

(研究資料)

マレーシア産パラゴム材及びオイルパーム材を原料 とする中密度ファイバーボード (MDF) の製造

富村洋一⁽¹⁾・KHOO Kean Choon⁽²⁾

Yoichi TOMIMURA and KHOO Kean Choon : Manufacture of
Medium Density Fiberboards from Malaysian
Rubberwood and Oil Palm
(Research note)

要 旨：マレーシア産パラゴム材から中密度ファイバーボード (MDF) を、オイルパーム材からMDFとストランドボードを製造し、材質を検討した。接着剤としてMDFにはユリア樹脂を、ストランドボードにはメラミン-フェノール樹脂を使用した。パラゴム材及びオイルパーム材からのMDFはボード密度0.5, 0.6, 0.7 g/cm³付近で、それぞれJIS A 5906の50タイプ, 150タイプ, 200タイプに相当する材質のものが得られたが、高温で蒸煮したものを除き、一般的に耐水性が劣っていた。オイルパームの場合、柔組織を除いたものと、そのままのものを原料にした場合とを比較したが、大きな差は見られなかった。オイルパーム材からのストランドボードにおいて、配向性のものはランダムボードと比較して35-45%曲げ強さが増大した。配向性ボードでは密度0.5 g/cm³付近でJIS A 5908の150タイプ, 0.6 g/cm³, 0.7 g/cm³付近で200タイプに、ランダムボードでは、それぞれ100タイプ, 150タイプ, 200タイプに相当した。また、吸水試験及び煮沸試験の結果では、これらボードはPタイプの基準に合致するものであった。

目 次

I 序論	153
II 材料	154
III 蒸煮及び解繊	154
IV MDF及びストランドボードの製造	155
V 結果と考察	155
VI 引用文献	159
Summary	160

I 序 論

パラゴムはマレーシアに豊富に存在し、しかも計画的に栽培されている。この木はラテックスを採取

した後も用材として有効に利用され、特に家具の製造に好んで用いられている。今日、マレーシアでは約 200 万ヘクタール（内 170 万ヘクタールは半島部に存在）のゴム農園が存在し、年当たり利用可能なパラゴム材は 89 万立方メートルに達している⁷⁾。パラゴム材の利用については家具¹⁾や紙パルプ²⁾、パーティクルボード³⁾などに利用した数多くの報告があるものの、ファイバーボードへの利用に関するものはほとんどなく⁴⁾、したがって MDF についての報告を見いだすのは困難である。

一方、オイルパームは半島マレーシアで 1400 万ヘクタールにも達する面積で栽培されている。その経済寿命は約 25 年であり、再植林の際には莫大な量の幹や枝が排出されている。その量はおよそヘクタール当たり全乾量にして 74 トンに達すると見積られているが、現在までは、経済的な有効利用法はなく、細かく刻まれた後、害虫の発生や腐敗による環境汚染を避けるために焼却されているのが現状である。オイルパームの栽培量は将来もふえ続けると予想されるので、この膨大な木質資源を有効に利用する必要がある。オイルパームについても、また、紙パルプ⁵⁾⁶⁾やパーティクルボード⁷⁾⁸⁾への利用では若干の報告があるが、ファイバーボードについては、果実からのファイバーを湿式ボードに利用した例⁹⁾があるのみで、膨大な資源ともいえる幹の部分の利用例はいまだない。オイルパームの幹部は繊維束とその間隙を埋める柔組織からなり、長い繊維束は配向性ストランドボードの製造にも適していると思われる。本実験では、これらの現状を踏まえてパラゴム材から MDF を、また、オイルパーム材からは MDF と配向性ストランドボードの製造を試みた。なお、本研究は、1987 年 11 月から 1 年間 JICA 派遣職員としてマレーシア国、セランゴール州、ケボンの森林研究所に滞在中に行ったものである。

II 材 料

パラゴム材 (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) はマレーシア国セランゴール州、Sungai Bulohにある Rubber Research Institute Experimental Station のゴム園にて、21 年生の材を伐採し、剥皮後チップ化した。オイルパーム材 (*Elaeis guineensis* Jacq.) は、同じくセランゴール州、Batang Berjuntai にある Socfin Palm Oil State において、25 年生の材を伐採し、剥皮後ナイフで適当な大きさのチップを切り出した。

III 蒸 煮 及 び 解 繊

チップは蒸気蒸煮に先だって予め一晩水に浸漬しておいた。蒸煮は水蒸気圧 6 kg/cm²、蒸煮時間 10 分、8 kg/cm²—10 分、10 kg/cm²—5 分の 3 条件で行った。蒸煮後、リファイナーを用い、間隙 0.3 mm—0.4 mm で解繊した。この際オイルパームについては、チップを蒸煮後水中で攪はん処理して柔組織を取り除き、繊維束のみとしたものと、蒸煮後そのまま解繊したものに分けて MDF の原料とした。

配向ストランドボードの原料は、水に浸漬したオイルパームチップを蒸煮することなく、粗砕刃を用いてリファイナーを一度通過させたものを目開き 1 mm のふるいで分け、ふるいの上に残った画分を表層の原料とし、ふるいを通過した小片を内層の原料とした。この画分は主として柔組織であった。

IV MDF及びストランドボードの製造

(1) MDFの製造

MDFの製造にはユリア樹脂 (BORDEN CHEMICAL WW-16) を使用し、含脂率はすべてのボードについて、全乾ファイバーに対して 13%とした。ワックスと硬化剤は使用しなかった。接着剤塗布後ファイバーは塗布ムラを少なくするためにリファイナーを通した。ボードの大きさは $25\text{ cm} \times 30\text{ cm} \times 1.2\text{ cm}$ 、目標密度は $0.5, 0.6, 0.7\text{ g/cm}^3$ とし、熱圧温度及び時間は、 160°C 、5分、圧縮圧は、 30 kg/cm^2 (2分)– 15 kg/cm^2 (2分)– 5 kg/cm^2 (1分)とし、ディスタンスバーを使用した。

(2) ストランドボードの製造

ストランドボードの製造には、ミラミン–フェノール–ホルムアルデヒド樹脂 (三井東圧製；ユーロイド U 811) を使用した。ボードは3層とし、表層と内層の比は 1 : 2 として、含脂率は表層 12%、内層 10%とした。配向ストランドボードのマット形成は $30\text{ cm} \times 25\text{ cm}$ の長辺に平行に設置した配向用スリット (間隔 1 cm) を用い、手作業で散布した。配向は表層部のみとし、内層はランダムに散布した。比較のために表層、内層ともにランダムに散布を行ったボードを同条件で製造した。熱圧条件は 170°C 、8分、 30 kg/cm^2 の一段圧縮とした。ボードサイズは $25\text{ cm} \times 30\text{ cm} \times 1.2\text{ cm}$ 、目標密度は $0.5, 0.6, 0.7\text{ g/cm}^3$ とした。MDFは JIS A 5906、ストランドボードは JIS A 5908 に従って材質試験を行った。なお、配向性ボードについては配向方向のみについて試験片を作成し、材質試験を行った。

V 結果と考察

Table 1 にそれぞれのチップからのファイバー収率及びかさ密度を示す。蒸煮圧が高くなると収率は

Table 1. ファイバーの収率とかさ密度
Yield and bulk density of fibers

樹種 Wood species	蒸煮条件 Steaming condition	収率 Yield (%)	かさ密度 Bulk density (g/cm^3)
パラゴム材 Rubberwood	1	97.6	0.061
	2	92.0	0.043
	3	90.8	0.029
オイルパーム材 Oil palm (柔組織を含む) (including parenchyma)	1	94.7	0.060
	2	92.3	0.045
	3	91.0	0.057
オイルパーム材 Oil palm (柔組織を除く) (excluding parenchyma)	1	65.2	0.081
	2	64.3	0.063
	3	63.1	0.077

蒸煮条件 Steaming condition

1. 水蒸気圧 6 kg/cm^2 で 10 分間 Steaming pressure 6 kg/cm^2 for 10min.
2. 水蒸気圧 8 kg/cm^2 で 10 分間 Steaming pressure 8 kg/cm^2 for 10min.
3. 水蒸気圧 10 kg/cm^2 で 5 分間 Steaming pressure 10 kg/cm^2 for 5min.

わずかながら低下した。パラゴム材もオイルパーム材も分解されやすい澱粉を多量に含んでいること、また、繊維もリグニン含量が他の樹種よりもかなり低く¹⁾⁴⁾¹⁰⁾分解されやすいことが、その原因と考えられる。水洗により柔組織を取り除いたものではファイバーの収率は63-65%程度となった。かさ密度はパラゴム材では蒸煮圧が高くなるに従って値が低下したが、オイルパーム材では6 kg/cm²での蒸煮が最大で、8 kg/cm²で最小であった。また、柔組織を水洗して除いたものの方がかさ密度は大きい値を示した。オイルパーム材とパラゴム材を比較するとパラゴム材の方が値が小さく、しかも蒸煮条件が激しくなるに従って大きく変化し、6 kg/cm²と10 kg/cm²では値は半分以下となり、かさ密度は急速に減少した。Table 2 にファイバーのふるい分けの結果を示す。パラゴム材では10 kg/cm²で蒸煮したものが一番長繊維画分に富んでいた。オイルパーム材の場合、水洗により柔組織を取り除いたものでは長繊維画分が少なく、柔組織込みの原料では細かい画分が少ないという対照的な結果を示した。これは不定形でこわれやすい柔組織の部分が糖分を多量に含むため、蒸煮解繊中に糊状となって長繊維の画分にまざり合って入ってきたためと思われる。Table 3 はオイルパームのストランドのふるい分けの結果である。この場合2 mm-1 mmの画分に破碎物が集中した。ボードの製造実験では表層と内層の比を1:2として表層に1 mm以上の画分を使用しているので、破碎条件をもっと検討する必要がある。

Table 2. ファイバーのふるい分け
Screen analysis of fibers

樹種 Wood species	蒸煮条件 Steaming condition	ふるいの目開き Opening of screen				
		2 mm以上 Over 2 mm	2 mm~1 mm	1 mm~0.5mm	0.5mm以下 Under 0.5mm	計(%) total
パラゴム材 Rubberwood	1	6.9	15.7	14.5	62.9	100
	2	7.2	5.4	14.6	72.8	100
	3	39.7	17.8	14.0	28.5	100
オイルパーム材 Oil palm (柔組織を含む) (including parenchyma)	1	56.7	19.0	7.2	17.1	100
	2	32.4	14.8	7.4	45.4	100
	3	26.3	29.9	9.3	34.5	100
オイルパーム材 Oil palm (柔組織を除く) (excluding parenchyma)	1	2.9	12.4	15.2	69.5	100
	2	11.3	10.3	11.3	67.1	100
	3	21.3	7.5	15.8	55.4	100

蒸煮条件 Steaming condition

1. 水蒸気圧 6 kg/cm²で10分間 Steaming pressure 6 kg/cm² for 10min.
2. 水蒸気圧 8 kg/cm²で10分間 Steaming pressure 8 kg/cm² for 10min.
3. 水蒸気圧10kg/cm²で5分間 Steaming pressure 10kg/cm² for 5 min.

Table 3. オイルパーム材からのストランドのふるい分け
Screen analysis of oil palm strand

ふるいの目開き Opening of screen	2 mm以上 Over 2 mm	2 mm~1 mm	1 mm~0.5mm	0.5mm以下 Under 0.5mm	計(%) Total
	25.0	61.6	10.7	2.7	100

Table 4 にボードの機械的性質を示す。パラゴム材の場合 6 kg/cm^2 蒸煮では、原料の軟化が不十分で、適性に解繊されないといえる。密度 $0.5, 0.6, 0.7 \text{ g/cm}^3$ のボードの曲げ強さはそれぞれ JIS A 5906 の 50 タイプ、150 タイプ、200 タイプに合致するものであった。はく離強さはすべてのボードで優れた値を示したが、特に密度の高いボードで高い値を示した。最も弱いものでも 4 kg/cm^2 以上であり、これ

Table 4. MDFの性質
Properties of MDF

樹種 Wood species	蒸煮条件 Steaming condition	密度 Density (g/cm^3)	曲げ強さ Bending strength (kg/cm^2)	曲げヤング係数 Modulus of elasticity ($\times 10^9 \text{ kg/cm}^2$)	はく離強さ Internal bond (kg/cm^2)	厚さ膨潤率* Thickness swelling (%)
パラゴム材 Rubberwood	1	0.513	88	9.6	4.1	13.2
		0.602	148	17.1	5.7	14.7
		0.703	216	20.7	10.9	14.3
	2	0.501	95	9.4	5.1	10.5
		0.608	189	17.6	5.8	10.9
		0.707	276	23.2	10.2	11.1
	3	0.506	103	10.7	5.1	9.3
		0.598	180	17.7	6.6	10.4
		0.710	274	24.8	11.2	10.3
オイルパーム材 Oil palm (柔組織を含む) (including parenchyma)	1	0.513	87	9.3	3.7	11.6
		0.599	165	15.7	4.2	13.6
		0.714	269	24.3	7.2	14.8
	2	0.506	84	9.5	3.1	10.4
		0.611	190	18.0	4.2	11.4
		0.698	277	25.0	5.7	14.6
	3	0.513	125	12.1	4.8	8.9
		0.620	228	21.1	6.8	10.6
		0.704	309	28.2	9.8	11.8
オイルパーム材 Oil palm (柔組織を除く) (excluding parenchyma)	1	0.515	96	9.4	6.3	12.2
		0.615	194	17.2	8.3	14.1
		0.713	290	25.9	9.8	14.5
	2	0.510	66	7.6	5.4	15.3
		0.601	143	13.3	4.2	16.3
		0.698	284	25.0	7.8	14.4
	3	0.511	79	7.8	8.8	10.0
		0.602	171	14.8	10.1	10.9
		0.709	279	22.8	14.7	12.7

* 24時間吸水後 After 24hr water soak

蒸煮条件 Steaming condition

1. 水蒸気圧 6 kg/cm^2 で10分間 Steaming pressure 6 kg/cm^2 for 10min.
2. 水蒸気圧 8 kg/cm^2 で10分間 Steaming pressure 8 kg/cm^2 for 10min.
3. 水蒸気圧 10 kg/cm^2 で5分間 Steaming pressure 10 kg/cm^2 for 5 min.

はJIS A 5906 の 200 タイプのボードに相当する。耐水性では、 6 kg/cm^2 の蒸煮条件の場合、厚さ膨潤率がすべて 13%以上を示し最大であったが、蒸煮圧の上昇とともに改善される傾向にあった。

オイルパーム材からのボードでは蒸煮圧にかかわらず曲げ強さがほぼ同じであった。また、柔組織を含むものと含まないものについてもあまり差はみられなかった。ボード密度 $0.5, 0.6, 0.7 \text{ g/cm}^3$ 付近のものはそれぞれJIS A 5906 の 50 タイプ、150 タイプ、200 タイプに相当する値を示した。はく離強さについては、柔組織を除いたものの方がかなり高い値を示した。吸水による厚さの膨潤では、柔組織のあるものの方がわずかに低い値を示した。また、双方とも水蒸気圧 10 kg/cm^2 の蒸煮条件では、かなり改善される傾向があった。

Table 5 にオイルパーム材を原料とした配向及びストランドボードの性質を示す。配向により曲げ強さは 35–45%上昇した。しかし、曲げ強さの割にヤング係数は上昇せず、むしろ同じ曲げ強さにおいては、配向ボードのヤング係数がランダムボードのそれよりも低い値を示した。ランダムボードの場合、ある程度長い繊維間の絡み合いが効いてくるのに対し、配向ボードの場合は、この効果が少なく、荷重の加わったときに、ずれが生じるためと推定される。曲げ強さについて、配向性ボードでは密度 0.5 g/cm^3 付近でJIS A 5908 の 150 タイプ、 $0.6, 0.7 \text{ g/cm}^3$ 付近で 200 タイプに相当し、ランダムボードではそれぞれ 100 タイプ、150 タイプ、200 タイプに相当する値を示した。はく離強さについては、内層に不定形の細かい柔組織を中心とする画分を用いたためか、あまり高い値は得られなかったが、それでもすべてのボードで 3 kg/cm^2 以上を示し、JIS A 5908 の 200 タイプに合致するボードが得られた。吸水試験の結果、すべてのボードについて、厚さ膨潤率は 12%以下であり、JIS A 5908 基準に合致していた。さらに 2 時間の煮沸試験による曲げ強さのリテンションはすべてのボードで 50%以上を示し、構造用 P タイプのボードとして使用可能と思われる。

Table 5. オイルパーム材からのストランドボード
Strand boards from oil palm wood

	密度 Density (g/cm^3)	曲げ強さ Bending strength (kg/cm^2)	曲げヤング 係数 Modulus of elasticity ($\times 10^3 \text{ kg/cm}^2$)	はく離強さ Internal bond (kg/cm^2)	厚さ膨潤率* Thickness swelling (%)	煮沸試験後* After boiling test	
						曲げ強さ Bending strength (kg/cm^2)	厚さ膨潤率 Thickness swelling (%)
配向性ストランドボード Oriented strand board	0.503	139	23.8	3.5	6.7	86	12.3
	0.611	243	38.3	3.4	8.3	139	12.9
	0.701	330	50.5	7.4	11.3	195	12.5
ランダムストランドボード Random strand board	0.508	99	18.7	3.6	6.6	63	12.9
	0.603	166	29.1	3.4	8.7	112	12.7
	0.710	243	41.1	4.6	11.6	169	14.5

* 2 時間煮沸後 1 時間吸水
2 hr. boiling followed by 1 hr. water soak.

VI 引 用 文 献

- 1) The Malaysian Timber Industry Board : Malaysian Rubberwood, A Beautiful & Versatile Timber, (1986)
- 2) PEEL, J.D. and PEH, T.B. : Para Rubberwood (*Hevea brasiliensis* Muell,— Arg) for Pulp and Paper Manufacture, an account of laboratory experiments. Res. Pamph. 34. Forest Dept., Fed. of Malaysia
- 3) WONG, W.C. and ONG, C.L. : The production of particleboard from rubberwood, Malay. Forester, 42, 25—29, (1984)
- 4) PEEL, J.D. : The properties of experimental fiberboards made from Malaysian woods, Res. Pamph. 24. Forest Dept., Fed. of Malaya, (1959)
- 5) PEH, T.B., KHOO, K.C. and LEE, T.W. : Pulping studies on empty bunches of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.), The Malaysian Forester, 39 (1) , 22—37,(1976)
- 6) MOHD. Nor Md. Yusoff, KHOO, K.C. and LEE, T.W. : Preliminary characterization of oil palm stem as a raw material for pulp and paper, The Malaysian Forester, 47 (1),28—42, (1984)
- 7) CHEW, L.T. and ONG, C.L. : Particleboards from oil palm trunks, The Malaysian Forester, 48 (2), 130—136, (1985)
- 8) CHEW, L.T. : Particleboard manufacture from oil palm stems, A pilot scale study, FRIM occasional paper 4/87, (1987)
- 9) 関本鉄男：ハードボード原料としてのパームファイバーの利用，38回日本学会研発要，186，(1987)
- 10) 押尾秀一：オイルパーム副産物の飼料化に関する研究・中間帰国報告会資料（第三回）熱帯農業研究センター研究第一部，(1989)

**Manufacture of Medium Density Fiberboards from
Malaysian Rubberwood and Oil Palm
(Research note)**

Yoichi TOMIMURA⁽¹⁾ and KHOO Kean Choon⁽²⁾

Summary

Medium density fiberboards were made from Malaysian rubberwood and oil palm stems. In the manufacture of fiberboards at the three target densities, urea resin was used as an adhesive. The boards, with specific gravities of around 0.5, 0.6 and 0.7 met the Japanese Industrial Standards(JIS A 5906) 50-type, 150-type and 200-type boards respectively based on the classification by bending strength. Oriented strand boards were also manufactured from oil palm stems using melamine-phenol-formaldehyde resin. Vascular bundles from oil palm stems were mainly used for the face layers of the boards and parenchyma was used for the core layers. Boards with specific gravities of 0.5, 0.6 and 0.7 met the JIS A 5908, as did 150-type and 200-type boards and 200-type oriented strand boards, and 100-type, 150-type and 200-type random strand boards.

Received February 3,1989

(1) Wood Chemistry Division

(2) Forest Research Institute Malaysia