

# スギ・ヒノキ在来品種の良質材適応試験

|       |               |
|-------|---------------|
| 誌名    | 愛媛県林業試験場研究報告  |
| ISSN  | 03892875      |
| 著者名   | 村口,良範<br>逸見,享 |
| 発行元   | 愛媛県林業試験場      |
| 巻/号   | 14号           |
| 巻号補足  |               |
| 掲載ページ | p. 46-76      |
| 発行年月  | 1993年3月       |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# スギ・ヒノキ在来品種の良質材適応試験

村 口 良 範  
逸 見 享

要旨： スギ・ヒノキ在来品種の愛媛県での適応性を知る手がかりを得ることを目的に、スギ11品種、ヒノキ1品種について各品種の成長状況・外部形態調査と構造材としての強度性能の評価及び各種材質指標調査による品種の特性の検討を行った。

その結果、スギについて次のことがわかった。

- ・ 外部形態としての品種の幹の真円性及び通直性（根元曲がり・幹曲がり）において品種間に差異がみとめられた。
- ・ 材質指標として樹幹内の半径方向の生材含水率分布の変動パターンが4タイプに類別区分できるという説が含水率のボーダーラインの目安を付けることによって裏付けられたが、高い心材含水率の性質をもつ系統のものが乾燥において問題となることの説明には至らなかった。
- ・ 心材色の品種間の微妙な差を品種間の性質として比較することができ、赤味の強い品種は生材時に心材含水率が低い性質であることがわかった。
- ・ 構造材としての強度性能評価においては成長特性に重点をおいて選抜した本県の精英樹品種と比較しても在来品種は高い傾向にあった。
- ・ 多品種を扱った本試験での材質調査の結果、平均年輪幅は林分の立木密度に影響されるが、比重・晩材率・心材率は影響を受けていない。また比重と晩材率の間には正の相関があり、さらに比重が大きいほど曲げの強度性能も高い傾向にあり、品種の位置づけも比重の高い品種ほど曲げ強度も高い傾向を示していた。

## I はじめに

人工造林の盛んであった昭和中期に植林されたスギ・ヒノキの中には、良質材を生産する目的で篤林家により導入植栽された県外の在来品種がある。これら品種の諸性質について、特に利用する上での品質を調査し、本県での適応性を知る手がかりを得ることを目的に基礎調査・材質調査（強度試験等）を行った。

品種の材質判定指標として調査した項目について検討をおこない、いくつかの知見を得たので報告する。

## Ⅱ 材料及び方法

### 1 対象品種の選定

調査対象としたスギ・ヒノキの在来品種は県内の篤林家の所有にかかる森林及び公有林に植栽されている品種のうち、可能な限り林齢25年生以上の林分を構成する品種（スギ11品種、ヒノキ1品種）を選定した。

試験にあたって科学的な品種の識別・同定は行っておらず、所有者からの聞き取りと品種試験地の台帳に基づく外部形態調査により品種の確認を行った。

### 2 調査対象品種

#### スギ品種

シバハラ、センゾクシバハラ、オキノヤマ、サンプ、シロスギ、クモトオシ、オビアカ、ウラセバル、メアサ（サツマメアサ）、ボカスギ、ヤナセ

（材質調査においては県の精英樹の周桑11号（イヨスギ）を追加）

#### ヒノキ品種

ナンゴウヒ（材質調査においては県の地ヒノキを追加）

### 3 基礎調査

材質試験に先だって対象品種の成長状況と外部形態を探るための基礎調査を実施した。調査内容は、林分内に設定した標準地において実施した成長形質調査・林木の幹の特性調査と各林分から採取した供試木の樹幹解析であり、詳細は次のとおりである。

#### (a) 成長形質調査

標準地調査（樹高、胸高直径、枝下高の測定）

樹幹解析（各品種1本ずつの供試木による樹幹解析）

#### (b) 林木の幹の特性調査（「次代検定林の調査項目及び基準」<sup>1)</sup>に基づく根元曲がり、幹曲がり、真円性、イボ・気根、各種被害の調査）

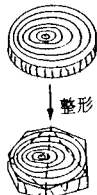
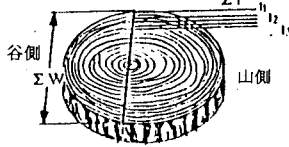
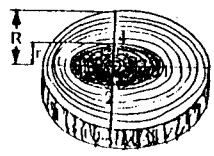
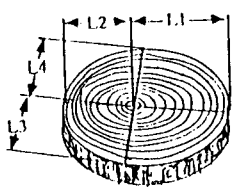
- ・ 根元曲り・幹曲り 材の通直性を見る根曲がり（地際より1 m高さ）、幹曲がり（1 mを除く上方の4 m部分）の曲りの5段階評価指数（以下全て5が良好）
- ・ 真 円 性 胸高直径位置での最小直径／最大直径×100
- ・ イボ・気根 発生量と地際からの高さにより評価
- ・ 各 種 被 害 気象害、病害、虫害、動物害の被害の程度により評価

### 4 材質試験

材質指標として比重、平均年輪幅、心材色などの調査及び生材含水率分布調査、強度試験（動的ヤング係数、曲げヤング係数、曲げ破壊係数の測定）及び材の内部形態調査（心材率、偏心率）

採取した円盤における材質調査項目の内容を表1に示す。

表1 材質調査項目の内容

| 調査項目                          | 内 容                                                                                                                                                     | 説 明 図                                                                                |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 材質調査方法<br>について                | 材質指標として調査した各項目については、強度試験のための供試材の両端で採取した円盤で調査し、その平均値を供試材の材質として採用した。                                                                                      |    |
| 比 重<br>(気乾比重)<br>( $g/cm^3$ ) | 強度試験用の丸太の両端から採取した円盤を気乾状態に達した時点でサンダー等で整形し測定した気乾容積量である。<br>(心材・辺材、成熟材・未成熟材混在部分)                                                                           |    |
| 平均年輪幅Ⅰ<br>(mm)                | ノスギを用いて、円盤の山側方向を起点に右回りで90度ごとに随近くの年輪の明瞭な部分から最外層の明瞭な年輪までの幅と年輪数を測定し、もとめた年輪幅の4方向の平均                                                                         |    |
| 平均年輪幅Ⅱ<br>(mm)                | 強度試験時の平均年輪幅は両端木口(心持正角)面上で荷重方向に随を貫く直径方向の直線において年輪幅の明瞭なものすべての平均値<br>左図(1木口)<br>$(R1 + R2) / \text{総年輪数}$                                                   |    |
| 平均晩材率<br>(%)                  | ノスギを用いて、円盤の山側方向を起点に右回りで90度の方向及びその反対方向の年輪幅(W)と晩材幅(I)を各年輪毎に0.01mm単位で測定し計算式( $\Sigma I / \Sigma W \times 100$ )より算出する。                                     |  |
| 平均心材率<br>(%)                  | 円盤の山側方向を起点に、右回りで90度毎に4方向について随を中心、各方向の心材の長さ(r1, r2, r3, r4)と、各方向円盤の半径(R1, R2, R3, R4)を0.01mm単位で測定し、計算式( $\Sigma r / \Sigma R \times 100$ )により算出する。       |  |
| 偏 心 度<br>(%)                  | 円盤の随を中心、最大半径(L1)とその反対方向の半径(L2)、及び最大半径と直角方向の半径(L3)とその反対方向の半径(L4)を0.01mm単位で測定し、偏心度(偏心度Ⅰ = $L1/L2 \times 100$ 、偏心度Ⅱ = $L3/L4 \times 100$ (L3>L4の場合))を算出する。 |  |

### Ⅲ 研究結果及び考察

#### 1 基礎調査

##### (1) 成長形質調査及び品種林木の幹の特性調査

##### ア 調査結果

各品種の植栽林分において実施した成長状況の調査及び林木の幹の特性調査の結果を表2に示す。

調査本数の少ない品種は品種試験地において列状植栽された品種であり、その現存本数（ha当たり本数）は林分内における本数である。

表2 調査林分の概況及び形質調査結果

| 品 種 名     |   | 林 齢 | ha当<br>り本数 | 調 査<br>本 数 | 平 均<br>胸高直径<br>(cm) | 平均<br>樹高<br>(m) | 平 均<br>枝下高<br>(m) | 真 円 性<br>(平均真<br>円率)(%) | 評価（5段階指数平均値—最高5点） |       |       |      | 備 考    |
|-----------|---|-----|------------|------------|---------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------|-------|------|--------|
|           |   |     |            |            |                     |                 |                   |                         | 根 曲 り             | 幹 曲 り | イボ・気根 | 各種被害 |        |
| シ バ ハ ラ   |   | 35  | 3440       | 73         | 15.6                | 15.6            | 11.5              | 96.3                    | 5.0               | 4.5   | 4.5   | 4.8  | 虫害     |
| センゾクシバハラ  |   | 18  | 3210       | 17         | 14.1                | 12.7            | 7.3               | 95.4                    | 5.0               | 5.0   | 4.8   | 3.4  | ミゾダサレ  |
| オキノヤマハ    |   | 26  | 2040       | 75         | 15.7                | 13.5            | 7.3               | 96.6                    | 4.9               | 4.1   | 5.0   | 5.0  |        |
| サ ン プ     | 1 | 24  | 2570       | 127        | 15.2                | 17.4            | 10.1              | 95.2                    | 4.9               | 4.0   | 5.0   | 4.9  | 虫害、気象害 |
|           | 2 | 26  | 1100       | 28         | 20.5                | 16.9            | 9.8               | 96.6                    | 4.9               | 4.4   | 4.9   | 5.0  |        |
| シ ロ ス ギ   |   | 35  | 3500       | 26         | 14.5                | 14.6            | 9.2               | 97.6                    | 5.0               | 4.8   | 4.8   | 4.5  | 虫害     |
| クモトオン     | 1 | 30  | 2720       | 40         | 16.8                | 17.9            | 8.6               | 92.7                    | 4.3               | 3.0   | 4.8   | 4.7  | 虫害     |
|           | 2 | 37  | 1240       | 44         | 23.6                | 22.8            | 14.8              | 94.7                    | 4.9               | 3.9   | 5.0   | 3.8  | 虫害     |
| オ ビ ア カ   |   | 30  | 2430       | 18         | 15.4                | 14.4            | 8.6               | 93.7                    | 3.1               | 2.4   | 2.4   | 2.9  | 虫害     |
| ウ ラ セ バ ル |   | 30  | 1410       | 65         | 20.2                | 19.7            | 13.2              | 94.4                    | 3.1               | 2.9   | 4.9   | 4.4  | 虫害、気象害 |
| メ ア サ     |   | 29  | 1470       | 58         | 19.4                | 17.4            | 11.5              | 95.2                    | 3.7               | 3.8   | 4.1   | 4.8  | 虫害、気象害 |
| サツマメアサ    |   | 30  | 2880       | 19         | 13.8                | 13.5            | 8.4               | 95.4                    | 2.6               | 3.0   | 2.2   | 3.0  | 虫害     |
| ボ カ ス ギ   |   | 26  | 2330       | 70         | 12.9                | 10.9            | 5.5               | 95.5                    | 3.4               | 3.6   | 4.9   | 4.9  |        |
| ヤ ナ セ     |   | 26  | 1790       | 71         | 16.9                | 15.0            | 7.6               | 96.6                    | 1.9               | 2.2   | 5.0   | 4.9  |        |
| ナ ン ゴ ウ ヒ |   | 20  | 2140       | 72         | 13.1                | 8.3             | 2.8               | 95.9                    | 4.0               | 3.5   | 4.3   | 3.7  | 獣害、虫害  |

## イ 真円性の検討

真円率の平均値を品種別に棒グラフにしたのが図1である。

すべての品種で90%を越えており大きな差はないが、クモトオシ、オビアカ、ウラセバルの3品種が95%を下回っていた。

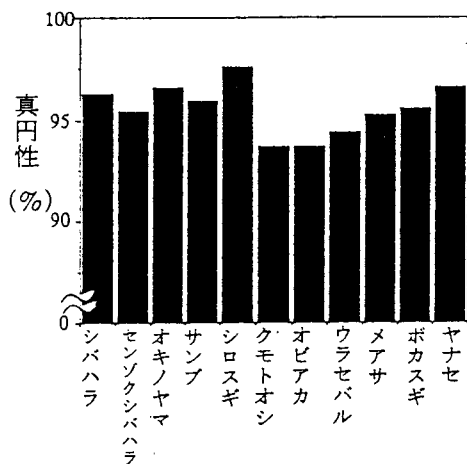


図1 スギ品種の幹の真円性

## ウ 幹の通直性の検討

材の通直性を見る根曲り、幹曲りの評価指数の品種毎の平均値を棒グラフに示したのが図2である。京都系の品種（シバハラ、センゾクシバハラ、シロスギ）が通直性に優れており、サンプ、オキノヤマ、クモトオシも幹の通直性は良い結果となった。実生の品種であるヤナセに曲りが大きく、全体的に根曲りの大きい品種は幹曲りも大きい傾向があった。

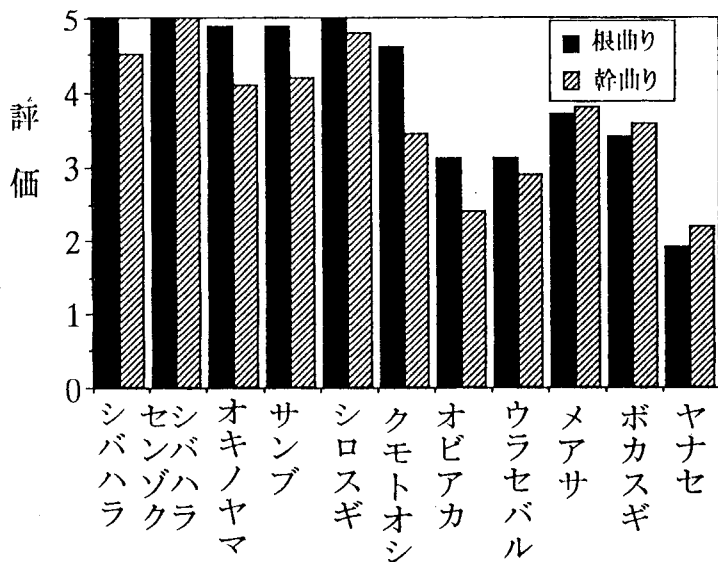


図2 スギ品種の幹の通直性

## エ その他の検討

イボ・気根及び各種被害の評価においては、スギカミキリの生息密度の高い地域で周辺一帯において被害の目だつ品種林分や植栽地の立地が尾根にあり台風害による倒木被害の発生があるもの、沢筋で気根の多いものなどかなり環境要因が影響しているため品種の特性としての評価には至らなかった。

### (2) 樹幹解析

#### ア 供試木の選定

各品種について、材質試験の予備基礎調査として成長形質調査を行った林分から供試木を1本ずつ採取して、樹幹解析を行い、個々の樹高成長と材積成長をみた。今回は、地位条件は無視しており、さらに保育管理においても立木密度管理がゆきとどかず自然枯死の始まっている林分もあった。

また採取する供試木の径級も所有者の交渉のなかで決定した。

そのため供試木の径級はおおむね標準地毎木調査の平均胸高直径の標準偏差値内に入っているものの、標準木とはいいい難いものとなった。

おおむね平均胸高直径の供試木を選定できた品種

センゾクシバハラ、クモトオン№1、オビアカ

平均胸高直径より供試木の胸高直径が上回るもの（標準偏差値より大）

シバハラ、オキノヤマ、サンプ、サツマメアサ、周桑11号、ナンゴウヒ、（シロスギ）

平均胸高直径より供試木の胸高直径が下回るもの（標準偏差値より小）

クモトオン№2、ウラセバル、メアサ、ヤナセ、（ボカスギ）

#### イ 樹幹解析結果

図3-1から図3-2は各供試木の樹幹解析図であり中心から2齢階毎の線で示している。一番外側が皮付きの樹幹でその内側が最外層の年輪（奇数林齢は破線表示）である。

スギについて供試木の総樹高成長曲線を図4-1から図4-3に示し、総材積成長曲線を図5-1から図5-3に示す。

なお、両成長曲線とも複数の曲線の重なりが発生するため、3図に分けて示した。その分け方はグループ1（九州系の品種）、グループ2（京都系の品種）、グループ3（その他の品種）である。

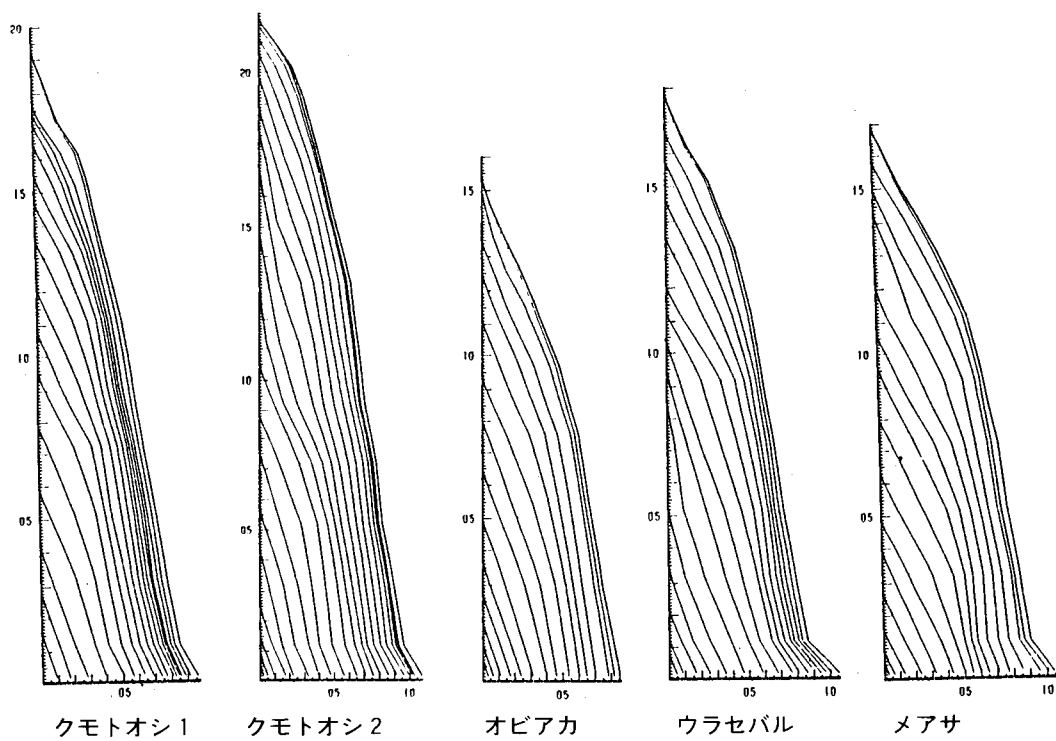
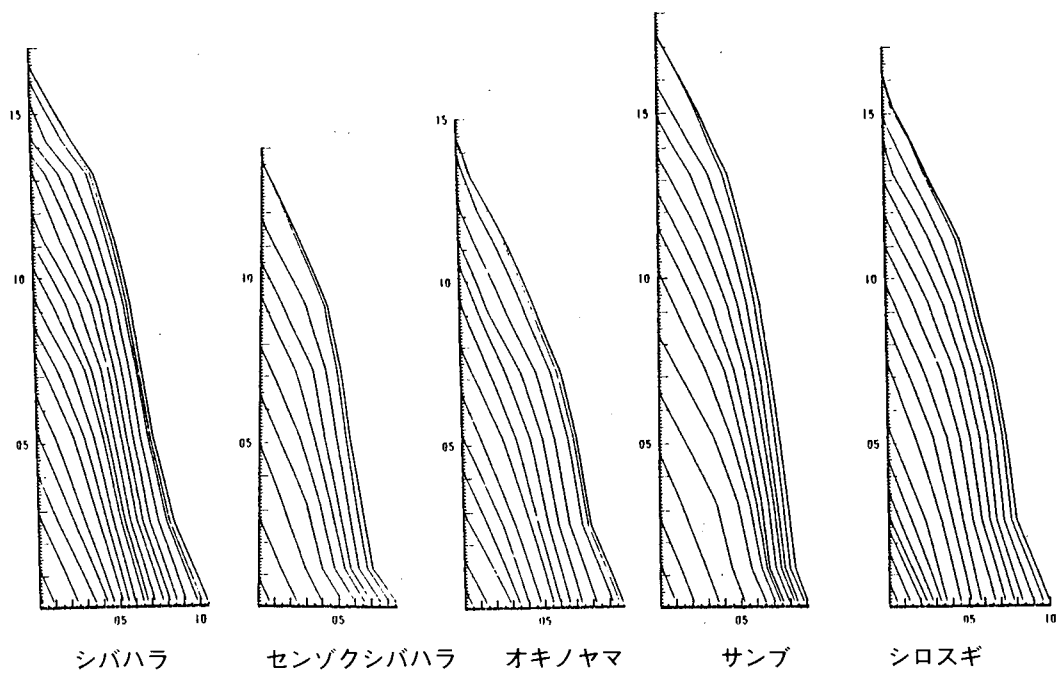


図 3 - 1 供試木の樹幹解析結果 (その 1)

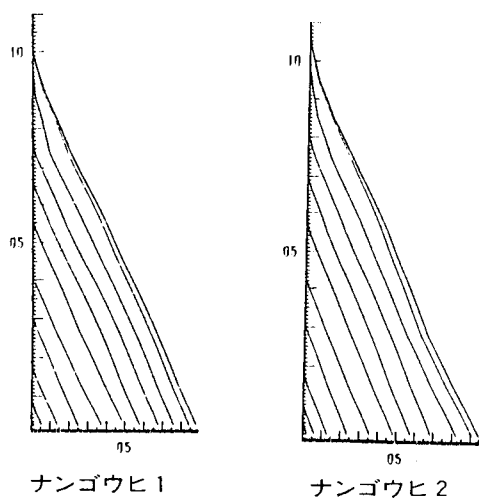
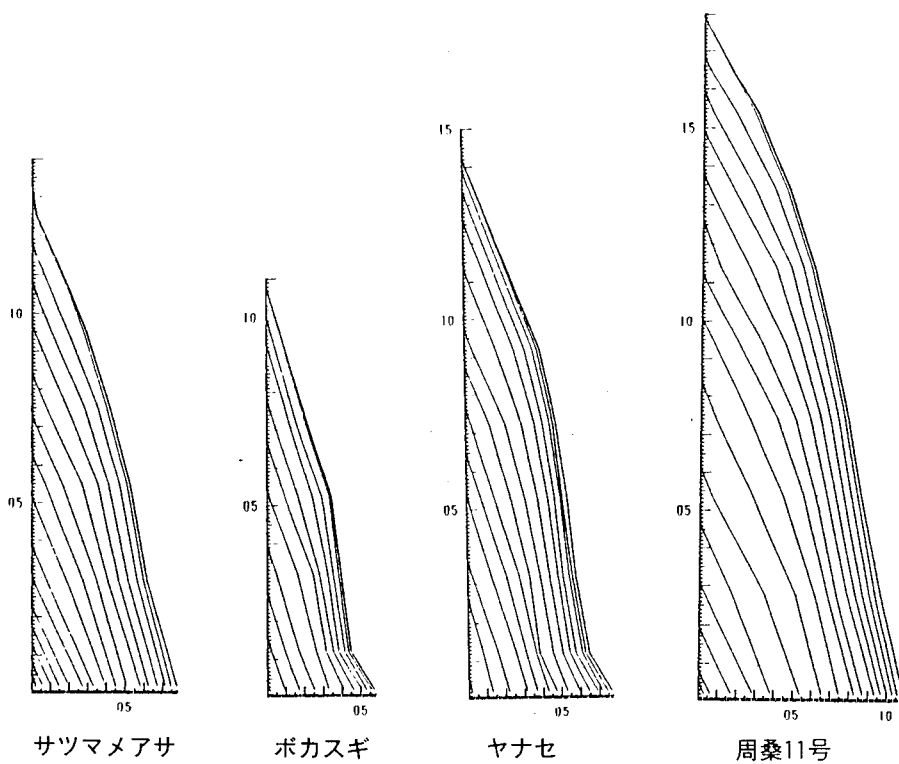


図3-2 供試木の樹幹解析結果（その2）

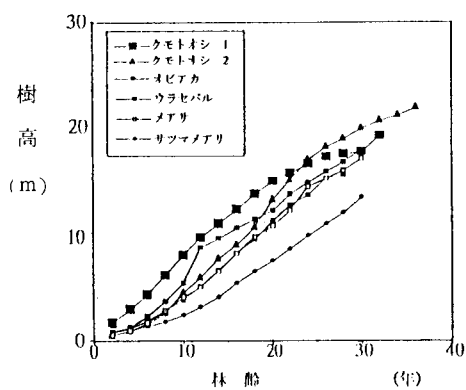


図 4-1 供試木の樹高成長（グループ 1）

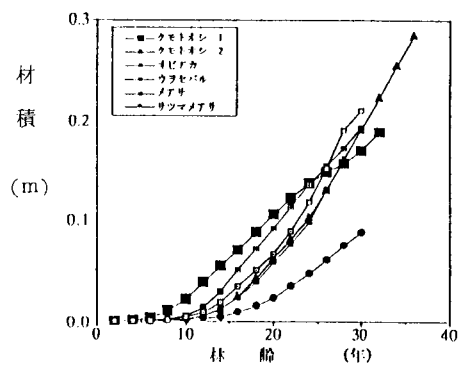


図 5-1 供試木の材積成長（グループ 1）

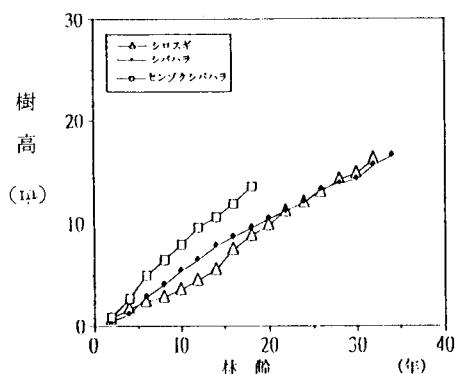


図 4-2 供試木の樹高成長（グループ 2）

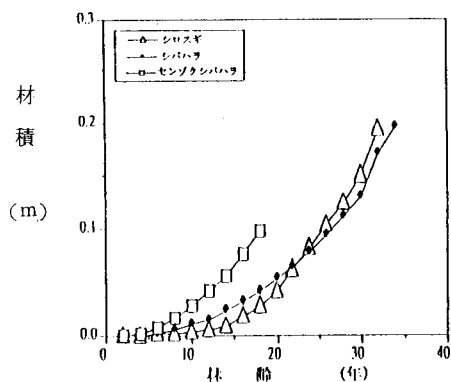


図 5-2 供試木の材積成長（グループ 2）

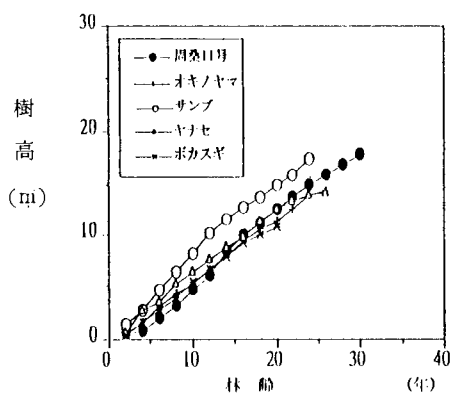


図 4-3 供試木の樹高成長（グループ 3）

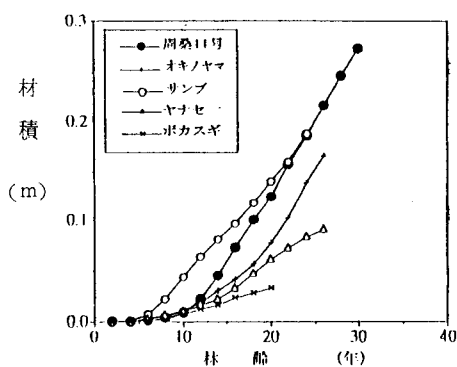


図 5-3 供試木の材積成長（グループ 3）

各品種の解析結果は

- シ バ ハ ラ 20年生まで樹高成長は急激な増加をみせたが、20年生を過ぎ成長は緩慢となっている。総材積成長は緩やかな漸増傾向が現在まで続いている。
- センゾクシバハラ 林齢が18年生である現在まで樹高成長・材積成長とも非常に旺盛である。
- オ キ ノ ヤ マ 20年を過ぎ樹高成長は緩やかになりつつあるが、材積成長は初期の成長が緩やかであったのが、20年生ころより急激に成長を始めた。
- サ シ ブ 20年生までの成長は樹高成長・材積成長とも非常に旺盛であったが、20年生を過ぎやや成長が緩やかになりつつある。
- シ ロ ス ギ 20年生まで緩慢な成長であったが、20年生を過ぎた時点から樹高成長・材積成長とも急激な増加をみせている。
- ク モ ト オ シ 1 樹高成長・材積成長とも、20年生まではかなり旺盛であったが、20年生を過ぎやや鈍化傾向にある。
- ク モ ト オ シ 2 樹高成長は20年生まで徐々に増大してきたが、20年生を過ぎ樹高成長は緩やかになっているものの、材積成長は旺盛になっている。
- オ ビ ア カ 樹高成長・材積成長とも徐々に増加しており、まだ一定の成長を続けている。
- ウ ラ セ バ ル 15年生までは樹高成長の旺盛さに比べ、材積成長が鈍かったが、15年生を過ぎ、逆に材積成長が旺盛となり樹高成長が鈍化した。
- メ ア サ 樹高成長は30年生を過ぎる現在まで徐々に成長を続けているが、材積成長は20年生から著しく増加している。
- サ ツ マ メ ア サ 樹高成長・材積成長とも初期からの緩慢な成長状態が30年生の現在まで続いている。
- ボ カ ス ギ 樹高成長は初期徐々に増加していたが、15年生を過ぎ緩慢な成長となった。材積成長は緩慢成長増加が続いている。
- ヤ ナ セ 樹高成長・材積成長とも20年生まで徐々に増加していたものが20年生を過ぎ鈍化してきている。
- 周 桑 11 号 樹高成長・材積成長とも10年生まで緩やかであったのが、10年生を過ぎ急激な成長と変わり、材積成長は現在も旺盛である。樹高成長も緩やかな状態となりつつあるものの、まだ成長を続けている。

## 2 材質試験

### (1) スギ品種の生材含水率分布

#### ア 樹幹内の生材含水率分布の調査方法

スギについては生材含水率の樹幹横断面の半径方向での分布に特徴的な変動のパターンがあると言われている<sup>3) 4) 5)</sup>。

今回材質指標として取り上げたこの生材含水率分布については、林分より採取した生材状態の林木の1.2~2.5mの高さの位置で採取した丸太の随を貫く直径方向の試験体を、さらに接線方向に5mmずつ細片化した木片の含水率をしらべ分布の変動パターンを見た。(図6 生材含水率調査試験片の採取方法参照)

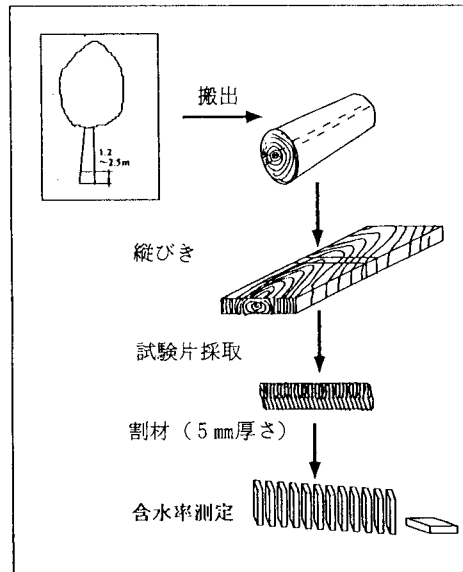


図6 生材含水率調査方法（半径方向）

#### イ 生材含水率分布調査結果

すべてのスギ品種において辺材含水率は著しく高く、白線帯部分で急激に下るというスギの特性<sup>2)</sup>が確認できた。心材について観察すると含水率分布のパターンがおおむね4つのタイプに区分できるとされる説<sup>5)</sup>が、含水率のボーダーラインの目安をつけることによって裏付けられた。

この生材含水率の分布のタイプは図7にタイプを示したが、

##### 第一のタイプ

含水率の高い辺材から心材と辺材の境目の白線帯で含水率が落ち、心材も低い含水率（100%未満）で推移するもの。

##### 第二のタイプ

白線帯から中心に除々に心材の含水率が高く（100%以上）なるもの。

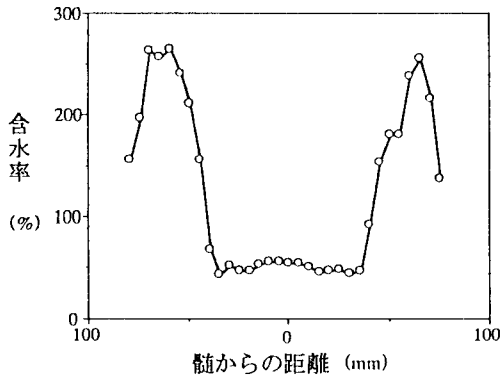
##### 第三のタイプ

白線帯のすぐ内側の心材部で含水率が高く、中心では下がっている（100%未満）もの。

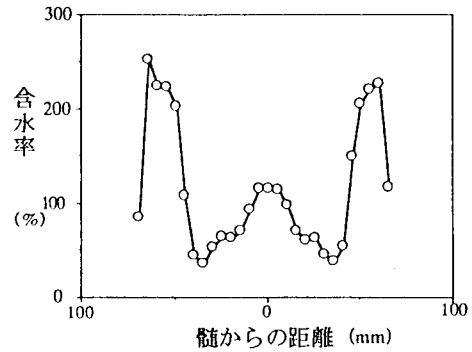
#### 第四のタイプ

白線帯部分のみ低く、心材全体にわたって辺材に近い含水率を示すもの。

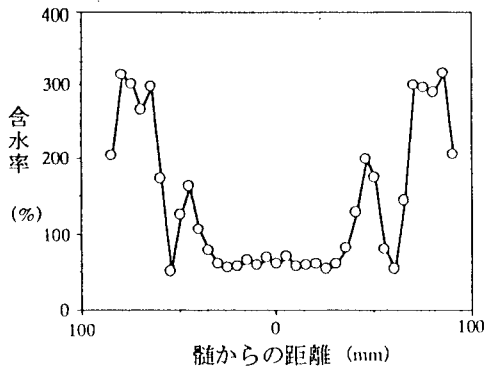
各品種2～3本ずつ調査した結果を表3に示す。いくつかのタイプを示している品種もあり、品種の特性を知るにはサンプル数を増やし出現頻度を検討する必要がある。



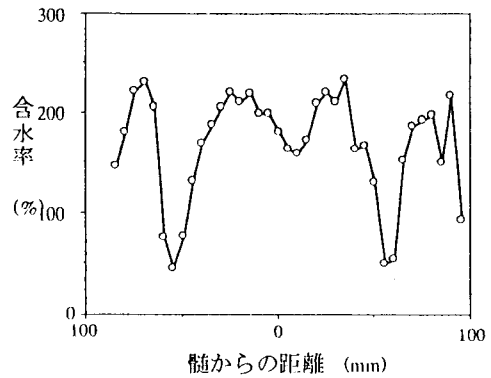
タイプ 1



タイプ 2



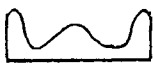
タイプ 3



タイプ 4

図7 スギ生材含水率分布のタイプ区分

表3 スギ在来品種の生材含水率分布調査結果

| 品 種 名                 | 生 材 含 水 率 分 布 類 型 区 分                                                             |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | 1                                                                                 | 2                                                                                 | 3                                                                                  | 4                                                                                   |
|                       |  |  |  |  |
| 周 桑 11 号<br>(イ ヨ ス ギ) |                                                                                   |                                                                                   | ○                                                                                  |                                                                                     |
| シ バ ハ ラ               |                                                                                   | ○                                                                                 |                                                                                    | ○                                                                                   |
| セ ン ズ ク<br>シ バ ハ ラ    |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    | ○                                                                                   |
| オ キ ノ ヤ マ             |                                                                                   | ○                                                                                 |                                                                                    |                                                                                     |
| サ ン ブ                 | ○                                                                                 |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |
| シ ロ ス ギ               |                                                                                   | ○                                                                                 |                                                                                    | ○                                                                                   |
| ク モ ト オ シ             |                                                                                   | ○                                                                                 |                                                                                    | ○                                                                                   |
| オ ビ ア カ               |                                                                                   | ○                                                                                 |                                                                                    |                                                                                     |
| ウ ラ セ バ ル             | ○                                                                                 | ○                                                                                 |                                                                                    |                                                                                     |
| メ ア サ                 | ○                                                                                 |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |
| サ ツ マ メ ア サ           |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    | ○                                                                                   |
| ボ カ ス ギ               | ○                                                                                 |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |
| ヤ ナ セ ス ギ             |                                                                                   | ○                                                                                 |                                                                                    |                                                                                     |

## ウ 生材含水率分布の特異性が乾燥に与える影響

このスギの特性が利用面へ与える影響について、半径方向での水分傾斜に注目して、乾燥に及ぼす影響を乾燥時に発生する損傷である材面割れの評価により試みた。本試験の強度試験の前処理として、供試丸太から最大角（正角）に製材した各試験材に背割りを施すことなく、あえて多少過激な温度条件（初期温度設定75℃～終期温度85℃）で人工乾燥した後、修正挽を行い、室内へ1ヶ月放置した時点のおおむね1mm以上の材面割れを測定した結果を図8に示す。

図中の棒グラフと折れ線は次のことを示している。

棒グラフ——各品種6本（周桑11号のみ8本）の試験材に発生した材面割れの発生材面数の1本あたりの平均値（1試験体に4材面あるため4が最高）

折れ線——試験材1本1本について測定した材面割れ長率（材長に対する材面割れ延長の率）の最大値、最小値、平均値

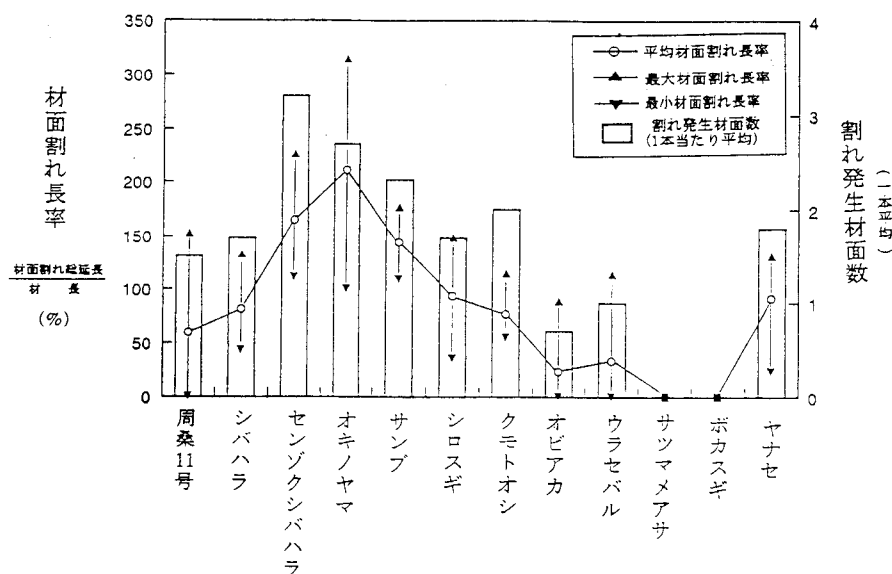


図8 人工乾燥による材面割れの発生状況

生材含水率の心材の分布変動のパターンの差異が乾燥の損傷としての割れの発生に少なからず影響を与えていると思われるが、製材で仕上げた心持正角の乾燥の場合、心材含水率が高いと割れの発生が多いとはい言い難い。つまり乾燥に与える要因が水分特性だけでは説明できないことを示唆している。

## (2) 心材色

スギの心材色については、板材や心去り柱材等に利用する上で商品価値を左右する因子となっており、淡紅色の赤ジンが好まれる風潮が強く、黒ジンの評価は低い。この心材色は品種特有の性質であることが言われている。<sup>6) 7)</sup>

そこで心材色を品種の材質指標として取り上げ、各品種の表面色を測定し、品種間の微妙な色の差（性質）を客観的に表すことの試みを行い、さらに材色と材質の関連性をみた。

## ア 測定方法

物体の表面色の測定はJ I S規格に方法の規定があるが、木材の表面色の測定については測定する材の表面の荒さ・不均一さ、測定する方法の違いで客観的に表示できないため、供試材の性状及び測色方法に条件をつけた方法がとられている<sup>9)</sup>。本試験ではスギの心材色を測定する条件として、

- ・ 気乾状態に達した供試材を平滑に仕上げた直後の柁目面（一部板目）で測定する。
- ・ 測定は測色色差計（日本電色工業KK製 ダブルビーム交照測色方式測定色差計Z-1001D P型 C光源2度視野）を使用し、試料面積30mmφに統一し、アトランダムに選んだ5点での測定値の平均値を1データとして採用する。

## イ 測色結果

### (ア) 3属性による表示と系統色

計器による材色測定値（J I S規格にもとづくXYZ刺激値・ $L^*a^*b^*$ 表色系）の3属性（修正マンセル系）への変換には判定用チャートの開発も進められているが<sup>9)</sup>、本試験においては、J I S-8721に基づく3属性（HV/C）への変換表示と、さらに系統色名による表示を試みた。結果を表4に示す。3属性表示のレンジは色相（色相環の数字）の幅を示している。

表4 スギ・ヒノキ在来品種の心材色調査結果

ス ギ

| 品 種 名                 | 心 材 色                           |                    |
|-----------------------|---------------------------------|--------------------|
|                       | 3 属 性 変 換 値<br>(H V/C)          | 色 名<br>(系 統 色 名)   |
| 周 桑 11 号<br>(イ ヨ ス ギ) | 3.8YR 6.4/4.5～<br>4.0YR 6.5/4.8 | くすんだ黄赤             |
| シ バ ハ ラ               | 5.8YR 6.2/4.4～<br>8.1YR 6.7/3.9 | くすんだ黄赤<br>くすんだ赤みの黄 |
| セ ン ゾ ク<br>シ バ ハ ラ    | 5.5YR 6.3/4.6～<br>6.5YR 6.5/4.4 | くすんだ黄赤             |
| オ キ ノ ヤ マ             | 5.0YR 6.7/4.5～<br>7.7YR 6.7/3.8 | くすんだ黄赤<br>明るい灰黄    |
| サ ン ブ                 | 4.8YR 6.5/4.7～<br>5.3YR 6.6/4.0 | くすんだ黄赤             |
| シ ロ ス ギ               | 5.6YR 5.9/4.3～<br>6.7YR 6.4/4.1 | くすんだ黄赤             |
| ク モ ト オ シ             | 4.4YR 6.7/4.6～<br>6.8YR 6.6/4.4 | くすんだ黄赤             |
| オ ビ ア カ               | 5.5YR 6.9/4.6～<br>7.5YR 6.9/4.0 | くすんだ黄赤<br>くすんだ赤みの黄 |
| ウ ラ セ バ ル             | 3.9YR 6.5/4.5～<br>7.3YR 6.6/3.9 | くすんだ黄赤<br>灰 黄      |
| メ ア サ                 | 8.1YR 7.4/4.0                   | くすんだ赤みの黄           |
| サ ツ マ メ ア サ           | 5.7YR 5.9/4.6～<br>6.3YR 6.9/4.6 | くすんだ黄赤             |
| ボ カ ス ギ               | 4.3YR 6.9/4.3～<br>7.0YR 7.2/4.2 | くすんだ黄赤<br>くすんだ赤みの黄 |
| ヤ ナ セ ス ギ             | 4.6YR 6.4/4.8～<br>7.7YR 6.5/3.7 | くすんだ黄赤<br>灰 黄      |

ヒ ノ キ

|           |                                     |                                                  |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|
| ナ ン ゴ ウ ヒ | 6.9YR 7.8/3.9<br>～<br>8.5YR 8.1/3.6 | くすんだ赤みの黄<br>明るい灰黄<br>うすい黄赤                       |
| 地 ヒ ノ キ   | 6.0YR 7.4/4.8<br>～<br>8.0YR 7.8/4.2 | くすんだ黄赤<br>うすい赤みの黄<br>うすい黄赤<br>くすんだ赤みの黄<br>くすんだ黄赤 |

(イ)  $L^*a^*b^*$ 表色系における測定値の位置づけ

今回測定したスギ・ヒノキの試料の心材色は色相ではほとんどがY R（黄赤）と同じ表示となり微妙な色の差を表現することができない。

そこで、スギ・ヒノキの測定値の $L^*a^*b^*$ 表色系における色度座標上の位置づけを $a^*$ 値をx軸に $b^*$ 値をy軸にとった平面座標と $L^*$ を縦軸のみの座標（データのプロットが重ならないように横軸に幅を持たせた）に分けて図示したのが図9である。

なお、図中において3属性による表示との関係を見るため、3属性による表示の10種の各色相の標準（色相5）色の位置を実線で示し、さらにY Rの範囲を示す直線とスギについては $a^*b^*$ 座標上の0点からプロット集団の中心を貫く直線を破線で示した。

その結果、スギ心材の測定値の集団は標準的な黄赤（5 Y R）を中心付近に含んだバラツキをしているが今回の品種の中心は、少し赤に偏った位置づけであることが確認された。

ヒノキはスギよりも黄色が強く、ほとんどが標準的な黄赤（5 Y R）より黄色側に偏った位置づけであった。また、明度は全体的にヒノキの方が高い傾向にあった。

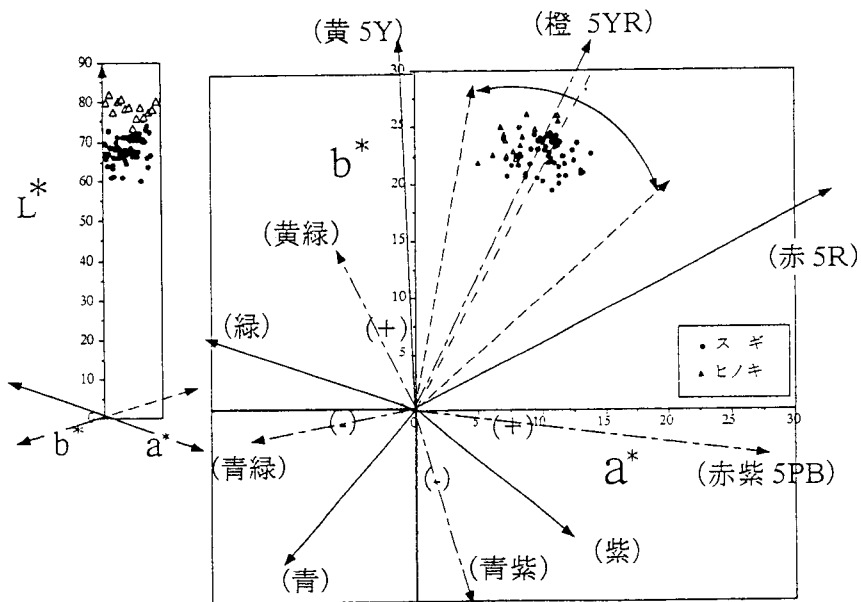


図9 試験したスギ・ヒノキ心材色の位置づけ

ウ スギの心材色と材質

図10は図9のスギの部分拡大したもので各品種を区分し示した。図中の中央斜線は $a^*b^*$ 座標上の0点からプロット集団の中心を貫く直線（おおむねY R4.5の線）である。

ここでスギ品種の材質特性と心材色の関係をさぐるため、この直線を境に本試験のグループ分けを試みた。境界線下方は比較的赤が強いグループ、上方は比較的黄色が強いグループ、及び両方に広く分布するグループの3つのグループとする。

それぞれのグループに属する品種をとりまとめたのが表5である。

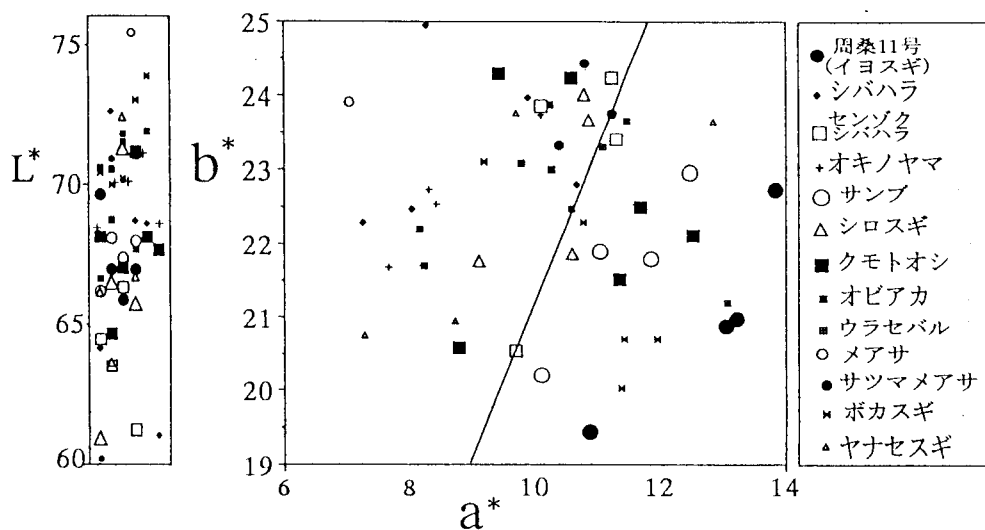


図10 供試スギ品種の心材色 (L\*a\*b\*表色系)

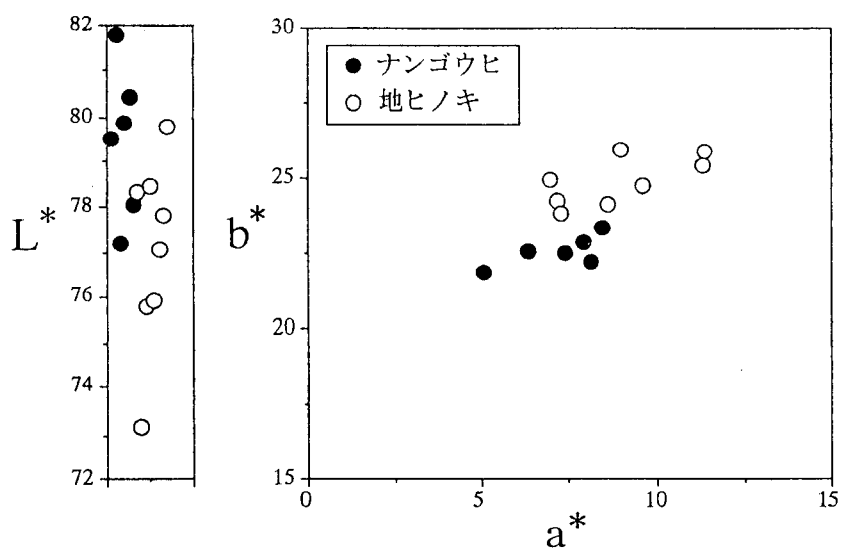


図11 供試ヒノキ品種の心材色 (L\*a\*b\*表色系)

表5 スギ在来品種の心材色による類型区分

| グループの色の性質        | 品 種                            |
|------------------|--------------------------------|
| 比較的赤味が強い         | サンプ 周桑11号                      |
| 比較的黄味が強い         | シバハラ、センゾクシバハラ、シロスギ、オビアカ、サツマメアサ |
| 上記2グループに広く分散して分布 | オキノヤマ、クモトオシ、ウラセバル、ボカスギ、ヤナセスギ   |

この結果と生材含水率の分布タイプ区分との関係をみたところ、

- ・ 比較的赤みの強いグループは生材含水率の心材の含水率の低いタイプ（タイプ1・3）の品種であった。
- ・ 比較的黄色の強い（今回の供試材は明度が低い）グループは生材含水率の心材の含水率の高いタイプ（タイプ2・4）の品種であった。
- ・ 広い範囲に分布するものは含水率タイプもバラバラであったが、黄色の強い個体の中で明度の高いものは含水率が低い傾向があった。

という生材含水率の心材含水率と関係のあることがわかった。

### (3) 品種の強度特性

#### ア 強度性能試験方法

我国の主要な造林樹種であるスギ・ヒノキのうち、多種の品種をもつスギについて品種の材質特性を解明するため、強度特性と関連づけた研究はいくつか報告されている<sup>10) 11) 12) 13) 14)</sup>。本試験では強度特性を評価するにあたり、供試材の採取地における品種林分の地位・林齢・保育管理などの条件を統一できないことから、評価の基準尺度として県精英樹の周桑11号を加え、各種材質指標の評価を行った。強度の評価は柱形状の実大曲げ性能試験により曲げ破壊係数、曲げヤング係数で行った。

- (ア) 供試木は各品種とも対象林分から伐採した3本の立木を丸太2本（長さ2.5m）に採材した合計6本（周桑11号のみ $4 \times 2 = 8$ 本）とし、両端で円盤を採取し基礎材質調査を行った。（図12参照）

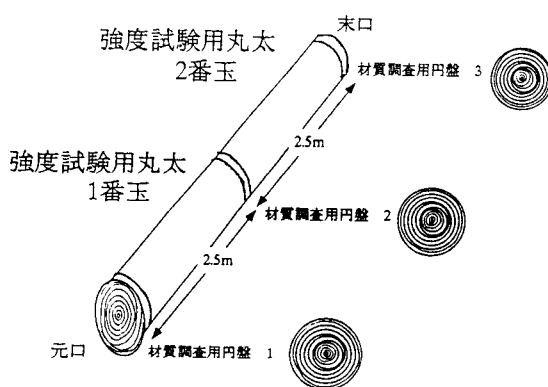


図12 材質試験の試験体採取位置

- (イ) 実大曲げ性能試験では実用利用面の評価を行うため、随が両断面の中心に位置するよう製材した心持の正角（可能な限り大きい断面に取る）で行った。

供試材は製材加工の後、背割りを入れることなく人工乾燥を行い、さらに挽き直しを行った結果、供試木の径級にバラツキがあったため4種（10.5, 9.0, 7.5, 6.0cm正角）の断

面形状となった。その内訳を表6に示す。

なお、人工乾燥時の温度が強度に与える影響や、強度に影響を与える節等の諸因子の検討は行っていない。

表6 供試材の製材寸法

| 供試材（正角）寸法        | 品 種 及 び 本 数 （本）                                                                                        |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10.5×10.5×210 cm | シバハラ（3）、オキノヤマ（3）、サンプ（5）<br>シロスギ（1）、クモトオシ（1）、オビアカ（1）<br>ウラセバル（6）、ヤナセ（3）、周桑11号（5）                        |
| 9.0× 9.0×210 cm  | シバハラ（3）、センゾクシバハラ（2）、<br>オキノヤマ（3）、サンプ（1）、シロスギ（3）<br>クモトオシ（4）、オビアカ（4）、ボカスギ（4）<br>ヤナセ（3）、周桑11号（2）、地ヒノキ（3） |
| 7.5× 7.5×210 cm  | センゾクシバハラ（4）、シロスギ（2）<br>クモトオシ（1）、オビアカ（1）、<br>サツマメアサ（6）、ボカスギ（2）<br>周桑11号（1）、ナンゴウヒ（3）、地ヒノキ（3）             |
| 6.0× 6.0×210 cm  | ナンゴウヒ（3）、地ヒノキ（2）                                                                                       |

(ウ) 曲げ破壊試験に先だって、死荷重積載による曲げヤング係数（ $E_d$ ）の測定と木口をハンマーで打撃し計測（株式会社リオン製FFTシグナルアナライザー SA-71）した基本振動周波数により求める動的ヤング係数（ $E_f$ ）の測定を行った。（図13参照）

死荷重積載によるヤング係数の測定においては、図14に示すように、10kg分銅5個を一定間隔で積載する方法により、曲げ破壊試験時のスパン（180cm）と一致した位置で測定した。

また、動的ヤング係数（ $E_f$ ）の測定においては材長を曲げ破壊試験時の材長210cmに統一している。

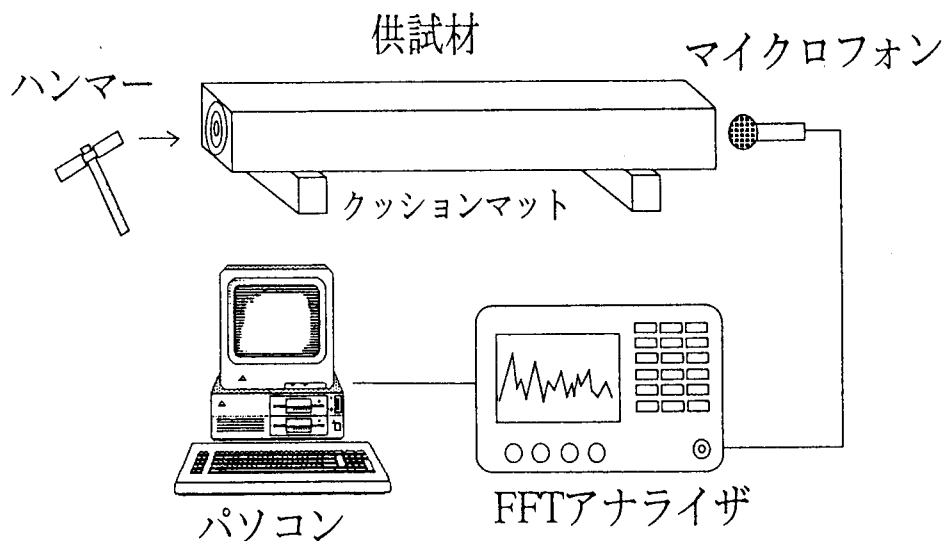


図13 打撃法による動的ヤング係数の測定方法

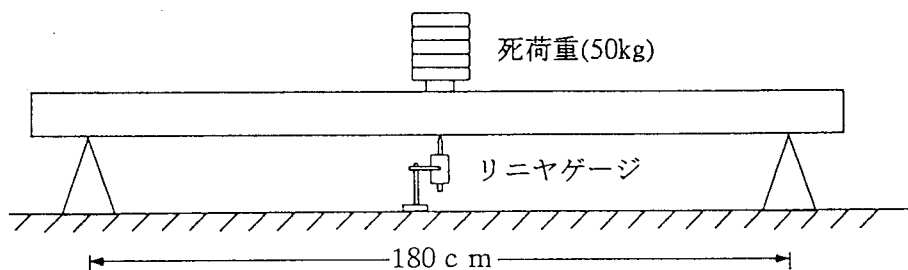


図14 死荷重による静的ヤング係数測定方法

(エ) 実大曲げ破壊試験は図15の模式図に示すとおり、3等分点2点荷重方式により全スパンを180cmとし、荷重点のスパンを60cmにとった結果、断面寸法によりスパンとはりせいの比がそれぞれ（10.5cm正角17.1倍、9cm正角20倍、7.5cm正角24倍、6cm正角（ヒノキのみ）30倍）となった。

荷重の条件として中立軸より下側（引っ張り側）に強度に影響する欠点の少ない部分となるように荷重面を決定した。

試験機はミネベア製10ton万能強度試験機により、破壊までの時間が10分前後となるようにクロスヘッドの移動量を5mm/min（ヒノキの一部は10mm/min）とした。

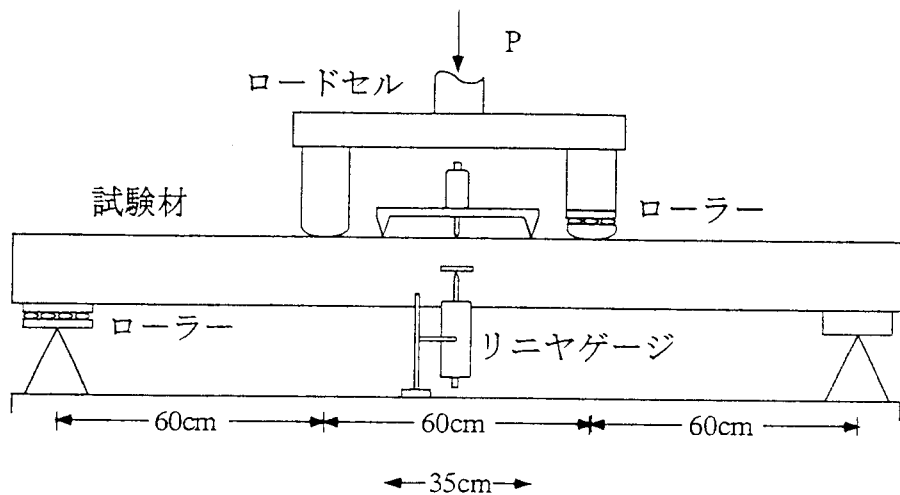


図15 正角の曲げ破壊係数（曲げ強さ）の測定方法

- (オ) 破壊試験の計測データから全スパンに対するヤング係数（MOE<sub>L</sub>）と中央1／3区間（モーメント一定区間 ヨーク長35cm）におけるたわみにより計算した曲げヤング係数（MOE<sub>I</sub>）、および曲げ比例限度応力、曲げ破壊係数（MOR）を測定した。

#### イ 強度性能試験結果

曲げ性能試験に先だって行った基礎材質調査結果について品種別の一覧表にしたのが表7であり、実大曲げ性能試験結果を一覧表にしたのが表8である。

表7 スギ・ヒノキ在来品種の材質調査一覧表

ス ギ

| 品 種 名       | 比重   | 材 質 調 査 項 目 |      |       |       |       |       |
|-------------|------|-------------|------|-------|-------|-------|-------|
|             |      | 平 均 年 輪 幅   |      |       |       | 偏 心 度 |       |
|             |      | 年輪幅Ⅰ        | 年輪幅Ⅱ | 平均晩材率 | 平均心材率 | 偏心度Ⅰ  | 偏心度Ⅱ  |
|             |      | mm          | mm   | %     | %     | %     | %     |
| 周桑11号(イヨスギ) | 0.33 | 4.0         | 7.0  | 8.3   | 60.6  | 119.1 | 104.3 |
| シ バ ハ ラ     | 0.43 | 2.9         | 4.5  | 16.2  | 58.1  | 110.8 | 104.3 |
| センゾクシバハラ    | 0.46 | 4.5         | 6.2  | 13.1  | 55.7  | 109.4 | 106.7 |
| オ キ ノ ヤ マ   | 0.42 | 4.5         | 4.9  | 11.9  | 54.7  | 110.9 | 107.0 |
| サ ン ブ       | 0.43 | 4.2         | 6.5  | 13.2  | 63.2  | 107.7 | 104.4 |
| シ ロ ス ギ     | 0.42 | 3.0         | 3.9  | 13.2  | 52.4  | 108.6 | 104.3 |
| ク モ ト オ シ   | 0.42 | 2.9         | 4.5  | 14.3  | 53.2  | 114.5 | 112.4 |
| オ ビ ア カ     | 0.38 | 3.9         | 4.7  | 10.8  | 49.9  | 133.8 | 108.2 |
| ウ ラ セ バ ル   | 0.35 | 4.2         | 4.8  | 10.4  | 54.2  | 127.9 | 103.5 |
| サ ツ マ メ ア サ | 0.37 | 3.4         | 4.2  | 10.8  | 39.1  | 130.8 | 111.2 |
| ボ カ ス ギ     | 0.36 | 4.0         | 4.7  | 8.9   | 40.7  | 110.9 | 103.4 |
| ヤ ナ セ       | 0.38 | 4.5         | 5.2  | 10.9  | 52.6  | 124.1 | 105.5 |
| 全 平 均       | 0.39 | 3.8         | 5.2  | 11.7  | 53.1  | 117.4 | 106.2 |
| 一番玉 平均      | 0.40 | 3.7         | 4.9  | 12.6  | 56.3  | 120.0 | 107.0 |
| 二番玉 平均      | 0.39 | 3.9         | 5.4  | 10.9  | 49.9  | 114.8 | 105.4 |
| 標準偏差        | 0.05 | 0.7         | 1.2  | 2.7   | 8.4   | 12.3  | 4.5   |
| 変動係数(%)     | 11.8 | 17.1        | 23.2 | 23.2  | 15.9  | 10.5  | 4.2   |
| 最小値         | 0.31 | 2.4         | 3.1  | 7.0   | 31.6  | 103.4 | 100.4 |
| 最大値         | 0.50 | 5.2         | 8.0  | 17.7  | 67.7  | 163.2 | 121.9 |

ヒ ノ キ

|           |      |      |      |      |      |       |       |
|-----------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| ナ ン ゴ ウ ヒ | 0.50 | 5.0  | 4.9  | 9.5  | 53.7 | 112.6 | 107.9 |
| 地 ヒ ノ キ   | 0.53 | 3.3  | 4.1  | 17.1 | —    | —     | —     |
| 全 平 均     | 0.52 | 4.0  | 4.4  | 13.8 | —    | —     | —     |
| 標準偏差      | 0.03 | 1.0  | 0.7  | 5.8  | —    | —     | —     |
| 変動係数(%)   | 5.2  | 25.3 | 15.5 | 41.6 | —    | —     | —     |
| 最小値       | 0.48 | 2.2  | 3.4  | 6.0  | —    | —     | —     |
| 最大値       | 0.58 | 5.1  | 5.4  | 23.1 | —    | —     | —     |

表 8 スギ・ヒノキ在来品種の曲げ性能試験結果一覧表

ス ギ

| 品 種 名       | 曲げ破壊<br>係 数<br>(MOR) | 曲 げ ヤ ン グ 係 数                                                               |                                                   |                                           |                                                   | 比 例 限<br>比 力<br>比 | 比 例 限<br>応 力<br>比 | 強度試験時<br>含水率 |
|-------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------|
|             |                      | E f (210)<br>(動的ヤング係数)<br>(kgf/cm <sup>2</sup> )<br>(tonf/cm <sup>2</sup> ) | E d w (180)<br>(死荷重積載)<br>(tonf/cm <sup>2</sup> ) | MOE L<br>(全 体)<br>(tonf/cm <sup>2</sup> ) | MOE $\phi$<br>(モメント一定)<br>(tonf/cm <sup>2</sup> ) |                   |                   |              |
| 周桑11号(イヨスギ) | 311.8                | 56.1                                                                        | 48.0                                              | 56.2                                      | 60.1                                              | 227.9             | 73.6              | 12.6         |
| シ バ ハ ラ     | 486.9                | 73.5                                                                        | 65.0                                              | 74.4                                      | 80.2                                              | 300.2             | 61.1              | 14.0         |
| センゾクシバハラ    | 535.4                | 91.9                                                                        | 79.2                                              | 91.0                                      | 104.1                                             | 325.2             | 60.8              | 13.2         |
| オ キ ノ ヤ マ   | 512.4                | 89.3                                                                        | 70.5                                              | 86.8                                      | 97.7                                              | 332.7             | 64.8              | 13.4         |
| サ ン ブ       | 519.3                | 83.8                                                                        | 69.2                                              | 86.4                                      | 94.9                                              | 298.4             | 57.7              | 13.3         |
| シ ロ ス ギ     | 522.3                | 79.7                                                                        | 69.2                                              | 79.0                                      | 88.4                                              | 314.3             | 60.2              | 13.5         |
| ク モ ト オ シ   | 467.6                | 98.3                                                                        | 79.3                                              | 91.2                                      | 100.3                                             | 295.7             | 64.4              | 14.4         |
| オ ビ ア カ     | 370.5                | 59.1                                                                        | 52.6                                              | 57.3                                      | 60.7                                              | 212.4             | 57.7              | 13.5         |
| ウ ラ セ バ ル   | 361.5                | 65.1                                                                        | 50.0                                              | 61.2                                      | 65.2                                              | 200.8             | 56.9              | 13.0         |
| サ ツ マ メ ア サ | 401.0                | 64.4                                                                        | 60.8                                              | 61.5                                      | 65.8                                              | 220.7             | 55.0              | 12.6         |
| ボ カ ス ギ     | 390.7                | 62.3                                                                        | 59.3                                              | 62.7                                      | 63.8                                              | 233.5             | 60.1              | 12.4         |
| ヤ ナ セ       | 402.8                | 75.9                                                                        | 62.5                                              | 74.0                                      | 78.9                                              | 250.1             | 62.7              | 12.9         |
| 全 平 均       | 436.7                | 74.4                                                                        | 63.4                                              | 73.0                                      | 79.5                                              | 266.6             | 61.6              | 13.2         |
| 一番玉 平均      | 423.9                | 70.0                                                                        | 58.8                                              | 68.4                                      | 76.0                                              | 256.9             | 61.0              | 13.8         |
| 二番玉 平均      | 449.5                | 78.9                                                                        | 67.9                                              | 77.6                                      | 82.9                                              | 276.2             | 62.1              | 12.7         |
| 標準偏差        | 87.8                 | 15.9                                                                        | 12.9                                              | 15.4                                      | 18.5                                              | 57.0              | 8.8               | 1.1          |
| 変動係数(%)     | 20.1                 | 21.4                                                                        | 20.3                                              | 21.2                                      | 23.3                                              | 21.4              | 14.4              | 8.1          |
| 最小値         | 268.8                | 48.4                                                                        | 42.5                                              | 45.5                                      | 42.5                                              | 165.1             | 35.8              | 11.3         |
| 最大値         | 588.7                | 103.5                                                                       | 90.4                                              | 100.3                                     | 121.2                                             | 398.7             | 93.2              | 18.3         |

ヒ ノ キ

|           |       |       |       |       |       |       |      |      |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| ナ ン ゴ ウ ヒ | 546.0 | 100.6 | 90.0  | 89.5  | 94.2  | 335.1 | 62.3 | 13.9 |
| 地 ヒ ノ キ   | 680.5 | 122.7 | 99.4  | 116.1 | 120.1 | 390.5 | 57.2 | 14.6 |
| 全 平 均     | 622.9 | 113.2 | 95.3  | 104.7 | 109.0 | 366.8 | 59.4 | 14.3 |
| 標準偏差      | 121.1 | 19.0  | 14.1  | 19.0  | 19.1  | 69.3  | 7.3  | 0.6  |
| 変動係数(%)   | 19.4  | 16.8  | 14.8  | 18.1  | 17.5  | 18.9  | 12.2 | 4.4  |
| 最小値       | 347.8 | 84.2  | 76.6  | 79.1  | 83.2  | 219.7 | 44.6 | 13.7 |
| 最大値       | 824.6 | 144.2 | 118.8 | 132.5 | 139.6 | 482.7 | 75.2 | 15.8 |

# ウ 実大曲げ性能試験結果及び考察

(ア) スギの曲げ破壊係数 (MOR) の試験材全体の平均値は $437\text{ kg f / cm}^2$ であり、範囲は $269 \sim 589\text{ kg f / cm}^2$ であった。これらはすべて建築基準法施行令第95条で示されているスギの材料強度 $225\text{ kg f / cm}^2$ を上まわっていた。この中には周桑11号の $269 \sim 356\text{ kg f / cm}^2$ も含まれている。また、ヒノキ正角全体のMOR平均値は $623\text{ kg f / cm}^2$ で、範囲は $348 \sim 825\text{ kg f / cm}^2$ にあり、これも建築基準法施行令第95条で示されているヒノキの材料強度 $270\text{ kg f / cm}^2$ を上回っていた。

なお、試験直後に破壊部分の近傍部2箇所で含水率測定用試片を採取し、全乾法にて供試材の含水率を測定 (破壊部両端の平均値) した結果、スギが平均 $13.2\%$  (min $11.3\%$  ~ max $18.3\%$ )、ヒノキが平均 $14.3\%$  (min $13.7\%$  ~ max $15.8\%$ ) であった。

(イ) 針葉樹の構造用製材の日本農林規格に定める機械等級区分製材の曲げ性能試験に準じた死荷重の曲げヤング係数 (Edw) も全て構造用材の基準をクリアしている (平均値 $63\text{ ton f / cm}^2$ 範囲 $43 \sim 90\text{ ton f / cm}^2$ )。また、真の曲げヤング係数 (MOEL) の平均値 $73\text{ ton f / cm}^2$ 範囲 $46 \sim 100\text{ ton f / cm}^2$ と全国平均 ( $74\text{ ton f / cm}^2$ )<sup>15)</sup>に近い値であった。

(ウ) 曲げ性能と正の相関にあった比重との関係について玉別に比重とMORの関係のみたのが図16であり、比重とMOELの関係のみたのが図17である。ほとんどの品種で曲げ強度特性にかかる数値において2番玉が1番玉を上回った。特に、曲げ弾性係数 (MOEL、MOEl、Edw、Ef) においてその傾向は著しかった。

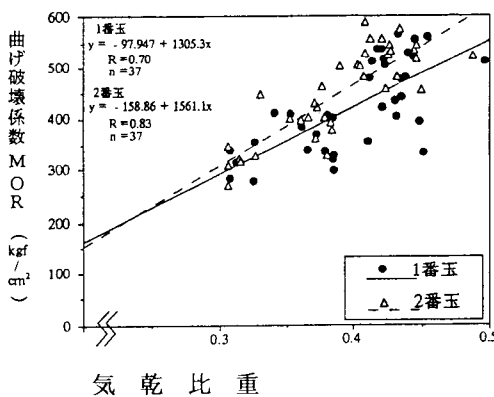


図16 スギ試験材の玉別の気乾比重と曲げ破壊係数(MOR)の関係

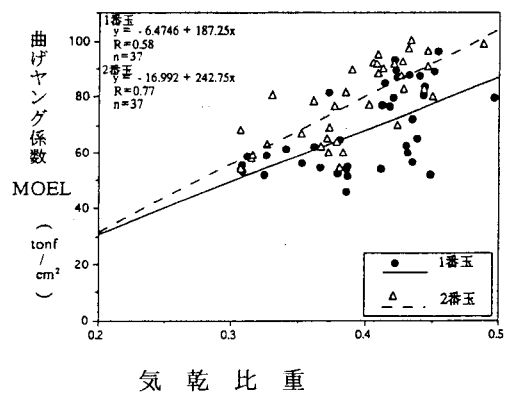


図17 スギ試験材の玉別の気乾比重と曲げヤング係数 (MOEL) の関係

(±) 死荷重積載による曲げヤング係数 ( $E d w$ ) の測定において、本試験では実大供試材として多種の寸法断面をもつ正角の強度性能を評価することとなり、材長が一定であることから、「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」に定める機械等級区分製材の曲げ性能試験の規定（スパン長をはりせいの17～21倍の間）を越えるものがでてきた。

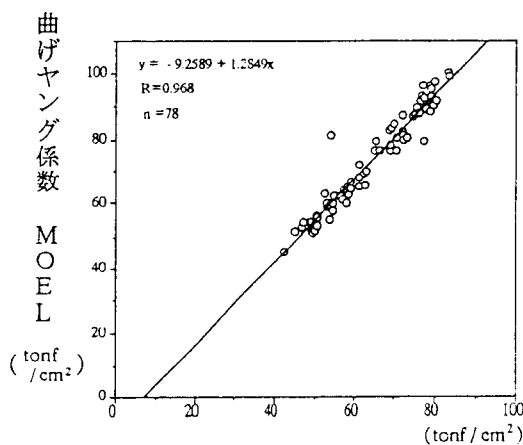
そこで、この死荷重積載による曲げヤング係数について、スパン長の影響をスギについてみた。つまり、異なるスパンの条件設定により測定した2種の曲げヤング係数と真のヤング係数 ( $MOEL$ ) の関係をみることにより推察した。

スパンの条件別に測定した2種の曲げヤング係数  $E d w$  を次のように区分する。

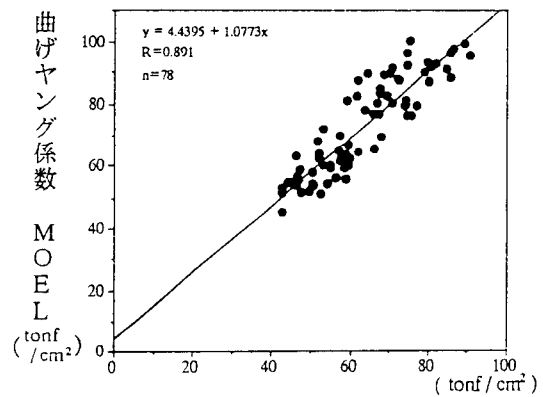
$E d w (h*20)$  — スパン長をはりせいの20倍にとり、供試材の中央をスパン中央に一致させ計測した  $E d w$

(10.5cm正角—スパン210cm、9cm正角—スパン180cm、7.5cm正角—スパン150cm)

$E d w (180)$  — 曲げ破壊試験のスパン長 (180cm) と一致させた位置で計測した  $E d w$   
測定したデータから  $E d w (h*20)$  と  $MOEL$  との関係を示したのが図18であり、 $E d w (180)$  と  $MOEL$  との関係を示したのが図19である。



死荷重積載ヤング係数  $E d w (h*20)$



死荷重積載ヤング係数  $E d w (180)$

図18 スギ試験材の測定方法別の死荷重積載ヤング係数と  $MOEL$  の関係  
( $E d w (h*20)$  と  $MOEL$ )

図19 スギ試験材の測定方法別の死荷重積載ヤング係数と  $MOEL$  の関係  
( $E d w (180)$  と  $MOEL$ )

検討結果は、

- (1) MOE Lとの関係はE d w (180) よりE d w (h\*20) の相関が高い。
- (2) 破壊試験時に計測したMOR及びMOE lとの関係においても破壊試験のスパン長と一致させて計測したE d w (180) よりE d w (h\*20) のほうが密接である。

以上のことから、供試材の材長、試験部分が著しく相違しない限り、多種の断面寸法正角の強度性能を評価する死荷重積載による曲げヤング係数の測定においては供試材のスパン長とはりせいの比を統一して計測した曲げヤング係数 (E d w) が評価の指標として優れていることが推察される。

#### エ スギ品種の材質に関する考察

- (ア) 試験材全体でみた曲げヤング係数 (MOE L) と曲げ破壊係数 (MOR) の関係には図20のように大きな正の相関があった。

また図20を部分拡大し各品種のデータの分散を示したのが図21であるが品種によってバラツキの大小はあるものの、曲げヤング係数の小さい品種は曲げ強度も小さく、大きい品種は曲げ強度も大きい傾向があった。このことは品種毎に丸太のヤング係数を数多く測定することにより、統計的に品種の強度特性を知ることの可能性を示唆している。

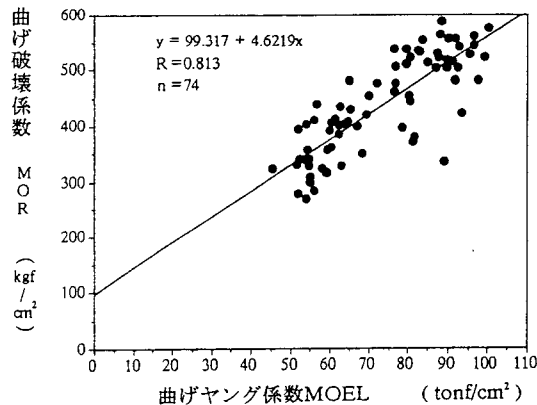


図20 スギ試験材の曲げヤング係数と曲げ破壊係数の関係

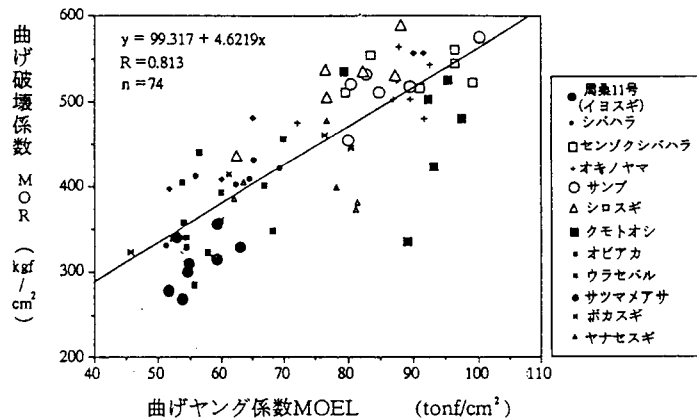


図21 スギ試験材の曲げヤング係数と曲げ破壊係数の関係 (品種別表示)

(イ) 保育技術のうち植栽密度が材質に及ぼす影響について、同一系統のスギにおいては植栽密度が高くなるほど年輪幅は狭くなり、晩材率・容積密度数は高くなるという報告がある<sup>16)</sup>。本試験においては植栽時の本数の確認ができないため、粗雑な方法であるが、各スギ品種の現存の立木密度と各材質指標（気乾比重、晩材率、平均年輪幅（I））との関係をみたところ、平均年輪幅（I）に關係（図22参照）がみつめられた。

品種が多種におよぶ今回のデータの気乾比重、晩材率には立木本数との関係はみつめられなかった。

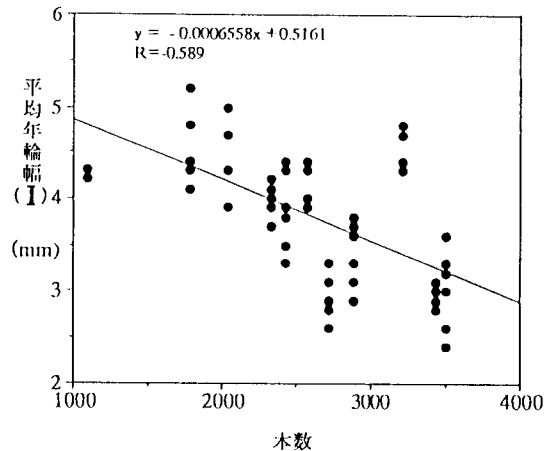


図22 現存立木本数（本／ha）と平均年輪幅（I）の關係

(ウ) 本試験の材質指標として調査した気乾比重と晩材率の間には図23に示すように正の相関がみられた。

そこで、多品種を試験した本試験においては立木密度に影響を受けていない気乾比重と曲げ破壊係数（MOR）の関係をみたのが図24である。

気乾比重の大きいものはMORも高くなる傾向がうかがえる。また本試験に供した品種の位置づけも比重の大きな品種ほどMOR値も高い傾向にあった。

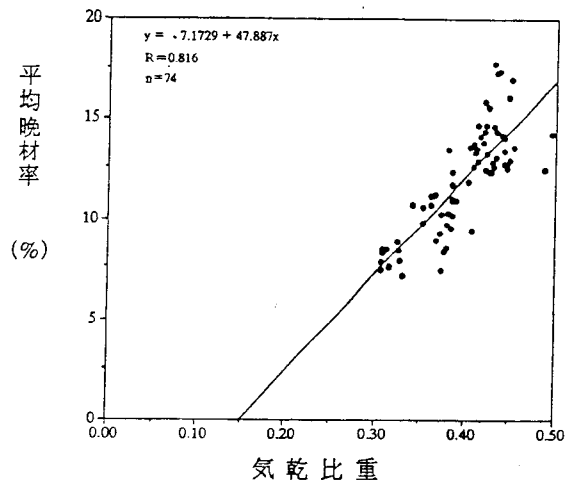


図23 スギ品種の気乾比重と平均晩材率の關係

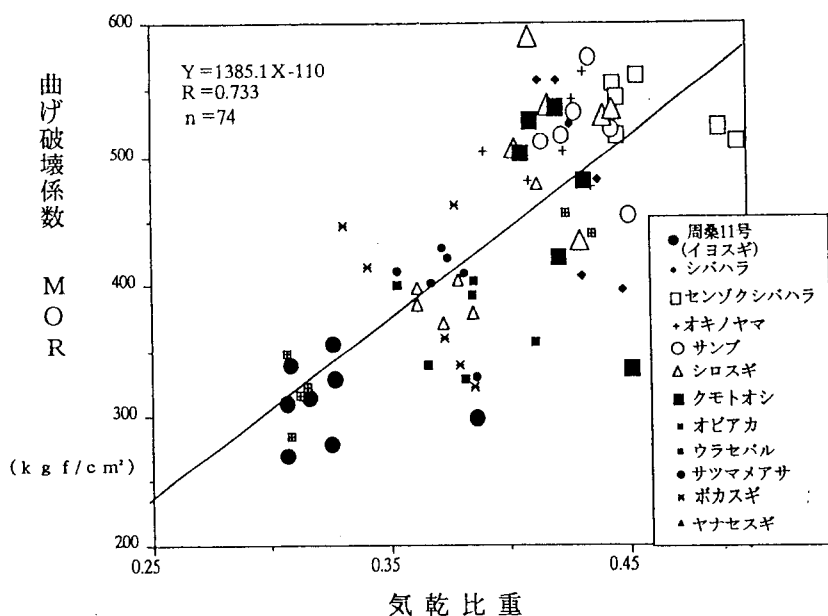


図24 スギの曲げ破壊係数 (MOR) と気乾比重の関係

(エ) スギ品種別の偏心率を示したのが図25だが、幹の直通性を示した前掲の図2と比較すると、幹の通直性 (根曲り、幹曲り) が悪いほど偏心率が高い傾向があり、真円性 (図1参照) との関係はみとめられないことから、偏心成長は幹の真円性よりも幹の通直性に影響されることが推測される。

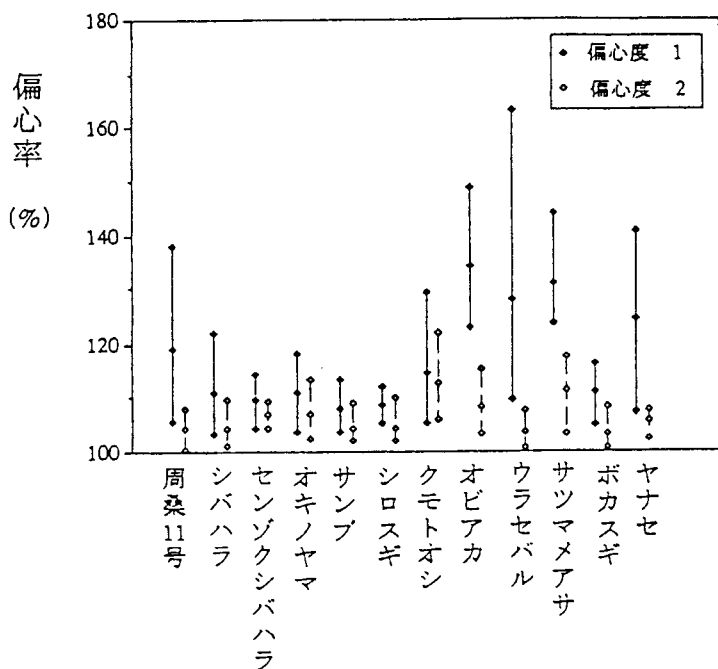


図25 スギ品種の偏心率

#### Ⅳ おわりに

品種の材質特性と愛媛県での適応性を知る手がかりを得ることを目的に本試験を実施した。限られた供試本数で利用上の品質における材質評価が主体となったが、結果、強度では成長特性に重点を置いて選抜した精英樹よりも在来品種の評価は高い傾向にあった。また一部の品種に心材の高含水率な性質を持つものもあり、林木の幹の形質・心材色の特性ととも利用目的によって選択する必要があることがわかった。そのほか材質の指標として調査した項目にいくつかの知見を得た。

本試験は研究期間が3年間の限られた中で、材質試験は本試験場の移転整備が完了した1年数ヶ月で伐採から製材まで自分たちで手がけた。

なお、扱った対象がスギの場合、材質が個体間においても、同一個体内の部位によっても、データにバラツキがでる材料であることから、今後、この結果を足がかりとして、品種の材質特性を解明するためには、

- ・ 強度特性のためには丸太（あるいは成熟材を含む製材品）のヤング係数等の統計処理に耐え得る試験数をこなすこと。
- ・ 成熟材部分での強度試験のデータをとること。
- ・ 材色については、光による変色（耐光性）や、市場で評価をうける材色の研究を進めること。
- ・ 乾燥上問題となる黒ジンの研究

など今後取り組むべき課題は多いと思われる。

最後に、この試験研究を実施するにあたりご協力いただいた県下各市町村、森林組合の方々及び試験材の採取にご配慮を賜った美川村の（故）新谷善孝氏、松山市の岡田啓氏、柳谷村の政木明氏ほか各位にお礼申し上げたい。

#### 引用文献

- 1) 昭和61年関西林育種場四国支場年報No.25：次代検定林の調査項目及びその基準，昭和61年9月30日61四育第675号
- 2) 矢沢亀吉・深沢和三：中部地方における人工植栽スギ材の成長状況と力学的性質との関係（第1報）木材学会誌2(5)：204（1956）
- 3) 三輪雄四郎：スギの品種別材質試験（Ⅰ）生材含水率について  
33回木材学会大会要旨集：31（1983）
- 4) 三輪雄四郎：スギの生材含水率分布について  
35回木材学会大会要旨集：31（1985）
- 5) 亀井淳介・津島俊治：スギ立木の水分分布について：日林九支研論集，No.41：221（1988）
- 6) 宮島 寛：九州のスギとヒノキ：P164－166，九州大学出版会（1989）

- 7) 萩山絃一ほか：第32回木材学会大会要旨集：217（1982）
- 8) 基多村洋子：内外産有用木材の測色値，林試研報，No.347：203（1987）
- 9) 基多村洋子：材色値の新しい判定チャート— $L^*a^*b^*$ 表色系から修正マンセルへ林業試験場報，No.226：7（1986）
- 10) 猪瀬 理・渋谷昌資：スギ材の強度特性，愛媛大学農演報第12号：77（1975）
- 11) 佐々木光・角谷和夫・滝野真二郎：スギ36品種の力学的性質，木材研究，資料，No.17：192（1983）
- 12) 見尾貞治・松本 昂・堤 寿一：スギ品種の木材性質について、九州産の在来スギ6品種による予備実験，九大農演報，55：187（1985）
- 13) 小田一幸・久田義則・堤 寿一：同一林分で生育したスギ品種内の木材性質のバラツキ，九大農演報，60：60（1974）
- 14) 藤田晋輔：鹿児島大学農学部演習林に植林されたスギ材の材質と利用（第3報）クモトオシスギ材の機械的性質と比重の関係，鹿大農演報，16：13（1988）ほか
- 15) 林 野 庁：構造用製材の強度等級区分に関する研究，昭和58年度林業試験場研究報告，No.25：196（1985）
- 16) 伊藤隆夫ほか：ヒノキ及びスギの材質に及ぼす植栽密度の影響，木材研究・資料，No.15：45（1980）
- 17) 日本木材学会 研究文化会報告書：木材の科学と利用技術Ⅱ 5 スギ （1991）
- 18) 日本木材学会 木材・木質構造研究会：構造用木材—強度データの収集と解析 （1988）