

ラワンに代わる有望な熱帯林造林木

森 泉 周 森 正 次*

はじめに

地球環境問題には、温暖化、オゾン層の破壊、酸性雨、熱帯林など森株の減少と劣化、野生生物種の減少、砂漠化などがあげられ、その多くは森林と深くかかわっており、今後、長期的な視点に立って、解決に取り組まねばならないテーマの一つとなっています。

地球環境にとって重要な森林は、1990年に40億3千万haとなっており、先進地域に47%、途上地域に53%が分布しています。しかし、その森林は世界全体でみると減少しています。先進地域の森林面積はここ10年間で2%増加しているものの、途上地域の森林が5%減少しているためです。特に、熱帯林（1990年における面積は17億ha）は、途上地域全体の森林よりも更に早い速度で減少（9%）しており、1981年から1990年までの10年間で、年平均で15百万haも減少しています（図1）¹⁾。これは、日本の国土面積の約半分に相当する規模で

す。

しかし、再生が難しいといわれている熱帯林で、植林事業が行われています。これは地球環境問題上からも、非常に重要な事業といえます。また、再生がスムーズにいけば、森林の再活性化が図られ、我々木材を利用する立場の者にも意義は大きいものと思われれます。

このような熱帯林再生の仕事を一層強力に押し進めるために、林野庁の支援のもとに民間の活力を結集し、苗木の生産から森林の育成、地域住民の生活向上を目指したソーシャルフォレストリーなどを含む広い分野にわたって研究を行う熱帯林再生技術研究組合が組織され、活発な行動が行われています²⁾。

熱帯林の再生に日本企業が貢献

熱帯林の年間生長率は、寒帯林に比べ10~60倍、温帯林に比べ3~20倍もあります。しかし、択伐後の熱帯林の復元には、搬出による森林内の稚樹や幼木の被害が想像以上に大きく、運材のための道路や土場では、5年を経ても稚樹すら生えないなどの問題があります。

このような状況の中で、パプアニューギニア・ニューブリテン島において、日商岩井株の現地会社であるStettein Bay Co. Pty. Ltd. (SBLC社)が、択伐跡地の一部を皆伐し、陽樹を植林していく試みを1975年から行っています³⁾。

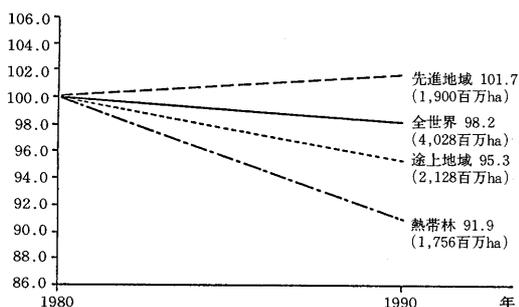


図1 世界の森林面積の推移
(1980年を100としたときの1990年の指数)

ラワンに代わる造林木樹種はあるか

植栽樹種として、地元の天然林などの生育状況（生長、形状、利用通性、病虫害発生状況など）を調査し、カメレレ（*Eucalyptus deglupta*）、エリマ（*Octomeles sumatrana*）およびターミナリア（*Terminalia brassii*）の3種を選定しました。これらはラワン類（フタバガキ科）に代わる有用早生樹種として非常に良好な生長を示しており、造林木樹種として期待されています。また、高級材としてチーク（*Tectona grandis*）の種子も移入し、植林されています。それらの植付面積を表1に示しました³⁾。現在の植付面積比率は、カメレレが67.3%、エリマが18.0%、ターミナリアが12.2%、チークが2.5%です。

カメレレ7年生植林地の状態を写真1に示しました。日本の植林地と似たような光景です。全体に小さく見えますが、立木の高さは20m前後とかなりの高さになっています。

これらの造林木は、生長量の面では十分に商業ベースに乗ると考えられる状態にあり、樹種ごとに伐期の検討が行われています。

これらの仕事は、熱帯林再生技術研究組合の森林育成分野の一部として現在進行中です。

熱帯林造林木は使えるか

伐期を迎えた造林木について、材の利用の可能性を検討することは、森林再生の目的を達成するためにも非常に重要なことです。このため、熱帯林再生技術研究組合の組合員である日商岩井株が、分担する試験研究事業の一環として、4樹種について、基礎的、実用的性質と、利用通性を確認するために一連の試験を北海道立林産試験場に委託し、実行しました。ここではその試験結果の概要について述べます。

試験項目は、基礎的性質として比重、収縮率などの物理的性質および曲げ、圧縮などの強度的性質に関するもの、実用的性質として挽き板の乾燥性、集成加工性、塗装性、さらに合板製造通性に関する試験を実施しました。

試験に用いた原木は

試験に用いた原木の概要を表2に示します。樹齢9年のカメレレ、エリマ、ターミナリアおよび樹齢7年のチークです。チーク以外は比較的円筒形でしたが、チークは変形の大きい原木でした。樹齢が等しい3樹種の直径からみると、エリマおよびカメレレがターミナリアより肥大生長が旺盛であることがわかります。

これらの原木のうち径が大きく、形状の良好なNo. 3を合板製造試験用とし、他の2本を挽き板に製材して他の試験に用いました。

表1 樹種別植付面積

表1 樹種別植付面積

単位：ha

年	樹種	カメレレ	エリマ	ターミナリア	チーク	合計
1976		55	—	—	—	55
1977		80	—	—	—	80
1978		120	—	—	—	120
1982		211	15	3	—	229
1983		379	71	51	—	501
1984		297	85	73	10	465
1985		247	97	91	18	453
1986		280	151	95	34	560
1987		37	81	71	24	513
1988		466	176	92	19	752
1989		556	127	99	17	800
1990		524	149	72	9	754
合計		3,552	952	647	131	5,282
(%)		(67.3)	(18.0)	(12.2)	(2.5)	(100)



写真1 カメレレ植林地（7年生）

表2 供試原木

樹種	植 林		No. 1		No. 2		No. 3	
	植付 (年)	樹 齢 (年)	平均径 (cm)	材 積 (m³)	平均径 (cm)	材 積 (m³)	平均径 (cm)	材 積 (m³)
カメレレ	1983	9	41	0.277	46	0.349	52	0.446
エリマ	1983	9	44	0.319	49	0.396	58	0.555
ターミナリア	1983	9	30	0.148	31	0.159	36	0.214
チーク	1985	7	24	0.095	25	0.103	27	0.126

物理的性質の評価法は

木材のJIS(日本工業規格)に準じて物理的性質(容積重, 収縮率, 吸水率, 交錯木理)を試験し, 用材としての材質評価を行いました。

農林省林業試験場(現在農林水産省森林総合研究所)では, 南洋材天然木に対する一連の試験結果の総括として, その利用適性を評価するために, 材質値の大小を階級区分した一覧表を作成しています⁴⁾。そこで, 今回は造林木の材質と天然木の材質とを比較するために, 森林総合研究所と同一の

方法によって, 各樹種について評価を行いました。

物理的性質の評価基準と評価表を表3に示します。評価項目は, 全乾比重, 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り, 階級は から までの5段階に区分され, 常に数値の小さいものになるように基準が定められています。

この評価基準によって評価したものが, 評価表です。それぞれ天然木に対して, カメレレは容積密度数変動比が大きく, 全乾比重と接線方向全収

表3 物理的性質の評価基準と評価表

階 級	物 理 的 性 質					
	全乾比重	全 収 縮 率		容積密度数 変 動 比 (20%/80%)	最大繊維 交 錯 度 (%)	吸水性 (板目面) (g/cm²)
		接線方向 (%)	放射方向 (%)			
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	15~21	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	物 理 的 性 質					
	全乾比重	全 収 縮 率		容積密度数 変 動 比	最大繊維 交 錯 度	吸水性 (板目面)
		接線方向	放射方向			
カメレレ (造林木)	II	II	III	II	IV	II
(天然木)	III	III	III	I	IV	II
エリマ (造林木)	I	III	II	II	V	IV
(天然木)	I	II	II	I	V	III
ターミナリア (造林木)	I	I	II	II	III	II
(天然木)	II	II	II	I	II	II
チーク (造林木)	II	I	II	II	III	II
(天然木)	II	I	I	IV	I	II

縮率が小さくなっています。エリマは接線方向全収縮率と容積密度数変動比と吸水性が大きくなっています。ターミナリアは容積密度数変動比と最大繊維交錯度が大きく、全乾比重と接線方向全収縮率が小さくなっています。チークは放射方向全収縮率と最大繊維交錯度が大きく、容積密度数変動比が小さくなっています。

強度的性質の評価法は

木材の J I S に準じて強度的性質（静的曲げ強さ、縦圧縮強さ、剪断強さ、硬さ）を試験し、用材としての材質評価を行いました。

強度的性質の評価基準と評価法を表4に示します。評価項目は、曲げヤング係数、曲げ強さ、縦圧縮強さ、柁目面の剪断強さ、板目面の硬さです。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 となつています。それぞれ、天然木に対して、カメレレは曲げヤング係数と硬さが小さくなっています。エリマとターミナリアは同じ値を示しています。チークは曲げヤング係数と曲げ強さと縦圧縮強さが大きく、硬さが小さくなっています。

造林木の材質は天然木に劣らない、天然木を上回るチーク

物理的性質と強度的性質の評価結果から、チークの造林木は強度的性質では天然木を上回っていますが、造林面積が小さいという問題があります。これに対して、カメレレ、エリマ、ターミナリアの造林木は天然木と比較して物理的性質は若干下回るものの、実際の利用上問題になると思われる強度的性質では差がほとんどなく、造林用有用早生樹種として十分に、その利用が期待できるものと思われます。

実用的性質はどうか

(1) 乾燥方法は従来と同じでよい

恒温乾燥器中で乾燥する急速乾燥試験を行い、発生する損傷（初期割れ、断面変形、内部割れ）の程度から各樹種板材の乾燥特性を把握し、乾燥スケジュールの推定を行いました。

いずれの樹種とも乾燥に伴う損傷は比較的軽微でした。損傷の発生程度を基に各樹種の適正乾燥スケジュールの推定を行いました。その結果は表5に示すとおりです。これらの樹種の乾燥性は、これまでに報告されている天然林材の乾燥性と同

表4 強度的性質の評価基準と評価表

階 級	強 度 的 性 質				
	曲げヤング係数 (10^3 kgf/cm^2)	曲げ強さ (kgf/cm^2)	縦圧縮強さ (kgf/cm^2)	剪断強さ (柁目面) (kgf/cm^2)	硬 さ (板目面) (kgf/cm^2)
I	~ 75	~ 600	~ 310	~ 65	~ 0.8
II	76~105	601~ 840	311~440	66~ 95	0.9~1.5
III	106~135	841~1,090	441~570	96~120	1.6~2.5
IV	136~165	1,091~1,330	571~700	121~150	2.6~3.8
V	166~	1,331~	701~	151~	3.9~

樹 種	強 度 的 性 質				
	曲げヤング係数	曲げ強さ	縦圧縮強さ	剪断強さ (柁目面)	硬 さ (板目面)
カメレレ (造林木)	II	III	III	II	II
カメレレ (天然木)	III	III	III	II	III
エリマ (造林木)	I	I	I	I	I
エリマ (天然木)	I	I	I	I	I
ターミナリア (造林木)	II	II	II	II	II
ターミナリア (天然木)	II	II	II	II	II
チーク (造林木)	III	III	III	III	II
チーク (天然木)	I	II	II	III	III

表5 推定された乾燥条件

樹種	推定された条件			I F型乾燥室での乾燥日数(日)
	初期乾球温度(℃)	初期乾湿球温度差(℃)	末期乾球温度(℃)	
カメレレ	55	4.0	80	7.5
エリマ	55	5.0	80	7.0
ターミナリア	60	5.0	90	4.5
チーク	70	7.0	95	5.5

程度といえます。

(2) 集成材にも使える

板材の集成加工に関連して、回転鉋による切削性、ユリア樹脂接着剤およびレゾルシノール樹脂接着剤による接着性、さらに釘および木ねじ保持力の試験を行いました。

切削性の良いカメレレ、ターミナリア

各樹種に関して、切削材長ごとの材面評価をしました。切削面に現れた欠点は毛羽立ちと逆目ぼれが支配的でした。この種の切削試験では欠点率70%に達した材長を刃物の寿命としています。各樹種の切削材長と欠点率の関係を図2に示します。カメレレ、ターミナリアは良好であり、刃物の寿命も1,500m以上まで使用可能でした。エリマは刃物寿命が400m程度であり良好とはいえません。チークは刃物寿命が200m程度と短く、刃物の磨耗が激しく、切削には配慮が必要と思われます。

チークの場合、天然林材についても切削性は悪いとされており、供試材が人工林材のためとは思われません。

接着剤はユリアを、釘保持力もそんなし

接着性に関しては、各樹種ともユリア樹脂接着剤の方がレゾルシノール樹脂接着剤よりも良好でした。レゾルシノール樹脂接着剤の場合、エリマ以外は剪断接着力試験での木部破断率が低い傾向でした。ユリア樹脂接着剤を用いた場合の既存のデータと比較して、接着性能は天然林材と同等であると判断されます。

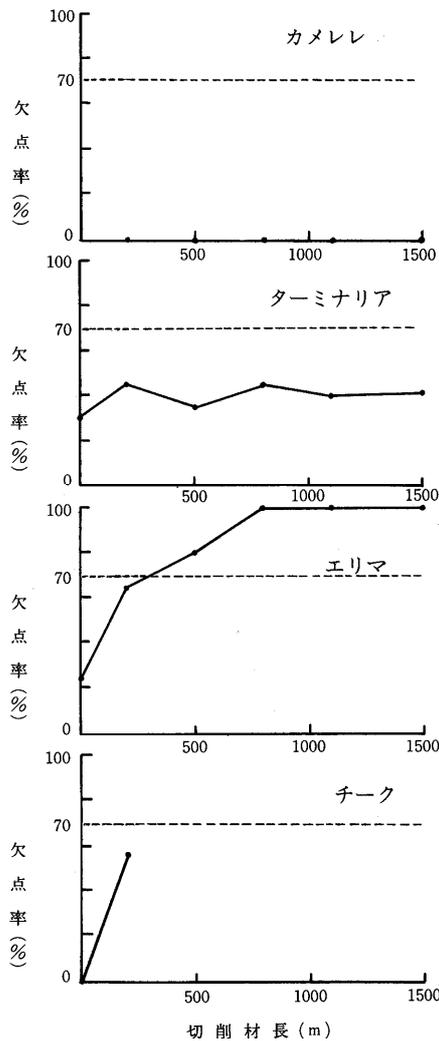


図2 切削材長と欠点率の関係

釘および木ねじ保持力は、各樹種ともほぼその比重に見合った値でした。

良好な塗装性

汎用塗料2種類（ポリウレタン樹脂系塗料，アミノアルキド系塗料）を用いて塗装試験を行いました。

その結果，いずれの樹種についても塗料の硬化不良などの支障は認められず，塗装性は良好でした。

(3) 合板にも使える

カメレレ，エリマ，ターミナリアの3樹種については，ペニアレースで単板切削を行い，合板用原木としての通性を評価するための合板製造試験を行いました。チークについては，製材後，縦継ぎスライサーによって突き板を切削し，化粧合板を試作するにとどめました。

良好な単板の切削性，ラワンとそん色のないターミナリア

各原木から2種類の厚さの単板を切削しました。単板の裏割れを表6に示しました。結果をみると，他の南洋材に比べて，エリマは裏割れ率が小さいが，これは材質が軟らかいため，カメレレ，ターミナリアは大差がない値と考えられます。いずれにせよ裏割れが問題になるような樹種はありませんでした。肉眼的観察による結果では，特に，ターミナリアは切削面が良好で，ラワンと比較し

てもそん色のない単板が得られています。

単板の乾燥性にも問題なし

ローラ送り方式のペニアドライヤーを用いて単板乾燥を行いました。単板比重と乾燥時間の関係を図3に示しましたが，各樹種単板の乾燥はほぼその比重に見合った乾燥時間で仕上がり，特に乾燥性の悪い樹種はありません。また，乾燥後の単板の狂いはエリマでは大きいですが，他の樹種では大きな狂いは認められませんでした。いずれの樹種とも普通の単板乾燥であると思われます。

天然林木と変わらぬ単板接着力

ユリア樹脂接着剤，メラミン - ユリア共縮合樹脂接着剤およびフェノール樹脂接着剤の3種類の接着剤によって3プライ合板を製造し，普通合板のJAS（日本農業規格）に準じた接着力試験によって接着性能を判定しました。接着力試験の結果は，既存の天然林材の値に匹敵しており，特に

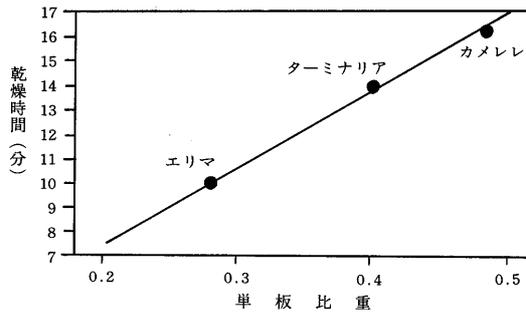


図3 単板比重と乾燥時間

表6 単板の裏割れ

単板厚さ	4.25mm						0.8mm			
	カメレレ		エリマ		ターミナリア		カメレレ		ターミナリア	
樹種	密度 (本/cm)	率 (%)								
	6.2	64	5.6	47	3.4	65	4.0	46	10.2	51
	3.2	70	5.4	50	3.2	69	10.2	43	13.4	43
	4.6	64	6.4	46	3.6	62	10.6	46	12.8	46
	4.6	64	5.4	46	3.6	62	13.0	43	11.2	38
平均値	4.8	63	5.7	47	3.6	64	9.5	45	11.9	45

人工林材が問題になることはないと思われます。

道材合板の心材にも使える

シナおよびカバ単板を表裏板とした道材合板（道産広葉樹合板）の心材に用いた場合、いずれの樹種の単板でも良好な接着性能を示しており、接着性能の面からは道材合板の心材としても問題ないと思われます。

おわりに

現在、地球環境の保全に向けて、熱帯林伐採禁止や再生が叫ばれています。しかし、森林の伐採を単に禁止するだけでは、地球環境の保全（炭酸ガスの吸収を主に考える）は維持されません。樹木が炭酸ガスを大量に吸収するためには、樹木の生長が必要です。

したがって、森林を適切に管理すること（伐採とそれに合わせた植林）が、非常に重要なポイントになります。今回、ここで取り上げた樹種では、利用という側面からみた材料性能は、造林木でも天然木とほとんど変わらないものが得られています。

これらの樹種では、輪伐期をカメレレで20～25年、エリマで15年、ターミナリアで20年、チークで25～30年程度と想定しています。当然、植林適地が選ばれることが前提になりますが、このような短い周期で有用木材の再生産が可能ならば、地球環境を保護しながらの原料供給が可能になります。今後、より一層積極的な植林事業の展開が図られんことを望みます。

参考資料

- 1) 林業自書平成5年度，林野庁編，（社）日本林業協会，P. 20（1994）
- 2) 香山彊：熱帯林再生技術研究組合の活動について，熱帯林業，第27号（1993）
- 3) 森正次：有用早成樹種の植林促進による熱帯林の再生について（1），（2），熱帯林業，第23号（1992），第24号（1992）
- 4) 世界の有用木材300種，農林省林業試験場木材部編，（社）日本木材加工技術協会（1975）

（林産試験場 材質科）

（*日商岩井K.K.
環境21プロジェクトコーディネーター）