

平成7年度 農林水産省補助事業
技術開発研究推進事業
住宅部材安全性能向上等事業

南方樹等利用推進事業報告書

平成8年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

平成7年度 農林水産省補助事業
技術開発研究推進事業
住宅部材安全性能向上等事業

南方樹等利用推進事業報告書

平成8年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

南方樹等利用促進事業報告書
—— 早成樹等の耐久性向上及び変色防止技術開発 ——
(平成7年度)

~~~~~目 次~~~~~

|                       |             |
|-----------------------|-------------|
| まえがき                  |             |
| 1. 緒言 .....           | 1           |
| 2. 目的 .....           | 1           |
| 3. 経過の概要 .....        | 2           |
| 3. 1 委員会の名称及び構成 ..... | 2           |
| 3. 2 委員会等の開催 .....    | 2           |
| 3. 3 成果の概要 .....      | 2           |
| 4. 試験研究の成果 .....      | 3           |
| 4. 1 試験材の概要 .....     | 3           |
| 4. 2 かび抵抗性試験 .....    | 5           |
| 4. 2. 1 試験方法 .....    | 5           |
| 4. 2. 2 試験結果 .....    | 6           |
| 4. 3 耐朽性試験 .....      | 12          |
| 4. 3. 1 試験方法 .....    | 12          |
| 4. 3. 2 試験結果 .....    | 12          |
| 4. 4 耐蟻性試験 .....      | 23          |
| 4. 4. 1 試験方法 .....    | 23          |
| 4. 4. 2 試験結果 .....    | 23          |
| 4. 5 耐候性試験 .....      | 25          |
| 4. 5. 1 試験方法 .....    | 25          |
| 4. 5. 2 試験の結果 .....   | 26          |
| 4. 6 乾燥による収縮性試験 ..... | 35          |
| 4. 6. 1 試験方法 .....    | 35          |
| 4. 6. 2 試験の結果 .....   | 35          |
| 5. 考察 .....           | 39          |
| 6. 今後の課題 .....        | 40          |
| 7. 参考資料 .....         | 40～<br>56まで |

## 1. 緒 言

環境保全、森林資源の持続的利用を旗印に、世界的に森林伐採の跡地には植林される傾向が高まり、さらには一步進んで荒廃地や耕作放棄地にも植林される傾向が高まっている。その結果、かつてはあまり植林が行われなかった熱帯地域だけを取り上げても、現在では年間180万haもの植林が行われ、人工林の総面積はすでに3000万haに達している。

そこに植林される樹種は、手間のかかる稚樹の期間をなるべく早く終了し、さらに収穫までの期間を短縮しようとする経済的観点から、初期生長量の大きい、いわゆる早成樹であることが多い。例えば、ユーカリ、フェルカータ、アカシアマンギウム、カリビアパインなどである。農業との両立をはかるアグロフォレストリーとして、初期生長の遅い樹種（例えばチークやマホガニー）の稚樹が育成されることもあるが、そのような事例は現状でも依然として少数に留まっている。

今後の資源問題を考えるとき、これら早成樹の材質的な欠点を改善して、より付加価値の高い部材として有効利用することは極めて重要であり、緊急性の高い課題である。とくに熱帯産の早成樹は、その高温多湿の気象状況のため腐朽や、カビによる変色等の汚染が発生しやすいと見込まれる。

それらの問題点を克服し、これまでの主たる用途であったパルプ用よりも高い付加価値を持つ素材として取り引きされるならば、新たな植林意欲を喚起することとなり、結果として地球環境の保全にもつながるであろう。

## 2. 目 的

前年度においては、早成樹の資源の状況、蓄積及び材質（とくにカビ汚染性、耐朽性、薬品注入性）について、既往の文献等の資料収集を行うとともに、その分析を行った。その結果、資源量や材質について多数の貴重な資料が収集され、分析された。材質に関しては、早成樹はおおむね、かび抵抗性、耐朽性、耐候性ともに低いものが多く、耐久性を求められる用途、美観を求められる用途への利用にあたっては保存処理の必要性が伺われた。しかし、資料により矛盾する結果が示されている事例や一部のデータが欠けている事例もあり、統一した基準にもとづく試験の必要性が認められた。

そこで今年度は、代表的な早成樹12樹種について、統一的な基準にもとづいて、①かび抵抗性試験、②耐朽性試験、③耐蟻性試験、④耐候性試験、⑤乾燥による収縮性試験を行うこととした。

なお、各試験の実施にあたっては、①および③は京都大学木質科学研究所、②は奈良県林業試験場、④は農林水産省森林総合研究所、⑤は横浜国立大学教育学部、で行うこととした。

### 3. 経過の概要

本事業を実施するため学識経験者に委嘱して委員会を組織し、その指導のもとに必要な試験研究を実施した。

委員会の構成、開催及び試験研究の概要は次の通りである。

#### 3. 1 委員会の名称及び構成

(1) 名称：早成樹等の耐久性向上及び変色防止技術開発委員会

(2) 構成：

|     |       |               |
|-----|-------|---------------|
| 委員長 | 矢田 茂樹 | 横浜国立大学教育学部    |
| 委員  | 飯島 倫明 | 東京農業大学農学部     |
| 委員  | 今村 祐嗣 | 京都大学木質科学研究所   |
| 委員  | 大越 誠  | 農林水産省森林総合研究所  |
| 委員  | 信田 聡  | 東京大学農学部       |
| 委員  | 柴田 直明 | 長野県林業総合センター   |
| 委員  | 角田 邦夫 | 京都大学木質科学研究所   |
| 委員  | 中村 嘉明 | 奈良県林業試験場      |
| 委員  | 西本 孝一 | 京都大学名誉教授      |
| 委員  | 萩尾 勝彦 | 住友林業株式会社筑波研究所 |
| 委員  | 福田 清春 | 東京農工大学農学部     |
| 事務局 | 岩崎 克己 | (社)日本木材保存協会   |

#### 3. 2 委員会等の開催

平成7年7月28日(金)に第1回委員会を開催し、平成7年度の事業計画を策定した。以後、担当委員によって試験研究を実施し、平成8年3月7日(木)に第2回委員会を開催して、担当委員からそれぞれの成果報告がなされ討議検討のうえ、平成7年度事業報告書の作成内容を決定した。

#### 3. 3 成果の概要

試験研究の対象とした早成樹12樹種について、奈良県林業試験場で試験片を作成したのち、各委員によって、①かび抵抗性試験、②耐久性試験、③耐蟻性試験、④耐候性試験、⑤乾燥による収縮性試験、が行われた。

これらの成果は、次章に詳述する。

## 第4章 試験研究の成果

### 4.1 試験材の概要

昨年度に当委員会が作成した南方樹等利用促進事業報告書中の早成樹ファイルに挙げた樹種の中から、今年度に入手できた樹種は、次のとおりである。なお、表4-1に一般名を記すが、学名等は早成樹ファイルならびに表4-2に示すとおりである。

それらは、4.2 かび抵抗性試験、4.3 耐朽性試験 4.14 耐蟻性試験  
4.5 耐候性試験 等において共通の試験材として供試した。

表4-1 早成樹の樹種名および産地

| 樹種名             | 産地および輸出港の概要 | 入手形態           | その他参考事項  |
|-----------------|-------------|----------------|----------|
| ソ連産カラマツ         | 北洋産材        | 生材丸太を入手、       | 辺材部の採取不能 |
| ラジアタパイン         | ニュージーランド産材  | 生材丸太を入手、       | 良材       |
| カメレレ            | ソロモン諸島産材    | 生材丸太を入手、       | 良材       |
| カメレレ            | インドネシア産材    | 乾燥板材を入手、       | 辺心材区別不能  |
| アルビジャ<br>ファルカータ | インドネシア産材    | 乾燥板材を入手        |          |
| 同 上             | フィリピン産材     | 防かび処理済み乾燥板材を入手 |          |
| サザンパイン          | 米国産材        | 乾燥板材を入手        |          |
| ジェミリーナ          | フィリピン産材     | 乾燥板材を入手        |          |
| ホワイトポプラ         | 中国産材（北部地帯）  | 未乾燥板材を入手、      | 推定樹令14年  |

表 4 - 1 早成樹の樹種名および産地（つづき）

| 樹種名            | 産地および輸出港の概要 | 入手形態                               | その他参考事項 |
|----------------|-------------|------------------------------------|---------|
| アカシア<br>マンギューム | インドネシア産乾燥板材 | 乾燥板材を入手、                           | 辺心材区別不能 |
| カリビヤマツ         | インドネシア産乾燥材  | 乾燥板材を入手、                           | 辺心材区別不能 |
| ユーカリ           | オーストラリア産材   | 乾燥板材を入手、<br>自然木（老木）と<br>更新木（若木）に区分 |         |

表中、生材丸太で入荷したソ連産カラマツ、ラジアタパイン、カメレレについては、厚さ約30mmの板に製材した後、熱風乾燥機を用いて乾燥を行い、気乾材に調湿した。また、未乾燥板材で入荷したホウトポプラは、板材のまま同様にして、気乾材に調湿した。

また、フィリピン産のアルビジア ファルカータ（パラセリアンセス）は、予備試験として行なった耐朽性試験結果において、オオウズラタケに対する辺材の耐朽性が、心材の耐朽性を著しく上回ったことから考察して、防かび薬剤による処理済み乾燥板材であったと判断した。したがって、それ以降の耐朽性試験の供試材としては採用しなかった。

なお、試験材の調達については、主に富洋木材（株）、住友林業（株）より多大なご協力を頂いた。ここに深甚なる謝意を表します。

## 4.2 かび抵抗性試験

今後、原料あるいは材料として供給が期待され、日本で入手できる早成樹の基礎的性質を理解するために、素材のかび抵抗性を室内試験で評価した。かび抵抗性が樹種によって異なる事実は、防かび処理が必要か否かを決定したり、防かび処理薬液濃度の設定などに不可欠の情報である。

### 4.2.1 試験方法

1995年に改正された(社)日本木材保存協会規格第2号『木材用防かび剤の効力試験方法』に準じて試験を行った。

#### (1) 供試樹種

調達できた下記の9樹種から心辺材を可能な限り区別して供試した。

サザンパイン(心材、辺材)、ラジアータパイン(心材、辺材)、カラマツ(心材、辺材)、ホワイトポプラ、ファルカータ、カリビアマツ、アカシヤマンギウム、イエマネ(=ジェミリーナ)、カメレレ

#### (2) 試験体寸法および形状

20×3×50mmの直方体(20×50mm面が板目)の試験体を健全部から採取した。なお、試験体数は1菌種当り6枚とした。

#### (3) 供試菌

使用した供試菌5種は次の通りであった。

*Aspergillus niger* van Tieghem IFO 6341=ATCC 6275

*Penicillium funiculosum* Thom.(旧名*Penicillium luteum* Zukal) IFO 6345=ATCC 9644

*Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arnaud IFO 6353=IAM F-24(H. Iizuka)

*Gliocladium virens* Miller, Giddens & Foster (旧名*Trichoderma viride* T-1)

IFO 6355=ATCC 9645

*Rhizopus stolonifer* (Ehrenberg:Fries) Vuillemin SN 32(旧名*Rhizopus oryzae* Went

& Prinsen-Geerligs;*Rhizopus nigricans* Ehrenberg SN 32) IFO 31005

#### (4) 供試菌の培養

下記の組成をもつ培養基50mlを100ml容の三角フラスコに入れ、蒸気滅菌したものに、供試菌各種を接種した。26±2°C、関係湿度70~80%の条件で菌叢が培養基全面を覆うまで1~2週間培養した。

培養基の組成：麦芽抽出物10g、ペプトン5g、グルコース25g、リン酸二水素カリウム3g、硫酸マグネシウム(七水和物)2g、寒天20gを蒸留水1,000mlに溶解させたもの

#### (5) 試験容器

直径90mm、深さ20mmの滅菌ペトリ皿を試験容器とした。ペトリ皿に蒸気殺菌した2%寒天液15~20mlを注加・固化させた後、ポリプロピレン製ネットを敷き、こ



の上に滅菌した同一樹種の試験体3枚を置いた。試験体表面をかび生育に好適な含水率にするため、0.005%のスルフォコハク酸ジオクチルナトリウムを含む滅菌蒸留水をピペットで試験体3枚当たり2mlまいた。

#### (6) 孢子懸濁液（接種源）の調製

0.2%麦芽抽出物水溶液にスルフォコハク酸ジオクチルナトリウムを加え、その濃度を0.005%に調製した液を蒸気滅菌後、室温に冷却したもの50mlを三角フラスコ内で生育した菌叢上に注加・攪拌し、回収した約50mlの液を孢子懸濁液とした。孢子懸濁液は試験体への菌の接種源として用いた。

#### (7) 培養方法

ペトリ皿内に置かれた含水率調整が終了した試験体3枚について、2mlの孢子懸濁液をピペットで試験体の表面にまき、温度 $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、関係湿度70~80%で4週間培養した。

#### (8) 観察と評価

各試験体について菌の発育状況を1週間ごとに実体顕微鏡下で観察し、下記の評価値にしたがって記録した。

評価値 0：試験体にかびの生育が観察されない

1：試験体の側面（50 x 3mm面）にのみかびの生育が観察される

2：試験体の上面（50 x 20mm面）にかびの生育が観察されるが、生育範囲は面積の1/3以下である

3：試験体の上面にかびの生育が観察され、生育範囲は面積の1/3以上である

記録した評価値から各菌種ごとに平均評価値を求め、平均評価値の合計を算出した。

#### 4.2.2 試験結果

樹種別、心辺材別のかび抵抗性の菌接種後の経時的変化と評価値が"3"に達した時間（3D：培養開始後3日、3D~1W：3日~1週間、1W~2W：1~2週間、3W~4W：3~4週間、-：4週間では到達せず）を表4-2~13に示している。

樹種別にかび抵抗性を比較してみると、イエマネ（ジェミリーナ）とカメレレが平均評価値の合計がそれぞれ11.0と10.3であり、他樹種よりはわずかにかび抵抗性が高かったが、5種の供試菌はいずれも試験体で生育できたことが確認された。

通常、野外で観察される製材品や丸太のかびあるいは変色菌による汚染は辺材部に限定されていることが多い。しかしながら、今回の結果はサザンパイン、ラジアータパイン、カラマツでは、心材と辺材との間にかび抵抗性の差はほとんどなく、平均評価値の合計が14~15であった。すなわち、試験体表面の1/3以上にかびの生育が観察された場合が多かったことを示している。上述の通り、孢子懸濁液が0.2%麦芽抽出物水溶液で調製されており、菌にとってはたとえ心材であっても生育に十分な栄養が補給された条件であったことが想定される。そこで、栄養物をまったく含まない蒸留水で孢子懸濁液を調製

した場合のかび抵抗性を把握しておく必要がある。

表4-2 かび抵抗性の経時的変化 (サザンパイン心材)

| 菌種                      | 平均評価値 |     |     |     |     | 評価値が3に到達した時間 | 4週後の平均評価値の合計 |
|-------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------|--------------|
|                         | 3日後   | 1週後 | 2週後 | 3週後 | 4週後 |              |              |
| Aspergillus niger       | 2.3   | 2.8 | 3.0 |     |     | 1W~2W        | 14.0         |
| Penicillium funiculosum | 2.0   | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | -            |              |
| Aureobasidium pullulans | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |
| Gliocladium virens      | 2.8   | 3.0 |     |     |     | 3D~1W        |              |
| Rhizopus stolonifer     | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |

表4-3 かび抵抗性の経時的変化 (サザンパイン辺材)

| 菌種                      | 平均評価値 |     |     |     |     | 評価値が3に到達した時間 | 4週後の平均評価値の合計 |
|-------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------|--------------|
|                         | 3日後   | 1週後 | 2週後 | 3週後 | 4週後 |              |              |
| Aspergillus niger       | 3.0   |     |     |     |     | 3D           | 15.0         |
| Penicillium funiculosum | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |
| Aureobasidium pullulans | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |
| Gliocladium virens      | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |
| Rhizopus stolonifer     | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |

表4-4 かび抵抗性の経時的変化 (ラジアータパイン心材)

| 菌種                      | 平均評価値 |     |     |     |     | 評価値が3に到達した時間 | 4週後の平均評価値の合計 |
|-------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------|--------------|
|                         | 3日後   | 1週後 | 2週後 | 3週後 | 4週後 |              |              |
| Aspergillus niger       | 2.3   | 3.0 |     |     |     | 3D~1W        | 14.01        |
| Penicillium funiculosum | 2.0   | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | -            |              |
| Aureobasidium pullulans | 2.8   | 3.0 |     |     |     | 3D~1W        |              |
| Gliocladium virens      | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |
| Rhizopus stolonifer     | 1.7   | 1.7 | 1.8 | 2.3 | 3.0 | 3W~4W        |              |

表4-5 かび抵抗性の経時的変化（ラジアータパイン辺材）

| 菌種                      | 平均評価値 |     |     |     |     | 評価値が3に到達した時間 | 4週後の平均評価値の合計 |
|-------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------|--------------|
|                         | 3日後   | 1週後 | 2週後 | 3週後 | 4週後 |              |              |
| Aspergillus niger       | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |
| Penicillium funiculosum | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |
| Aureobasidium pullulans | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |
| Gliocladium virens      | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |
| Rhizopus stolonifer     | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |

表4-6 かび抵抗性の経時的変化（カラマツ心材）

| 菌種                      | 平均評価値 |     |     |     |     | 評価値が3に到達した時間 | 4週後の平均評価値の合計 |
|-------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------|--------------|
|                         | 3日後   | 1週後 | 2週後 | 3週後 | 4週後 |              |              |
| Aspergillus niger       | 3.0   |     |     |     |     | 3D           | 15.0         |
| Penicillium funiculosum | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |
| Aureobasidium pullulans | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |
| Gliocladium virens      | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |
| Rhizopus stolonifer     | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |

表4-7 かび抵抗性の経時的変化（カラマツ辺材）

| 菌種                      | 平均評価値 |     |     |     |     | 評価値が3に到達した時間 | 4週後の平均評価値の合計 |
|-------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------|--------------|
|                         | 3日後   | 1週後 | 2週後 | 3週後 | 4週後 |              |              |
| Aspergillus niger       | 2.3   | 2.5 | 3.0 |     |     | 1W~2W        | 14.0         |
| Penicillium funiculosum | 2.0   | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | -            |              |
| Aureobasidium pullulans | 2.8   | 3.0 |     |     |     | 3D~1W        |              |
| Gliocladium virens      | 2.8   | 3.0 |     |     |     | 3D~1W        |              |
| Rhizopus stolonifer     | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |

表4-8 かび抵抗性の経時的変化（ホワイトポプラ）

| 菌 種                     | 平均 評 価 値 |     |     |     |     | 評価値が3に<br>到達した時間 | 4週後の平均<br>評価値の合計 |
|-------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|------------------|------------------|
|                         | 3日後      | 1週後 | 2週後 | 3週後 | 4週後 |                  |                  |
| Aspergillus niger       | 3.0      |     |     |     |     | 3D               | 15.0             |
| Penicillium funiculosum | 3.0      |     |     |     |     | 3D               |                  |
| Aureobasidium pullulans | 3.0      |     |     |     |     | 3D               |                  |
| Gliocladium virens      | 3.0      |     |     |     |     | 3D               |                  |
| Rhizopus stolonifer     | 3.0      |     |     |     |     | 3D               |                  |

表4-9 かび抵抗性の経時的変化（ファルカータ）

| 菌 種                     | 平均 評 価 値 |     |     |     |     | 評価値が3に<br>到達した時間 | 4週後の平均<br>評価値の合計 |
|-------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|------------------|------------------|
|                         | 3日後      | 1週後 | 2週後 | 3週後 | 4週後 |                  |                  |
| Aspergillus niger       | 3.0      |     |     |     |     | 3D               | 15.0             |
| Penicillium funiculosum | 3.0      |     |     |     |     | 3D               |                  |
| Aureobasidium pullulans | 3.0      |     |     |     |     | 3D               |                  |
| Gliocladium virens      | 3.0      |     |     |     |     | 3D               |                  |
| Rhizopus stolonifer     | 3.0      |     |     |     |     | 3D               |                  |

表4-10 かび抵抗性の経時的変化（カリビアマツ）

| 菌 種                     | 平均 評 価 値 |     |     |     |     | 評価値が3に<br>到達した時間 | 4週後の平均<br>評価値の合計 |
|-------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|------------------|------------------|
|                         | 3日後      | 1週後 | 2週後 | 3週後 | 4週後 |                  |                  |
| Aspergillus niger       | 2.8      | 3.0 |     |     |     | 3D~1W            | 14.8             |
| Penicillium funiculosum | 2.2      | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | -                |                  |
| Aureobasidium pullulans | 3.0      |     |     |     |     | 3D               |                  |
| Gliocladium virens      | 3.0      |     |     |     |     | 3D               |                  |
| Rhizopus stolonifer     | 3.0      |     |     |     |     | 3D               |                  |

表4-11 かび抵抗性の経時的変化（アカシアマンガウム）

| 菌種                      | 平均評価値 |     |     |     |     | 評価値が3に到達した時間 | 4週後の平均評価値の合計 |
|-------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------|--------------|
|                         | 3日後   | 1週後 | 2週後 | 3週後 | 4週後 |              |              |
| Aspergillus niger       | 3.0   |     |     |     |     | 3D           | 14.3         |
| Penicillium funiculosum | 2.2   | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | -            |              |
| Aureobasidium pullulans | 2.7   | 2.7 | 3.0 |     |     | 1W~2W        |              |
| Gliocladium virens      | 2.8   | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | -            |              |
| Rhizopus stolonifer     | 3.0   |     |     |     |     | 3D           |              |

表4-12 かび抵抗性の経時的変化 [イエマネ (=ジェミリーナ)]

| 菌種                      | 平均評価値 |     |     |     |     | 評価値が3に到達した時間 | 4週後の平均評価値の合計 |
|-------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------|--------------|
|                         | 3日後   | 1週後 | 2週後 | 3週後 | 4週後 |              |              |
| Aspergillus niger       | 2.0   | 3.0 |     |     |     | 3D~1W        | 11.0         |
| Penicillium funiculosum | 2.2   | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | -            |              |
| Aureobasidium pullulans | 2.8   | 3.0 |     |     |     | 3D~1W        |              |
| Gliocladium virens      | 1.0   | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | -            |              |
| Rhizopus stolonifer     | 2.0   | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | -            |              |

表4-13 かび抵抗性の経時的変化（カメレレ）

| 菌種                      | 平均評価値 |     |     |     |     | 評価値が3に到達した時間 | 4週後の平均評価値の合計 |
|-------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------------|--------------|
|                         | 3日後   | 1週後 | 2週後 | 3週後 | 4週後 |              |              |
| Aspergillus niger       | 2.3   | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | -            | 10.3         |
| Penicillium funiculosum | 1.7   | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | -            |              |
| Aureobasidium pullulans | 1.5   | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | -            |              |
| Gliocladium virens      | 2.0   | 2.0 | 2.0 | 2.3 | 2.3 | -            |              |
| Rhizopus stolonifer     | 2.0   | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | -            |              |

かび抵抗性の経時的変化を見てみると、評価値が3に達する場合には1週間以内であることが多く、3～4週間後に評価値が3になることは稀であった。時間の経過にしたがって緩慢に供試菌が試験体上に生育することもほとんどなく、ある程度まで短期間で生育してしまって、その後の成長が抑止されることが2, 3の事例で観察されたにすぎない。

試験条件が供試菌の生育にとって余りにも好適すぎて、樹種別のかび抵抗性、同一樹種の心材と辺材のかび抵抗性の相違などが的確に評価されたかははなはだ疑問である。しかしながら、いずれの供試菌も条件さえよければ、程度の差はあるもののどの樹種であっても生育できることであり、変色菌やかび汚染のない丸太や製材品の供給には何らかの『防かび処理』が不可欠であることを示唆する結果であったと言えよう。

#### 4. 3 耐朽性試験

##### 4. 3. 1 試験方法

表4-14に、試験材について一般的な樹種名、学名および針・広葉樹の別、試験体の採取部位（辺材、心材等）、試験体寸法、等を示した。なお、ユーカリ材については、原材料から、中心（樹心部）、中間（中間部）、外側（周辺部）と区分して試験体を採取したが、何れの部位も心材に相当する材部であった。

耐朽性試験は、JIS Z 2101 (1994) 「木材の試験方法」に示された耐朽性試験方法に準拠して行った。供試菌には、オオウズラタケ (*T. Palustris*) FFPRI 0507 およびカワラタケ (*C. Versicolor*) FFPR 1030 を用い、8週間の実験室的強制腐朽操作を施した。供試試験体は一辺2cmの立方体として、可能な限りその数は12体を腐朽させた。培地面へは木口面を対峙させて設置した。

##### 4. 3. 2 試験結果

試験結果は、表4-15に早生樹の耐朽性試験結果として、供試菌別の平均質量減少率で示した。さらにそれらの内容を表すために、表4-16-(1)～(6)に、樹種別に、辺・心材別に、個々の試験体の質量減少率(%)を示した。この意図は、耐朽性に関する既往の成果が稀な樹種もあり、その腐朽状況を如実に示すためである。ちなみに、ジェミリーナの心材・辺材のオオウズラタケ腐朽にその極端な例を見ることができる。

耐朽性を評価するにあたって、目安として表4-17 耐朽性の評価基準（仮設定）に示したとおり、針葉樹材についてはオオウズラタケへの抵抗性の高低を、広葉樹材については、カワラタケへの抵抗性の高低をもって判断することにした。

表4-14 供試材料

| 樹種名       | 産地       | 部位   | 試験体寸法   |     | 学名                           |
|-----------|----------|------|---------|-----|------------------------------|
| ソ連産カラマツ   |          | 心材   | 2×2×2cm | 針葉樹 | Larix dahurica Turcz.        |
|           |          | 辺材   | 2×2×2cm |     |                              |
| ラジアータパイン  | ニュージーランド | 心材   | 2×2×2cm | 針葉樹 | Pinus radiata D. Don         |
|           |          | 辺材   | 2×2×2cm |     |                              |
| ファルカタ     | インドネシア   | 心材   | 2×2×2cm | 広葉樹 | Albizia Paraserianthes       |
|           |          | 辺材   | 2×2×2cm |     |                              |
| サザンパイン    | 米国       | 心材   | 2×2×2cm | 針葉樹 |                              |
|           |          | 辺材   | 2×2×2cm |     |                              |
| ジェミリーナ    | フィリピン    | 心材   | 2×2×2cm | 広葉樹 | Gmelina arborea L.           |
|           |          | 辺材   | 2×2×2cm |     |                              |
| カメレレ      | ソロモン諸島   | 心材   | 2×2×2cm | 広葉樹 | Eucalyptus deglupta Bl.      |
|           |          | 辺材   | 2×2×2cm |     |                              |
| カメレレ      | インドネシア   | 区別なし | 3×3×1cm | 広葉樹 | Eucalyptus deglupta Bl.      |
|           |          |      |         |     |                              |
| ホワイトポプラ   | 中国       | 区別なし | 3×3×1cm | 広葉樹 | Salicaceae Populus alba L.   |
|           |          |      |         |     |                              |
| アカシアマンギウム | インドネシア   | 心材   | 2×2×2cm | 広葉樹 | Acacia leycophloe            |
|           |          |      |         |     |                              |
| カリビアマツ    | インドネシア   | 心材   | 2×2×2cm | 針葉樹 | Pinus caribaea Morelet       |
|           |          |      |         |     |                              |
|           |          |      |         |     |                              |
| ユーカリ：老木   | オーストラリア  | 中心   | 2×2×2cm | 広葉樹 | Eucalyptus obliqua L' Herit. |
|           |          | 中間   | 2×2×2cm |     |                              |
|           |          | 外側   | 2×2×2cm |     |                              |
| ユーカリ：若木   | オーストラリア  | 中心   | 2×2×2cm | 広葉樹 | Eucalyptus delegatensis      |
|           |          | 外側   | 2×2×2cm |     |                              |



表4-15 早成樹の耐朽性試験結果

| 樹種名      | 産地       | 部位   | カワラタケ 8週間腐朽    |      |          | オオウズラタケ 8週間腐朽 |                |      |          |          |
|----------|----------|------|----------------|------|----------|---------------|----------------|------|----------|----------|
|          |          |      | 質量減少率<br>平均(%) | 標準偏差 | 変動<br>係数 | 試験<br>体数      | 質量減少率<br>平均(%) | 標準偏差 | 変動<br>係数 | 試験<br>体数 |
| ソ連産カラマツ  |          | 心材   | 6.85           | 2.07 | 30       | 12            | 23.76          | 2.34 | 10       | 12       |
|          |          | 辺材   | 8.53           | 4.08 | 48       | 12            | 30.11          | 3.36 | 11       | 12       |
| ラジアータパイン | ニュージーランド | 心材   | 8.66           | 2.75 | 32       | 12            | 21.11          | 6.11 | 29       | 12       |
|          |          | 辺材   | 11.88          | 3.40 | 29       | 12            | 25.64          | 3.53 | 14       | 11       |
| ファルカータ   | インドネシア   | 心材   | 13.77          | 7.24 | 53       | 12            | 25.14          | 6.56 | 26       | 12       |
|          |          | 辺材   | 18.28          | 8.04 | 44       | 12            | 29.24          | 5.34 | 18       | 12       |
| サザンパイン   | 米国       | 心材   | 4.37           | 1.39 | 32       | 12            | 11.67          | 5.73 | 49       | 12       |
|          |          | 辺材   | 5.91           | 2.75 | 47       | 12            | 20.43          | 7.38 | 36       | 11       |
| ジェミリーナ   | フィリピン    | 心材   | 0.80           | 0.37 | 46       | 12            | 10.53          | 6.01 | 57       | 11       |
|          |          | 辺材   | 4.59           | 3.27 | 71       | 12            | 19.93          | 8.54 | 43       | 10       |
| カメレレ     | ソロモン諸島   | 心材   | 19.53          | 6.74 | 35       | 12            | 26.91          | 4.44 | 16       | 12       |
|          |          | 辺材   | 19.13          | 4.29 | 22       | 12            | 15.58          | 6.31 | 41       | 12       |
| カメレレ     | インドネシア   | 区別なし | 16.06          | 9.41 | 59       | 10            | 11.49          | 5.73 | 50       | 11       |
| ホワイトポプラ  | 中国       | 区別なし | 27.21          | 5.32 | 20       | 11            | 25.44          | 6.12 | 24       | 11       |
| アシアマングウム | インドネシア   | 心材   | 4.97           | 1.28 | 26       | 12            | 10.17          | 2.99 | 29       | 12       |
| カリビアマツ   | インドネシア   | 心材   | 4.74           | 1.27 | 27       | 12            | 31.13          | 2.97 | 10       | 11       |
| ユーカリ：老木  | オーストラリア  | 中心   | 7.52           | 3.58 | 48       | 12            | 21.63          | 2.78 | 13       | 12       |
|          |          | 中間   | 6.05           | 4.17 | 69       | 12            | 17.03          | 2.88 | 17       | 12       |
|          |          | 外側   | 5.10           | 3.66 | 72       | 12            | 13.06          | 5.01 | 38       | 12       |
| ユーカリ：若木  | オーストラリア  | 中心   | 7.65           | 4.74 | 62       | 12            | 18.37          | 2.09 | 11       | 12       |
|          |          | 外側   | 10.15          | 7.11 | 70       | 12            | 14.53          | 3.41 | 23       | 12       |

表 4-16- (1) 樹種別、採取部位別腐朽試験結果

・樹種 カラマツ  
 ・部位 心材  
 ・供試菌 カワラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 5.23      |
| 2    | 4.96      |
| 3    | 5.02      |
| 4    | 5.47      |
| 5    | 4.82      |
| 6    | 5.78      |
| 7    | 6.66      |
| 8    | 7.32      |
| 9    | 7.48      |
| 10   | 11.33     |
| 11   | 9.14      |
| 12   | 8.98      |
| 平均   | 6.85      |
| 標準偏差 | 2.07      |
| 変動係数 | 30        |

・樹種 カラマツ  
 ・部位 心材  
 ・供試菌 オオクスラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 24.17     |
| 22   | 25.74     |
| 23   | 25.09     |
| 24   | 25.38     |
| 25   | 22.97     |
| 26   | 18.49     |
| 27   | 22.80     |
| 28   | 26.27     |
| 29   | 20.68     |
| 30   | 26.28     |
| 31   | 24.15     |
| 32   | 23.17     |
| 平均   | 23.76     |
| 標準偏差 | 2.34      |
| 変動係数 | 10        |

・樹種 カラマツ  
 ・部位 辺材  
 ・供試菌 カワラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 14.04     |
| 2    | 10.27     |
| 3    | 18.47     |
| 4    | 6.90      |
| 5    | 3.77      |
| 6    | 5.75      |
| 7    | 5.91      |
| 8    | 7.57      |
| 9    | 8.85      |
| 10   | 6.13      |
| 11   | 8.27      |
| 12   | 6.46      |
| 平均   | 8.53      |
| 標準偏差 | 4.08      |
| 変動係数 | 48        |

・樹種 カラマツ  
 ・部位 辺材  
 ・供試菌 オオクスラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 21.31     |
| 22   | 31.14     |
| 23   | 31.17     |
| 24   | 31.25     |
| 25   | 34.17     |
| 26   | 32.05     |
| 27   | 26.23     |
| 28   | 31.77     |
| 29   | 29.49     |
| 30   | 29.70     |
| 31   | 32.19     |
| 32   | 30.78     |
| 平均   | 30.11     |
| 標準偏差 | 3.36      |
| 変動係数 | 11        |

・樹種 ラジアバイン  
 ・部位 心材  
 ・供試菌 カワラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 10.15     |
| 2    | 9.75      |
| 3    | 12.91     |
| 4    | 8.41      |
| 5    | 8.46      |
| 6    | 11.06     |
| 7    | 3.86      |
| 8    | 9.73      |
| 9    | 3.94      |
| 10   | 8.46      |
| 11   | 6.48      |
| 12   | 10.76     |
| 平均   | 8.66      |
| 標準偏差 | 2.75      |
| 変動係数 | 32        |

・樹種 ラジアバイン  
 ・部位 心材  
 ・供試菌 オオクスラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 12.97     |
| 22   | 28.74     |
| 23   | 19.79     |
| 24   | 27.06     |
| 25   | 25.50     |
| 26   | 27.16     |
| 27   | 23.09     |
| 28   | 22.99     |
| 29   | 22.78     |
| 30   | 19.36     |
| 31   | 9.53      |
| 32   | 14.35     |
| 平均   | 21.11     |
| 標準偏差 | 6.11      |
| 変動係数 | 29        |

・樹種 ラジアバイン  
 ・部位 辺材  
 ・供試菌 カワラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 7.82      |
| 2    | 9.12      |
| 3    | 10.12     |
| 4    | 8.88      |
| 5    | 18.86     |
| 6    | 10.90     |
| 7    | 11.36     |
| 8    | 13.31     |
| 9    | 13.23     |
| 10   | 14.67     |
| 11   | 8.33      |
| 12   | 16.01     |
| 平均   | 11.88     |
| 標準偏差 | 3.40      |
| 変動係数 | 29        |

・樹種 ラジアバイン  
 ・部位 辺材  
 ・供試菌 オオクスラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 20.85     |
| 22   | 26.65     |
| 23   | 30.21     |
| 24   | 19.97     |
| 25   | 26.85     |
| 26   | 28.34     |
| 27   | 23.94     |
| 28   | 29.99     |
| 29   | 21.77     |
| 30   | 26.90     |
| 31   | 26.53     |
| 32   |           |
| 平均   | 25.64     |
| 標準偏差 | 3.53      |
| 変動係数 | 14        |

表 4 -16- (2) 樹種別、採取部位別腐朽試験結果

・樹種 フアルカータ  
 ・部位 心材  
 ・供試菌 カワラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 17.37     |
| 2    | 12.02     |
| 3    | 4.42      |
| 4    | 9.56      |
| 5    | 9.12      |
| 6    | 20.99     |
| 7    | 23.66     |
| 8    | 17.39     |
| 9    | 15.49     |
| 10   | 6.72      |
| 11   | 3.81      |
| 12   | 24.64     |
| 平均   | 13.77     |
| 標準偏差 | 7.24      |
| 変動係数 | 53        |

・樹種 フアルカータ  
 ・部位 心材  
 ・供試菌 オウシラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 23.04     |
| 22   | 22.47     |
| 23   | 23.42     |
| 24   | 24.44     |
| 25   | 19.06     |
| 26   | 21.89     |
| 27   | 27.67     |
| 28   | 19.46     |
| 29   | 16.46     |
| 30   | 30.57     |
| 31   | 35.19     |
| 32   | 38.02     |
| 平均   | 25.14     |
| 標準偏差 | 6.56      |
| 変動係数 | 26        |

・樹種 フアルカータ  
 ・部位 辺材  
 ・供試菌 カワラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 33.00     |
| 2    | 12.15     |
| 3    | 22.28     |
| 4    | 26.87     |
| 5    | 17.15     |
| 6    | 15.54     |
| 7    | 17.04     |
| 8    | 11.86     |
| 9    | 30.59     |
| 10   | 12.67     |
| 11   | 10.19     |
| 12   | 10.06     |
| 平均   | 18.28     |
| 標準偏差 | 8.04      |
| 変動係数 | 44        |

・樹種 フアルカータ  
 ・部位 辺材  
 ・供試菌 オウシラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 24.37     |
| 22   | 32.41     |
| 23   | 23.65     |
| 24   | 31.21     |
| 25   | 18.75     |
| 26   | 31.24     |
| 27   | 34.92     |
| 28   | 33.18     |
| 29   | 37.88     |
| 30   | 27.25     |
| 31   | 28.66     |
| 32   | 27.32     |
| 平均   | 29.24     |
| 標準偏差 | 5.34      |
| 変動係数 | 18        |

・樹種 ザンパイン  
 ・部位 心材  
 ・供試菌 カワラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 4.11      |
| 2    | 3.71      |
| 3    | 3.94      |
| 4    | 6.15      |
| 5    | 7.38      |
| 6    | 4.64      |
| 7    | 5.24      |
| 8    | 4.75      |
| 9    | 3.17      |
| 10   | 2.88      |
| 11   | 2.50      |
| 12   | 3.93      |
| 平均   | 4.37      |
| 標準偏差 | 1.39      |
| 変動係数 | 32        |

・樹種 ザンパイン  
 ・部位 心材  
 ・供試菌 オウシラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 8.54      |
| 22   | 2.07      |
| 23   | 5.25      |
| 24   | 4.29      |
| 25   | 12.16     |
| 26   | 14.47     |
| 27   | 15.06     |
| 28   | 15.34     |
| 29   | 20.11     |
| 30   | 15.40     |
| 31   | 18.02     |
| 32   | 9.37      |
| 平均   | 11.67     |
| 標準偏差 | 5.73      |
| 変動係数 | 49        |

・樹種 ザンパイン  
 ・部位 辺材  
 ・供試菌 カワラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 5.06      |
| 2    | 4.61      |
| 3    | 4.61      |
| 4    | 5.10      |
| 5    | 5.08      |
| 6    | 3.03      |
| 7    | 7.25      |
| 8    | 5.16      |
| 9    | 4.98      |
| 10   | 6.77      |
| 11   | 5.33      |
| 12   | 13.97     |
| 平均   | 5.91      |
| 標準偏差 | 2.75      |
| 変動係数 | 46        |

・樹種 ザンパイン  
 ・部位 辺材  
 ・供試菌 オウシラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 13.49     |
| 22   | 10.58     |
| 23   | 9.90      |
| 24   | 13.49     |
| 25   | 27.52     |
| 26   | 30.22     |
| 27   | 20.38     |
| 28   | 22.32     |
| 29   | 25.72     |
| 30   | 23.23     |
| 31   | 27.83     |
| 32   |           |
| 平均   | 20.43     |
| 標準偏差 | 7.38      |
| 変動係数 | 36        |

表 4-16- (3) 樹種別、採取部位別腐朽試験結果

・樹種 ジェミリーナ  
 ・部位 心材  
 ・供試菌 カワラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 0.47      |
| 2    | 0.78      |
| 3    | 0.41      |
| 4    | 1.02      |
| 5    | 1.14      |
| 6    | 1.48      |
| 7    | 0.86      |
| 8    | 1.32      |
| 9    | 0.68      |
| 10   | 0.63      |
| 11   | 0.60      |
| 12   | 0.28      |
| 平均   | 0.80      |
| 標準偏差 | 0.37      |
| 変動係数 | 46        |

・樹種 ジェミリーナ  
 ・部位 心材  
 ・供試菌 オクスラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 16.47     |
| 22   | 13.04     |
| 23   | 7.81      |
| 24   | 11.44     |
| 25   | 10.42     |
| 26   | 17.53     |
| 27   | 19.57     |
| 28   | 11.27     |
| 29   | 2.64      |
| 30   | 2.91      |
| 31   | 2.78      |
| 32   |           |
| 平均   | 10.53     |
| 標準偏差 | 6.01      |
| 変動係数 | 57        |

・樹種 ジェミリーナ  
 ・部位 辺材  
 ・供試菌 カワラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 7.13      |
| 2    | 2.11      |
| 3    | 8.61      |
| 4    | 0.55      |
| 5    | 0.45      |
| 6    | 8.28      |
| 7    | 0.49      |
| 8    | 9.45      |
| 9    | 4.94      |
| 10   | 3.62      |
| 11   | 4.62      |
| 12   | 4.88      |
| 平均   | 4.59      |
| 標準偏差 | 3.27      |
| 変動係数 | 71        |

・樹種 ジェミリーナ  
 ・部位 辺材  
 ・供試菌 オクスラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 31.06     |
| 22   | 16.78     |
| 23   | 14.33     |
| 24   | 9.54      |
| 25   | 20.07     |
| 26   | 7.60      |
| 27   | 15.59     |
| 28   | 30.79     |
| 29   | 26.83     |
| 30   | 26.71     |
| 31   |           |
| 32   |           |
| 平均   | 19.93     |
| 標準偏差 | 8.54      |
| 変動係数 | 43        |

・樹種 カメレレ  
 ヲモン諸島産  
 ・部位 心材  
 ・供試菌 カワラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 23.64     |
| 2    | 17.14     |
| 3    | 32.44     |
| 4    | 20.19     |
| 5    | 16.85     |
| 6    | 28.63     |
| 7    | 23.14     |
| 8    | 13.78     |
| 9    | 16.30     |
| 10   | 11.63     |
| 11   | 9.61      |
| 12   | 20.99     |
| 平均   | 19.53     |
| 標準偏差 | 6.74      |
| 変動係数 | 34        |

・樹種 カメレレ  
 ヲモン諸島産  
 ・部位 心材  
 ・供試菌 オクスラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 19.87     |
| 22   | 31.12     |
| 23   | 23.07     |
| 24   | 30.11     |
| 25   | 30.28     |
| 26   | 26.87     |
| 27   | 30.26     |
| 28   | 28.05     |
| 29   | 30.94     |
| 30   | 17.74     |
| 31   | 27.06     |
| 32   | 27.53     |
| 平均   | 26.91     |
| 標準偏差 | 4.44      |
| 変動係数 | 17        |

・樹種 カメレレ  
 ヲモン諸島産  
 ・部位 辺材  
 ・供試菌 カワラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 21.90     |
| 2    | 17.28     |
| 3    | 20.67     |
| 4    | 27.60     |
| 5    | 12.67     |
| 6    | 19.97     |
| 7    | 14.90     |
| 8    | 23.07     |
| 9    | 21.78     |
| 10   | 13.49     |
| 11   | 17.82     |
| 12   | 18.39     |
| 平均   | 19.13     |
| 標準偏差 | 4.29      |
| 変動係数 | 22        |

・樹種 カメレレ  
 ヲモン諸島産  
 ・部位 辺材  
 ・供試菌 オクスラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 23.20     |
| 22   | 17.10     |
| 23   | 8.97      |
| 24   | 13.65     |
| 25   | 27.56     |
| 26   | 12.96     |
| 27   | 10.75     |
| 28   | 12.71     |
| 29   | 20.50     |
| 30   | 9.37      |
| 31   | 21.65     |
| 32   | 8.58      |
| 平均   | 15.58     |
| 標準偏差 | 6.31      |
| 変動係数 | 41        |

表4-16- (4) 樹種別、採取部位別腐朽試験結果

・樹種 カメレレ  
インドネシア産  
・部位 区別なし  
・供試菌 カワラタケ  
・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 8.43      |
| 2    | 11.46     |
| 3    | 18.91     |
| 4    | 12.71     |
| 5    | 7.42      |
| 6    | 6.52      |
| 7    | 32.36     |
| 8    | 32.20     |
| 9    | 13.85     |
| 10   | 16.76     |
| 11   |           |
| 12   |           |
| 平均   | 16.06     |
| 標準偏差 | 9.41      |
| 変動係数 | 59        |

・樹種 カメレレ  
インドネシア産  
・部位 区別なし  
・供試菌 オオクスラタケ  
・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 5.88      |
| 22   | 5.01      |
| 23   | 22.69     |
| 24   | 16.81     |
| 25   | 17.94     |
| 26   | 4.97      |
| 27   | 7.57      |
| 28   | 10.75     |
| 29   | 12.22     |
| 30   | 11.66     |
| 31   | 10.86     |
| 32   |           |
| 平均   | 11.49     |
| 標準偏差 | 5.73      |
| 変動係数 | 50        |

・樹種 ホイトボブラ  
・部位 区別なし  
・供試菌 カワラタケ  
・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 29.80     |
| 2    | 33.43     |
| 3    | 23.25     |
| 4    | 29.50     |
| 5    | 29.47     |
| 6    | 30.88     |
| 7    | 35.19     |
| 8    | 25.84     |
| 9    | 22.31     |
| 10   | 19.82     |
| 11   | 19.89     |
| 12   |           |
| 平均   | 27.21     |
| 標準偏差 | 5.32      |
| 変動係数 | 20        |

・樹種 ホイトボブラ  
・部位 区別なし  
・供試菌 オオクスラタケ  
・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 15.28     |
| 22   | 17.34     |
| 23   | 25.33     |
| 24   | 29.64     |
| 25   | 26.66     |
| 26   | 28.94     |
| 27   | 35.46     |
| 28   | 21.02     |
| 29   | 22.12     |
| 30   | 32.00     |
| 31   | 26.03     |
| 32   |           |
| 平均   | 25.44     |
| 標準偏差 | 6.12      |
| 変動係数 | 24        |

・樹種 アカンマツウ  
・部位 心材  
・供試菌 カワラタケ  
・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 3.50      |
| 2    | 4.48      |
| 3    | 4.80      |
| 4    | 2.95      |
| 5    | 3.70      |
| 6    | 5.93      |
| 7    | 6.65      |
| 8    | 4.16      |
| 9    | 6.99      |
| 10   | 4.98      |
| 11   | 5.33      |
| 12   | 6.13      |
| 平均   | 4.97      |
| 標準偏差 | 1.28      |
| 変動係数 | 26        |

・樹種 アカンマツウ  
・部位 心材  
・供試菌 オオクスラタケ  
・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 5.34      |
| 22   | 5.09      |
| 23   | 6.52      |
| 24   | 10.26     |
| 25   | 11.45     |
| 26   | 10.11     |
| 27   | 10.67     |
| 28   | 14.11     |
| 29   | 12.45     |
| 30   | 10.97     |
| 31   | 13.26     |
| 32   | 11.85     |
| 平均   | 10.17     |
| 標準偏差 | 2.99      |
| 変動係数 | 29        |

・樹種 カビマツ  
・部位 心材  
・供試菌 カワラタケ  
・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 4.68      |
| 2    | 4.85      |
| 3    | 4.72      |
| 4    | 3.80      |
| 5    | 5.73      |
| 6    | 4.42      |
| 7    | 3.35      |
| 8    | 2.97      |
| 9    | 4.55      |
| 10   | 7.95      |
| 11   | 5.34      |
| 12   | 4.59      |
| 平均   | 4.74      |
| 標準偏差 | 1.27      |
| 変動係数 | 27        |

・樹種 カビマツ  
・部位 心材  
・供試菌 オオクスラタケ  
・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 33.14     |
| 22   | 28.90     |
| 23   |           |
| 24   | 30.11     |
| 25   | 25.52     |
| 26   | 30.65     |
| 27   | 28.74     |
| 28   | 30.20     |
| 29   | 34.36     |
| 30   | 32.49     |
| 31   | 32.01     |
| 32   | 36.33     |
| 平均   | 31.13     |
| 標準偏差 | 2.97      |
| 変動係数 | 10        |

表4-16-(5) 樹種別、採取部位別腐朽試験結果

・樹種 ヲ-刈老木  
 ・部位 中心  
 ・供試菌 カワラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 13.19     |
| 2    | 7.12      |
| 3    | 4.02      |
| 4    | 5.09      |
| 5    | 5.62      |
| 6    | 5.97      |
| 7    | 9.34      |
| 8    | 5.96      |
| 9    | 12.01     |
| 10   | 12.95     |
| 11   | 2.21      |
| 12   | 6.74      |
| 平均   | 7.52      |
| 標準偏差 | 3.58      |
| 変動係数 | 48        |

・樹種 ヲ-刈老木  
 ・部位 中心  
 ・供試菌 オオクスラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 21.76     |
| 22   | 18.90     |
| 23   | 25.65     |
| 24   | 22.31     |
| 25   | 22.32     |
| 26   | 20.60     |
| 27   | 17.69     |
| 28   | 23.88     |
| 29   | 26.08     |
| 30   | 17.83     |
| 31   | 22.68     |
| 32   | 19.85     |
| 平均   | 21.63     |
| 標準偏差 | 2.78      |
| 変動係数 | 13        |

・樹種 ヲ-刈老木  
 ・部位 中間  
 ・供試菌 カワラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 13.01     |
| 2    | 1.29      |
| 3    | 4.29      |
| 4    | 8.87      |
| 5    | 2.36      |
| 6    | 2.48      |
| 7    | 11.43     |
| 8    | 3.22      |
| 9    | 2.52      |
| 10   | 8.97      |
| 11   | 10.44     |
| 12   | 3.65      |
| 平均   | 6.05      |
| 標準偏差 | 4.17      |
| 変動係数 | 69        |

・樹種 ヲ-刈老木  
 ・部位 中間  
 ・供試菌 オオクスラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 15.83     |
| 22   | 16.50     |
| 23   | 17.55     |
| 24   | 15.27     |
| 25   | 19.46     |
| 26   | 16.16     |
| 27   | 22.45     |
| 28   | 13.01     |
| 29   | 18.29     |
| 30   | 20.93     |
| 31   | 15.84     |
| 32   | 13.04     |
| 平均   | 17.03     |
| 標準偏差 | 2.88      |
| 変動係数 | 17        |

・樹種 ヲ-刈老木  
 ・部位 外側  
 ・供試菌 カワラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 3.99      |
| 2    | 13.54     |
| 3    | 3.72      |
| 4    | 7.70      |
| 5    | 2.07      |
| 6    | 1.48      |
| 7    | 1.47      |
| 8    | 6.86      |
| 9    | 4.32      |
| 10   | 1.86      |
| 11   | 9.21      |
| 12   | 4.95      |
| 平均   | 5.10      |
| 標準偏差 | 3.66      |
| 変動係数 | 72        |

・樹種 ヲ-刈老木  
 ・部位 外側  
 ・供試菌 オオクスラタケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 12.03     |
| 22   | 13.95     |
| 23   | 8.08      |
| 24   | 14.62     |
| 25   | 22.50     |
| 26   | 15.25     |
| 27   | 15.42     |
| 28   | 15.29     |
| 29   | 17.78     |
| 30   | 10.82     |
| 31   | 5.69      |
| 32   | 5.28      |
| 平均   | 13.06     |
| 標準偏差 | 5.01      |
| 変動係数 | 38        |

表 4-16- (6) 樹種別、採取部位別腐朽試験結果

・樹種 1-刈若木  
 ・部位 中心  
 ・供試菌 カワラケ  
 ・期間 8週間

・樹種 1-刈若木  
 ・部位 中心  
 ・供試菌 オオスラケ  
 ・期間 8週間

・樹種 1-刈若木  
 ・部位 外側  
 ・供試菌 カワラケ  
 ・期間 8週間

・樹種 1-刈若木  
 ・部位 外側  
 ・供試菌 オオスラケ  
 ・期間 8週間

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 6.39      |
| 2    | 14.45     |
| 3    | 6.90      |
| 4    | 4.50      |
| 5    | 1.30      |
| 6    | 8.59      |
| 7    | 9.24      |
| 8    | 14.83     |
| 9    | 10.18     |
| 10   | 1.62      |
| 11   | 1.91      |
| 12   | 11.84     |
| 平均   | 7.65      |
| 標準偏差 | 4.74      |
| 変動係数 | 62        |

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 18.88     |
| 22   | 18.53     |
| 23   | 15.83     |
| 24   | 15.47     |
| 25   | 20.37     |
| 26   | 14.64     |
| 27   | 19.82     |
| 28   | 20.07     |
| 29   | 19.50     |
| 30   | 18.41     |
| 31   | 17.70     |
| 32   | 21.25     |
| 平均   | 18.37     |
| 標準偏差 | 2.09      |
| 変動係数 | 11        |

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 1    | 9.98      |
| 2    | 14.18     |
| 3    | 5.68      |
| 4    | 3.64      |
| 5    | 5.29      |
| 6    | 2.02      |
| 7    | 13.73     |
| 8    | 4.14      |
| 9    | 17.37     |
| 10   | 7.88      |
| 11   | 26.89     |
| 12   | 11.06     |
| 平均   | 10.15     |
| 標準偏差 | 7.11      |
| 変動係数 | 70        |

| 試片番号 | 質量減少率 (%) |
|------|-----------|
| 21   | 6.59      |
| 22   | 11.88     |
| 23   | 17.19     |
| 24   | 12.10     |
| 25   | 15.98     |
| 26   | 12.16     |
| 27   | 18.18     |
| 28   | 16.42     |
| 29   | 15.26     |
| 30   | 14.79     |
| 31   | 14.77     |
| 32   | 19.00     |
| 平均   | 14.53     |
| 標準偏差 | 3.41      |
| 変動係数 | 24        |

表4-17 に示した評価基準に従って得られた各樹種別の、耐朽性の評価概要は次のとおりであり、それらを要約して表4-18 に示した。

- 1) ソ連産カラマツは、心材・辺材共にカワラタケ、オオウズラタケに対する抵抗性が低い。
- 2) ラジアタパインもソ連産カラマツと同じ傾向で、心材・辺材共にカワラタケ、オオウズラタケに対する抵抗性が低い。
- 3) ファルカータは、心材・辺材共にカワラタケ、オオウズラタケに対する抵抗性がさらに低い。
- 4) サザンパインは、心材のオオウズラタケに対する抵抗性がやや高く、中程度の耐朽性が認められる。
- 5) ジェミリーナは、心材・辺材共にカワラタケに対する高い抵抗性が認められるが、辺材・心材共にオオウズラタケに対する抵抗性が低い。
- 6) カメレレはソロモン諸島産もインドネシア産も、心材・辺材共にオオウズラタケ、カワラタケに対する抵抗性が低い。
- 7) ホワイトポプラ（辺・心材区別なし）は、オオウズラタケ、カワラタケに対する抵抗性が低い。
- 8) アカシアマンギュームの心材は、カワラタケへの高い抵抗性が認められ、またオオウズラタケに対する中程度の抵抗性が認められる。
- 9) カリビアマツの心材は、カワラタケへの高い抵抗性が認められるが、オオウズラタケに対する抵抗性は低い。
- 10) ユーカリ老木の中心、中間、外側部いずれも心材は、カワラタケに対する中程度の抵抗性が認められるが、オオウズラタケに対する抵抗性は低い。
- 11) ユーカリ若木の中心、外側部いずれも心材は、カワラタケへの中程度の抵抗性が認められるが、オオウズラタケへの抵抗性は低い。



表4-17 耐朽性の評価基準（仮設定）

| 耐朽性<br>区分 | 平均質量減少率       |             |
|-----------|---------------|-------------|
|           | 針葉樹 - オオウズラタケ | 広葉樹 - カワラタケ |
| 大         | 0～8% 程度       | 0～5% 程度     |
| 中         | 8～15% 程度      | 5～10% 程度    |
| 小         | 15%以上         | 10%以上       |

表4-18 評価基準（仮設定）に基づく耐朽性区分

| 耐朽性区分 | 心 材                                                      | 辺 材                                           |
|-------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 大     | ジェミリーナ<br>アカシアマンギユウム                                     | ジェミリーナ                                        |
| 中     | サザンパイン<br>ユーカリ老木<br>ユーカリ若木                               |                                               |
| 小     | ソ連産カラマツ<br>ラジアタパイン<br>アルビジア<br>カメレレ<br>カリビアマツ<br>ホワイトポプラ | ソ連産カラマツ<br>ラジアタパイン<br>アルビジア<br>サザンパイン<br>カメレレ |

#### 4.4 耐蟻性試験

木材の耐蟻性は樹種の違い、伐採時期、同一樹種であっても心材と辺材で異なることが知られている。一般に、辺材より心材の耐蟻性が高い樹種が多いが、その事実を早成樹についても確認するため、小木片を利用した室内試験で樹種別、心辺材別の耐蟻性を評価した。

##### 4.4.1 試験方法

(社)日本木材保存協会規格第11号(1992)『塗布・吹付け・浸せき処理用木材防蟻剤の防蟻効力試験方法 (1)室内試験方法』に規定されている総合試験方法にしたがって試験を実施した。

##### (1) 供試樹種

調達できた下記の9樹種から心辺材を可能な限り区別して供試した。

サザンパイン(心材、辺材)、ラジアータパイン(心材、辺材)、カラマツ(心材、辺材)、ホワイトポプラ、ファルカータ、カリビアマツ、アカシアマンギウム、ジェミリーナ、カメレレ

##### (2) 試験体寸法および形状

10×10×20mmの二方マサの直方体の試験体を健全部から採取した。なお、繰返し数は5とした。温度 $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下で48時間乾燥後の各試験体の重量を測定した。すべての試験体は耐候操作をせずに供試した。

##### (3) 供試シロアリ

京都大学木質科学研究所で人工飼育されているイエシロアリ(*Coptotermes formosanus* Shiraki)のコロニーから採集された職蟻および兵蟻を用いた。

##### (4) 試験容器

飼育に用いた容器は、直径8cm長さ6cmの亚克力樹脂製円筒の一端を硬石膏でシールしたものであった。

##### (5) 試験体のセットおよび飼育

(4)に示した飼育容器の底部(硬石膏の部分)にマサ目面が接するように試験体を置き、職蟻150頭と兵蟻15頭を投入した。飼育容器は底部に湿潤綿を敷いた蓋付きの容器に入れ、温度 $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ に保持した暗所で21日間静置した。

##### (6) 測定項目

21日間飼育後に回収した試験体の表面から付着物を除去して、温度 $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下で48時間乾燥して重量を測定し、試験前後の質量差から質量減少率を求めた。また、職蟻の死亡頭数を記録し、死虫率を算出した。

##### 4.4.2 試験結果

試験結果は樹種別、心辺材別に表4-19に示している。

表4-19 樹種別、心辺材別の耐蟻性

| 樹種            | 死虫率 (%)   |      | 質量減少率 (%) |      |
|---------------|-----------|------|-----------|------|
|               | 最小-最大     | 平均   | 最小-最大     | 平均   |
| サザンパイン心材      | 12.7-20.7 | 16.7 | 7.7-14.1  | 9.9  |
| サザンパイン辺材      | 4.0-14.7  | 8.5  | 16.5-20.7 | 18.8 |
| ラジアータパイン心材    | 8.0-16.7  | 13.9 | 10.4-24.3 | 15.3 |
| ラジアータパイン辺材    | 6.0-9.3   | 7.9  | 14.8-16.2 | 15.2 |
| カラマツ心材        | 3.3-16.0  | 10.0 | 22.2-27.7 | 25.9 |
| カラマツ辺材        | 3.3-11.3  | 8.7  | 20.2-28.0 | 23.6 |
| ホワイトボラ        | 7.3-13.3  | 9.3  | 18.8-27.1 | 24.3 |
| ファルカタ         | 9.3-19.3  | 14.7 | 7.6-13.8  | 11.9 |
| カリビアマツ        | 10.0-18.7 | 14.8 | 16.3-24.8 | 19.5 |
| アカシアマンギウム     | 14.0-22.7 | 19.1 | 2.5-4.8   | 3.4  |
| イエマネ(=ジェミリーナ) | 13.3-30.0 | 21.6 | 4.0-5.0   | 4.6  |
| カメレ           | 6.0-18.7  | 13.2 | 16.2-28.6 | 21.6 |

4. 2で求めた樹種別、心辺材別のかび抵抗性との整合性は顕著に認められなかった。予想された通り、マツ属の樹種はシロアリの食害を受けやすい傾向があった。サザンパインでは、心辺材別の耐蟻性が異なることが示されたが、ラジアータパインやカラマツでは心辺材の区別なく食害されており、耐蟻性に差はなかった。供試樹種のうちアカシアマンギウムとイエマネ(=ジェミリーナ)の平均質量減少率は5%未満であり、他樹種との比較からかなり高い耐蟻性を有することが実証された。各樹種の耐腐朽性のデータを合わせて検討し、樹種別の総合的耐久性を類別できるであろう。

#### 4. 5 耐候性試験

##### 4. 5. 1 試験方法

###### (1) 試験体 (表4-20)

表1に示す樹種について、節等の欠点を含まない板目材を各5枚作製した。暴露表面はスーパーサーフェーサー仕上げとした。

表4-20 暴露試験体

| 樹種                | 略号 | 密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 試験体寸法<br>幅×長さ×厚さ(cm) | 試験体の様子 |
|-------------------|----|----------------------------|----------------------|--------|
| ヒノキ心材             | H  | 0.47                       | 6×30×1               |        |
| スギ心材              | C  | 0.40                       | 6×30×1               |        |
| カラマツ心材            | KH | 0.54                       | 8×30×2.2             |        |
| ラジアータパイン心材        | RH | 0.49                       | 8×30×2.2             |        |
| ラジアータパイン辺材        | RS | 0.58                       | 8×30×2.2             | 青変菌    |
| サザンパイン            | S  | 0.55                       | 6×30×1.8             | 一部青変菌  |
| ファルカータ<br>フィリピン産  | FP | 0.31                       | 9.5×30×2.5           |        |
| ファルカータ<br>インドネシア産 | FI | 0.31                       | 8×30×1.8             |        |
| ホワイトポプラ           | P  | 0.43                       | 4.5×30×1.8           | 黒変菌    |
| カメレレ心材            | EH | 0.44                       | 8×30×2.1             |        |
| カメレレ辺材            | ES | 0.48                       | 8×30×2.1             |        |
| メリナ               | M  | 0.41                       | 9.5×30×2.2           |        |

###### (2) 暴露方法

茨城県つくば市において、暴露架台により南面45°で、試験体の木表側を暴露した。1996年1月18日より暴露を開始した。

###### (3) 測定項目

暴露試験体について、4週毎に下記項目について測定を行った。

①色差：試験体の中央および上下端より長さの1/4の位置の計3箇所について、直径6mmの測定窓を持つ色差計によりL\*（明るさ）、a\*（赤味）、b\*（黄色味）を測定し、各刺激値の暴露前からの変化量 $\Delta L^*$ 、 $\Delta a^*$ 、 $\Delta b^*$ および次式により色差 $\Delta E^*$ を求めた。

$$\Delta E^* = \{ (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \}^{1/2}$$

結果は平均値で示した。

②光沢：試験体中央部について、光沢計により60°鏡面反射率を測定した。

③暴露面観察：汚れ、割れ等暴露面の様子を目視により観察した。

④写真撮影

#### 4. 5. 2 試験の結果

##### (1) 色差（図1～4、表4-21）

図1に示した色差 $\Delta E^*$ は、いずれの樹種でもはじめの4週で大きく増加し、その後の増量は小さくなっている。12週後の $\Delta E^*$ は、針葉樹材ではカラマツ心材（KH）、ラジアータパイン心材（RH）・辺材（RS）がヒノキ（H）よりやや大であり変色の程度が大きいことを示している。スギ（C）はこれらに比べかなり小さい。広葉樹材では、 $\Delta E^*$ はいずれもヒノキより小さいが、特にファルカータ（FP、FI）、メリナ（M）、カメレレ辺材（ES）はスギと同程度であり変色が小さい。ホワイトポプラ（P）およびカメレレ心材（EH）はこれらよりやや大きい。 $\Delta E^*$ は上式で示したように、3つの刺激値を総合した値であるため、個々の刺激値の変化を図2から4に示す。

12週後の $\Delta L^*$ （図2）は、針葉樹材ではスギはほとんど変化していないが、他の樹種は大きく低下し、明度が減少していることを示している。広葉樹材では、樹種により異なり、あまり変化していないもの（FP、FI、M）、やや増加しているもの（ES）、低下しているもの（EH、P）がある。

12週後の $\Delta a^*$ （図3）は、針葉樹材ではヒノキはほとんど変化しておらず、スギは低下、他の樹種はやや増加している。スギの赤味が減少していることを示している。広葉樹材では、ホワイトポプラとメリナはほとんど変化がなく、他の樹種は低下している。

12週後の $\Delta b^*$ （図4）は、針葉樹材ではヒノキ、スギ、カラマツ心材、ラジアータパイン心材はほとんど変化がなく、ラジアータパイン辺材は増加、サザンパインは低下している。広葉樹材では、ファルカータは低下し、他の樹種はほとんど変化がない。

以上の色差測定のとめを表4-21に示す。

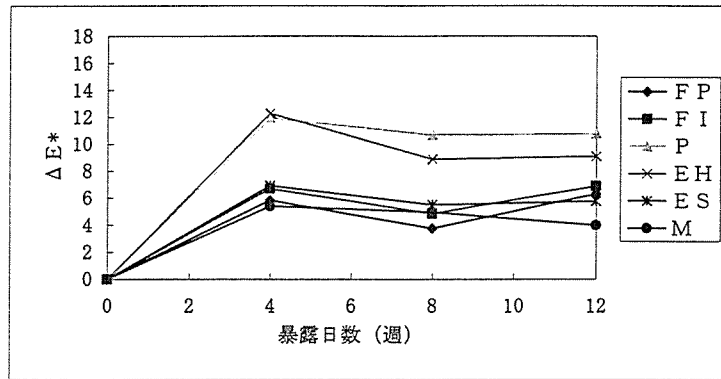
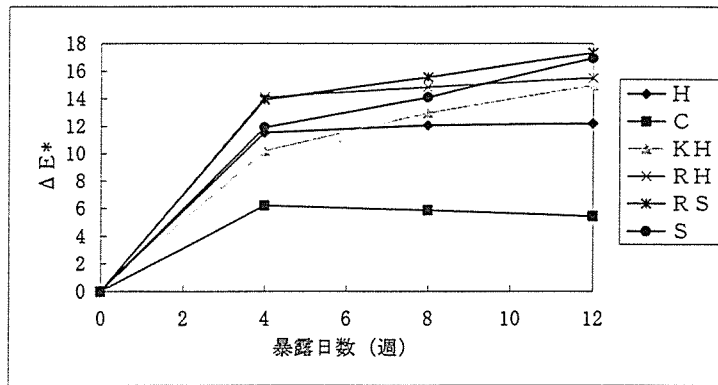


図1 各樹種の色差 ( $\Delta E^*$ ) 変化

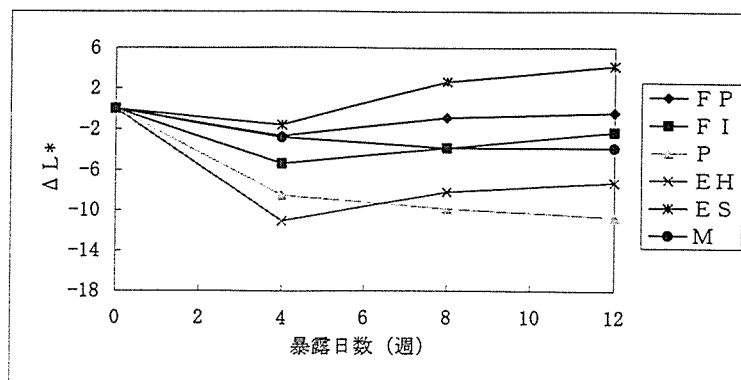
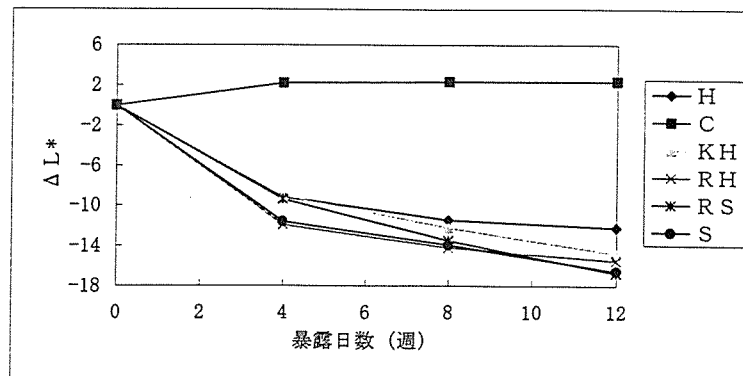


図2 各樹種の  $\Delta L^*$  の変化

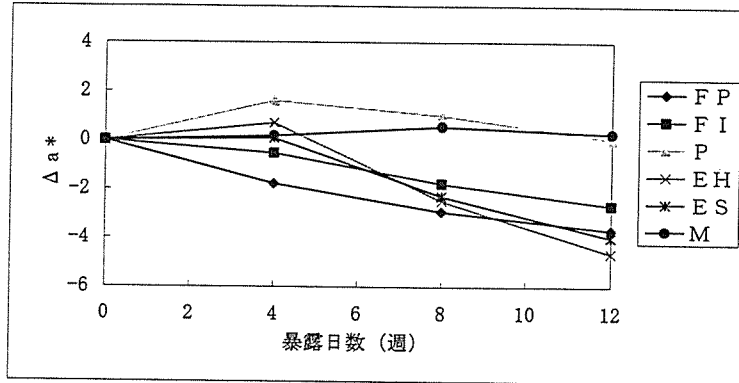
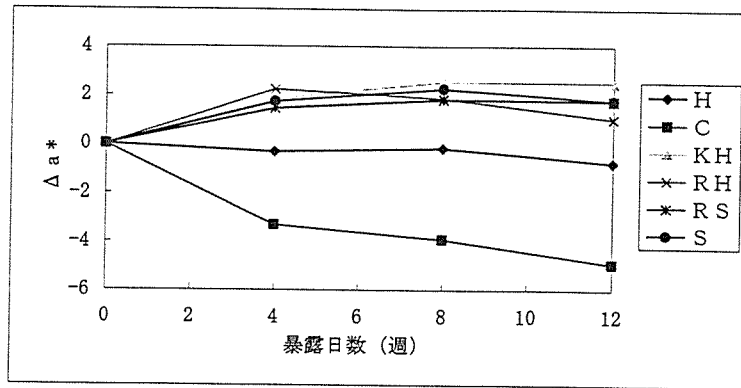


図3 各樹種の  $\Delta a^*$  の変化

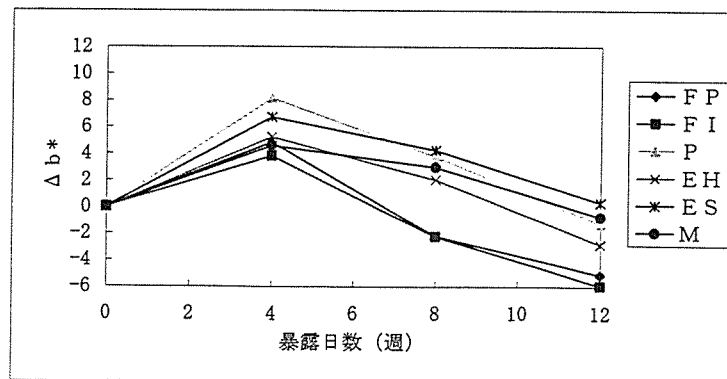
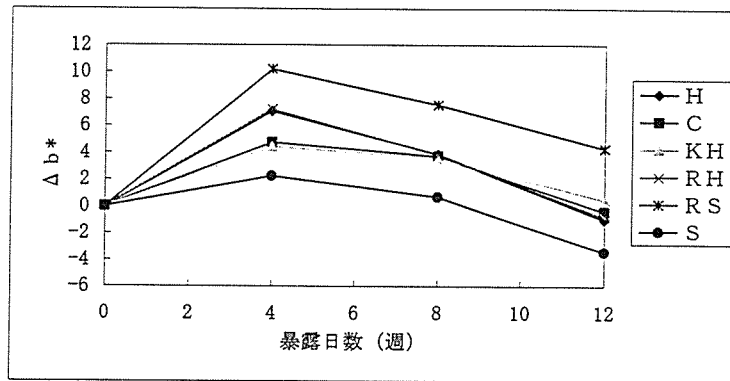


図4 各樹種の  $\Delta b^*$  の変化

表4-21 暴露12週後の色差および3刺激値の変化のまとめ

| 樹種                | $\Delta E^*$ | $\Delta L^*$ | $\Delta a^*$ | $\Delta b^*$ | まとめ          |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| ヒノキ心材             | やや大          | 低下大          | 変化なし         | 変化なし         | 明度の低下        |
| スギ心材              | 小            | 増加小          | 低下大          | 変化なし         | 赤味の減少        |
| カラマツ心材            | 大            | 低下大          | 増加小          | 変化なし         | 明度の低下        |
| ラジアータパイン心材        | 大            | 低下大          | 増加小          | 変化なし         | 明度の低下        |
| ラジアータパイン辺材        | 大            | 低下大          | 増加小          | 増加大          | 明度の低下、黄色味の増加 |
| サザンパイン            | 大            | 低下大          | 増加小          | 低下小          | 明度の低下        |
| ファルカータ<br>フィリピン産  | 小            | 低下小          | 低下大          | 低下大          | 赤味の減少、黄色味の減少 |
| ファルカータ<br>インドネシア産 | 小            | 低下小          | 低下大          | 低下大          | 赤味の減少、黄色味の減少 |
| ホワイトポプラ           | やや大          | 低下大          | 変化なし         | 変化なし         | 明度の低下        |
| カメレレ心材            | やや大          | 低下大          | 低下大          | 変化なし         | 明度の低下、赤味の減少  |
| カメレレ辺材            | 小            | 増加小          | 低下大          | 変化なし         | 赤味の減少        |
| メリナ               | 小            | 低下小          | 変化なし         | 変化なし         | 変化小          |

## (2) 光沢 (図5)

暴露前のもともとの木材表面の光沢はいずれの樹種も小さい。暴露による光沢の変化は12週までではあまり大きくなく、一定の傾向も認められない。ラジアータパイン辺材などいくつかの樹種に見られる暴露期間中の光沢の変動は、測定時の試験体の含水率の違いなど試験体の条件によるものと考えられる。



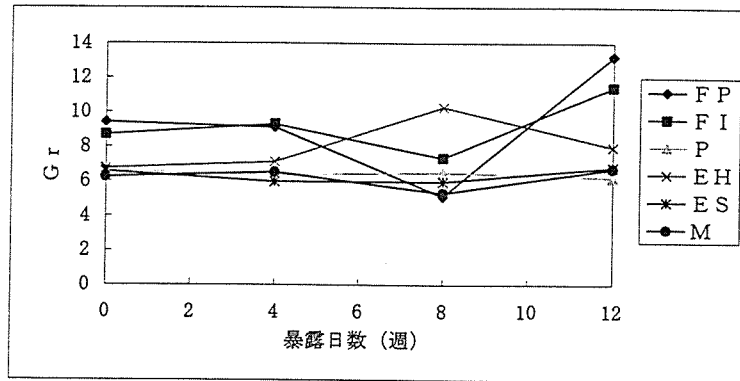
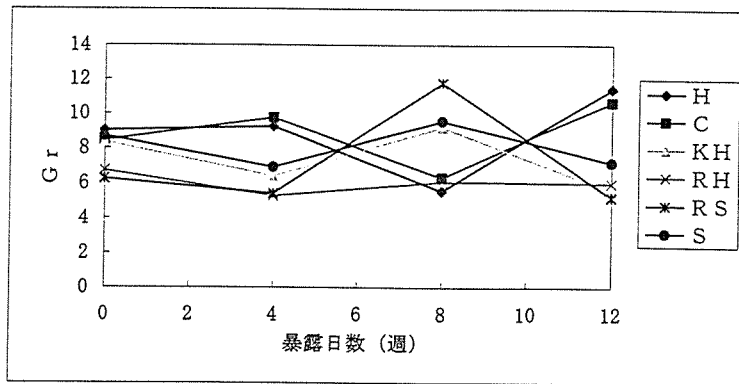


図5 各樹種の光沢の変化

### (3) 暴露面観察 (表4-22)

暴露12週後の試験体暴露面の目視による観察の様子を表4-22に示す。塵埃などが雨水により木材表面に付着して汚れを生じている。割れは、長さおよび深さが小さい表面割れを生じている樹種と、長さ、幅ともに大きい割れを生じる樹種があった。また、樹脂道を持つ樹種では、樹脂道に沿った比較的小さい割れを生じるものもあった。

表4-22 暴露12週後の試験体暴露面の様子

| 樹種                | 暴露面の様子          |
|-------------------|-----------------|
| ヒノキ心材             | 所々に汚れ           |
| スギ心材              | //、表面割れ         |
| カラマツ心材            | 特に早材部汚れ、表面割れ    |
| ラジアータパイン心材        | 所々に汚れ、樹脂道に沿った割れ |
| ラジアータパイン辺材        | //、表面割れ         |
| サザンパイン            | //、割れ           |
| ファルカータ<br>フィリピン産  | //              |
| ファルカータ<br>インドネシア産 | //              |
| ホワイトポプラ           | //              |
| カメレレ心材            | //              |
| カメレレ辺材            | //、一部試験体に割れ     |
| メリナ               | //              |

### (4) 暴露面の写真 (写真1)

写真1に、暴露前および暴露12週後の試験体暴露面の写真を示す。撮影条件、現像条件等が同一ではないため、直接の比較はできないが、スギの赤味が減少していること、大部分の樹種で明るさが低下(暗色化)していること、ヒノキ、カメレレ辺材、メリナで変色が比較的小さいことなどが観察される。

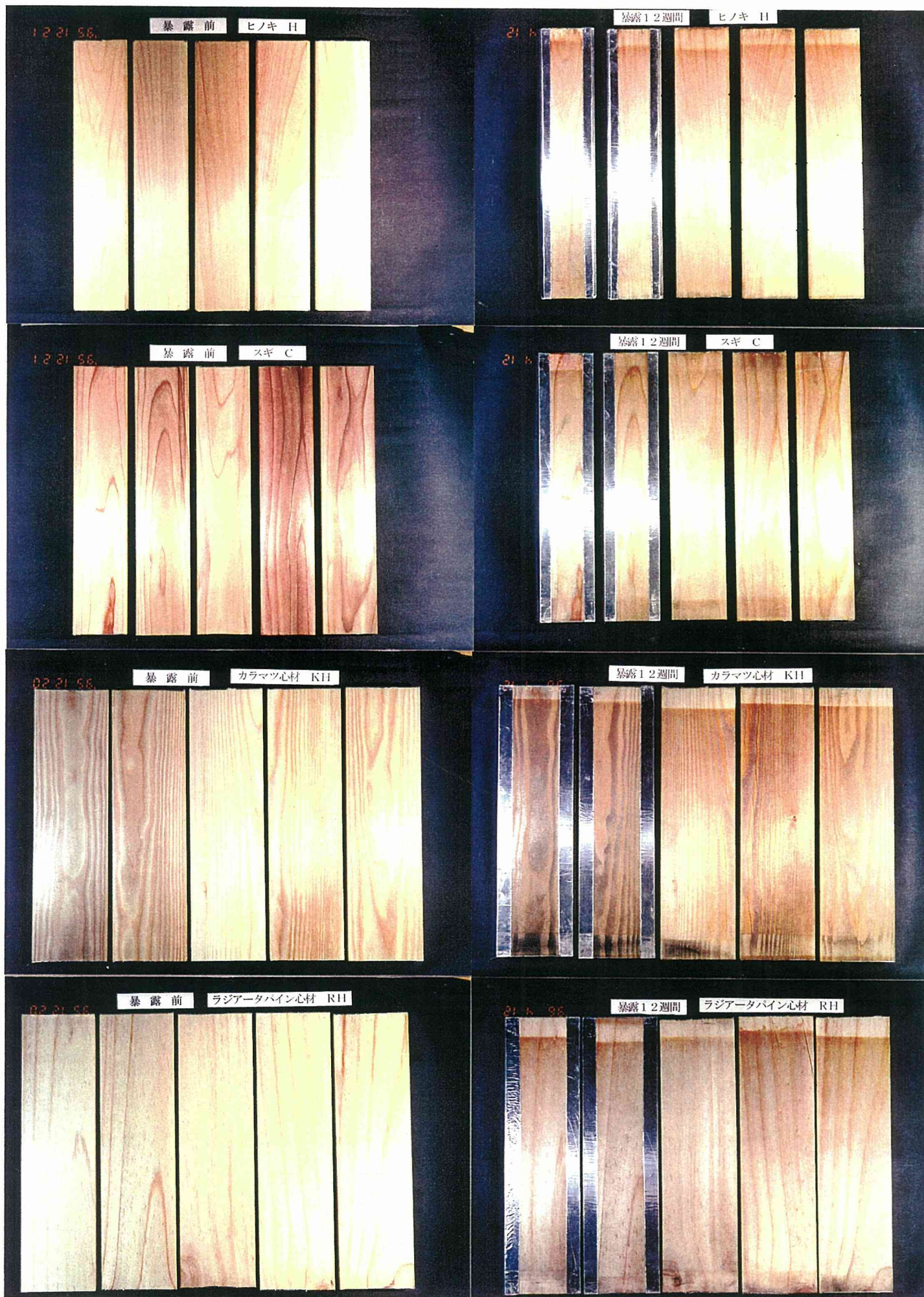


写真1 各樹種の暴露前および暴露12週後の暴露面の写真



写真1 つづき

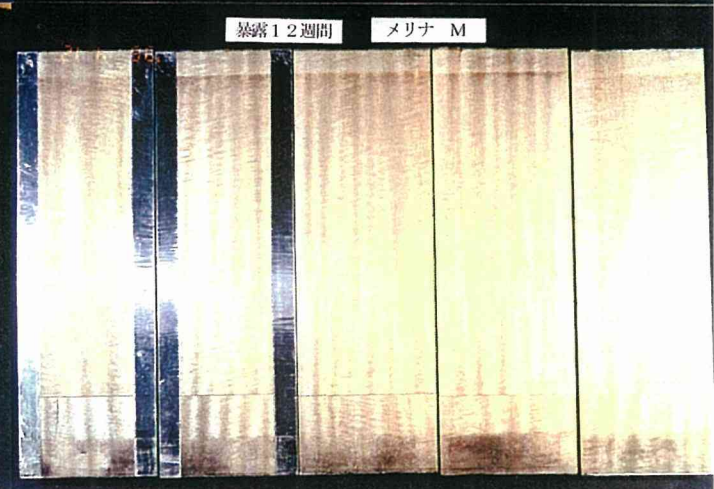
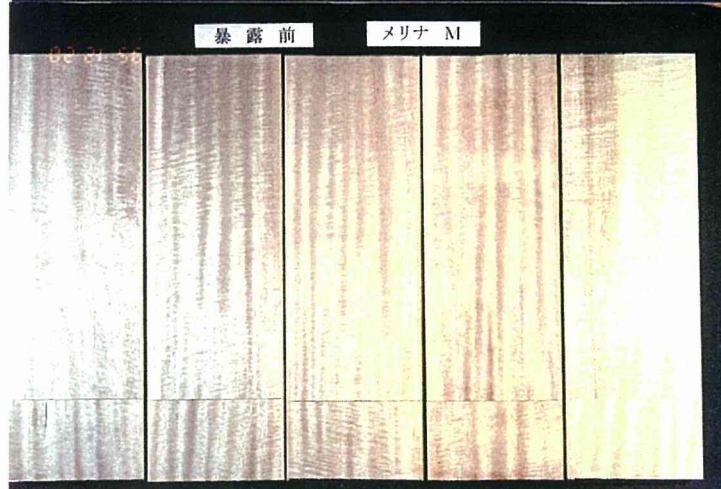
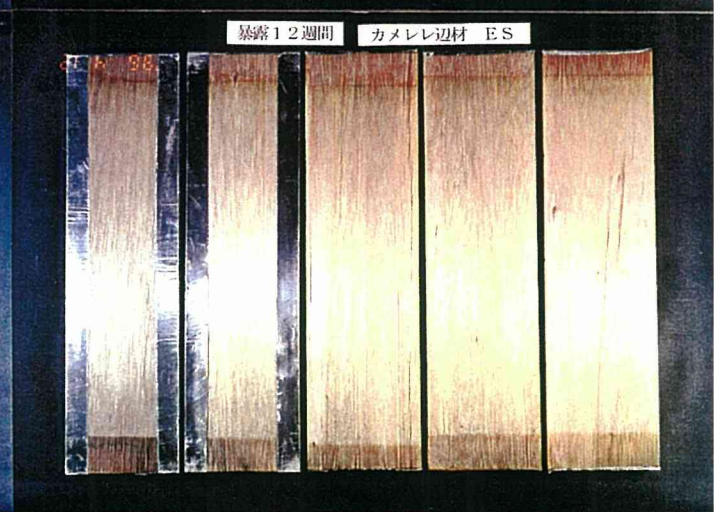
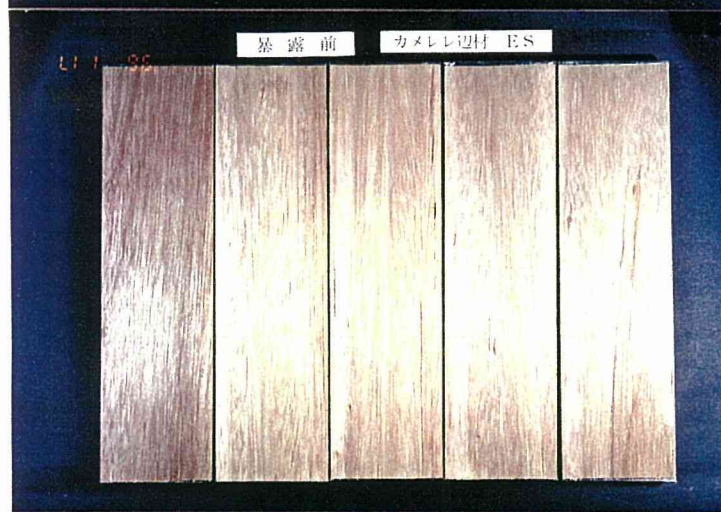
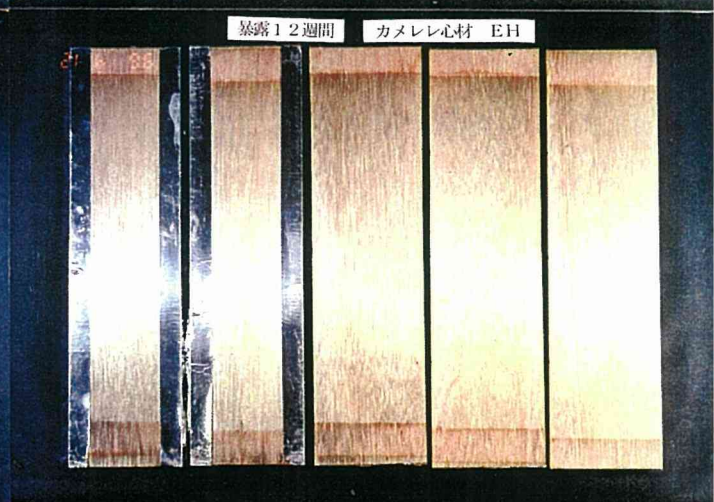
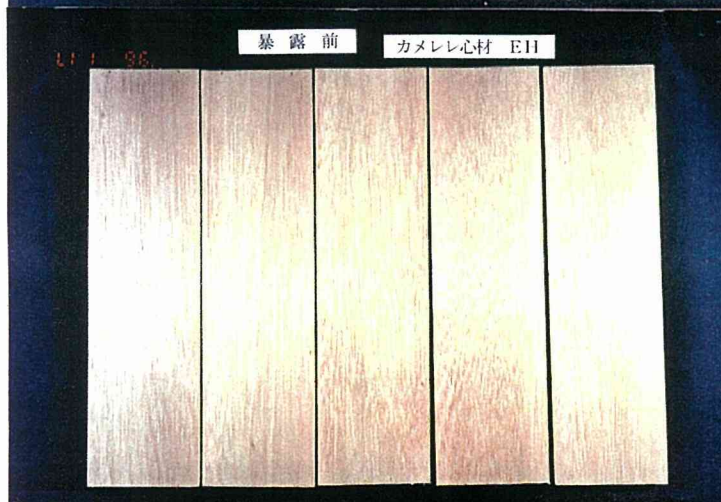
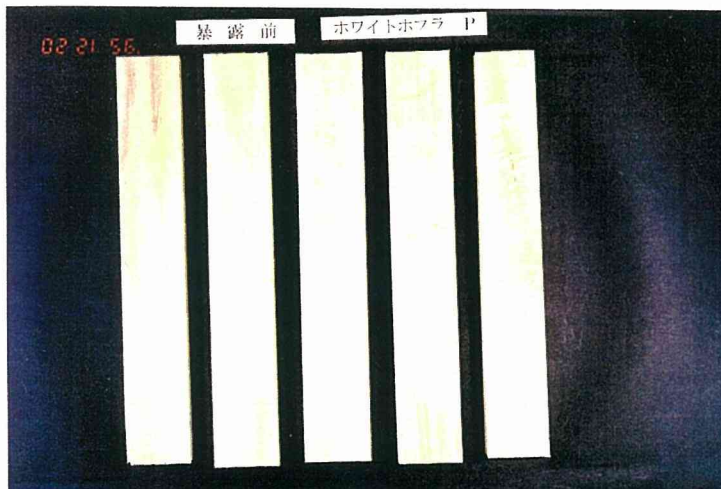


写真1 つづき

## 4. 6 乾燥による収縮性試験

### 4. 6. 1 試験方法

ここでは早成樹のほか、比較の意味で、一般建材用の針葉樹及び屋外施設用の高耐久性木材も併せて供試した。その樹種名は表4-23に示す。心材と辺材を外見上から明確に区分できる樹種については、それぞれ別個にサンプリングした。辺材幅の狭い樹種については心材も含めてサンプリングした。

試験片の寸法は、接線及び半径方向の長さが30mm、繊維方向の長さが5mmの2方桁を標準としたが、一部の早成樹は板厚が規定寸法に達しなかったため、2枚の板をエポキシ樹脂接着剤で積層接着して規定寸法にした。

各方向の寸法はスクリーマイクロメーターを用いて測定した。まず気乾状態（含水率：9.8～12.0%）で測定し、次に105℃の乾燥器内で全乾にして測定し、最後に室内放置で吸湿させたのち60℃の温水中に浸漬して膨潤時寸法を測定した。そして、膨潤時の寸法をもとに気乾時および全乾時の収縮率を求めた。これとは別に、気乾時には質量も測定して、気乾比重を求めた。

### 4. 6. 2 試験の結果

早成樹を含む各種木材の収縮率の測定結果を表4-23に示す。また、体積収縮率と比重との関係を図4-6に示す。

早成樹はおしなべて比重が小さいので、収縮率も高比重材に比較してやや小さい傾向が認められる。一般に接線方向の収縮率が大きい樹種は、干割れや幅反り等のトラブルを生じやすい。そのような観点から見ると、ソ連カラマツの心材（比較的樹心に近い）は際立って収縮率が大きい。したがって、乾燥に伴う欠陥発生の危険が大きいといえよう。

ファルカータは白色系の軽軟材で清潔感があるので、従来から収納家具の引き出し材に使われているが、収縮率も小さいことから機能的にもそのような用途に適していることが伺われる。この材は乾燥後もしばしば生長応力が残留するので、集成材に加工して使用されるが、メリナもふくめて軽くて収縮率の小さいことが利点となるような最終用途に使われることになるだろう。

ホワイトポプラは中国産の早成樹で今後の供給増が期待されているが、他の早成樹に比べて収縮率が大きく、色彩むらも大きいので、収納家具に使用する場合であっても化粧材としてよりも芯材として利用されることになるだろう。パネル等の芯材に用いることも可能であろう。

アカシアマンギウムは今回供試した早成樹の中で比重が最も高く、褐色系の重厚な色彩を持ち、比重の割には収縮率が小さい（図4-6）ので、高級家具、フローリング材等にも使用しうる素材と考えられる。現地の植栽現場では樹体の芯腐れが問題になっているようであるが、物性的には、注目に値する樹種である。

表4-23 早成樹を含む各種木材の収縮率 (%)

| 樹 種       | 部 位 | 比 重  | 気乾までの収縮率 |       |       | 全 収 縮 率 |       |       |
|-----------|-----|------|----------|-------|-------|---------|-------|-------|
|           |     |      | 接線方向     | 半径方向  | 接線/半径 | 接線方向    | 半径方向  | 接線/半径 |
| アカシアマンギウム | 心材  | 0.73 | 5.44%    | 2.21% | 2.46  | 5.92%   | 3.02% | 2.00  |
| ホワイトポプラ   | ?   | 0.38 | 5.05     | 2.62  | 1.93  | 7.01    | 3.36  | 2.09  |
| メリナ       | 心材? | 0.39 | 3.49     | 1.53  | 2.28  | 5.26    | 2.77  | 1.90  |
| ファルカータ1   | 心材? | 0.39 | 4.17     | 2.02  | 2.06  | 5.45    | 3.26  | 1.68  |
| ファルカータ2   | 心材  | 0.30 | 3.31     | 1.41  | 2.34  | 4.79    | 2.23  | 2.16  |
| カメレレ1     | 心材  | 0.54 | —        | —     | —     | 7.08    | 4.60  | 2.54  |
| カメレレ2     | 心材  | 0.38 | —        | —     | —     | 7.03    | 3.76  | 1.87  |
| ラジアータパイン1 | 心材  | 0.43 | 5.04     | 2.57  | 1.96  | 6.63    | 3.37  | 1.97  |
| ラジアータパイン1 | 辺材  | 0.50 | 6.26     | 2.50  | 2.50  | 7.90    | 3.86  | 2.05  |
| ラジアータパイン2 | 辺材  | 0.54 | 6.29     | 3.06  | 2.06  | 9.00    | 4.33  | 2.09  |
| カリビアパイン   | 辺材? | 0.47 | 3.61     | 1.72  | 2.10  | 5.44    | 2.42  | 2.25  |
| サザンパイン1   | 心材  | 0.53 | 3.09     | 2.50  | 1.24  | 4.65    | 3.70  | 1.26  |
| サザンパイン2   | 心材  | 0.50 | 4.80     | 2.53  | 1.91  | 6.52    | 3.80  | 1.72  |
| ソ連カラマツ    | 心材  | 0.65 | 7.31     | 3.53  | 2.07  | 11.53   | 5.54  | 2.08  |
| ソ連カラマツ    | 辺心材 | 0.57 | 4.28     | 1.46  | 2.93  | 5.53    | 2.28  | 2.43  |
| 日本カラマツ    | 心材  | 0.47 | —        | —     | —     | 7.77    | 3.71  | 2.09  |
| スギ        | 心材  | 0.33 | —        | —     | —     | 6.64    | 2.69  | 2.47  |
| ヒノキ       | 心材  | 0.39 | —        | —     | —     | 6.11    | 3.01  | 2.03  |
| ベイツガ      | 心材  | 0.43 | —        | —     | —     | 9.62    | 5.12  | 1.88  |
| ベイマツ      | 心材  | 0.66 | —        | —     | —     | 9.33    | 7.26  | 1.29  |
| ベイスギ      | 心材  | 0.37 | —        | —     | —     | 5.42    | 2.60  | 2.09  |
| レッドウッド    | 心材  | 0.35 | —        | —     | —     | 3.83    | 2.38  | 1.61  |
| 高耐久性広葉樹   |     |      |          |       |       |         |       |       |
| ジャラ       | 心材  | 0.91 | 8.89     | 5.33  | 1.67  | 11.13   | 7.09  | 1.57  |
| ボンゴシ      | 心材  | 1.08 | 6.14     | 4.27  | 1.44  | 9.54    | 6.95  | 1.37  |
| ドゥシー      | 心材  | 0.72 | 1.91     | 0.96  | 1.99  | 3.08    | 1.67  | 1.70  |
| イペ        | 心材  | 0.97 | 3.46     | 2.76  | 1.25  | 6.11    | 4.86  | 1.26  |

カメレレは比重の割に収縮率が大きいので、収納家具等には利用できないであろう。フローリングにするには、比重が小さすぎる。これは元来パルプ用に植栽されたものであるが、製材品として使用するには節のない大径木への育林技術の確立、乾燥時の落ち込み防止技術の確立が必要であろう。

針葉樹の早成樹のうち、東南アジア産のカリビアパインは熱帯産のためか早晚材の密度差が小さい点が特徴的であるが、収縮率に関しては中庸であった。温帯産の早成樹と比較して差異は認められない。

高耐久性広葉樹は、屋外用途の重構造部材として近年、木橋・ボードウォーク等に多量に使われるようになった高比重材であるが、それらはおしなべて比重の割には収縮率が小さく、干割れしにくい材料といえることができる（図4-6）。

とくに、西アフリカ産のドゥッシー（ジャケツイバラ科）は特異的に収縮率が小さい。比重は0.7を超えているのに、全体積収縮率は5%にも満たない。すなわち、著しく干割れを発生しにくい。このため、現実には屋外において転落防止柵の笠木に使用され、その特異的な機能を発揮している。

今回調査した早成樹の中にはこれほど特異な性質を示す樹種は見いだされなかった。また、前述のように、これらの早成樹はかび抵抗性・耐朽性ともに高くないので、保存処理なしでは雨の当たる屋外用途には適さないと結論することができよう。



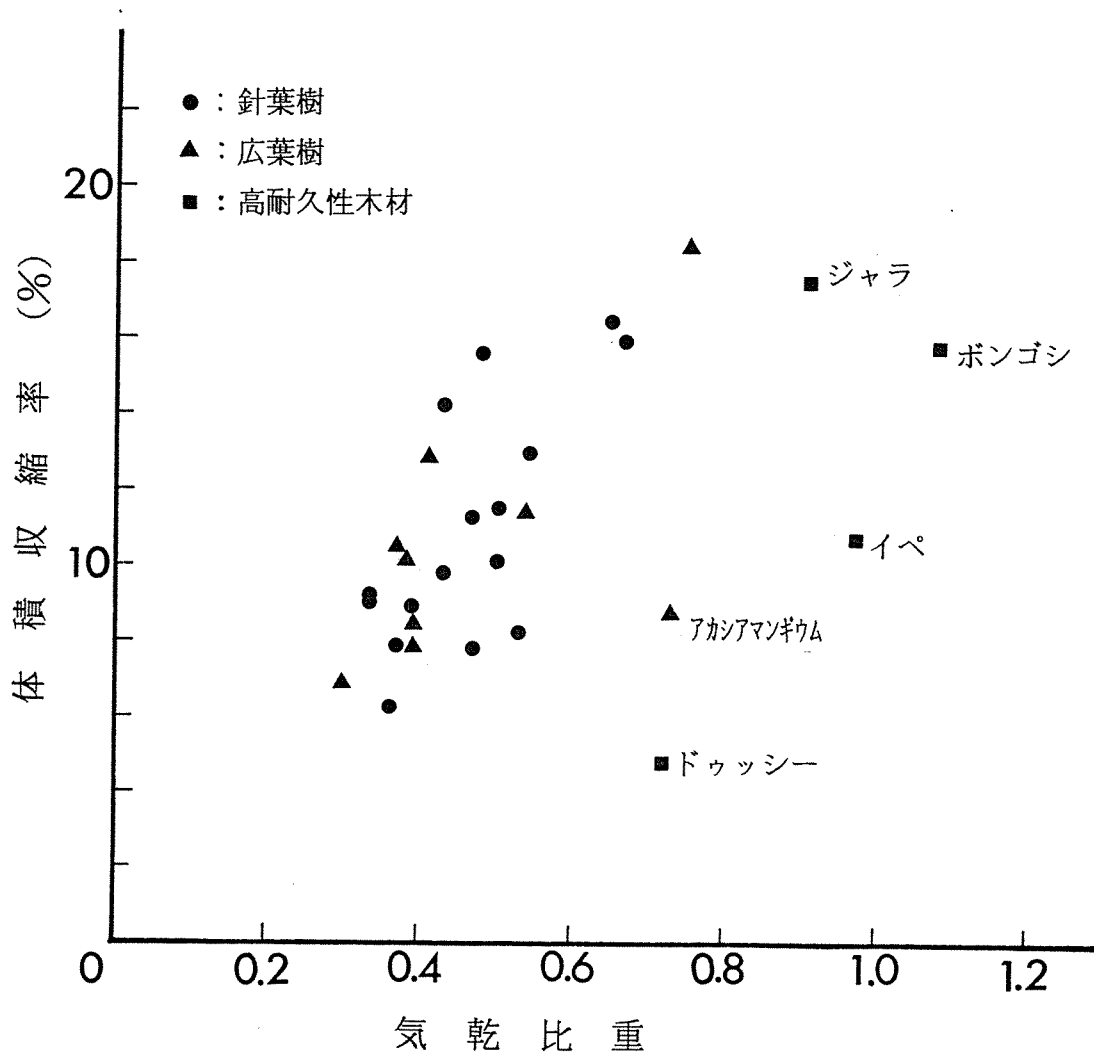


図4-6 体積収縮率と比重の関係

## 5. 考 察

早成樹12種について、①かび抵抗性試験、②耐朽性試験、③耐蟻性試験、④耐候性試験、⑤乾燥による収縮性試験、を行った。

まず、かび抵抗性試験は（社）日本木材保存協会規格第2号に準じ、0.2%麦芽抽出物水溶液で調整した孢子懸濁液で試験されたが、その結果によればほとんどの樹種において、カビが発生しやすいことが判明した。やや発育の遅いものは、メリナ（ジェメリーナ）とカメレレの2樹種のみであった。したがって、今後、貧栄養下での再試験の必要性が認められるものの、ここに供試した早成樹は、温度・湿気等の条件さえ整えば、いずれも相当にかびやすいものばかりとすることができる。

熱帯産の早成樹は、素材そのものがかび抵抗性に欠けるうえに、その気象状況からるかびやすい環境にある。カビによる変色等の汚染を防止するためには、現地において伐倒後、すみやかに製材し、ただちに乾燥工程に入る必要があるであろう。地域によっては、乾季と雨季がはっきり区分されるので、乾季にのみ作業を行うことも考えられる。

このような処置が取れない地域では、伐採後、および製材後に薬品による防カビ処理が行われることになろう。この場合には、労働衛生も含め適正に薬品が使用されなければならない。

耐朽性試験の結果によると、心材の耐朽性は樹種間に相当な差異が認められる。メリナ（ジェメリーナ）とアカシアマンギウムは耐朽性が相対的に大きく、サザンパインとユーカリは耐朽性が中庸、それ以外は耐朽性が小であった。メリナ、アカシアマンギウムもヒノキ等の耐朽性のある樹種に比べて、取り立てて耐朽性があるわけではない。全体的に見ると、耐朽性に欠けるものがほとんどであるので、耐久性を必要とする構造用途には事前に保存剤の加圧注入等の処置が必要となろう。したがって、今後、注入性について詳細に調査する必要がある。

耐蟻性はメリナ（ジェメリーナ）とアカシアマンギウムの2樹種でやや高い性能が得られたが、その他の樹種はおおむね小さかった。とくに、マツ類は耐蟻性に欠けている。やはり、湿潤状態で耐久性を必要とする構造部材に使用するときは、事前に防蟻剤の加圧注入等の処置が必要であろう。

耐候性に関しては、まだ12週間後のデータしかまとまっていないので、結論を出す段階にない。明度の低下、赤味の減少等の色彩変化が認められるが、追加試験片の暴露も含め、試験は継続中であるので、次年度にまとめることとする。

乾燥による収縮率に関しては、アカシアマンギウムが比重の大きい割には収縮率が小さい（つまり、干割れ・幅反り等の変形を起こしにくい）点を除き、とくに特徴はない。

ソ連カラマツは比重の割には収縮率、とくに樹心部の収縮率が大きく、干割れや幅反りを起こしやすいことが伺われた。この他の早成樹は通説の通り、気乾比重にはほぼ比例して、収縮率が増している。

## 6. 今後の課題

今年の試験の結果、カビ抵抗性に関しては富栄養下でのテストであったのでカビの生長が早く、樹種間の差異が明確でなかった。これは全ての樹種において、カビが発生しやすいことを示唆しているが、樹種間に多少の差はあるかも知れない。この点を明らかにするには、貧栄養下での試験が必要であろう。

今回の試験の結果、早成樹は全体的に耐久性に欠けることが明らかになった。これを改善するには、適切な薬品処理が有効であろう。そこで、今後の課題として薬品注入性について詳細に試験する必要がある。とくに耐朽性に欠ける樹種が多いことから、単に注入量だけではなく、薬品分布の均一性も含めて試験する必要がある。

サザンパイン、カラマツ等の針葉樹（とくにカラマツ）では屋外用途に使用するとき、干割れによる欠陥の発生が耐久性を低下させる事例が多いことから、板目材について乾燥割れの試験を、その定量的方法の開発を含めて検討する必要がある。これは、表層部のみ防腐保護層を設けても、それより深い割れが発生してしまえば、湿潤時に内部腐朽を生じてしまうからである。

さらに、次年度は最終年度であることから、耐朽性の向上技術、変色防止技術について資料を収集・分析して、早成樹に適合する処方箋（早成樹を産出する現地、及びそれを輸入した日本国内）を示す計画である。

## 7. 参考資料

昨年度の報告書において、過去の関連文献等を収集整理して「早成樹ファイル」に取りまとめたが、その後に収集された文献が4件あるので、これらを以下に収録することとした。文献の出所は、以下の通りである。

- 1) 中村 嘉明：木材の耐朽性試験Ⅲ（イゲム、ナンヨウギリ、ラジアータパイン）  
奈良県林業試験場 木材加工資料 No. 13, 20～22（1984）
- 2) 平田 英史：オーストラリアのユーカリ材の利用  
木材工業、50, 269～273（1995）
- 3) 川田 俊成：「熱帯産早成樹と北米材の利用に関する講演会」に参加して  
木材保存、21, 256～259（1995）
- 4) 奥村 正悟：早成樹の利用に関する国際シンポジウムに参加して  
木材工業、50, 127～130（1995）

# 木材の耐朽性試験Ⅲ

(イゲム、ナンヨウギリ、ラジアタパイン)

中 村 嘉 明

## 1. はじめに

木材の耐朽性を定量的に示す実験室的方法として、木材の小試験体を特定の木材腐朽菌を用いて人為的に強制腐朽させ、その試験体の腐朽後の重量減少率を詳細に検討して、耐朽性を決める木材の耐朽性試験方法 (JIS Z-2119) がある。

一方、当场において材質性能や接着性能試験などを依頼された樹種の中で、比較的近年になってから輸入され、そのような耐朽性試験結果が数多く公表されていない樹種がある。それらについて上記の性能試験の結果と合わせて総合的に材質を判断するための資料を得ようと、前報<sup>1), 2)</sup>に引き続いて木材の耐朽性試験を実施し、その結果を検討したので報告する。

## 2. 材料および方法

供試樹種はフィリピン産、通称イゲム；ポドカルプス (*Podocarpus SP.*)、パプアニューギニア産、通称ナンヨウギリ；ホワイトアルビジア (*Albizia falcataria Fosb.*)、ニュージーランド産、ラジアタパイン (*Pinus radiata D. Don*) の3樹種である。

イゲムとナンヨウギリは輸入業者が直接原産地から搬入した木材を供試し、ラジアタパインは既往の研究<sup>3)</sup>と同一の供試材を用いた。それら3樹種の耐朽性についてはいずれも既往の文献<sup>4) 5)</sup>から、小さいしは劣と検索された。

イゲム材については、淡白色の辺材中に心材と見誤り易い褐黄色のアテ材とおぼしき材部が帯状に存在するので、通常の辺材部とそれらを区別して、アテ変色材部として耐朽性を検討した。さらに原産地において製材した標準的な心材部から採材したまさ目板と板目板を入手し、まさ目板により、樹心近くから外周へ向かう放射断面内での耐朽性の相違と、かなり大きな径級部分から採材し

たと思われる幅約30cm程の板目板により、接線断面内での耐朽性の変化を検討した。

## 3. 結果と考察

3樹種の耐朽性試験結果を表-1に示した。試験は1条件当り4培養ビン (計12試片) としたので、各培養ビン (3試片) 毎に平均重量減少率を求め、それらの範囲を表中に示した。さらに試片個々に現われる耐朽性や菌の腐朽力のバラツキを明らかにする目的で、試片の最大、最小重量減少率を示した。

表-1によればイゲム材の通常辺材部の供試菌 (オオズラタケ、カワラタケ) による平均重量減少率の範囲、最大、最小値などすべてが、わずかにアテ変色材部のそれらの値に比べて大きいという結果がみられる。したがってアテ変色材部には耐朽性に関与する成分等が含まれ、わずかながらも耐朽性を高めていると考えられ、非常に小部分で耐朽性が異なるのではないかと考えられる。

イゲム材の心材の腐朽試験は試験材の入手事情によって、辺材の腐朽試験の結果を得た後に腐朽操作を開始した都合もあって、カワラタケの供試を省いて、オオズラタケのみの腐朽操作を行なった。一般的に判断して、心材の耐朽性は辺材と同等で平均重量減少率の値はかなり大きく、耐朽性は小さい。当初、心材内の放射あるいは接線断面内での部位別の耐朽性の相違を求める実験計画であったが、腐朽後の結果では各条件間の差異以上に、試片個々の重量減少率の差異がはなはだしく、意図した傾向が得られなかった。即ち、さきに辺材について述べたが、アテ変色材部のように小部分で耐朽性が異なることが原因と考えられる。そのことが表-1の最大、最小値の著しい差として表われているが、供試菌が極めて均一に順調に成育した同一培養ビン中の3試片の腐朽結果が、通常経験する範囲を越えていることから、そのよ

表-1 耐朽性試験結果

(JIS Z 2119 準拠)

| 樹種                                    | 腐朽菌<br>供減材の区分<br>重量減少率(%) | オオウズラタケ<br>(林試 0507)       |       |           | カワラタケ<br>(林試 1030) |      |           |
|---------------------------------------|---------------------------|----------------------------|-------|-----------|--------------------|------|-----------|
|                                       |                           | 平均値の範囲*                    | 最大    | 最小        | 平均値の範囲*            | 最大   | 最小        |
|                                       |                           | イゲム<br>(インドネシア産)<br>(イヌマキ) | 通常辺材部 | 16.9-14.3 | 22.0               | 7.8  | 18.0-12.3 |
|                                       | 辺材中のアテ変色材部                | 16.7-10.9                  | 19.0  | 3.5       | 10.6- 5.0          | 13.0 | 2.1       |
|                                       | 心材まさ目板 **                 | 18.0- 8.6                  | 49.1  | 0.9       | -                  | -    | -         |
|                                       | 心材板目板 ***                 | 22.6-16.9                  | 65.9  | 1.3       | -                  | -    | -         |
| ナンヨウギリ<br>(パプアニューギニア産)<br>(ホワイトアルビジア) | 辺材                        | 38.5- 9.9                  | 43.5  | 8.2       | 25.2-19.5          | 28.1 | 14.6      |
|                                       | 心材                        | 12.6- 1.9                  | 21.5  | 0.6       | 17.0- 6.2          | 21.6 | 3.9       |
| ラジアタパイン<br>(ニュージーランド産)                | 辺材                        | 28.4-17.9                  | 32.2  | 4.2       | 19.6-13.2          | 21.6 | 4.3       |
|                                       | 心材                        | 14.8- 9.0                  | 16.4  | 6.7       | 12.1- 9.3          | 15.7 | 8.1       |

注 \* 平均値の範囲：1培養ビン（3試片）ごとの平均腐朽重量減少率（%）4培養ビン分の範囲  
 最大、最小：平均腐朽重量減少率より隔たりが大きな1試片当りの腐朽重量減少率  
 \*\* まさ目板：イゲム心材から採材した幅30cm 厚さ約4cmの腐朽用試験片  
 \*\*\* 板目板：大径の原木から採材した板目板、同上

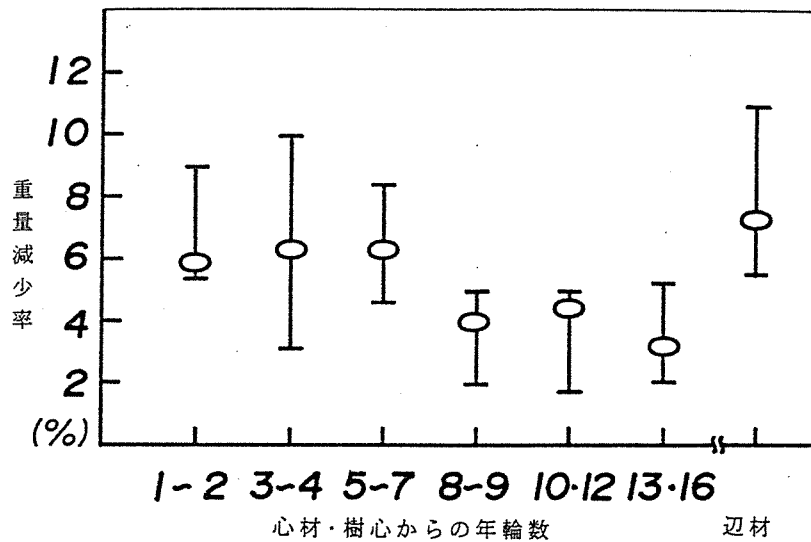


図-1 ラジアタパインの部位別（水平）のオオウズラタケによる腐朽重量減少率%（2ヶ月間腐朽）

cf. 同一抗菌操作時のオオウズラタケの腐朽力  
 （スギ辺材の平均重量減少率；17.8%  
 ブナ辺材の平均重量減少率；19.5%

うに考えざるを得なかった。原産地での経験をもとにして、この試験材の提供者が、心材の耐朽性に期待を寄せているのも、そのような傾向から、腐りにくいと判断したからとも考えられる。

ナンヨウギリ材については、辺材の平均重量減少率が心材のその約 $\frac{1}{2}$ 程度で、辺材の耐朽性は心材よりも優るが、その心材の結果から判断しても、この樹種の耐朽性は小と判定される。

ラジアタパイン材については、当初、表-1に示すように、辺材、心材に大別しただけの試片で腐朽試験を行なった。その結果、ナンヨウギリ材と同様に、辺材の耐朽性は心材よりも優るが、それでもなお心材の耐朽性は小と判定された。

その後、材質的に未熟材部が劣る<sup>3)</sup>といわれていることから、樹心から心材外縁まで連続して採材できる試験材が入手できた機会に、心材内の部位別の耐朽性の相違を検討した。その結果は図-1に樹齢を追って示した。

この試験におけるオオウズラタケの腐朽力は図-1に付記したように、同時に腐朽させたスギとブナ材の重量減少率から推定して、通常よりかなり弱かった。そのため表-1に示したラジアタパ

イン材の心材の重量減少率は、全般に小さい。しかし腐朽操作中の培養状態の観察結果からみて、相対的な関係を示す資料となり得ると判断して、ここに結果を示した。それによると、樹心に近い未熟材部と、8~9年を越える心材外縁材部との間はかなり明瞭な耐朽性の差異があることが認められた。この結果は同一供試材を用いて、的場<sup>3)</sup>が行なった曲げ強度試験における曲げ破壊係数や、曲げヤング係数の増大の傾向と一致して興味がある。ただしこの樹種の実用上の心材の耐朽性は小さいと判断するのが妥当と考えられる。

#### 引用文献

- 1) 中村嘉明ほか：奈良林試木材加工資料 No.7 (1978)
- 2) 中村嘉明ほか：同上 No.8 (1979)
- 3) 的場三輪子ほか：同上 No.11 (1982)
- 4) 木材加工技術協会編：世界の有用木材 300種 (1975)
- 5) 島根大学輸入木材研究室編：輸入木材研究報告No.8 (1979)

# オーストラリアのユーカリ材の利用

平田 英史\*

## はじめに

1994年ビクトリア州林業組合の輸出窓口であるオーストラルウッドの依頼により、ビクトリア州とタスマニアの木材工場を調査した。目的はここでは近年、針葉樹の輸入と供給が増加し、従来この国の建築用の主材料であったユーカリの用途が将来減少する恐れがあるので、ユーカリの用途をふやすために日本への輸出を考えており、そのための調査であった。調査の過程で、ユーカリは現在多くの地域で植林されているので、この木をこの国の特殊な資源としてみるだけでなく、次の時代の地球森林資源の一つとして考えてよいのではないかと感じた。この報告が将来の広葉樹資源を考えるうえで少しでも参考になれば幸せである。

## 1. 森林概況<sup>1)</sup>

オーストラリアの森林面積は国土の5%で、4300万haあり、その中にはマングローブ林や湿地林も含まれる。広葉樹林の約60%はユーカリで占められ、その中にはジャラヤカーリなど外観と加工性で知られた木もある。ビクトリア州の森林面積は540万haで代表的樹種はいずれもユーカリ属で、アルパインアッシュ、マウンテンアッシュ、メスマイトの3種類である。これらの樹種を総称して、タスマニアンオークまたはオーストラリアンアッシュと呼ぶこともあるが、いずれも本来の樹種とは関係ない。これらは標高によって分布が異なり、大分水嶺山脈の高地はアルパインアッシュ、山腹にはマウンティンアッシュ、山麓はメスマイトがそれぞれ優勢である。今回調査中比較的多く見たユーカリの樹種は第1表の通りである。

## 2. 林業政策

オーストラリアは6つの州と2つの特別区からなる連邦であるが、各州にはそれぞれの州政府があり、森林は州政府の管理下にある。この国の木材工業は主として国内向けの製材業と輸出用のチップ製造に集中し

第1表 ビクトリア州主要ユーカリ樹種<sup>2)</sup>

| 学名                                    | 商品名・地方名                     |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| <i>E. delegatensis</i> R.T.Bak.       | ash, alpine Tasmanian oak   |
| <i>E. regnans</i> F.Muell.            | ash, mountain Tasmanian oak |
| <i>E. obliqua</i> L'Herit             | messmate, stringy bark      |
| <i>E. viminalis</i> Labill.           | gum, manna                  |
| <i>E. sideroxylon</i> A.Cun.ex Woolls | red iron bark,              |
| <i>E. nitida</i> Hook.f.              | peppermint, Smithton        |
| <i>E. nitens</i> Maiden               | gum, shining                |
| <i>E. sieberi</i> L.Johnson           | ash, silvertop              |

てきた。また広葉樹の蓄積が多いにもかかわらず、供給量では針葉樹が多く、将来も針葉樹が増加の傾向にある。そのため政府は、ユーカリの利用をすすめる、付加価値化による新市場開拓を業界に呼びかけている。州政府はそのための設備投資をする企業に対しては、あらたに長期の木材供給保証をしたり、良質の丸太を優先割当するなどの制度を設けている。

## 3. ユーカリ林

この国の森林は1850年の金鉱発見まで、広範囲の森林が伐採されることはなかった。しかし1900年代に入ると、金鉱山の燃料に森林が大量に伐採された。更に1939年の山火事では数日で120万haの森林が失われた。その後の再生によって今日の森林ができたのであるが、それに用いられた造林方法の基本はクープ、coupeと呼ばれる小面積を単位とする皆伐更新であった。クープというのは、製材用丸太を生産するための基準更新区域で、位置、形、広さはその森林の立地、林内動物・植生の状況などに適応するよう設定される。標準面積は20haで、最大でも40haをこえてはならないとされている。そしてこの狭い施業地内に鳥の休み木や野生動物の通路など自然保護への配慮もされている。

環境保護のため、ほとんどの地区で、冬は伐採及び運材が中止される。これは冬期間地表が乾かないため、作業が行われると林地・林道を損傷し環境を損うからである。しかし比較的乾燥し、環境を損う恐れのない

\* 平田技術士事務所



写真1 ユーカリ林

地域では冬も伐採が行われる所もある。

ユーカリは、四季を通じて落葉・落枝・落皮しており、葉はユーカリ油を含んでいるので、空気中の湿度が下がると自然発火することがある。統計では年間4万件の森林火災があると言われるが、そのうち60%は落雷によるものである。火災の後には、焼け残ったユーカリが一斉に結実し、3ヵ月後にはha当り数万本の稚樹が発芽する。度重なる山火事によって、火に弱い樹種が淘汰され、現在のユーカリを主体とする森林がつけられたのである。

#### 4. 材質

##### 4.1 丸太

今回調査の工場では、丸太は比較的通直完満のものが多く、節も少ない。丸太の径は稀には1m以上のものもあるが、多くは50cmから70cmである。断面の形は比較的丸いものが多く、偏心は少ない。辺材の幅はうすく、心材との境界は明瞭でない。横断面上には屢々弧状のキノベインが見られる。伐採後数日して木口面の早材部にレンズ状の割れが生じることがある。

##### 4.2 板

すでに述べたように、この地方のユーカリを代表する樹種はアルパインアッシュ、マウンティンアッシュ、メスメイトの3種であるが、これらの乾燥材の外観は識別が困難なほど似ている。1993年オーストラルウッドが日本で開催したセミナーでは、第2表の通り、これらをオーストラリアンアッシュとして報告している。

これらの材は淡色で、塗装方法によって、他の樹種に類似の塗装が容易である。このうちアルパインアッシュとマウンティンアッシュはやや桃色を帯びている。その他については3種の間で、第3表の様な差異

第2表 オーストラリアンアッシュの性質

|                |               |
|----------------|---------------|
| 比重(含水率12%時)    | 0.6~0.7       |
| 収縮率(含水率12%までの) | 3.5%~4.0%     |
| 放射方向           | 6.5%~7.0%     |
| 接線方向           |               |
| 弾性係数(メガパスカル)   | 15,000~16,000 |
| 硬度(ニュートン)      | 4,900~7,200   |

第3表オーストラリアンアッシュ 樹種間の差異

|        | アルパイン<br>アッシュ | マウンテン<br>アッシュ | メスメイト |
|--------|---------------|---------------|-------|
| 複合放射組織 | 少ない           | 稀少            | 稀少    |
| 成長輪    | 鮮明            | 中間            | 不鮮明   |
| チロース   | 少ない           | 少ない           | 多い    |
| キノベイン  | 少ない           | 少ない           | 多い    |
| 表面割れ   | 少ない           | 少ない           | 多い    |
| 内部割れ   | 多い            | 多い            | 少ない   |
| 落込み    | 中間            | 多い            | 少ない   |

が認められている。

これらの樹種は、オーストラリア国内で、家具、フローリング、建築内装など外観部材のほか、建築構造物材、トラック用材などにも長く使用されている。

##### 4.3 品等規格

ユーカリの製材品等規格は Australian Standard specification for sawn South-East Australian Eucalyptus Hardwoods によって定められている。これによると板材は、その外観によって、Select grade, Standard grade, Structural grade に分割される。

この規格の特徴は、Select grade と Standard grade において柾目が標準とされ、板目の混入限度を5%以下としていることである。わが国の一般では1つの梱包内で板幅は不揃でも、長さはほぼ揃えるのが習慣であるが、この国では板幅はほぼ均一に整えられるが、長さを揃えることはむずかしい。それは柾目が基準であるから、盤からの板木取りされるので幅を揃え易いことと、乾燥後、欠点を除去するため短尺材をつくり易いためである。

これらの事情から、ユーカリ製材品が日本市場へなじみにくい事を考慮して、工場によっては独自の輸出規格をつくっている所もある。

##### 4.4 キノベイン<sup>3)</sup>

ユーカリを外観部材として利用するときの問題にキノベインがある。材の横断面に成長輪にそって弧状に



現われる黒いすじで、時にはかなりの細胞間隙を伴うことのある障害柔組織である。横断面上の長さは一様ではないが、通常10cm前後のものが多い。

この発生原因は外傷であるが、火災によることが多く、横断面上の位置から火災の時期や頻度がうかがえる。キノベインはその程度によって外観上の欠点にはなるが、強度上の問題になることは少ない。

#### 4.5 落込み<sup>4)</sup>

この地方では、木材の自然乾燥がよく普及しているが、乾燥積中の板材に屢々落込みが生じている。このための厚板の生産はあまり行われない。これはユーカリが落込みを生じ易い性質を持つと共に、この地方の気候が乾燥していることに起因する。わが国でも予備乾燥として、長期の自然乾燥することがあるが、温度の高い夏は湿度も高いので、厚板でも自然乾燥による落込みは少ない。

これについて CSIRO の活動によりこの地方に普及しているリコンディショニングは有名である。今も多くの工場はリコンディショニングルームを持ち、自然乾燥で落込みした材をこの装置に入れ、100℃の飽和蒸気の中で数時間蒸煮し、落込みを回復している。

この処理は、開始する時の含水率、使用蒸気の温度、処理時間など相当の熟練が必要である。また、これには一時に多量の蒸気を必要とし、木材から出る高温の酢酸のため装置が数年もたないなど課題もあるが、これによって落込みのかなりの部分が回復する。しかし、内部割れを伴うようなはげしい落込みの場合は、外観は回復しても、後工程の切削や塗装で割れが見つかることが多い。そのため一部では、製材後、日光や外気を遮蔽した倉庫に1～3か月位積積したり、製材後外気に置かないで、直ちに人工乾燥室に入れて緩やかに乾燥するなどの試みが行われている。

#### 4.6 内部割れ

この地方では自然乾燥した木材の断面にレンズ状の内部割れをみることがある。また、リコンディショニングによって、表面の落込みが回復し、外観的には欠点の見えない乾燥材を、削ったり、塗装しているとき、内部の割れが出てくることも少なくない。

この割れを internal check とよんでいるが、国産材や南洋材の場合と少し異なり、これは成長輪の主として早材に生じ、晩材に及ぶのは損傷が大きく進んだときである。また、通常内部割れは人工乾燥中期の応力反転後に生じ易いが、ここでは自然乾燥の初期に生じるのが特徴である。

このように内部割れが自然乾燥で生じる理由は、この地の気候によることは申すまでもないが、ユーカリの早材部木繊維細胞の細胞壁に特に厚さの薄いものがあり、これが水分移動の際、落込みを生じさせ、内部割れになるものである。これらの落込みや内部割れを生じ易い材は成育の早い再生林や植林材に多い。1939年の大火による再生林が、これから収穫期に入るので、今後、これらに対する対策が求められている。

### 5. 製材

#### 5.1 製材機

この国の製材機の多くは、自動送材車付のものであるが、本機が丸鋸のものもかなりある。大割用の丸のこには直径1 m 位のもの2枚が、製材線上を少し前後して、上下二段に設置され、送材車上の丸太が送り込まれると、はじめに上段ののこが挽き始める。次に下段ののこが上部ののこの挽き残した部分を切断する。

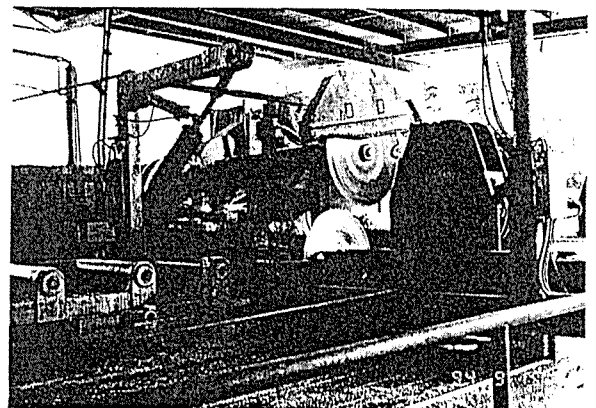


写真2 丸のこ製材機

勿論、帯のこ機も多数あり、帯のこの目立は普通半日毎に取替しているようだが、樹脂が付着することも無い。問題点は丸太の材内応力のために、製材中に材が曲ったり、縦にさけ易いことである。これはこの地方の土壌が粘土質で、水はけが悪く、冬の搬出ができないため、必要な丸太を夏の間には貯木するのであるが、その間に丸太が乾燥して材内応力が生じるためである。そのため保管中の丸太には水噴射が行われている。

#### 5.2 製材品

製材の厚さは、25mm, 38mm, 42mm, 50mmの4種類である。日本の広葉樹市場では32mm前後の需要があり、アメリカでも5/4インチが規格にあるが、ここにはこれに相当する規格寸法は現在ない。しかし一部の工場

では32mmを規格化しようとする動きもある。呼称寸法25mm板の挽立寸法は通常28mmであるが、実測してみると、30mmをこえるものもある。この原因は材内応力によるもので、丸太保管中の水噴射を更に改済する必要が言われている。しかし当面の輸出用には、両面プレーナーがけしたS 2 Sで取引がされている。

## 6. 乾燥

### 6.1 自然乾燥

この国は土地が広いので、どの工場も日本のような狭隘のための支障はない。広い敷地の中にゆったりしたレイアウトをしており、自然乾燥場も、周囲の建物や樹木から十分な距離をおいて配置されている。また、積積は直射日光防止のための屋根や雨水排水溝など適切にされている。それにもかかわらず、木口割れや落込みが顕著にあるのは、すでに度々述べた様に、1、2月頃北西に砂漠から来る乾いた熱風のために空気の湿度が異常に下るためである。一部の工場では早くから自然乾燥に依存しないで、低温のプレドライヤーで予備乾燥したのち、人工乾燥することが行われている。今後、高度加工をすすめて、付加価値化を実現するには、自然乾燥から人工乾燥への転換が必要である。

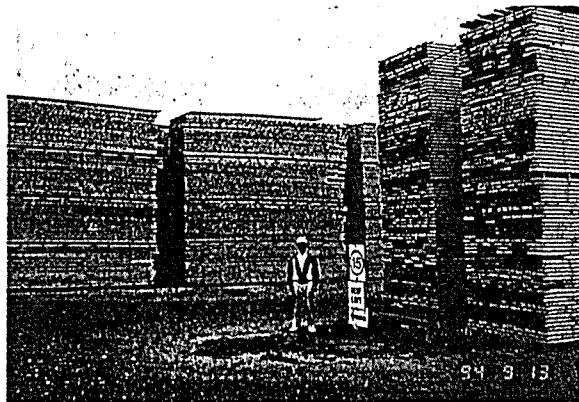


写真3 自然乾燥場

### 6.2 人工乾燥

この地方の木材乾燥は、樹種、材種、用途がほぼ同じであるのに、いろいろのタイプの装置がある。熱源は鋸屑を燃焼するものが最も多いが、軽油燃焼ガス方式のものもある。多くは分室式であるが、前進式の乾燥室もある。熱気の循環は、モーター直結ファンによるものもあるが、ロングシャフト駆動のものもかなりある。なお、壁体を木造で構築しているものも少なくない。現在人工乾燥されている材種は、主に25mmと38mmで、それより厚い板は人工乾燥されることは少ない。

そのわけは厚板の主要な用途が建築構造材や戸外構造物であるから、自然乾燥でよかったからである。

しかし、今後、日本へ輸出することになれば、商品構成上、厚板も必要になるが、この国の気候を考えると、製材後直ちに乾燥室又はプレドライヤーに入れる必要がある。

## 7. ユーカりに適した商品

ユーカりは、緻密な木はだや強い材質が長所であるが、短所としてキノベインや内部割れなどがある。その他の点も考慮して、ユーカりに適した日本での利用分野として、フローリング、家具、トラック構造材などを検討した。これらを選んだ理由は、これらの材料供給が日本で次第に困難になりつつあることと、これらの用途に対してオーストラリアではユーカリが長く実際に使用されて来た実績によるものである。

### 7.1 フローリング

この国の住宅や店舗の単層フローリングは殆んど全部ユーカリで作られている。度々使われている場所を調べたが、狂いやすき間はなかった。これを見て、日本でもフローリングには使えると思った。但し、こちらの塗装は、透明仕上げで光線の反射による色むらやキノベインなどの欠点が新しいものは顕著に見える。この事は、家の中の靴をはいている生活習慣によるものと思われるが、日本への輸出の場合は、流行色に着色仕上げなければならない。試験的に現在需要の多いオーク色に塗装してみたが、仕上りは良好であった。

今回調査した中で、既に2工場が単層フローリングとパーケットを製造していたが、ユーカりは単層フローリングとパーケットに適している。更にフィンガージョイントをすることで、将来長尺のものも十分に期待できる。

### 7.2 家具

この地方の家具は、殆んどがユーカリで作られ、その他の樹種としては僅かに、アカシアとラジアーターパインがあるが量は少ない。ユーカりは、木理、強度、加工性など家具用材として多くの優れた点があるので、この国で長く、家具や造作材として使われてきた。特にこの木は材色が明るいので、着色の仕方によって多様なカラーコーディネートができる。この点ホテルや店舗など色彩調節を要する内装材料に適している。しかし、現在は厚板乾燥材の供給力や板幅の関係上、家具の場合は集成材加工が必要である。

現在日本の家具業界は安物志向で、耐久性よりも価

格の安いことが求められているが、耐久商品である以上、将来家具用材としてユーカリが用いられる可能性は充分にある。

### 7.3 トラック構造材

日本のトラック用構造材としては、クルインが長く用いられてきた。しかし近年クルインの入手が次第に困難化している。ユーカリの中にはクルインと同程度の強度を持つ樹種が数種類ある。この事からトラックのサブボルスターと床材用にユーカリを用いることを検討している。トラック構造材としての必要条件は狂わないことと強さが重要であるが、この点オーストラリアで長い間、ユーカリがトラック構造材に使われてきた実績がある。

キノベインを含む材料も使用されているが、問題にはなっていない。ただ日本のトラック構造材の仕様は、メーカー、車種によって多様で、オーストラリアの様に規格化が進んでいないことが課題である。

## 8. 投資援助政策

オーストラリア政府は海外からの投資を歓迎している。1993年ビクトリア政府が日本で行った投資セミナーでは、Department of Business and Employmentの担当大臣が次の通り述べている。

政府は州の製造業育成のために有益な投資計画が提案されれば、それに対して州税の減額、インフラの整備、従業員訓練について援助を行う。そのような提案が具体的になされると、州政府は、その企業と専門のプロジェクトチームを政府内につくり、用地の取得、法律手続、技能者の確保をし、計画の期限と予算内で、工場が建設され、操業ができるよう援助する。

### おわりに

この報告について多くの方々から情報をいただいた。そのうち主なる機関の名前を述べ、謝意を表す。

Austral wood,  
Victorian Association of Forest Industries,  
Timber Promotion Council,  
CSIRO,  
Department of Conservation and Natural  
Resources

### 参考文献

1) Anna-Louise Allen:Forest Management,  
Department of Conservation and Natural  
Resources, 3

2) Australian Standard:Nomenclature of  
Australian Timber, The Standards Association  
of Australia Standards House, (1983)  
3) 島地謙, 須藤彰司, 原田浩:木材の組織, 森北出  
版, 195, (1976)  
4) S.C.Chafe, J.E.Barnacle, A.J.Hunter, J.  
Ilic, R.L.Northway, A.N.Rozsa:Collapse, An  
introduction, CSIRO Division of Forest  
Products

〈情報〉

## 「熱帯産早生樹と北米材の利用に関する講演会」 に参加して

川田俊成\*

はじめに

1995年6月21日(木)に日本木材加工技術協会中国支部の主催、日本木材学会中国・四国支部、鳥取大学農学部及び鳥取県工業技術振興協会の後援で「熱帯産早生樹と北米材の利用に関する講演会」が鳥取ワシントンホテル(鳥取市)に於て開催された。この講演会開催の意義については作野友康支部長(日本木材加工技術協会中国支部長・鳥取大学農学部)が講演会の冒頭での挨拶の中で述べられた。その内容を当日のテキストより全文引用させていただく。

「国産材時代の到来といわれながらも、相変わらず外材が安く輸入されて使われています。また、それに伴って環境破壊の問題が必ず論議されています。このような状況の中で東南アジアでは、かつて熱帯林が乱伐された後に早生樹を植林して森林の回復と、その有効利用に努力されています。一方、北米産広葉樹はその有効利用をはかるために、日本での利用促進がはかられております。

そこで、熱帯産早生樹と北米産材の利用について環境問題を含めた種々の面から考えて、現況を理解するための講演会を開催致します。

本講演会は鳥取大学との学术交流のために来日された、フィリピン森林生産物開発研究所のアウトロパブロ氏をはじめ、それぞれの立場から国際的観点でお話いただける講師をお迎えして開催することができました。これを機に現況の理解を深めて、今後森林保全と木材産業がバランスよく進展することを願っております」。



講演会場

この趣旨に沿って、4人の講師によってそれぞれ林政、造林・環境、木質ボード、木材輸入業者の立場からご講演がなされた。また講演終了後、短い時間であったが総合討論の時間が設けられ、活発な議論が行われた。当日は県外からの方も含めて多くの参加者(約60名)があり、この問題への関心の高さを感じた。以下、この講演会の概要について筆者が理解できた範囲で紹介させていただきたい。

### 1. 国際森林政策と外材問題(鳥取大学農学部 八木俊彦氏)

八木俊彦氏は鳥取大学農学部で林政学を担当しておられるが、最近では環境保護を軸に表題のテーマについても研究を深められているとのことだ。ご講演では、これらの研究の成果を交え、八木氏自身がNGOとして参加された国連環境開発会議

\* 鳥取大学農学部

(ブラジル地球サミット, 1992)での話題を中心として、最近の国際森林政策についての基本的な問題を解りやすく解説された。その内容を要約する。

「地球サミットでは地球環境保全と持続可能な開発についての議論がなされ、基本的合意と実行計画が策定された。その中でも森林保全問題は最重要課題として取り上げられた。しかし、当初締結する予定であった森林保全条約は開発優先の立場から反対されて、結局、各国による森林開発を優先するがそれによって他の地域に迷惑をかけてはいけないという曖昧な内容の『森林原則声明』の採択にとどまった。また、この原則に基づいて木材貿易を適切に行うことも合意された」。

さらに、講演者自身が視察したカナダの森林のスライドなどを交えて、地球サミット以降の現状と今後の展望について言及され、「森林破壊は依然として大国が率先する型で行われ続けている。本年4月に開催された『国連持続可能な開発委員会』の点検の結果、『森林原則声明』は森林減少を防ぎ、持続可能な森林経営をある程度展開しているものとても十分とはいえないこと、森林面積減少の抑制は目標からほど遠く、WTOによる自由貿易体制強化により木材貿易が一層促進されつつあることなどが明らかにされた」と述べられた。

さらに結論として、「森林減少や木材貿易を含む地球環境問題の解決は困難であるが極めて重要な課題である。そのためには『地球サミット』合意の正しい部分をさらに発展させることが大切である。」と締めくくられた。環境保全を先ず第一に考えた上で、それが保障されつつ枠内でのみ持続可能な森林経営と木材貿易を行える国際森林政策を確立すべきだと語られたときの講演者の熱意が印象的であった。

2. RESTORATION OF TROPICAL FOREST AND THE USE OF FAST-GROWING SPECIES (Forest Products Research and Products Development Institute (FPRDI), Philippines Mr. Arturo A. Pablo)

熱帯林の回復と早生樹 (フィリピン林産物開発研究所 アルトロ A. パブロ氏)

パブロ氏はFPRDIではSupervising Science Research Specialist and Chiefの要職にあられ、本年の8月で定年退職を迎えられる。現在のご専門は複合木質ボードの製造ということであるが、ご講演では主に熱帯林、特にフィリピンの森林資源がどのように減少していったのかを述べられた後、破壊された森林の回復について統計データやスライドを交えてのお話となった。英語でのご講演であったため、実娘のジュビーさん(=現在、鳥取大学農学部作野研究室に留学中)が同時通訳を行った。いきの合った通訳で和やかな雰囲気にも包まれたご講演となった。内容をかいつまんで以下に紹介する。

「フィリピンは周知の通り木材や木製品の世界的な輸出国の一つであり、その主な輸出先の一つが日本である。その森林は1980年代初頭で年間約30万haの割合で減少していった。しかし、商業伐採によるその割合は10%前後と以外に微弱で、むしろ森林火災(80%前後)が大きく、その他焼畑農業、林地の開墾、病虫害などが森林減少の原因である。また、近年では山林地への入植者が多く、森林の農地化の割合が大きくなってきている。このような森林破壊が地域社会に与える影響としては、水資源の質・量の低下が最も深刻であり、また、土砂崩れ、洪水などの原因となっている点を特に指摘したい。

フィリピン政府は伐採や火災で失われた森林の回復を最重要課題の一つとして位置付けており、将来的に必要な木材生産量を維持しながら森林を回復させるために約2000億円の投資が必要との試算をしている。これらの資金は政府調達資金の他、アジア開発銀行や日本政府の海外協力資金からの借入金で賄っているのが現状である。これらの資金を用いて行われる森林回復のために、所謂、早生樹の植林が積極的に進められている。」ということであった。

さらに、フィリピンで実際に用いられている早生樹、Bagras (*Eucalyptus deglupta* Marr.),

Gubas (*Endospermum peltatum*), Kaatoan bangkal (*Anthocephalus chinensis* (Lamk.) Rich. ex Walp), Moluccan sau (*Albizia falcataria* L.); Yamane (*Gmelina arborea* R.Br.), Acacia manguim, Para-rubber (*Hevea Brasiliensis*), Lumbang (*Aleurites moluccana* (L.)), Giant ipil-ipil (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) (俗名(学名)はテキストのまま)などの植林地の写真, それらの育種・育林のデータや得られる材の強度のデータなども示された。それによると, 二, 三年で胸高直径が20cm以上にもなる驚異的な樹種もあるが, 强度的には見劣りするものが多いようであった。しかし, それは木材加工の技術でカバーして利用可能な程度であるとも述べられた。

### 3. 早生樹のボードとその耐久性 (京都大学木質科学研究所 今村祐嗣氏)

複合木質ボードの研究を中心とした広い分野で業績を持たれている今村氏だが, 今回のご講演では早生樹のボードに関する最近のご研究の成果に話題を絞ってのご講演であった。ご講演の概略を簡単にまとめて以下に記す。

「木質資源としての早生樹は恒常的な利用が可能と考えられる(おわりにを参照)環境調和型の資源として注目されている。しかし, 早生樹を構造部材の原料としてみた場合, 一般的には強度的性質が低く, 腐朽菌や虫害に侵されやすいものが多い, 辺材部分が大きく未成熟材の割合が高い, というようなマイナス因子を有しており, そのままでは利用範囲が狭くなってしまふ。そこで, 早生樹をパーティクルボードやファイバーボードなどの木質ボードに再構成して強度性能を保障して構造材料としての高い信頼性を得るため技術が重要となってくる。特に, 耐久性の評価において, 腐れや虫害などの生物劣化は予想が困難であるにも関わらず構造安全性を著しく低下させる原因となるので十分な基礎研究が必要となる」。

そのため, 講演者は木質ボードの耐久性に影響のある各因子を詳細に検討され, その実験データ

をスライドで示され以下のように解説された。

「原料となる樹種の耐久性は製品である木質ボードの耐久性に大きな影響を与えるが, 早生樹ではこの点を期待することはできない。そこで, エレメントはなるべく小さく, ボード比重は高く, 接着剤の添加割合は多くすることでこの欠点をカバーし得る可能性がある。さらに, 使用する接着剤のタイプは耐久・耐蟻性に大きな影響を与える」。当日は具体的な実験データなどを挙げられ, それに基づいて解説されたが, ここでは省略させていただく。

最後に, 「木質材料は, 素材のままの木材に共通して見られる特徴, 弱い・狂う・腐る・燃える, という欠点の一つ, またはその複数を改良することが可能である。しかし, これらの素材の欠点は“保存技術”を抜きにしては達成困難である。今後の木質資源の利用の在り方を考えるとき, 木質材料の耐久性向上は大きな課題であろう。」と述べられた。

### 4. アメリカ広葉樹の輸出と利用 (アメリカ広葉樹輸出協会 辻 隆洋氏)

アメリカ広葉樹輸出協会はアメリカ以外の広葉樹ユーザーや輸入企業に対してアメリカ広葉樹に関する情報提供と技術支援を目的に設立され, アメリカ合衆国農務省海外農業局の木材輸出促進プログラムの一環として様々な活動を行っている。本部が米国ワシントンD.C.にあり, 日本には東京と大阪に事務所がある。辻氏は大阪事務所の所長を務められている。ご講演の内容を以下に要約する。

「米国の森林は約3億200万haで国土の約32%を占める。広葉樹は東部と中西部の約1億5000万haに分布しており, 主要な樹種はホワイトオーク, レッドオーク, ホワイトアッシュ, ウォルナット, チェリー, メープルなどがある。19世紀後半に森林資源の枯渇が憂慮された時期もあったが, その後の森林管理により広葉樹林は再生した。現在では生長量が伐採量より50%以上も上回っており, 安定供給が可能な状態である。

アメリカ広葉樹の輸出は丸太・製材が主な品目である。輸出先はカナダを除けば日本とドイツが1位と2位を占め、日本には現在27万m<sup>3</sup>が輸入されている。米国の広葉樹材の年間生産量は約2700万m<sup>3</sup>であり、その10%の約270万m<sup>3</sup>が輸出されているので日本への輸出量は全生産量の約10%に当たる。特に、1985年頃の北海道産のナラ、タモの枯渇以降、アメリカ広葉樹の輸入量が飛躍的に増加した。

日本に輸入されたアメリカ広葉樹材は8割以上が家具メーカーによって使用されている。最近では家具材として利用されてきたホワイトオーク、ホワイトアッシュ、あるいはハックベリー、ハードメプル、バーチ以外にも、内装・造作用材としてホワイトアッシュやイエローポプラ、また、フローリング材としてホワイトオークなどの輸入が伸びてきた。最近では日本側は木取り材など付加価値の高い木材製品を輸入する傾向があるが、これは日本国内での人件費の高騰が原因であろう。今後の問題点も多く、様々な規制や基準の違いも大きな問題点である。例えば、等級付けの考え方の違いや、長さの単位の違いなどであるが、これらは解決に向かっている。

そして、最後に「日米間で最も問題になるのが、“木”にたいする考え方の違いではないか。日本では無節・無欠点の材を要求するが、米国ではそのような考えは無く、日本でいう欠点も自然の産物としてむしろ愛着をもっている。」と述べられた。

## おわりに

4件のご講演の後、総合討論の時間が設けられて熱心な討論が行われた。その内容の一部を紹介しておく。今村氏が「早生樹はごく短期間で驚異的な生長をするが、それに伴う土壌の疲労は問題にならないのか、本当に『持続可能な』資源といえるのか。」と問題提起され、実際に早生樹の育林経験のあるパプロ氏が「現地では定期的に洪水があり土壌は自然に更新される。施肥については実績はないが、効果は確実だと思われる。」と答えられた。また、地元の国産材生産者が木材を輸入することの功罪などについて辻氏、八木氏との討論があった。

全体的にスケールが大きく、多くの因子が複雑に絡み合っていて、すぐには解決方法を見い出せないようなテーマが多いようであった。例えば、環境問題といっても、単に森林を守れ、木を切るなという議論で解決するわけではないだろう。林業を営む人はもちろん、地域や国家の経済問題との関係を考えねばなるまい。また、失われた森林を早急に回復させるのにも、ただ早生樹を植林すればよいとは思えない。早生樹を資源的にも経済的にも有効に利用できる木材加工や木材保存の技術的支援が不可欠となろう。不勉強な筆者にとっては、このような問題も真剣に考えていかななくてはいけないのだと認識を新たにさせられた講演会であった。

(1995. 8. 28受理)

## 早成樹の利用に関する国際シンポジウムに参加して

奥村正悟\*

1994年10月15日～17日に中国の南京で「早成樹の利用に関する国際シンポジウム (International Symposium on the Utilization of Fast-Growing Trees, 国際速生材利用学術検討会)」が南京林業大学、米国森林局南部林業試験場、京都大学木質科学研究所の共催によって開催された。日本企業が関心を示している中国のポプラ材と、既に数名の研究者が留学生を受け入れた中国に少なからず興味があったことから、講義の合間を縫ってこのシンポジウムに参加した。シンポジウム後の18日～24日に無錫、蘇州、杭州、上海を巡るテクニカルツアーも開催されたが、残念ながらこれには参加できなかったため、シンポジウムの概要のみを報告する。

### 1. 組織委員会、参加者、会場

このシンポジウムは、ポプラ、アカシア、スギなどの早成樹の利用について、今までの知見を総括し、今後の研究と研究協力を促進することを目的として、南京林業大学学長の趙奇僧氏を委員長とする組織委員会が各国の研究者に呼びかけて開催されたものである。組織委員会には、京都大学木質科学研究所所長の佐々木光氏、南京林業大学教授の華毓坤氏 (全国人造板標準化技術委員会副主任)、米国森林局南部林業試験場の S. J. パーラス氏が副委員長として加わり、日本の研究者には佐々木氏を通じて参加の呼びかけがあった。

参加者名簿によると、シンポジウムには中国と日本からそれぞれ29名、台湾5名、韓国4名、マレーシア3名、ドイツ、フランス、オーストラリア、米国、インドネシア各1名の合計75名が参加した。しかし、南京林業大学の若手研究者や大学院生が随時参加や登壇していたので総数は100名を越えていたものと思われる。中国からは南京林業大学を中心に、東北林業大学、北京林業大学、林業科学院などの大学や研究機関からの参加があり、中国の木材研究の重鎮である王愷氏(元

林業科学院副院長) も含まれる。日本からは、京都大学の13名を筆頭に、森林総合研究所、東京大学など、13の大学、研究機関、企業等から参加し、数名の同伴者もあった。ドイツからはハンブルグ大学の W. リーゼ氏、フランスからは木材家具技術センター (CTBA) の W. G. カウマン氏 (前研究部長)、オーストラリアからは CSIRO の矢崎義和氏が参加した。

日本からの一行は、一部は北京経由で空路南京に入ったが、筆者を含めたほとんどは10月14日に成田および関西空港から上海に飛び、そこから特急列車「紫金号」で南京に向かった。南京駅 (南京站) には日本でも知己の多い張勤麗氏 (南京林業大学教授) をはじめとする主催者側の出迎えがあり、シンポジウム会場であり宿泊先でもある南京グランドホテル (南京古南都飯店) には夜10時半頃に到着した。このホテルは南京

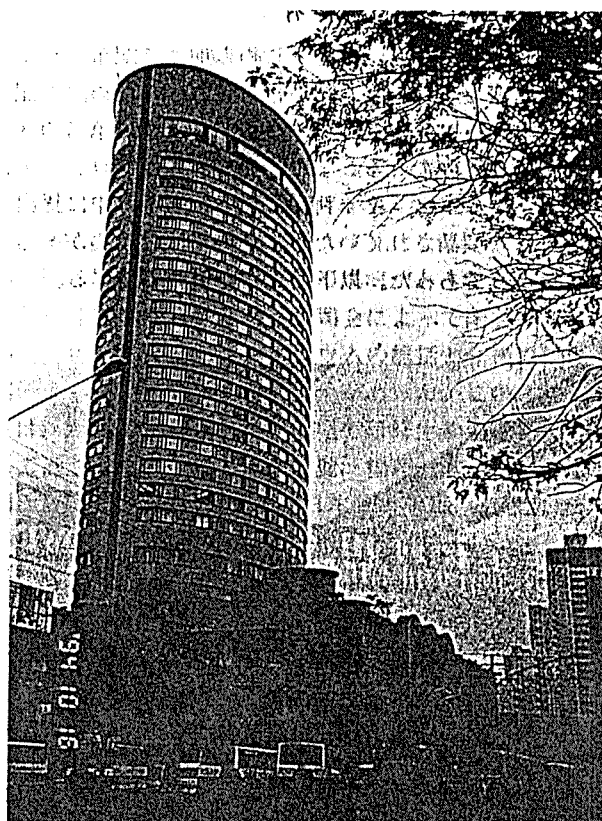


写真1 会場の「南京グランドホテル」

\* 京都大学農学部



市の南西部に位置し、日本の資本参加によって1993年に建てられたという美しいホテルであった。ちなみに、シンポジウムの参会費は200ドル（同伴者は80ドル）、ホテルの部屋代は筆者の場合ツイン4泊で260ドル（いずれも日本円で支払い可）であった。

## 2. 内容

シンポジウムでは英語を公式言語とし、73件の講演と4件のポスター展示があった。講演の大部分は中国（39件）と日本（20件）からのものであり、そのほかに台湾から4件、韓国から3件、オーストラリアから2件、ドイツ、米国、フランス、マレーシア、インドネシアから各1件の講演があった。

シンポジウムは半日単位の七つのセッションから成り、140名分の席が用意されたホテルの1室を主会場として行われた。ただし、三つのセッションは「パネルディスカッション」という名前で、南京林業大学の関係者を中心とする講演35件が、25~30人収容の別室で同時進行の形で実施された。それぞれのセッションは2名の座長が担当し、1件当たり15分の講演が行われた。質疑応答は時間の関係で省略され、講演後に個別に質問する方式であった。ポスター展示は主会場前のロビーで行われたが、説明や質問の時間はとくに設定されていなかった。

講演のプログラムはあらかじめ参加者に配布されていたが、変更やキャンセルが相当数あったため、上記の発表件数も公式のものではなく、あくまで筆者のメモに基づくものである。また、発表者にはプロシーディングス用の原稿（A4判10頁まで）を7月中に提出することが要請されていたが、会場では要旨集が配布されたのみであった。以下、日程を追って述べる。



写真2 シンポジウム会場

第1日目（10月15日）

午前9時からカウマン氏の司会によって開会式が行われ、趙奇僧氏による開会の挨拶などがあった後に、参加者全員での記念撮影が行われた。開会の挨拶で、中国では年間18億8000万 $m^3$ の木材を消費していること、早生樹（コウヨウザン、マツ、ポプラ、メタセコイア、スイショウ、竹）を毎年400万ha植林していることが紹介されたが、世界の木材生産量が年間35億 $m^3$ といわれ、日本の人工林の総面積がほぼ1000万haであることを考えると、これらの数字の当否は別にして、桁違いの大きさであることが分かる。

（セッションI）10時過ぎからリーゼ氏の「アカシア（*A. mangium*）の傷害組織と変色」を皮切りに、「米国南部のサザンパインの材質と利用（米国南部林業試験場A.クラーク氏）」、「日本の製紙工業におけるユーカリ材の利用（前東京農工大学大江礼三郎氏）」、「中国におけるポプラ材の加工と利用に関する最近の研究（中国林業科学院）」、「ユーカリの加工（カウマン氏）」、「カラマツ合板の性質に及ぼす単板品質の影響（ソウル大学校李銓濟氏）」の講演が行われた。これらの講演題目からも分かるように、シンポジウムでは様々な早生樹が取り上げられ、それらの組織構造・材質、機械・物理・化学加工、木質材料への利用、抽出成分、パルプ化など、きわめて多岐にわたる分野についての講演が行われた。これはシンポジウムの性格から当然のことではあるが、一つのセッションで雑多な講演が続く結果となってしまっていた。プログラム編成にもう少し工夫があってもよかったように思う。

（セッションII）午後1時半から日本の7件をはじめとする12件の講演が、途中1回の休憩を挟んで行われた。日本からは「圧密化木材の水分-熱処理による永久固定」、「蒸煮木材のレオロジー」、「スギ強度の非破壊試験」、「液化木材からの複合物」、「スギ間伐材等からの木質ボード」、「セメント接合ボードの蒸気噴射による急速硬化」、「アカシアタンニンからのポリウレタン合成」、中国からは「カラマツ造林木の組織コンピュータ解析」と「ポプラとキリの複合合板への利用」、マレーシアからは「アカシアとゴムノキからのLVL」、台湾からは「ユーカリのパルプ化」、韓国からは「針葉樹単板品質に及ぼす加熱の影響」についての講演があった。

夕刻からはホテルの宴会場でバンケットが催された。席はあらかじめ指定されており、それぞれのテーブルには必ず南京林業大学の関係者がホスト役として配置されるなど、終始なごやかな雰囲気の中で中国料理を賞味した。筆者のテーブルには同大学木材工業学院（以

前の木材工業系に相当する) 副院長の周定国氏と、シンポジウムを実質的に切り盛りしていた同大学外事部の黄氏(女性)が同席した。周氏はドイツのベルリン工科大学への留学経験のある、学院でもっとも若い教授ということであった。

第2日目(10月16日)

(セッションIII) 朝8時から12件の講演が1回の休憩を挟んで行われた。日本からは「早生植物利用の最近の試み」、「等級区分SPF材を用いた集成材の曲げ強度」、「火炎下の木材・木質材料のクリープ」、「スギラミチを用いた集成材の強度」、「アカシアの製材」、「ホルマル化したアルビジアウエハボードの性能向上」、「パーティクルボードと合板の接着剤に混入した保存薬剤の有効性」の7件、中国からは「木質パネル製造における早生ポプラの総合利用」、「短伐期カバパルプの叩解および造紙性」、「ノルウェイスプルースからの寸法安定なPFパーティクルボード製造のためのダブルプレッシング(英国との共同)」の3件であり、そのほか台湾から「スーパーバッチ法による早生樹パルプ(フィンランドの企業)」、インドネシアから「木材および林地残材の特性と有効利用に関する国際共同研究の一事例」の講演があった。

この日の午後は南京の市内観光ということであったが、空模様は思わしくなく、大学のスクールバスで市の東部にある中山稜(孫文のお墓)に着いた頃には本格的な雨模様となった。それでも、バスを降りて全長700m、392段の階段を登って参拝を済ませたが、傘を持たない参加者も多く、ぬれネズミになってバスに乗り込む有り様であった。そのため、参加者からの要望もあり、市内観光は中山稜参拝で済みということになった。

夕刻には再びスクールバスに乗って「夫子廟」(孔子廟)に向かった。ここは、市の南部を流れる秦淮河の近くにある観光名所の一つということで、雨模様にもかかわらず多くの観光客で賑わっていた。我々はこの一角にある「晚晴楼」で、ウェイトレスの余興やバスの運転手のカラオケを楽しみながら、「八絶十六道」(乾湿を組み合わせた16品)の「小吃」料理(小皿に盛った料理)を味わった。途中の余興で「南京観光の大中小とは?」という問題が筆者に課せられたが、この答えは「長江大橋、中山稜、小吃」ということであった。

第3日目(10月17日)

(セッションIV~VI) 8時から35件の講演が三つの会場に分かれて行われた。筆者は、この日の午前中は京都府立大学の梶田氏、京都大学の今村、瀧野の両氏



写真3 「パネルディスカッション」の会場

とともに、越井木材(株)の施翔氏(南京林業大学卒業、京都府立大学大学院修了)の案内で南京林業大学の見学に出かけたため、一部の講演しか聴けなかった。講演者のほとんどは南京林業大学の若手教官と大学院生で、セッションIVでは主にポプラを用いた各種ボード、セッションVではポプラ、マツ、キリの組織と材質、セッションVIではユーカリ、カバ、カラマツなどのパルプおよびパルプ化についての講演が行われた。(セッションVII) 最後のセッションとして、日本から「ポプラリグニンの構造特性」、「ポプラのゼファーボード」、「連続蒸気噴射プレスによるLVLの製造」、「カバのオゾン化リグニンの重合」の4件、台湾から「台湾産アカシアの材質」、「台湾産トウ(籐)の微細構造」の2件、オーストラリアから「ラジアータパインの利用」、「アカシア樹皮のタンニン分析法」の2件、韓国から「スルホメチル化パルプ化によるコウゾからの韓国伝統紙の製造」の1件の講演があった。

午後4時半から華毓坤氏の司会によって閉会式が行われ、佐々木氏からシンポジウムの総括と今後の早生樹研究の展開についてスピーチがあった。このスピーチは、かつて佐々木氏の研究室で研修生や大学院生として過ごしたことのある張勤麗、楊萍(熊本大学)の両氏によって、中国語および日本語に逐次通訳された。

シンポジウム最後の夕食はホストレセプションということで、我々はバスで南京林業大学に移動した。中国では、大学を含めて規模の大きい事業所は敷地内に職員用の住宅を設け、住民専用の幼稚園や学校のある一つの集落(村)を形成している。南京林業大学にもこのような村が二つ有り、我々はその一つの「南林一村」の中央部にある食堂で接待を受けた。この日の宴会には南京林業大学の各学院の院長および副院長も多数出席していたが、多くのチャーム的な女子学生(大



写真4 閉会式（右から二人目が趙学長）

学院生)がホステス役を務めたこともあって、学生コンパのような雰囲気でも盛り上がった。

### 3. 南京雑感

きわめて短い滞在で、しかもほとんどホテル内で過ごしたために、とても中国を知るところまではいかなかったが、それでも初めての中国には感じるところが少なからずあった。やはり、百聞は一見に如かずである。一つは貨幣価値の違いである。ホテル内では人民元を円に換算すると、朝食代800円、青島ビール250円程度であり、やや安いとは思うもののそれほどの違和感はない。しかし、一歩ホテルを出るとこれらの料金は1/5~1/10となり、物の値段に対する感覚が全く狂ってしまう。一番困ったのはホテルでのチップで(チップは不要というのは表向きらしい)、従業員の給料を考えておかないと法外な金額を渡すことになるようである。

二つ目は、中国帰りの人はだれでも口にする人の多さである。南京は人口500万人ということで、上海の1500万人に比べると少ないが、やはり中心部は人が多く、朝夕のラッシュ時にはまさしく自転車の洪水であった。この洪水は、18日の朝に筆者を含めて10名余がホテルから南京駅に向かうときに、我々に襲いかかることになった。筆者らの乗ったタクシーは、中心部のラッシュを避けて迂回したため、列車の発車する30分前に駅に到着した。しかし、他のタクシーと荷物を積んだワゴン車は洪水に巻き込まれて動けなくなり、人間はタクシーを降りて徒歩でなんとか駅にたどり着いたものの、荷物は列車の発車間際になっても到着しなかった。そこで、旅程に余裕のあった京都大学の則元、井上両氏などを残して、手ぶらで日本に帰国する覚悟で列車に乗り込んだ。ついに発車時刻となり、ドアが

閉まってまさに動き出そうというときに、則元、井上両氏をはじめとする数名が荷物を両脇に抱えてホームに駆け込んできたため、鉄道警察官の制止を振り切って列車の内側から無理矢理ドアを開け、ようやくのことで残留組の人間と全員の荷物を収容できた。最後の荷物を運び込んだときには既に列車は動き始めていた。間一髪とはまさしくこのことである。後で聞いたところ、ワゴン車には近畿大学の高谷政弘氏と東北林業大学の劉一星氏が同乗していたが、ラッシュで動けなくなったため、歩道を走ることのできる三輪タクシー2台に荷物を積み替えてようやく駅にたどり着いたということであった。この両氏および荷物を運び込んでもらった諸氏には感謝の言葉もない。

三つ目は中国の建築ラッシュである。行き帰りに通った上海も、滞在した南京でも建築中の住宅やビルが非常に目に付いた。実際中国ではコンクリート用の型枠が不足気味で、筆者が訪れた「林業部竹材工程技術研究開発中心」の張斉生主任(南京林業大学教授)も竹を使ったパネルの主要な用途の一つは型枠であることを説明されていた。ちなみに、筆者が目にした建築現場の足場(骨組みと足場板)はほとんど竹であった。

四つ目は漢字のことである。中国では簡体字が当たり前と思っていたが、ホテルでの漢字表記、シンポジウム会場の看板、南京林業大学や筆者が訪れた会社(施翔氏のご尊父が勤務)のパンフレット、さらには何人かの名刺には本字が使われていた。これは中国における最近の流行ということであったが、背景には本字を使っている台湾の資本や観光客への配慮があるのかもしれない。

なお、南京林業大学については学科の名称が変更になったり、正門の奥にあった毛沢東の銅像がなくなったりしているものの、既に本誌に詳しい解説<sup>1)2)</sup>があるのでここでは省略した。また、筆者は人一倍の料理音痴、味音痴であるため、三度の宴会におけるすばらしい料理の数々について適切なコメントができなかったことを主催者にお詫びしたい。

最後に、今回の旅行では南京林業大学出身の施翔、楊萍の両氏にはそれぞれのご両親を含めて大変お世話になった。楽しい旅行を終えて無事帰国できたのも両氏のお陰であり、この場を借りて心より感謝する。

### 文 献

- 1) 原口隆英：木材工業44(3), 129-133(1989)
- 2) 高 家熾：木材工業45(3), 137-141(1990)