

〈資料〉

ユーカリ材の強度性能

中田欣作・宮崎祐子

ブラジルパラナ州北部、南部およびウルグアイ産のユーカリ材の強度試験および耐朽性試験を行った。ユーカリ材の密度は0.44~1.05 g/cm<sup>3</sup>と分布範囲が大きく、産地の違いによる密度の違いが認められた。ユーカリ材のヤング係数、曲げ強さ、衝撃曲げ吸収エネルギーおよび収縮率は密度の増加とともに増大した。パラナ州北部産のユーカリ材は、密度が0.93 g/cm<sup>3</sup>と最も高く、ヤング係数が22.2 kN/mm<sup>2</sup>、曲げ強さが155N/mm<sup>2</sup>と高い強度性能を示した。一般的な木材と比較すると、密度との関係において曲げ強さは同等であり、ヤング係数は高い傾向を示したが、逆に衝撃曲げ吸収エネルギーはやや低い傾向を示した。ユーカリ材のオオウズラタケおよびカワラタケに対する質量減少率は3.1~7.6%であり、中程度の耐朽性を示した。

1. はじめに

ユーカリとはフトモモ科ユーカリ属 (Eucalyptus) に属する常緑高木の総称であり、オーストラリア南東部とタスマニア島におもに分布する。ユーカリ属には400~500の種類があり、大きい木は樹高70~80m、直径2~2.5mにもなる<sup>1)</sup>。ユーカリは様々な早生樹の中でも環境によっては速い成長を示す<sup>2)</sup>ことから、世界中に広く植林され、セルロース産業や紙産業等の産業用樹種として

成果をあげている (図1)。

ユーカリはブラジル等では紙、パルプおよび薪炭用に植林されているが、良質な丸太の利用方法が少ない。そこで、ユーカリの新たな利用方法が求められており、ユーカリ材の強度性能等を評価して新たな商品開発につなげる必要がある。

本研究では、ユーカリ材の強度性能を調べるとともに一般的な各種木材の強度性能と比較検討した。

なお、本試験は(株)垣本ハウスからの受託試験として

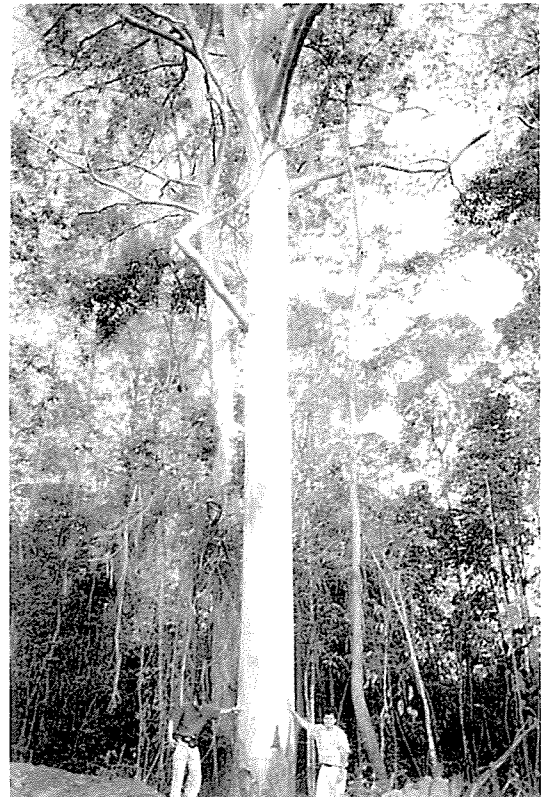


図1 ユーカリ・グランディスの立木 ((株) 柿本ハウス提供)

行ったものである。

## 2. 材料および方法

供試材料には(株)垣本ハウスから提供されたユーカリ・グランディス材(以下、ユーカリ材と略す。)を用いた。産地は、ブラジルパラナ州北部、南部およびウルグアイ産(以下、N、SおよびUタイプと呼ぶ。)の3箇所であった(図2参照)。

ユーカリ材の強度性能を検討するために、JIS Z 2101(木材の強度試験)に基づいて、曲げ試験、衝撃曲げ試験、収縮率試験、摩耗試験および耐朽性試験を行った。曲げ試験は試験片寸法を幅20mm×厚さ20mm×長さ320mmとし、スパン280mmの中央集中荷重で行い、曲げヤング



図2 ブラジルの位置

係数、曲げ比例限度および曲げ強さを求めた。衝撃曲げ試験は試験片寸法を幅20mm×厚さ20mm×長さ300mmとし、スパン240mmの中央にハンマーを打撃して、衝撃曲げ吸収エネルギーを求めた。収縮率試験は試験片寸法を幅30mm×長さ30mm×厚さ(繊維方向)5mmとし、室内で質量が一定に達したときおよび温度60℃で1昼夜予備乾燥し、更に、温度105℃で全乾に達したときに基準線の長さを測定して、含水率1%に対する平均収縮率(以下、収縮率と略す。)を求めた。摩耗試験は試験片を幅120mm×長さ120mm×厚さ21mmの正方形の四隅を20mmずつ切り落とした形とし、テーバー式摩耗試験機を用いて500回転させ、試験前後の質量より摩耗量を求めた。耐朽性試験は試験片寸法を幅20mm×厚さ20mm×長さ20mmとし、ブナ材辺材を対照試験体として、オオウズラタケおよびカワラタケを供試菌とする8週間の腐朽操作を行い、腐朽操作前後の試験体質量から質量減少率を求めるとともに下式より耐朽比 $R_D$ を求めた。

$$R_D = \frac{100 - \Delta m_{sc}}{100 - \Delta m_{bc}}$$

ただし、 $\Delta m_{sc}$ : 試験体の質量減少率(%)、

$\Delta m_{bc}$ : 対照試験体の質量減少率(%)

曲げおよび収縮率試験の試験体数はN、SおよびUタイプではそれぞれ18、24および12体とした。また、衝撃曲げ、摩耗および耐久性試験は商品化が有望であると考えられるNおよびSタイプでのみ行った。衝撃曲げ、摩耗および耐久性試験の試験体数はそれぞれ12、3および12体とした。

## 3. 結果および考察

表1および表2にユーカリ材の強度性能および耐朽性能を示す。

表1 ユーカリ材の強度性能

樹種	産地	密度 <sup>a)</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	含水率 <sup>a)</sup> (%)	ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	曲げ比例		収縮率	衝撃 <sup>b)</sup>		磨耗量 (mm)
					限度 (N/mm <sup>2</sup> )	曲げ強さ (N/mm <sup>2</sup> )		幅方向 (%)	長さ方向 (%)	
ユーカリ	N	0.93	10.4	22.2	102	155	0.41	0.38	8.4	0.095
	S	0.73	10.8	16.8	78	113	0.33	0.28	9.0	0.094
	U	0.53	9.5	12.3	61	89	0.26	0.20	—	—

a) 曲げ試験の試験片、b) 衝撃曲げ吸収エネルギー、産地: N: ブラジルパラナ州北部、S: パラナ州南部、U: ウルグアイ、曲げおよび収縮率試験の試験体数はN、SおよびUタイプではそれぞれ18、24および12体、衝撃曲げおよび摩耗試験の試験体数はそれぞれ12および3体

表2 ユーカリ材の耐朽性能

樹種	産地	オオウズラタケ			カワラタケ		
		密度 (g/cm <sup>3</sup> )	質量減少率 (%)	耐朽比	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	質量減少率 (%)	耐朽比
ユーカリ	N	0.86	3.06	1.5	0.86	3.79	1.4
	S	0.72	3.34	1.5	0.73	7.62	1.3
ブナ辺材		0.65	33.19	—	0.64	31.14	—

試験体数は12体、産地は表1参照

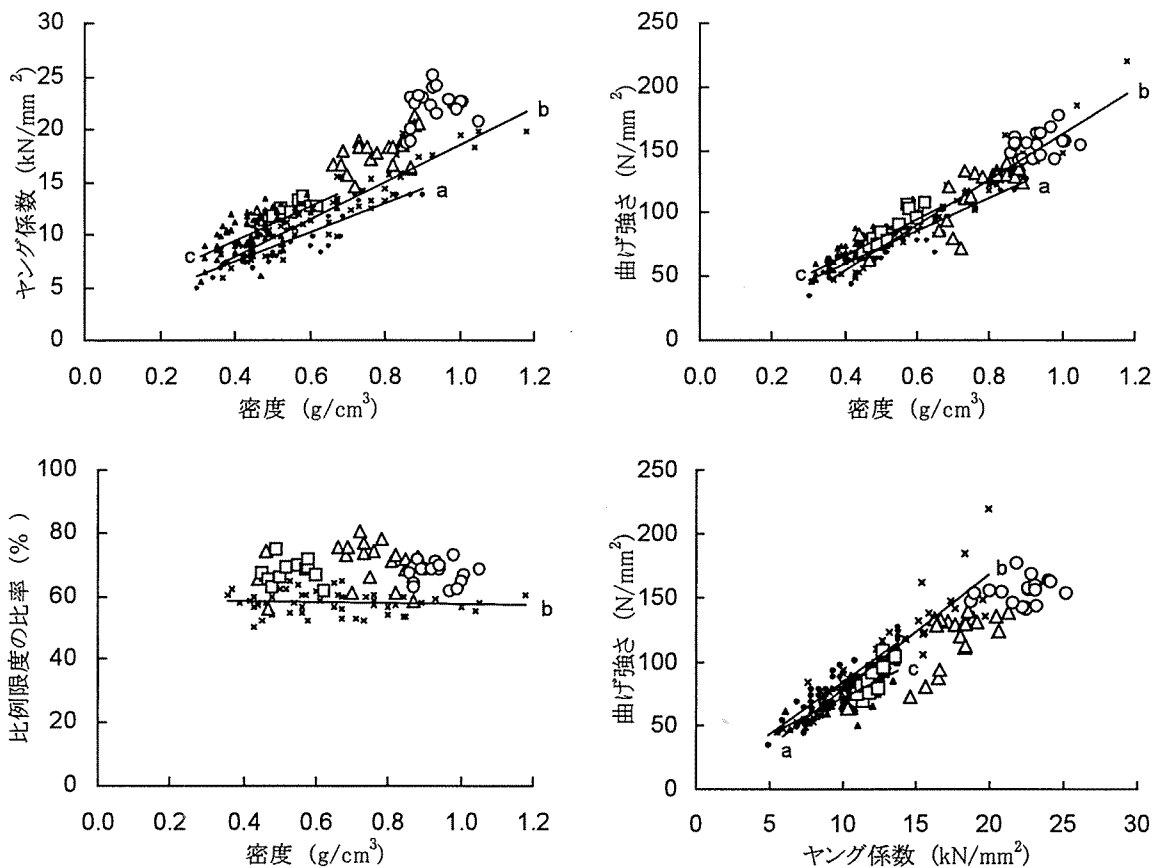


図3 ユーカリ材の曲げ強度性能

○：Nタイプ、△：Sタイプ、□：Uタイプ、●：国産材、×：南洋材、▲：北米材、  
a-：国産材の回帰直線、b-：南洋材の回帰直線、c-：北米材の回帰直線

ユーカリ材の密度は、Nタイプでは0.86~1.05g/cm<sup>3</sup>、Sタイプでは0.44~0.89 g/cm<sup>3</sup>、Uタイプでは0.45~0.62 g/cm<sup>3</sup>、全体では0.44~1.05 g/cm<sup>3</sup>であり、密度の分布範囲が大きく、産地による違いが認められた。Nタイプは密度が最も高く、ヤング係数、曲げ強さおよび収縮率が最も高かった。一方、Uタイプは密度が最も低く、ヤング係数、曲げ強さおよび収縮率が最も低かった。

ユーカリ材の耐朽性能では、オオウズラタケに対する質量減少率はNおよびSタイプともに約3%、カワラタケ

に対する質量減少率はPタイプでは約4%、Sタイプでは約8%であった。これらより、ユーカリ材の耐朽性は「中」と判断される。なお、一般的には質量減少率が3%以下は耐久性が「大」、3~10%は「中」、10%以上は「小」と判断される<sup>3)</sup>ので、ユーカリ材の耐朽性は「大」に近いものであると考えられる。

図3に曲げ試験の結果を示す。ここでは、一般的な木材と比較するために「木材工業ハンドブック」に収録されているデータ、すなわち159種の各種木材<sup>4)</sup> (国産針葉

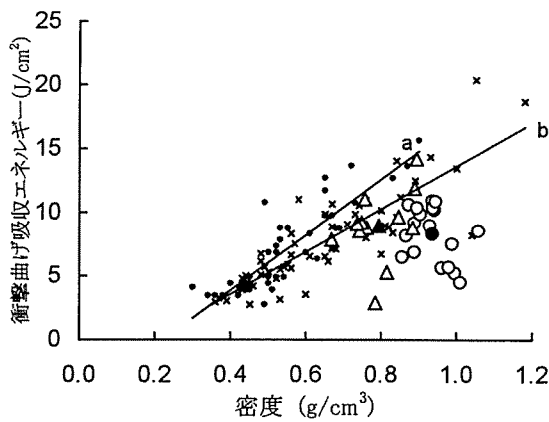


図4 衝撃曲げ吸収エネルギーと密度との関係  
○、△、●、×、a-、b-：図3参照、  
平均値：●：Nタイプ、▲：Sタイプ

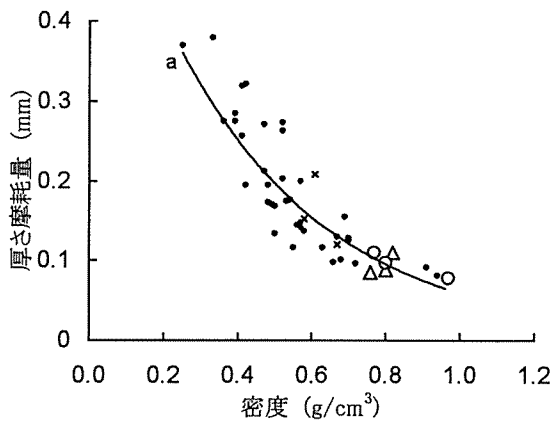


図5 厚さ摩耗量と密度との関係  
○、△、●、×、a-：図3参照

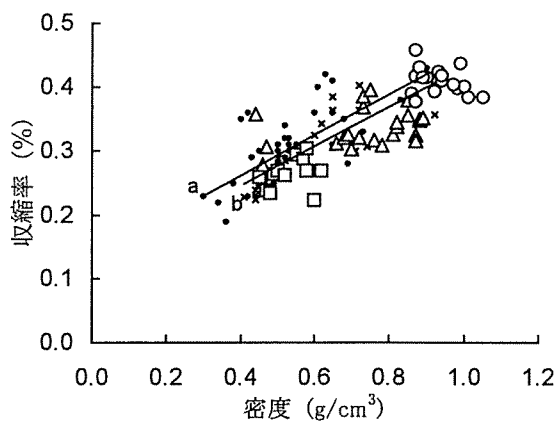


図6 収縮率と密度との関係  
○、△、□、●、×、a-、b-：図3参照

樹材15種、国産広葉樹材28種、南洋材57種、北米産針葉樹材47種、その他産針葉樹材12種)を用いることとした。木材の強度性能は密度の増加とともに増大するが、産地の違いにより強度と密度との相関が異なることが知られている。曲げ強さと密度との関係においては、アフリカ材がやや勾配が大きく、中南米材と南洋材はほとんど変わらず、国産材は勾配が小さいと言われている<sup>9)</sup>。図に示すようにここで用いたデータは同様の傾向を示すが、産地間の差は大きくないと言える。

ユーカリ材のヤング係数は密度の増加とともに増大し、これらの一般的な木材のヤング係数と密度との関係よりも高くなった。ユーカリ材の曲げ強さは密度の増加とともに増大し、曲げ強さと密度との関係は一般的な木材と同様の傾向であった。比例限度の比率と密度との関係では、一般的な木材では密度によらず約60%と一定であるのに対して、ユーカリ材では密度によらず約70%とやや高い値を示した。ユーカリ材の曲げ強さとヤング係数との関係では、一般的な木材での関係よりもヤング係数が高い傾向が認められた。

図4に衝撃曲げ吸収エネルギーと密度との関係を示す。ユーカリ材の衝撃曲げ吸収エネルギーと密度との関係では、Sタイプは一般の木材と同様の関係を示したが、Nタイプは一般の木材より低い性能を示した。ここで、曲げ性能においては南洋材の方が国産材よりもやや高いが、衝撃曲げ吸収エネルギーでは逆の傾向が見られる。南洋材では充填物が多いため密度の増加がエネルギーの増加と結びつかない、密度の大きい材ほど目切れの影響が大きい<sup>9)</sup>ため、ユーカリ材でも同様の原因により性能が低くなったと考えられる。また、衝撃曲げ吸収エネルギーと密度との関係は他の強度性能と密度との関係よりも相関が低く、かつ、単一樹種での相関も低い<sup>9)</sup>。実験値のばらつきが大きいのはこのような理由によるものと考えられ、平均値を一般の木材と比較しても、Nタイプの性能はやや低いと考えられる。

図5に厚さ摩耗量と密度との関係を示す。ここでは「木材工業ハンドブック」に収録されているデータ、すなわち38種の各種木材<sup>7)</sup>(国産針葉樹材15種、国産広葉樹材23種)の板目面における厚さ摩耗量と比較した。一般的な木材では厚さ摩耗量と密度との関係は指数的に減少し、ユーカリ材の厚さ摩耗量は一般の木材と同様の傾向を示した。

図6に収縮率と密度との関係を示す。一般的な木材では接線方向の収縮率、ユーカリ材では表1に示した幅方向の収縮率を用いた。ユーカリ材の試験片は正しい二方まきではないので幅方向の収縮率は接線方向の収縮率よ

りも低いと考えられるが、ユーカリ材の収縮率と密度との関係は一般的な木材と同様の傾向であった。

### 謝辞

摩耗試験は奥田晴啓主任研究員（現、奈良県立高等技術専門校）、耐朽性試験は岩本頼子主任研究員（現、奈良県生活環境部環境政策課）に実施していただきました。ここに記して謝意を表します。

### 引用文献

- 1) 緒方 健：南洋材の識別. 東京, 日本木材加工技術協会, 1985, 56.
- 2) 米木剛史、小田一幸、松村順司、長谷川益己：国産ユーカリの木材性質. 九州森林研究. 58, 91-94(2005)
- 3) 奈良県森林技術センター：改訂版木材加工技術ハンドブック. 奈良, 奈良県森林技術センター, 2000, 301.
- 4) 森林総合研究所監修：改定4版木材工業ハンドブック. 東京, 丸善, 2004, 192-199.
- 5) 中戸莞二編：新編木材工学. 東京, 養賢堂, 1985, 218-219.
- 6) 高橋 徹、中山義雄編：木材物理講座3物理. 大津, 海青社, 1992, 110-113.
- 7) 森林総合研究所監修：改定4版木材工業ハンドブック. 東京, 丸善, 2004, 130.

(2007年1月5日受理)