

# 表面性能に優れた合板の開発に取り組む

高 谷 典 良

## アピトン材にかわる床材はあるか

トラック、バスなどの床材、壁材には南洋材のアピトン材が多く使用されています。アピトン材は硬さ、磨耗性、強度などに優れているからです。しかし、南洋材は産地国の資源減少に加え、熱帯林の伐採が地球環境の破壊につながるなどの非難もあり、その輸入量は年々減少の一途をたどっています。

このため、国産材を用いた車両用材の開発が望まれています。車両用材には硬さ、磨耗性など高度な機能が要求され、アピトン材と同等の性能を持ち大量に供給できる国産材は見当たらないのが現状です。そこで、樹脂を含浸して圧密した単板を合板の表面、または表裏に接着することにより高機能を持つ複合合板の開発に取り組みました。ここでは単板への樹脂含浸条件、単板の圧密条件および複合合板の性能について説明します。

また、この複合合板は、アピトン代替材としてだけでなく硬さ、磨耗性などが要求される床材、家具材、学童用机の天板などへの使用も期待できます。

## どうやって樹脂を含浸させるのか

樹脂に限らず、木材に何かを含浸させることは容易ではありません。含浸しやすくするためには、素材に

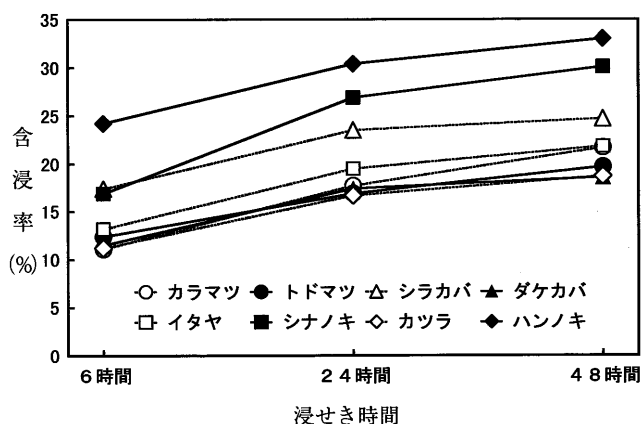


図1 浸せき時間と含浸率

釘あるいは針状のもので穴を開けたり（インサイジング）、減圧・加圧処理により強制的に含浸する方法がとられています。その点、単板は厚さが薄いこと、裏割れがあることによりこのような方法を用いなくとも、比較的容易に樹脂を含浸することができます。

8樹種の3mm厚さの単板を、フェノール樹脂（樹脂率：30%）に浸せきしたときの浸せき時間と含浸率の関係を図1に示します。含浸率とは、単板の絶乾重量に対する含浸された樹脂の重量の比率です。含浸する樹脂はフェノール樹脂を用いましたが、その理由は水溶性であること、浸透性が良いこと、可使時間が長いことなどの作業性が良いことに加え、性能にも優れているからです。これまでも木材の含浸には多く使用されている樹脂です。

図1をみて分かるように、カラマツ、トドマツの針葉樹材、イタヤ、ダケカバのような高比重材はハンノキ、シナノキのような広葉樹の低比重材とくらべると含浸率は小さくなります。それにしても、24時間浸せきすると、今回試験したすべての樹種で15%以上の含浸率が得られました。今回は15%の含浸率を目標としましたが、15%以上の含浸率があると高い寸法安定性が付与されるからです<sup>1)</sup>。

浸せき処理の他に、30分間減圧処理した後浸せきする方法でも含浸率を測定しました。その結果、短い浸せき時間で大きな含浸率が得られました。しかし、減圧するための設備、処理能力などを考えると、単板では減圧の必要性は小さく、今回目標とした15%以上の含浸率を得るには常圧で24時間浸せきが適当であることが判明しました。

## 圧密単板の作り方

圧密とは単板に高い圧力をかけて押し潰すことです。普通はホットプレスを使用します。圧密の程度を圧密比で表します。(1)式で圧密比を表しますが、例えば初期厚さ(剥き出し厚さ)3.0mmの単板が、0.3mm

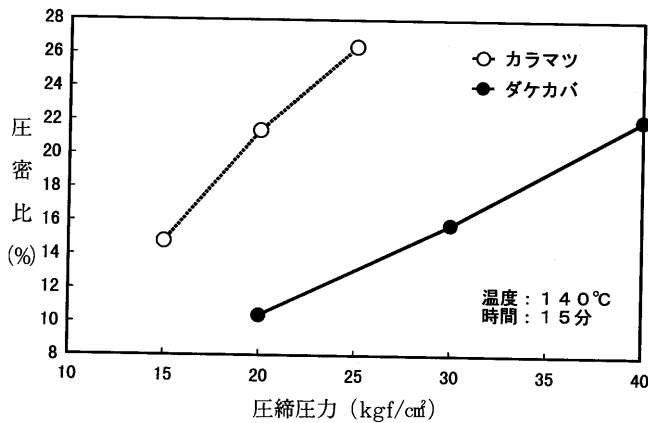


図2 圧縮圧力と圧密比

$$\text{圧密比}(\%) = \frac{\text{初期厚さ} - \text{圧密後の厚さ}}{\text{初期厚さ}} \times 100 \cdots (1)$$

の厚さだけ圧密されて2.7mmになった場合、その圧密比は10%です。

ダケカバ、カラマツの3mm厚さの単板にフェノール樹脂を含浸後、含水率を5～10%まで乾燥してホットプレスで圧密しました。このときのホットプレスの圧力、温度、時間が圧密比に与える影響を調べました。

図2に示すように圧力は圧密比に大きく影響し、当然のことながら圧力が大きくなるほど圧密比も大きくなりました。しかし、今回試験した範囲では温度（140～160℃）と時間（10～20分）の影響はほとんど認められませんでした。

それでは圧密はどのように進むかということですが、それを表したのが図3です。ダケカバ、カラマツとも最初の1～2分間の圧縮で急速に圧密が進み、それ以後は緩やかになります。したがって、圧密比だけを考

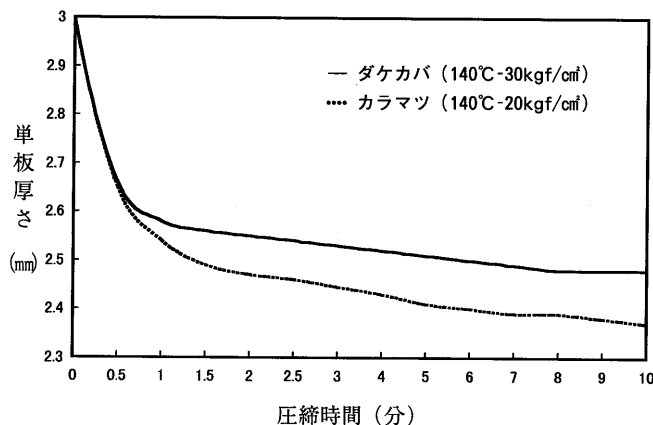


図3 圧縮時間と単板の厚さ

えると圧縮時間は2～3分でよいということになります。しかし、適切な圧縮時間にはもう一つの因子が関係します。フェノール樹脂の硬化時間です。

熱板温度140℃のホットプレスで、4mm厚さのフェノール樹脂含浸単板を圧縮したとき、その中心部の温度上昇はおおよそ2分間で140℃に達することが分かりました。今回使用したフェノール樹脂は、140℃では1.5～2分間で硬化します。したがって、4mm厚さの単板ではおおよそ4分の圧縮時間で樹脂は硬化することになります。実際には含水率等にもバラツキがあり、その辺を考慮して5～6分程度が適当だと思います。また、今回の試験で主に使用した3mm厚さの単板では5分で十分だと思います。

以上の結果から、適当な圧密条件は、温度は140～150℃（温度は樹脂の種類によりおおむね決まっているので大きく変動はできない）、圧縮時間は5～6分（厚さ3～4mmの単板）ですが、圧縮圧力は求める圧密比により変える必要があり、樹種により異なります。

### 複合合板の性能

フェノール樹脂を含浸した3mm厚さのダケカバ、カラマツ単板を圧密して12mm厚さの5プライ合板の表面に接着した複合合板を製造しました。この複合合板の各種の性能を測定しました。このときの単板の含浸条件は24時間浸せき、圧密比はダケカバは15%、カラマツは20%です。

なお、ダケカバ単板を接着した合板をダケカバ複合合板、カラマツ単板を接着した合板をカラマツ複合合板といいます。また、比較のためアビトン素材、アビトン合板の性能も測定しましたが、この他にできるかぎりダケカバ合板、カラマツ合板などの無処理合板の性能も測定しました。

### 接着性能

ダケカバ、カラマツの圧密単板をラワン合板、カラマツ合板、トドマツ合板に接着し、これらの複合合板の接着性能を普通合板のJASにある1類浸せきはく離試験、および72時間連続煮沸後のはく離を測定することにより評価しました。

用いた接着剤は水性高分子ーイソシアネート系木材接着剤で、1類浸せきはく離試験では架橋剤の添加割合は10部、72時間連続煮沸試験では架橋剤の添加割合は15部です。その他の接着条件は塗布量200g/m²、圧

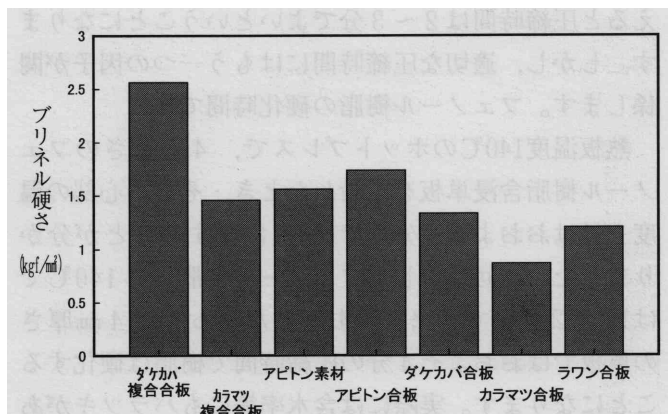


図4 各種材料のブリネル硬さ



写真1 テーパー式磨耗試験機

締圧力12kgf/cm<sup>2</sup>、圧縮時間24時間です。

この試験の結果、一部はく離した試験片もありましたが、ほとんどの試験片ではく離は生じず、接着性能に問題はありませんでした。

なお、水性高分子ーイソシアネート系木材接着剤の他に、フェノール樹脂接着剤を用いて熱圧による接着も試みましたが、圧密単板は水蒸気が逃げずらいためパンク現象が生じ、圧密単板の熱圧による接着は今後の課題です。

### 硬さ

車両用材にとって硬さは重要な性能の一つです。軟らかいと傷がつき易く磨耗しやすいからです。

圧密したダケカバ、カラマツ単板をラワン合板に接着した複合合板のブリネル硬さを測定しました。ブリネル硬さとは直径10mmの鋼球を0.32mm深さまで圧入したときの荷重から求めた値です。

図4にブリネル硬さを示します。ダケカバ、カラマツ複合合板とも、同じ樹種の無処理合板に比べブリネル硬さの値は大きくなっていますが、アピトン素材、アピトン合板と比べてもダケカバ複合合板ではより大きな値を、カラマツ複合合板ではほぼ同等の値を示しました。

### 磨耗性能

車両用材、特にバスの床は磨耗性能に優れていることが要求されます。路線バスでは、磨耗のため数年間で床を張り替えるそうです。

硬さを測定したのと同じ複合合板の磨耗性能を、写真1に示すようなテーバー式の磨耗試験機を用いて測定しました。すなわち研磨紙を巻いたゴム製円盤2個

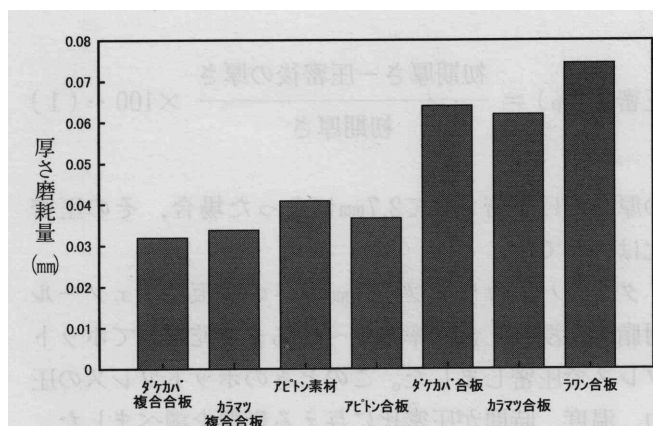


図5 各種材料の厚さ磨耗量

を試験片の上に載せ、試験片を500回転させて磨耗した厚さを測定します。この値を100回転あたりに換算して厚さ磨耗量としました。

図5に厚さ磨耗量を示します。ダケカバ、カラマツ複合合板とも同じ樹種の無処理合板に比べるとかなり厚さ磨耗量は減少し、アピトン素材、アピトン合板に比べてもやや小さい値を示しました。すなわち耐磨耗性は優れていることが分かります。

### 曲げ強さ

圧密したダケカバ、カラマツ単板をカラマツ合板とトドマツ合板に接着した複合合板の曲げヤング係数と曲げ強さを測定しました。

図6に曲げヤング係数、図7に曲げ強さを示します。素材とは比較できませんが参考のためにアピトン素材の値も図に示しました。また、合板の曲げ強度には単板構成、表板の厚さが影響するため単純に比較することはできません。今回試験したアピトン合板の特徴は、表板の繊維方向に平行の強さと直交の強さで差がない

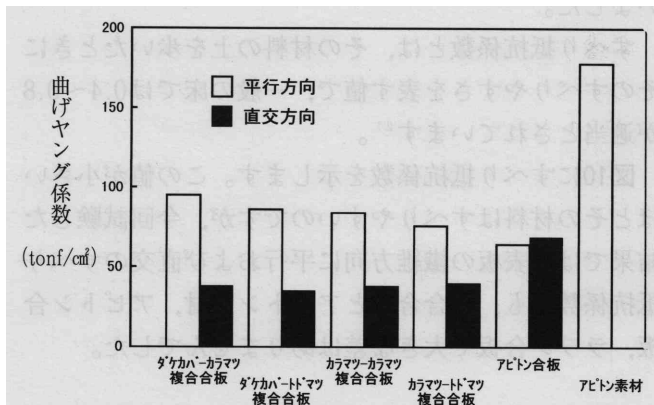


図6 曲げヤング係数

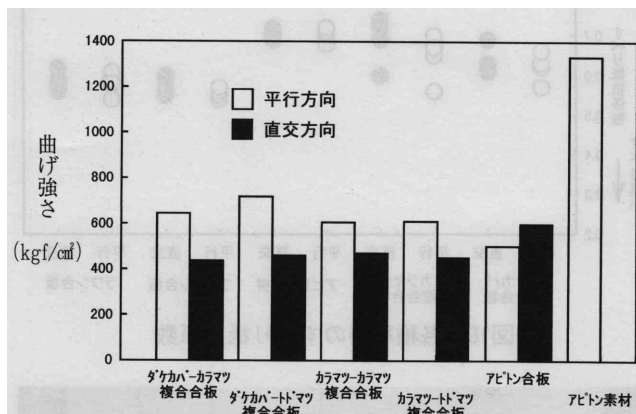


図7 曲げ強さ

ことです。

これは、試験した合板は7プライですが、表板と同方向の単板厚さと直交する単板厚さの比率に大きな差がないからです。これに対して今回製造した複合合板は、圧密単板と台板合板の表板の繊維方向とを同方向に接着したため、平行方向は強くなりましたが、直交方向は低い値を示しました。しかし、これらのことを考慮すると複合合板はアピトン合板と比べ、ほぼ同等の曲げ強度を有すると考えてよいと思います。

### 部分圧縮強さ

ダケカバ、カラマツの圧密単板をカラマツ合板に接着した複合合板の部分圧縮強さを測定しました。

写真2に示すように幅25mm×長さ125mmに切断した複合合板の中央部を、1片が25mmの正方形の加圧鋼板で加圧して1mmの深さまで加圧したときの荷重を測定し、部分圧縮強さとしてしました。

図8に部分圧縮強さを示します。カラマツ複合合板ではアピトン素材、アピトン合板に比べるとやや低い

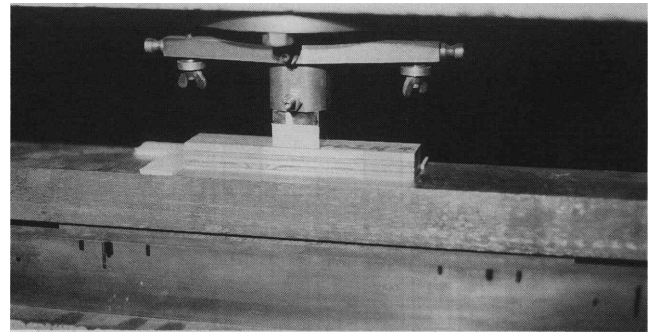


写真2 部分圧縮強さ試験

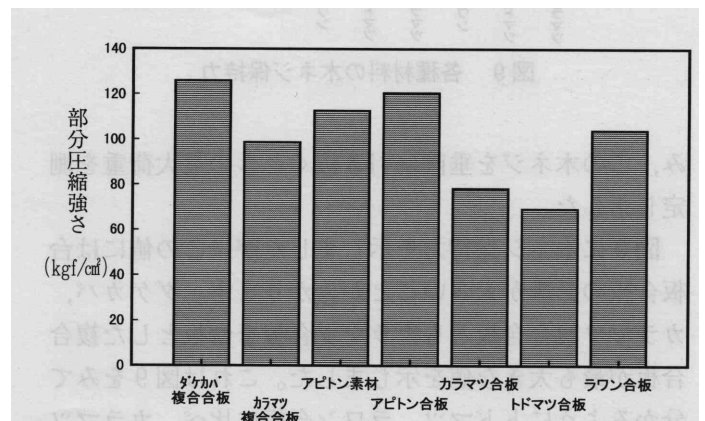


図8 各種材料の部分圧縮強さ

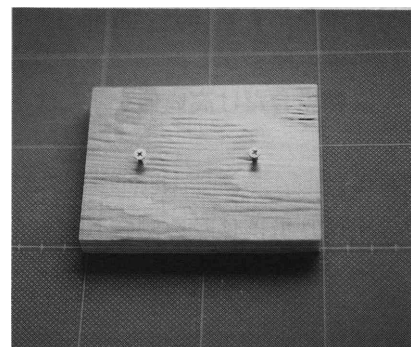


写真3 木ネジ保持力試験片

値を示しましたが、ダケカバ複合合板ではそれらをやや上回る値を示しました。

### 木ネジ保持力

ダケカバ、カラマツの圧密単板をラワン、カラマツ、トドマツの各合板に接着した複合合板の木ネジ保持力をパーティクルボードのJ I Sに準じて測定しました。すなわち、写真3に示すように直径2.7mm、長さ16mmの木ネジを試験片に垂直にネジ部(約11mm)をネジ込

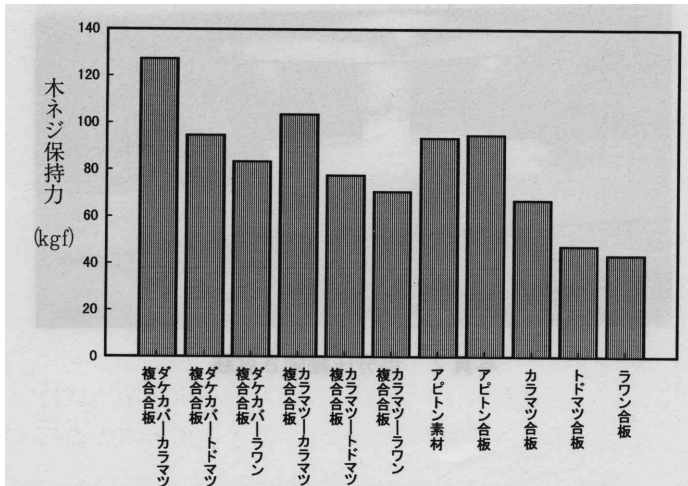


図9 各種材料の木ネジ保持力

み、この木ネジを垂直に引き抜くときの最大荷重を測定しました。

図9に木ネジ保持力を示しましたが、この値には台板合板の影響が大きいです。ダケカバ、カラマツ複合合板ともカラマツ合板を台板とした複合合板が最も大きな値を示しました。これは図9をみて分かるようにトドマツ、ラワン合板に比べ、カラマツ合板の木ネジ保持力が大きいからです。

アピトンと比較すると、ダケカバ複合合板では台板合板の樹種にかかわらずアピトン素材、アピトン合板と同等かそれ以上の値を示し、カラマツ複合合板では台板がカラマツの場合だけ高い値を示しました。

### すべり抵抗係数

複合合板のすべり抵抗係数を測定しましたが、測定には写真4に示すO-Y式プルスリップメーターを用

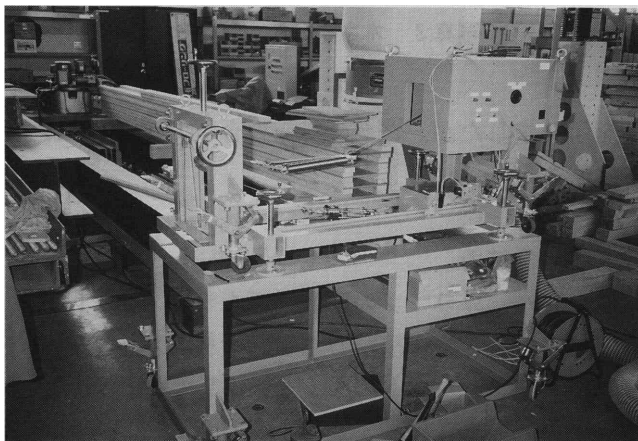


写真4 O-Y式プルスリップメーター

いました。

すべり抵抗係数とは、その材料の上を歩いたときにそのすべりやすさを表す値で、一般の床では0.4~0.8が適当とされています<sup>2)</sup>。

図10にすべり抵抗係数を示します。この値が小さいほどその材料はすべりやすいのですが、今回試験した結果では、表板の繊維方向に平行および直交のすべり抵抗係数とも、複合合板とアピトン素材、アピトン合板、ラワン合板で大きな差はありませんでした。

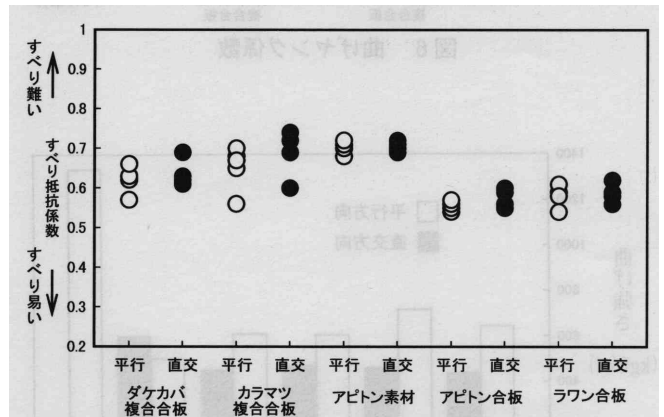


図10 各種材料のすべり抵抗係数



写真5 ロッジのフローリング (フェノール樹脂含浸)

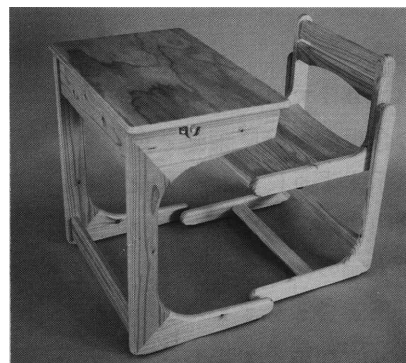


写真6 学童用机の天板 (メラミン樹脂含浸)

当初の予測では、圧密した単板は平滑になり硬度も増すのですべりやすくなるものと考えましたが、今回の試験結果ではほとんど差はありませんでした。

### おわりに

アピトン材の代替材として樹脂含浸圧密単板を表面に接着した複合合板の開発に取り組みました。この複合合板を製造するための適切な樹脂含浸条件、適切な圧密条件はほぼ確立し、複合合板の性能もかなり明らかになりました。

その結果、複合合板はほとんどの性能でアピトン素材、アピトン合板と同等または上回る性能が得られました。しかし、車両用材としての実用化につなげるには実大サイズ複合合板の製造、長期間の耐久性、コストの検討など残された課題もあります。

車両用ではありませんが、このような複合合板の実用例として、フェノール樹脂を含浸して圧密したカラマツ単板を用いた複合合板がロジックのフローリングとして（写真5）、また、メラミン樹脂を含浸して圧密したカラマツ単板が学童用机の天板（写真6）などに使用されています。今後、これらの経過を観察しながら実用化に向けた試験をさらに継続していく予定です。

### 参考資料

- 1) 北海道林務部：平成4～5年度中小企業庁地域技術活性化事業費補助地域技術おこし事業研究成果普及講習会テキスト（1994）。
- 2) 北海道立林産試験場：木質系多機能床材料及び床構造の開発成果報告書（1997）。

（林産試験場 合板科）