる。

表-1 スギ, ヒノキ長期貯蔵種子の発芽能力

| 樹種 | 貯蔵年数 (年) | 発芽率 (%) | | 発芽勢 (%) | | 採取年度 (年) |
|-----|-------------|---------|------|---------|--------------------|--------------------|
| | | 当年度 | 貯蔵後 | 当年度 | 貯蔵後 | |
| スギ | 13 | 20.5 | 5.5 | 8.0 | 3.5 | 1987* ¹ |
| | 15 | 10.8 | 2.0 | 4.5 | 1.3 | 1987* ² |
| ヒノキ | 5 | 49.8 | 37.3 | 44.5 | 24.8 | 1995 |
| | | 46.0 | 34.8 | 39.0 | 28.0 | 1995 |
| | 6 | 41.0 | 16.5 | 32.5 | 13.3 | 1995 |
| | | 8.3 | 6.5 | 6.3 | 4.8 | 1994 |
| | 7 | 60.8 | 39.0 | 16.3 | 12.5 | 1993 |
| | | 45.8 | 45.5 | 22.8 | 18.8 | 1993 |
| | | 55.0 | 0.5 | 23.8 | 0.0 | 1993 |
| | | 42.0 | 21.0 | 15.5 | 10.2 | 1993 |
| | | 35.3 | 13.5 | 10.5 | 6.3 | 1993 |
| | | 37.3 | 6.0 | 27.5 | 3.3 | 1993 |
| | 8 | 56.3 | 28.5 | 35.5 | 20.5 | 1993 |
| | | 52.3 | 48.8 | 36.5 | 28.0 | 1992 |
| 8 | 6.0 | 0.0 | 6.0 | 0.0 | 1992 | |
| 9 | 27.0 | 0.0 | 21.3 | 0.0 | 1991 | |
| | 24.5 | 21.3 | 21.5 | 13.0 | 1984* ³ | |
| 16 | 25.3 | 22.8 | 20.5 | 15.8 | 1984* ³ | |

(注) 採取当年度のデータが無い場合、*1は貯蔵1年後(1988年)、*2は貯蔵3年後(1988年)、*3は貯蔵4年後(1988年)の発芽調査データを記入。

スギ精英樹の雄花着花性に関する研究 —次代検定林における5年間の調査結果—

1. 区分

- (1) 担当者：主幹研究員 佐々木 義則，業務技師 井上克之
- (2) 実施期間及び予算区分：平成8年度～12年度，受託
- (3) 場所：九重町及び天瀬町

2. 目的

近年，都市部を中心として花粉症患者が急増しており，大きな社会問題となっている。花粉症対策の一環として，林業分野においては，雄花（花粉）を着けない品種の選抜，化学調節物質等による雄花着花性の抑制等が研究されている。

本研究においては，スギ精英樹さし木苗由来の2箇所の次代検定林について，5年間，（平成8年度～12年度）の調査を実施し，クローン，年次，地域等の違いによる雄花着花性の差異を究明し，花粉症対策のための基礎資料を得ることを目的とする。

3. 材料及び方法

調査を行った九大5号検定林の所在地は玖珠郡九重町，林齢30年生，標高500mで，スギ精英樹32クローンが植栽されている。また，九大13号検定林の所在地は日田郡天瀬町，林齢27年生，標高550mで，スギ精英樹30クローンが植栽されている。両検定林には県内選抜の精英樹16クローンが共通クローンとして植栽されている。

雄花の着生状況は，双眼鏡によって観察を行った。着花状態の判定においては，雄花の着生している枝の割合によって0～4の5段階に区分し，さらに一枝あたりの雄花穂の着生数によって0～3の4段階に区分した。次に個体毎に部位（樹冠の上，中，下）別の着生割合と着生数を合計し，1～5の総合評価を行った。総合評価の「1」は雄花を全く着けていない状態で，この数値が大きくなるほど雄花着花量が多いことを示している。（判定法の詳細については，林野庁発行の雄花着花性に関する調査報告書を参照）。

4. 結果及び考察

九大5号及び13号検定林における共通16クロンの5年間の調査結果を図-1に示した。16クロンの総合評価の平均値（最小～最大）は，九大5号検定林では，1.28（1.4～1.92），九大13号検定林では1.24（1.00～2.50）であり，全般的に見ると両検定林ともに雄花が少ない傾向が認められた。共通16クロンのなかで，5年間にわたり雄花が全く着生しなかったクローンは，九大5号検定林では観察されなかったが，九大13号検定林においては大分2号，佐伯6号，日出3号，三重1号の4クローンであった。両検定林において，雄花をほとんど着けなかったクローンは佐伯6号であった。一方，雄花量が毎年多かったものは日田16号であり，次いで多かったクローン（総合評価平均値が1.5以上）は，九大5号検定林の日田5号，九大13号検定林における白杵15号であった。

両検定林において共通でないクローンについて、5年間の調査を行った結果を図-2、図-3に示した。九大5号検定林における16クローンの5年間の平均値は1.19 (1.06~1.50)、九大13号検定林における14クローンでは1.09 (1.00~1.62)であった。5年間にわたり無着花のクローンは、九大5号検定林では観察されなかったが、九大13号検定林においては、大分6号、佐伯4号、佐伯9号、佐伯10号、竹田3号、玖珠12号の6クローンであった。5年間の総合評価の平均値が1.5以上を示すものは、日田17号、日田19号であった。

林木育種センター九州育種場(熊本県)においては、九州産スギ精英樹276クローンについて、1988年(樹齢28年生)から12年間にわたって雄花着花性調査を実施しており、一度も雄花が自然着生しない47品種が確認されている(戸田ら, 2000)。これらの中で、大分県産スギ精英樹は、佐伯6号(アカスギ系)、竹田4号(ヤブクグリ)、竹田9号(ヤブクグリ)、日田1号(アオスギ)、日田20号(ヤブクグリ)、中津4号(アオスギ)、国東5号(ヤブクグリ)、三重1号(メアサ系)、玖珠1号(ヤブクグリ)、玖珠4号(ヤブクグリ)、竹田署1号(由来が不明)、玖珠署3号(ヤブクグリ)の13クローンが報告されている。

今回調査を行った2箇所(次代検定林)においては、前述の無着花性の13クローンのうち8クローンが含まれており、個々について比較してみると、佐伯6号及び日田20号の2クローンは、九州育種場(戸田ら, 2000)とほぼ同様な結果が得られたが、残りの6クローン(竹田4号、日田1号、国東5号、三重1号、玖珠1号、玖珠4号)では、やや異なった傾向が認められた。

以上の結果及び報告(戸田ら, 2000)から総合的に見ると、次代検定林等の調査場所の違いにより、クローンの着花性に差異が認められ、これは立地環境等の違いに起因するものと考えられる。このことは、各クローンの着花性を判断する場合、立地環境の異なった複数の場所での調査結果に基づくことが必要であることを示唆しているものと考えられる。

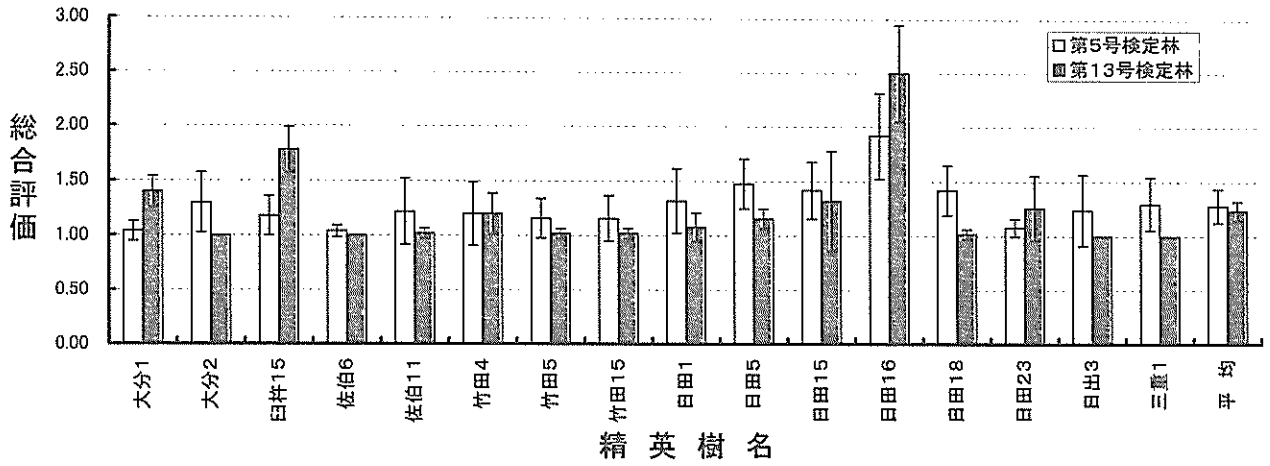


図-1 九大第5, 13号検定林における共通16クローンの5年間の雄花着花調査結果

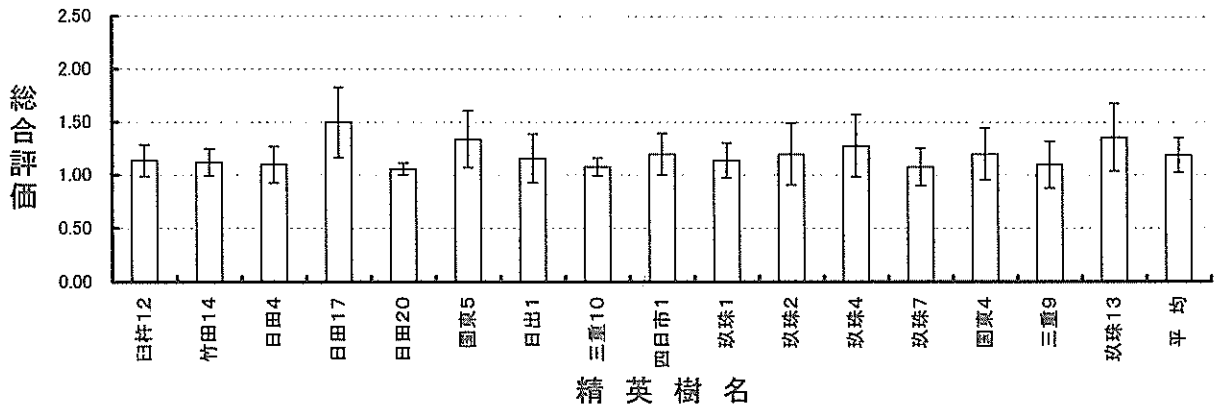


図-2 九大第5号検定林における5年間の雄花着花調査結果(共通16クローンは除く)

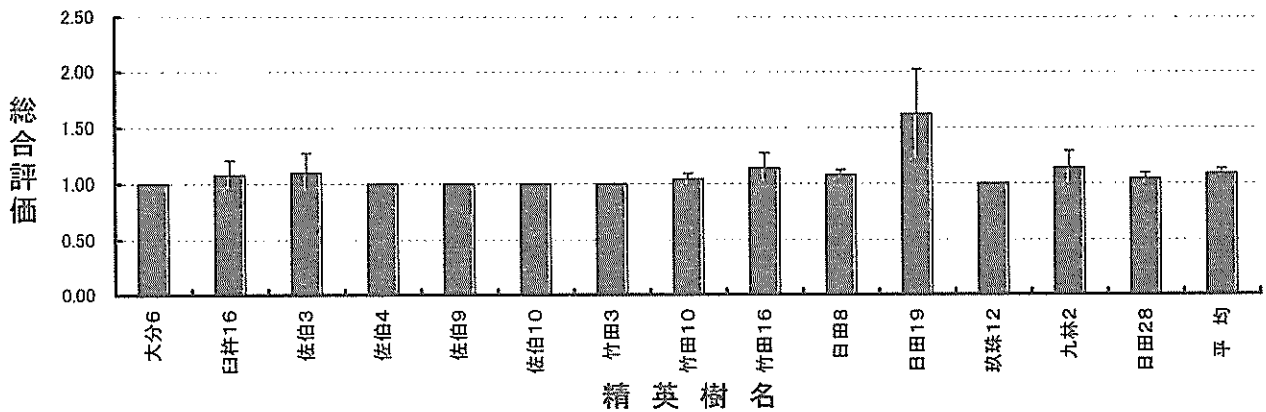


図-3 九大第13号検定林における5年間の雄花着花調査結果(共通16クローンは除く)

VII 平成12年度指導部の活動

VII 12年度指導部の活動

現場の声を試験研究に反映させ、研究成果や情報をより迅速に提供することを心がけて業務に取り組み、研修会、講演会、研究成果発表会の開催、林試だよりや年報の発行、電話やEメールによる相談・情報提供等が主な業務内容で取組みました。

1. 取組み事項

(1) 研修会等の実施

- | | | | |
|---------------------|----|----------------|----|
| ①林業改良指導員林産特技A g 研修会 | 3回 | ④日田林工高校課外授業の開講 | 1回 |
| ②木材セミナーの開催 | 1回 | ⑤その他の研修会での講演 | 6回 |
| ③女性木工教室 | 1回 | | |

(2) 調査・指導

- | | | | |
|--------------------|-----|---------------------|----|
| ①森林病虫害被害調査と防除指導 | 5回 | ⑥緑化樹木被害回復調査指導 | 2回 |
| ②乾燥材供給調査及び指導 | 4回 | ⑦木材関係業者等個別指導 | 7回 |
| ③県産材大型木造住宅乾燥調査及び指導 | 7回 | ⑧次代検定林調査 | 3回 |
| ④木造建築物遺跡調査及び保存指導 | 4回 | ⑨普及職員に対する活性化プラン活動指導 | 3回 |
| ⑤森林の炭素貯留調査 | 25回 | | |

(3) 情報提供・対応

- | | | |
|-----------------------|-------------------|--------|
| ①林試だより 2回発行, 年報の発行 1回 | ③視察研修対応 | ④来場者指導 |
| ②電話対応 | ⑤インターネット及び電子メール対応 | |

(4) 林学会用務

平成12年度は、大分県日田市で大会が開催されたため、事務局として対応した。

(5) 林業試験場研究成果発表会の開催

2. 外部からの問い合わせ等

| 手段別 | 個別・団体・職業別等 | | | | | |
|----------------------|----------------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------------------|
| | 国・県 | 市町村 | 団体 | 一般 | 学校 | 計 |
| 直接来場 | 2件 9人 | 3件 4人 | 13件 53人 | 5件 17人 | 5件 5人 | 28件 88人 |
| 研修・講習会 | 11件 211人 | 3件 45人 | 5件 127人 | 6件 91人 | 1件 25人 | 26件499人 内61件246人は場内 |
| 電話相談 | 46件 | 9件 | 24件 | 13件 | 13件 | 105件 |
| メール相談 (回答したもののみ) | 10件 | 1件 | 2件 | 22件 | 7件 | 42件 |
| 計 | 69件 | 16件 | 44件 | 46件 | 26件 | 201件 |
| インターネット、 ホームページ閲覧 | 平成8年開設時から現在まで13,258件 | | | | | 年間平均約2,000件 |

VIII 苗畑実験林等維持管理事業

| 事業名 | | 担当者 | 事業期間 | 事業内容 |
|----------|--------------|-----------------------|--------|--|
| 各種維持管理事業 | 試験場内維持管理事業 | 高宮立身 井上克之 金古美輝夫 | 平成12年度 | <p>除草、下刈、施肥、整枝剪定、緑化樹木整枝剪定（866本）、枝打、病虫害防除、芝刈り（2,781㎡）等の作業を実施した。</p> <p>①標本見本園 17,394㎡ ②各種実験林 23,290㎡ ③苗畑 10,171㎡ ④竹林見本園等 15,744㎡ ⑤試験場内その他</p> |
| | 天瀬試験地内維持管理事業 | 高宮立身 井上克之 金古美輝夫 | 平成12年度 | <p>下刈、整枝剪定、病虫害防除等の作業を実施した。</p> <p>①クローン集植所 18,630㎡ ②各種試験地 28,858㎡</p> |

IX 平成12年度研究発表論文

- 佐々木義則・三柴啓一郎・三位正洋：二倍体と四倍体の交配によって得られたスギ，ヒノキF₁個体のフローサイトメトリー分析による倍数性及び異数性の推定，日林九支研論，54，69～70，2001.
- 佐々木義則・井上推師：ケヤキの播種及びさし木における水溶性キトサン処理の影響，日林九支研論，54，71～72，2001.
- Y. SASAKI, Y. TODA & Y. KUROKI : Somatic Chromosomal Studies on the Plus trees of Japanese cedar and Japanese cypress showing sterility, Cytogenetic studies of forest Trees and Shrubs, pp. 165～179, Arbora Publishers, Zvolen, Slovakia, 2000.
- 佐々木義則・石塚淳子・三柴啓一郎・三位正洋：スギ，ヒノキの倍数性及び自然突然変異体のフローサイトメトリー分析，植物における体細胞多倍数性の解析とその遺伝育種学的評価，平成10～12年度科学研究費補助金・基盤研究A（2）・研究成果報告書，pp. 92～101，2001.
- 佐々木義則・三柴啓一郎・三位正洋：スギ，ヒノキ異数体のフローサイトメトリー分析，植物における体細胞多倍数性の解析とその遺伝育種学的評価，平成10～12年度科学研究費補助金・基盤研究A（2）・研究成果報告書，pp. 104～105，2001.
- 高宮立身：間伐が森林の炭素貯留量に与える影響について（I）—スギ30年生林分の間伐区と無間伐区における貯留量の比較—，日林九支研論，54，163～164，2001
- 高宮立身・諫本信義・森貞和二・松本光朗：大分県内における森林土壌の炭素貯留量について—日林九支研論，54，165～166，2001
- 山田康裕・諫本信義：間伐が下層植生及び表層土壌の流出に与える影響—日林九支研論，54，79～80，2001
- 姫野光雄：列状間伐による偏倚成長及び風害について—日林九支研論，54，41～42，2001
- 姫野光雄：列状間伐—残置林木への影響—偏倚成長と風害に関する調査から—
林業技術，2001年4月号（No. 709）24～27，2001
- 室 雅道：大分県におけるケヤキ人工林のクワカミキリ被害
日林九支研論，54，119～120，2001
- 城井秀幸・河野貴可：大分県産スギによる構造用集成材の研究（V）—日林九支研論，7，23～24，2001
- 豆田俊治：スギ柱材の高温乾燥について（第2報）—日林九支研論，7，25～26，2001
- 三ヶ田雅敏・城井秀幸：県産スギ大径材の乾燥及び強度性能評価
—県立日田高校体育館の建設事例— 日林九支研論，54，185～188，2001
- 豆田 俊治 スギ心持ち材の高温蒸気処理による表面割れ抑制効果について
日林九支研論，54，195～196，2001

X 印刷物や発表会等による研究成果の伝達

[印刷物の発行]

- ・林試だより (No. 55 : 平成12年 7月31日, No. 55 : 平成12年 1月25日)
- ・林業試験場年報 (No. 42 : 平成11年 8月 1日)
- ・林業試験場研究時報 (No. 28 : 平成12年3 月15日)

[林業試験場研究発表会の開催]

平成13年2月27日(火)試験場の会議室で発表会が開かれました。会場には林業関係団体や市町村、県、一般の方々約100名が訪れ熱心に発表を聞いて頂きました。

発表内容は、次のとおりです。

- | | |
|----------------------------|-------|
| (1) 間伐が森林の炭素貯留に与える影響について | 高宮 立身 |
| (2) 核DNA量の測定による林木育種の展開について | 佐々木義則 |
| (3) ケヤキのクワカミキリの被害について | 室 雅道 |
| (4) スギ構造材の高温乾燥技術について | 豆田 俊治 |
| (5) 県産スギ材による構造用集成材の開発 | 城井 秀幸 |

[学会, その他行事等による伝達]

- ・第56回日本林学会九州支部大会における研究発表(日田市)
 - ・列状間伐林の偏倚成長及び風害について 姫野 光雄
 - ・鹿伏森林理水試験地における量水・水質試験について 姫野 光雄
 - ・二倍体と四倍体の交配によって得られたスギ, ヒノキF₁個体のフローサイトメトリー分析による倍数性及び異数性の推定 佐々木義則
 - ・ケヤキの播種及びさし木における水溶性キトサン処理の影響 佐々木義則
 - ・間伐が下層植生及び表層土壌の流出に与える影響 山田 康裕
 - ・大分県におけるケヤキ人工林の穿孔性害虫被害 室 雅道
 - ・間伐が森林の炭素貯留量に与える影響について (I)
 - －スギ30年生林分の間伐区と無間伐区における貯留量の比較－ 高宮 立身
 - ・大分県内における森林土壌の炭素貯留量について 高宮 立身
 - ・県産スギ大径材の乾燥及び強度性能評価
 - －県立日田高校体育館の建設事例－ 三ヶ田雅敏
 - ・スギ心持ち材の高温蒸気処理による表面割れ抑制効果について 豆田 俊治
- ・日本木材学会九州支部大会における研究発表(熊本市)
 - ・スギ柱材の高温乾燥について(第2報) 豆田 俊治
 - ・大分県産スギ材による構造用集成材の研究 (V)
 - －異樹種(スギ・ベイマツ)複合集成材の曲げ強度性能－ 城井 秀幸

X I 研修、展示、見学等

1 派遣研修

| 氏名 | 派遣先 | 研修課題 | 研修期間 |
|-------|---------|--------------------|-----------------------|
| 城井 秀幸 | 森林総合研究所 | スギ面材料を利用した壁体等の強度試験 | 平成12年10月2日 ～11月30日 |

2 依頼研修

| 氏名 | 所属 | 研修課題 | 研究員 |
|-------|-----------------------------|----------------------|--------|
| 津野 林士 | 大分県経済農業協同組合 連合会 土壌診断センター | 森林施業の相違による土壌特性に関する研究 | 育林部 |
| 藤本 登留 | 九州大学大学院 助教授 | 高温乾燥等スギ製材品の乾燥技術の研究 | 木材部研究員 |

3 当場で実施された研修等

| 研修名 | 主催 | 月日 | 内容 |
|---------------------|----------------------|-----------|-----------------|
| 木材乾燥セミナー | 大分県林業試験場 乾燥材生産協議会 | H12.9.19 | 木材乾燥のシステム化の構築他 |
| 林業改良指導員特技研修 (林産) | 指導部 | H12.6～12 | 林産技術・情報など |
| 女性木工教室 | 木材部 | H12.11.10 | 木材の乾燥・加工等の講習と実技 |

4 受託試験、調査等

| 事項 | 依頼者 | 主な内容 |
|---------------------|-------------------|---------------------------------|
| 木材乾燥に関する アンケート調査 | 日本住宅・木材技 術センター | 工務店を対象としたヒアリングによる 乾燥材アンケート調査 |

5 見学及び技術相談の年度別内訳

| 年度 | 見学者等 | 技術相談 |
|--------|---------|------|
| 平成9年度 | 162人 | — |
| 平成10年度 | 125人 | 82件 |
| 平成11年度 | 104人 | 97件 |
| 平成12年度 | 28件 88人 | 147件 |

XII 庶務関係

1 平成12年度試験研究項目並びに予算

(単位：千円)

| 項 目 | 予 算 額 | 担 当 者 |
|--------------------------------|--------|-------|
| 1 林業経営の高度化に関する研究 | | |
| ・機械化作業システムに適合した森林施業法の開発 | 900 | 姫野光雄 |
| ・放置林分の実態解明と施業推進に関する研究 | 800 | 姫野光雄 |
| 2 木材の加工利用技術の高度化に関する研究 | | |
| ・スギ構造材の高温乾燥技術に関する研究 | 1,661 | 豆田俊治 |
| ・スギ製材品くん煙加熱処理技術に関する研究 | 2,165 | 三ヶ田雅敏 |
| ・スギ中径材による構造用面材の開発 | 1,000 | 城井秀幸 |
| ・県産スギ構造用平角材の強度性能の評価 | 800 | 城井秀幸 |
| ・県産材の土木資材等利用を図るための耐久性向上に関する研究 | 441 | 津島俊治 |
| ・スギ長伐期材の材質特性に関する研究 | 1,000 | 津島俊治 |
| ・スギ構造用集成材の木造建築構造材への利用研究 | 1,700 | 城井秀幸 |
| (大分大学と共同研究) | | |
| 3 森林の育成技術の高度化に関する研究 | | |
| ・有用林木遺伝資源植物のバイオテクによる保存と増殖技術の開発 | 3,900 | 佐々木義則 |
| ・スギ・ヒノキ育成品種の造林特性及び環境適応性に関する研究 | 500 | 佐々木義則 |
| ・広葉樹の育種及び造林に関する研究 | 1,100 | 佐々木義則 |
| ・低コスト育林システムの開発に関する調査 | 1,500 | 高宮立身 |
| ・ユリノキの優良品種の育成と施業に関する研究 | 500 | 高宮立身 |
| 4 森林保護管理技術の高度化 | | |
| ・環境調和型森林病害抑制技術の開発に関する調査 | 850 | 室雅道 |
| ・酸性雨等森林衰退モニタリング事業 | 250 | 山田康裕 |
| 5 森林の多面的機能の増進技術の開発 | | |
| ・森林のモニタリングと環境の評価に関する研究 | 1,000 | 山田康裕 |
| ・森林施業の相違による土壌特性に関する研究 | 1,200 | 山田康裕 |
| ・間伐等が森林の炭素貯留に与える影響 | 5,000 | 高宮立身 |
| 6 共同研究 (大分大学) | | |
| ・スギ構造用集成材の木造建築への利用研究 | | 城井秀幸 |
| 7 情報収集並びに試験研究成果の普及 | 453 | |
| 8 標本見本園並びに構内維持管理 | 3,367 | |
| 9 管理運営費 | 17,149 | |
| 合 計 | 47,236 | |

2 平成12年度職員配置状況

(1) 職員

| 職名 | 氏名 | 所属 | 職名 | 氏名 | |
|-----|-------|-------|----------|-------|------|
| 場長 | 黒木博紀 | 木材部 | 部長 | 江藤幸一 | |
| 次長 | 後藤建夫 | | 主幹研究員 | 三ヶ田雅敏 | |
| " | 諫本信義 | | 主任研究員(兼) | 津島俊治 | |
| 管理課 | 課長(兼) | | 後藤建夫 | 主任研究員 | 城井秀幸 |
| | 副主幹 | | 小野タカ子 | 研究員 | 豆田俊治 |
| | 技師 | | 小野美年 | 部長 | 長野清 |
| 育林部 | 部長(兼) | 諫本信義 | 主幹兼専門技術員 | 神田哲夫 | |
| | 主幹研究員 | 室雅道 | 専門技術員(兼) | 津島俊治 | |
| | " | 佐々木義則 | | | |
| | 主任研究員 | 高宮立身 | | | |
| | " | 姫野光雄 | | | |
| | 研究員 | 山田康裕 | | | |
| | 業務技師 | 井上克之 | | | |
| | " | 金古美輝夫 | | | |

2) 定期人事異動

| 転出・転入年月日 | | 異動内容 | | |
|----------|-------------|----------|------|----------------|
| 転出 | 平成12年4月1日付け | 次長兼育林部長 | 河原博秋 | 林政課へ |
| | 平成12年4月1日付け | 管理課長 | 梶原賢児 | 中津土木事務所へ |
| 転入 | 平成12年4月1日付け | 次長兼管理課長 | 後藤建夫 | 労政能力開発課から |
| | 平成12年4月1日付け | 木材部長 | 江藤幸一 | 林業振興課から |
| | 平成12年4月1日付け | 指導部長 | 長野清 | 林業振興課から |
| | 平成12年4月1日付け | 主幹 | 神田哲夫 | 中津下毛地方振興局から |
| | 平成12年4月1日付け | 主任研究員兼主査 | 津島俊治 | 林業振興課から |
| | 平成12年4月1日付け | 研究員 | 山田康裕 | 新採用 |
| 退職 | 平成12年4月1日付け | | 増田隆哉 | JICA中国派遣プロジェクト |

平成13年度図書編集委員会

| | | |
|--------|---------|-------|
| 委員長 | 次長兼育林部長 | 諫本信義 |
| 委員 | 木材部長 | 江藤幸一 |
| 委員 | 指導部長 | 長野清 |
| 委員 | 主幹研究員 | 佐々木義則 |
| 委員(担当) | 主幹 | 神田哲夫 |
| 委員 | 副主幹 | 小野夕カ子 |
| 委員 | 主任研究員 | 津島俊治 |

大分県林業試験場年報, No. 43, 2001

平成13年9月26日発行
編集 大分県林業試験場

〒877-1363

大分県日田市大字有田字佐寺原

TEL 0973-23-2146

FAX 0973-23-6769

E-MAIL:rinsi@fat.coara.or.jp

<http://www.coara.or.jp/~rinsi/index.htm>

印刷 尾花印刷有限会社 日田市田島本町8-8