

パプアニューギニアでの2年間(その2)

米 田 昌 世

今回は、国際協力事業団（JICA）のパプアニューギニア（以下PNGと略す）における森林研究プロジェクトについて紹介します。

森林研究所（FRI）の沿革

PNGにおいて組織的に森林研究が始められたのは、第2次世界大戦が終わってからで、植物学研究所（レイ）、林業研究所（プロロ）、林産研究センター（ポートモレスビー）の3か所に分散して研究が行われてきました。

その後、森林研究をより効率的に進めるため、1986年以降これら3か所の研究所を統合拡充した国立の総合的な森林研究所の設立案が森林省から提案されました。日本政府はPNGからの協力要請を検討し、熱帯林の持続的な発展の観点から援助を行うことに決定しました。この結果、1989年の3月にはPNG第2の都市であるレイ市に森林研究所が竣工の運びとなりました。



写真1 パプアニューギニア森林研究所の庁舎

森林研究所庁舎棟（写真1）と付帯設備などの建設費約17億円、研究機材費約2億円はJICAの無償資金協力（贈与）によって提供されています。

プロジェクトの概要

この後、1989年4月～1994年3月まで5か年間にわたり、研究所の運営と研究員の能力向上を図るため、本プロジェクトによりハード、ソフトの両面から支援を進めることになりました。

なお、研究所の定員（事務部門を含む）は116名となっていますが、現時点（1994年2月）の人員は約50名と定数の半分以上が欠員となっています。

JICAのプロジェクト技術協力の3大要素は、専門家派遣、機材供与、研修生受け入れです。その成果の概要を述べると、以下のとおりです。

林業、林産分野の技術移転のための専門家、および施設の設置にかかわる専門家の派遣は、5か年間で長期派遣が10名、短期派遣が26名に達しました。

庁舎棟と付帯施設の建設（合計約19億円）以外に、試験研究用に毎年2～4千万円相当の機材が供与されました。林産研究部門だけでも主要設備機器として、走査型電子顕微鏡（SEM）、画像解析装置、原子吸光光度計、ガスクロマトグラフ、高速液体クロマトグラフ、万能強度試験機、減圧加圧注入装置、実験用乾燥装置、木工機械類（写真2）などがそろっています。

カウンターパート*（以下、C/Pと略す）



写真2 設置直後の木工機械類

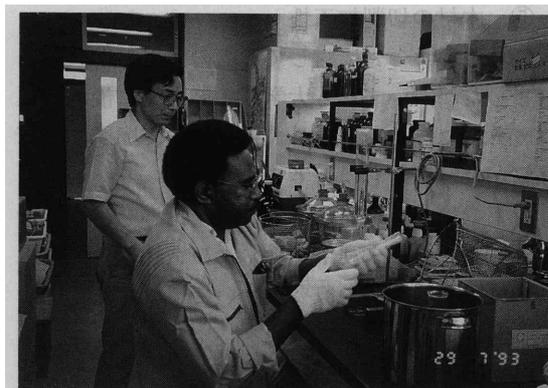


写真3 林産試験場で研修中のカウンターパート

の日本での研修については、主として農林水産省森林総合研究所が受け皿となり、これまでに18名を受け入れました(このうち2名については、北海道立の林業試験場および林産試験場で各1名ずつ研修、写真3は林産試験場での研修の様子)。

それぞれの研修生にとっては、1~3か月の短期間ではありましたが、この研修を通して日本に対する理解を深め、自らの研究能力を向上させて自国に戻っています。このほか、文部省の留学生受け入れ制度を利用して、東京大学農学部大学院(修士課程)に在籍中のC/Pもいます。

* 我が国が開発途上国において専門家派遣などの国際協力事業を行う際、技術移転の対象となる相手国行政官や技術者を指す。

研究のテーマについて
全体のテーマは林業、林産の広い範囲にわたっています。このため、日本から派遣された長期専門家はリーダー、調整員を含め常時6名体制が採られてきました(このうち、林産の専門家は1~2名)。

林業研究は5課題、24テーマから成っていますが、課題名だけを挙げると次のとおりです。

- (A) 造林および更新技術
- (B) 育種
- (C) 種子

(D) 土壌および菌根菌

(E) 森林保護(昆虫、樹病)

林産研究は以下の4課題、9中課題からなっています。テーマ数ではさらに細分されて14にもなります。

(A) 木材保存

- ・未利用樹種の防腐処理効果
- ・海中におけるCCA加圧処理材の効果および海岸付近の建築物調査

(B) 化学的性質

- ・木材化学の基礎的な研究手法
- ・木材抽出成分

(C) 物理的および機械的性質

- ・未利用樹種の物理的性質
- ・未利用樹種の機械的性質

(D) 乾燥および製材技法

- ・製材作業およびその効率の実態調査
- ・乾燥作業およびその効率の実態調査
- ・木材の切削加工性

このうち筆者が直接携わったのは、(C)の一部および(D)の木材加工の分野です。具体的なテーマ名は次のようなものでした。

- 未利用樹種の機械的性質
- 製材作業の実態調査
- 乾燥作業の実態調査
- PNG産未利用樹種および造林樹種の人工乾燥試験

木材の切削加工性

これらのテーマに対して2名のC/Pが配置されましたが、いずれも大学卒の能力的に優れた人材であったこともあり、彼らに対して順調に技術移転が行われたものと考えます。

以下では、C/Pに対する技術指導を目的に行った「PNG産未利用樹種および造林樹種の人工乾燥試験」の結果の概要について述べます。

乾燥試験について

PNGにおける研究の経過

PNG材の乾燥性についての基礎的な試験は、1960年代にオーストラリアの連邦科学技術研究機構(CSIRO)によって開始されています。その後、P. Eddowesによってさらに実験が進められ、いくつかの樹種の人工乾燥スケジュール表が取りまとめられました¹⁾。

しかし、1975年(PNG独立)以降は、オーストラリアの研究者がいなくなったことにより、乾燥に関する研究は一時中断の状態が続いていました。1989年に日本の援助で現在の森林研究所が設立され、引き続き1990年から専門家(木材加工部門)の派遣および機材の供与が行われ、研究が再開され現在に至っています。

なお、我が国でもこれまでにPNG材の乾燥試験が行われ、いくつかデータが公表されています²⁾。

実際の乾燥試験

未利用樹種として天然株からのセルティス(ニレ科エノキ属)およびレッドシーダー(センタン科に属する広葉樹)を、造林樹種としてチークを選び、これらについて以下の3試験を行い樹種ごとの適正な乾燥条件を求めました。

小試験片を用いた急速乾燥試験(100 試験)

乾燥速度試験(60 試験)

実大材による乾燥スケジュール試験

(1) 急速乾燥(100)試験の結果

得られた結果を表1に示しました。主な欠点は以下のとおりです。

初期割れ

セルティスは大きな初期割れ(ランク7)を示したが、他の樹種は非常に小さかった。

変形(落込み)

レッドシーダーに若干の落込みが認められた。しかし、他の樹種についてはほとんど発生は無いか微々たるものであった。

内部割れ

今回試験を行った3樹種ともに内部割れはまったく認められなかった。

これらの結果から、実大材に対する標準的な乾燥条件を推定し表2に示しました。今回推定されたいずれの条件とも、既往のスケジュールにほぼ一致していました²⁾。

表1 急速乾燥試験(100)の結果

樹種名(一般名)	供試材番号	欠点の種類と程度			初期含水率(%)
		初期割れ	変形	内部割れ	
セルティス	CE 8	7	1	1	47.7
	CE 7	7	2	1	46.4
	CE 6	7	1	1	44.2
	CE 5	7	2	1	43.4
チーク	T51-1	1	1	1	116.0
	T51-13	1	1	1	108.0
	T51-14	1	2	1	102.8
レッドシーダー	RC-A	1	4	1	87.4
	RC-B	1	4	1	84.7
	RC-C	1	3	1	72.3
	RC-E	1	4	1	82.6

注) 欠点の程度は(欠点がない又は微少)~8(極めて大)の8段階

表2 推定された乾燥スケジュール

樹種名 (一般名)	供試材 番号	初期 DBT(℃)	初期 WBD(℃)	末期 DBT(℃)
セルティス	CE 8	47	2.0	80
	CE 7	47	2.0	80
	CE 6	47	2.0	80
	CE 5	47	2.0	80
チーク	T51-1	70	6.5	95
	T51-13	70	6.5	95
	T51-14	65	6.0	88
レッドシーダー	RC-A	55	3.6	83
	RA-B	55	3.6	83
	RC-C	60	4.3	85
	RC-E	55	3.6	83

DBT: 乾球温度
WBD: 乾湿球温度差

の結果を取りまとめたものです。今回用いたセルティスの比重はこれまでに報告されたものよりやや高めでしたが、チークとレッドシーダーはほぼ同様の値を示しています¹⁾。

(3) 実大材の試験結果

試験には、Hildebrand高速木材乾燥機HD74 / TA型(材積約0.08m³入り)を使用し、連続運転で行いました。装置内の温湿度は、電気ヒーター(水中ヒーターを含む)のON, OFFおよびダンパーの開閉により自動的に制御されます。

セルティス

基礎試験の結果を若干修正し、表4に示すスケジュールを用いて実大材に対する試験を行いました。

(2) 乾燥速度試験(60)の結果

図1にセルティス、チークおよびレッドシーダー3樹種について、それぞれ代表的な乾燥の経過図を示しました。

表3は比重、収縮率などとともに乾燥速度試験

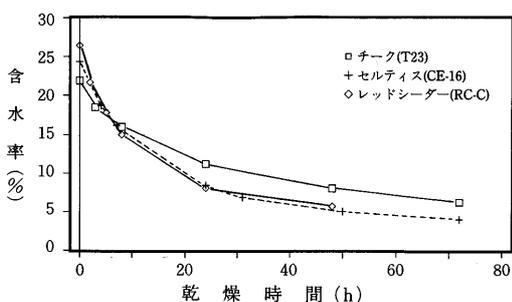


図1 60 試験の乾燥経過

表4 セルティス 3cm厚板の乾燥スケジュール

スケジュール 含水率(%)	No. 1		No. 2	
	標準		低温	
	DBT(℃)	WBD(℃)	DBT(℃)	WBD(℃)
生-40	50	2	45	2
40-35	50	3	45	3
35-30	55	5	50	5
30-25	60	7	55	7
25-20	65	10	60	10
20-15	70	16	65	15
15以下	75	25	70	25

DBT: 乾球温度
WBD: 乾湿球温度差

表3 60 試験の結果

樹種名 (一般名)	供試材 番号	気乾比重	含水率10%時の 乾燥速度 (%/h)	乾燥速度 減少速度 ($\times 10^{-2}/h$)	全乾収縮率 (%)	
					板厚	板幅
セルティス	CE-12	0.83	0.20	4.25	4.94	9.25
	CE-14	0.84	0.45	6.40	8.62	4.05
	CE-16	0.82	0.37	7.10	8.47	7.14
チーク	T34-11	0.54	0.12	2.81	2.22	3.61
	T23	0.58	0.15	4.70	1.49	4.58
	T51-1	0.57	0.17	4.25	1.50	3.61
レッドシーダー	RC-A	0.36	0.42	3.22	-	-
	RC-B	0.35	0.45	5.70	-	-
	RC-C	0.35	0.39	4.80	2.66	5.20
	RC-E	0.34	0.27	5.88	3.19	5.10

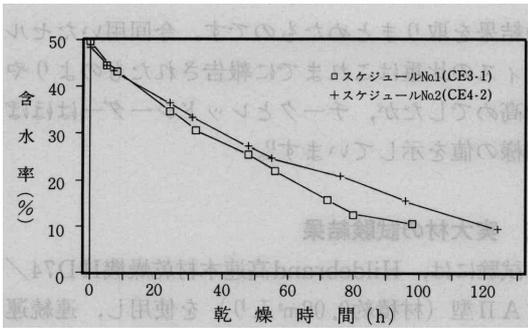


図2 セルティスの乾燥経過

(a) 含水率経過

含水率の減少経過を図2に示しました。スケジュールNo. 1では4日間で、生材から含水率が10%まで低下しています。一方、乾燥割れを防ぐことに主眼を置いた緩やかなスケジュールNo. 2の場合は、5日を要しました。

(b) 収縮率

含水率と収縮率の関係を図3に示しました。含水率10%時における収縮率はいずれのスケジュールにおいても3~5%の範囲です。

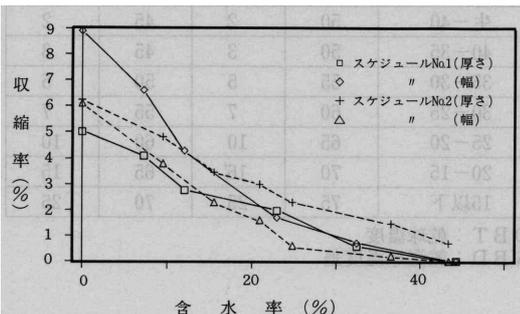


図3 セルティスの収縮経過

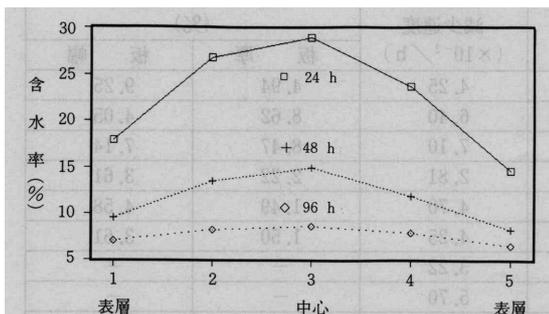


図4 セルティスの水分傾斜(スケジュールNo. 1)

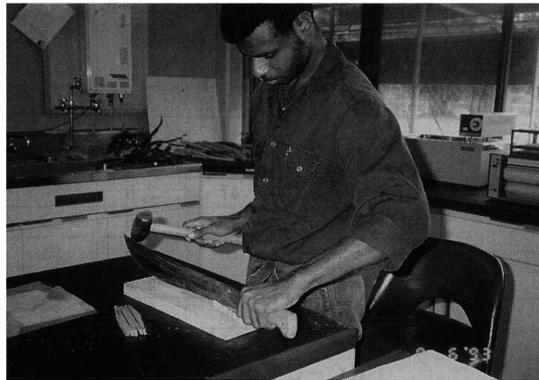


写真4 スライス法による水分傾斜の測定

(c) 水分傾斜(写真4)

結果の一部を図4に示しました。乾燥初期における材の表層と内部の含水率差は14~15%もあります。しかし、乾燥の末期には表層から内部にかけての水分傾斜は小さくなっています。

(d) 狂い, 割れ, その他の欠点

スケジュールNo. 1では、乾燥の初期に板目板に比較的大きな表面割れの発生が認められました。一方、より緩和な条件であるスケジュールNo. 2で乾燥を行った場合には、欠点は皆無となっています。

チーク

乾燥機の能力が最高温度80 と制限されていたために、基礎試験から得られたスケジュール(表2参照)をそのまま通用することができません。そこで、今回の温度条件としてはいずれも、初期: 60, 末期: 80 とし、乾湿球の温度差のみを変えた条件で実施することにしました。

(a) 含水率経過

含水率の減少経過を図5に示しました。スケジュールによる差はあまり明瞭ではありません。すなわち生材から含水率が10%まで低下するのに要した日数は、いずれのスケジュールも4.5~5日でした。これは、前述の理由で乾燥末期の温度(および湿度)条件が3スケジュールともほぼ同じになってしまったこ

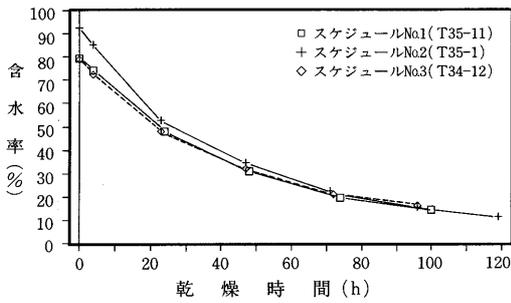


図5 チークの乾燥経過

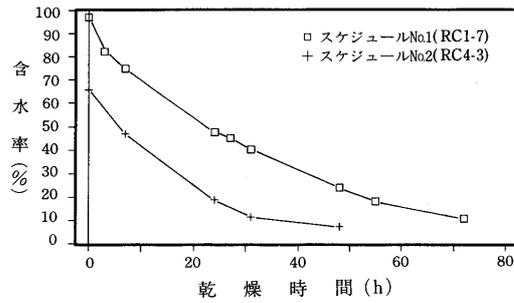


図6 レッドシーダーの乾燥経過

とによります。

(b) 収縮率

含水率10%時における収縮率はいずれのスケジュールにおいても3~4%でした。

(c) 水分傾斜

乾燥初期における材の表層と内部の含水率差はセルティスの場合とほぼ同様に17~18%を示しました。しかし、乾燥の末期には水分傾斜は小さくなり、特別問題を生じるようなことはありませんでした。

(d) 狂い, 割れ, その他の欠点

板目板の幅反りはスケジュールにかかわらずなく, 1.5~2.5mm/15cm程度の値を示しました。一般に幅反りはその板の木取り位置, すなわち樹心に近いところから採材されたか, あるいは樹皮に近いところかによって大きく左右されます。

木口からの非常に小さな表面割れを除いては, 全般に割れの発生は認められませんでした。

レッドシーダー

ここでは2条件について乾燥試験を実施しました。スケジュールNo. 1は基礎試験から求められた標準的なもので, No. 2はNo. 1の結果をふまえ修正した低温低湿のスケジュールです。

(a) 含水率経過

含水率の減少経過を図6に示しました。生材から含水率が10%まで低下するのに, スケジュールNo. 1では3日, 一方, No. 2の場合は

初期含水率が低かったこともあり, わずかに2日で済みました。

(b) 収縮率

含水率10%時における収縮率はいずれのスケジュールにおいてもわずかに2~3%でした。

(c) 水分傾斜

乾燥の末期には, ほかの樹種の場合と同じように水分傾斜は小さくなりましたが, 乾燥初期における材の表層と内部の含水率差は40%にも達するものもありました。

(d) 狂い, 割れ, その他の欠点

標準的なスケジュール(No. 1)において, 非常に小さな割れや落込みが発生しました。しかし, 低温低湿のスケジュールNo. 2では, これらの欠点はまったく認められませんでした。

以上のとおり, 最終的にはそれぞれの樹種について得られた適正と思われる条件により, 欠点の発生を抑えながら比較的短い時間で乾燥することができました。

基礎から応用に至る一連の乾燥試験はパプアニューギニア森林研究所においては初めてのことでしたが, C/PIに対する研究手法の移転はほぼスムーズに行われたものと考えます。今後さらに多くの樹種についてこの種の試験を継続し, 彼ら自身の手でデータを蓄積していくことが必要と思われます。

(つづく)

参考資料

- 1) EDDOWES, P. J. : Commercial Timber of Papua New Guinea, Forest Products Research Centre, Port Moresby (1977)
- 2) 佐藤庄一, 鷲見博史: 林試研報第292号(1977), 第299号(1978)

(林産試験場 経営科)

備 考

林産試験場では、カウンターパートの一人であるMex Memisang Peki研究員が、技術修得のために研修を受けました。

Peki研究員は、パプアニューギニア工科大学自然資源部で林学を修め、その後パプアニューギニア森林研究所林産部で研究生活を進め、その傍らで来日する運びになりました。

研修は1993年7月20日から10月上旬まで木材保存について行われ、特に、木材防腐処理法やその処理材の効力試験法を中心とした知識と技術を学びました。研究室での研修のほかにも、日本木材学会大会に参加して日本国内の最新の情報に触れました。また、鉄道用の枕木などの防腐処理木材を生産している企業を訪ね、工業レベルでの実際の防腐処理技術についても勉強を重ねました。

Peki研究員は、技術研修だけではなく、日本の文化や社会制度、四季の明瞭な独特な気候の一端にも触れ、母国と他国の違いを理解しながらパプアニューギニアでの研究生活に戻りました。

内外の話題

新しい熱処理による木材の性能改善

木材の耐久性能を向上させるために、レティフィケーション処理という熱処理による新しい方法がフランスで研究されています。実験には、ポプラ、トウヒ、モミの3樹種が用いられました。これらの樹種は、建材用に使用されていますが、防腐剤で処理するのが困難な樹種です。試験片の寸法は、厚さ4.6cm、幅14.7cm、長さ100cmです。これを電気加熱式反応槽(容積280l)に入れ、1気圧の窒素ガスを送り込みながら、200~260℃で熱処理を行います。処理時間は、10~20分です。

この処理により、木材は最初の1分間で親水性を急速に減少させ、その吸湿率は4%以下になります。その結果、膨潤率が通常の1/2~1/4になり、寸法安定化が達成されます。

成分的にみると、この処理は木材の主成分であるセルロースやリグニンを変質させることなく、木材内部の何種類かの化合物の熱縮合反応を促進

させます。そして、ヘミセルロースは分解してフルフラールポリマーになります。このポリマーは、ヘミセルロースより吸湿性が低いために膨潤率が低くなるのです。

この処理では吸湿性と同時に吸水性も低くなるので、微生物に対する抵抗性も向上します。レティフィケーション処理木材を白色腐朽菌と褐色腐朽菌に6週間さらした結果、菌による重量減少はいずれの樹種も1%以下でした。このことから、処理木材が高い抗菌性を持つことが明らかになりました。

この処理法が実用化されれば、木材の外装材としての使用範囲も広がることが予想されます。今後のシロアリに対する試験などの結果が期待されます。

(Int. Res. Group on wood Pre. Document No. IRG/WP/93-40015)