

# マレーシア産造林木の 材質評価および加工適性評価

プロジェクトチーム

## The Wood Qualities and Wood Processing Aptitudes of Plantation-Grown Trees in Malaysia

Project Team

キーワード : アカシア, ユーカリ, モルツカネム, メリナ, 合板

Keywords : *Acacia mangium*, *Eucalyptus deglupta* Bl., *Paraserianthes falcataria* Becker,  
*Gmelina arborea* L., Plywood

# 目 次

はじめに .....	1
<b>第1章 原木形質調査</b>	
1.1 供言式原木 .....	2
1.2 調査方法 .....	2
1.3 調査結果 .....	2
1.4 Abstract .....	7
<b>第2章 基礎的性質の分析</b>	
2.1 試験方法 .....	9
2.2 試験結果および考察 .....	13
2.3 基礎的性質の評価 .....	26
2.4 まとめ .....	27
2.5 Abstract .....	29
2.6 文 献 .....	31
<b>第3章 耐朽性試験</b>	
3.1 供書式材 .....	32
3.2 試験方法 .....	32
3.3 試験結果および考察 .....	34
3.4 まとめ .....	37
3.5 Abstract .....	38
3.6 文 献 .....	38
<b>第4章 挽き材の乾燥性</b>	
4.1 試験方法 .....	39
4.2 試験結果および考察 .....	39
4.3 Abstract .....	41
4.4 文 献 .....	41
<b>第5章 加工性能試験</b>	
5.1 回転かんな切削性 .....	42
5.2 釘および木ネジの保持力 .....	44
5.3 Abstract .....	46
5.4 文 献 .....	47
<b>第6章 接着および塗装性能試験</b>	
6.1 試験方法 .....	48
6.2 試験結果および考察 .....	48

6.3	まとめ	58
6.4	Abstract	59

## 第7章 合板製造試験

7.1	はじめに	60
7.2	試験方法	60
7.3	試験結果および考察	63
7.4	まとめ	73
7.5	Abstract	74
7.6	文 献	74

## はじめに

熱帯林の減少に伴う資源の枯渇に対処するため、マレーシアにおいても、植林による人工林の育成が行われている。サバ州の1991年までの造林面積は64,000haで、このうちAcacia mangium (以下、アカシアとする)が38,000haと最も多く、次いで、Paraserianthes falcataria Becker\* (以下、モルツカネムとする) 8,500ha, Gmelina arborea L. (以下、メリナとする) 8,200ha, Eucalyptus deglupta Bl. (以下ユーカリとする) 7,200haとなっている。

また、サラワク州においても1979年から植林が始っており、主要な植栽樹種はアカシア、メリナ、モルツカネム、Shorea macrophyllum, Swietenia macrophylla等である。1992年の報告によると植林面積は6,600haとなっている。

これら人工造林した熱帯材の材質や加工適性に関するまとまった報告は少なく、わずかにパプア・ニューギニア産のカメレレ、エリマ、ターミナリア、チークに関する報告がみられるにすぎない(熱帯林人工材料性能試験事業成果報告書、社団法人北海道林産技術普及協会、平成6年3月)。

このたび、財団法人国際緑化推進センターのご厚意により、マレーシア・サバ州SAFODペンコッカ産のアカシア、モルツカネム、およびSSSBブルマス産のメリナ、ユーカリの4樹種にわたる原木が供与されたことから、これらを試料として材質と加工適性の評価を試みた。

行った試験は、原木形質調査(技術部製材料)、基礎的性質の分析(利用部材質科)、耐朽性試験(性能部耐久性能科)、挽き材の乾燥性(技術部乾燥科)、加工性能試験(技術部加工科)、接着および塗装性能試験(性能部接着塗装科)、(TD合板製造試験(技術部合板科)である。全体の構成については、瀧澤(きのこ部)が担当した。各試験の方法、結果、担当者等(筆頭者が取りまとめ担当者)についてはそれぞれの章ごとにまとめて記した。

この研究報告をまとめるに当たり、貴重な原木を供与して頂いた財団法人国際緑化推進センターに深甚なる謝意をささげる。

- きのこ部 主任研究員 瀧澤南海雄 (Namio TAKIZAWA) -

# 第1章 原木形質調査

## 1.1 供試原木

樹種別の原木を第1-1表に示した。樹齢12年生のモルツカネムと13年生のアカシア、ユーカリ、メリナである。これらは平成6年12月上旬に伐採され、船便によって苫小牧港まで送られ、7年1月30日に北海道立林産試験場に到着した。

アカシアは、現地で4mに玉切りされた1番玉のみのものが14本、8m材を1番玉と2番玉に玉切りしたものがそれぞれ3本、4m材合計20本である。同じくモルツカネムは、4mに玉切りされた1番玉が12本、8m材を1番玉と2番玉に玉切りしたものが各1本と、12m材を1、2、3番玉に玉切りしたものが各4本で、4m材合計26本である。

なお、ユーカリは8m材、メリナは6m材、本数は各20本である。

第1-1表 供試原木

Table 1-1. Sample logs.

樹種 Wood species	樹齢 Age	本数 Number	材長 Length	備考 Remarks
アカシア <i>A. mangium</i>	13	20	4 m	1番玉 17本, 2番玉 3本 1st cut wood 17, 2nd cut wood 3
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	12	26	4 m	1番玉 17本, 2番玉 5本, 3番玉 4本 1st cut wood 17, 2nd cut wood 5, 3rd cut wood 4
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	13	20	8 m	
メリナ <i>G. arborea</i>	13	20	6 m	

## 1.2 調査方法

調査原木の材長は各樹種とも4mを基本とし、木口面の汚れや伐倒時の損傷の著しいものは適宜取り除いた。材長が4mを超えるユーカリとメリナは、玉切り後それぞれの部位(玉番)を表す枝番号を記入した。

また、調査原木は、材面の欠点が観察しやすいように全数はく度し、両木口面には短径および長径に沿って補助線を記入した。

原木調査は、径級、辺材幅、曲がり、細り、節、木口割れ、腐れなどについて、所定の原木調査票(参考資料1-1)に記録した。

## 1.3 調査結果

調査結果を第1-2～第1-6表に示した。

### 1.3.1 原木の径級

原木の直径は、両木口の短径、長径および胸高直径(1番玉のみ、元口から1mの位置で測定)を測定した。

### 1.3.2 辺材幅

アカシアの新鮮な木口面では、<sup>ぬりょう</sup>辺心材の区別は明瞭で、辺材部は白色で狭い。調査時点ですでに変色(育変)が認められた(写真1-1)。心材部は、全体に果褐色(濡れ色)で、生長輪に沿って黒色の縞がある。

第1 - 2表 原木の調査結果 アカシア (1, 2番玉) ・モルツカネム (1, 2, 3番玉)

Table 1 2 Characters of *A. mangium* and *P. falcataria* logs  
(*A. mangium* ; first cut and second cut wood , *P. falcataria* ; first, second and third cut wood).

樹種 Wood species	原木番号 Log number	玉番 Log number from butt	材長 Length cm	直径 Diameter			辺材幅 Width of sapwood		偏心 Eccentricity		曲がり Crook %	細り Taper rate cm/m	節 Knot			木口割れ End shake	材面割れ Surface shake	目まわり Rings shake	変色 Staining	腐れ decay
				胸高 Breast height	末 Top end	元 Butt end	末 Top end	元 Butt end	末 Top end	元 Butt end			平均径 Average diameter	最大径 Maximum diameter	個数 Number					
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm			mm	mm						
アカシア <i>A. mangium</i>	5839	1	407	26	22	24	1.4	1.4	2.0	4.5	13.6	0.73	21.2	85	4					
	5805	2	410		18	22	1.5	1.1	1.5	2.0	43.4		41.5	130	13					
	5802	1	410	29	29	24	1.0	1.1	1.5	0.3	15.5	0.77	24.6	60	14					
	5817	2	407		18	24	1.1	1.4	1.5	1.0	41.2		58.3	290	16				○	
	5845	1	411	30	22	29	1.5	1.5	2.0	2.5	10.0	0.80	33.2	70	13					○
	5836	2	404		23	27	1.8	1.9	1.0	3.0	6.0		48.0	105	15					
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	5819	1	407	30	26	30	2.2				78.2	0.66								
	5830	2	409		23	26			1.0	0.0	22.7		30.0		1	○				
	5829	3	404		22	24			0.0	1.3	25.3		59.0	120	5					
	5831	1	411	43	38	41		3.0	3.5	11.0	13.9	1.26								
	5840	2	408		36	34		2.2	4.0	4.0	20.8					○				
	5846	3	407		26	38			5.5	4.5	27.2		55.0	100	2					
	5842	1	410	34	31	38			1.5	3.5	30.6	1.22								
	5807	2	407		28	31	1.2	1.2	2.0	0.0	13.2		27.5	30	2					
	5804	3	410		23	28			2.0		107.6		88.0	180	5					
	5834	1	410	38	35	41			2.0	2.0	36.0	0.93								
5803	2	412		31	36			2.0	2.0	22.3										
5813	3	408		32	29			4.0	1.5	25.4										

凡例： ○ : 有り (detected)

注：現地で玉切, a) : 同枠内の原木は同じ立木に由来する, t, ) : 矢高 (cm) / 末口径 (cm)

Note = The logs were bucked in the native country, ; a) : The logs in one frame derived from the same tree ; b) : height of curve (cm) / diameter of top end (cm) .

第1 - 3表 原木の調査結果 アカシア (1番玉のみ)

Table 1 - 3 . Characteristics of *A. mangium* logs (first cut wood) .

樹種 Wood species	原木番号 Log number	玉番 Log number from butt	材長 Length cm	直径 Diameter			辺材幅 Width of sapwood		偏心 Eccentricity		曲がり Crook %	細り Taper rate mm	節 Knot			木口割れ End shake	材面割れ Surface shake	目まわり Rings shake	変色 Staining	腐れ decay
				胸高 Breast height	末 Top end	元 Butt end	末 Top end	元 Butt end	末 Top end	元 Butt end			平均径 Average diameter	最大径 Maximum diameter	個数 Number					
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm			mm	mm						
アカシア <i>A. mangium</i>	5801	1	408	26	19	26			0.0	3.0	21.3	1.64	49.6	130	14					
	5809	1	410	27	23	26			1.5	4.0	26.1	0.61	40.6	70	9				○	
	5814	1	407	24	21	24			1.0	3.0	37.1	0.74	27.8	45	12					
	5816	1	410		19	23	1.6	2.0	3.5		32.4	1.02	39.3	85	15					
	5822	1	410		35	41	1.7	2.6	7.0	3.0	39.4	1.46	46.3	85	3				○ ○	
	5823	1	405		27	34	1.8	1.6	2.5	4.5		1.88	91.2	290	13				○ ○	
	5837	1	410	29	25	30			3.0	2.5	22.0	1.10	36.6	70	16				○	
	5841	1	410	31	24	29			0.0	1.0	27.1	0.24	23.3	30	3					

凡例： ○ : 有り (detected)

注：現地で玉切

Note = The logs were bucked in the native county

モルツカネムは、辺心材の区別が困難であったが、わずかに白色の狭い部分があり、変色(青変)菌に侵されていた(写真1-2)。心材部は桃褐色を呈し、生長輪に沿って、断続して濃色の縞がある。さらに心材部の中央付近に原木直径の2/3 ~ 1/3に相当する円形の濃色の部分を持つのが特徴と思われる。

第1-4表 原木の調査結果 モルツカネム(1番玉のみ)

Table 1-4. Characteristics of P. falcataria logs (first cut wood) .

樹種 Wood species	原木 番号 Log number	玉番 Log number from butt	材長 Length cm	直径 Diameter			辺材幅 Width of sapwood		偏心 Eccentricity		曲が り Crook %	細り Taper rate cm/m	節 Knot		木口 割れ End shake	材面 割れ Surface shake	目ま わり Rings shake	変色 Staining	腐れ decay	
				胸高 Breast high	末 Top end	元 Butt end	末 Top end	元 Butt end	末 Top end	元 Butt end			平均 径 Average diameter	最大 径 Maximum diameter						個数 Number
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	mm			mm							
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	5810	1	412	35	31	34			3.0	3.5	62.6	0.70								
	5825	1	409	31	29	29			1.5	3.5	31.6	0.00	150.0	1						
	5826	1	413	31	30	31			3.5	2.5	73.8	0.12	80.0	1						
	5827	1	411	31	27	31			2.0	3.0	45.3	1.09	55.0	1						
	5832	1	415	32	28	34			3.0	3.0	50.0	1.45	150.0	1						
	5835	1	409		29	37	2.3		3.0	4.0	30.3	1.88			○					
	5838	1	409	33	35	31			3.5	1.0	38.6	0.98								
	5844	1	407	38		40														
	5847	1	408	29	26	28			2.0	1.0	19.6	0.49	38.8	70	4					

凡例： ○：有り (detected)

注：現地で玉切

Note = The logs were bucked in the native country .



写真 = アカシアの辺材と材面の変色

photo 1 - 1 . Sap wood of *A. mangium* and stain of the log surface.(cutting face)



写真1 - 2 モルツカネムの材面の変色

Photo . 1 - 2 . Stain of the surface of *P. falcataria* log .

ユーカリの辺心材の区別は色の差は小さいものの識別は可能である。辺材部は茶褐色で広い。心材部は淡赤褐色を呈す。原木によっては辺心材の色の濃淡が逆の場合もある。

メリナの辺心材の区別は明瞭で、辺材部は白色で時間がたつと淡黄色を呈する。心材部は灰色で、濡れ色を呈するが、乾燥が進むにつれて心材部は淡桃色に変化する。

### 1.3.3 曲がり

原木の曲がりは最大矢高を測定し、東口径に対する百分率を算出して求めた。4樹種の中では、モルツカネムの曲がりが大きく、2重曲がりも多かった。なお、玉切り前のメリナ(6m材)は曲がりが著しく、6m材の末・元どちらか曲がりの小さい方から4m材を採材していることから、6m材のままでは用材としての利用は困難である。

### 1.3.4 細り

細りは末口径と元口径の差を材長1m当りに換算して求めた。なお、同一の個体については、玉切り前の東口径と元口径の径級差から算出した。

### 1.3.5 節

節は材面に現れている節径10mm以上の節数とその長径を測定し、平均径と最大径を示した。節の大きさではアカシア、モルツカネムが大きく、節の数ではアカシアが最も多く、ユーカリが最も少なかった。

第1-5表 原木の調査結果 ユーカリ (1, 2番玉)

Table 1 - 5 . Characteristics of E . deglupta logs ( first and second cut wood ) .

樹種 Wood species	原木番号 Log number	玉番 Log number from butt	材長 Length	直径 Diameter			辺材幅 Width of sapwood		偏心 Eccentricity		曲がり Crook	細り Taper rate	節 Knot			木口割れ End shake	材面割れ Surface shake	目まわり Rings shake	変色 Staining	腐れ decay
				胸高 Breast height	末 Top end	元 Butt end	末 Top end	元 Butt end	末 Top end	元 Butt end			平均 Average diameter	最大 Maximum diameter	個数 Number					
			cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	%	cm/m	mm	mm						
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	5868	1	400	300	25	29	1.8	1.9	1.8	1.9	17.5	0.66								○
	5868	2	405			24		1.5	1.5		17.7									○
	5869	1	400	37	31	36	2.2	2.2	1.0	3.5	16.4	0.78								○
	5869	2	437			29		2.0	1.5		17.2		23.8	30	4					○
	5870	1	393	37	34	38	2.0		1.5	2.0	17.1	1.14								
	5870	2	442			29	33	2.0	1.4	1.4	25.3									
	5871	1	394	32	34	38	2.0		1.4	1.5	11.9	1.49								○
	5871	2	425			26	36	2.1	1.9	1.0	1.5	18.8								○
	5872	1	400	37	30	39	2.7	2.4	1.0	1.0	24.4	1.48							○	○
	5872	2	444			26		2.6	1.2		32.7									○
	5874	1	401	39	34	35	2.1	2.1	0.0	0.8	12.6	0.36								○
	5874	2	439			32		2.5	2.0		7.6							○		○
	5875	1	402	35	29	33	2.5	2.1	1.0	3.1	14.6	0.87								○
	5875	2	438			25		2.7	0.0	18.3								○		○
	5876	1	386	39	31	38		1.4	1.5	3.0	13.0	1.29								
	5876	2	452			28	32		2.5	1.3	2.0	64.3								
	5877	1	402	32	31	31	2.1	2.0	1.5	1.0	15.6	0.24	30.0	30	2					○
	5877	2	415			29		2.5	1.5		16.8								○	
	5879	1	400	35	30	32	2.6	2.7	3.0	2.2	17.5	0.66								○
	5879	2	437			27		2.8	2.5		13.2									○
	5880	1	428			33	35	3.0	4.2	1.5	1.5	6.1								○
	5882	1	400	35	31	31	3.0	3.0	2.0	2.2	20.0	0.56							○	○
	5882	2	403			27		2.5	2.0		26.4									○
	5883	1	438	33	28	29		2.5	2.0	1.5	9.0	0.31								
	5883	2	356			27	27	2.5	2.5	1.8	1.5	8.3								
	5884	1	403	32	29	31	3.1	3.1	1.0	1.3	4.9	0.54								○
	5884	2	423			26		2.5	1.5		15.3									○
	5885	1	402	33	22	28	1.7	1.7	1.0	2.0	15.8	0.06								○
	5885	2	400			28		1.5	2.1		22.4		30.0		1					○
	5886	1	400	29	28	30	2.3	2.0	0.5	1.0	17.3	0.74								○
5886	2	409			24		1.6	1.0	52.8			45.0	75	3					○	

凡例： ○ : 有り ( detected )

注：林産試験場で玉切， a ) : 同枠内の原木は同じ立木に由来する

Note: The logs were bucked in hokkaido forest products research institute ( FPRI ) . ; a):The logs in one cell derived from same tree .

第1 - 6表 原木の調査結果 メリナ (1、2番玉)

Table 1 - 6 . Characteristics of G . arborea logs ( first and second cut wood ) .

樹種 Wood species	原木番号 Log number	玉番 Log number from butt	材長 Length cm	直径 Diameter			辺材幅 Width of sapwood		偏心 Eccentricity		曲がり Crook %	細り Taper rate cm/m	節 Knot		木口割れ End shake	材面割れ Surface shake	目まわり Rings shake	変色 Staining	腐れ decay
				胸高 Breast height cm	末 Top end cm	元 Butt end cm	末 Top end cm	元 Butt end cm	末 Top end cm	元 Butt end cm			平均 径 Average diameter mm	最大 径 Maximum diameter mm					
メリナ G. arborea	5849	1	389	37	29	36	2.8		4.5	0.0	27.9				○	○	○		
	5850	1	401	32	28	34		1.1	4.5	6.0	27.9	1.76	26.3	30	3	○	○		
	5850	2	195		24	28													
	5851	1	393	33	28	34	1.3		2.0	4.0	15.2				○	○			
	5852	1	200	33	26	33						1.87							
	5852	2	400		22	27	2.2	2.5	1.5	3.5	26.4				○				
	5853	1	400	30	24	37		1.8	4.5	3.0	23.4	2.03				○			
	5853	2	206		24	26													
	5855	1	207	33	28	35						1.73							
	5855	2	400		24	28	1.3		2.5	3.0	48.2	32.0	45	5	○	○			
	5856	1	389	26	22	26	1.4		5.5	8.0	76.8	21.7	30	3					
	5858	1	211	34	29	41						2.52							
	5858	2	397		26	26			0.7	2.0	39.2	35.0	40	3	○	○	○		
	5859	1	204	32	28	33						1.79							
	5859	2	400		22	26	1.4		2.0	3.0	22.5	35.0		1	○				
	5860	1	396	42	33	45		2.1	4.5	6.0	41.5	1.69	36.7	80	3				
	5860	2	197		35	33										○	○		
	5861	1	388	38	29	45	1.4	2.0	1.5	2.5	19.2	31.3	35	3	○	○			
	5862	1	402	36	29	42		1.7	2.0	2.0	26.1	3.06	40.0	60	3		○	○	
	5862	2	197		23	29													
	5863	1	199	40		34	43.5					3.29							
	5863	2	402		30	32	1.5		2.0	4.0		27.2	40	9	○	○	○		○
	5864	1	206	40	33	48						3.50							
	5864	2	399		27	34	1.5	2.0	3.5	2.0	32.5	28.8	40	4	○				
	5865	1		49								1.83							
	5865	2	432		30	36		0.9	1.0	5.5	20.7								
	5866	1	401	40	30	38	1.6		5.0	1.0	19.9	1.83	30.0	40	3			○	
	5866	2	201		27	31													
5867	1	207		30	47						4.06								
5867	2	397		22	30	1.4		3.5	6.0	20.0	26.9	35	9	○	○				

凡例： ○ : 有り (detected)

注：林産試験場で玉切， a) : 同林内の原木は同じ立木に由来する

Note : The logs were bucked in hokkaido forest products research institute ( FPRI ) ; a):The logs in one cell derived from same tree .

1.3.6 木口割れおよび材面割れ

搬入された原木の木口面と材面は、伐採後2か月を経ていることから汚れが著しく、旧木口を切り落とし、新鮮な木口の両面について調査した。大きな木口割れが認められたのはユーカリとメリナであった。なお、メリナは材面割れも多かった (写真1-3, 写真1-4)。

1.3.7 腐れ

アカシアおよびユーカリは、心材部の一部または樹心部の腐れが多く認められた。

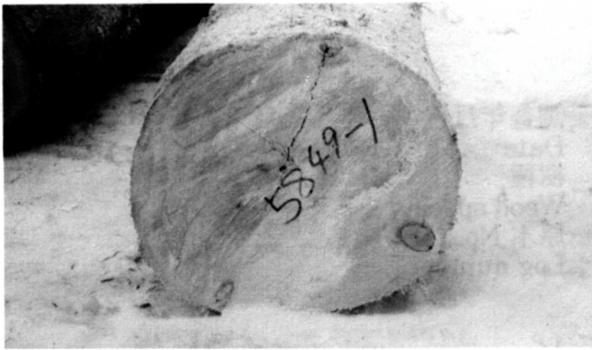


写真1-3 メリナの木口割れ

Photo . 1 - 3 . End check of G . arborea log .

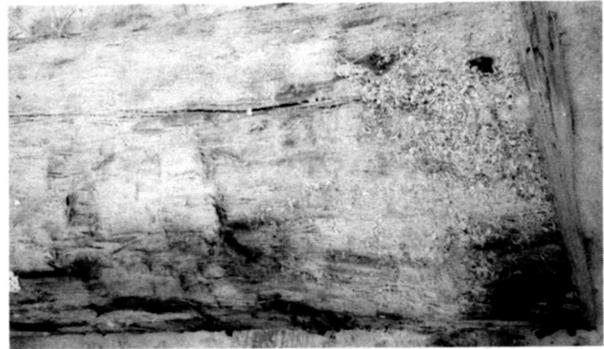


写真1-4 メリナの材面割れ

Photo . 1 - 4 . Surface checks of G . arborea log .

### 1.3.8 樹皮の付着率と厚さ

搬入された時点では、いずれの樹種も材面の傷みと汚れが著しく、樹皮の1/3～2/3以上がすでに脱落していた。

アカシアの樹皮は厚く（10～11mm）、表面は粗い鱗<sup>うろこ</sup>状で灰色を呈していた。

モルツカネムの樹皮は薄く（2～2.5mm）、表面は比較的平滑で灰黄色であった。

ユーカリの樹皮は、搬入された段階でほとんどが脱落しており、表面性状については不明である。なお、一部に褐色の内樹皮が残されていた。

メリナの樹皮はやや厚く（6mm程度）、表面は縦すじ状に凹凸があり、淡黄灰色であった。

### 1.3.9 その他の欠点

アカシアは木口の形状が円形でないものが多かった。

## 1.4 Abstract

Observational characteristics of tropical woods were investigated according to JAS (Japanese agricultural standard). Sample trees were *Acacia mangium*, *Paraserianthes falcata* Becker, *Eucalyptus deglupta* Bl. and *Gmelina arborea* L. from the States of Sabah in Malaysia. The items of investigations were length, diameter, width of sapwood, eccentricity, crook, knot, shake, decay, etc.

The results of investigations are summarized as follows:

- 1) *P. falcata* was greater than the others in crook.
- 2) For the size of knot, *A. mangium* and *P. falcata* were greater than the others.
- 3) *E. deglupta* and *G. arborea* were remarkable for end shake.
- 4) *A. mangium* and *E. deglupta* were remarkable for decay.

- 技術部 製材料 窪田 純一 (Zyunichi KUBOTA) -
- 同 上 山崎 亨史 (Fumitoshi YAMAZAKI) -
- 技術部 機械科 白川 真也 (Shinya SHIRAKAWA) -
- 企画指導部 普及課 成澤 直人 (Naoto NARISAWA) -
- 元林産試験場職員 斉藤 光雄 (Mitsuo SAITO) -
- 同 上 堀澤 栄 (Sakae HORISAWA) -

参考資料1-1

Appendix 1-1

原木野帳  
Field note

調査年月日 年 月 日

Date

樹種

Wood species

原木 No.

Log number

生産地  
Growing district  
樹 齡  
Tree age

(1) 形 量

Form

A) 木 口

Cross section

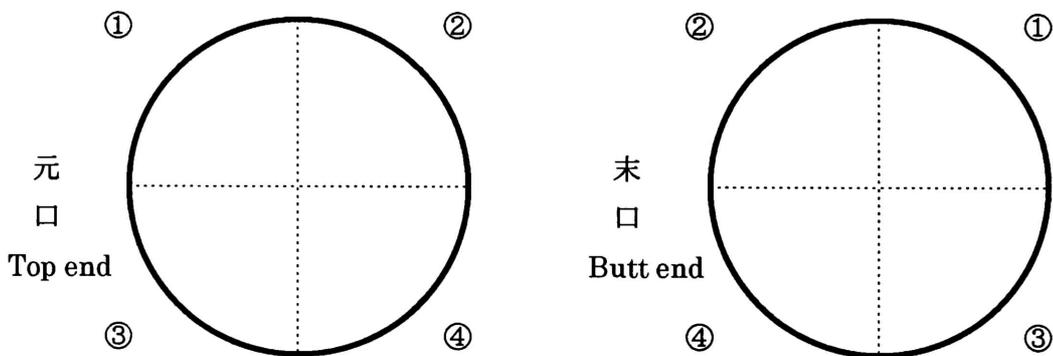
区 分		直径 Diameter (cm)	心材直径 Diameter of heartwood(cm)	偏心距離 Eccentricity of pith(cm)
末 口 Top end	最 小 径 Minimum			
	最小径に直角な径 Maximum			
元 口 Butt end	最 小 径 Minimum			
	最小径に直角な径 Maximum			

B) 材 長 cm  
Log length

(2) 欠 点

Quality

A) 木 口 (木口割れ、引き抜け、目回り、腐れ、虫食い、空洞、偏心、あて)  
Cross section(end shake, ring shake, decay, reaction wood etc.)



B) 材 面 (生節、死節、かくれ節、欠け、きず、あな、腐れ、虫食い、入皮、割れ)  
Surface(live knot, dead knot, invisible knot, decay, bark pocket, shake etc.)

C) よじれ 度

Torsion degree

D) 曲がり矢高 cm %

Height of curve

E) 品等 等

Grade

決定要因:

Primary factor of grade

(末 口 Top end)

--	--	--	--

(元 口 Butt end)

## 第2章 基礎的性質の分析

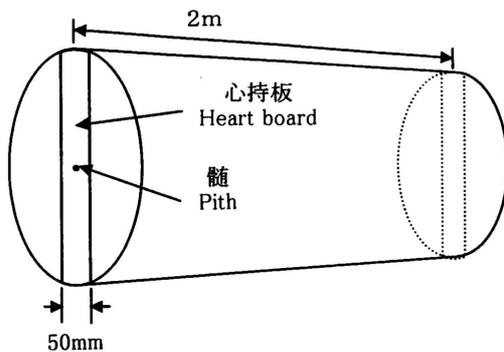
### 2.1 試験方法

基礎的性質の樹高方向の分布を調べるため、各樹種で4本（アカシアは5本）の原木を選木し、基礎的性質に関する試験の供試木とした。これらの供試木は便宜上第2-1表に示すような番号にした。原木はいずれも2mに玉切した後、容積密度数は円板を用い、他の試験については第2-1図による厚さ5cmの心持板から採取した。また、各樹種の木口面の写真を写真2-1~2-4に示した。

第2-1表 基礎的性質における供試木の概要

Table 2-1. Description of species used for test of wood qualities.

樹種 Species	供試木番号 Number of logs for wood qualities	原木番号 Number of Logs		材長 Length of Logs	備考 Note
アカシア <i>A. mangium</i>	A1	I 5839	II 5805	8m	I : 1 番玉 First log
	A2	I 5802	II 5817	8m	II : 2 番玉 Second log
	A3	I 5845	II 5836	8m	
	A4	5816	-	4m	
	A5	5823	-	4m	
モルッカネム <i>P. falcataria</i>	F1	I 5819	II 5830	8m	I : 1 番玉 First log
	F2	I 5831	II 5840	8m	II : 2 番玉 Second log
	F3	5842	5807	8m	
	F4	I 5834	II 5803	8m	
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	E1	5870	-	8m	
	E2	5871	-	8m	
	E3	5876	-	8m	
	E4	5883	-	8m	
メリナ <i>G. arborea</i>	M1	5849	-	8m	
	M2	5851	-	6m	
	M3	5856	-	6m	
	M4	5861	-	6m	



第2-1図 基礎的性質を分析するための心持板

Fig. 2-1. Heart board for analysis of physical and mechanical properties.

#### 2.1.1 容積密度数の測定

容積密度数の測定は、地上高2, 4, 6, 8m部位から約5cm厚の円板を採取した。円板上で節や腐れなどの欠点のない部分で髄をとる幅4cmのストリップを割り出し、髄から樹皮側に向かって、2cmごとに割裂して試験片を作製した。測定は髄から樹皮側に向かって2方向で行い、短い方を+、長い方を-で示したが円板で採取したため、部位ごとで必ずしも方向は一致しない。また、偏心している円板については、偏心の長径側に直行する短径側から試料を採取した。この場合、髄からの距離によって短い方と長い方に分けた。容積密度数は浮力法で求めた。すなわち、試料を水中に浸せきさせて試料の生材体積を求めた後、その

試料を全乾状態とし、全乾重量を生材体積で除したものを容積密度数とした。

#### 2.1.2 枝節の観察

厚さ30mmの板材を用い、樹心から連続的に並べ、板面における節の数、節の径を直径10mm以上のものについて測定した（第2-2~第2-3図）。



写真2-1 アカシア  
Photo . 2 - 1 . A . mangium

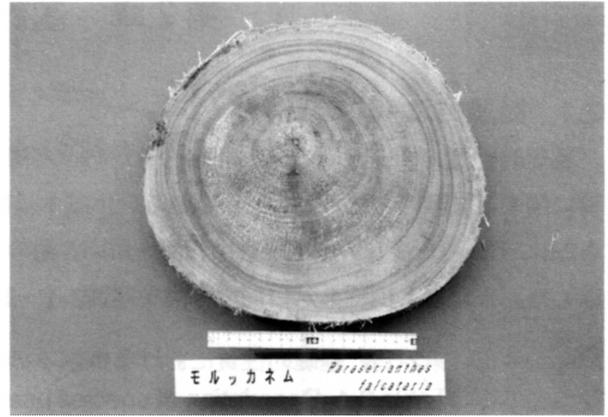


写真2-2 モルッカネム  
Photo . 2 - 2 . P . falcataria

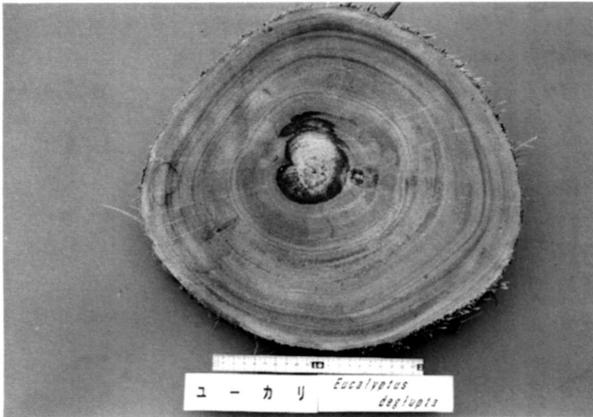


写真2-3 ユーカリ  
Photo . 2 - 3 . E . deglupta

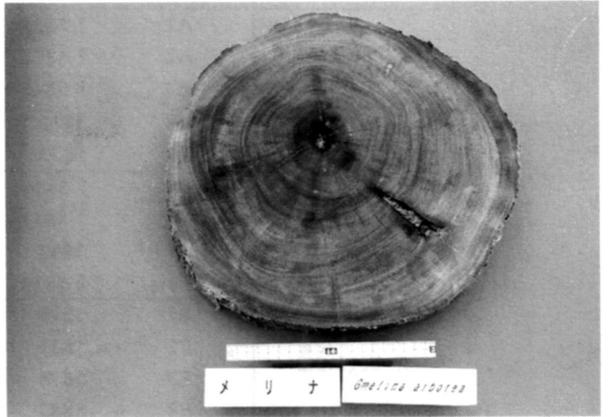
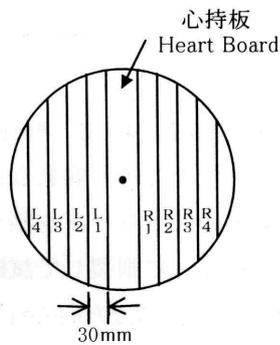
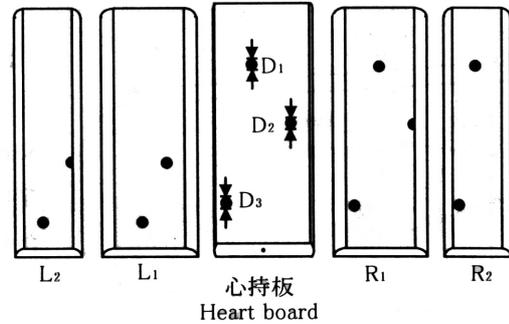


写真2-4 メリナ  
Photo . 2 - 4 . G . arborea



第2-2図 製材の木取り

Fig . 2 - 2 . Sawing of boards and its numbering .



第2-3図 節の測定方法

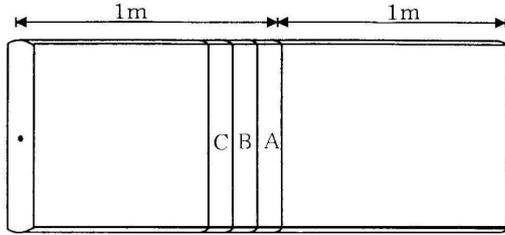
Fig 2 - 3 Measurement of the size and length of knots .

2.1.3 生材含水率, 容積重, 収縮率, 脆心材, 交錯木理の測定

試験用板材(心持板)の中央部から厚さ50mmのA, B, Cの3試験材を取り, Aの試験材については, 生材含水率, 容積重, 収縮率測定用に, Bの試験材については脆心材部の測定に, Cの試験材については交錯木理の測定用に供した(第2-4図)。

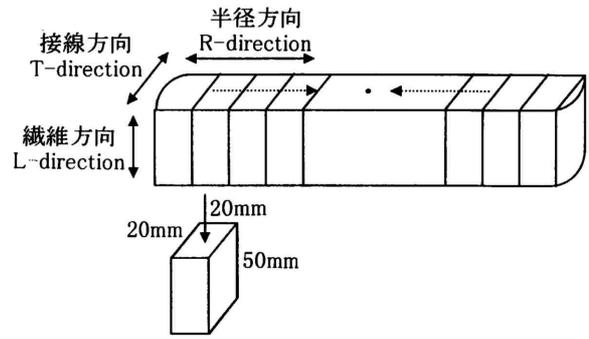
1) 生材含水率, 収縮率, 容積重

Aの試験材の髄から樹皮側に向かって連続的に20×20×50mm(T方向, R方向, L方向)の試験片を採取し(第2-5図), 生材含水率, 容積重, 収縮率測定用に供した。ただちにT, R, Lの3方向の寸法と重量を測定した後, 関係湿度(RH) 65±5%, 温度20±2 の条件下で乾燥し, 平衡に達した時

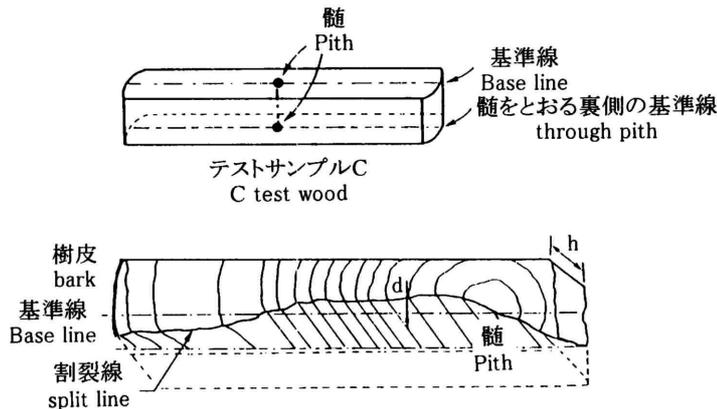


第2-4図 含水率, 容積重, 収縮率, 脆心および, 交錯木理試験の木取り

Fig. 2-4. Cutting of test specimens(A, B and C) from heart board for measurement of moisture content, density, shrinkage, brittle heart and interlocked grain.



第2-5図 含水率, 容積重, 収縮率試験片  
Fig. 2-5. Cutting of test pieces from test specimen A of measurement of moisture content, density and shrinkage.



第2-6図 交錯木理の測定方法  
Fig. 2-6. Measurement of interlocked grain.

を気乾状態とし, さらに105 で乾燥したものを全乾状態とし, それぞれの条件下でT, R, Lの3方向の寸法と重量を測定した。

生材含水率の測定は, 試験片の生材時の重量と全乾時の重量から, ISO3130により算出した。

収縮率の測定は生材時, 平衡時, 全乾時の試験片の寸法からISO4469に準拠して生材から気乾までの収縮率, 含水率1%当たりの平均収縮率, 生材から全乾時までの全収縮率をT方向, R方向, L方向について測定した。気乾容積重, 全乾容積重の測定は, ISO3131に準拠して, 収縮率試験片の生材時, 平衡時, (含水率15%), 全乾時の重量と寸法から算出した。

2) 脆心材部の範囲の測定

Bの試験材について, 肉眼的観察によるモメの存在の確認とともに, 髄から樹皮側に向かって連続的に1~2cmおきに, LR面の顕微鏡用切片を採取し, 各々について偏光顕微鏡によりスリッラインの有無を測定することから, 脆心材部の範囲を測定した。

3) 交錯木理

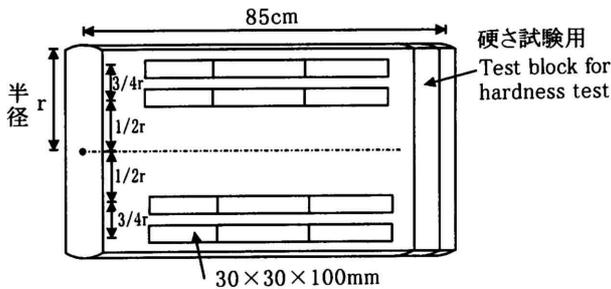
Cの試験材について, 両方の木口面に髄をとる平行な基準線を引き, どちらか一方の基準面の基準線上になたを置き, ハンマーでなたを叩いて割裂する。反対側の木口面には割裂線が現れる。割裂線と基準線の距離を基準線上で5mmごとに測定した(第2-6図)。各測定点における繊維傾斜度(木理)は, 次式により計算した。

$$\text{繊維傾斜度} = d/h \times 100\%$$

d: 基準線と割裂線との距離 h: 試料の厚さ(繊維方向)

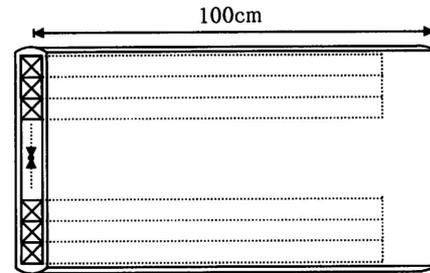
2.1.4 吸水率試験

第2-4図の材の下部(長さ85cm程度)を人工乾燥した後, 上部5cm(硬さ試験用)をチップソーで横切り



第2 - 7図 吸水率試験片の採取方法

Fig. 2 - 7 . Cutting of test pieces from heart board for measurement of water absorption and hardness .



第2 - 8図 曲げ,せん断,圧縮言式試験片の採取方法

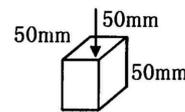
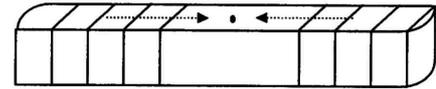
Fig. 2 - 8 . Cutting of test pieces from heart board for measurement of static bending , Shearing and compressive strength .

した後,第2 - 7図のような木取りをした。すなわち,半径の1/2と3/4 (樹皮側)の部位から30×30×100mm (T方向, R方向, L方向)の試験体を12体ずつ採取した。

吸水率の測定は, ISOに試験法がないためJIS Z 2101に準拠し, LR面, LJ面, RT面についてそれぞれ4体ずつ供試した。なお, 吸水率の測定は各樹種1番玉のみで試験した。

#### 2.1.5 強度試験

第2 - 4図の材の上部 (長さ100cm程度) を人工乾燥した後, 樹皮側から連続して20×20mm (T方向, R方向)の試験体を採材



第2 - 9図 硬さ試験片の採取

Fig. 2 - 9 . Test piece for static : hardness .

し (第2 - 8図) , 曲げ試験片, 圧縮試験片, せん断試験片を作製した。曲げ試験片は20×20×310mm (T方向, R方向, L方向)とし, ISO3149およびISO3133に準拠し, 曲げヤング係数と曲げ強さを測定した。ただし, 曲げヤング係数は簡便法として, 曲げ強度試験時の中央たわみから求めた。圧縮試験およびせん断試験はISO3787およびISO3347に準拠し, 縦圧縮強さおよびせん断強さを求めた。硬さ試験は第2 - 9図の下部の材から上部5cmを採材し, 樹皮側から連続して50×50×50mmの硬さ試験を採取し, ISO3350に準拠してLR面, LT面, RT面の硬さを測定した。

#### 2.1.6 木材の色

4樹種の供試材について材色を測定した。測定に当たっては, 微生物汚染などの汚れがなくかつ全体を代表するような箇所を選んだ。4樹種のうちアカシアについては, 部位による色違いが顕著であるため, 濃色と淡色の部分に分けて測定した。

測定にはスガ試験機 (株) 製の全反射型比色計SMカラーコンピューター[SM - 6 - 1S - 2B]を使用しC光源の8°照明拡散受光方式で測定した。表色にはL\*a\*b\*系およびHVC系を用いた。また目視による測定として色見本帳 (日本色彩研究所製の「色の標準」) との比較を行った。

#### 2.1.7 鉄汚染の度合い

木材は水があると鉄と反応して黒色の汚染を生じる。黒色の度合いは材によって異なる。そこで供試材についてこの度合いを測定した。

供試材について色をL\*a\*b\*系で測定した後0.1%の塩化第2鉄水溶液を40g/m<sup>3</sup>の割合で塗布し, 1昼夜常温に放置した。アカシア材については濃色部分を使用した。放置後再び材色を測定した後, 水溶液塗布前後の色差 Eを次式から算出して変色度とした。

$$AE = \{ L^{*2} + 2 + a^{*2} + b^{*2} \} / 2$$

## 2.2 試験結果および考察

### 2.2.1 容積密度数

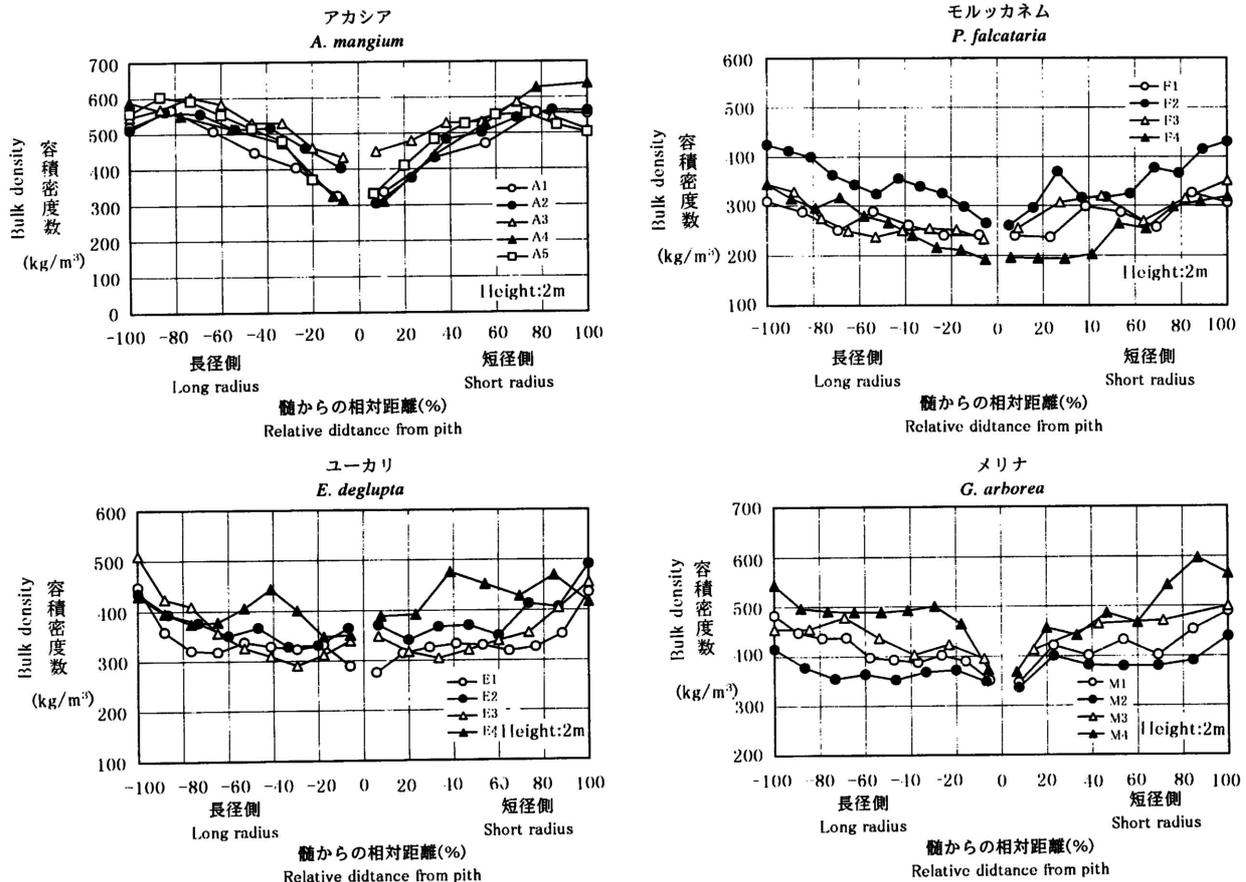
容積密度数の測定結果について、供試木ごとに最大値、最小値、平均値をまとめて第2 - 2表に示した。各樹種の容積密度数の総平均はアカシアで480kg/m<sup>3</sup>、メリナで430kg/m<sup>3</sup>、ユーカリで385kg/m<sup>3</sup>、モルツカネムで279kg/m<sup>3</sup>であった。

樹種ごとの水平方向における容積密度数の分布を地上高2mの部位について樹種ごとに第2 - 10図に示した。アカシアは髓から樹皮側に向かって急激に容積密度数は増大し、相対距離±500/ . で500kg/m<sup>3</sup>になったが、相対距離±80%程度から多少減少した。減少した理由として心材部と辺材部の容積密度数の差と推察された。また、個体間の差は小さく、容積密度数の樹幹内変動は4樹種中最も大きかった。モルツカネムは相対距離の増加に伴い容積密度数は緩やかに増加した。その値はF2を除けばほぼ250kg/m<sup>3</sup> ~ 350kg/m<sup>3</sup>の範囲内であった。ユーカリは相対距離±70 ~ 800/ . まではほぼ一定の値で推移し、それ以上の

第2 - 2表 樹種別の容積密度数

Table2 - 2 . Bulk density of each species .

アカシア <i>A. mangium</i>						モルツカネム <i>P. falcataria</i>							
供試木 番号 Number of logs for wood qualities	測定値 Measur- ed values	部位 Position of height				全平均 Total Ave.	供試木 番号 Number of logs for wood qualities	測定値 Measur- ed values	部位 Position of height				全平均 Total Ave.
		2m	4m	6m	8m				2m	4m	6m	8m	
		A1	Max. Min. Ave.	567 325 466	558 352 470				552 362 477	571 324 457	472	F1	
A2	Max. Min. Ave.	565 305 490	560 317 469	582 325 494	546 304 467	480	F2	Max. Min. Ave.	431 261 350	389 218 315	420 232 313	435 227 326	326
A3	Max. Min. Ave.	602 433 526	628 397 511	560 321 485	574 354 501	506	F3	Max. Min. Ave.	351 233 283	344 219 286	350 208 273	343 209 273	279
A4	Max. Min. Ave.	639 310 499	605 366 507	- - -	- - -	503	F4	Max. Min. Ave.	344 193 258	310 175 253	321 181 258	274 177 233	251
A5	Max. Min. Ave.	604 315 491	618 270 476	- - -	- - -	484							
ユーカリ <i>E. deglupta</i>						メリナ <i>G. arborea</i>							
供試木 番号 Number of logs for wood qualities	測定値 Measur- ed values	部位 Position of height				全平均 Total Ave.	供試木 番号 Number of logs for wood qualities	測定値 Measur- ed values	部位 Position of height				全平均 Total Ave.
		2m	4m	6m	8m				2m	4m	6m	8m	
		E1	Max. Min. Ave.	448 276 337	427 302 349				395 325 356	475 349 385	357	M1	
E2	Max. Min. Ave.	491 328 379	470 338 395	457 345 388	449 356 398	390	M2	Max. Min. Ave.	439 337 378	452 347 387	439 368 390	- - -	385
E3	Max. Min. Ave.	509 291 360	472 318 364	448 323 367	468 328 384	369	M3	Max. Min. Ave.	500 395 445	482 375 437	486 362 418	- - -	433
E4	Max. Min. Ave.	476 349 410	411 336 381	434 355 399	512 363 426	404	M4	Max. Min. Ave.	597 369 486	548 383 469	540 421 487	- - -	481



第2 - 10図 髄からの相対距離における容積密度数

Fig. 2 - 10. Variation of bulk density in relative distance from pith.

相対距離で増加する傾向であった。メリナはユーカリと同様に相対距離 ± 70 ~ 80%まではほぼ一定の値で推移した。また、個体間の差は大きかった。垂直方向の容積密度数は、第2 - 2表から変動は小さいものと判断できた。

### 2.2.2 枝節

樹心側からダラびきした板を観察して材面に現れた節の径、数などを測定し、最大1cm以上の節の数、節の最大径、および長さを算出した。樹種ごとの節数、節の長さ、節の平均径を第2 - 3 ~ 第2 - 4表に示した。節の数は材長2m当たりの平均値を示したものであり、節の長さおよび平均径は出現した全節の平均値を示したものである。

第2 - 3表から、4樹種の中で節の数が多かった樹種はメリナであり、2m当たりの節の数は14.0個であった。節長さおよび節径の最も大きかった樹種はアカシアで、その値は長さで7cm、平均径で45.5mmであった。

第2 - 3表 樹種別の節の数および大きさ

Table 2 - 3. Number, length, and diameter of knots of each species.

樹種 Species	数(個) Number of knots	平均長さ Length of knots(Ave.) (cm)	平均径 Diameter of knots(Ave.) (mm)
アカシア <i>A. mangium</i>	8.8	7.0	45.5
モルッカネム <i>P. falcataria</i>	6.6	5.8	39.5
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	7.5	5.3	37.4
メリナ <i>G. arborea</i>	14.0	6.3	35.6

第2-4表 樹種別の節の数および大きさ

Table 2-4. Number, length, and diameter of knots of each species.

アカシア <i>A. mangium</i>	数(個) Number of knots	平均長さ	平均径	ユーカリ <i>E. deglupta</i>	数(個) Number of knots	平均長さ	平均径
		Length of knots (Ave.) (cm)	Diameter of knots (Ave.) (mm)			Length of knots (Ave.) (cm)	Diameter of knots (Ave.) (mm)
A11	3	2.5	20	E11	4	2.6	23
A12	8	7.9	27	E12	7	6.6	44
A13	12	6.2	29	E13	11	5.2	31
A14	15	4.7	31	E14	8	7.9	56
Ave.	9.5	5.3	26.8	Ave.	7.5	5.6	38.5
A21	5	7.4	33	E21	5	6.1	37
A22	11	8.6	47	E22	2	7.8	24
A23	6	9.5	46	E23	7	4.2	54
A24	13	5.5	44	E24	6	4.2	27
Ave.	8.8	7.8	42.5	Ave.	5.0	5.6	35.5
A31	5	8.8	47	E31	9	9.3	35
A32	10	6.7	66	E32	3	2.5	35
A33	12	7.3	48	E33	5	5.3	33
A34	8	6.1	70	E34	17	4.0	30
Ave.	8.8	7.2	57.8	Ave.	8.5	5.3	33.3
A41	11	5.4	37	E41	10	6.1	42
A42	8	6.0	40	E42	11	3.0	37
Ave.	9.5	5.7	38.5	E43	10	5.1	45
A51	7	13.0	72	E44	5	4.6	31
A52	7	10.1	76	Ave.	9.0	4.7	38.8
Ave.	7.0	11.6	74.0	Total ave.	7.5	5.3	37.4
Total ave.	8.8	7.0	45.5				

モルカツネム <i>P. falcata</i>	数(個) Number of knots	平均長さ	平均径	メリナ <i>G. arborea</i>	数(個) Number of knots	平均長さ	平均径
		Length of knots (Ave.) (cm)	Diameter of knots (Ave.) (mm)			Length of knots (Ave.) (cm)	Diameter of knots (Ave.) (mm)
F11	3	2.5	40	M11	15	6.6	38
F12	7	5.6	28	M12	6	9.5	54
F13	5	4.8	27	M13	8	8.6	35
F14	5	4.0	34	Ave.	9.7	8.2	42.3
Ave.	5.0	4.2	32.3	M21	11	6.5	32
F21	0	0	0	M22	9	5.6	34
F22	5	7.6	42	M23	15	7.1	24
F23	10	6.9	53	Ave.	11.7	6.4	30.0
F24	6	6.8	33	M31	9	6.1	35
Ave.	5.3	5.3	32.0	M32	10	5.3	39
F31	2	9.5	30	M33	9	5.2	24
F32	7	5.5	33	Ave.	9.3	5.5	32.7
F33	12	6.6	36	M41	38	6.3	32
F34	9	6.4	27	M42	19	6.0	41
Ave.	7.5	7.0	31.5	M43	19	5.4	46
F41	8	3.0	45	Ave.	25.3	5.9	39.7
F42	9	5.3	43	Total ave.	14.0	6.3	35.6
F43	10	5.4	45				
F44	7	6.6	61				
Ave.	8.5	5.1	48.5				
Total Ave.	6.6	5.8	39.5				

同一樹種で個体間、部位別を比較すると、アカシアは節の長さおよび大きさで個体間の差が大きかった。モルツカネムとユーカリは比較的個体間、部位別の差が小さかった。メリナは節の数および大きさで個体間、部位別の差が大きかった。この調査とは別に、節の調査ははく皮した丸太でも行ったが、アカシアとモルツカネムの節径が大きいことは一致していた。

第2 - 5表 樹種別の容積重と生材含水率

Table 2 - 5 . Density and moisture content of each species .

樹種 Species	測定値 Measured values	全乾容積重 Density at oven dry (g/cm <sup>3</sup> )	気乾容積重 Density at air dry (g/cm <sup>3</sup> )	生材含水率 Moisture content in green (%)
アカシア <i>A. mangium</i>	n	150	150	150
	Max.	0.71	0.77	124
	Min.	0.36	0.39	39
	Ave.	0.54	0.59	77
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	n	175	175	175
	Max.	0.50	0.53	178
	Min.	0.18	0.20	28
	Ave.	0.31	0.33	58
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	n	185	185	185
	Max.	0.51	0.54	175
	Min.	0.32	0.35	39
	Ave.	0.41	0.45	114
メリナ <i>G. arborea</i>	n	130	130	130
	Max.	0.55	0.58	210
	Min.	0.37	0.40	48
	Ave.	0.45	0.49	135

### 2.2.3 生材含水率

生材含水率の測定は、収縮率試験片を用いて測定した。樹種ごとの生材含水率を第2 - 5表に示した。髄からの距離に伴う生材含水率の樹幹内変動の一例を第2 - 11図に示した。

アカシアでは、地上高の高い部位ほど生材含水率は低下した。この傾向は供試木5本すべてにみられ、地上高1mと7mでは約30～60%の差があった。水平方向の生材含水率はほぼ一定と考えられた。モルツカネムでは、外側の一部に含水率の高い部分がみられ、5が、内側の含水率は40～60%と推移しており、部位の差による含水率の違いは小さかった。ユーカリは含水率が樹心部付近で100%以上と高く、外側ほど低くなった。部位ごとの差は顕著ではなかった。メリナはユーカリ同様、樹心部付近で含水率は高く、150%にも達する。その範囲は髄から8cm程度で、それより外は急激に減少していた。部位による含水率の違いは小さかった。

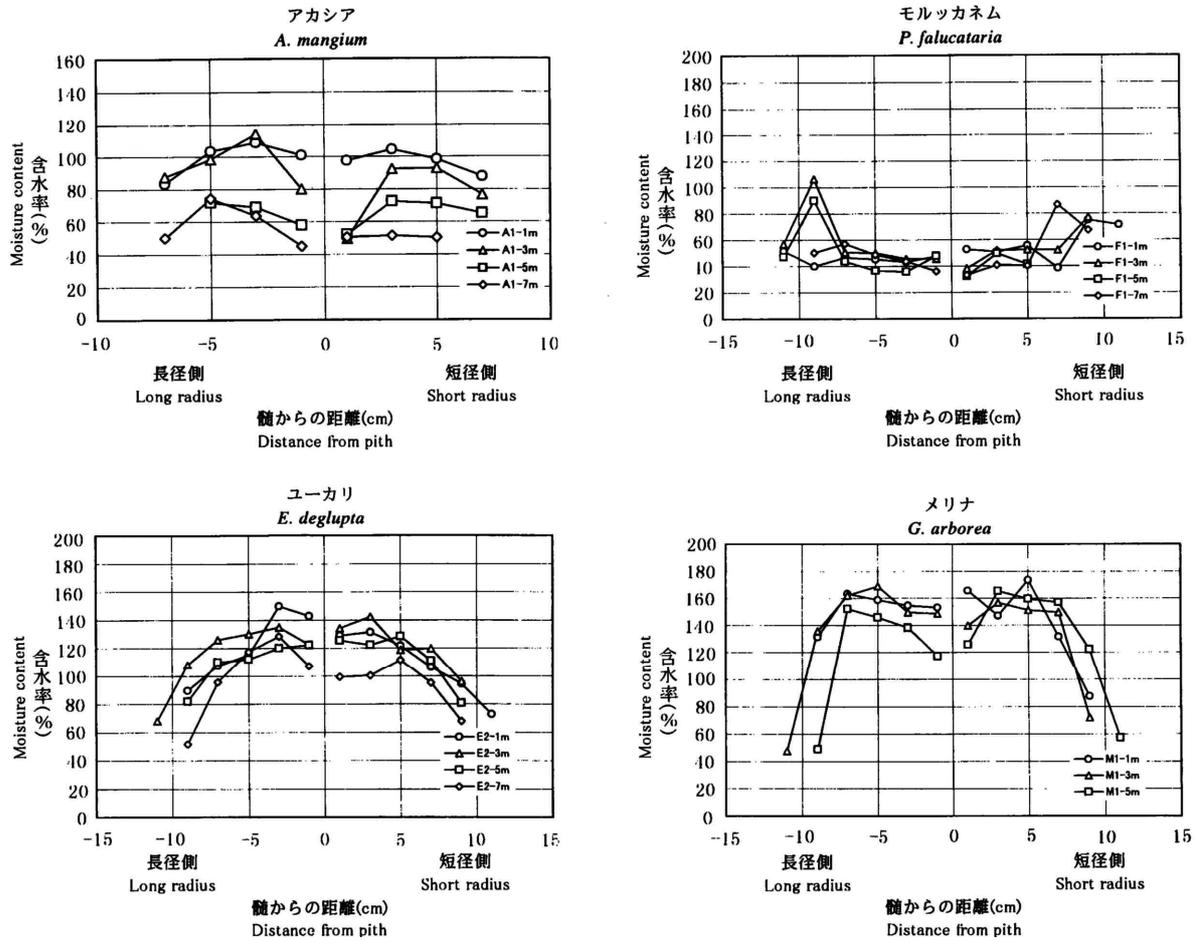
樹種ごとの平均含水率は、メリナが135%で最も大きく、以下ユーカリ114%、アカシア77%、モルツカネム58%となり、樹種間の差が大きかった。

また、ユーカリとメリナは樹心部とそれ以外の部分での含水率の差が非常に大きいことから、これらの部分を混在させて人工乾燥させることの難しさが示唆された。

### 2.2.4 収縮率

第2 - 6表に樹種別収縮率を示し、全収縮率の樹幹内変動を第2 - 12図に一例として示した。

アカシアの接線方向 (T方向) および半径方向 (R方向) の全収縮率は、5～6%前後と2～3%前後で推移



第2 - 11図 生材含水率の変動

Fig. 2 - 11. Variation of moisture content in each species .

第2 - 6表樹種別の収縮率

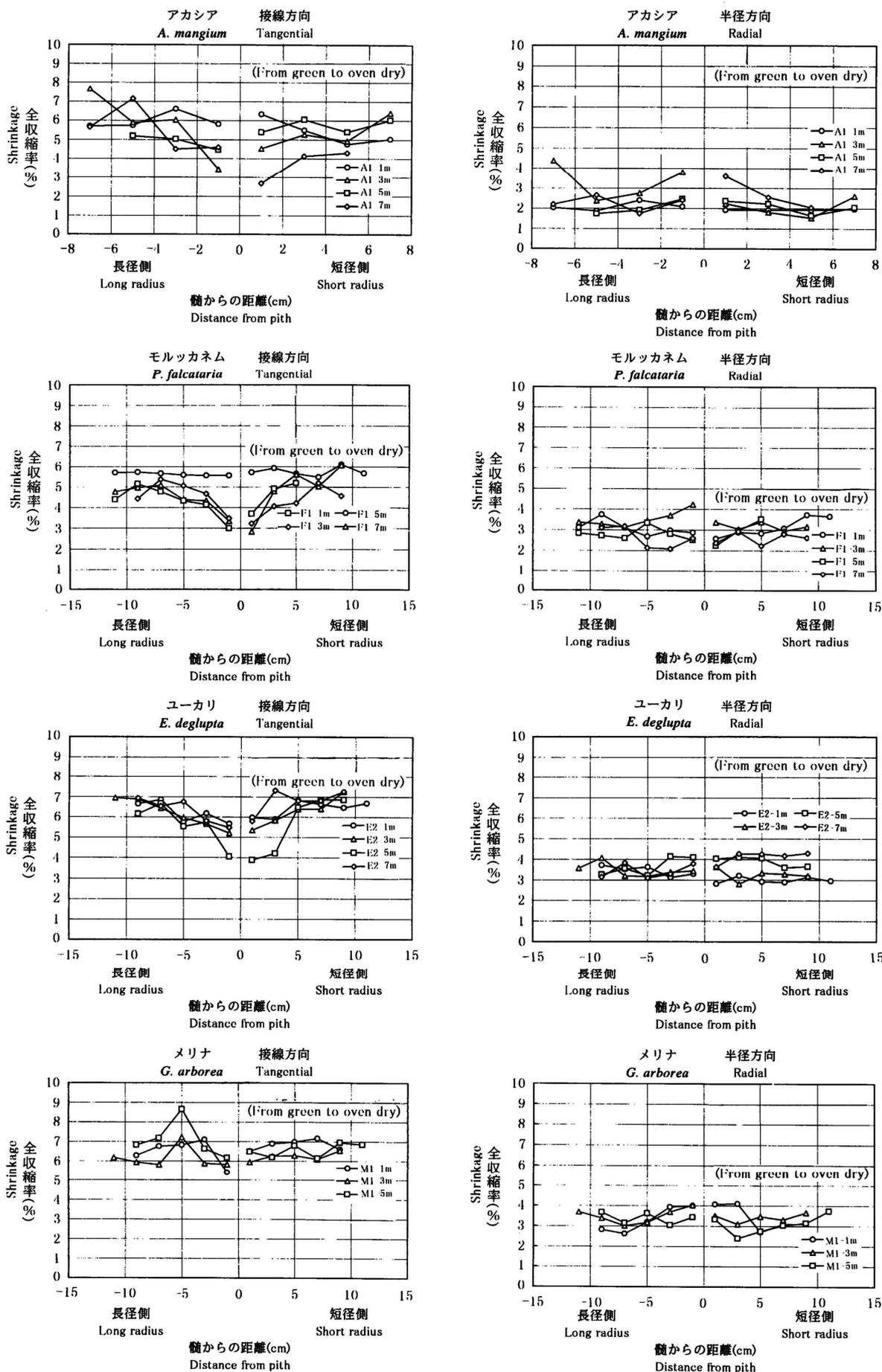
Table 2 - 6 . Shrinkage of each species .

樹種 Species	測定値 Measured values	収縮率 Shrinkage (%)						
		全収縮率 From green to oven dry				含水率1%に対する 収縮率 Per 1% moisture content		
		t	r	l	Volume	t	r	(t/r)
アカシア <i>A. mangium</i>	n	150	150	150	150	150	150	
	Max.	7.7	6.9	0.90	13	0.40	0.26	
	Min.	1.7	1.1	0.00	5	0.07	0.06	
	Ave.	5.1	2.4	0.14	8	0.23	0.11	2.1
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	n	175	175	175	175	175	175	
	Max.	7.7	6.7	0.50	12	0.35	0.31	
	Min.	3.7	2.0	0.04	6	0.16	0.10	
	Ave.	5.9	3.6	0.16	9	0.22	0.15	1.5
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	n	185	185	185	185	185	185	
	Max.	8.1	6.7	0.70	13	0.32	0.24	
	Min.	2.6	2.0	0.02	7	0.12	0.10	
	Ave.	5.8	3.5	0.16	10	0.22	0.16	1.4
メリナ <i>G. arborea</i>	n	130	130	130	130	130	130	
	Max.	8.7	6.4	0.50	13	0.32	0.23	
	Min.	2.4	1.3	0.00	7	0.13	0.06	
	Ave.	6.5	3.2	0.11	10	0.25	0.14	1.8

しており、樹幹の内外および部位別の差は顕著ではなかった。

モルツカネムの全収縮率は、接線方向で髄から外側に向かって若干増加傾向を示したが、髄からの距離が±1cmを除けばほぼ横ばいと考えられる。

1m部位の値は6%前後で最も大きかったが、他の供試木についても1m部位の値は他の部位に比べ大きかった。放射方向については3~4%と横ばいで推移しており、部位による差は小さかった。ユーカリでは、接線方向は髄から外側に向かって若干増加傾向を示し、放射方向はほぼ横ばいで推移した。部位による差はほとんどなかった。メリナは接線方向、放射方向ともに水平方向、部位による差はなかった。第2 - 6



第2 - 12図 樹種別の全収縮率の変動

Fig1 2 - 12 . Variation of shrinkage from green to oven dry .

表から樹種ごとで全収縮率を比較すると、4樹種間でそれほど差はなかった。一般に容積重の大きな樹種ほど収縮率は大きいと言われているが、アカシアは比較的高容積重にもかかわらず収縮率は小さかった。

### 2.2.5 脆心材

脆心材の存在範囲は、髓から樹皮側に向かって連続的に1cmごとにLR面の顕微鏡用切片を採取し、偏光顕微鏡によりsliplineの有無を測定するとともに、目視によるモメの存在確認などから判定した。目視による観察では、明らかな圧縮破壊線は認められなかった。観察結果を評価するに当たり、便宜上sliplineの出現状況を以下のように区分した。

「顕著」：試料中に明らかなslipline（対物倍率×10で容易に確認される）が高頻度で認められるもの。

「有り」：明らかなsliplineが複数認められるもの。

「軽微」：明らかなsliplineが見られるがまれであるか、複数認められても軽微（対物倍率×20で細胞壁の圧縮破壊が確認される）なもの。

「無し」= sliplineが全く認められないもの。

観察結果を第2 - 7表に示す。いずれの樹種でも多少ともsliplineが観察され、脆心材が存在することが示されたが、樹種によりその出現傾向に差がみられた。

アカシアは、sliplineの認められない個体はなかったが、個体、方向により、sliplineの程度や見られる範囲の差が大きく、ほとんど見られない個体が3本（A2, A3, A5）ある一方、半径の70%（髓から8cmまで）の範囲で明らかなsliplineを観察した個体（A1）もあった。この個体の値は、アカシアの他の供試木と比較して突出しており、本試験の他の供試樹種と二比較しても大きいので、生育過程における何らかの特殊な事情が原因となってsliplineが発生したものと考えられた。

モルツカナムは、4本すべての供試木で、多少ともsliplineが観察され、供試4樹種の中では出現範囲の広さ、程度ともに最大であった。最低でも半径の13%（髓から1.5cm）、最大では44%（髓から9cm）の範囲までsliplineが観察された。いずれの個体でも、おおむね髓から5~6cmまでの材部には普通にsliplineがみられ、程度も比較的顕著であった。

ユーカリは出現範囲が広いものもあったが（E1 = 44% - 髓から8cmまで、E4 = 40% - 髓から6cmまで）、sliplineそのものはおおむね軽微で、いずれの供試木でも顕著なsliplineは見られなかった。

メリナは、全くsliplineを認めない個体が1本（M3）、他の個体でもおおむね髓から2cm（最大でも4cm）以内に限られ、供試樹種4種の中では最も軽微であった。

### 2.2.6 交錯木理

交錯木理は、割裂面のパターンから算出するが、基準線を境にS傾斜とZ傾斜とした。s傾斜は、樹皮側から見て樹幹軸に対し左上から右下方向傾斜で、図にするとプラスで示される。Z傾斜はその逆でありマイナスで示される。

交錯木理は基準線を境に波のような割裂面で示される場合が多く、それぞれの試験片の中で、山谷の高低差の最大値を最大繊維交錯度とした。また、比較的顕著ないくつかの山谷の高低差を求め、これらの平均値を平均繊維交錯度とした。

一例として容積密度測定試料と同一の供試木の短径側について繊維傾斜の推移を第2 - 13図に示した。樹幹内変動の最も大きいものはユーカリであり、その値は最大繊維交錯度で34.0%、平均繊維交錯度で23.3%であった。ユーカリの交錯木理は規則性がみられ、1~2cmごとにピークが現れた。アカシアは変動が小さく、最大繊維交錯度で22.8%であり、平均繊維交錯度で9.0%であった。アカシアはこの第2 - 13図で示す

第2 - 7表スリップラインの出現位置とその占有割合

Table 217 . Appearance location of slipline and occupied ratio in radius .

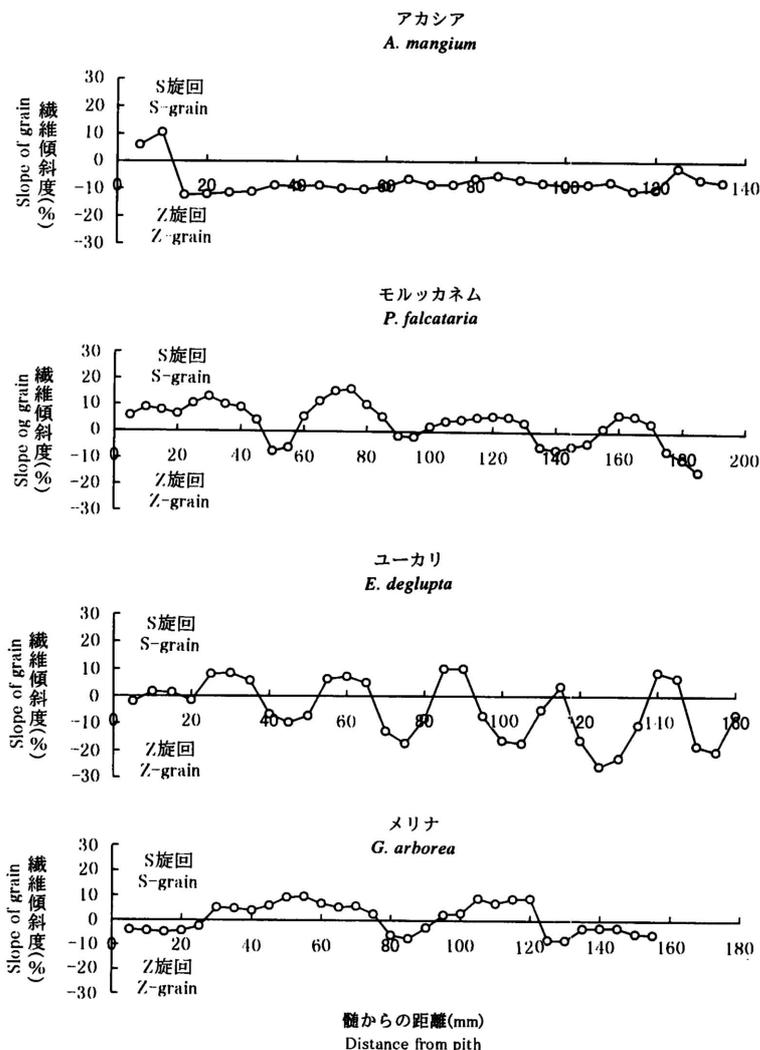
樹種 Species	試料 番号 No.	半径 Radius (cm)	髄からの距離 Distance from pith (cm)										半径に対する スリップラインの割合 Occupied ratio of slipline in radius (%)
			~ 1	~ 2	~ 3	~ 4	~ 5	~ 6	~ 7	~ 8	~ 9	~ 10	
アカシア <i>A. mangium</i>	A1-1	12	-	●	◎	○	●	◎	◎	◎	-	-	78
	A1-2	12	◎	◎	◎	-	-	-	-	-	-	-	25
	A2-1	12	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	17
	A2-2	11	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
	A3-1	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	A3-2	15	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	A4-1	12	◎	○	○	○	-	-	-	-	-	-	34
	A4-2	10	●	◎	◎	◎	-	-	-	-	-	-	40
	A5-1	16	◎	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	12
	A5-2	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
モルッカネム <i>P. falcataria</i>	F1-1	18	◎	◎	◎	◎	◎	◎	-	-	-	-	33
	F1-2	11	◎	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	13
	F2-1	19	◎	◎	◎	◎	◎	-	-	-	-	-	26
	F2-2	19	●	●	●	-	●	◎	◎	-	-	-	38
	F3-1	19	◎	◎	◎	-	-	-	-	-	-	-	22
	F3-2	14	◎	◎	◎	-	-	-	-	-	-	-	30
	F4-1	21	●	●	◎	◎	●	●	◎	◎	◎	-	44
	F4-2	16	◎	●	●	◎	◎	-	-	-	-	-	31
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	E1-1	18	-	-	◎	○	○	◎	○	○	-	-	44
	E2-1	16	-	◎	◎	◎	-	-	-	-	-	-	25
	E2-2	15	-	◎	○	-	-	-	-	-	-	-	13
	E3-2	15	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	27
	E4-1	17	◎	-	-	○	-	-	-	-	-	-	24
	E4-2	15	◎	◎	◎	○	◎	○	-	-	-	-	40
メリナ <i>G. arborea</i>	M1-1	15	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	M1-2	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
	M2-1	16	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	13
	M2-2	14	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	M3-1	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	M3-2	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	M4-1	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	M4-2	18	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	22

注:●:顕著なスリップラインが認められるもの,◎:スリップラインが認められるもの,○:軽微なスリップラインが認められるもの,-:スリップラインがないもの

Legend: ●:Slip line could be confirmed conspicuously with a microscope (by object lens of ten magnifications),  
◎:Slip line could be confirmed clearly with a microscope (by object lens of ten magnifications),  
○:Slip line could be confirmed slightly with a microscope (by object lens of twenty or forty magnifications),  
-:Could not be confirmed.

ように交錯する回数が少ない樹種であった。モルッカネムおよびメリナの交錯木理は上記2樹種の間の特  
性であった。すなわち、交錯木理の変動パターンは、約3cmごとにピークが現れ、交錯度はユーカリよりも  
小さかった。樹心からの距離に伴う交錯木理の出現傾向はいずれの樹種、部位においても一様ではなかつ  
た。

樹種ごとの最大繊維交錯度を第2 - 8表に示した。最大繊維交錯度の大きい樹種はユーカリであり、全平均  
で30.1%であった。アカシアは最大繊維交錯度の小さな樹種で、その平均値は11.5%であった。南洋材の場  
合、最大繊維交錯度が15%以下であれば比較的小さいとされている。この基準値から繊維交錯度の比較的  
小さな樹種をあげればアカシアとモルッカネムであった。



第2 - 13図 樹種別の繊維傾斜度の推移  
Fug.2 - 13.Variation of grain in each species.

第2 - 8表 樹種別の最大繊維交錯度  
Table 2 - 81 Maximum degree of interlocked grain of each species .

樹種 Species	測定値 Measured values	最大繊維交錯度 Max. degree of interlocked grain (%)
アカシア <i>A. mangium</i>	n	30
	Max.	23.4
	Min.	4.5
	Ave.	11.5
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	n	32
	Max.	28.5
	Min.	6.6
	Ave.	13.9
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	n	32
	Max.	57.7
	Min.	19.7
	Ave.	30.1
メリナ <i>G. arborea</i>	n	24
	Max.	36.2
	Min.	7.4
	Ave.	18.6

2.2.7 吸水率

板材の髓からその半径の1/2および3/4の距離から試験体を採取した。前者の部位を (Inter) 後者の部位をO (outer) と名づけた。本試験の結果を第2 - 9表および第2 - 14図に示した。

単位吸水面積当たりの吸水量は、供試木4樹種とも、部位 と部位oの吸水量の値に差は認められず、木口面が最大で、以下柁目面、板目面の順に小さくなった。吸水量と容積重の関係を3断面でみると、木口面では容積重ではなく、樹種による差が顕著であった。メリナの木口面の吸水量は、他の3樹種に比べて極めて小さく、0.073g/cm<sup>2</sup>であった。柁目面、板目面では、モルツカネムの柁目面の部位を除けば柁目面は0.031~0.050g/cm<sup>2</sup>、板目面は0.24~0.39g/cm<sup>2</sup>でほぼ一定の値であった。

2.2.8 強度性能

各供試木について強度的性質を求めた。試験項目は、気乾状態における曲げ試験、縦圧縮試験、せん断試験 (板目面、柁目面)、硬さ試験 (木口面、板目面、柁目面) である。試験片は、樹心から樹皮側まで連続的に木取り、各部位から1個ずつ採取した。なお、含水率は圧縮試験片での値で代表した。第2 - 10表に樹種ごとの強度試験結果を一括して示し、曲げ強さおよび圧縮強さの樹幹内変動の一例を第2 - 15図に示した。

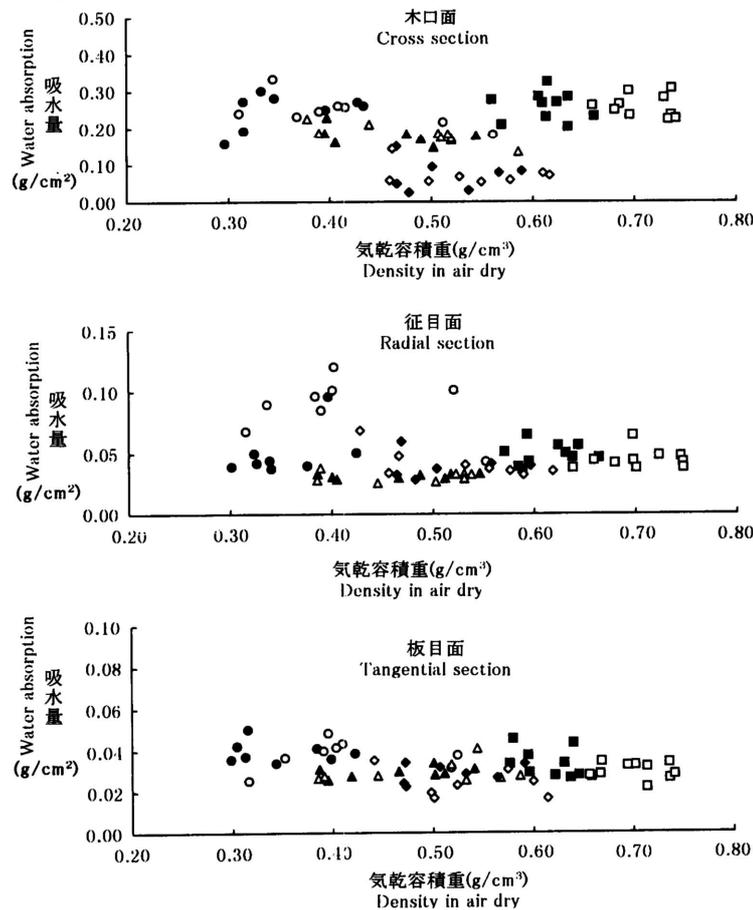
アカシアの曲げ強さおよび圧縮強さの樹幹内変動は、容積密度数の樹幹内変動と同様に髓から外側に向かって増加した。ユーカリ、モルツカネムについても同様であったが、アカシアに比べ、増加は緩やかであり、樹幹内変動は小さかった。メリナはアカシアと同様に外側に向かって強度は増大するが、部位による強度差が大きかった。また、第2 - 15図および第2 - 10表には示さなかったが、部位ごとの強度を

第2-9表 樹種別の吸水量

Table 2-9. Amount of water absorption of each species.

樹種 species	部位 Position of specimens	気乾容積重 Density in air dry (g/cm <sup>3</sup> )	含水率 Moisture content (%)	吸水量 Amount of water absorption (g/cm <sup>2</sup> )		
				木口面 Cross section	柁目面 Radial section	板目面 Tangential section
アカシア <i>A. mangium</i>	I	0.61	14.6	0.258	0.049	0.033
	O	0.71	14.3	0.259	0.044	0.030
モルッカネム <i>P. falcataria</i>	I	0.35	15.3	0.248	0.050	0.039
	O	0.41	15.1	0.245	0.088	0.038
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	I	0.47	17.1	0.178	0.031	0.030
	O	0.49	17.0	0.184	0.031	0.029
メリナ <i>G. arborea</i>	I	0.51	16.8	0.073	0.040	0.029
	O	0.53	16.2	0.073	0.042	0.024

注: I:内側の部位,O:外側の部位  
Note: I:Inner part,O:Outer part



第2-14図 気乾容積重と吸水量の関係

凡例: ○:アカシモ(I), ○:アカシモ(O), ○:モルッカネム(I)  
△:モルッカネム(O), △:ユーカリ(I), △:ユーカリ(O),  
□:メリナ(I), □:メリナ(O),

注: I:内側, O:外側

Fig. 2-14. Relationship between density in air and water absorption.

Legend: ○: A. Mangium(I), ○: A. Mangium (O), ○: P. falcataria(I)  
△: P. falcataria (O), △: E. geglupta (I), △: E. geglupta(O),  
□: G. arborea(I), □: G. arborea (O),

Note: I:Inner part;O:Outerpart

第2 - 10表強度試験結果

Table 2 - 1 0 . Resu11 : s of several mechanical tests

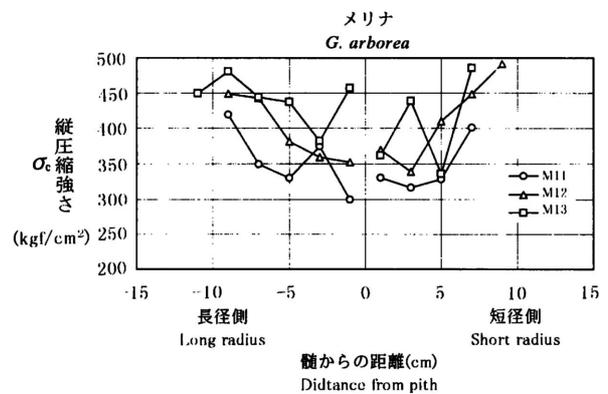
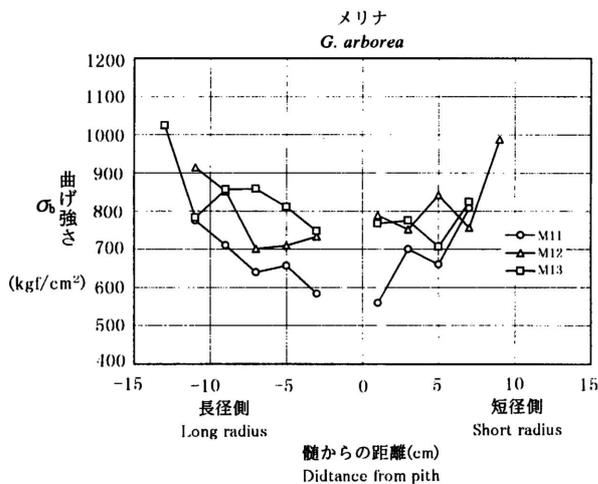
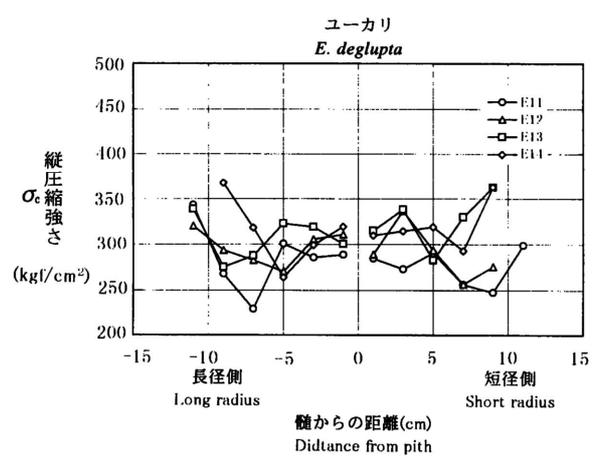
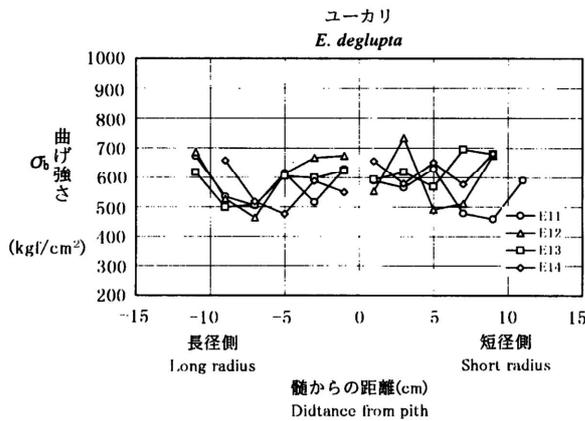
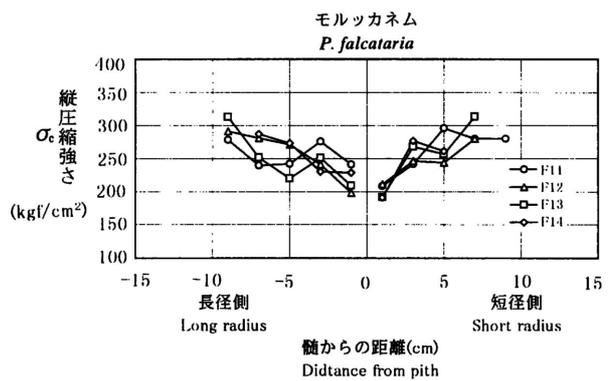
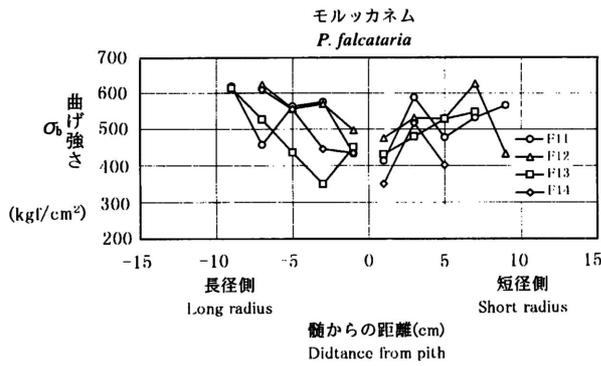
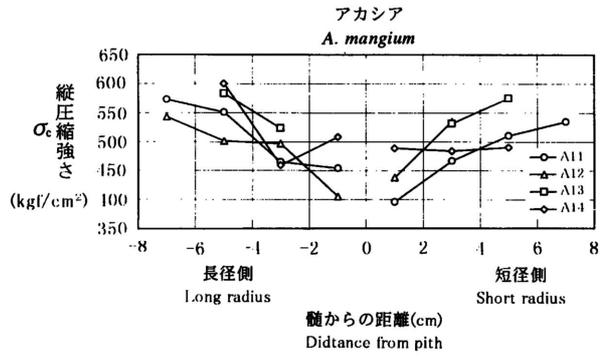
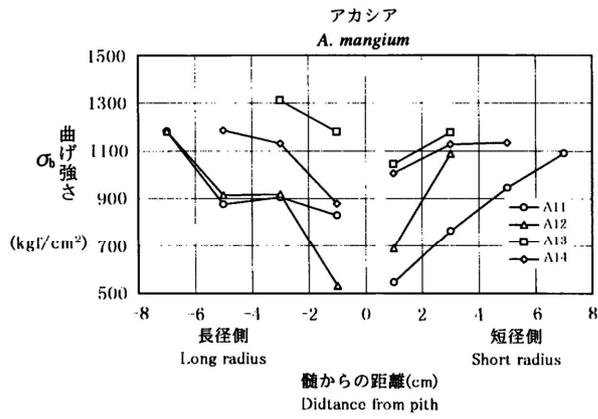
樹種 Species	測定値 Measured values	気乾容積重 Density (at air dry) (g/cm <sup>3</sup> )	含水率 Moisture content (%)	静的曲げ Static bending		圧縮強さ Compression
				$E_b$ (tonf/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_b$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )
アカシア <i>A. mangium</i>	n	108	108	109	109	108
	Max.	0.80	15.5	169	1586	656
	Min.	0.45	12.5	81	524	336
	Ave.	0.62	14.2	125	1076	511
モルツカネム <i>P. falcata</i>	n	163	163	176	176	163
	Max.	0.53	17.2	127	963	466
	Min.	0.20	11.8	33	228	150
	Ave.	0.33	13.7	80	557	272
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	n	175	175	164	164	175
	Max.	0.61	21.3	133	914	404
	Min.	0.35	14.5	46	442	229
	Ave.	0.45	17.9	82	609	313
メリナ <i>G. arborea</i>	n	105	105	109	109	105
	Max.	0.62	21.1	133	1154	531
	Min.	0.42	11.3	45	426	243
	Ave.	0.51	14.7	102	759	395

注： $E_b$ ：ヤング率， $\sigma_b$ ：曲げ強さ， $\sigma_c$ ：縦圧縮強さ

Note： $E_b$ ：Young's modules in static bending； $\sigma_b$ ：Bending strength， $\sigma_c$ ：Compressive strength parallel to grain

樹種 Species	測定値 Measured values	せん断 Shearing strength		硬さ Hardness		
		柁目 Radial (kgf/cm <sup>2</sup> )	板目 Tangential (kgf/cm <sup>2</sup> )	木口 Cross (kgf/mm <sup>2</sup> )	柁目 Radial (kgf/mm <sup>2</sup> )	板目 Tangential (kgf/mm <sup>2</sup> )
アカシア <i>A. mangium</i>	n	108	108	52	52	52
	Max.	145	122	2.6	1.3	1.5
	Min.	50	52	1.6	0.6	0.8
	Ave.	97	92	2.3	1.0	1.1
モルツカネム <i>P. falcata</i>	n	176	176	80	80	80
	Max.	79	90	1.9	0.8	1.1
	Min.	24	39	1.0	0.3	0.3
	Ave.	49	62	1.4	0.4	0.6
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	n	163	163	76	76	76
	Max.	93	92	2.3	1.3	1.3
	Min.	34	31	1.5	0.5	0.4
	Ave.	62	56	1.9	0.7	0.7
メリナ <i>G. arborea</i>	n	104	104	47	47	47
	Max.	128	112	2.3	1.0	1.2
	Min.	52	39	1.6	0.4	0.6
	Ave.	88	76	1.9	0.7	0.8

平均値で比較すると、メリナの2本だけは地上高の低い部位（1.8m）の強度が小さかったが、他の樹種では部位による強度の平均値の差はほとんどなかった。



第2 - 15図 曲げ強さと圧縮強さの変動

注: b: 曲げ強さ, c: 縦圧縮強さ

Fig. 2 - 15. Variation of bending and compressive strength.

Note: b: Bending strength, c = Compressive strength

第2 - 11表 供試材の色

Table 2 - 11 . The color of tested woods .

供試材の種類 Tested Wood	材色 Color of wood						色名 Name of color
	L*	a*	b*	H	V	C	
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	73.7	4.0	20.4	9.5YR	7.2	3.2	うす黄だいたい Pale yellowish orange
メリナ <i>G. arborea</i>	80.9	1.3	22.9	1.4Y	8.0	3.3	うす黄だいたい Pale yellowish orange
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	79.8	2.0	16.0	0.2Y	7.8	2.4	うす黄だいたい Pale yellowish orange
アカシア <i>A. mangium</i>							
濃色部分 Dark color part	54.3	3.7	17.8	0.1Y	5.3	2.8	灰味茶 Light grayish brown
茶色の淡色部分 Light drayish part	65.5	1.6	20.8	1.7Y	6.4	3.0	うす茶 Pale light brown
黄色の淡色部分 Light yellowish part	62.3	1.3	25.7	2.5Y	6.1	3.7	うす茶 Pale light brown

注：L\*a\*b\*表色系において，L\*は明度を，a\*とb\*はクロマチックネス指数を示す。

HVC表色系においては，Hは色相を，Vは明度を，Cは彩度をそれぞれ示す。

Note : L\* means lightness in L\*a\*b\* color system . ; a\* means chromatics index in L\*a\*b\* color system . ; b\* means chromatic : s index in L\*a\*b\* color system .

H means hue in HVC color system . ; V means lightnes in HVC color system . ;

C means saturation in HVC color system .

第2 - 12表 供試材の鉄汚染

Table 2 - 12 . Iron stain of tested woods .

供試材の種類 Tested Wood	薬液塗布前後の材色 Wood color with chemical coating						変色の度合 Grade of color change	
	前 before			後 after			色差 Calculated	視覚的な表現 Expression
	L*	a*	b*	L*	a*	b*		
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	74.1	3.8	20.9	67.4	1.8	15.1	9.1	大いに Much
メリナ <i>G. arborea</i>	75.3	-1.0	24.3	74.8	-1.2	24.9	0.8	僅かに Slight
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	76.6	2.6	19.6	71.6	-0.4	15.6	7.1	大いに Much
アカシア <i>A. mangium</i>	54.8	2.8	24.2	50.3	1.8	22.8	4.8	目立つ Appreciable

注：薬液の塗布には0.1%FeCl<sub>3</sub>溶液を使用した。色差は次式から計算した。

$$AE = (AL^*ZI Aa^*2IAb^*Z) 1/2$$

Note : As coating chemical 0.1% FeCl<sub>3</sub> - solution was used . ; Color difference was calculated by following equation .  $E = \{AL^{*2} + Aa^{*2} + Ab^{*2}\}^{1/2}$

### 2.2.9 木材の色

結果を第2 - 11表に示す。L\*とVは明るさに相関する指標であり，数値が大きいほど明るいことを示す。メリナとモルツカネムは明度の高い材であることがわかる。

a\*は赤みを表す指標であり数値が大きいほど赤いことを意味する。また色相HのRは赤を意味する。ユーカリは供試材の中ではもっとも赤みの強い材であることがわかる。

目視にもとづいて言葉で表現した場合は，黄色ないしは茶系統の言葉で表現されることがわかる。

第2 - 13表 物理的性質の評価基準と評価表

Table 2 - 13 . Key to grading of physical properties and grading of physical properties on each species .

階級 Grade	物理的評価基準 Grading standard of physical properties					
	全乾容積重 Density (at oven dry) (g/cm <sup>3</sup> )	全収縮率 Shrinkage (from green to oven dry)		容積密度数 変動比 Ratio of bulk density*) (R20%/R80%)	最大繊維 交錯度 Max. degree of interlocked grain (%)	吸水性 (板目面) Water absorption in tangential (g/cm <sup>2</sup> )
		板目 Tangential	柁目 Radial			
I	~0.35	~ 6.2	~2.6	~0.70	~ 7	~0.01
II	0.36~0.51	6.3~ 8.0	2.7~3.8	0.71~0.90	8~14	0.02~0.05
III	0.52~0.67	8.1~ 9.8	3.9~5.0	0.91~1.10	14~21	0.06~0.09
IV	0.68~0.83	9.9~11.6	5.1~6.1	1.11~1.30	22~28	0.10~0.13
V	0.84~	11.7~	6.2~	1.31~	29~	0.14~

樹種 Species		物理的評価 Physical properties					
		全乾容積重 Density (at oven dry) (g/cm <sup>3</sup> )	全収縮率 Shrinkage (from green to oven dry)		容積密度数 変動比 Ratio of bulk density*) (R20%/R80%)	最大繊維 交錯度 Max. degree of interlocked grain (%)	吸水性 (板目面) Water absorption in tangential (g/cm <sup>2</sup> )
			板目 Tangential	柁目 Radial			
アカシア <i>A. mangium</i>	A	III	I	I	II	II	II
	N	—	—	—	—	—	—
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	A	I	I	II	II	III	II
	N	I	II	II	I	III	—
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	A	II	I	II	II	V	II
	N	III	III	III	II	IV	II
メリナ <i>G. arborea</i>	A	II	II	II	III	II	II
	N	II	III	III	II	IV	II

注：A：本試験での結果，N：天然木での結果，\*：髄からの相対距離20%と80%部位での比

Note：A：A are the grades which are based on this test .；N：N are the grades which are based on the report2 - 1

\* = Ratio of bulk density at 20% relative distance from pith to 80% .

### 2.2.10 鉄汚染の度合い

第2 - 12表に結果を示す。ユーカリの汚染度が最も大きいのが、この材は液を塗布している時点で、すでに黒くなった。表の結果から、生材に釘を打つ時や、スライサーで単板をむく時のナイフの刃こぼれなど、木材、水、鉄含有物の三者が共存する時の取り扱いに対しては、特にユーカリ材とモルツカネム材を扱う場合に、注意が必要であることがわかる。

なお、鉄汚染が起こってしまった場合には、シュウ酸とリン酸ナトリウムの併用塗布で除去できることがすでに明らかになっている。

### 2.3 基礎的性質の評価

今回の試験結果の材質評価は、森林総合研究所の天然木で試験した結果の階級区分<sup>2)・1)</sup>に準拠して行った。その階級区分は、利用適性を評価するために5段階に区分した一覧表が作成されている。

物理的性質での評価項目では全乾容積重、接線方向と放射方向の全収縮率、容積密度数変動比、最大繊維交錯度、板目面の吸水性である。物理的性質の評価基準と評価を第2 - 13表に示した。階級は I から V までの5階級に区分され、常に数値の小さいものが I となるように基準が定められている。なお、本試験では、樹心部を5cm除いて評価した。物理的性質について今回の造林木を天然木とを比較してみると、モルツカネムでは接線方向の全収縮率が小さかったが、容積密度数変動比は逆に大きかった。ユーカリは全乾容積重および全収縮率で造林木の方が天然木よりも小さかったが、容積密度数変動比と最大繊維交錯度

第2 - 14表 強度的性質の評価基準と評価表

Table 2 - 14 . Key to grading standard of mechanical properties and grading of mechanical properties on each species

階級 Grade	強度的評価基準 Grading standard of mechanical properties				
	静的曲げ Static bending		縦圧縮 Compression	せん断 Shearing	硬さ Hardness
	$E_b$ (tonf/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_b$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	Radial (kgf/cm <sup>2</sup> )	Tangential (kgf/mm <sup>2</sup> )
I	~ 75	~ 600	~310	~ 65	~0.8
II	76~105	601~ 840	311~440	66~ 95	0.9~1.5
III	106~135	841~1090	441~570	96~120	1.6~2.5
IV	136~165	1091~1330	571~700	121~150	2.6~3.8
V	166~	1331~	701~	151~	3.9~

樹種 Species	強度的評価 Mechanical properties					
	静的曲げ Static bending		縦圧縮 Compression	せん断 Shearing	硬さ Hardness	
	$E_b$	$\sigma_b$	$\sigma_c$	Radial	Tangential	
アカシア <i>A. mangium</i>	A	III	IV	III	III	II
	N	—	—	—	—	—
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	A	II	II	I	I	I
	N	I	I	I	I	I
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	A	II	II	II	I	I
	N	III	III	III	II	III
メリナ <i>G. arborea</i>	A	III	II	II	II	I
	N	III	II	II	II	III

注：A：本試験での結果， N：天然木での結果

Note：A：A are the grades which are based on this test . ; N：N are the grades which are based on the report <sup>21</sup>

は逆に大きかった。メリナでは、容積密度数変動比が天然木より大きかった以外は、評価値は同等か小さくなった。

強度的性質の評価基準と評価を第2 - 14表に示した。評価項目は曲げヤング率、曲げ強さ、縦圧縮強さ、柁目面のせん断強さ、板目面の硬さである。これも物理的性質の評価と同様に階級が区分され、常に数値の小さいものが となっている。これについても樹心部を5cm除いて評価した。

モルツカネムは曲げヤング率、曲げ強さで天然木を上回っていた。ユーカリはいずれの項目でも造林木は天然木を下回っていた。メリナは硬さで下回ったのを除けば、造林木も天然木と同じであった。アカシアは天然木のデータがなく比較できなかったが、他樹種と比較すると全乾容積重が大きく、強度が大きかった。

## 2.4 まとめ

### 2.4.1 基礎的性質の分析

基礎的性質に関する試験材は第2 - 1図に示すような心持の柁目板から採取したが、吸水率試験は1番玉のみを用い、容積密度数は東口の円板を用いて試験した。基礎的性質の分析を行うにあたり、供試木は便覧上第8 - 1表に示すような番号にした。

## 1) 容積密度数の測定

容積密度数の測定は、丸太の未口から約5cmの円板を採取し、髓から樹皮側に向かって、2cmごとに割裂して試験片を作製した。髓からの相対距離における容積密度数と樹種ごとの容積密度数は第2 - 2表および第2 - 10図に示した。容積密度数は部位別にはほとんど差がなく、髓からの相対距離における容積密度数は、外側に向かって増加した。

## 2) 枝節の観察

厚さ30mmの板材を用い、樹心から連続的に並べ、板面における節の数、長さ、節の径を直径10mm以上のものについて測定した(第2 - 2~第2 - 3図)。節の数ではメリナが多く、節の長さおよび節径はアカシアが大きかった(第2 - 3~第2 - 4表)。

## 3) 収縮率、容積重、生材含水率の測定

生材含水率、収縮率、容積重は第2 - 4図と第2 - 5図に示すような木取りを行い測定した。収縮率の測定はISO4469に準拠して行い、容積重および生材含水率の結果はISO 3130および3131に準拠して算出した。容積重と収縮率の測定結果は第2 - 5~第2 - 6表と第2 - 12図に示した。生材含水率の測定結果は第2 - 5表と第2 - 11図に示した。収縮率は樹種ごとでほとんど差がなかった。部位別の収縮率の変動は小さかった。生材含水率は樹幹の外側で小さくなった。アカシアの生材含水率は部位ごとで差あった。

## 4) 脆心材部の範囲の測定

脆心材部の範囲の測定は、髓から樹皮側に向かって連続的に1cmおきに、LR面の顕微鏡用切片を採取し、各々について偏光顕微鏡によりスリップラインの有無を測定から、脆心材部の範囲を特定した。スリップラインの出現位置と半径方向に対する割合は第2 - 7表に示した。メリナはスリップラインの出現範囲が8%と小さく、他の樹種の出現範囲は20~30%であった。

## 5) 交錯木理の測定

交錯木理の測定は第2 - 6図に示すように両方の木口面に髓をとる平行な基準線を引き、どちらか一方の基準面の基準線上を割裂した。各測定点における繊維傾斜度(木理)は、次式により計算した。

$$\text{繊維傾斜度} = d/h \times 1000\%$$

d: 基準線と割裂線との距離 h: 試料の厚さ(繊維方向)

各樹種の代表的な交錯木理の変動を第2 - 13図に示し、第2 - 8表に樹種ごとの最大繊維交錯度を示した。ユーカリは交錯木理が最も大きく、他の樹種は中庸な値であった。

## 6) 吸水率試験

吸水率試験はISOに試験法がないため第2 - 7図に示した試料を採取し、JIS Z 2101に準拠して行った。吸水率試験の測定結果は、第2 - 9表および第2 - 14図に示した。木口面でアカシアとモルツカネムは比較的吸水量が大きく、メリナは木口面で特に小さかった。

## 7) 強度試験

強度試験として、静的曲げ強さ、曲げヤング係数、圧縮、せん断および硬さ試験をISO3133, 3149, 3787, 3347, および3350に準拠して行った。試験片の木取り方法は第2 - 8~第2 - 9図に示した。強度試験の測定結果を第2 - 10表に、また、曲げ強さと圧縮強さの樹幹内変動を第2 - 15図に示した。曲

げ強さと圧縮強さの樹幹内変動は容積密度数の測定結果と同様に、外側で増加する傾向であった。

#### 8) 材の色

供試材の色調をL\*a\*b\*表色系とHVC表色系で測定した結果、供試材はいずれも赤味を帯びた黄色で彩度の低い材であること、メリナとモルツカネムは高い明度をもつこと、などがわかった(第2-11表)。

#### 9) 鉄汚染の度合い

供試樹種について、鉄との接触を想定した場合の汚染の程度を、塩化第二鉄溶液の塗布で調べた。その結果、ユーカリとモルツカネムは汚染度が高く、木材加工工程での取り扱いに注意が必要であること、メリナは汚染されにくい材であること、などがわかった(第2-12表)。

### 2.5 Abstract

As basic characteristics of four wood species, physical and mechanical properties were determined.

Prior to the tests the logs were numbered as shown in Table 2-1.

All of the test pieces except for the knot test were taken from the board including the pith (heart board) (Fig.2-1). Water absorption was tested only about the heart board of a butt log. Bulk density was tested with the disk taken from the top end of each cut log.

#### 1) Bulk density

Thickness of the disk is about 5cm. About each disk, the specimens with 2cm in thickness were taken continuously from pith to bark.

According to the position of height, bulk density of each species is represented in Table 2-2 to show in considerable difference. According to relative distance from pith, bulk density is represented in Fig.2-10 to show an increase toward bark.

#### 2) Knot

The boards of 3cm in thickness were cut from each log continuously along to the heart board (Fig.2-2) and drawn up (Fig.2-3). After the knots over 1cm in diameter were selected, measurement was done on number, diameter and length.

The results are shown in Table 2-3 and Table 2-4. The largest numbers of knots are observed in *Gmelina arborea* L., *Acacia mangium* was superior to other species in length and diameter of knots.

#### 3) Density, moisture content and shrinkage

Test pieces for density, moisture content and shrinkage were cut from the heart board, as shown in Fig.2-4 and Fig.2-5.

Density at air and oven dry was calculated according to ISO 3131. The result of density is shown in Table 2-5. Moisture content in green was calculated according to ISO 3130. The results of moisture content are shown in Table 2-5 and Fig.2-11.

Fig.2-11 shows the variation of moisture content in radial direction of stem. The moisture content ranged from 58% (in *Paraseriathes JTalcataria* Becker.) to 135% (in *G. arborea* L.). Moisture content decreased toward bark in *Eucalyptus deglupta* Bl. and *G. arborea*, *Acacia mangium* had different moisture content

according to the position of height.

According to ISO 4469, measurement was done on shrinkage from green to oven dry at the three directions (tangential, radial and axial).

The result of shrinkage is shown in Table 2-6. and Fig.2-12. The rate of shrinkage was almost same among each species. There was no large difference in position of height.

#### 4) Brittle heart part

Range of brittle heart part was estimated by determining whether there is any slipline under polarized light microscopic observation on the L R surface of the test pieces, which were taken from specimens continuously at every 1cm from pith to bark.

Appearance location of slipline and the occupied ratio of slipline in radius direction are shown in Table 2-7. *G. arborea* had the smallest occupied ratio of slipline in radius (8.0%), while other three species ranged from 20 to 30%.

#### 5) Interlocked grain

The test pieces, exactly 30mm thick by 5.0cm wide, were taken from heart board continuously from pith to bark. The test method was shown in Fig.2-6. The slope of grain at each measuring point is calculated as follows:

$$\text{slope of grain at the point } (r) = \frac{d}{h} \times 1000/.$$

where, d is distance between base line and split line in cross section.

h is thickness of the specimen in fiber direction.

The representative patterns of interlocked grain from pith to bark for each species are shown in Fig.2-13.

The results of the maximum interlocked grain of each species are shown in Table 2-8. As shown in Table 2-8 and Fig.2-13, *E. deglupta* had the most severe interlocked grain. Other three species had medium interlocked grain.

#### 6) Water absorption

As shown in Fig.2-7, test pieces were cut from the part of the one half and three-quarters of the heart board in the radius direction. After seasoning in air dry, they were prepared into the size of 30 X 30 X 100mm. These test pieces were used for measurement of water absorption onto each surface of cross, tangential and radial direction. Test was done according to JIS Z 2110 because of lack of the method in ISO.

The results were shown in Table 2-9 and Fig.2-14.

In cross section, *A. mangium* and *P. falcataria* had relatively larger amount of water absorption than that of other species, while *G. arborea* had the smallest amount of water absorption.

#### 7) Mechanical properties

Measurement were done on modulus of elasticity in static bending, bending strength, compressive strength parallel to grain, shearing strength and hardness, according to ISO 3133, 3149, 3787, 3347, and 3350, respectively. These test pieces were taken continuously from pith to bark (Fig.2-8 and Fig.2-9).

The results are shown in Table 2-10. Variation of bending and compressive strength in stem is shown in Fig.2-15. Values of bending and compressive strength tended to increase toward bark in each species, to show the same tendency as bulk density.

8) Color of wood

The color of tested wood species was determined with L\*a\*b\* color system and HVC color system. As a result, it was found that tested wood species had reddish yellow and low saturation, G.arborea and P.falcataria had high lightness, and so on.

9) Degree of stain in contact with iron

Degree of stain in contact with iron was determined by coating of ferric chloride solution. E. deglupta and P.falcataria showed violent stain to suggest a necessity of cautious handling in wood working process. G.arborea showed poor possibility for iron stain.

2.6 文 献

2 - 1 ) 林業試験場木材部・林産科学部：林業試験場報告，No. 277，P. 96 - 97 ( 1975 )

- 利用部 材質科 安久津 久 ( Hisashi AKUTSU ) -
- 同上 藤本 高明 ( Takaaki FUZIMOTO ) -
- 企画指導部 普及課 森泉 周 ( Syu MORIZUMI ) -
- 同上 佐藤真由美 ( Mayumi SATO ) -
- 特別研究員 峰村伸哉 ( Sinya MINEMURA ) -

## 第3章 耐朽性試験

### 3.1 供試材

耐朽性試験に用いた供試材，およびその供試木番号（ロット番号）を第3-1表に示した。これらの供試材の辺材部および心材部より，20×20×20mmの試験体をほぼ柾目木取りで作製した。モルツカネムのように辺心材の区別が困難な樹種，あるいはアカシアのように辺材幅が狭い樹種の場合，丸太外周部より3cmまでの部分を辺材とみなし，辺材部試験体を採取した。アカシアとユーカリの辺材部には部分的に変色（肯変）がみられたため，健全部を選んで喜式試験体を作製した。心材部試験体は，樹心から半径の60%離れた部分から採取した。なお対照材としては，ブナ辺材およびエゾマツ辺材を用いた。

第3-1表 供試材の樹種名と供言式木番号

Table 3-1. Wood species and marks of log used for the test.

樹種 Wood species	供試木番号 Marks of log
アカシア <i>A. mangium</i>	A 2
	A 3
	A 5
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	E 1
	E 2
	E 4
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	F 2
	F 3
	F 4
メリナ <i>G. arborea</i>	M 1
	M 3
	M 4

### 3.2 試験方法

耐朽性試験は，JIS Z 2101<sub>-1994</sub>（旧JIS Z 2119<sub>-1958</sub>）「木材の耐朽性試験方法」に準じて行った。その細部は以下のとおりである。

#### 3.2.1 供試菌

供試菌は，JIS耐朽性試験用標準菌株にヒイロタケを加えた，以下の3種を用いた。

オオウズラタケ	<i>Tyromyces palustris</i> FFPRI 0507
カワラタケ	<i>Coriolus versicolor</i> FFPRI 1030
ヒイロタケ	<i>Pycnoporus coccineus</i> FFPRI Pslh

#### 3.2.2 培養基

広口の500ml培養びんに所定の培地を入れて，オートクレープで120℃，30分間加熱殺菌したものを培養基として使用した。なお，オオウズラタケおよびカワラタケの培養基には，JISに準じた培地（石英砂+培養液）の表面に少量の木粉（オオウズラタケ用にはエゾマツ木粉，カワラタケ用にはカバ木粉）を添加した。また，ヒイロタケ用の培地として，ポテトデキストロース寒天（PAD）培地を用いた。あらかじめPDAプレートで培養しておいた各供試菌を4mmのコルクボーラーで打ち抜き，それを培養基表面の中央に接種した。26℃で約10日間培養し，菌糸が培養基の表面全体を覆ってから，腐朽操作に供した。

#### 3.2.3 腐朽操作

あらかじめ60℃で48時間乾燥した後に質量を測定しておいた試験体を，繊維方向が培養基表面と垂直になるようにして1培養びんにつき3個ずつのせ，26℃の培養器で60日間腐朽させた。菌を接種していない培養基上におき，同様の操作を行った試験体を補正用試験体とした。繰り返し数は，試験体9個，補正用試験体は3個とした。腐朽操作終了後，試験体表面に付着した菌体を丁寧にはぎとり，60℃で48時間乾燥した後に質量を測定し，腐朽操作前後の質量差から質量減少率を算出した。補正用試験体についても同様に質量減少率を求め，補正質量減少率を算出した。また，それぞれ求めた補正質量減少率から，各供試材のブナ辺材およびエゾマツ辺材に対する耐朽比を算出した。質量減少率，補正質量減少率および耐朽比を，以下に示した式により算出した。

$$\text{試験体および補正用試験体の質量減少率 (\%)} = \frac{(\text{試験前質量}) - (\text{試験後質量})}{(\text{試験前質量})} \times 100$$

$$\text{補正質量減少率 (\%)} = \text{試験体の質量減少率の平均値 (\%)} - \text{補正用試験体の質量減少率の平均値 (\%)}$$

$$\text{耐朽比} = \frac{100 - (\text{補正質量減少率})}{100 - (\text{対照材の補正質量減少率})}$$

第3 - 2表 オオウズラタケによる供試材の質量減少率

Table 3 - 2 . Percentage Weight loss caused by *Tyromyces palustris* on the specimens .

樹種 Wood species	供試木 番号 Marks of log	採取 位置*) Position of specimens*)	気乾容積重 Specific gravity in air dry (g/cm <sup>3</sup> )		補正質量減少率 Corrected percentage weight loss (%)		耐朽比 Ratio of the decay durability			
							ブナに対して Against <i>F. crenata</i>		エゾマツに 対して Against <i>P. jezoensis</i>	
							平均 Ave.	平均 Ave.	平均 Ave.	平均 Ave.
アカシア <i>A. mangium</i>	A2	S	0.57		9.2		0.8		0.8	
	A3	S	0.59	0.58	11.8	11.4	0.8	0.8	0.8	0.8
	A5	S	0.57		13.4		0.9		0.9	
	A2	H	0.58		4.6		0.8		0.8	
	A3	H	0.63	0.60	1.5	3.4	0.8	0.8	0.8	0.8
	A5	H	0.58		4.0		0.8		0.8	
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	E1	S	0.39		9.2		0.8		0.8	
	E2	S	0.46	0.43	10.1	12.4	0.8	0.8	0.8	0.8
	E4	S	0.43		17.8		0.9		0.9	
	E1	H	0.32		13.9		0.9		0.9	
	E2	H	0.40	0.38	13.9	13.5	0.9	0.9	0.9	0.9
	E4	H	0.43		12.5		0.8		0.8	
モルッカネム <i>P. falcataria</i>	F2	S	0.41		22.2		1.0		0.9	
	F3	S	0.33	0.37	26.8	25.9	1.0	1.0	1.0	1.0
	F4	S	0.38		28.6		1.0		1.0	
	F2	H	0.37		19.4		0.9		0.9	
	F3	H	0.31	0.33	23.2	22.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	F4	H	0.31		24.7		1.0		1.0	
メリナ <i>G. arborea</i>	M1	S	0.49		17.8		0.9		0.9	
	M3	S	0.50	0.51	9.5	10.2	0.8	0.8	0.8	0.8
	M4	S	0.54		3.4		0.8		0.8	
	M1	H	0.45		3.6		0.8		0.8	
	M3	H	0.45	0.47	0.9	1.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	M4	H	0.50		1.0		0.8		0.8	
ブナ <i>F. crenata</i>		S	0.54		25.8					
	-	S	0.53	0.54	24.3	25.2	-	-	-	-
		S	0.54		25.7					
エゾマツ <i>P. jezoensis</i>		S	0.42		26.2					
	-	S	0.40	0.41	23.2	25.0	-	-	-	-
		S	0.41		25.7					

注: \*) s: 辺材, H: 心材  
Note: \*) s: Sapwood, H: Heartwood

3.3 試験結果および考察

試験結果を第3-2~第3-4表に示した。供試した4樹種の中でメリナは、辺材・心材ともに各供試菌に対して質量減少が小さく、高い耐朽性を示した。特に心材はほとんど質量減少を示さず、高い耐朽性を有していることがわかる。辺材は約10%の質量減少率であった。これらの質量減少率は、既報<sup>3-1)</sup>の天然木での結果ともほぼ一致していた。

アカシアは、メリナに次いで腐朽菌による質量減少が小さく、その値は辺材で約10%、心材で2.7~4.9%であった。対照材であるブナおよびエゾマツに対する耐朽比はメリナと同じ値を示し、メリナと同様に耐朽性が高いと言える。気乾容積重は、供試樹種の中で、辺材・心材ともに最も大きい値を示した。

ユーカリは、辺材・心材ともに10~20%の質量減少がみられた。オオウズラタケおよびカワラタケに対しては、辺心材の質量減少にほとんど違いはみられなかったが、ヒイロタケに対しては辺材の方が腐朽しやすい。今回の結果も含め、既報<sup>3-2, 313, 3-4)</sup>にもあるようにユーカリの質量減少率は、辺材で約0~39.6%、心材で約0~25.6%と、かなりバラツキがみられた。産地等の育成環境の違い、樹齢、および個体差等が素材の耐朽性に影響しているものと推定されるが、結論に至るには今後検討を要する。

第3-3表 カワラタケによる供試材の質量減少率

Table 313. Percentage weight loss caused by *Coriolus versicolor* on the specimens.

樹種 Wood species	供試木 番号 Marks of log	採取 位置*) Position of specimens*)	気乾容積重 Specific gravity in air dry (g/cm <sup>3</sup> )		補正質量減少率 Corrected percentage weight loss (%)		耐朽比 Ratio of the decay durability			
			平均 Ave.		平均 Ave.		ブナに対して Against <i>F. crenata</i>		エゾマツに 対して Against <i>P. jezoensis</i>	
							平均 Ave.		平均 Ave.	
アカシア <i>A. mangium</i>	A2	S	0.57		8.3		0.8		1.0	
	A3	S	0.60	0.58	10.9	10.0	0.8	0.8	1.0	1.0
	A5	S	0.58		10.8		0.8		1.0	
	A2	H	0.61		4.5		0.7		0.9	
	A3	H	0.61	0.61	4.3	4.9	0.8	0.7	0.9	0.9
	A5	H	0.60		5.8		0.7		0.9	
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	E1	S	0.38		15.8		0.8		1.1	
	E2	S	0.45	0.43	18.5	18.9	0.9	0.9	1.1	1.1
	E4	S	0.45		22.3		0.9		1.1	
	E1	H	0.33		17.0		0.8		1.1	
	E2	H	0.41	0.39	15.7	16.4	0.9	0.8	1.1	1.1
	E4	H	0.43		16.4		0.8		1.0	
モルツカネム <i>P. falcata</i>	F2	S	0.42		19.0		0.9		1.1	
	F3	S	0.34	0.37	20.2	21.1	0.9	0.9	1.1	1.1
	F4	S	0.35		24.1		0.9		1.1	
	F2	H	0.36		18.2		0.9		1.1	
	F3	H	0.30	0.33	15.8	18.3	0.9	0.9	1.1	1.1
	F4	H	0.34		21.0		0.9		1.1	
メリナ <i>G. arborea</i>	M1	S	0.49		7.6		0.8		1.0	
	M3	S	0.50	0.51	7.2	6.4	0.8	0.8	1.0	1.0
	M4	S	0.54		4.3		0.7		0.9	
	M1	H	0.44		0.5		0.7		0.9	
	M3	H	0.44	0.46	0.2	0.5	0.7	0.7	0.9	0.9
	M4	H	0.50		0.9		0.7		0.9	
ブナ <i>F. crenata</i>	—	S	0.53		29.5		—	—	—	—
	—	S	0.52	0.53	26.9	29.4	—	—	—	—
	—	S	0.54		31.7		—	—	—	—
エゾマツ <i>P. jezoensis</i>	—	S	0.41		9.9		—	—	—	—
	—	S	0.39	0.40	8.7	10.7	—	—	—	—
	—	S	0.40		13.6		—	—	—	—

注：\*)s: 辺材, H: 心材

Note: \*) s: Sapwood, H: Heartwood

第3 - 4表 ヒイロタケによる供試材の質量減少率

Table 314 . Percentage weight loss caused by *Pycnoporus coccineus* on the specimens .

樹種 Wood species	供試木 番号 Marks of log	採取 位置*) Position of specimens*)	気乾容積重 Specific gravity in air dry (g/cm <sup>3</sup> )		補正質量減少率 Corrected percentage weight loss (%)		耐朽比 Ratio of the decay durability			
							ブナに対して Against <i>F. crenata</i>		エゾマツに 対して Against <i>P. jezoensis</i>	
			平均 Ave.		平均 Ave.		平均 Ave.		平均 Ave.	
アカシア <i>A. mangium</i>	A2	S	0.57		8.7		0.6		1.0	
	A3	S	0.59	0.58	10.4	8.8	0.7	0.7	1.0	1.0
	A5	S	0.58		7.2		0.7		1.0	
	A2	H	0.59		3.4		0.5		0.9	
	A3	H	0.62	0.61	3.6	2.7	0.6	0.6	0.9	0.9
	A5	H	0.62		1.2		0.7		0.9	
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	E1	S	0.39		16.6		0.6		1.1	
	E2	S	0.46	0.43	27.3	22.8	0.8	0.8	1.2	1.2
	E4	S	0.44		24.6		0.9		1.2	
	E1	H	0.33		13.8		0.6		1.0	
	E2	H	0.41	0.39	11.1	9.1	0.7	0.7	1.0	1.0
	E4	H	0.43		2.3		0.7		0.9	
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	F2	S	0.43		24.6		0.7		1.2	
	F3	S	0.33	0.38	27.1	24.1	0.8	0.8	1.2	1.2
	F4	S	0.37		20.5		0.8		1.2	
	F2	H	0.37		24.9		0.7		1.2	
	F3	H	0.31	0.33	20.7	22.0	0.7	0.7	1.1	1.2
	F4	H	0.32		20.5		0.8		1.2	
メリナ <i>G. arborea</i>	M1	S	0.49		15.3		0.6		1.1	
	M3	S	0.49	0.51	13.5	10.7	0.7	0.7	1.0	1.0
	M4	S	0.54		3.4		0.7		1.0	
	M1	H	0.44		1.1		0.5		0.9	
	M3	H	0.47	0.47	0.8	0.8	0.6	0.6	0.9	0.9
	M4	H	0.51		0.5		0.7		0.9	
ブナ <i>F. crenata</i>	—	S	0.52		47.9		—	—	—	—
	—	S	0.54	0.53	41.0	41.3	—	—	—	—
	—	S	0.54		35.0		—	—	—	—
エゾマツ <i>P. jezoensis</i>	—	S	0.40		10.5		—	—	—	—
	—	S	0.40	0.40	9.3	9.3	—	—	—	—
	—	S	0.40		13.6		—	—	—	—

注：\*) S: 辺材, H: 心材  
Note: \*) S: Sapwood, H: Heartwood

モルツカネムの質量減少は、供試した4樹種の中で辺材・心材ともにも最も大きく、心材で約20%、辺材で21~26%を示し、耐朽性が最も低いと言える。また気乾容積重は、辺材・心材ともにも最も小さかった。

松岡ら<sup>3-5)</sup>は、心材の耐朽性を ~ の5段階に区分し、室内耐朽性試験によって得られる質量減少率および野外杭試験による耐用年数の関係を第3 - 5表のように示している。耐用年数とは、野外杭試験における杭の被害度を0 (健全) から5 (崩壊) までの6段階に区分して評価した際、平均被害度が2.5に達するまでの経過年数で、実用的には使用に耐えられない時点に達するまでの年数とされている。このような評価方法と今回の試験結果および今まで報告された野外杭試験の結果 (天然木での結果) に基づいて、今回供試した4樹種の心材の耐朽性を区分すると、メリナが (耐朽性最大)、アカシアは (中)、ユーカリおよびモルツカネムは (小) となる。これを、これまでに耐朽性が報告されている日本材および南洋材と比較すると第3 - 6表のようにまとめることができる。

熱帯材においては、その耐朽性と気乾容積重に相関が見られ、気乾容積重が大きいものほど耐用年数が長

第3 - 5表 耐朽性の評価基準

Table 3 - 5 . Grading standard of the decay durability .

耐朽性の区分 Class of the decay durability	質量減少率* ) (%) Percentage Weight loss* ) %		耐用年数 (年) Service lives years
	オオウズラタケおよび ヒイロタケ Caused by <i>Tyromyces palustris</i> and <i>Pycnoporus coccineus</i>	カワラタケ Caused by <i>Coriolus versicolor</i>	
I 最大 Very durable	3 ↓	3 ↓	9 ↑
II 大 Durable	3 ↓	3 ↓	7-8.5
III 中 Intermediate	4-14	4-12	5-6.5
IV 小 Non durable	15-25	13-20	3-4.5
V 最小 Perishable	26 ↑	21 ↑	2.5 ↓

注：\* ) : 耐朽性の区分が菌種間で異なる場合は大きい方をとる。また耐朽性区分 と は、野外  
杭書試験の結果などによって区分する。

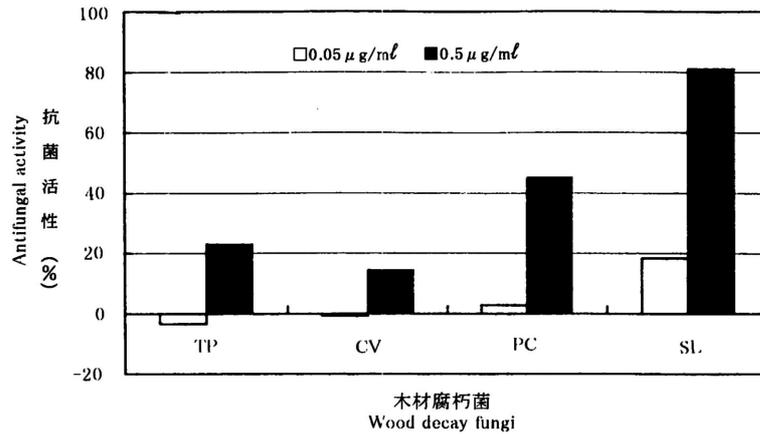
Note : \* ) : Adopted the large value in case of the different value among the fungi . Classify class I and  
according to results of the stake test .

第3 - 6表 供試材の耐朽性区分

Table 3 - 6 . Grading by the decay durability on specimens .

耐朽性の区分 Class of the decay durability	供試材 Specimens		日本材 Japanese wood	南洋材 Tropical wood
	心材 Heartwood	辺材 Sapwood		
I 大 Very durable	メリナ <i>G. arborea</i>		カヤ <i>Torreya nucifera</i> コウヤマキ <i>Sciadopitys verieillata</i>	ギアム <i>Cotylelobium</i> sp. チーク <i>Tectona grandis</i>
II 大 Durable			ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i> ヒバ <i>Thujopsis dolabrata</i>	ブジック <i>Anisoptera glabra</i> チュテールバンコイ <i>Dipterocarpus insularis</i>
III 中 Intermediate	アカシア <i>A. mangium</i>	アカシア <i>A. mangium</i> メリナ <i>G. arborea</i>	カラマツ <i>Larix leptolepis</i> スギ <i>Cryptomeria japonica</i>	クルイン <i>Dipterocarpus</i> sp. カプール <i>Driobalanops</i> sp.
IV 小 Non durable	ユーカリ <i>E. deglupta</i> モルツカネム <i>P. falcataria</i>	ユーカリ <i>E. deglupta</i>	ブナ <i>Fagus crenata</i> マカンバ <i>Betula maximowicziana</i>	エリマ <i>Octomeles sumatrana</i> ターミナリア <i>Terminaria</i> sp.
V 最小 Perishable		モルツカネム <i>P. falcataria</i>	エゾマツ <i>Picea jezoensis</i> トドマツ <i>Abies sachalinensis</i>	バルサ <i>Ochroma pyramidale</i> セルチス <i>Celtis</i> sp.

くなるという結果が報告されている<sup>3-6)</sup>。今回の結果でもある程度同様のことが言え、気乾容積重が比較的大きいアカシアの耐朽性は高く、気乾容積重が比較的小さいユーカリおよびモルツカネムの耐朽性は低いという結果であった。最も耐朽性が高かったメリナの気乾容積重はそれほど大きくなく、耐朽性に寄与する要因が他にあると予想された。そこで抽出成分に着目し、メリナ材部から得られた抽出物



第3-1図 木材腐朽菌に対するメリナーアセトン抽出物の抗菌活性

凡例：TP：オオウズラタケ，CV：カワラタケ，PC：ヒイロタケ，SL：ナミダタケ

Fig. 3-1 Antifungal activity of acetone extracts from *G. arborea* against wood decay fungi.

Legend :TP : *Tyromyces palustris*; CV : *Coriolus versicolor*; PC : *Pycnoporus coccineus*; SL : *Serpula lacrymans*

の抗菌活性を調査した。メリナ材部から得られたアセトン抽出物をポテトデキストロース寒天（PDA）培地に添加して作成した培養基に4種の木材腐朽菌（オオウズラタケ，カワラタケ，ヒイロタケおよびナミダタケ）を接種し，この培養基上での菌糸伸長と抽出物を添加していないPDA培地上での菌糸伸長から，下記の式を用いて抗菌活性を求めた（第3-1図）。その結果，抽出物濃度500 μg/mlにおいて，全ての供試菌に対して抗菌活性が認められ，特にナミダタケに対して強い抗菌活性を示した。しかし，ナミダタケ以外の供試菌に対しては，抗菌活性が必ずしも強いとは言えなかった。したがって抽出物単独ではなく，気乾容積重および他の要因との相互作用などによって高い耐朽性が付与されていると推察される。

$$AFA = (1 - Gt/Gc) \times 100$$

AFA (%) : 抗菌活性

Gt : 抽出物を添加したPDA培地上での菌糸伸長量

GC : 抽出物を添加していないPDA培地上での菌糸伸長量

一方，熱帯材においては気乾容積重と加圧注入量の間にも相関が認められ，気乾容積重が小さいものほど注入量が多いと報告されている<sup>3-7)</sup>。特に辺材において高い相関がみられる。このことから，今回の試験において耐朽性が低いという結果を示したユーカリおよびモルツカネムは，気乾容積重が比較的小さく，良好な注入性を期待できる。防腐薬剤を十分に注入することができれば，長期の耐用年数を必要とする用途へも利用が可能となる。そのためには，今後さらに注入性などのデータを蓄積し，注入処理材としての検討を行う必要がある。

### 3.4 まとめ

マレーシア・サバ州産の4種の人工造林木，すなわちアカシア，モルツカネム，ユーカリおよびメリナの耐朽性について調査した。4樹種の中でメリナの心材が最も耐朽性が高く，既報の野外杭試験などの結果も考慮すると，長期の耐朽性が期待できる。メリナが持つ高い耐朽性は，抽出成分単独によるものではなく，気乾容積重や他の要因との相互作用などに起因するものと推察される。アカシアの心材も比較的高い耐朽性を示した。これらに比べて，ユーカリおよびモルツカネムの耐朽性は低かった。しか

しこれらの気乾容積重は比較的 low , 良好な加圧注入性が得られることが予想され, 防腐剤を注入することにより高い耐朽性を付与することも可能であると考えられる。

今回の試験において, それぞれの供試菌に対する質量減少の傾向は各供試材の間でほとんど違いは認められなかった。また, 各供試菌に対する同一樹種内での質量減少率は, 多少ばらつきはあったものの各供試木(ロット)間でほとんど差はなかった。しかし先にも触れたように, 成育環境の違いや個体差等で耐朽性に違いが生じるという報告もあり, 今後その原因を究明するためにはさらに調査を行う必要がある。

### 3.5 Abstract

The decay durability of *Acacia mangium*, *Eucalyptus deglupta* Bl., *Paraserianthes JTalcataria* Becker and *Gmelina arborea* L. were investigated. The decay durability of these trees were determined by the decay resistance test. The wood blocks (20 × ~ 20 × ~ 20 mm), Which were separately taken from the sapwood and the heartwood in each tree, were exposed to wood decay fungi, *Tyromyces palustris*, *Coriolus versicolor*, and *pycnoporus coccineus*, respectively. After 60 days exposure, the abilities of decay resistance were evaluated with weight losses caused by the decay fungi. The heartwood in *G. arborea* had the highest ability of decay resistance among all tree species against all of fungi tested. The sapwood and the heartwood in *A. mangium*, and the sapwood in *G. arborea* had also high durability, however their abilities of decay resistance were not as high as that of the heartwood in *G. arborea*, *P. falcataria* and *G. arborea* showed less abilities of decay resistance.

### 3.6 文 献

- 3-1) 林業試験場木材部・林産化学部：南洋材の性質18, 林業試験場研究報告, No. 254, p. 146 (1973) .
- 3-2) 林業試験場木材部・林産化学部：南洋材の性質19, 林業試験場研究報告, No. 262, p. 142 (1974) .
- 3-3) 林業試験場未利用樹種研究班：パプアニューギニア材の加工の性質, 第3報, 林業試験場研究報告, No. 294, p. 1 (1977) .
- 3-4) 林業試験場未利用樹種研究班：パプアニューギニア材の加工の性質, 第6報, 林業試験場研究報告, No. 299, p. 23 (1978) .
- 3-5) 松岡昭四郎, 雨宮昭二：野外杭試験における耐用年数と室内試験における重量減少率との関係について, 木材工業, 28(3), p. 108 (1973) .
- 3-6) 松岡昭四郎 ほか4名：浅川実験林苗畑の杭試験, 第7報, 林業試験場研究報告, No. 329, p. 73 (1984) .
- 317) 林業試験場未利用樹種研究班：パプアニューギニア材の加工の性質, 第6報, 林業試験場研究報告, No. 299, p. 23 (1978) .

- 性能部 耐久性能科 森 満範 (Mitsunori MORI) -  
- 同 上 奥村真由己 (Mayumi OKUMURA) -

## 第4章 挽き材の乾燥性

### 4.1 試験方法

急速乾燥試験<sup>4-1)</sup>を行い、乾燥スケジュールを推定した。まず、アカシア、ユーカリ、モルツカネム、メリナの各樹種について、厚さ3cmに製材された板材の中から原木を異にする板目板を任意に選んだ。ついで、それらの板から、厚さ2cm、幅10cm、長さ20cmのかんながけをした無欠点の試験材を作成した。

これらの試験体を100~105 に調整した恒温乾燥器中で乾燥し、現れる初期割れ、断面変形（落ち込み）、内部割れの3種類の損傷の程度から、板材の適正な乾燥スケジュールを推定した。

### 4.2 試験結果および考察

急速乾燥試験で現れた損傷について、初期割れと断面変形を8段階に、内部割れを6段階に分けてそれぞれ評価した。結果を第4-1表に示す。

今回試験した各樹種について急速乾燥試験での損傷発生を比較すると次の通りであった。

初期割れはアカシアに最も著しく発生しNo.5（D段階であった。次いでモルツカネム、メリナが中程度のNo.4であり、4樹種の中ではユーカリが一番軽微でNo.3であった。

断面変形については、ユーカリの落ち込みが大きく、No.6の段階であった。また、アカシアでは、その発生は軽微（No.3）であった。モルツカネム、メリナについては断面変形はほとんど認められなかった（No.1）。

内部割れについては、ユーカリがNo.4、アカシアがNo.2の段階であった。なお、モルツカネム、メリナについては、内部割れは認められなかった（No.1）。

これらの結果から得られる2.7cm厚さの板材についての乾燥初期および末期の条件を示すと第4-2表のとおりである。また、厚さ2.7cmの板材を蒸気式IF型乾燥室で生材から含水率10%まで乾燥するための乾燥日数は第4-2表に示したように推定された。

さて、久田<sup>4-2)</sup>らは南洋材の乾燥スケジュールを類型化することを検討し、乾球温度、乾湿球温度差に

第4-1表 急速乾燥試験結果

Table 4-1. Results of quick drying test.

樹種 Species	損傷の程度 Grading of defects		
	初期割れ Initial checking	断面変形 Deformation	内部割れ Honeycombing
アカシア <i>A. mangium</i>	No.5	No.3	No.2
ユーカリ <i>E. deglupta.</i>	No.3	No.6	No.4
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	No.4	No.1	No.1
メリナ <i>G. arborea</i>	No.4	No.1	No.1

注：損傷の程度は初期割れと断面変形は8段階、内部割れは6段階で評価し、番号の大きいものほど損傷が顕著であることを表す。

Notes: Initial and deformation was classified into 8 grades, and honeycombing was 6 grades. Large grade was more defective.

第4-2表 推定乾燥条件（材厚2.7cm）

Table 4-2. Estimated drying condition.

(thickness of lumber: 2.7cm)

樹種 Species	推定された条件 Estimated drying conditions			I F 型乾燥室 で10%まで乾 するための日 数（日） Drying time to 10% moisture content by IF type kiln dryer
	初期乾 燥球 温度 Initial dry-bulb tempera- ture (°C)	初期乾 燥球 温度差 Initial wet-bulb depress- ion (°C)	末期乾 燥球 温度 Final dry-bulb tempera- ture (°C)	
アカシア <i>A. mangium</i>	53	3.0	82	10
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	49	3.3	73	10
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	55	3.6	83	6
メリナ <i>G. arborea</i>	55	3.6	83	9

ついて、それぞれ25種類のスケジュールを提案している。また、急速乾燥試験の結果からこのスケジュールを求める方法も検討した。そこで、この方法に従ってスケジュール番号を求めたところ第4-3表のようになり、これらのスケジュールを各樹種の2.7cm厚さの板材における標準的な乾燥スケジュールとした。

そこで、これらスケジュールに準拠して、基礎的性質および加工性能に関する試験のための板材を実際に乾燥したが、4樹種とも著しい損傷もなく仕上がったので、第4-3表のスケジュールはおおむね適正なものと言えよう。ただし、アカシアについては、このスケジュールだと多少の残留水分が認められるが、乾燥時間をのばす、あるいはイコーライジングの時間をのばすことによって解決できると思われる。

第4-3表 乾燥スケジュール(材厚2.7cm)

Table. 4-3. Drying schedule (Thickness of lumber; 2.7cm)

アカシア (D24,W24) <i>A. mangium</i> (D24,W24)			ユーカリ (D25,W35) <i>E. deglupta</i> (D25,W35)		
含水率 Moisture content (%)	乾球温度 Dry-bulb temperature (°C)	乾湿球温度差 Wet-bulb depression (°C)	含水率 Moisture content (%)	乾球温度 Dry-bulb temperature (°C)	乾湿球温度差 Wet-bulb depression (°C)
生~50	50	3	生~70	50	4
50~45	50	4.5	70~60	50	5
45~40	55	4.5	60~55	50	7
40~35	55	7	55~50	55	7
35~30	60	9	50~40	55	10
30~25	60	12	40~30	60	13
25~20	65	16	30~22.5	65	18
20~15	70	21	22.5~20	65	23
15~	75	30	20~15	70	23
			15~	75	30

モルッカネム (D42,W33) <i>P. falcataria</i> (D42,W33)			メリナ (D42,W25) <i>G. arborea</i> (D42,W25)		
含水率 Moisture content (%)	乾球温度 Dry-bulb temperature (°C)	乾湿球温度差 Wet-bulb depression (°C)	含水率 Moisture content (%)	乾球温度 Dry-bulb temperature (°C)	乾湿球温度差 Wet-bulb depression (°C)
生~50	60	4	生~60	60	3
50~45	60	5	60~50	60	4
45~40	60	7	50~40	60	6
40~35	60	9	40~35	60	9
35~30	65	12	35~30	65	9
30~25	70	16	30~25	70	14
25~20	75	21	25~22.5	75	14
20~15	80	30	22.5~20	75	20
15~	85	30	20~15	80	20
			15~	85	30

注：樹種名の後の値はスケジュール番号で、Dは乾球温度、Wは乾湿球温度差である<sup>4-2)</sup>。

Note: Values after each names show dry-bulb temperature schedule unmbur as D and wet-bulb depression schedule number as W<sup>4-2)</sup>.

### 4.3 Abstract

To investigate drying properties of species, carried out the quick drying test(100 ° test)<sup>4-1)</sup> with the clear specimen of each species of 2cm thick, 10cm wide and 20cm long. According to this result, presumed the suitable drying schedule.

Defects during fast drying test were observed. Initial checking in *Acacia mangium* was slightly severe, cross sectional deformation (collapse) in *Eucalyptus deglupta* BL. was relatively severe and honeycombing in *E. deglupta* was slightly severe. Deformation and honeycombing of *Paraserianthes Jucataria* Becker and *Gmelina arborea* L. were not observed.

According to test results, the drying condition for lumber of 27mm thick of each species were estimated as shown in Table 4 - 2. And presumed suitable drying schedules for *A. mangium*, *E. deglupta*, *P. falcataria*, *G. arborea* are shown in Table 4 - 3, for example.

According to these presumed suitable drying schedule, dried the lumber of about 5 m<sup>3</sup> of each species, and investigated drying defects. As a result of the investigations, judged that presumed drying schedules for each species were suitable.

### 4.4 文 献

- 4 - 1) 寺澤 勇：木材乾燥スケジュールの簡易決定法，木材工業，No. 20，p. 216 (1965) .
- 4 - 2) 久田卓興，佐藤庄一，鷲見博史：南洋材乾燥スケジュールの類型化，林業試験場研究報告，No. 340，p. 121 (1986) .

- 利用部 主任研究員瀧澤 忠昭 (Tadaaki TAKIZAWA) -

## 第5章 加工性能試験

### 5.1 回転かな切削性

#### 5.1.1 言式験方法

入手した4樹種について自動一面かな盤によ7)被削性試験を行った。被削材の厚さは27mmとし、材幅は50mmとしたが、供試材として材積の少なかったアカシアについては材幅を30mmとした。材長は節や腐れなどの欠点を除去したため比較的短い材料も使用した。供試材の概要を第5-1表に示す。切削は、平かな刃を自動一面かな盤のかな胴(長さ600mm)の中央に2枚固定し、そのうちの1枚を有効刃とした。切削条件は次のとおりである。

刃物の材質	H - K 1刃当たりの送り量	2.9mm
切削角	61°	切削円直径 125mm
刃先角	46°	切削深さ 1mm
逃げ角	15°	主軸回転数 5200rpm

第5-1表 供試材の概要

Table 5-1. The out line of sample lumber.

樹種 Species	比重 Specific gravity			含水率 Moisture content (%)			材厚 Thickness (mm)	材幅 Width (mm)
	最小値 min.	平均値 ave.	最大値 max.	最小値 min.	平均値 ave.	最大値 max.		
	モルッカネム <i>P. falcataria</i>	0.29	0.34	0.45	11.4	10.9		
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	0.40	0.49	0.64	13.2	13.7	14.6	27	50
メリナ <i>G. arborea</i>	0.46	0.54	0.61	11.4	12.6	15.0	27	50
アカシア <i>A. mangium</i>	0.54	0.62	0.67	10.4	11.6	12.3	27	30

刃物の同一位置で同一樹種を連続的に切削しながら、切削材長の総延長が0, 200, 500, 800, 1100, 1500mごとに切削面評価用試験片を板目面10片、柁目面10片切削し、その切削面を肉眼観察により評価した。切削面の欠点評価は毛羽立ち、逆目ばれ、目違い、目離れおよび欠けについて行った。

それぞれの欠点項目について評価基準は次のとおりとした。

- A : 良好
- B : はば良好, 注意深く見るとわずかに認められる。
- C : わずかに発生が見られる。しかし実用上の障害は無い。
- D : はっきり発生が見られる。
- E : 明らかな欠点として認められる。

この評価基準は段階的となっているが総合的判定としてA, B, Cまでは実用上の問題はなくD, およびEを欠点と判断し欠点率(欠点試料数/試料総数×100(%))を算出した。この試験では欠点率70%に達した切削材長で刃物の寿命と判断した。

5.1.2 試験結果および考察

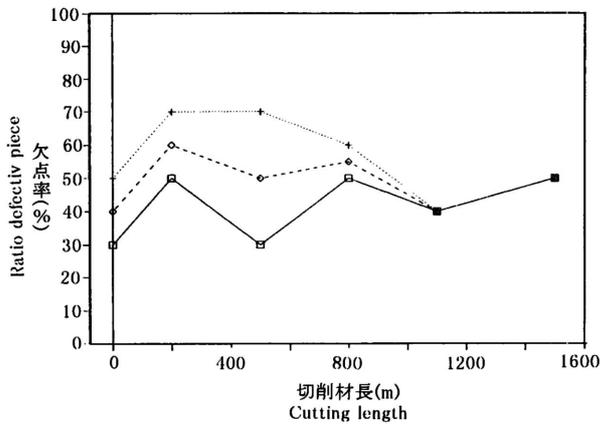
各樹種について切削材長と欠点率の関係を第5-1～第5-4図に示す。

1) モルツカネム

この樹種は初期切削の段階から高い欠点率が出現した。板、柁の両面とも逆目ばれ、目離れの欠点が多く出現した。この状態は切削終了時まで大きな変化は無い事から刃物の影響ではなく、樹種の特性と考えられる。

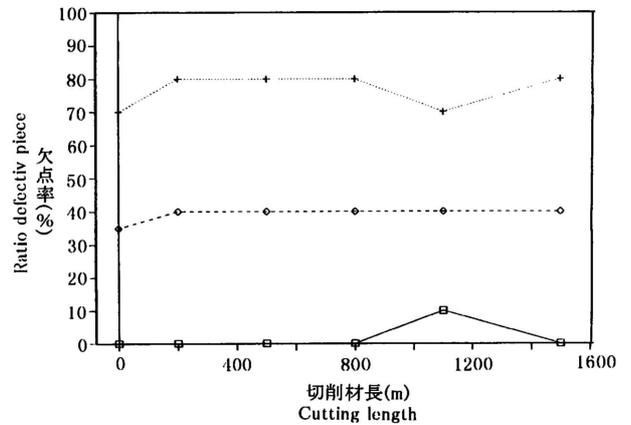
2) ユーカリ

この樹種の板目面の切削性は良好である。しかし柁目面の評価は同一樹種でも大きく異なる結果となった。ユーカリの柁目面では切削初期から逆目ばれの欠点率が高く、実用上の欠点で70%を越えている。この状態は切削終了時まで変化は無いが、評価基準Eは無いが、回転かんな切削後、例えば超仕上げかんな盤あるいはサンダー仕上げなどで除去できる欠点ではない。この柁目面の逆目ばれは交錯



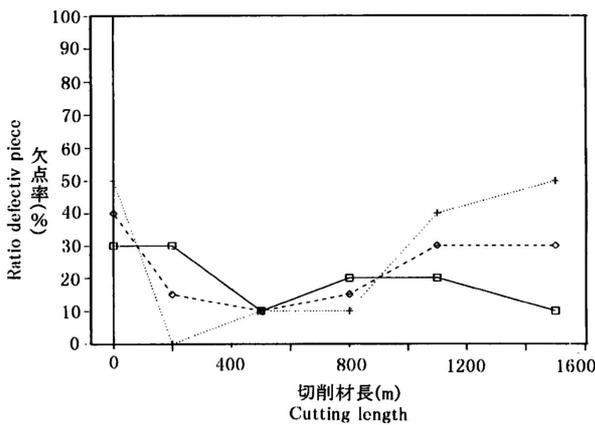
第5-1図 切削材長さと欠点率の関係 (モルツカネム)  
凡例：+：柁目面， □：板目面， ●：平均値

Fig. 5-1. Relation between cutting length and proportion of defects. (P. falcataria)  
Legend = + : Radial ; □ : Tangential ; ● : Ave.



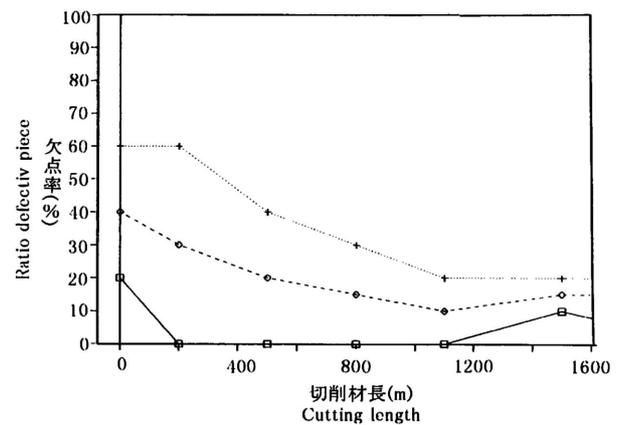
第5-2図 切削材長と欠点率の関係 (ユーカリ)

Fig. 5-2. Relation between cutting length and proportion of defects.(E. deglupta)



第5-3図 切削材長と欠点率の関係 (メリナ)

Fig. 5-3. Relation between cutting length and proportion of defects. (E. mangium)



第5-4図 切削材長と欠点率の関係 (アカシア)

Fig. 5-4. Relation between cutting length and proportion of defects. (A. mangium)

木理に起因している。

### 3) メリナ

初期切削性は良好とはいえない。切削材長が進むにつれて柾目面で逆目ばれの欠点率が増える。切削材長500mmからは板、柾両面で毛羽立ちの発生も認められる。しかし切削材長1500mmでも欠点率70%は越えない。

### 4) アカシア

初期切削では柾目面に逆目ばれの欠点が多く発生している。そして切削材長が長くなると、この欠点率は減少していく。この事は板目面についてもみられる。今回の試験では、刃先の馴らし切削を行っていないため、各樹種についても切削開始時の欠点率は高い。一般に切削初期では、鋭利な刃先に切削抵抗が集中するため微細な欠けを生じ、切削面も不安定であり刃先の後退量は大きい。その後刃先の微細な欠損は修正され、切削は安定するといわれている。アカシアではこのことが端的に現れていると考えられる。

以上のように、切削材長と欠点率の関係から刃先の寿命について、概略ではあるが指標を得ることができた。今回の試験では、多くの樹種で柾目面に逆目ばれの欠点が発生した。逆目ばれは適正な切削条件を設定すればよりよい切削面を得ることができると考えられる。板目面のみを見ればモルッカネムは切削性は良くない。

## 5.1.3 まとめ

各樹種について回転かな切削性をまとめれば以下のとおりである。

### 1) モルッカネム

樹種特性と考えられるが切削性は良くない。比重は軽く、家具等の心材としての用途には適していると思われる。

### 2) ユーカリ

板目面で良好な切削性を示したが、柾目面で逆目ばれの欠点が多く発生した。

### 3) メリナ

この樹種の切削性は良くない。また入手した試験材には、小さな割れが多数存在し、付加価値を高める利用は難しい材料であると考えられる。

### 4) アカシア

この樹種は切削性の良い樹種である。またこの樹種の材色、材質感から付加価値の高い用途が期待でき、たとえば家異材、床板等への利用が考えられる。

## 5.2 釘および木ネジの保持力

### 5.2.1 試験方法

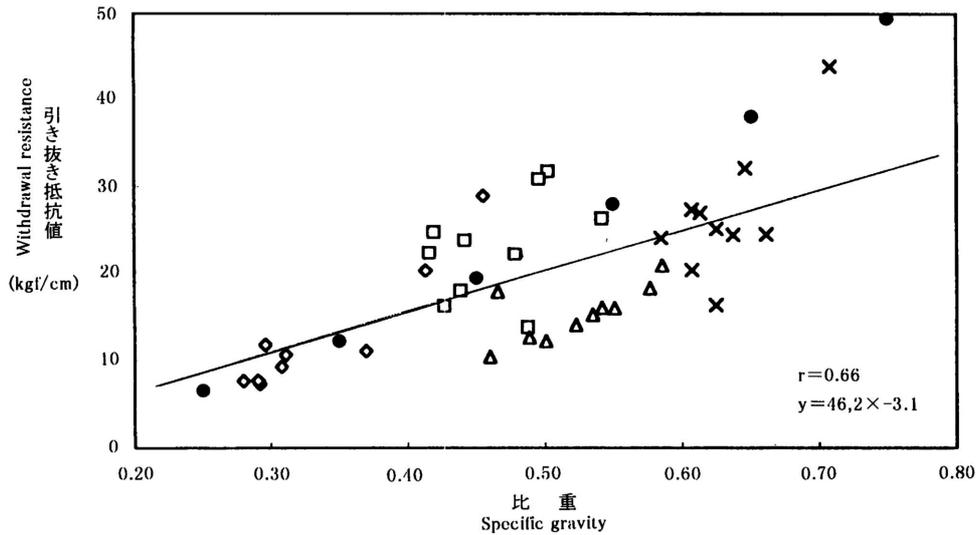
各樹種について釘および木ネジの引き抜き試験を行った。試験片は板目面とし、回転かな切削試験で用いたものと同じ材料を使用し、試験片材長は10cmとした。試験に先立ち平衡含水率12%に調湿して試験に供した。釘の引き抜き抵抗は試験片中央にN50ステンレス釘（平頭12×50）を1本、引き抜き試験直前に玄能で手打ちした。使用した引き抜き試験機は島津製作所製オートグラフS500（能力500kg）で、引き抜き速度は1.5mm/minとした。

木ネジの引き抜き試験片は釘と同様である。使用した木ネジはsus27+字穴ネジ4.5M45（長さ45mm、呼び径4.5mm）である。引き抜き試験直前に直径2.2mmのドリルで穴あけを行い、ドライバーでねじ込んだ。ねじ込み深さは材厚としたが、アカシアは最大荷重で試験機の能力を超えたので、この樹種はねじ込み深さを22mmとした。引き抜き試験方法は釘と同様である。

5.2.2 試験結果および考察

釘の引き抜き耐力を第5-5図に示す。木ネジの引き抜き耐力を同様に第5-6図に示す。ここで引き抜き抵抗値とは、引き抜きの最大荷重を打ち込み深さまたはねじ込み深さで除した値である。アカシアの木ネジ引き抜き抵抗値は、ねじ込み深さ22mmで除した値である。

これらの図から、釘の場合、引き抜き抵抗値はおおむね比重に比例して比較的高い相関が認められる。図中黒丸で示した値は日本産広葉樹（比重0.3~0.9）について実験式<sup>5-1</sup>より算出した釘の引き抜き抵抗値である。このことから、今回試験を行った熱帯造林木の釘の引き抜き抵抗値は日本産広葉樹の値とほぼ同じといえる。今回の試験で比重0.5以上で低い値を示したのは、主として釘の打ち込み時に発生

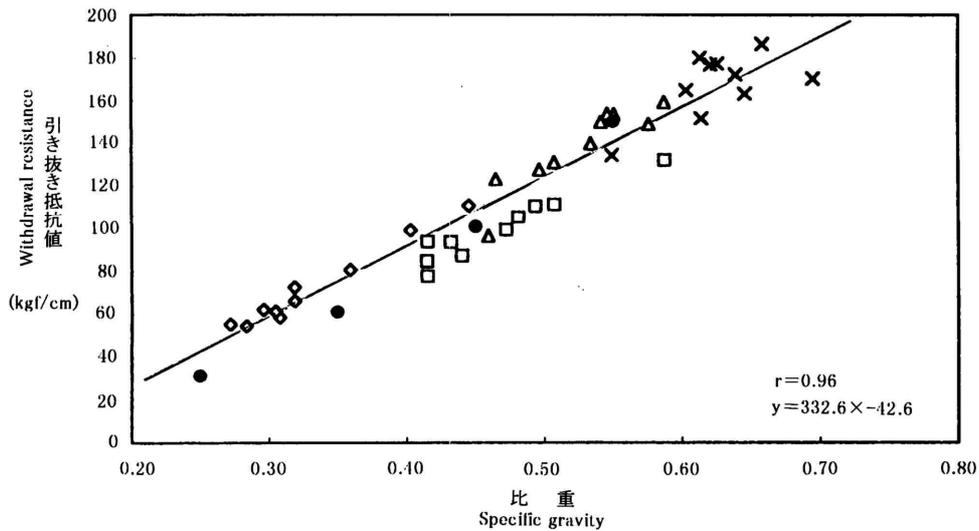


第5-5図 釘の引き抜き耐力

凡例：●：モルツカネム，○：ユーカリ，△：メリナ，×：アカシア，□：実験式の値

Fig. 5-5. Withdrawal of nail.

Legend = ●: P. falcataria; ○: E. deglupta; △: A. G. arborea; ×: A. mangium; □: The value by the formula



第5-6図 木ネジの引き抜き耐力

凡例：●：モルツカネム，○：ユーカリ，△：メリナ，×：アカシア，□：実験式の値

Fig. 5-6. Withdrawal bearing Stress Of wood screw.

Legend = ●: P. falcataria; ○: E. deglupta; △: A. G. arborea; ×: A. mangium; □: The value by the formula

した先割れの影響と思われる。

一方木ネジについて見ると、釘の場合よりも明確に比重との相関が認められる。値のバラツキも少なく、安定した性能を示している。図中黒丸で示した実験式(5-2)の値とよく一致しているといえる。

### 5.2.3 まとめ

釘および木ネジの保持性をまとめると次のようになる。

- 1) 釘および木ネジの保持性は、比重との間で高い相関が認められた。釘の引き抜き抵抗値は、日本産広葉樹と同じといえる。
- 2) 木ネジの保持性も釘と同様に比重との間で高い相関を示し、過去に行われた実験式と同じような値を示した。

### 5.3 Abstract

cutting properties with rotating knife were examined for the tropical plantation-grown wood. The test condition using one effective knife of a planer was as follows :

Material of knife	H-K
cutting angle	61 °
sharpness angle of knife	45 ° <
Rake angle	15 °
Feed per one knife	2.9mm
Diameter of cutter-head	125mm
Depth of cut	1mm
Cutter-head speed	5200rpm

The obtained results by species are,

- 1) *paraserianthesfalcataria* Becker.

Cutting properties was not so good (Fig., 5-1).

- 2) *Eucalyptus deglupta* Bl.

chipped grain occurred much on the radial surface of board owing to the interlocked grain (Fig. 5-2)

- 3) *Gmelina arborea* L.

cutting properties was not so good. Although it was very fine, a few internal checks are observed (Fig.5-3).

- 4) *Acacia mangium*

This species could be smoothly cut without any remarkable defects (Fig. 5-4).

The tests on the withdrawal resistance of nails and wood screws were performed.

The withdrawal resistance was obtained using the following formula:

$$\text{Withdrawal resistance (kgf/cm)} = P / I$$

where, P is the maximum load of withdrawal ; I is the depth of penetration of the nail or wood screw(cm).

The nail or wood screw was drawn at a constant rate of 1.5mm/min.

The results are as follows :

- 1) The withdrawal resistance of nail was correlated to the specific gravity, the denser species offered greater resistance than the lighter ones.

The resistance values of these tropical species seem to be the same as those of Japanese hardwood

(Fig. 5 - 5) .

2) The withdrawal resistance of wood screw was highly correlated to the specific gravity ( Fig • 5 - 6 ) .

#### 5.4 文 献

5 - 1) 林業試験場編：木材工業ハンドブック，新版，5.4，木材の接合，p. 439

5 - 2) 林業試験場編：木材工業ハンドブック，改訂3版，11.5，接合耐力，p. 734

- 技術部 加工 村 田口 崇 (Takashi TAGUCHI) -

- 技術部 主任研究員 米田 昌世 (Masatoshi YONETA) -

## 第6章 接着および塗装性能試験

### 6.1 試験方法

南洋材4種（アカシア、モルツカネム、ユーカリ、メリナ）の接着性能と塗装性能をJIS，JASの規格に従って試験を行った。試験項目は以下のとおりである。

#### 6.1.1 塗装言式試験

汎用塗料であるポリウレタン樹脂塗料とアミノアルキッド樹脂塗料の2種について，JAS規格特殊合板に定められている平面引っ張り試験（塗膜密着力試験）を施し，塗膜密着性能を評価した。

#### 6.1.2 接着試験

酢酸ビニル樹脂接着剤（造作用汎用接着剤），エリア樹脂接着剤（合板汎用接着剤），水性高分子イソシアネート樹脂接着剤とレゾルシノール接着剤（構造用集成材用接着剤）の計4種の接着剤について，JIS規格で各種接着剤に関して定められている条件に基づいたブロックせん断試験とJAS規格に基づくはく離試験を施し，接着性能を評価した。はく離試験は，酢酸ビニル樹脂接着剤とエリア樹脂接着剤については造作用集成材に対する浸せきはく離試験を施し，水性高分子イソシアネート樹脂接着剤とレゾルシノール樹脂接着剤については構造用集成材に対する煮沸はく離試験を実施した。さらに，作業性能と接着性能に影響を与える接着剤の圧綿時のみみ出しを目視により評価した。

試験の詳細と評価基準は，塗装試験については第6-1表と第6-2表に，接着試験については第6-4表と第6-5表に示す。

### 6.2 試験結果および考察

#### 6.2.1 塗膜密着力試験

塗装条件は第6-2表に記載のとおりである。結果は，第6-3表と第6-1図，第6-2図に示す。

密着力は，全ての樹種ともに使用した2種の塗料に関してJAS基準である4Kg/cm<sup>2</sup>の値より高い値を示し，基準に合格であった。ポリウレタン樹脂塗料では，アカシアが最も高い値を示し，他の3樹種はほぼ同じ値であった。アミノアルキッド樹脂塗料の場合では，接着強度はアカシア>メリナ>ユーカリ，モルツカネムの順に低下する傾向が認められた。この結果は，基材の比重の影響であると考えられる：供試材の気乾比重は，アカシア：0.65（0.59~0.69），モルツカネム：0.40（最小0.33~最大0.44），ユーカリ：0.44（0.41~0.52），メリナ：0.55（0.48~0.63）。そこで，気乾比重vs密着力の関係を調べた結果を第6-1図と第6-2図に示す。密着力は比重の増大に伴い直線的に増大し，密着力の比重依存性が認められる。

他方，木破率は強度とは異なり比重依存性は認められなかった。木破率では，アカシアとメリナが低い木破率を示した。ポリウレタン樹脂塗料に関してみると，アカシアで20%，メリナのではわずか3%

第6-1表 塗膜の密着力試験方法および適合基準

Table 6-1. Coating strength test and criterion of the test.

試験方法 Method	<p>特殊合板の日本農林規格の平面引っ張り試験に従う。</p> <p>試験片の表面中央に1片が20mmの正形状の接着面を有する金属盤をシアノアクリレート系接着剤を用いて接着し，周囲に基材に達する深さの切りきずをつけた後，試験片および金属盤をチャックに固定し，接着面と直角の方向に毎分600kgf以下の加重速度で引っ張り，はく離時または破壊時における最大荷重を測定する。</p> <p>A metal block with 20×20mm of cross section bonds to coating wood surface with cyanoacrylate adhesive, and then the surrounding of the adhesive layer is cut. Load is applied in the vertical direction of the adhesive layer at 600 kgf/min for this specimen.</p>
適合基準 Criterion	<p>同一試料から採取した試験片の接着力の平均値が4kg/cm<sup>2</sup>以上であること。</p> <p>The strength of more than 4 kgf/cm<sup>2</sup>.</p>

第6-2表 塗装行程および塗装条件

Table 6-2. Coating process and conditions.

下地調整 Sanding before coating	#240サンドペーパーで研磨 #240 sandpaper				
下塗り Under coating		主剤 Base resins	硬化剤 Curing agents	シンナー Extenders	塗布量 Spreads
	ポリウレタン Polyurethane resin	100	50	20	116 ~126g/m <sup>2</sup>
	アミノアルキッド Aminoalkyd resin	100	10	30	114 ~124g/m <sup>2</sup>
研磨 Sanding	一昼夜乾燥後, #320サンドペーパーで研磨 Sanding with #320 sandpaper after drying overnight				
中塗り Intermediate coating		主剤 Base resins	硬化剤 Curing agents	シンナー Extenders	塗布量 Spreads
	ポリウレタン Polyurethane resin	100	25	25	119 ~140g/m <sup>2</sup>
	アミノアルキッド Aminoalkyd resin	100	10	25	129 ~138g/m <sup>2</sup>
研磨 Sanding	一昼夜乾燥後, #320サンドペーパーで研磨 Sanding with #320 sandpaper after drying overnight				
上塗り Sanding after coating		主剤 Base resins	硬化剤 Curing agents	シンナー Extenders	塗布量 Spreads
	ポリウレタン Polyurethane resin	100	25	30	129 ~131g/m <sup>2</sup>
	アミノアルキッド Aminoalkyd resin	100	10	30	129 ~136g/m <sup>2</sup>
養生 Aging	一昼夜乾燥後, 20°C・65%で1週間以上調湿し, 塗膜密着力試験に供試 Conditioning at 20°C and 65% RH after drying overnight				

第6-3表 塗膜密着力試験

Table 6.3. Coating Strength test for various tropical woods.

			ポリウレタン Polyurethane resin			アミノアルキッド Aminoalkyd resin		
			最大値 Max.	最小値 Min.	平均値 Ave.	最大値 Max.	最小値 Min.	平均値 Ave.
アカシア <i>A. mangium</i>	強度 Strengths	kgf/cm <sup>2</sup>	38.6	13.3	21.0	26.9	11.4	19.0
	木破率 Wood failures	%	50	10	20	30	0	7
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	強度 Strengths	kgf/cm <sup>2</sup>	13.8	2.7	8.0	26.2	8.8	14.0
	木破率 Wood failures	%	70	0	27	100	0	85
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	強度 Strengths	kgf/cm <sup>2</sup>	17.2	6.2	11.0	20.4	10.4	14.0
	木破率 Wood failures	%	100	10	57	100	10	68
メリナ <i>G. arborea</i>	強度 Strengths	kgf/cm <sup>2</sup>	17.7	3.3	9.0	28.7	10.6	19.0
	木破率 Wood failures	%	30	0	3	40	0	11

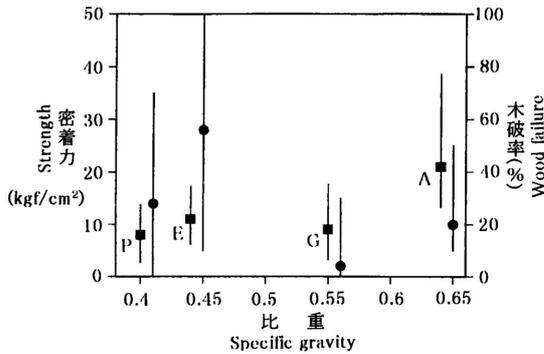
であった。アミノアルキッド樹脂塗料ではこの傾向はさらに明瞭<sup>めりょう</sup>であった。アミノアルキッド樹脂塗料に関して、両樹種の木破率の平均値は10%前後である。木破率の最大値に関してみると、モルツカネムとユーカリでは100%であるのに対して、アカシアで30%、メリナで40%と非常に低い。木破率は、材比重が高く材自体の強度が強い場合や材との親和性が低い場合には低くなる。南洋材の木材成分の硬化

第6-4表 各接着剤の接着条件

Table 6-4. Adhesion conditions for various adhesives.

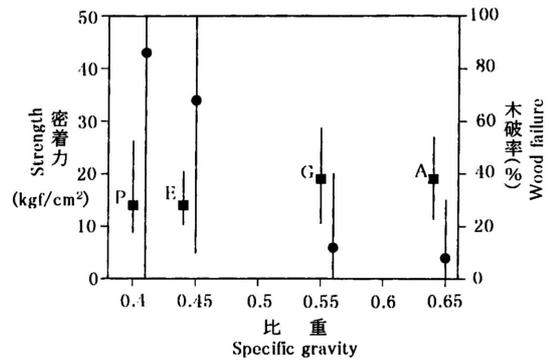
接着剤 Adhesives	接着条件 Adhesion conditions	
UFユーロイド50 Urea-formaldehyde resin	主剤：硬化剤 <sup>a)</sup> ：増量剤 <sup>b)</sup> Base resins : Curing agents : Extenders	
	配合比 mixing ratios	100 : 5 : 10
	塗布量 Spreads	250g/m <sup>2</sup>
	圧縮 pressing	10kg/cm <sup>2</sup> 24時間 for 24 hr
PVAc CH-131 Polyvinyl acetate emulsion	塗布量 Spreads	250g/m <sup>2</sup>
	圧縮 pressing	10kg/cm <sup>2</sup> 24時間 for 24 hr
	主剤：硬化剤 Base resins : Curing agents	
API KR-120 Water based polymer - isocyanate	配合比 mixing ratios	100 : 15
	塗布量 Spreads	250g/m <sup>2</sup>
	圧縮 pressing	10kg/cm <sup>2</sup> 24時間 for 24 hr
	主剤：硬化剤 Base resins : Curing agents	
RFプライオーフェン6000 Resorcinol - formaldehyde resin	配合比 mixing ratios	100 : 15
	塗布量 Spreads	250g/m <sup>2</sup>
	圧縮 pressing	10kg/cm <sup>2</sup> 24時間 for 24 hr
	主剤：硬化剤 Base resins : Curing agents	

注：a)：10%塩化アンモン，b)：小麦粉  
Note : a) : 10% NH<sub>4</sub>Cl solution , b) : Wheat flour



第6-1図 塗膜密着カー比重 (ポリウレタン)  
記号：P:モルッカネム、E:ユーカリ、G:メルナ  
A:アカシア、 $\square$  : 吸着力、 $\bullet$  : 木破率

Fig.6-1.Relationships between coating strengths and specific gravity for various tropical woods coated with polyurethane resin.



第6-2図 塗膜密着カー比重 (アミノアルキッド)  
注：記号は第6-1図参照

Fig.6-1.Relationships between coating strengths and specific gravity for various tropical woods coated with aminoalkyd resin.

第6 - 5表 フロックせん断試験方法

Table 6 - 5 . Shear strength test .

UF ユリア樹脂木材 接着剤 Urea-formaldehyde resin (JIS K 6801)	常態；圧縮せん断接着強さ Dry test; shear strength test under air-dry condition  耐温水；試験片12個を60±3℃の温水中に3時間浸しておいた後、 室温の水中にさめるまで浸し、ぬれたままの状態で測定する Water proof test; shear strength test in compression after immersing in hot water at 60±3 °C for 3 hr and then cooling in water at room temperature
PVAc 酢酸ビニル樹脂 エマルジョン 木材接着剤 Polyvinyl acetate emulsion (JIS K 6804)	常態；圧縮せん断接着強さ Dry test; shear strength test under air-dry condition  耐水；試験片12個を30℃±1℃の水中に3時間浸しておいた 後、20±1℃の室温の水中に10分間浸し、ぬれたままの状態で測定 する Water proof test; shear strength test in compression after immersing in water at 30±1°C for 3 hr and then cooling in water at 20±1 °C for 10 min
API 水性高分子 イソシアネート系 木材接着剤 Water based polymer - isocyanate (JIS K 6806)	常態；圧縮せん断接着強さ Dry test; shear strength test under air-dry condition  煮沸繰り返し；試験片を沸騰水中に4時間浸してから、60±3℃の 空気で20時間乾燥し再び沸騰水中に4時間浸す。この処理後、室 温の水中にさめるまで浸す。ぬれたままの状態で測定する Boiling test; shear strength test after drying at 60±3 °C for 20 hr after boiling for 4 hr and then cooling in water after boiling again for 4 hr
PF フェノール樹脂 木材接着剤 Resorcinol - formaldehyde resin (JIS K 6802)	常態；圧縮せん断接着強さ Dry test; shear strength test under air-dry condition  煮沸繰り返し；試験片を沸騰水中に4時間浸してから、60℃±3℃ の空気で20時間乾燥し再び沸騰水中に4時間浸す。この処理後、 室温の水中にさめるまで浸す。ぬれたままの状態で測定する Boiling test; shear strength test after drying at 60±3 °C for 20 hr after boiling for 4 hr and then cooling in water after boiling again for 4 hr

反応阻割まよく知られているところである。比重を考慮すると、アカシアとメリナの結果は、木材と塗料との界面における親和性低下している可能性が考えられる。

### 6.2.2 接着試験

接着条件を第6 - 4表に示す。なお、商品名と二主成分との関係は以下のとおりである。

ユーロイドS50	ユリア樹脂接着剤（略称ユリア）
CH - 131	酢酸ビニル樹脂接着剤（酢ビ）
KR - 120	水性高分子イソシアネート樹脂接着剤（水ビ）
プライオーヘン6000	レゾルシノール樹脂接着剤（レゾ）

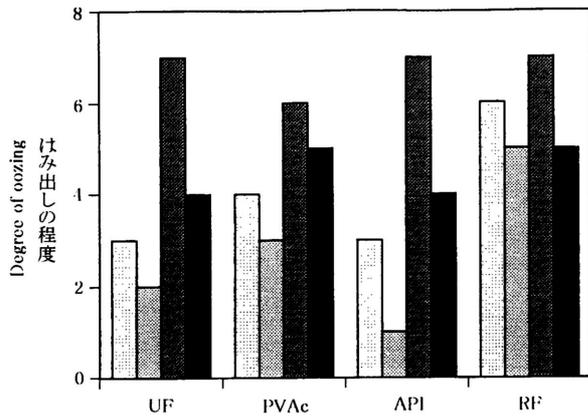
#### 6.2.2.1 圧縮時の接着剤のはみ出し量

作業性能、接着性能への影響が考えられる接着剤のはみ出し量を木口面と側面とで目視により評価した。接着剤のはみ出し量はランクに分けて数値化し、目安とした。結果を第6 - 3図と第6 - 4図に示す。側面での接着剤のはみ出し量は、メリナ>アカシア>モルツカネム>ユーカリの傾向が認められた。木口面では、この傾向は明瞭ではないが、ほぼ同様の傾向が認められた。前述の気乾比重を考慮すると、接着剤のはみ出し量は比重の違いによる木材への浸透量の差を反映したものと考えられるが、モルツカネムは比重が低い割にははみ出し量が多く他の要因も関与しているのかもしれない。

#### 6.2.2.2 フロックせん断試験

フロックせん断試験の条件を第6 - 5表に示す。試験結果は第6 - 6表と第6 - 5～第6 - 12図に示した。さらに、試験後の破断面を写真6 - 1～写真6 - 8に示す。

第6 - 5～第6 - 8図に示すように、常態せん断強度（のプロット）はいずれの樹種も明瞭な比重依存性があり、比重の増大に伴ってせん断強度は増大した。せん断強度は接着剤の種類で異なるが、最も低い

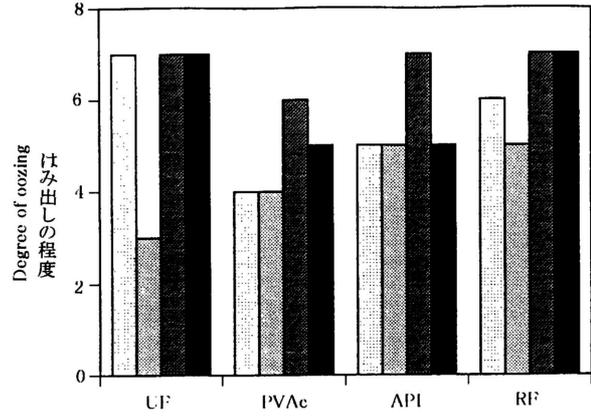


第6-3図 圧縮時の接着剤はみ出し状況(側面)

記号:P:モルツカネム, E:ユーカリ, G:メリナ, A:アカシア  
 UF:エリア, PVAc:酢ビエマルジョン, API:水性  
 高分子イソシアネート, RF:レゾルシノール.

Fig. 6-3. Oozing of adhesives from side sectioning of a adhesive layer during pressing.

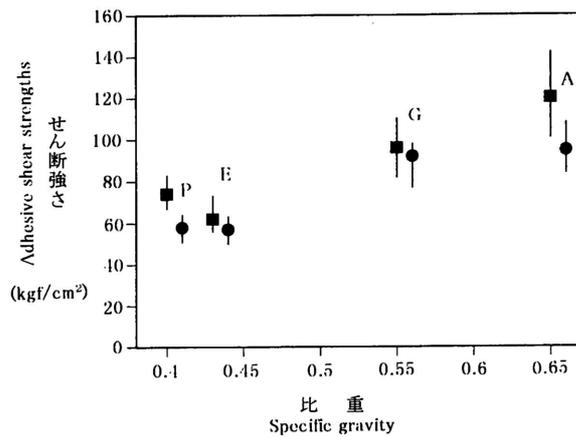
Legend:A:A. mangium; P:P. falcataria; E:E. deglupta;  
 G:G. arborea; UE:urea-formaldehyde resin;  
 PVAc:polyvinyl acetate emulsion, API:water  
 based polymer-isocyanate; RF:resorcinol-formal-



第6-4図 圧縮時の接着剤はみ出し状況(木口)

注:記号は第6-3図参照

Fig. 6-4. Oozing of adhesives from side sectioning of a adhesive layer during pressing.  
 Note: Symbols are show in Fig. 6-3.

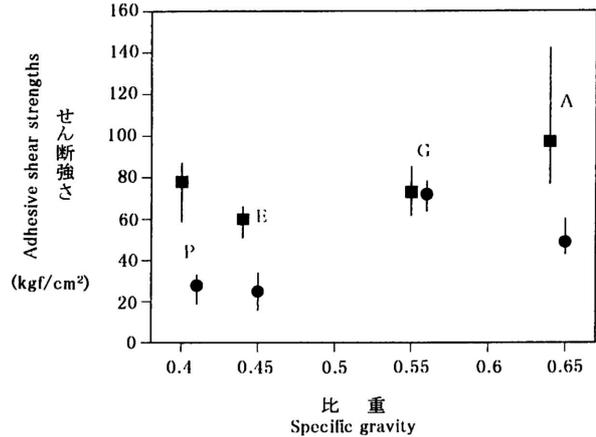


第6-5図 せん断強さ-比重(ユリア)

記号:P:モルツカネム, E:ユーカリ, G:メリナ, A:アカシア  
 :常態試験, :耐水試験

Fig. 6-5. Relationships between shear strengths under dry condition and hot water immersion condition and specific gravity for various tropical woods bonded with UF

Legend:P:P. falcataria; E:E. deglurta; G:G. arborea,  
 A:A. mangium; : dry condition; : wet condition.



第6-6図 せん断強さ-比重(酢ビエマルジョン)

注:記号は第6-5図参照

Fig. 6-6. Relationships between shear strengths under dry condition and hot water immersion condition and specific gravity for various tropical woods bonded with PVAc

Note: Symbols are show in Fig. 6-5.

ユーカリで約60~80kg/cm<sup>2</sup>,最も高いアカシアで約100~130kg/cm<sup>2</sup>であった。この結果をJASのブロックせん断試験の基準値と比較すると、酢ビ,エリア,レゾで接着した低比重のユーカリの場合を除いていずれの樹種も合格の値である。常態せん断強度試験での木破率は、レゾの場合を除いて高比重の材では低い値であった(第6-6表)。モルツカネムは試験に用いた接着剤全てで89%以上の木破率であったが、これはモルツカネムの気乾比重が0.40と低いことによる。これに対し、他の3樹種の木破率は低かつ

た。とりわけ、アカシアの木破率はレゾ以外（D接着剤ではひじょうに低く、酢ビ80%，エリア50%，水ビ10%であった。ユーカリとメリナでは、酢ビで接着した場合の木破率が低くそれぞれ28%と32%であった。木破率と比重との関係を第6-9～第6-12図（ のプロット）に示す。図から、木破率の比重依存性が認められ比重の高いほど木破率が低いことがわかるが、比重の増大に伴う木破率の低下の度合いは接着剤によって大きく異なった。とくに、酢ビでは比重依存性があるもののモルツカネム以外の木破率は非常に低い。一般に比重が高い程木材のせん断強度は高く、接着剤と木材界面の相互作用が同じであれば比重が低いほど木破率は高くなる傾向を有する。したがって、酢ビに関しては木材と接着剤間の親和性を低下させる他の要因が関与していることも考えられる。

次に耐水履歴処理後のせん断強度と木破率について述べる（第6-9図～第6-12図， のプロット）。接着剤の性能に関するJISの規格では、接着剤ごとに耐水履歴処理法が定められている（第6-4表）。耐水履歴処理を施した後のせん断強度は常態せん断強度に比べて低下するが、酢ビと水ビを除いてわずかな

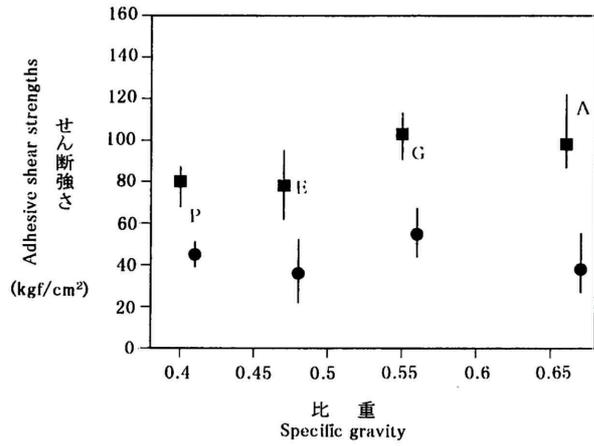
第6-6表 フロックスせん断言式験

Table 6-6. Shear strengths test of tropical woods bonded with various adhesives.

				PVAc			UF			API			RF		
				最大値	最小値	平均値									
				Max.	Min.	Ave.									
アカシア <i>A. mangium</i>	常態試験 Drying test	接着強度	kgf/cm <sup>2</sup>	142	77	97	142	101	120	122	87	98	144	111	127
		木破率	%	40	0	8	80	30	50	30	0	10	100	60	87
	耐水試験 Water proof test	接着強度	kgf/cm <sup>2</sup>	60	43	49	108	84	95	55	27	38	102	86	94
		木破率	%	0	0	0	20	0	4	0	0	0	100	60	88
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	常態試験 Drying test	接着強度	kgf/cm <sup>2</sup>	87	59	78	83	67	74	87	68	80	93	63	75
		木破率	%	100	60	94	100	40	89	100	30	94	100	100	100
	耐水試験 Water proof test	接着強度	kgf/cm <sup>2</sup>	33	19	28	64	51	58	51	39	45	48	38	44
		木破率	%	30	0	7	100	80	96	90	60	77	100	80	94
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	常態試験 Drying test	接着強度	kgf/cm <sup>2</sup>	66	51	60	73	56	62	95	62	78	80	50	65
		木破率	%	50	20	28	100	80	98	100	60	85	100	90	98
	耐水試験 Water proof test	接着強度	kgf/cm <sup>2</sup>	34	16	25	63	50	57	52	22	36	56	40	47
		木破率	%	10	0	1	100	90	98	30	0	13	100	70	88
メリナ <i>G. arborea</i>	常態試験 Drying test	接着強度	kgf/cm <sup>2</sup>	85	62	73	110	82	96	113	91	103	113	54	91
		木破率	%	60	10	32	90	60	74	100	60	71	90	60	82
	耐水試験 Water proof test	接着強度	kgf/cm <sup>2</sup>	78	64	72	98	77	92	67	44	55	93	77	83
		木破率	%	30	0	13	100	70	85	50	0	11	100	10	50

記号：WF：木破率，UF：ユリア，PVAc：酢酸ビニルエマルジョン，API：水性高分子イソシアネート，RF：レゾルシノール

Legend：WF：Wood failure, UF：urea-formaldehyde resin, PVAc：polyvinyl acetate emulsion, API：Water based ploy, er-isocyanate, Rf：resorcinol-formaldehyde resin.

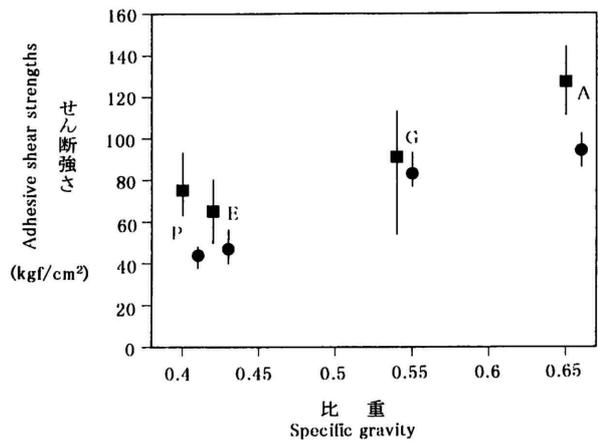


第6-7図 せん断強さー比重  
(水性高分子イソシアネート)

注：記号は第6-5図参照

Fig. 6-7. Relationships between shear strengths under dry condition and hot water immersion condition and specific gravity for various tropical woods bonded with API

Note : Symbols are show in Fig. 6-5.

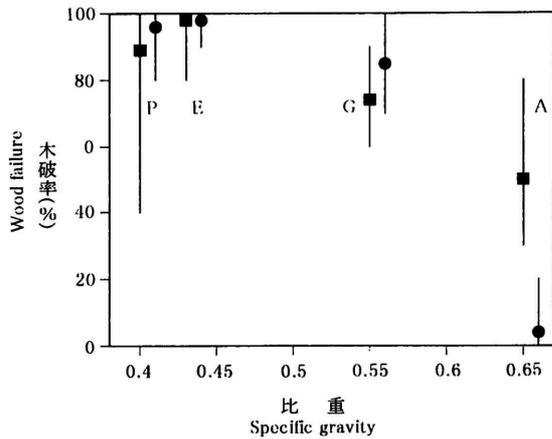


第6-8図 せん断強さー比重 (レゾルシノール)

注：記号は第6-5図参照

Fig. 6-8. Relationships between shear strengths under dry condition and hot water immersion condition and specific gravity for various tropical woods bonded with RF.

Note : Symbols are show in Fig. 6-5.

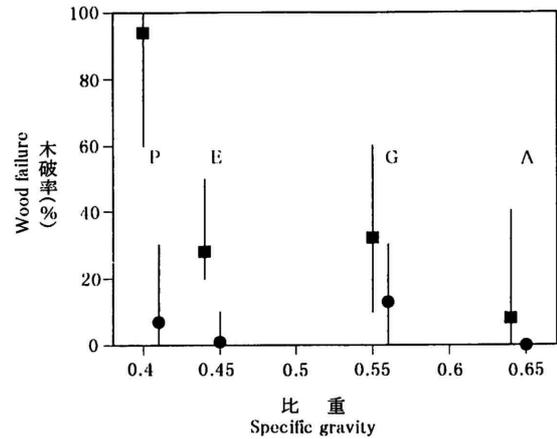


第6-9図 木破率ー比重 (ユリア)

注：記号は第6-5図参照

Fig. 6-9. Relationships between shear strengths dry condition and hot water immersion condition and specific gravity for various tropical woods bonded with UF.

Note : Symbols are show in Fig. 6-5.



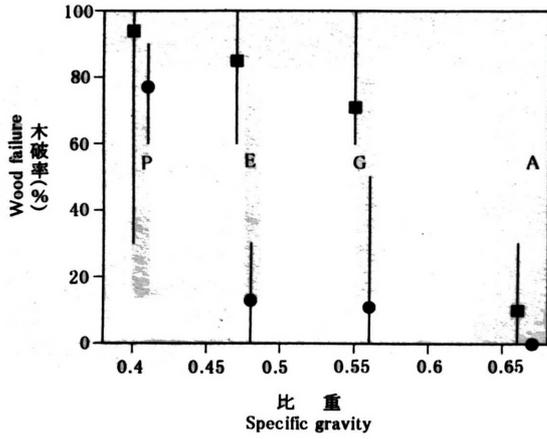
第6-10図 木破率ー比重 (酢ビエマルジョン)

注：記号は第6-5図参照

Fig. 6-10. Relationships between shear strengths dry condition and hot water immersion condition and specific gravity for various tropical woods bonded with PVA C.

Note : Symbols are show in Fig. 6-5.

低下にとどまった。酢ビと水ビでは、耐水履歴処理によって50~60kg/cm<sup>2</sup>程度の強度低下が認められた。水ビでは耐水履歴処理後のせん断強度には比重依存性が認められなくなったが、他の接着剤では、耐水履歴処理後もせん断強度の比重依存性は失われなかった。酢ビと水ビは、木破率においても耐水履歴処理の影響が顕著であった。酢ビの木破率は、耐水履歴処理によって最大値を示すメリナでさえ15%である。水ビの場合には、最も比重の低いモルツカネムを除いて木破率は約30%以下であった。耐水性履歴後のせん断強度は接着剤の特性と比重などの樹種の特性に依存するが、上記結果は樹種特性よりも接着剤の特性が強く反映されたものと考えられる。

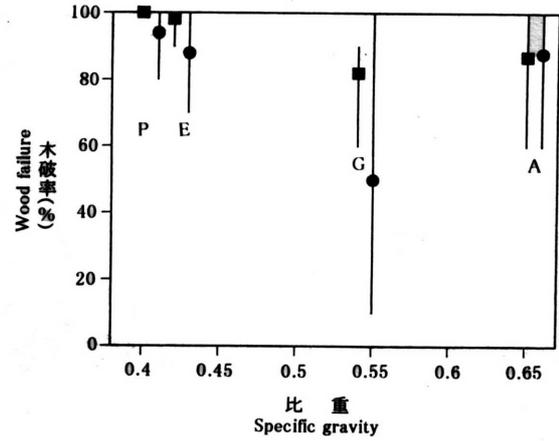


第6 - 11図 木破率—比重  
(水性高分子イソシアネート)

注：記号は第6 - 5図参照

Fig . 6 - 11. Relationships between wood failure under dry condition and hot water immersion condition and specific gravity for various tropical woods bonded with API

Note : Symbols are show in Fig. 6 - 5.



第6 - 12図 木破率—比重 (レゾルシノール)

注：記号は第6 - 5図参照

Fig . 6 - 12 . Relationships between wood failure under dry condition and hot water immersion condition and specific gravity for various tropical woods bonded with RF.

Note : Symbols are show in Fig. 6 - 5.

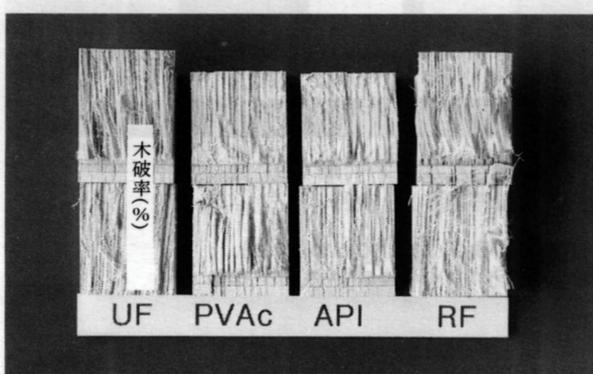


写真6 - 1 モルッカネム (常態)

注:UF:ユリア,PVAc:酢ビエマルジョン,API:水性高分子イソシアネート,RF:レゾルシノール

Photo.6-1. P. falcataria (Dry)

Legend ; UF : urea-formaldehyde resin ; PVAc : polyvinyl acetate emulsion ; API : water based polymer-isocyanate;RF:resorcino1-formaldehyde resin.

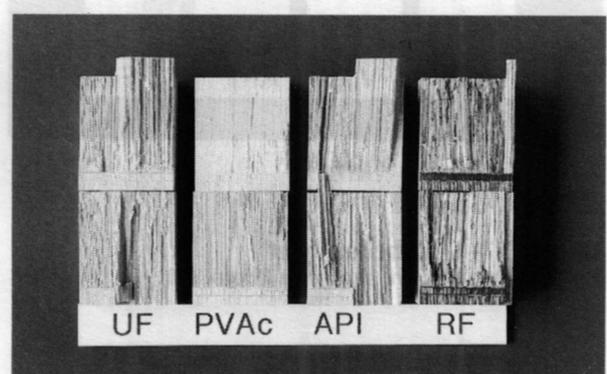


写真6 - 2 ユーカリ (常態)

注：記号は写真6 - 1を参照

Photo.6-2. E. deglupta (Dry)

Legend ; Symbols are shown in Photo. 6-1.

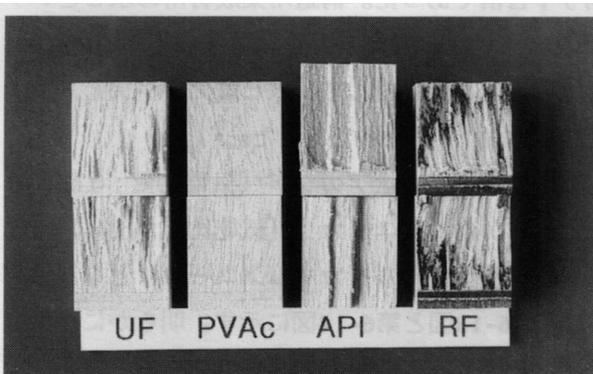


写真6 - 3 メリナ (常態)

注：記号は写真6 - 1を参照

Photo . 6 - 3 . G . arborea (Dry)

Legend ; Symbols are shown in Photo . 6 - 1 .

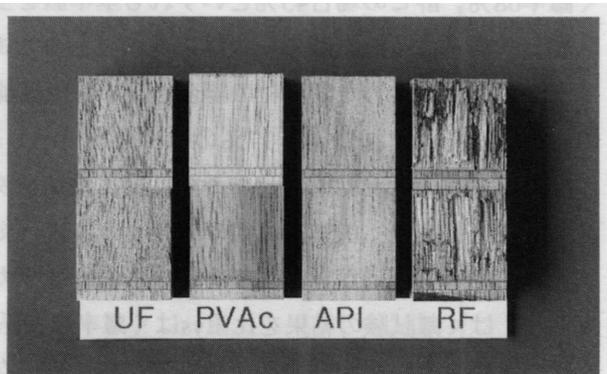


写真6 - 4 アカシア (常態)

注：記号は写真6 - 1を参照

Photo . 6 - 4 . A . mangium (Dry)

Legend : Symbols are shown in Photo . 6 - 1 .

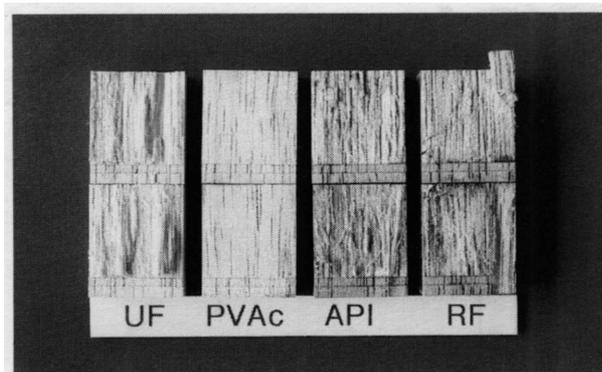


写真6-5 モルツカネム(耐水)

注：記号は写真6-1を参照

Photo . 6 - 5 . P . falcataria ( wet ) .

Legend : Symbols are shown in Photo . 6 - 1 .

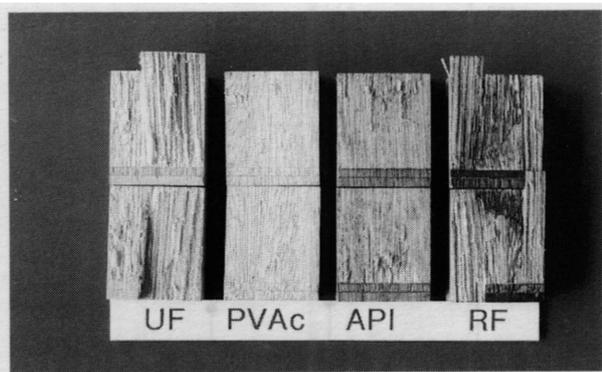


写真6-6 ユーカリ(耐水)

注：記号は写真6-1を参照

Photo . 6 - 6 . E . deglupta ( wet ) .

Legend : Symbols are shown in Photo . 6 - 1 .

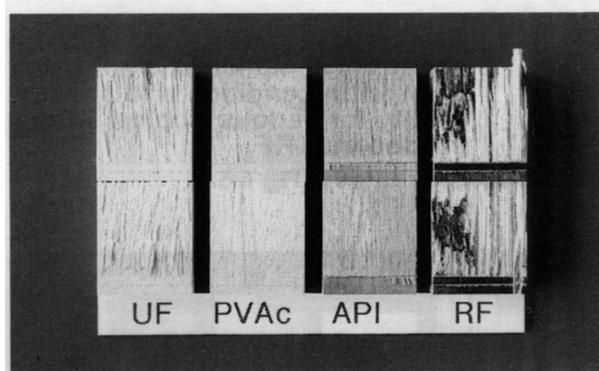


写真6-7 メリナ(耐水)

注：記号は写真6-1を参照

Photo . 6 - 7 . G . alborea ( wet ) .

Legend : Symbols are shown in Photo . 6 - 1 .

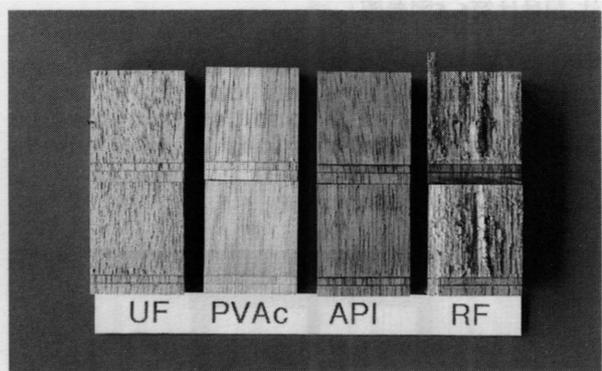


写真6-8 アカシア(耐水)

注：記号は写真6-1を参照

Photo . 6 - 8 . G . A . mangium ( wet ) .

Legend : Symbols are shown in Photo . 6 - 1 .

### 6.2.2.3 はく離試験

はく離試験の条件と合格基準を第6-7表に示す。また結果を第6-8表と第6-9表に示す。

造作用に使用される接着剤であるユリアと酢ビに施した浸せきはく離試験結果は、以下のとおりであった。モルツカネムとユーカリに関しては、エリアの場合にはく離率0%であり酢ビの場合でも10%以下で、いずれも基準値を下回り合格であった。しかし、アカシアはユリアの場合にはく離率0%で基準値以下で合格であるが酢ビの場合にはく離率64%と不合格であった。また、メリナではユリアの場合にはく離率68%、酢ビの場合45%といずれも基準値を上回り不合格であった。構造用集成材用の水ビとレゾに施した煮沸はく離試験の結果は以下のとおりであった。レゾはいずれの樹種の場合もはく離率は0%であり、試験に供した南洋材の場合も高い耐水性能を示した。これに対して、水ビはアカシアとメリナの場合にはそれぞれ51%、17%のはく離率を示し基準値を上回り不合格であった。

はく離試験の上記結果は、おそらく材比重が反映されたためである。アカシア(気乾比重:0.65)とメリナ(気乾比重:0.55)は他のモルツカネム(気乾比重:0.40)とユーカリ(気乾比重:0.44)に比べ大きく、水の浸透が同程度であれば膨潤圧はアカシア>メリナ>モルツカネム>ユーカリとなるはずである。はく離試験の結果を比重vsはく離率の関係として第6-13図と第6-14図に示す。明らかに比重依存性が認められ、耐水性能が低い接着剤比重依存性は明瞭である。しかし、高い比重の樹種ではく離率は十分であるとは言えない。このことは、接着剤の硬化過程において反応が阻害されたか、あるいは木材と接着剤との相互作用が低下する要因が木材側にあることを示唆する。

第6 - 7表 はく離試験方法および適合基準 (集成材の日本農林規格)

Table 6 - 7 . Conditions of delamination test, boiling test water , and the criterion on Japanese Agricultural Standard for bonding strength.

試験片の作成 Dimension of a specimen	各試料から木口断面寸法をそのままとした長さ75mmのものを3個ずつ作成する 75 mm in the longitudinal direction with the original cross section
浸せきはく離試験 Delamination test in cool water	器中に湿気がこもらないようにして18時間乾燥する Drying at 40±3 °C for 18 hr after immersing in water of room temperature
煮沸はく離試験 Delamination test in boiling water	試験片を沸騰水中に5時間浸せきし、さらに室温の水中に1時間浸せきした後、60±3°Cの恒温乾燥器に入れ、器中に湿度がこもらないようにして18時間乾燥する Drying at 60±3 °C for 18 hr after boiling for 5 hr and immersing in cool water
はく離率の測定 Delamination ratio of adhesion layer	試験片の両木口面におけるはく離の長さが3mm以上のものについて測定する measuring delaminated parts and calculating by the following equation はく離率 = (はく離の長さの合計) / (接着層の長さの合計) × 100 The ratio = ( the sum of delamination length ) / ( the total length of adhesion layer ) × 100
適合基準 Criterion	両木口面におけるはく離率が10%以下であり、かつ同一接着層におけるはく離の長さが、それぞれのながさの1/3以下でなければならない The ratio < 10 % and the delamination length < one third of the total length of adhesion layer

第6 - 8表 浸せきはく離試験 (ユリア)

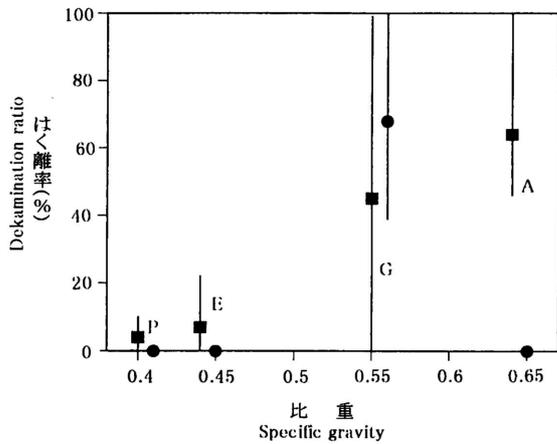
Table 6 - 8 . Results of delamination test for various tropical woods bonded with Urea - formaldehyde resin .

No.	(はく離良/木口長) ( delamination length ) / ( length of adhesion layer )				
	木口 1	木口 2	合計	はく離率	
	Cross section 1	Cross section 2	Total delamination length	Delamination ratio	
	mm/mm	mm/mm	mm/mm	%	
アカシア <i>A. mangium</i>	A-U1	0/120	0/120	0/240	0
	A-U2	0/120	0/120	0/240	0
	A-U3	0/120	0/120	0/240	0
	Ave.				0
モルッカネム <i>P. falcataria</i>	F-U1	0/120	0/120	0/240	0
	F-U2	0/120	0/120	0/240	0
	F-U3	0/120	0/120	0/240	0
	Ave.				0
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	E-U1	0/120	0/120	0/240	0
	E-U2	0/120	0/120	0/240	0
	E-U3	0/120	0/120	0/240	0
	Ave.				0
メリナ <i>G. arborea</i>	M-U1	120/120	120/120	240/240	100
	M-U2	94/120	0/120	94/240	39
	M-U3	69/120	89/120	158/240	66
	Ave.				68

第6-9表 煮沸はく離試験(水性高分子イソシアネート)

Table 6-9. Results of delamination test for various tropical woods bonded with water based polymer - isocyanate  
(はく離長/木口長)  
(delamination length)/(length of adhesion layer)

No.	木口 1	木口 2	合計	はく離率 Delamination ratio	
	Cross section 1	Cross section 2	Total		
	mm/mm	mm/mm	delamination length mm/mm		
アカシア <i>A. mangium</i>	A-K1	95/120	89/120	184/240	77
	A-K2	73/120	54/120	127/240	53
	A-K3	22/120	33/120	55/240	23
	Ave.				51
モルッカネム <i>P. falcataria</i>	F-K1	0/120	0/120	0/240	0
	F-K2	0/120	0/120	0/240	0
	F-K3	0/120	0/120	0/240	0
	Ave.				0
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	E-K1	0/120	0/120	0/240	0
	E-K2	0/120	0/120	0/240	0
	E-K3	0/120	0/120	0/240	0
	Ave.				0
メリナ <i>G. arborea</i>	M-K1	8/120	0/120	8/240	3
	M-K2	53/120	28/120	81/240	34
	M-K3	13/120	21/120	34/240	14
	Ave.				17



第6-13図 浸せきはく離試験はく離率—比重  
記号:P:モルッカネム,E:ユーカリ,G:メリナ,A:アカシア  
:ユリア, :酢ビエマルジョン

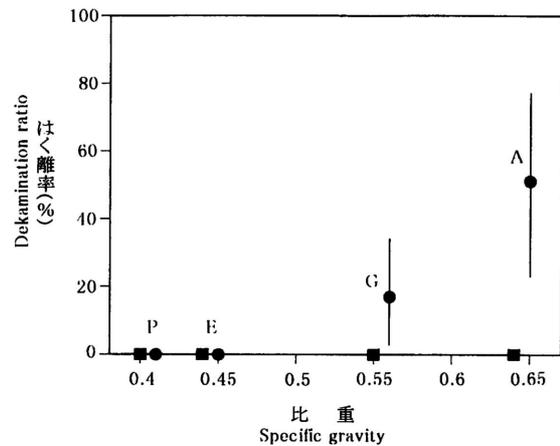
Fig. 6-13. Relationships between delamination ratios and specific gravity for variouls tropical woods bonded with UF and PVAc .

Legend : A:A.mangium,P:P:falcataria,E:E.deglupta  
G:G.arborea :UF, :PVAc

### 6.3 まとめ

結果を取りまとめると以下のとおりである。

- 1) ポリウレタンとアミノアルキッドを用いた塗装性能試験(密着力試験)において、アカシアとメリナでは木材成分の塗料への影響が推察された。しかし、供試材全てがJAS基準に合格し、密着力からみて実用上問題はないと判断された。抽出成分の影響は、高温乾燥などで抽出成分の飛散や変性を期



第6-14図 煮沸はく離言式試験はく離率—比重  
記号:P:モルッカネム,E:ユーカリ,G:メリナ,A:アカシア  
:水性高分子イソシアネート, :レゾルシノール

Fig.6-14. Relationships between delamination ratios and specific gravity for variouls tropical woods bonded with UF and RF .

Legend : A:A.mangium,P:P:falcataria,E:E.deglupta  
G:G.arborea :API, :RF

得できる適正な前処理によって低減すること、が可能であると考えられる。

2) ユリア樹脂接着剤(略称:エリア),酢酸ビニル樹脂接着剤(酢ビ),水性高分子イソシアネート樹脂接着剤(水ビ),レゾルシノール樹脂接着剤(レゾ)の4種の接着剤を用いて,常態及び耐水履歴処理後の接着性能をブロックせん断試験で評価すると共に浸せき試験で耐水性能を比較した。接着強度は,木材のせん断強度に見られる一般的傾向である比重依存性耐水履歴処理後のせん断強度は酢ビと水ビを用いた場合には耐水性能が低かったが,これら結果は樹種特性よりも接着剤の特性を反映したものと判断された。はく離試験では,酢ビと水ビで接着したアカシアと酢ビ,ユリアそして水ビで接着したメリナでJAS規格の基準値を満たさなかった。これら樹種は,供試材のなかで高比重材のものである。

本試験結果からも明らかなように,比重の大きな材は南洋材に限らず吸湿にともなう膨潤圧力が大きく,耐水性能が低下する傾向がある。したがって,試験に用いた南洋材を実用に供する場合には,本試験結果を考慮した接着剤の選択と適正な環境下での使用が望ましい。

#### 6.4 Abstract

Adhesive and coating properties on tropical woods were examined by tests according to JAS(Japanese Agricultural Standards) and JIS(Japanese Industrial Standards). Wood specimens were prepared from *Paraserianthes JTalcataria* Becker, *Eucalyptus deglupta* Bl., *Gmelina arborea* L., *Acacia mangium*.

For bonding strengths of coatings between polyuretane and aminoalkyd resins and woods, all specimens satisfied the criterion of JAS. Adhesive properties of bonds of urea(UF), polyvinyl acetate emulsion(PVAc), water based polymer-isocyanate(API), and resinol-formaldehyde resin(RF) were evaluated by shear strength tests under dry and wet conditions. The strengths under dry conditions had the same dependences upon the specific gravities of woods, while those under wet conditions had small values for specimens bonded with PVAc and API.

*A. mangium* bonded with PVAc and API and *G. arborea* with PVAc, UF, and API did not satisfy the criterion of JAS in the delamination tests.

- 性能部 接着塗装科 中野 隆人 (Takato NAKANO) -
- 同 上 平林 靖 (Yasushi HIJABAYASHI) -
- 利用部 化学加工科 長谷川 祐 (Yu HASEGAWA) -
- 元林産試験場職員 本谷 由紀 (Yuki MOTOTANI) -

## 第7章 合板製造試験

### 7.1 はじめに

アカシア、モルツカネム、およびメリナ、ユー・カリの4樹種の合板用原木としての適性を評価する一連の合板製造試験を行った。

### 7.2 試験方法

#### 7.2.1 単板切削書式験

ベニアレースを用いて4.25mm厚さの単板を下記の条件で切削し、単板の裏割れ測定と肉眼による単板面の観察を行った。

- ・前処理 : 生むき (切削前に20~30 の水に約1週間浸せき)
- ・刃角 : 22 + 40 (二段研ぎ)
- ・逃げ角 : 00
- ・水平距離 : 3.83mm (単板厚さの90%)
- ・垂直距離 : 1.28mm (単板厚さの30%)
- ・毛びき幅 : 96cm

この試験に使用した原木を第7-1表に示す。アカシアとモルツカネムは供試原木から1mの玉切材をそれぞれ3本、ユーカリとメリナはそれぞれ4本採材し、元口から順番に番号を付けた。これらの玉切材の外周部およびむき心に近い内周部から幅20cmの単板を1枚採取し裏割れ率と裏割れ密度を測定した。

肉眼観察は、単板切削中に肉眼により単板面の毛羽たち、目ばれ、カールなどを観察した。その評価は、これまで切削したことがあるラワン単板と比較することにより行った。その他、単板面に表れる欠点等も観察した。

第7-1表 供試原木  
Table7-1. Logs for Test.

樹種 species	直径 diameter		長さ length (m)	樹齢 age (年) (year)	辺, 心材の材色 colour of sapwood and heartwood
	元口 butt diameter (cm)	末口 top diameter (cm)			
モルツカネム <i>P. falcataria</i>	40×35	31×30	4.0	12	辺, 心不明瞭, 淡褐色 sapwood not differentiated by colour from heartwood, light red-brown
ユーカリ <i>E. deglupta</i>	39×35	32×32	4.3	13	辺材: 黒褐色, 心材: 淡褐色 sapwood: dark-brown, heartwood: light red-brown
メリナ <i>G. arborea</i>	53×47	34×30	4.3	13	辺材: 褐色, 心材: 淡褐色 sapwood: brown, heartwood: light red-brown
アカシア <i>A. mangium</i>	49×49	35×35	4.0	13	辺材: 淡黄色, 心材: 濃褐色で縞がある sapwood: light yellow, heartwood: dark-brown streaked with darker coloured layers

## 7.2.2 単板比重

裏割れ測定用の単板と同じ部位から比重測定用の単板を採取し、温度20 - RH65%の恒温恒湿室で約1か月間調湿後、寸法と重量を測定して比重を算出した。

## 7.2.3 単板乾燥試験

各樹種とも長さ96cm×幅105cmの単板をそれぞれ10枚採取し、ローラー送り方式のペニアドライヤを用いて、乾燥温度150 風速3m/sec, 1回の送り時間2分(送り速度4m/min.)で恒量に達するまで繰り返し乾燥し1回ごとに重量を測定した。この測定結果から第7-1図に示すような乾燥曲線を描き、初期含水率から10%まで、および含水率60%から10%まで乾燥するのに要する時間を読み取った。

乾燥による収縮率は、生材単板の中央部に100cmの直線を描き、全乾後の長さを測定して幅収縮率を、単板の周囲8点の生材時と全乾後の厚さを測定して厚さ収縮率を求めた。また、写真7-1に示すように、乾燥試験終了後の10枚の単板を、その繊維方向を交互に積み重ねたときの4角の堆積高さを測定して、単板の狂いの程度を表す目安とした。

## 7.2.4 単板の接着性言式験

### 7.2.4.1 同樹種合板の接着性能

表裏板に0.8mm厚さ、心板に4.25mm厚さの単板(単板厚さはすべてむき出し厚さ、以後同じ)を用いた同樹種構成の3プライ合板をエリア樹脂接着剤、メラミン樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤の3種類の接着剤で製造した。これらの合板の接着性能を普通合板のJASに準じて常態接着力試験と、ユリア樹脂接着剤で製造した合板は温冷水浸せき試験、メラミン樹脂接着剤およびフェノール樹脂接着剤で製造した合板は煮沸繰り返し試験により測定した。それぞれの接着剤の製造条件を第7-2表に示す。製造した合板の大きさは30×30cm、供試引張りせん断試験片数は順、逆それぞれ8片、計16片である。

### 7.2.4.2 道材合板の接着性能

表裏板にカバおよびシナの0.8mm厚さの単板、心板に供試4樹種の4.25mm厚さの単板を用いた3プライ合板をユリア樹脂接着剤で製造した。これらの合板の接着性能を常態接着力試験および温冷水浸せき試験により測定した。製造条件、合板の大きさ、供試試験片数は同樹種合板と同様である。

## 7.2.5 熱圧による厚さ減り試験

7.2.4.1.で製造した同樹種合板の周囲8点の冷圧後と熱圧後の厚さを測定して熱圧による厚さ減りを下記の式より算出した。各樹種5枚測定した。

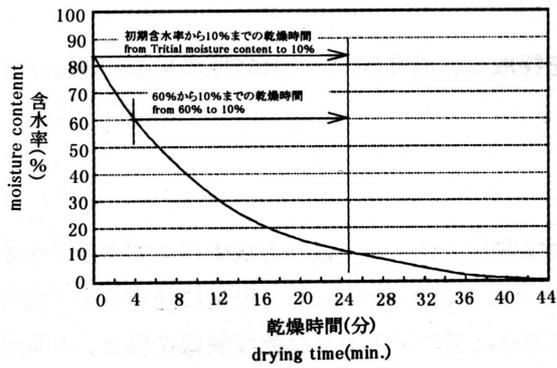
$$\text{厚さ減り(\%)} = \frac{\text{冷圧後の厚さ} - \text{熱圧後の厚さ (8点の平均値)}}{\text{冷圧後の厚さ (8点の平均値)}} \times 100$$

## 7.2.6 合板の狂い

5.5mm厚さ(0.8+4.25+0.8mm)の実大サイズ合板(幅90cm、長さ180cm)をエリア樹脂接着剤で各樹種10枚製造して狂いを測定した。

測定方法は、供試合板を平滑な台に乗せたときの合板の4角と、幅方向、長さ方向の中央部それぞれ2か所、合計8点の台と合板の隙間を測定した〔、

製造直後と、合板を棧木の間立てた状態で室内に1週間および1か月間放置した後の狂いを測定したが、表板が上側の場合と下側の場合の両方測定した。



第7 - 1図 乾燥曲線

Fig . 7 - 1 . Drying curve from initial moisture content to oven-dry.

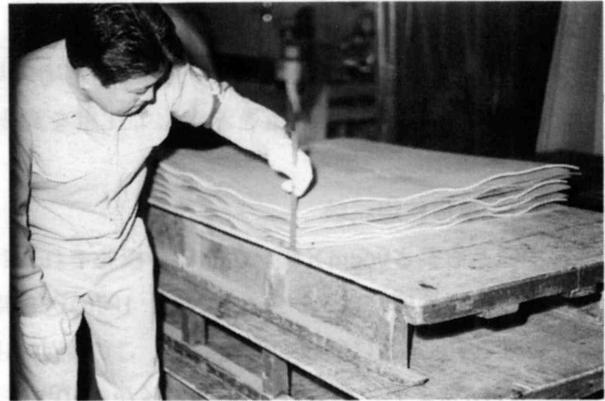


写真7 - 1 堆積高さの測定方法

Photo . 7 - 1 . Method of measurement for accumulation height .

第7 - 2表合板の製造条件

Table7 - 2 . Manufacturing conditions of Plywood .

接着剤種類 adhesive	製造条件 manufacturing conditions	
ウリア樹脂 urea resin	配合 mixing ratio (部) (part)	樹脂 : 小麦粉 : 水 : 硬化剤 resin : wheat : water : hardner 100 : 15 : 15 : 1.5
	塗布量 glue spread	26~28g/900cm <sup>2</sup>
	冷圧 cold pressing	12kgf/cm <sup>2</sup> - 2hr.
	熱圧 hot pressing	115°C - 8kgf/cm <sup>2</sup> - 30sec./mm
メラミン樹脂 melamine resin	配合 mixing ratio (部) (part)	樹脂 : 小麦粉 : 水 : 硬化剤 resin : wheat : water : hardner 100 : 20 : 10 : 1.5
	塗布量 glue spread	32~34g/900cm <sup>2</sup>
	冷圧 cold pressing	12kgf/cm <sup>2</sup> - 2hr.
	熱圧 hot pressing	120°C - 8kgf/cm <sup>2</sup> - 45sec./mm
フェノール樹脂 phenol resin	配合 mixing ratio (部) (part)	樹脂 : 小麦粉 : 炭カル : 硬化促進剤 : 水 resin : wheat : calcium carbonate : accelerator for cure : water 100 : 12.5 : 4 : 4 : 2.5
	塗布量 glue spread	32~34g/900cm <sup>2</sup>
	冷圧 cold pressing	12kgf/cm <sup>2</sup> - 2hr.
	熱圧 hot pressing	140°C - 8kgf/cm <sup>2</sup> - 60sec./mm

7.2.7 合板の曲げ剛性

12mm厚さ (1.8 + 3.5 + 1.8 + 3.5 + 1.8mm) の実大サイズのコンクリート型枠用合板をメラミン樹脂接着剤で各樹種15枚製造して、コンクリート型枠用合板のJASに準じて曲げ剛性試験を行った。

すなわち、写真7 - 2に示すようにスパン150cmの支持台に表板側を表面にして載せ、スパンと直交に

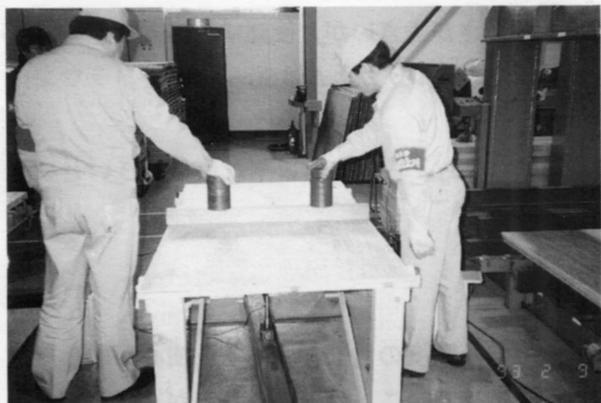


写真7-2 曲げ剛性の測定方法  
Photo . 7-2 . Method of measuring for modulus of elasticity .

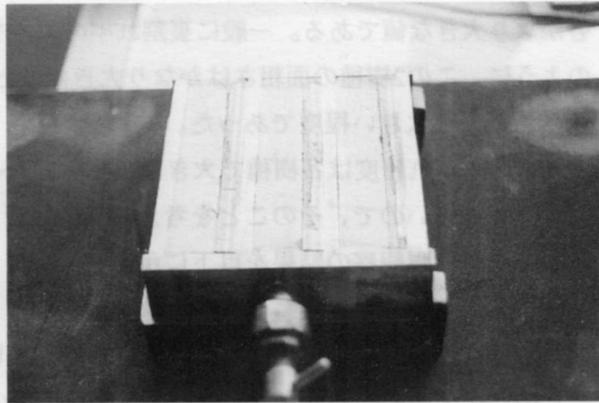


写真7-3 コンクリート硬化不良試験  
Photo . 7 - 3 . Test method of poor setting of concrete

第7-3表 単板の裏割れ

Table 7 - 3 . Lathe check of veneer .

	玉切りNo. log number	モルッカネム <i>P. falcataria</i>		ユーカリ <i>E. deglupta</i>		メリナ <i>G. arborea</i>		アカシア <i>A. mangium</i>	
		外周 outer	内周 inner	外周 outer	内周 inner	外周 outer	内周 inner	外周 outer	内周 inner
		裏割れ率 lathe check ratio (%)	1	70	52	62	72	82	80
	2	61	55	66	79	78	83	88	91
	3	69	55	68	70	79	82	84	95
	4	—	—	54	62	78	82	—	—
	平均値 Ave.	67	54	63	71	80	82	88	91
裏割れ密度 number of lathe check (本/cm)	1	3.9	3.5	4.9	4.7	4.2	4.3	3.4	3.0
	2	3.2	3.4	4.3	3.9	4.3	4.7	3.9	3.6
	3	4.3	3.2	4.4	3.5	4.1	4.2	3.6	3.0
	4	—	—	5.6	5.0	3.5	4.2	—	—
	平均値 Ave.	3.8	3.4	4.8	4.3	4.0	4.4	3.6	3.2

置いた荷重棒の上に4kgの分銅を順次20kgまで載せて“たわみ”を測定した。なお、本試験では測定した“たわみ”から曲げヤング係数を算出した。

### 7.2.8 セメント硬化不良試験

写真7-3に示すように、三連型枠に供試合板(12mm×4cm×15.5cm)とセメントペースト(水:セメント比=0.35)を詰め、200C-RH90%の恒温恒湿室で2日間放置後脱型した。硬化不良を生じる樹種は合板と接する部分のモルタルが硬化しないが、この硬化しない部分の深さを測定した。供試試験片数は各樹種5片であるが、1片につき長さ方向に11点測定した。

## 7.3 試験結果および考察

### 7.3.1 単板切削試験

裏割れの測定結果を第7-3表に示す。裏割れ率をみるとアカシア、メリナはいずれも80%を上回りかなり大きな値であった。同条件でラワンを切削するとおおよそ50~60%の値を示すが、ラワンと比べて

もかなり大きな値である。一般に裏割れ率の大きな単板は面粗さが大きいのが、後述する肉眼観察の結果のように、この2樹種の面粗さはかなり大きかった。ユーカリ、モルツカネムは60～70%で、ラワンに比べるとやや大きい程度であった。

一方、裏割れ密度は各樹種で大きな差はなく3～5本/cmであった。一般に、裏割れ率が大きいと裏割れ密度は小さいので、そのことを考えるとほぼ妥当な値である。

各樹種の肉眼観察の結果を以下に示す。

#### 1) モルツカネム

目ばれが部分的に生じた。道材合板の心板として使用できる限度の目ばれである。樹心が軟らかいためか切削中に心回りが生じた。原木の木口面の状態から毛羽だつことが予想されたが、ほとんど毛羽だちは生じず、予想したよりは良好な単板が切削できた。わずかだが入り皮が現れた。

#### 2) ユーカリ

むき肌は良好であった。部分的に目ばれが生じたところもあったが、目ばれの程度は浅く、一部の単板であった。適材合板の心板として十分使用可能である。ラワンと比べると目ばれ以外は同程度の品質の単板が得られた。

むき心近くなると小さな節が現れた玉切り材もあったが、それ以外は目立った欠点はなかった。

#### 3) メリナ

むき肌は良好ではないが普通合板の心板として使用可能な単板は切削できた。全般に面粗れがやや大きく、目ばれも生じた。逆日のところは特に目ばれが大きかった。目回り状の割れと大きな節が現れ、このため小幅単板が多くなった。単板切削性は良好ではないが、切削困難な樹種ではない。

#### 4) アカシア

単板全体に面粗れが甚だしく、カールもやや大きかった。普通合板の心板には使用可能かもしれないが、化粧性を要求される道材合板の心板としては面粗れが表面に写るため使用できない。硬くて、切削抵抗も大きく、単板の切削性は良好ではなかった。生むきでの単板切削は難しく、原木の煮沸処理が望ましい。また、節、割れも多く小幅単板しか得られなかった。

以上の肉眼観察の結果と裏割れ測定結果から、4樹種の単板切削性を総合的に考察すると、最も良好であったのはユーカリで、ついでモルツカネム、メリナ、アカシアの順である。ユーカリは多少の目ばれ以外はほぼラワンと同程度の品質の単板が得られた。モルツカネム、メリナは使用可能な単板は切削できたが、むき肌は良好ではなかった。アカシアは面粗れが甚だしく、原木の形状も悪く今回試験した原木は合板用材としては適さなかった。しかし、ウォルナットに似た濃褐色の色合いと空目の単板が得られるので、原木の形状を無視すれば、普通合板よりはむしろ“つき板”など化粧単板向きだと思われる。

今回の試験では全体に切削性は良好でなかったが、冬期間に切削したため原木の温度が低く、むき心の材温は10～150C程度であった、その影響がかなり大きかったのかもしれない。

なお、4.25mm厚さの他に、0.8mm、1.8mm、3.5mm厚さの単板も同条件で切削したが、0.8mm、1.8mm厚さの単板はすべての樹種で良好なむき肌の単板が切削できた。

### 7.3.2 単板比重

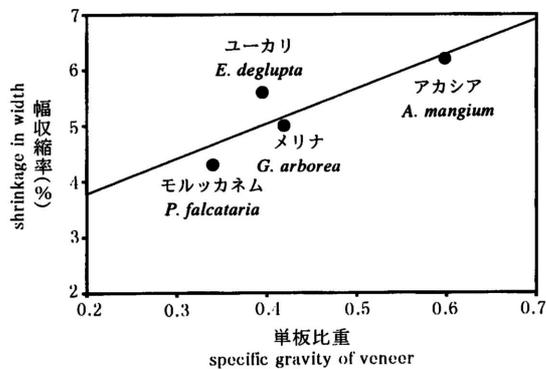
単板の気乾比重（含水率12%）を第7-4表に示す。アカシアは外周と内周で差はなかったが、モルツカネム、ユーカリ、メリナの3樹種はいずれも内周が低い値を示した。

第7-4表 単板の比重  
Table 7-4. Specific gravity of veneer.

玉切り材No. lognumber	モルッカネム <i>P. falcataria</i>		ユーカリ <i>E. deglupta</i>		メリナ <i>G. arborea</i>		アカシア <i>A. mangium</i>	
	外周 outer	内周 inner	外周 outer	内周 inner	外周 outer	内周 inner	外周 outer	内周 inner
	1	0.39	0.33	0.47	0.40	0.41	0.37	0.59
2	0.35	0.32	0.44	0.38	0.48	0.40	0.61	0.59
3	0.35	0.32	0.36	0.33	0.44	0.41	0.60	0.60
4	—	—	0.43	0.34	0.45	0.39	—	—
平均値 Ave.	0.36	0.32	0.43	0.36	0.45	0.39	0.60	0.60
全平均値 All Ave.	0.34	0.40	0.42	0.60				

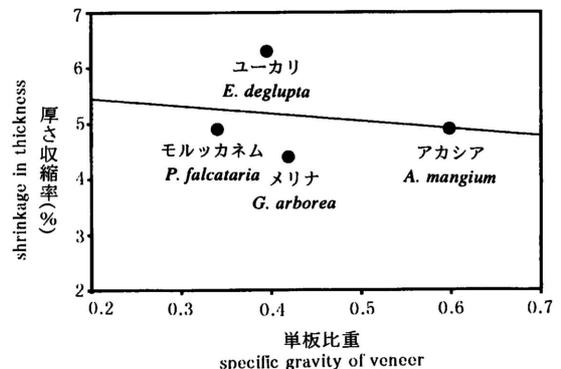
第7-5表 単板の収縮率  
Table 7-5. Shrinkage from green to oven-dry.

試験片No. specimen number	幅収縮率 (%) Shrinkage in width				厚さ収縮率 (%) Shrinkage in thickness			
	モルッカネム <i>P. falcataria</i>	ユーカリ <i>E. deglupta</i>	メリナ <i>G. arborea</i>	アカシア <i>A. mangium</i>	モルッカネム <i>P. falcataria</i>	ユーカリ <i>E. deglupta</i>	メリナ <i>G. arborea</i>	アカシア <i>A. mangium</i>
	1	4.3	6.0	5.2	6.0	5.2	6.2	4.7
2	4.1	5.3	5.1	6.5	5.2	6.6	4.0	5.0
3	4.2	5.1	5.0	7.2	5.3	6.1	3.9	6.9
4	4.2	5.3	5.1	6.5	5.4	6.8	4.6	3.2
5	4.2	6.0	5.2	6.4	4.7	7.2	4.8	4.9
6	4.4	5.8	5.0	5.6	5.4	5.8	4.5	4.0
7	4.5	5.5	5.3	5.0	4.5	6.0	4.0	3.8
8	4.5	5.8	4.6	6.7	4.3	5.7	4.4	5.0
9	4.4	5.4	4.7	7.1	4.5	6.4	4.0	6.0
10	4.3	5.6	4.9	5.4	4.0	6.4	5.3	4.8
平均値 Ave.	4.3	5.6	5.0	6.2	4.9	6.3	4.4	4.9



第7-2図 単板比重と幅収縮率

Fig. 7-2. Relation between specific gravity of veneer and shrinkage in Width.



第7-3図 単板比重と厚さ収縮率

Fig. 7-3. Relation between specific gravity of veneer and shrinkage in thickness.

7.3.3 単板乾燥試験

収縮率を第7-5表に示す。各樹種とも供試単板10枚の値に大きなバラツキは認められなかった。

単板比重と幅収縮率（平均値）との関係を第7-2図に、厚さ収縮率（平均値）との関係を第7-3図に示す。収縮率は比重に比例して大きくなるが、今回の試験結果でも幅収縮率はおおむね比重に相関し、比重が高くなると幅収縮率も大きくなっている。しかし、厚さ収縮率は比重との相関はまったく認められなかった。この理由の一つには、ローラードライヤで乾燥すると比重の低い、軟らかい単板はローラーで押しつぶされ、厚さ収縮率が大きくなる傾向があることが考えられる。しかし、このことを考慮してもユーカリは大きかった。

第7-6表に初期含水率から10%まで、および60%から10%までの乾燥時間と初期含水率を示す。初期含水率は樹種により差があるが、原木は切削前に凍結を融解するため水中に約1週間浸せさせたことも

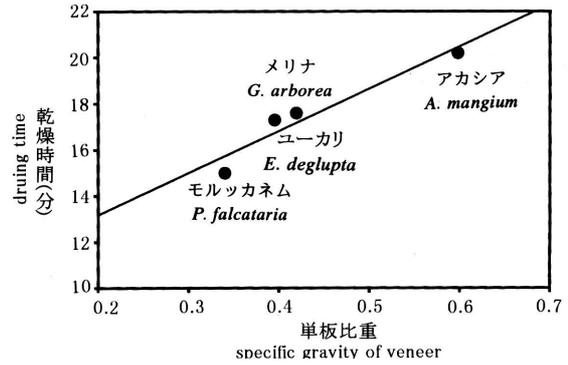
第7-6表 単板の乾燥時間と初期含水率  
Table 7-6. Drying time and Initial moisture content.

試験片No. specime number	モルッカネム <i>P. falcataria</i>			ユーカリ <i>E. deglupta</i>		
	初期含水率 →10% initial m.c. →10%	60→10%	初期含水率 initial m.c.	初期含水率 →10% initial m.c. →10%	60→10%	初期含水率 initial m.c.
	(min.)	(min.)	(%)	(min.)	(min.)	(%)
1	21.2	16.2	96	33.1	15.9	145
2	24.4	15.4	113	32.3	16.7	139
3	21.0	13.5	109	29.4	18.4	113
4	21.2	13.6	115	29.4	16.4	126
5	14.4	12.7	74	33.1	15.9	148
6	17.8	13.6	91	33.1	15.4	152
7	15.3	12.7	80	26.0	18.4	100
8	18.3	17.6	64	29.8	20.9	111
9	18.3	18.0	61	27.4	17.6	104
10	17.6	16.9	64	29.1	17.6	102
平均値 Ave.	19.0	15.0	87	30.3	17.3	124
試験片No. specime number	メリナ <i>G. arborea</i>			アカシア <i>A. mangium</i>		
	初期含水率 →10% initial m.c. →10%	60→10%	初期含水率 initial m.c.	初期含水率 →10% initial m.c.→10%	60→10%	初期含水率 initial m.c.
	(min.)	(min.)	(%)	(min.)	(min.)	(%)
1	40.0	15.6	172	33.1	19.4	102
2	38.1	19.7	147	33.8	20.0	105
3	39.4	17.2	159	33.8	19.7	107
4	40.0	19.4	151	30.6	18.4	98
5	42.2	17.5	174	31.8	21.9	95
6	40.6	19.4	155	32.3	20.1	102
7	40.6	16.3	171	30.5	20.6	96
8	41.3	17.2	164	33.1	22.2	100
9	41.9	17.2	170	30.3	19.4	106
10	41.3	16.3	182	32.2	20.6	100
平均値 Ave.	40.5	17.6	166	32.1	20.2	101

第7-7表 単板の堆積高さ

Table 7-7. Accumulation height of veneer after drying .

測定点 measuring point	モルッカネム <i>P. falcataria</i> (mm)	ユーカリ <i>E. deglupta</i> (mm)	メリナ <i>G. arborea</i> (mm)
1	116	128	71
2	98	105	61
3	107	108	60
4	75	124	56
平均値 Ave.	99	116	62



第7-4図 単板比重と乾燥時間

Fig. 7-4. Relation between specific gravity of veneer and drying time .



写真7-4 乾燥後のモルッカネムの単板

Photo . 7 - 4 . *P. falcataria* veneers after drying .

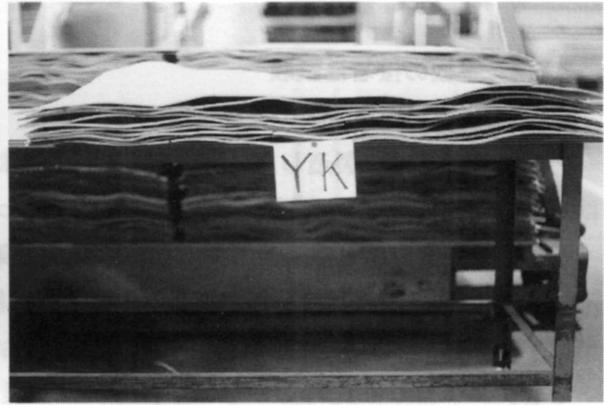


写真7-5 乾燥後のユーカリの単板

Photo . 7 - 5 . *E. deglupta* veneers after drying .



写真7-6 乾燥後のメリナの単板

Photo . 7 - 6 . *G. arborea* veneers after drying .



写真7-7 乾燥後のアカシアの単板

Photo . 717 . *A. mangium* Veneers after drying .

あり，樹種本来の生材含水率かどうかは疑問である。4樹種ともかなり高い値を示し，したがって，初期含水率から10%までの乾燥時間の値は大きかった。

単板比重と含水率60%から10%までの乾燥時間（平均値）の関係を第7-4図に示す。この乾燥時間は比重が高くなるほど大きくなるが，今回の試験結果でも比重と相関し，特に乾燥性の悪い樹種は認められなかった。

第7-7表に単板の堆積高さを測定した結果を示す。なお，アカシアは前述のように小幅単板しか採取

です、幅60～70cmの単板で乾燥試験を行ったため、この値は測定できなかった。

結果を見るとユーカリ、モルツカネム、メリナの順でこの値は大きく、すなわち単板の狂いが大きかった。乾燥試験終了後の10枚の単板を積み重ねたときの様子を写真7-4～7-7に示したが、この写真をみても判るように、この3樹種の狂いの大きさは堆積高さの測定結果と一致している。

また、写真7-7で判るように、アカシアの単板の狂いは非常に小さかった。この理由の一つは、メリナも同様だが、前述のようにこの2樹種の裏割れ率がかなり大きく、いわゆるテンダーをかけた状態になり、狂いが小さくなったものと考えられる。したがって、今回の試験結果だけでこの2樹種は単板の狂いが小さい樹種であると断定することは難しい。

なお、ユーカリ、モルツカネムはラワンとくらべると単板の狂いはやや大きいですが、合板製造上でとくに大きな支障になることはないと思われる。その他、単板乾燥による顕著な欠点の発生は認められなかった。

### 7.3.4 単板の接着性試験

#### 7.3.4.1 同樹種合板の接着性能

いずれの接着剤で製造した合板も、常態接着力は良好で、ほとんどの試験片で木破率は100%あるいは100%近い値を示し、常態接着性能は良好であった。

温冷水浸せき試験と煮沸繰り返し試験の結果を第7-8～第7-10表に示す。

第7-8表のエリア樹脂接着剤の結果をみると各樹種とも接着性能は良好で、すべての試験片がJASの標準値である7kgf/cm<sup>2</sup>を上回った。すなわち2類に合格した。

なお、ユーカリは12片しかないが、これは引張りせん断試験後一部の試験片の心板にはぎ合わせのテープが認められたので、これらの試験片を除外したためである。

第7-9表のメラミン樹脂接着剤の結果をみると、モルツカネムとユーカリで標準値を下回る試験片がそれぞれ2片と1片あったが、木破率は90%と100%を示し、接着性能に問題はないと考えられる。

第7-10表のフェノール樹脂接着剤の結果もメラミン樹脂接着剤と同様の傾向を示し、モルツカネム、メリナ、ユーカリで標準値を下回る試験片があったが、ユーカリの1片を除きその木破率は70%以上で接着性能は悪くないと考えられる。

以上の試験結果から、今回試験した4樹種の単板をユリア樹脂接着剤、メラミン樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤で通常の方法で接着しても、特に単板の接着性に問題のある樹種は認めらず、普通合板のJASの2類または1類に十分合格する性能が得られることが判明した。

#### 7.3.4.2 道材合板の接着性能

常態接着力は同樹種構成の合板と同様にいずれも良好で、ほとんどの試験片が木破率は100%を示した。温冷水浸せき試験の結果を第7-11～第7-12表に示す。カバ合板、シナ合板ともユーカリで標準値を下回る試験片がそれぞれ4片、8片あったが木破率はいずれも100%を示し、ユーカリを心板にした合板の接着性能が悪いとは考えられない。この他にメリナで標準値以下の試験片が2片あり、木破率もそれほど高くはなかったが、その原因は心板の面粗れだと推定される。

これらの結果から、供試4樹種を適材合板の心板に使用しても接着性能には特に問題はないと考えられる。

### 7.3.5 熱圧による厚さ減り

試験結果を第7-13表に示す。一般に比重が低いほど、熱圧温度が高く圧縮時間が長いほどこの値は大きくなる。今回の結果でもほぼこのような傾向を示し、樹種の比較ではモルツカネムが厚さ減りは大き

第7-8表 同樹種合板の温冷水浸せき試験結果(ユリア樹脂接着剤)

Table 7-8. Result of hot and cold water immersion test. (Urea resin adhesive)

試験 片No. specimen number	モルッカネム <i>P. falcataria</i>		ユーカリ <i>E. deglupta</i>		メリナ <i>G. arborea</i>		アカシア <i>A. mangium</i>	
	せん断強さ shearing strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	木破率 wood failure (%)						
	1	9.2	100	13.0	100	9.2	40	23.6
2	8.8	100	13.4	100	9.8	40	20.0	10
3	10.2	40	14.2	80	9.0	20	18.0	30
4	8.4	60	12.2	70	9.2	50	22.0	20
5	9.4	100	10.0	60	16.0	50	13.2	20
6	8.4	70	10.0	50	14.4	20	10.0	10
7	10.2	70	10.2	60	14.4	10	15.0	10
8	9.0	90	8.6	100	14.4	10	8.8	60
9	7.6	100	8.2	90	8.4	60	13.4	50
10	8.8	100	8.4	100	9.4	20	16.4	60
11	10.4	90	8.0	100	10.6	10	18.6	30
12	10.0	100	8.4	100	8.8	10	17.8	70
13	9.0	40	—	—	14.8	40	14.0	60
14	11.4	50	—	—	14.0	60	17.4	80
15	9.2	40	—	—	12.2	50	18.4	60
16	9.2	50	—	—	12.4	90	16.2	20

第7-9表 同樹種合板の煮沸繰り返し試験結果(メラミン樹脂接着剤)

Table 7-9. Result of cyclic boiling test. (Melamine resin adhesive)

試験 片No. specimen number	モルッカネム <i>P. falcataria</i>		ユーカリ <i>E. deglupta</i>		メリナ <i>G. arborea</i>		アカシア <i>A. mangium</i>	
	せん断強さ shearing strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	木破率 wood failure (%)						
	1	8.8	100	8.0	100	9.4	10	11.8
2	10.0	90	8.0	100	10.4	10	13.8	40
3	8.4	90	10.8	100	10.6	10	12.4	50
4	8.8	100	10.2	100	10.2	10	12.0	60
5	7.8	100	10.8	100	12.4	20	11.2	10
6	8.6	100	9.6	100	14.6	30	14.4	10
7	8.4	100	11.4	90	14.6	20	11.8	10
8	9.0	60	10.0	100	13.0	30	15.2	10
9	7.6	80	6.6	100	12.8	10	14.6	10
10	8.4	100	7.2	100	9.6	0	14.2	10
11	6.6	90	8.4	100	10.2	0	14.8	40
12	8.6	60	9.6	100	13.2	10	15.4	10
13	8.8	100	7.8	100	8.4	0	16.8	0
14	8.2	100	9.2	100	10.8	30	16.4	20
15	8.0	100	8.8	100	9.8	0	16.0	0
16	6.8	100	8.0	100	10.8	60	15.8	0

第7-10表 同樹種合板の煮沸繰り返し試験結果（フェノール樹脂接着剤）

Table 7-10. Result of cyclic boiling test. (Phenol resin adhesive).

試験 片No. specimen number	モルッカネム <i>P. falcataria</i>		ユーカリ <i>E. deglupta</i>		メリナ <i>G. arborea</i>		アカシア <i>A. mangium</i>	
	せん断強さ	木破率	せん断強さ	木破率	せん断強さ	木破率	せん断強さ	木破率
	shearing strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	wood failure (%)						
1	8.4	40	7.0	40	9.4	10	10.6	10
2	8.4	90	6.8	90	11.0	80	10.0	0
3	6.2	80	7.4	60	12.2	90	9.6	0
4	9.0	100	6.2	40	9.2	90	9.4	10
5	9.2	80	9.8	100	10.8	70	9.8	0
6	10.6	100	10.8	60	13.2	50	11.6	0
7	12.4	90	9.2	80	16.2	80	15.6	0
8	8.2	50	10.4	20	12.0	70	14.8	0
9	12.0	100	8.6	50	10.6	100	9.0	10
10	12.2	100	8.8	10	5.4	100	10.2	10
11	13.0	90	8.8	100	7.2	100	9.2	20
12	12.0	80	6.8	70	10.0	90	7.8	10
13	8.4	70	11.2	70	13.4	0	11.8	10
14	8.0	60	10.4	10	11.0	30	14.2	0
15	9.6	50	10.0	10	13.2	0	13.4	0
16	9.4	70	10.2	20	12.2	100	11.2	0

第7-11表 道材合板の温冷水浸せき試験結果（カバ合板）

Table 7-11. Result of hot and cold water immersion test. (Birch Plywood).

試験 片No. specimen number	モルッカネム <i>P. falcataria</i>		ユーカリ <i>E. deglupta</i>		メリナ <i>G. arborea</i>		アカシア <i>A. mangium</i>	
	せん断強さ	木破率	せん断強さ	木破率	せん断強さ	木破率	せん断強さ	木破率
	shearing strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	wood failure (%)						
1	13.2	80	6.6	100	11.8	70	15.8	20
2	10.2	80	6.6	100	14.6	60	16.6	40
3	12.8	80	7.2	100	12.8	60	16.8	20
4	11.2	10	6.2	100	15.6	60	14.8	10
5	18.2	20	9.2	80	15.4	70	15.2	10
6	15.0	20	12.2	60	17.8	70	14.4	20
7	15.6	10	11.6	100	14.8	80	12.4	30
8	13.4	10	8.8	100	14.4	100	14.4	20
9	8.8	100	7.8	90	16.0	40	16.6	40
10	10.0	90	7.6	100	15.6	60	13.4	20
11	10.6	20	6.8	100	15.0	30	10.8	20
12	12.0	100	7.8	100	14.2	20	15.2	30
13	14.0	10	12.6	100	14.8	40	16.6	10
14	14.0	70	12.2	100	13.8	30	16.2	10
15	13.8	10	12.0	100	16.2	40	17.4	10
16	11.6	20	11.8	100	15.4	60	17.0	20

第7 - 12表 道材合板の接着性能試験結果 (シナ合板)

Table 7 - 12 . Result of hot and cold water immersion test . ( Basswood plywood ) .

試験 片No. specimen number	モルッカネム <i>P. falcataria</i>		ユーカリ <i>E. deglupta</i>		メリナ <i>G. arborea</i>		アカシア <i>A. mangium</i>	
	せん断強さ shearing strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	木破率 wood failure (%)						
1	9.8	70	5.6	100	7.0	60	9.0	100
2	9.4	60	4.6	100	6.8	30	9.8	100
3	11.4	70	6.2	100	7.2	80	11.2	100
4	10.4	80	6.4	100	5.8	60	11.0	100
5	12.2	10	9.2	100	10.8	30	11.0	20
6	10.8	10	8.2	100	10.2	20	11.6	20
7	12.0	30	10.4	100	8.2	20	13.0	40
8	15.2	50	12.0	100	9.4	10	11.2	70
9	10.6	60	7.6	100	7.4	90	7.4	100
10	10.0	80	8.2	100	7.0	100	8.4	100
11	13.0	30	10.4	100	8.0	80	11.6	100
12	13.2	50	11.0	100	8.0	80	10.0	90
13	14.4	100	6.6	100	13.0	50	10.6	50
14	14.4	100	6.0	100	13.0	40	9.6	40
15	11.8	100	5.8	100	12.0	100	10.8	100
16	13.4	100	5.2	100	13.8	70	11.4	30

第7 - 13表 熱圧による厚さ減り

Table 7113 . Thickness loss due to hot pressing .

接着剤 adhesive	合板 No. plywood number	モルッカネム <i>P. falcataria</i>	ユーカリ <i>E. deglupta</i>	メリナ <i>G. arborea</i>	アカシア <i>A. mangium</i>
		(%)	(%)	(%)	(%)
ユリア樹脂 urea resin	1	3.7	2.6	2.1	3.4
	2	4.2	3.2	2.8	2.9
	3	4.0	3.6	2.7	2.8
	4	3.8	3.9	2.5	3.4
	5	4.2	3.7	2.5	2.4
	平均 Ave.	4.0	3.4	2.5	3.0
メラミン樹脂 melamine resin	1	5.7	5.7	4.8	4.4
	2	5.4	5.6	4.6	4.9
	3	5.6	6.4	4.5	5.1
	4	5.1	6.4	4.1	5.3
	5	5.6	5.2	4.1	5.2
	平均 Ave.	5.5	5.9	4.4	5.0
フェノール樹脂 phenol resin	1	7.3	6.9	5.1	5.5
	2	7.9	5.5	7.8	5.0
	3	7.5	5.6	8.1	4.7
	4	6.1	5.3	3.4	4.5
	5	5.8	6.0	4.7	4.2
	平均 Ave.	6.9	5.9	5.8	4.8

第7-14表 合板の狂い  
Table 7-14. Warping of Plywood.

合板 No. plywood number	モルッカネム <i>P. falcata</i>			ユーカリ <i>E. deglupta</i>		
	製造直後 immediatery after production	1週間放置後 after 1week	1カ月放置後 after 1month	製造直後 immediatery after production	1週間放置後 after 1week	1カ月放置後 after 1month
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	1.7	1.2	1.3	2.3	5.1	2.8
2	1.5	2.3	1.3	2.1	4.5	1.8
3	1.7	1.7	1.8	2.9	2.0	2.2
4	1.8	3.6	1.6	3.6	4.5	2.0
5	2.1	1.2	1.0	3.2	2.1	2.5
6	1.5	1.0	0.9	3.0	4.1	2.1
7	1.5	1.3	0.9	2.2	1.8	2.5
8	1.8	1.9	1.2	4.6	6.6	4.7
9	1.2	1.2	0.6	2.7	1.6	1.5
10	2.2	3.2	1.4	3.2	4.6	2.1
平均 Ave.	1.7	1.9	1.2	3.0	3.7	2.4
合板 No. plywood number	メリナ <i>G. arborea</i>			アカシア <i>A. mangium</i>		
	製造直後 immediatery after production	1週間放置後 after 1week	1カ月放置後 after 1month	製造直後 immediatery after production	1週間放置後 after 1week	1カ月放置後 after 1month
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	2.5	1.0	0.7	1.7	1.0	0.9
2	2.3	1.0	1.0	1.6	1.0	1.3
3	2.0	1.2	0.8	1.9	1.2	0.8
4	1.5	3.0	1.0	2.1	3.0	1.0
5	1.8	0.6	0.8	2.3	0.6	1.1
6	1.4	2.3	0.8	1.8	2.3	1.2
7	1.6	1.6	0.7	2.4	1.6	1.1
8	1.2	1.9	0.9	1.8	1.9	1.1
9	1.3	1.0	0.8	2.1	1.0	0.6
10	1.8	2.2	1.3	2.3	2.2	1.8
平均 Ave.	1.7	1.6	0.9	2.0	1.6	1.1

く、接着剤の比較ではフェノール樹脂接着剤が厚さ減りは大きい傾向を示した。また、今回の試験から得られた値をみるとほぼ比重に見合った数値を示し、ラワン合板など他の南洋材の樹種と比較して特に熱圧による厚さ減りが大きな樹種はなかった。

### 7.3.6 合板の狂い

試験結果を第7-14表に示す。表の値は、表板が上側の場合と下側の場合のそれぞれについて測定点8

第7 - 15表 曲げヤング係数

Table 7 - 15 . Modulus of elasticity .

合板No. plywood number	モルツカネム <i>P. falcata</i> (tonf/cm <sup>2</sup> )	ユーカリ <i>E. deglupta</i> (tonf/cm <sup>2</sup> )	メリナ <i>G. arborea</i> (tonf/cm <sup>2</sup> )
1	56	59	65
2	56	65	70
3	53	69	67
4	55	64	66
5	52	66	64
6	52	60	64
7	49	63	63
8	47	62	60
9	51	64	67
10	54	59	68
11	50	63	69
12	53	63	69
13	52	67	67
14	52	65	-
15	52	71	-
平均 Ave.	53	64	66

第7 - 16表 セメント硬化不良試験結果

Table 7 - 16 . Poor setting of cement .

試験片No. specimen number	モルツカネム <i>P. falcata</i> (mm)	ユーカリ <i>E. deglupta</i> (mm)	メリナ <i>G. arborea</i> (mm)
1	0.32	0.02	0.03
2	0.04	0.01	0.05
3	0.04	0.02	0.02
4	0.70	0.01	0.04
5	0.04	0.02	0.03
平均 Ave.	0.23	0.02	0.03

## 7.3.8 セメント硬化不良試験

試験結果を第7 - 16表に示す。この数値が0.3mm以上であると実用的に問題があるといわれている<sup>7-2)</sup>。

今回の結果をみるとアカシアはこの数値を上回りかなり大きな硬化不良が生じた。

モルツカネムも5片のうち2片で硬化不良が生じたが、他の3片には硬化不良は認められず試験片による差が生じた。辺、心材でこのように差が生じ、5樹種もあるが、モルツカネムの差が何によるかは今回の試験からでは明らかではなかった。ユーカリ、メリナでは硬化不良は生じなかった。

これらの結果から判断するとアカシアはコンクリート型枠用合板の表裏板への使用は適さず、モルツカネムは注意が必要であり、ユーカリ、メリナは適しているといえる。

## 7.4 まとめ

モルツカネム、ユーカリ、メリナ、アカシアの4樹種の合板用原木としての適性を評価するため一連

点の平均値を算出し、この二つの値の平均値である。

ユーカリが他の樹種に比べるとやや大きな値を示したが、いずれの測定時でもほとんどの合板が5mm以下であった。

これまでの経験からこの数値が5~6mmを上回ると肉眼で見て明らかに狂いが大きいことが判るが3mm程度であればほとんど問題のない狂いである。

ユーカリ以外の樹種はほとんどの測定値が2mm以下で狂いは非常に小さかった。

また、製造直後は狂いが小さくても放置しておくとも狂いが大きくなる樹種もあるが7 - 1) 今回試験した4樹種はその心配もなかった。

## 7.3.7 合板の曲げ剛性試験

試験結果を第7 - 15表に示す。一般に比重が高いほど曲げヤング係数は大きくなるが、今回の試験でもアカシアが最も大きく以下メリナ、ユーカリ、モルツカネムの順であった。

コンクリート型枠用合板のJASでは“たわみ”の数値で合否を判定するが、それをヤング係数に換算すると今回試験した合板は70tonf/cm<sup>2</sup>になる。アカシアでは十分この数値を上回っている。メリナ、ユーカリはわずかに下回っているが、この程度であれば表裏板を若干厚く(2.0mm程度に)することにより規格をクリアできるものと考えられる。しかし、モルツカネムはかなり小さく、曲げ剛性の面からみるとコンクリート型枠用合板には適さないといえる。

の合板製造試験を行った。その結果を要約すると以下のとおりであった。

- 1) ペニアレースを用いて4.25mm厚さの単板切削したが、単板切削性はユーカリが最も良好で次いでモルッカネム、メリナ、アカシアの順であった。メリナ、アカシアは裏割れ率、面粗さがやや大きく、煮沸などの前処理が望ましい。
- 2) ローラードライヤを用いて単板を乾燥したが、生材から全乾までの幅収縮率は単板比重と相関し、特に幅収縮率の大きな樹種はなかった。  
厚さ収縮率と比重との相関は認められず、ユーカリが大きな収縮率を示した。  
含水率60%から10%までの乾燥時間は早坂比重と相関し、特に乾燥性の悪い樹種はなかった。
- 3) ユリア樹脂接着剤、メラミン樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤を用いて合板を製造し、普通合板のJASに準じてこれらの合板の接着性能を調べた。その結果、いずれの合板も接着性能は良好で、JASの2類または1類に合格する性能が得られた。
- 4) カバ、シナを表裏板に、心板に供試4樹種を使用した道材合板をユリア樹脂接着剤で製造してこれらの合板の接着性能を調べた。その結果、いずれの合板も接着性能は良好でJASの2類に合格する性能が得られた。
- 5) 合板製造時の熱圧による厚さ減りを測定したが、ほぼ合板の比重および熱圧条件に見合った値で、特に厚さ減りが大きな樹種はなかった。
- 6) 実大サイズ合板(5.5mm×90cm×180cm)の狂いを測定したが、特に狂いが大きい樹種はなかった。
- 7) コンクリート型枠用合板のJASに準じて12mm厚さ合板の曲げ剛性試験を行った。  
その結果、アカシアはJASに合格したが、ユーカリ、メリナは標準値よりやや低い値を示し、JASに合格するには表裏板厚さを厚くする必要があった。モルッカネムはかなり標準値を下回り、曲げ剛性の面からはコンクリート型枠用合板には適さなかった。
- 8) コンクリート型枠用合板の表裏板への使用を考慮してセメント硬化不良試験を行った。その結果、アカシアは大きな硬化不良を示し、表裏板には適さなかった。モルッカネムも一部大きな硬化不良を示した試験片があり注意が必要であらう。ユーカリ、メリナはまったく問題はなかった。

## 7.5 Abstract

In this section, plywoods were manufactured from 4 species test logs. We evaluated the suitability of 4 species for manufacturing of plywood. It is concluded that 3 species (*Paraserianthes falcataria* Becker, *Eucalyptus deglupta* Bl. and *Gmelina arborea* L.) are technically suitable for plywood manufacturing but, *Acacia mangium* has not so good suitability because of poor peering property.

## 7.6 文献

- 7-1) 熱帯林人工材材料性能試験事業成果報告書, (社)北海道林産技術普及協会, 58, (1994).
- 7-2) 南亨二ほか2名: 建築技術, No. 179, 145, (1966).

- 技術部 合板科 高谷 典良 (Noriyoshi TAKAYA) -  
- 同 上 秋津 裕志 (Hiroshi AKITSU) -  
- 同 上 河原崎政行 (Masayuki KAWARASAKI) -