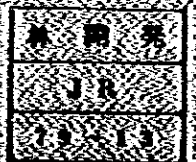


造林計画基準作成調査報告書

総論編

昭和54年6月

国際協力事業団



造林計画基準作成調査報告書

総論編

JICA LIBRARY



1009454[8]

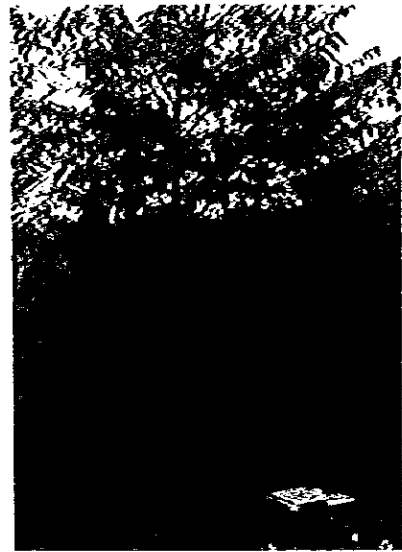
昭和54年6月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 28	000
登録No. 02534	88.3
	FDD



早成樹・*Albizia falcataria*,
南スマトラ



早成樹・*Anthocephalus chinensis*,
5.5年生, $140 m^2/ha$, フィジー。



早成樹・*Melia azedarach*,
タイ。



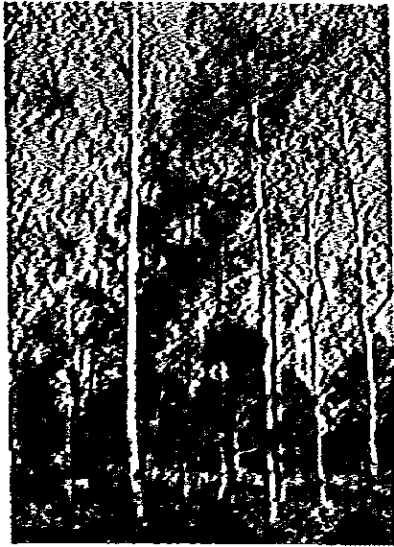
早成樹・*Eucalyptus deglupta*,
12年生, DBH = 58 cm, フィジー。



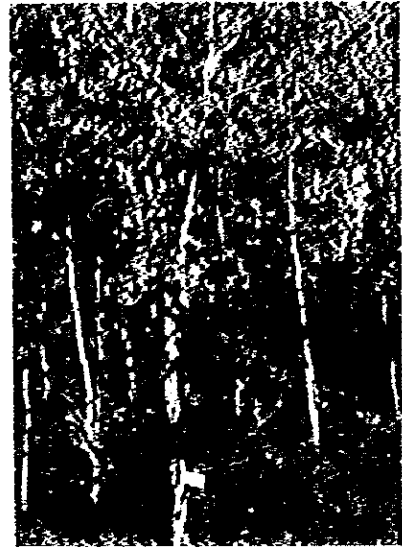
早成樹・*Eucalyptus deglupta*,
30年生, タイ・チェンマイ。



早成樹・*Eucalyptus citriodora*,
30年生, タイ・チェンマイ。



早成樹・*Eucalyptus tereticornis*,
11年生, タイ・シサクット.



早成樹・*Eucalyptus alba*
13年生, タイ・シサクット.



左・*Pinus caribaea*(植栽), 13年生
右・*Pinus merkusii*(天然), 約80年生
タイ・シサクット.



Araucaria angustifolia (パラナマツ),
バラグアイ.



Pinus merkusii, グラスステージの永い品種,
北部タイ産, タイ・チェンマイ.



全左, グラスステージの短い品種,
東部タイ産, タイ・チェンマイ.



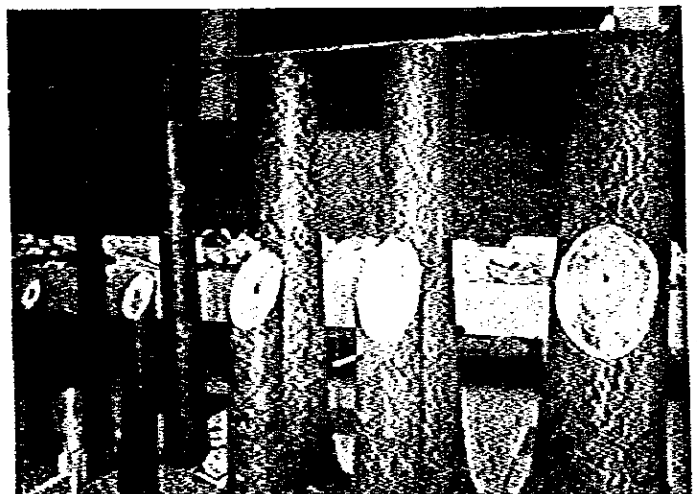
Peronema canescens (スンカイ)
中伐期の優良材を産する。南スマトラ



Acacia catechu
薪材として植えられたが、心材が美しく用材にもなる。
タイ・パクチャヨン。



Tectona grandis (チーク)の造林地
東部ジャワ



Paulownia taiwaniana (ウスバギリ)の生長、
左から、3、4、5、6、7年生。パラグアイ。

あ い さ つ

近年、開発途上国で森林開発が活発化してきているが、開発に伴う林地の取扱いが慎重でないため林地の荒廃を生起させている事例が一部で見られること、また、焼畑移動耕作など不適正な土地利用に起因して裸地草地等が増加傾向にあること等から、森林資源の培養、国土保全機能の維持等のため森林造成に対する関心が高まり、この分野における我が国の協力が期待されているところである。

従来、これらの地域での造林は個別分散的に行われ、造林をとりまく諸条件を総合的に勘案した分析・検討は行われておらず、我が国の官民を通じた森林造成協力を進めるうえで主要な障害の一つとなっている。

本報告書は、昭和53年11月18日から16日間、坂口勝美氏を団長にタイ国、同11月30日から19日間、原教三氏を団長にフィリピン国、パプア、ニューギニア国に派遣し、各国で行われている造林地等の調査を行うとともに、また、これら三国およびその他の開発途上国における既存の資料・情報を集収・分析し、国別あるいは地域別に造林計画を樹立するための基準を作成したものである。

本報告書が、今後、熱帯降雨林地帯に在る開発途上国で造林協力を推進する際の指針書として広く活用されることを期待するとともに、本調査の実施に御尽力をいただいた関係国及び我が国の政府関係機関の関係各位、ならびに調査団員各位に対し心より感謝の意を表わすものである。

昭和54年6月

国際協力事業団

理事 遠 藤 寛 二

解 説

本書は、わが国の林業国際協力における重要な一分野である造林協力に関し、技術上および手法上、留意すべき事柄を集大成したものである。

本書では、主として湿潤熱帯、なかでも、東南アジアおよび大洋州地域の造林問題を対象とした。乾燥熱帯（砂漠・サバンナ等）の造林は、特殊な緑化技術でもあるので、第4章で誌すほかは、普遍的なこの造林基準では、詳述しないこととした。なお、中南米・アフリカ地域の造林については、社会経済の差異はあろうが、類似の技術問題に関しては、本書を適用しうるものとする。

本書の構成は、「総論編」および「各国編」から成り、総論編は共通的、普遍的な留意事項を、各国編は東南アジアの5カ国と大洋州の3カ国の個別的な現状・問題点を記述した。

総論編と各国編の記述には、一部重複している部分もあるが、これは、各々を繕く場合の便を考へて、敢て両方に掲げたものである。また、各国編における項目は、概ね統一してあるが、その国によって、当該項目の意義に軽重があるので、これに応じて適宜取舍選択した。

参考文献は、総論編では各章の末尾に、各国編では各国の記述の末尾に、それぞれ掲げた。

総論編

目 次

1. 開発途上国における森林造成の意義	1
1-1 森林造成の必要性	1
1-2 東南アジア、太平洋の途上国を中心とする森林資源	1
1-3 途上国林業の問題点	4
1-3-1 焼畑移動耕作	4
1-3-2 林地の農地化動向	5
1-3-3 土地問題	6
1-3-4 造林投資効果、インフラストラクチャー、その他	6
1-4 森林造成の可能性	7
1-4-1 森林の更新	7
1-4-2 森林の保育	9
1-4-3 熱帯林業研究体制の整備	10
2. 森林造成に対する協力のあり方	12
2-1 造林の国際協力の事例	12
2-1-1 国際協力事業団の造林協力	12
2-1-2 FAOの造林協力	13
2-2 相手国の要請の背景からの考察	15
2-3 協力すべき造林の専門分野からの考察	16
2-4 協力方式からの考察	19
3. 造林の現状と問題点	22
3-1 Brandis法とTaungya法	22
3-2 草原造林	23
3-3 伐採跡地造林	24
3-4 造林推進上の問題点	25
3-4-1 制度的問題点	25
3-4-2 技術的問題点	26
4. 造林技術基準	32
4-1 樹種選定の基準	32
4-1-1 熱帯低地の適樹種	32
4-1-2 熱帯高地の適樹種	51
4-2 種子管理の基準	56

4-2-1	種子の採種源	56
4-2-2	種子収集作業	58
4-3	苗畑造成・育苗の基準	60
4-3-1	苗畑造成	60
4-3-2	育 苗	62
4-4	植栽・保育の基準	69
4-4-1	適地適木の判定	69
4-4-2	保育方式の判定	71
4-4-3	伐期の選択	72
4-4-4	列状植栽と人工調整植栽	74
4-4-5	造林計画の策定	76
4-4-6	植栽と保育の実行	77
4-5	保護の基準	81
4-5-1	病虫害対策	81
4-5-2	山火事対策	87
4-5-3	風害対策	87
4-6	機械化造林の基準	88
4-6-1	機械化造林の現状	88
4-6-2	予想される機械化作業	89
4-7	工程管理の基準	91
5.	技術協力のための計画基準	98
5-1	技術の開発・移転の重点項目	98
5-2	技術の開発・移転の手法	106

資料1. 種子の単位当り粒数

資料2. List of UNDP Reports (造林関係抜萃)

1. 開発途上国における森林造成の意義

1-1 森林造成の必要性

森林資源は木材の生産機能をはじめ、水源涵養、国土保全、大気浄化、野生鳥獣保護、休養的利用および審美的・精神的寄与など国民生活環境の維持向上のため、はかり知れない公益的機能を果している。

しかし、太古にふりかえってみると、人類は採取、狩猟、さらに森林を焼払っては移動する農耕等、森林とともに生きてきた。この時代の森林は無尽蔵的存在で掠奪的に利用されていた。次第に文明が進歩して商工業が発達し、また人口の加速度的増加とも相まって、森林資源は次第に消耗されるに至り、資源保護のために更新培養の関心が高まってきた。さらに都市化による環境の悪化や、農工業への水資源の必要性などから森林の公益的機能が著しく重視されるに至っている。

したがって、林業の定義も、初期段階の“森林の伐採、林産物の原始的獲得”から、第2段階の“森林を造成し、林産物収穫の永続を図る技術”をへて、現段階では“林地の合理的な取扱いによって、国民の社会的ならびに経済的福利増進に寄与せしめる活動”と理解されている。

これを世界的にみると、先進国と途上国では森林の価値観にかなりの相違があり、とくに途上国ではそれぞれ、社会、経済、文化の発展度と緊密な因果関係があって現在なお上述の各段階の категория が混在している。それゆえ、途上国の森林・林業の近代化には、技術面のみならず、制度、社会、経済等多面的な問題点の解決が必要である。したがって、国際協力にあたって、その現実を十分に把握しておく必要がある。

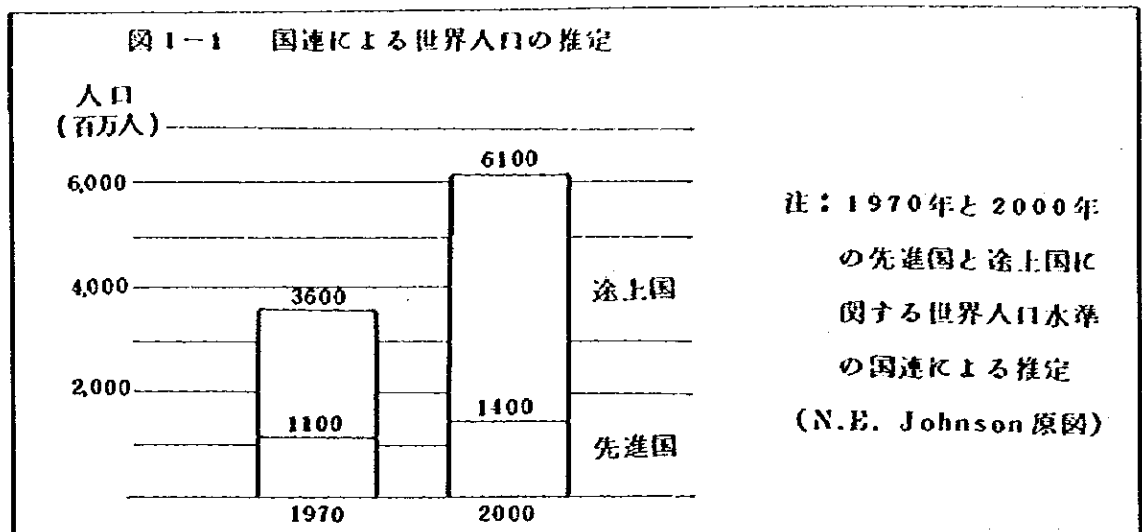
本章では、1-2に東南アジアと大洋州の途上国を中心とする森林資源、1-3に途上国林業の問題点、1-4に森林造成の可能性、を述べ森林造成協力に当たっての基盤的理念をうかがうこととする。

1-2 東南アジア、大洋州の途上国を中心とする森林資源

世界の人口は、厚生省人口問題研究所の調べによると、1650年の5億が、その約170年後の1820年代に2倍の10億、次の倍増は100年かかって1920年代に20億となっている。また、国連の推定によれば、図1-1に示すように、その後50年の1970年に36億、2000年には61億と加速度的増加が見込まれている。そして1970年から2000年代への増加は、先進国で3億、途上国で22億の増加であり、その途上国の多くが熱帯に所在することに注目しなければならない。

これに対し、世界の森林、とくに途上国のそれほどのような地位にあるであろうか。

1974年スウェーデンのPerssonによる“1970年代初期における森林資源調査”の引用をふくめて、筒井らを取りまとめた“転換期の南洋材問題”(1978)によると次のとおりである。



表・1-1 世界の森林資源の概況

区 分 地 域	人 口 (10万人)	森 林 面 積					
		森 林 (百万ha)	C.F林 (百万ha)	1人当たり C.F林 (ha)	O.W.L (百万ha)	O.W.L (世界%)	人工造林地 (万ha)
先進地域 (北米、西欧、太平洋、 日本、イスラエル、南アフリカ)	2570	947	812	1.1	134	130	4870
社会主義地域 (ソ連、東欧、中国、 北朝鮮、北ベトナム、モンゴル)	12426	1049	899	0.7	115	112	3610
途上地域							
アフリカ	3180	749	186	0.6	545	529	170
中南米	3255	795	590	1.8	152	147	270
近東 (エジプト、リビア、 スーダンを含む)	1283	95	13	0.1	35	34	30
極東	11909	371	259	0.2	47	45	530
その他 (大洋州のオーストラリア、 ニュージーランドを除く)	47	44	36	7.7	3	03	3
小 計	19674	2034	1084	0.6	782	758	1003
世 界 計	39670	4030	2795	0.7	1031	1000	9483

注：a. 人口は1973年世界人口統計を利用、出典により図・1、表・1-2と相違がある。

b. C.F林は閉度0.2以上の森林、O.W.Lは閉度0.2~0.05の林地。

c. World forest resources (1974) から作表された。

d. 本表は文献(4)より引用した。

世界の森林面積40億haのうち、途上地域にはその約1/2にあたる20億haがある。C.F林(Closed forest)は全世界の約28億haのうち、途上国に約11億ha、極東と大洋州(オーストラリアとニュージーランドを除く、以下(途)と記す)に約3億haがある。O.W.L

(Open wood land) は全世界の約10億3千万haのうち、途上国にはその78%にあたる約7億8千万haがあり、これは主として焼畑移動耕作に起因するものであることに注目しなければならぬ。

人工造林面積は、全世界で約95百万haであるが、うち途上国には1千万haで全世界の僅か1割に過ぎず、また極東と大洋州(途)にはそのまた1/2にあたる533万haである。

全世界のC.F林総蓄積は、表・1-2に示すように3,100億 m^3 といわれる。このうちアジアに380億 m^3 、太平洋地域に60億 m^3 がある。この数値のうち蓄積関係の各因子で南米が何れも高いのはアマゾン流域の広大な未開発地域を含むためであろう。東南アジアと大洋州(途)では開発が平地林からはじまり次第に丘陵・山岳林と奥地へ進みつつある。東南アジアの熱帯林の構成はフタバガキ科が地域全蓄積の約60%を占めており、樹種のきわめて多いことが温帯林と著しく異なる特徴である。

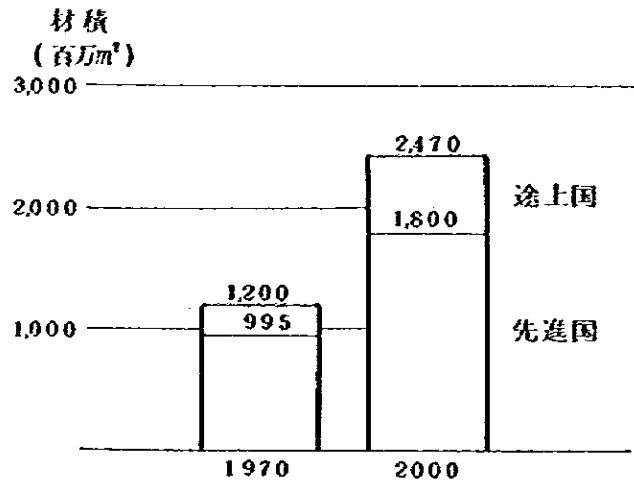
表・1-2 立木蓄積 (Perssonによる)

地 域	人 口 1970年 (百万人)	C. F 林 総 面 積 (百万ha)	C. F 林 総 蓄 積 (億 m^3)	世 界 に対する (%)	C. F 林 1人当たり (m^3)
北 米	227	630	585	19	250
中 米	93	60	55	2	60
南 米	191	530	915	29	500
アフリカ	356	190	250	8	70
欧 州	462	140	120	4	25
ソ 連	243	765	733	24	300
ア ジ ア	2,132	400	380	12	20
太平洋地域	19	80	60	2	315
世 界	3,723	2,800	3,100	100	85

さて、世界の木材需給の見通しについては、高度成長時代から安定成長時代への移行や、オイル・ショック後の省エネルギー化時代に直面してFAOもわが国も目下見直しの作業中であるので、ここではJohnsonの文献を引用して大局的動向をつかむこととしたい。

図・1-2によると、2000年代の先進地域の木材需要は途上地域のほゞ3倍と見込まれる。この点からみても途上地域の熱帯林が将来の木材供給地としての戦略的立場にあることがわかる。途上国の天然林からの伐採量は、次第に沿岸から内陸に向うため、運材、基盤整備等の費用が嵩むとともに、後述するように天然更新の期待がきわめて困難なことから、この埋め合わせが沿岸から遠くない人工林の生産に多くの関心と期待がもたれている現状にある。

図1-2 世界木材需要 / 産業用材
 (ウエアハウザー会社推定・Johnson 原図)



注： 1970と2000年の先進国と途上国における
 産業用材の世界需要

1-3 途上国林業の問題点

1-3-1 焼畑移動耕作

多くの熱帯途上国には焼畑移動耕作 (Shifting cultivation, 以下S.C.と略す) の慣行がある。これは文字通り森林を伐倒焼却して、森林が多年にわたって表土に集積した養分と草木灰を利用して無糞肥で数年間天水農業を営み、地力が低下すると放棄して他に移り、同じ手法を繰り返したあとに、休閑期間 (fallow period) をおいて再び戻って反復する土地利用法である。これには多くの土地固有の名称があり、よく知られているものは、Kaingin (Philippines)、Chena (Ceylon)、Kumri (India)、Ladang (Malaysia)、Parcelero (Puerto Rico)、Shamba (Kenya) などである。

S.C. の反復の甚だしい場合は、土地が瘠悪化し、東南アジア諸国では *Imperata cylindrica* (チガヤの類で、インドネシアで Alang Alang, フィリピンで Kogon と呼ばれる)、太平洋の諸島では *Themeda australis* (ノカルガヤの類) を優占種とする草原 (grass land) となる。しかし、永く自然におけば、インドネシアの例では、*Eupatorium* sp. (ヒヨドリバナの類)、*Melastoma* sp. (ノボタンの類)、*Lantana* sp. が侵入し、二次林へ移行するが極端に瘠悪化した草原の回復は容易でない。

S.C. は森林が豊富で、その破壊が深刻なものとして受けとめられていなかった時代の

自然発生的なものであるが、いったん慣行的に定着したものは容易に解消されず、この形で土地に住みつ়くことのできる途上地域においては、これの対策としての懲罰という手段をもっては解決されない現実にある。Unasylyva 27 (4107) (1975) によれば、S. C. の面積は世界を通じて3.6億ha、それによって生活する移動耕作民は2億5千万人と推定されており、毎年S.C. によって失われる森林は、フィリピンで6~8万ha、タイで10万haという報告がある。このため各国とも解消可能性のあらゆる手段を模索して、可能性への努力をはかっており、その歴史的段階は次のとおりである。

その第一段階は、ビルマでTaungya 法、インドネシアでTumpang Sari 法と呼ぶものである。これは人工林造成の初期に一定期間農作物の営農と組み合わせて林業を行うもので、かつて中世ヨーロッパで行われていたものが(日本でも切替畑、焼畑、^{なげ}籬畑、^{こぼ}木場^{さく}作などとして行われていた)、19世紀中頃に熱帯林業に導入され、ビルマからジャワ島におけるチーク造林のほか、インド、アフリカその他に拡がりS.C.を抑制する重要な基幹的役割を果たしてきた。

しかしこれにも種々の問題があり(→各国編、ビルマ参照)、フィリピンではAgro-Forestry 方式(各国編、フィリピン参照)、タイではSocio Agro-Forestry の理念でForest Village 方式(各国編、タイ参照)として開花している。

そのほか、タイではIntegrated Watershed and Land Use Project、Royal Watershed Development Project (各国編、タイ参照)などの形式で展開している。

1-3-2 林地の農地化動向

国民生活の向上には何よりもまず食糧の安定供給が図られねばならず、また途上国の急激な人口増加にそなえ食糧増産の行政施策が強力に推進されている。例えば、マレーシアではマレーシアプラン(現在第3次5か年開発計画)のもとに森林伐採跡地の農地転換が強力に展開している。タイでは国家経済開発計画(現在第4次)の第3次終了時の評価において、1961年の森林率57%は、前項の不法伐採と開拓を含めて38%に低下し、約10年間に約1,000万haの森林が破壊されている。インドネシアではジャワ島の人口稠密を解消するためジャワ島以外のいわゆる外領へ移民政策が強力に推進され、これまた森林の農地転換が行われている。フィリピンの森林はすべて国有であるが、政府は土地利用区分調査を行って民間に譲渡される土地をAlienable and Disposable Area (通称A and D、譲渡処理地域)といて、一般住民に譲渡し農作物の増産と失業者の就業施策を講じている。

しかし食糧増産計画、とりわけ水田農業を推進するには森林の水源涵養機能を忘れてはならない。おしなべて熱帯降雨林やモンスーン圏内で、豪雨の危険にさらされているところでは洪水、侵食、山腹崩壊にそなえて森林の公益機能を十分発揮させねばならない。地

形急峻な台湾では、上流からの流出土砂によって河床が高められ広大な河川敷を形成しており、熱帯降雨林地域の河川が、上流の侵食によって常時黄褐色の濁水を呈していることは、国土保全や地力維持上寒心に耐えない。

途上国の農業は生産性の向上に一層の努力がほらわるべきであろう。また林産物の供給面から見れば、高標高地の奥地林にはより多くの公益的機能の要請が加わり伐採を制限しなければならないので、単に量的な面積確保というだけでなく、これに林地生産力を加えた自然条件と社会条件を含めて総合的判断のもとに、土地利用の合理的施策が講じられなければならない。

1-3-3 土地問題

太平洋諸島のソロモン、フィジー、ニューヘブリデス、バブアニューギニア等に共通な問題は、造林用地確保の困難なことである。多くの造林対象地が原住民の土地であり、土地所有者の取り分が納得のゆくまでは林業用地として利用できないことで、林業のもつ本質が収獲時に始めて反対給付を生むという根本的理念を原住民に理解させることが先決の段階にある。ちなみに、原住民の土地を利用するにあたっては、BoardとかCommissionというような機関があって、政府といえどもTrust Boardの算定によるリース料を支払って造林する仕組みとなっている。このような土地所有の問題は太平洋の新生独立国に共通した土地所有概念であり、しかも私有権の合権化抜きで部族あるいは部落有の形態のままで残されているものである。これは、こんごの開発協力に大きな影響を与える共通の、かつ内在的な問題である。

1-3-4 造林投資効果、インフラストラクチャー、その他

林業投資は天然林ないし法正林の主伐収獲費のなかから還元されるのが本質である。したがって、いったん利子（収獲）を生む資本蓄積を失った地域での法正林造成には長期にわたって基盤資源造成の投資を累積する必要があるので、これに対する十分な行政援助措置が講じられなければならない。また、大規模造林を企図する場合労務不足の地域にあっては機械化をはからなければならないので、このための労務者の訓練、機械のメンテナンス関係に必要な援助がはからなければならない。

一般に林業開発地域は、資本投下が著しく遅れているので、道路、住宅、電力、教育、保健衛生などのインフラストラクチャーが整備されなければならない。さらに企業的林業を企図する範ちゅうにあっては、将来の流通機構を十分考慮し、二者択一の場合は立地条件のよいところから着手すべきで、この際地域の将来の工業化の進度、港湾整備の可能性、内需と輸出の動向など流通過程の見通しを考慮する必要がある。

途上国では自国森林資源充実への意欲の高まりから、先進国からの経済技術協力を求めつつある。すなわち、草場造林による環境改善をはじめ、森林資源造成のための造林協力、

木材伐出事業合理化のための技術協力、木材加工のための資金技術協力、さらに治山、治水など林業分野の協力要請が現われている。これらの協力にあたっては途上諸国の基本問題として、国内のベーシック・ヒューマン・ニーズ（人間生活の基本的要請）を満たすよう分配に重点をおいた政策路線を念頭におくべきであろう。すなわち、住民の多くが現金収入の途がないため失業者が多く、例えばタイではバンコックへ、インドネシアではジャカルタへと人口の都市集中化が激しいので、農山村地域住民の現金収入を図るための安定的な雇傭機会を創出するよう計画する必要がある。

産林の技術協力に関しては、次項1-4に改めて検討することとする。

1-4 森林造成の可能性

1-4-1 森林の更新

林業の本質は、森林収獲の保続にある。そのための更新法として、熱帯諸国では面積的には天然更新を標榜するものが圧倒的に多い。

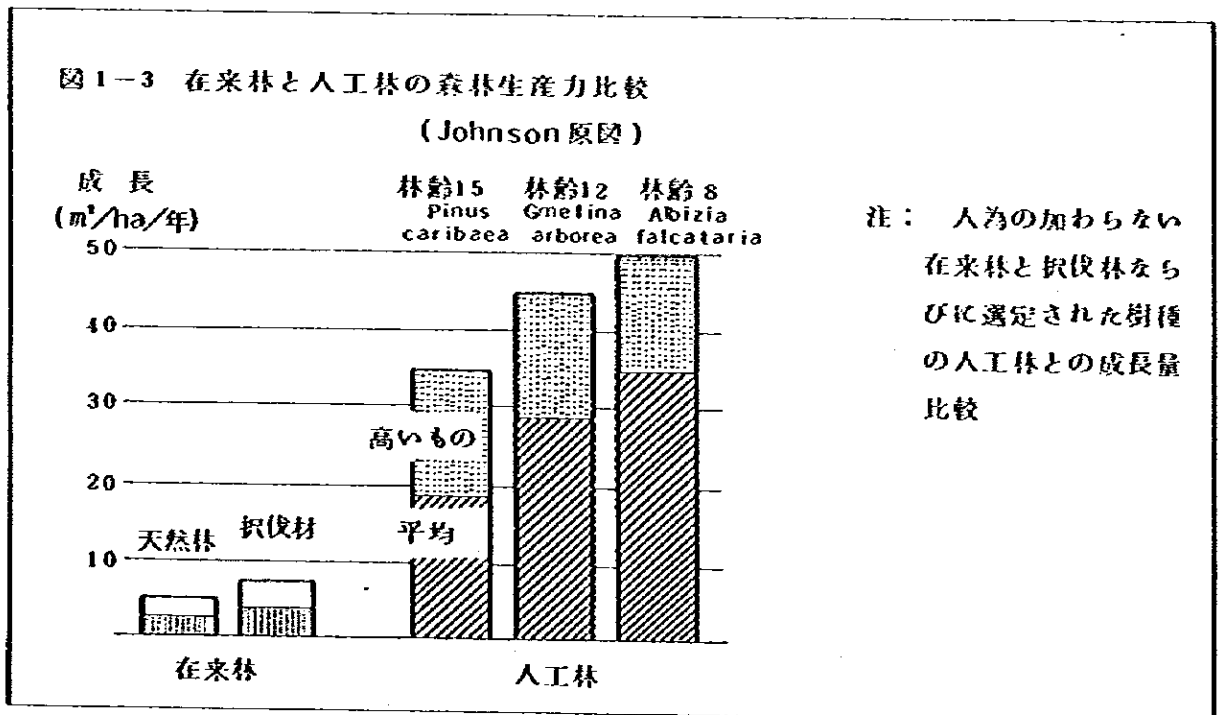
西マレーシアでは、マラヤ・ユニフォーム法と称し、稚苗の更新状態が良い林地の用材を皆伐し、同時に残存不用樹を枯殺剤によって巻枯らしを行い、幼稚樹の生育をはかる傘伐作業の範ちゅうにはいる作業種をとっている。この方式は低地林から丘陵林に向うにしたがって更新がきわめて遅延となったので、新たに択伐経営方式（Selective Management system）をとり期待をかけている（各国編、マレーシア参照）。フィリピンではModified selection system と称し、80cm以上の成熟木のみを伐採し、それ以下の残存木の成長をまって次回に伐採する。そして伐木集材は後継樹の保護を中心とし、集運材によって破壊された林地へは補植を行うとともに後継樹の障碍となる植生を除去することとしている。インドネシアではSelective cutting（TPI法）と称し、有用樹種伐採の対象とする最小直径限度を回帰年の長短に応じて定め、かつ伐採時最小直径限度木の伐採本数を制限する措置を講じているほか、天然更新による皆伐法（THIP法）がとられる場合もある。

フィリピンでは、いわゆるフィリピン・マホガニー、マレーシア平地林ではフタバガキ科の極めて良好な前生稚幼樹の見られるところがあるので、このような立地では生態学的植生遷移の路線にそって合理的な人為を加えることにより、天然更新の成功例が見られる。しかし、大部分の地域は自然放置に近い状態で将来に対する保続が危惧されている。

熱帯と比べてはるかに樹種数の少ない温帯林のわが国でさえ天然更新は困難で、現在かなり人工を加える天然林経営が行われている。したがって、熱帯においては、とくに天然更新の成績が期待できず有用稚幼樹の更新を欠く場合には、列状植栽（Line planting）と同じ手法で林内に郷土樹種の苗木をもって人工補植を併用することとし、これを Enrichment planting と呼んでいる。しかし丘陵林は地位変化の甚だしいこと、列間

のうっ閉回復によって稚樹が消失すること、などによって概ね満足すべき結果がえられず、本法もまた熱帯地域で次第に支持者が少なくなっている (Gatinot P. 1969)。しかし、太平洋諸島の伐採跡地で有用後継木がほとんどなく、また前生稚幼樹がないところでは列状植栽 (Line planting) が行われており、その結果はかなり良好である。

人工造林の歴史は、チークについてはタイで1906年 Phrae 県で、インドネシアでは19世紀中頃からジャワ島で行われているが、その他の樹種については古いもので19世紀末、大部分は20世紀に入ってからで、その歴史は浅い。しかし、第2次大戦後FAOが林産工業用として早成樹種人工造林の価値あることを推奨して以来、熱帯途上国では外来種を含めて早成樹種の人工造林を重視し大きな関心と期待をしめしている。その理由は何よりも選定された早成樹種の成長の旺盛なことで、Johnson は図・1-3のように熱帯早成樹種と在来林の成長比較を示している。また他の文献でJohnson, N. とW. Kusumh, 1976は、東カリマンタンにおいて在来天然林の年平均成長量の1 m^3 と比べて、人工林は10 m^3 というはるかに大きな材積を供給すると述べている。さらに、*Albizia falcata* の適地に植栽されたものは6年生で最高の年平均成長量67 m^3 という驚異的なものもある (各図録、インドネシア、*A. falcata* 収獲表参照)。



しかし、ここで注意を喚起しておくべきこととして、次のような問題点が指摘される；
(1) 土壌条件の適地を誤った場合は、成長量は極端に低下し成林が期待できないところが少なくない。良好な成績は報告されるが、不良な成績はほとんど報告されていないこと

を念頭におかなければならない。

- (2) 中庸地の *Albizia falcata* の年平均成長量最大の時点は7～8年生である。このような短伐期は後述の地力維持の観点からうけいられないので、経営計画を樹てる場合には適正伐期時点での年平均成長量を見極めなければならない。
- (3) 外来種導入にあたっての最大障碍は病虫害である。当面は大面積のモノカルチャー（単純植栽）をさけ混交林の造成に努めるとともに、抵抗性の評価には少くとも一輪伐期間をかけて見極めなければならない。
- (4) その他、種子の入手、保育形式（次項参照）などの未解決のほか、防火対策などの諸問題がある。

結論として天然・人工更新を通じて、次に述べる更新適地判定の基準作成や熱帯林の生態学解明などの基礎的試験研究を優先して推進する必要がある。

(1) 適地適木適樹種の基準確立

適地適木適樹種は育林の基盤であり、その基準作成には各種環境因子を総合しなければならないが、土壌型の研究推進がとくに急がれる。熱帯の土壌型については、FAO / IUFRO方式、USDA方式、ヨーロッパ（西ドイツ）方式があるが、それぞれ判定因子を異にし、これが樹種毎の生産力と結びつけた研究は少ない。大角は、北部マレーシアにおいて独自の土壌系（Soil series）を策定し適地と適樹種の判定を提案しており、こんごの発展に大きな示唆を与えている。

(2) 樹種の選定

人工造林の樹種選定はチーク以外に定着したものは極めて少なく、各国とも定着樹種決定のための試験造林的段階にある。樹種選定にあたっては種子の産地、品種を重視する必要がある。現在早成外来種に重点がかけられているが、外来種は一部の例外はあるとしても、病虫害の危険が多いので、その発生には薬剤防除とともに生物的、生態的防除の研究を推進するとともに、在来種の選定にも一層の関心をほらう必要がある。

(3) 地力維持と森林生態系の研究促進

熱帯雨林は、世界を通じて有機物生産量が最も多い。植物体中に蓄積された多く植物養分量は落葉落枝となると迅速に分解して土壌に還元されて物質循環が行われている。したがって、森林が破壊されて植物養分の主源が失われる程度の高いほど土壌は速やかに腐悪化するので、この場合森林の生態系がどのように変化するかを究明して、地力維持に対する十分な措置を講ずる必要がある。さらに、熱帯林の植生遷移を含めた生態系の究明は天然更新可能性の判定に極めて重要である。

1-4-2 森林の保育

育林過程の各個別技術は、それぞれ単独にきめられるのではなく、生産される丸太の大き

と主伐材積(量)ならびに各種形質(節、通直性など)は、植栽本数、間伐、枝打ち、伐期の長さに関する系列の技術体系と密接な相互関係がある(総論、4-4参照)。

したがって、植栽本数、間伐開始時期、間伐の繰り返し期間、間伐後の残存本数、枝打ちの高さ、主伐時期と伐期本数の各組み合わせ系列によって各種の保育形式があるので、まず生産目標を決定しなければならない。

従来、熱帯早成樹種の早期平均成長量の著しく多いことから、しばしばパルプ用材を生産目標として10~15年生伐期の比較的密植の保育形式が提唱されるが、短伐期とその繰り返しは熱帯林生態系からみて地力維持上極めて危険であると考えられるので懐疑的である。また、パルプ工業用原木は低価で造林投資に対する収支にも問題があるので、生産目標を価額の比較的高い構造用材におき、その間伐材を主伐木とだきあわせてパルプ用材にあてる保育形式を考えるべきであろう。ただし、物質流入の多い良好な土地条件のところでの例外もあろうかということをおぼろげに留保しておきたい。

さらに、途上国で保育形式を決めるにあたっては、上述のほか、(1) 林分の健全性をとくに考えること、(2) 経済的な投資の少ない保育形式を考えること、(3) 労務事情の関係を考えること、なども重視しなければならないであろう。

1-4-3 熱帯林業研究体制の整備

(1) 林業協力の基礎となる熱帯林業にかかる技術研究を一層効率的に推進するため、農林水産技術会議、熱帯農業研究センターの整備拡充をはかるか、その連携のもとに林業試験場に熱帯林業研究部などの強力な研究体制をはかること。また、現在の同上センターの在外研究と事業団の研究協力の連携を強化する必要がある。

(2) 大学農学部で熱帯林業研究講座を開設するほか、所要の大学に熱帯林業学科を設置し、また農業高校に熱帯林業研究科目を新たに設けることが望ましい。

参 考 文 献

- (1) 島田 錦 蔵 : 林学概論 304pp、経営評論社、東京、1950
- (2) JOHNSON, N.E. : Biological opportunities and risks associated with fast-growing plantations in the tropics. *Journal of Forestry*, 74 (4) : 207, 1976
- (3) PERSSON, R. : World forest resources. Nr. 17, 1974, 邦訳、新・世界の森林資源調査・林産行政研究会、東京、1975
- (4) 筒井 迪 夫 監者 : 転換期の南洋材問題、日本林業調査会、東京、1978
- (5) CATINOT, R. : Results of enrichment planting in the tropics. FAO committee on forest development in the tropics, FAO; FDT-69/4.

Rome, 1969

- (6) WIRAKUSUMAH, R. Sambas : The importance of Revegetation in the utilization of the natural tropical forest resources, East Kalimantan. Presented at the "Symposium on management of forest production in Southeast Asia" Bangkok, April 19--22, 1977
- (7) OSUMI, Yasuo : Site classification based on soil in Northern Malaysia. Presented for the Symposium on Silvicultural Technologies, sponsored by Tropical Agriculture and Research Center, Tsukuba, Ibaraki, Japan. Oct. 2--7, 1978
- (8) 坂口 勝美 : 間伐の本質に関する研究、林試研報(131)、pp.95、1961
- (9) 蜂屋 欣二 : 保育形式と間伐指針表、pp.179~196、林業新技術33選、全林協、1970
- (10) 国際農林業協力協会 : 海外農林業協力の推進に関する提言、1978

2. 森林造成に対する協力のあり方

開発途上国における森林資源造成の必要性は、前述の森林造成の意義に目覚めて、近年とみに高まってきている。

しかし、これの実現化は多くの開発途上国において、必ずしも容易なものではない。

その原因として、森林造成は、他の新工業開発あるいは運輸・通信施設の整備等と異り、その成果が短期間に現われるものでないこと、また、技術的、経済的、社会的条件による不確実性が多いこと、さらに企業採算性に劣ることなどが挙げられる。

このため、多くの開発途上国が森林資源の造成について、先進諸国および国連機関による技術的、資金的協力を要請している。この例を国際協力事業団の協力およびFAOの協力（造林関係）として次に挙げる。

2-1 造林の国際協力の事例

2-1-1 JICAの造林協力

- フィリピン
 - ・ パンタバンガン森林造成技術協力
 - ・ 開発協力事業（民間協力の試験造林）としてミンダナオ、アラスアサン他2ヶ所
- インドネシア
 - ・ 南スマトラ森林造成技術協力
 - ・ 開発協力事業としてカリマンタン、バリクパバン他3ヶ所
- ブラグアイ
 - ・ イタブア林業開発技術協力
 - ・ 開発協力事業としてイグアス試験造林
- ブラジル
 - ・ アマゾン造林現地実証調査
- パプアニューギニア
 - ・ 開発協力事業としてマダン試験的造林事業
- タイ
 - ・ 植林および機械化造林協力（要請越し）
 - ・ 開発協力事業としてチュンマイ試験造林
- フィジー
 - ・ 開発調査として、広葉樹造林のフィジビリティースタディー。
- コロンビア
 - ・ 開発調査として、造林のフィジビリティースタディー。
- ビルマ

・開発調査として、農業協同開発計画のうちの造林計画調査

○ その他

・フロモン、ニューカレドニア、ニューヘブリデス等における開発協力として、試験造林。

以上のように、わが国への政府および民間ベースの協力要請には森林造成分野が多い。

2-1-2 FAOの造林協力

また、FAO（資金はUNDP）による林業プロジェクトのうち、on going又は最近までの、造林に関するものは、次のとおりである。

United Nations Development Programme

Compendium of approved projects as of June 1977.

（年次は、プロジェクト承認の年と完了予定年。金額は、UNDP 資金で米\$である。）

○ フィリピン

・ Applied multiple use management and forest research.

（1972～1981年、1592千\$、山火事対策等の森林保護が主体）

○ インドネシア

・ Upper Solo watershed management and upland development.

（1972～1977年、1087千\$、治山・緑化）

○ タイ

・ Re/Af forestation in northeast Thailand.

（1975～1978年、88千\$、マツ・ユーカリ等試験造林）

・ Integrated forest land use in the northern highlands.

（1973～1978年、1270千\$、植林・農業による土地利用の高度化）

○ ビルマ

・ Plantation trials of quick-growing tree species.

（1975～1979年、158千\$、早成樹による試験造林）

・ Forestry research institute.

（1972～1978年、953千\$、造林、森林調査、林業経営等の林業試験場設立）

○ パプアニューギニア

・ Reforestation

（1973～1975年、11千\$）

・ Development principles for tropical rainforest.

（1974～1975年、4千\$）

○ フィジー

・ Tree nutrition.

(1975~1976年、11千\$)

○ トルコ

・ Forest industries in north Aegean.

(1976~1977年、500千\$、産業用造林)

○ イラク

・ Forest research demonstration and training.

(1974~1976年、328千\$、ポプラ、ユーカリによる大規模造林)

○ エルサルバドル

・ Forestry development.

(1973~1977年、791千\$、多目的造林)

○ ジャマイカ

・ Forestry development and watershed management.

(1967~1977年、1964千\$、産業用造林)

○ アルゼンチン

・ Center for investigation of rapid growth forest species and improvement of rural and suburban environment.

(1975~1978年、84千\$)

○ チリ

・ Programa de desarrollo tecnologico silvo-agropecuario.

(1975年、20千\$)

○ ナイジェリア

・ High forest development.

(1973~1976年、3097千\$、造林、経営体系の調査)

○ 中央アフリカ

・ Etudes preliminaires de Amenagement de la Faune en Zone Nord.

(1973~1978年、149千円、サバンナ造林)

○ ザール

・ Pilot reforestation project around Kinshasa.

(1974~1977年、516千\$、造林計画)

以上のほか、先進諸国と開発途上国との間のバイラテラルな造林協力も数多く行われている。

これら、わが国、FAOおよび先進諸国の数多くの協力プロジェクトの実態をみるに、その背景、包括分野、協力方式は、各種各様であることから、森林造成に対する協力のあ

り方を論ずる場合には、①相手国のニーズの背景、②協力すべき造林の専門分野、③協力方式、の3つの側面からの検討が必要と考えられる。以下、これら3つの側面からの考察を述べることにする。

2-2 相手国の要請の背景からの考察

開発途上国における造林に関しては、各国に共通な問題があると同時に、それぞれの現状による特徴的な背景と問題意識がある。

例えば、フィリピンにおいては、⁽³⁾1973年に公布されたForestry Reform Coard 中の問題意識として、同国が従来は天然林の伐採跡の殆んどを天然更新に依存していたのを人工造林とくに industrial plantation (主としてパルプ用の早成樹種による大規模造林)の開始によって森林資源の回復を図る必要性が認められるのである。ふえんすれば、同国は従前から優良なラワン材(フタバガキ科)の産地国として有名であるが、人工造林に関しては、技術的、資金的障害のために、大規模な人工造林事業の進展がみられなかった。近年に至り、森林資源の枯渇が顕著となり、わが国の輸入材に占めるフィリピン材の比率もこの10年間に20%台から10%以下に急減している。このような状況が背景となって、前述の大統領令の公布となったのである。

一方、インドネシアにおいては、⁽³⁾3千万haといわれる草原(Arang Arang)の存在とこれの解消は、同国林業政策上の最大の問題点となっている。この草原は、他の熱帯開発途上国におけると同様に、殆んどが焼畑移動耕作に起因するものであり、とくに、ジャワ島以外のいわゆる外領に広く存在し、拡大しつつある。これを森林化することは、単に木材資源の造成だけでなく土地利用の高度化という資源問題と同時に、造林事業を組合わせた定着農業の発展、ひいては外領とジャワの地域格差是正という社会政治問題でもある。このような問題意識から、同国の林業協力要請のはしりとなったのが、草原地帯の造林(南スマトラ、南カリマンタン、南スラウエシを proposed location としている)であった。

この焼畑移動耕作対策としての人工造林事業は、フィリピンおよび次に述べるタイ等においても、政府はAgro-forestry およびForest Village等の制度を創って、農業発展と森林造成に努力しているところである。

タイにおいては、急激な森林地域減少による木材供給量の不足および洪水等治山治水上の問題点の顕在化が同国の林政上の課題となっている。すなわち、タイは従前からビルマと並んで優良チーク材の産地国として有名であったが、森林の乱開発および上述の焼畑移動耕作によって、この10数年間に森林率が57%から38%へと急激に減少し、現在は木材輸入国となっている。同国では、この現状を改善すること、とくに建築用材およびパルプ・紙の輸入に貴重な外資を費すことのないよう、人工造林による大規模な森林造成を展開しようとしている。

一方、ブラジル、パラグアイ等の南米の森林造成上の問題をみると、樹種的に利用価値の低

い現存の天然林を、いかにして利用価値の高い人工林に切替えるか、換言すれば、現存天然林の効率的利用 (exploitation) と造林 (reforestation) とをリンクさせることである。このことは、大洋州、東南アジアでも多かれ少かれ云えることではあるが、南米地域では、利用樹種の比率が少いこと、人口密度の低いこと、森林・林業行政部門が新しく、未整備なこと等と相まって、森林造成上の難点となっている。

その他、ビルマでは、地方農家への供給材 (自家用材・燃料材) 確保のための里山地帯への造林、パプアニューギニア、フィジー、ソロモン等の大洋州地域では、産業的資源としての人工造林地の造成が林政上の基本問題として採上げられている。

以上のように、開発途上国からの森林造成についての協力要請には、その国々特有の背景がある。わが国の協力のあり方を考える場合には、これら背景を技術的側面、経済的側面および社会的側面から十分検討考察する必要がある。その際、大切なことは、相手国のニーズあるいはプロポーザルを必ずしもそのまま是認するとは限らないことである。例えば、前述のように、殆どどの開発途上国が早生樹樹種による造林をめざし、しかもその利用はパルプ用材を主体に考えている。しかしながら、協力のあり方を考えるとき、少なくとも政府ベースの造林協力では、高伐期であっても高品質材の樹種の造林あるいは早成樹種の一般用材としての利用を考えた造林等も同じウエイトで検討すべきである。同様のことが経済的側面からも云えよう。開発途上国での人工造林事業は、これに関連する道路・水運等のインフラストラクチャー、労働力、マーケット、資金等と斉合性をもっていなければならない。

さらに、社会的側面からの検討は、特異な社会制度や慣習がある開発途上国で、しかも造林のように土地に着いた協力分野では、とくに重視すべきである。例えば、焼畑移動耕作と造林事業の関係あるいは大洋州地域での Customary land と産業的資源のための森林造成の関係は、一歩誤まれば対立関係になるものであって、各地域の社会的条件は feasibility study 等の段階で十分調査・検討されねばならない。

2-3 協力する造林専門分野からの考察

協力すべき造林の専門分野が何であるかの検討は、造林協力の際しての専門家派遣、研修員受入れ、機材供与等を適切に行っていくうえで極めて重要なことである。

この造林の専門分野については、これを学問上の問題として取扱うことは、かなりの論議があつてのうえで定説を得るべきと考えられるので、ここでは、熱帯造林への協力という実務的な観点から区分することとする。

まず、熱帯造林に関連する林学の専門分野の幾つかを挙げれば次のようになろう。

樹木学 (樹木分類・樹木形態)

森林生態学

森林土壌学

森林気象学

林木育種学

樹木生理学

育林学（林木種子・保育・密度管理等）

樹病学

森林動物学

勿論これらは相互にオーバーラップする部分もあり、また、これらの複合としての森林立地学、森林環境学、森林保護学等で区分することもできる。さらに、造林の周辺部分は、治山、造園、森林経営等の諸分野と当然関連してくる。

次に、熱帯の造林の方式が現状でどのようになっているか、大別すれば2-1表のように整理される。

協力すべき造林技術としての専門分野を検討する場合には、これら現行の熱帯林の造林方式と前述の造林の専門諸学とのつき合わせのもとで考えるべきである。

勿論、いかなる造林方式であっても、一般的・基礎的な造林の技術・知識は必要であるが、とくに強く要求される専門技術分野があることも確かである。

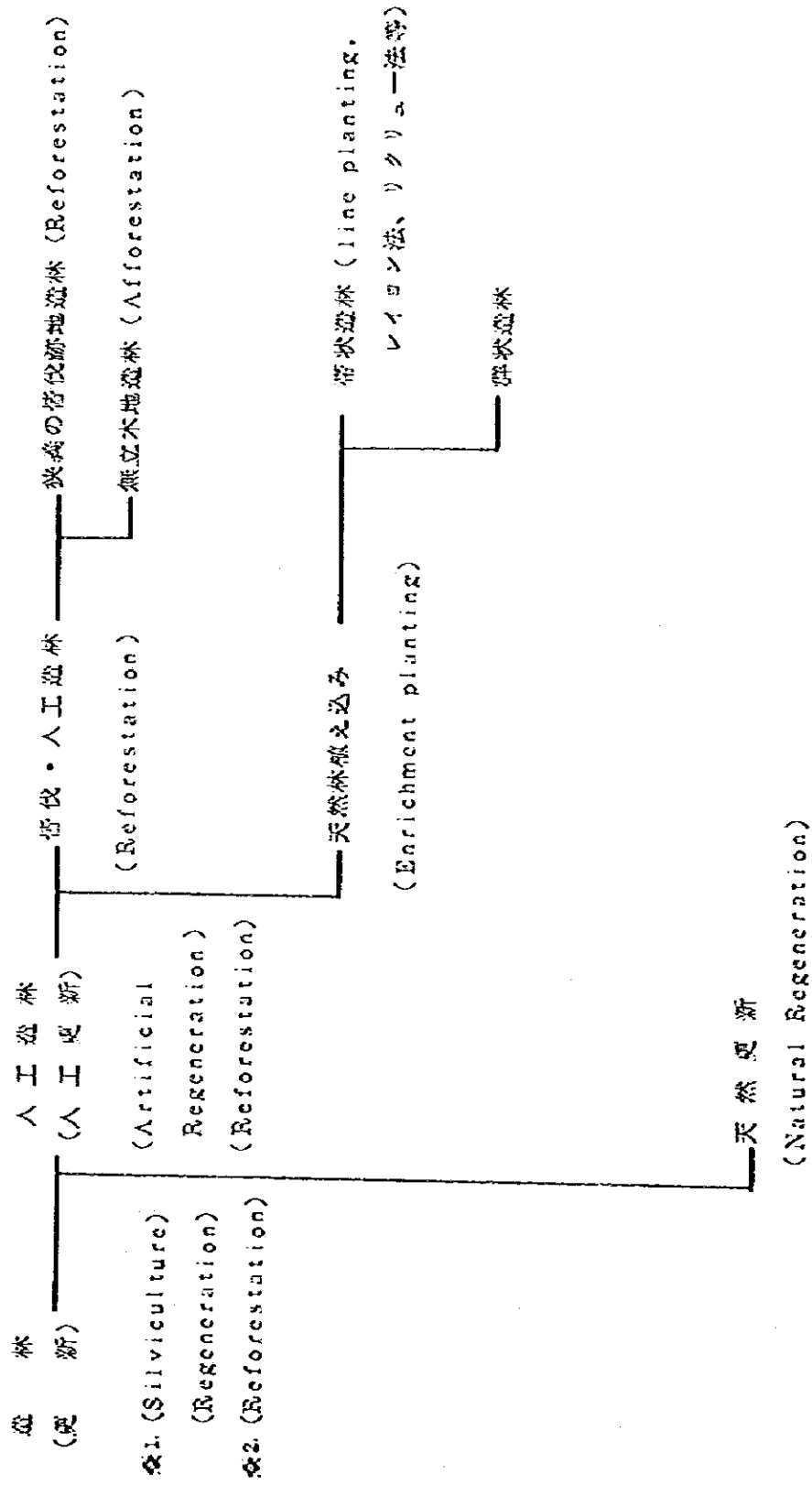
例えば、フィリピン・パンタパンガン、あるいは、インドネシア・南スマトラ等の無立木地造林の場合は、一般的な育林技術のほか、とくに立地調査（土壌・気象・植生等）、種苗、土地保全（erosion control）、山火事防止等の専門技術が要求される。しかし、これも造林のフェイズが進めば、育種、病虫害防除等の専門技術が要求されてこよう。一方、天然林植込み（Enrichment Planting）の場合は、森林生態樹木生理、病虫害防除等の専門学あるいは技術がとくに必要とされる。

ところで、協力を要請される造林技術は、個別技術およびこれらから組立てられる技術体系さらには、林業経営の一環としての造林事業運営のノウハウに頼るもの、等その包括する概念に広狭がある。したがって、単に造林協力と云っても、相手国の実態において真に必要とするものがどの概念規定をされているかは極めて重要である。

例えば、造林協力の嚆矢となったフィリピン・パンタパンガン森林造成技術協力においては、⁽⁴⁾その協定書にあるように、育種（tree improvement）、育苗技術（nursery techniques）、植栽技術（planting techniques）、山火事・病虫害・気象害対策（counter measures against fire, insects, diseases and meteorological damages）、および林道・治山技術（techniques on forest road and soil conservation）等の個別技術分野の協力を行うと同時に、造林技術の体系化（systematization of silvicultural techniques）、事業規模での経済性の検討（economic assessment of afforestation on an industrial scale）、造林と自然環境との関連の試験調査（test

第2—1表

英文名は通常使用される名称で厳密なものではない。



注 ☆1. 正確には、造林学の意味

☆2. Reforestation は広義・狭義にいろいろ使われる。

and investigation on the environmental implications of afforestation)、および造林と地域社会との関連の試験調査 (test and study on the social implications of afforestation) 等の技術体系についての協力が行われている。一方、このプロジェクトの協力成果の評価は、その造林地の成績で端的に問われるのが実態である。この限りにおいては、単に技術の協力のみでなく、造林事業運営面でのノウハウあるいはアドバイスをフィリピン側は期待していることも事実であり、協定書の協力内容における教育訓練のなかに、計画の立案手法、造林の経営手法および林道・治山の管理手法等が含まれていることは、この意味で欠くことのできないものである。

また、タイにおける、⁽⁵⁾デンマークの協力事業である Pine Improvement Centre (マツ育種センター) では、開花結実試験、種子管理、育苗、試験林造成、採種園造成、産地試験、次代検討、栄養生殖、遺伝子保存等を内容とする林木育種の個別技術の開発に対してデンマークが協力している。そして、この開発された技術を基礎にして、周辺地区でタイ林野局による苗圃事業および造林事業が開始されている。すなわち、このプロジェクトの場合、デンマークの協力は、主として林木育種という個別技術の協力であって、森林造成全般の技術体系の確立あるいは運営管理への協力までには及んでいない。この点において、前述のパンタパンガンとは、協力の専門分野のひろがりにおいて相異なるものである。

このような造林協力における専門分野の決定は、次に述べる協力方式とも大いに関連するものである。

2-4 協力方式からの考察

国際協力事業団による造林に関する協力方式は、⁽⁶⁾①事業団法の第21条1項1号に定める政府間の技術協力と、②同条同項3号に定める民間企業を通ずる開発協力を大別される。

前者の政府間の技術協力は、実態上、いわゆる「プロジェクト協力」と「個別専門家派遣」とに分けられる。また、後者の開発協力は「資金協力」(開発事業を行う本邦民間企業への投融資)と「技術協力」(前記企業の行う試験的事業のための調査、技術指導)とに分けられる。

制度的な区分は以上のようにになっているが、ここでは、主として「プロジェクト協力」の性格的分類として、どのような協力方式があるかを検討することとする。

「プロジェクト協力」は、開発途上国とわが国とが協定等の国際約束を結び、これに基づいて、技術協力を、一つのプロジェクトを設けて行っているものである。したがって、相手国の要請、feasibility study および、わが国の対応の結果として設けられるプロジェクトは、その性格上の類形として次に掲げる4つに分類することができよう。

①研究協力 ②訓練協力 ③普及協力 ④事業協力

まず、①の研究協力の方式は、多くの場合、相手国の大学・研究機関等をカウンターパートとする試験・研究・調査に関する協力である。前述のタイにおけるデンマークの協力による

Pine Improvement Centre は、この種の協力方式に属する。また、造林部門のみに限られてはいないが、ブラジル・サンパウロ州森林院を相手とする林業協力プロジェクトも、この研究協力の方式である。この種の協力方式では、技術の移転のほか、試験・研究による新技術の開発・改良に協力することが強く要請され、この意味において、派遣専門家の degree あるいは研修員の研修内容は、他の協力方式に較べて高度のものが要求される。

②の訓練協力の方式は、相手国の技術者の養成に対する協力であって、フィリピン・パンタパンガン森林造成技術協力は、この訓練協力の性格が強い。すなわち、このプロジェクトは、技術の開発・改良と教育訓練を二大項目としているが、とくに教育訓練については、同国が今後の全国的規模の造林事業拡大のために山林局の技術職員から造林・治山分野の要員養成を急務としているので、大いに期待されているものである。また、この教育訓練は、育苗、育林、林道、治山等の技術要員の養成のみでなく、森林造成計画の立案手法、造林事業の経営管理手法等の管理要員の養成も重視されている。このような教育訓練方式の場合の派遣専門家および受入れ研修員は、技術開発のための研究者のほか、技術・手法を移転するための、よりプラクティカルな技術者、事業実行者を対象とすべきである。

次に③の普及方式は、技術協力プロジェクトによって開発あるいは移転される技術が、周辺の地域社会へ普及することを目的とするもので、多くの場合、展示効果を挙げるためのデモンストラーションファームの造成が行われる。林業部門で、この方式が採られるケースは、農業と較べて少いとも考えられる。何故ならば、多くの開発途上国では、私有林の林業経営なるものが殆んど無いか未発達で、わが国の林家に相当するものが無く、林業の担い手は専ら国の機関であるため、当面は、これら国の機関への技術移転が行われ、個々の林家への普及は、その次の段階となることが多いからである。しかしながら、Forest Village, Agro-forestry, Transimmigrations, 等のプロジェクトが発展した段階においては、個々の農家が植林を行うことにより一層の経営の充実が図られることになる。この段階からの造林の普及の例として、パラグアイ・イタプア県林業開発技術協力を挙げるができる。

同国の森林は殆んどが私有地であるが、人工造林による林業経営は未発達である。しかし、この地域の日系移住者を主体とするコロニアの農家は、近來、永年作物の栽培、とくに造林による経営の多角化・安定化を図る意欲が高まってきている。このことは、同国政府も、価値の低い天然林を人工造林によって commercial な森林に替える動きとして歓迎し、わが国の協力による伐採・造林・木材加工と一貫した技術協力プロジェクトを創り、コロニア住民への展示効果と技術導入を図ろうとしている。

このような普及協力の方式においては、派遣専門家、受入れ研修員も、当然普及活動能力のある実務的な技術者が望ましく、また、移転すべき造林技術そのものも周辺地域の発展段階に応じた程度のものであることが必要である。

最後の事業協力方式は、本来的な技術協力の概念からは、あるいは逸脱したものと見なされるかもしれないが、実態的には、とくに造林協力において在りうる形態である。

すなわち、相手国の大規模造林事業に対しわが国の技術面、機材面、運営面等の全面的な協力を行うものである。

およそ、造林は、造林に関する個別技術が体系化されて実行されるものであるが、途中のプロセスよりも結果として優れた人工造林地が造成されたか否かで評価されることは否めない。とくに、既存人工造林地が少い途上国ではそうである。換言すれば、造林協力で最終的に期待されているのは、造林が事業として成功することである。

このような相手国の窮極的な目的は、フィリピン・パンタパンガンの造林技術協力プロジェクトでも云えることである。フィリピン政府は、このプロジェクトが開発協力調査から着手されたこともあって、わが国の専門家による技術開発・移転のほか管理運営面への助力によって相当面積（約8000ha）の人工造林地が造成されることを熱望している。

参 考 文 献

- (1) FAO: United Nations Development Programme
Compendium of approved projects as of June 1977.
- (2) UNDP: United Nations Development Programme
List of investment oriented projects (large-scale assistance) on-going and completed during 1976.
- (3) FAO: Forest News for Asia and the Pacific
Volume I 1978. 61
Man-made forest
- (4) 国際協力事業団: フィリピン共和国パンタパンガン地域
森林造成技術協力プロジェクト
実施計画調査報告書
- (5) Royal Forest Dep: Pine Improvement Center Thailand.
- (6) 国際協力事業団: 国際協力事業団法

3. 造林の現状と問題点

3-1 Brandis 法と Taungya 法

東南アジアにおける本格的森林行政は、ドイツ人 Dietrich Brandis 氏がビルマの森林官として着任し、チーク天然林に Brandis 法をとり入れたことに始まるといってよい。同氏が着任当時はヨーロッパ資本により、チーク天然林は無秩序な乱伐が進み、将来のチーク生産に不安を生じていた。同氏は、この問題に対し、30年輪伐期の施業法を案出し、これを実施に移した。その後タイ国でもこの方法が採用され、発案者の名にちなんで Brandis 法と呼ばれている。

Brandis 法の内容を要記すると、チーク林分を構成する大小のチーク樹を次の等級に区分し、第1級木のみを伐採の対象とする。第2級木の最少のものが第1級に達するに要する平均

幹高周囲	7 呎以上	7 ~ 6 呎	6 ~ 4.5 呎	4.5 ~ 3 呎	3 呎以下
等 級	第1級	第2級	第3級	第4級	第5級

年数を年輪から算出して30年としている。したがってある借林区（伐採権のある地区）を毎年30分の1づつ伐採し、30年後にまたもとの伐採箇地にもどる（回帰年30年）という方法である。具体的には借林区を2分し、その1区の伐採期限を15年、さらにこれを数等分して、ここを3~4年で、1級木を伐採する。この方法はその後多少改訂されている。（回帰年40年、その他）

Brandis 氏はこのように天然林については、Brandis 法により収獲規整を実施するとともに、人工造林によって新しい資源を作ることに努力し、Taungya 法を発案して、ビルマのチーク造林の推進に寄与している。

Taungya 法は官営チーク造林の前後2年余の間、農民に前、間作を行わせる方法で、農民側からは農作物を取得でき、官営では造林費が安くてすむという当時のビルマの農事情をうまくとり入れた方法であって、1856年~1868年の間に765エーカーの造林地を作り、その後も続けられてきた。その後 Taungya 法はアジアのみならず、広く熱帯地域に広まったが、特にインドネシアのジャワ島では古くから（1880年頃から）とり入れられ、大きな成果をあげている。当時オランダの統治下にあったジャワ島は、森林行政での先進国であるドイツ人の森林官を招いたりして、チーク天然林の管理に心を砕いていた。ビルマで Brandis 氏が開発した2つの施業法、Brandis 法による施業法と Taungya 法による人工造林法のいずれかをとりべきか、種々議論がなされ、結局ジャワ島の社会、経済条件にマッチした後者を採用することにした。ジャワ島は、人口密度が高く、多数の零細農民が、狭少な農地で生活をしてきた。このため政府の行なう Taungya 法によるチークの造林は、自給食料の確保に大いに役立つため、歓迎されたわけである。一方政府は経費のかからぬ造林が出来たわけである。かくてジャ

ワ島には現在約200万haにもおよぶ造林地が出来上り、チークのみならずほかの主要樹種の造林もとり入れられてきた。ジャワ島のこの造林実績はひとり東南アジアのみならず、広く熱帯地域の国々の中でも、最も大きな造林実績である。これはオランダ（これにつづいてインドネシア）の森林管理への熱意によるものであるとはいえ、その支えになったTaungya法の功績といえよう。ちなみにインドネシアでは、Taungya法のことをTumpang sari法と呼んでおり、その方法もBrandis氏のTaungya法を改良したもので、現在も盛んに行われている。

前記ビルマ、インドネシア両国以外の東南アジアの国々で、森林管理の一環として、造林がとりあげられたのは、今世紀に入ってからで、その多くは今世紀後半からである。

なお東南アジア、大洋州の途上国の造林の沿革については、各国編に記載されているのでこれを省略するが、現在のこれらの国の造林実績は表3-1に示す通りである。

同表の中で、インドネシアとビルマの造林地面積の大部分は、Taungya法によって実行されたもので、云うなれば、東南アジアの既住の造林は、造林経費の安上りなTaungya法が大きく貢献している。

表3-1 東南アジア、大洋州諸国の造林地面積（1977年まで）

国名	ビルマ	タイ	マレーシア（半島部）
造林地面積（ha）	52586	137,377	1,540

インドネシア	フィリピン	パプアニューギニア	ソロモン群島	フィジー
2,007,500	300,000	15,243	6,400	38,000

（注）パプアニューギニア（1976年まで）ソロモン群島（1975年まで）
インドネシア（1976年まで）

3-2 草原造林

前章の1-3-1で述べたような焼畑移動耕作の結果として生じた広大な草原および二次林等は、土地利用からみると、低生産・非生産的であり、一方、地力の減退、土壌侵蝕、洪水、水源枯渇等を起す。このため、フィリピンでは1935年頃から草原に対する造林を始めているが、当初はまことに幾々たるものであった。その後全国の約90カ所について、139万haを目標にReforestation Projectを進めてきたが、規模の割に予算が極めて少額であり、1972年現在で、182,000haの造林をしたにすぎない。またインドネシアでは、草原は統計にもよるが1600万haとあり、草原造林については、オランダ統治時代から、その必要性が認められていたが、林政の方向として重視されたのはそれほど古くはない。また、パプアニューギニアで草原造林が始められたのは1963年からであり、フィジー島では1958年頃からであ

る。造林地面積はまだ極めて僅かである。

草原造林は、草原の広さ、造林の重要性等を十分認識するならば、積極的に推進されなければならない。

3-3 伐採跡地造林

天然林から商業材を伐採し、その跡地に造林する方法はあまり行われていない。造林経費が、前述の Taungya 法、草原造林よりも高くつくせいでもあろう。天然林伐採跡地の造林については、国営の皆伐一斉造林のほかに次の二つの型態が行われてきた。1つは短伐期の私企業造林で、もう1つは、造林費の安いラインプランテング（国営）である。

フィリピンでは森林のすべては国有（東南アジアの諸国では森林の大部分国有）であるが、森林開発（商業樹の伐採）は、民間企業にまかせている。この伐採権をもつ企業には、造林の責任を負わせている。このため伐採企業は林道沿い等にわずかな造林を行うに過ぎない。若干の大手伐採企業は、製紙工場を併設し、あるいはこれと関連をつけて、パルプ用材の供給のために相当の規模で造林を行っている。この造林は当然のことながら、伐期の短い早成樹である。

現在この種の私企業による国有地での人工造林事業は、累計面積で、238,000ha（1970年）となっており、フィリピン政府の直営造林（草原造林）より遙かに大きい。また、造林樹種の選択のための樹種間の成長比較試験や植栽間隔の試験、育苗法の試験など意欲的に行っており、漸次造林技術は向上してきて、現在は造林樹種も、しぼられてきている。そこで政府は最近、従来から問題となっていた造林木の所有権問題を明らかにした Industrial Plantation License Agreement の制度を設け、民間投資による造林をすすめている。この制度は従来天然更新一辺倒であったフタバガキ林のうち更新不良な林分の皆伐一斉造林を認めたもので、天然更新の不成績、ひいては森林資源の枯渇をカバーする意図のもとに、国の予算をつかわず民間資本の協力による森林の再生を考えたものである。また、国はこの造林事業にともなう雇用量の拡大を期待し、移動農務者対策の一環ともしている。

なおフィリピンではある大手製紙工場附近には Agro-Forestry の名での農家林業が誕生している。これは製紙会社のパルプ資源確保のためと同時に、農民の生活水準の向上を目標に、製紙会社が積極的に推進しているプロジェクトで、該当農家はフィリピン開発銀行から融資が受けられることになっており、かつまた生産木材の売り先が保証されている。

ソロモン諸島では木材収入が、国の財政に大きく寄与している反面、約30年後には森林が枯渇する予期もあって、早急にかつ安上りの造林費で、伐採跡地の造林をする必要にせまられ、ラインプランテング法で、これに対処している。商業樹をとったあと、残存木の巻枯し、業殺を行ない、適当の間隔（伐採時の最終間隔）にライン伐開（巾1.8m）して、ライン上に成長の早い用材樹種（*Campnosperma brevipedunculata*, *Terminalia calamansanai* など）を植栽する。この方法によると、皆伐一斉造林の3分の1の造林費ですむというのである。

植栽樹種によっては、これより多少経費がかさむと思われるが、フィジーでもこの方法がとられてきたし、最近ではパプアニューギニアでも、クリンキーパイン (*Araucaria huxleyi*) の造林にこの方法を採用している。

以上東南アジアの人工造林をタイプ別に述べてきたが、造林事業の拡充は未だしである。

3-4 造林推進上の問題点

3-4-1 制度的問題

一般に東南アジアの諸国はその保有する森林から木材を生産し、輸出を行い、国の財政や外貨獲得の面で国の経済に寄与している。しかし後進国の経済は、森林資源の再生など林業分野に対する支出を充分にするのは財政が許さない。これをフィリピンに例をとるならば、フィリピン政府は、森林または林業関連の会社や個人から、税金、各種料金など、直接、間接合計すれば、4億ペソ（約180億円）の歳入を得ているが、森林の再生産など、林業分野に対する支出はその12分の1にすぎないといわれている。（FAO調査）

東南アジアで今後人工造林を推進する際に大きな障害となるのは、資金の不足にあると思う。このことは既に今まで各所で述べてきたので、推察がつくと思う。しかし仮に資金の量がふえ、造林の事業量がふえても、これにともなって、技術者の数がふえなければ、満足な造林は出来ないだろう。現に技術者不足が造林推進上の障害となっている国がある。技術者の養成は1朝1夕には出来ないので、技術者養成の施設や制度を充実して、優秀な技術者を確保することが必要である。

開発途上の多くの国において、産業経済の効率的発展のために、経済5カ年計画等が策定されているが、この中には、林業計画なかでも造林計画が作られている。その特長は従来より規模が大きくなっていることである。この結果、地方によっては労働力の不足が造林実行の障害になる場合がある。要造林地で、このような現象の起る地域は、財政問題のほかの問題として益々ふえていくと思われる。

パプアニューギニアやその他の大洋州諸国では、上記のほかに更に土地問題が、造林推進上の障害となっている。パプアニューギニアでは、林業開発、とくに造林事業にあたって、最大の障害は、国のほとんどの土地が、共有の形態であり、かつまた土地の所有権の移動が禁じられていることである。全国土の95%以上を占めるNative landと呼ばれる土地は、部族有として世襲してきた慣習的所有にもとづく土地 (Customary land) である。このため造林にあたっては、政府が地元住民と交渉し、話し合いのついた林地についてのみ、造林を行なうという方法がとられている。この話し合いは地方の営林署で行っているが、なかなか困難な仕事であるといっている。このような造林用地的確保の複雑さに加えて、造林木の権利関係が、不明確であって政府の造林事業は思うように進まない。またフィジー国でもソロモン群島でも、この慣習的所有にもとづく土地が、

国の大部分を占め、造林推進上の障害となっている。

一方、東南アジアの林地はその大部分が、公有地であるが、焼畑移動耕作などの慣習地では、政府が一方的に造林を進め得ない土地もある。また、タイ国では、すでに森林が伐採された地域であっても、造林用地として十分な場所を確保することが、現状では難しいといわれている。このことは、これらの地域に散在した無許可専住者の処置が困難なためである。人工造林の実施には、土地を持たない人々の新規地区への再移住を併せねばならない。再移住の法的措置は、しばしば時間を消費し、人工造林の遅延を起している。

3-4-2 技術的問題

前項では、造林事業推進上の社会的、経済的問題について述べてきたが、一方、重視すべきものは技術的問題である。熱帯の開発途上地域での造林技術は、チークのように造林歴も長く、集中的に造林されてきた樹種については、研究や技術開発が積みかさねられてきたが、一般的には未知の事例が、あまりに多い。したがってここでは、現在行われている造林を対象に当面解決すべき事項をあげる。

(i) 草原造林技術の開発

フィリピンでは、比較的古くから、草原のReforestation Projectを進めて来ているが、不成熟地が多く見られる。このProjectの一環であるAmbuklao Watershed districtでの植林（5年間で10,000haの植林計画）では、植林後1年後の生存率35%（1973年）～50%（1972年）と殺げられている。表3-1はフィリ

表3-1 フィリピンにおける国营造林の推移

(単位：ha)

年 度	年度当初造林地積	造 林 面 積			年度末造林面積
		新 植	改 植	計	
1961	54,531	11,543	1,101	12,644	66,074
1962	66,074	7,474	6,618	14,092	73,548
1963	73,548	24,471	10,952	35,423	98,019
1964	98,019	16,822	11,644	28,466	114,841
1965	114,841	11,709	14,432	26,141	126,550
1966	126,550	7,396	8,650	16,046	133,946
1967	133,946	5,327	9,888	15,215	139,273
1968	139,273	6,867	9,841	16,708	146,140
1969	146,140	7,511	9,801	17,312	153,651
1970	158,651	11,806	10,440	22,246	165,457
1971	165,457	11,196	不 明	不 明	176,658
1972	176,653	5,787	5,154	10,941	182,440

ビンの国営造林（ほとんどが草原その他荒廃地造林）の推移を示したもので、特に目につくのは改植面積の割合の多いことである。年によっては、新植面積を越えている。Project 遂行に向けられる予算が少いため、手入れや管理に十分な経費がなかったことにもよるが、既存の技術にも問題があることはいなめない。

草原造林は極めて困難な課題であるが、直に経済林にむすびつけず、段階的な造林地化が願望かとも思われる。また草原といっても、草原の歴史が古く草丈も低いものから、最近に草原化したものもある。また荒廃地・深地に近くなり、治山、治水の分野からの技術の導入、開発を必要なものもある。関係部門の研究分野を結集し、草原造林の技術体系を確立することが望まれる。

(2) 草原造林における火災防止

草原造林に関連した重要課題としてさきにあげた *Imperata excellata*（コゴン草、ラン草）は、乾燥期には枯れ、火が付き易く、造林地の山火事の原因となる。折角作りあげた造林地が、焼畑移動農耕の火入れや、その他の火で、消失した例は枚挙にいとまがない。インドネシアのスマトラ島では、かつて、この種の火事で、相当広い面積のメルクシイマツの造林地が焼失し、その後その対策として一部の造林地には *Macadamea* sp. の防火帯をつくっている。（各国編インドネシア参照）草原造林地の防火対策についてはこれ以外、消火施設・機材、警戒・通信設備があるが、草原造林が拡大していく情勢にあるので、効果的に火災の害を防ぐ手法を開発することが望まれる。

(3) 機械化造林

潜在失業の多い東南アジアの諸国では、造林事業は、雇傭の場の少ない地域住民に、雇傭の場を与える点で寄与してきた。今後も益々このような Basic Human Needs の充足に裨益し、また、焼畑移動農耕対策もかねて、造林事業が進められるであろう。しかしこれは一般論であって、ミクロ的には、労働力不足で、目標とする人工造林面積の達成が困難になる場合も生ずるようになった。また、近年の造林事業は、効率を高めるため、一定地域に集中する場合が、ままある。このような地域では、従来問題にならなかった労働力不足が顕在化してきている。

ビルマでは現在第3次4ヶ年計画が実施されているが、造林量が急速に増大することによって、労働力の確保が大きな問題となっている。現在造林事業の行われているある地域では、地方の土地をもたない多くの農民を、労働者として徴収しつつあるが、約4,000人の固定労働者と約20,000人のこの種の臨時労働者が、この造林事業に参加しているが、地方の住民の大部分は農業に従事しており、植栽や下刈などの造林作業は普通雨季に入って実行されるため、農家作業とかさなり、労働力の絶対量はあっても季節的アンバラのため林野当局は対策に苦慮していると報ぜられている。

このような季節的労働力不足が造林事業に支障を与えるような地域では、これを緩和する意味で、地帯を整地に適切な機械の導入、下刈への下刈機の採用など、それぞれの条件に応じた機械化造林が必要となるであろう。またこれに伴って、苗圃の機械化も必要となってくる。

(4) 種子問題

計画的造林を行なう場合には造林樹種の種子が、計画通り入手出来なければならない。更に重視すべきことは、優良な品種系統の種子でなければならない。

マツ類は、草原造林用樹種として、一般用材あるいはパルプ用材生産のために、広く造林されている。このうち *Pinus merkusii* と *P. khasya* (= *P. insularis*, *P. kesia*) は東南アジアの諸国に自生している樹種で、比較的種子の入手は容易であるが、*Pinus caribaea var hondurensis* は中米産の樹種で、少量な種子ならいざ知らず、大量に入手することは困難である。また、この樹種は熱帯低地に適する唯一といってもよいマツであり、必ずしも *mycolization* を必要としない。しかし現在の種子事情からすると、今すぐ、大きな規模で計画造林することは、むずかしいだろう。東南アジア・大洋州の各地で行われた造林成績は概して優秀な結果を示しているので、熱帯低地の針葉樹造林樹種として適格である。それ故、村米大規模造林にそなえて、播種圃の造成が必要である。ただ、このマツは現在までの結果から、熱帯降雨林地帯の造林木からは結実現象が認められてない。乾燥期をともなった地域や、1,000 m 以上の高地では結実が認められている。現在、マレーシア、フィジー、バブア・ニューギニアで小規模ながら採種圃の造成が行われている。

インドネシアでは自国産の *Pinus merkusii* を草原造林の適格樹種として従前から採用しているが、最近のようにマツの年間造林面積が増すと、国産の種子でありながら、種子の調達、配布などが、造林推進上の大きな問題となっている。

以上マツを例にして、外国産樹種の造林に際し問題点をのべてきたが、国内産の樹種についても、樹種によっては問題をもっている。フタバガキ科の樹木は日本に大量輸入されるメランティ（ラワン）その他の有用材を生産する多くの樹種群からなっており、東南アジアでは極めて重要な樹種である。マレーシアのケボン林業試験場で2年間の研究を行ってきた国立林試の佐々木氏によると「フタバガキ科の種子は結実が不規則であり、樹種によっては数年に一度しか開花結実しないものがある。しかも成熟種子の含水率が60%以上もあり、場合によっては枝についたまま発芽し、遂に含水率が20%になると死滅する。このため、種子の貯蔵が非常にむずかしい。種子が発散する直前に、種子の成熟が完了するため採集時期が狭い。一枚には、林床に落ちている種子を採集しているが、このような採集法では品質のよい種子を集めることは出来ない。したが

って、フタバガキ科の樹木の苗木を計画的に生産することは不可能である。しかし、フタバガキ科の樹木の中で、単木的に数回花芽形成するもの、常に花芽を形成し結実するもの等が発見されている。こうした特性のある樹を無性繁殖させ、採種園を造成することが可能である。しかし必ずしも無性繁殖が成功するとはいえないため、第1段階は研究を主体とすべきである。”と述べている。

フタバガキ科の樹木群のほかにも、開花結実が不規則であったり、種子の寿命の短い有用樹種が多くあり、その多くは注意深い貯蔵処理がなされている。

種子問題に関連して育種がある。東南アジアでは、まだ育種面での実績が僅かであるフィリピンの *Albizia falcata* のブラス木による種子採取、パプアニューギニアにおける *Eucalyptus deglupta* の産地試験、優良クローンの播種園造成、インドネシアのチークの産地試験などがあげられる。またタイ国では1965年デンマークの協力によってチーク品種改良センターが発足し、10年間以上もデンマークから専門家が派遣されている。このセンターの目的はチークの遺伝と造林に関する研究を促進するもので、4つの作業区分から成っている。①育種研究 ②造林研究 ③産地試験 ④苗圃研究、である。

現在、各地で行なわれている造林の結果から、将来の有望造林樹種は漸くしぼられてきつつある。このような有望と思われる樹種については、今のうちから育種面での活動に力を入れることが望ましい。

(5) 裸根苗の造林

現在、山出しする苗木は、Stump (根株) 苗・裸根苗、だんご土付苗、ポット苗などに調製されて、植栽用に輸送される。このうち、Stump (根株) 苗に造する樹種や裸根苗で十分根つきする樹種は少なく、ほとんどの樹種はポット苗木として育苗されている。確かにポット苗木の植栽は活着もよく、安全な造林法であるけれど、経費面から見ると、裸根苗の植栽の場合にくらべて2倍～3倍かかる。造林資金の潤沢でない造林の場合で、裸根苗の使用が完全に不可能な場合以外はポット苗を使用すべきでないと言う人もある。前記佐々木氏によると、“裸根苗は蒸散量の少い、根系が発達した苗木を仕立てる必要がある。このためには、苗床は、発芽床以外は庇陰をさけ、日光下で育苗することが望ましい。このようにして、約1年育成した苗は根系が発達し、葉が厚く、幹が太くなり、節間(葉と葉の間の一節)が均一化する。このままで移植可能であるが、さらに蒸散量を抑えるために、葉を全部除去し、数個の腋芽を残し、幹の上節を切り落とす。頂芽を除去しても、腋芽が発達し、新しい頂芽となるので、樹形には問題がない、日光下で育成した苗木は日焼け現象を起しやすいが、土壌が肥沃である場合には、日焼けがおこりにくい”と述べている。もちろん卓越頂生枝をもつ樹種(マツ)などは、幹

の上部を切ってはならない。

(6) つる性植物の駆除

熱帯降雨林地帯にはつる性の植物が、とくに多く、その形態も多種であって、造林上の問題となる。とくに大洋州地域では、森林を伐採すると同時に繁茂する *Merrenia* sp. (ヒルガオ科) は造林遂行上大きな障害となっており、ソロモン群島での人工造林は、このつる性植物との戦いといっても過言ではない。この植物は、塊根を形成せず、茎は地上を匍って、随所に発根し、分枝して、延々と伸び林木にからみつく。地上と林木をおおいかくして、林木の成育を阻止し、枯死の原因となる。現在は完全な駆除法のないまま造林がつづけられている。現在この植物駆除の一つの方法として、牧草の栽培と造林を組合せた造林法の試験を行っているが、現行ラインプランティング方式の各種作業や植栽樹種との関連での方式自体の再検討や、薬剤による枯殺法など広い面からの追求が望まれる。

(7) 虫害防除

東南アジアや大洋州地域の人工造林は、チークを除いてはその歴史が浅いために、とくに成林を危くするような大被害はあまり聞かない。

パプアニューギニアでは *Araucaria cunninghamii* と *A. hunsteinii* の混交天然林の伐採が始められると同時に、この地域的に限られた資源の保続を考慮して、前者（これは後者より幼時の成長が早い。ただし、後者は壮令になると前者より成長がよくなる）と云われる）を主体とした人工造林が行われてきたところ、*Vanapa oberthurii* (フープパインのゾウムシ) の害がひどいため、*Vanapa* の生活史をあきらかにするとともに、駆除手段も実効された。然し現在では駆除の繁雑さをさけてこの虫に強い後者 (*A. hunsteinii*) の造林にきりかえている。

現在害虫で、もっとも困っているのは、中南米原産で高品質材のしかも比較的成長の早い *Swietenia macrophylla* や *Cedrela odorata* の造林木を侵す穿孔虫 (*Hypsipyla* sp) である。フィジーの造林地の大部分を占める *Swietenia* の壮令木が、大きな被害をうけている。後者も前者に似た材を生産し、植物学的にも前者に近い樹種で、早くから熱帯各地域に導入、造林されていた。今までの経験から、造林用地を選ぶのに注意し、最適の地を選ぶことがよいとされており、薬剤で幼虫をコントロールすることはほとんど望みないとされている。

また最近ではシロアリの被害が問題となりつつある。とくに *Coptotermes* の害が多い。樹高 5 m 以上の樹が被害をうけつぎつぎに枯死する。今のところ被害木は伐倒、焼却がよいといわれている。

(8) 適地適木調査

有用造林樹種の造林的特性については、総論4-1、樹種の選定規準の項に叙述してあるが、その内容でもわかる通りきわめて概括的なものである。現在、東南アジアや大洋州の各地には少ないといっても多種の造林木が成育している。この中から主要な有望造林樹種について、環境と成長の関係を明らかにすることは無駄な造林や失敗を止める上で大いに役立つものと思う。

参 考 文 献

- (1) 千葉茂他2：マレーシア試験造林地の成績調査報告、南方造林55、1975、南方造林協会。
- (2) Davidson J. : A tree improvement for *Eucalyptus deglupta* in Papua New Guinea. 1973。
- (3) FAO : Tree planting practices in tropical Asia. 1957。
- (4) 福田省一他5：パプアニューギニア・マダン地区森林造成開発協力事業、基礎調査(第2次)報告書
JICA. 1976。
- (5) 原敬造他1：ソロモン群島における共同試験造林、南方造林53、1975、南方造林協会。
- (6) 林良次：フィリピン林業の概要、JICA 1975。
- (7) 紙谷貢：世界の木材資源と日本、アジア経済研究所、1976。
- (8) Hesmer, H. : Der Kombinierte Land-und Forst-wirtschaftliche Anbau.
I tropisches und subtropisches Asien. 1970。
- (9) 細川隆英：南方熱帯の植物概観、1943。
- (10) 福森友久他4：フィジー林業開発調査・事前調査報告書、JICA、1977。
- (11) Lam, A. F. A : *Cedrela odorata*, Commonwealth Forestry
Institute, Univ. of Oxford, 1968。
- (12) 坂口勝美：ソロモン諸島の造林的考察、
南方造林514、南方造林協会、1978。
- (13) 竹原秀雄他6：フィリピン・パンタパンガン地域森林開発協力事業基礎調査報告書、
JICA、1975。
- (14) The Philippine Council : Philippines recommends for Agricultural
Research for the production of fast
growing hardwoods, 1975。
- (15) White, K. J. & Cameron, A. L. : Silvicultural techniques in Papua New
Guinea forest plantation.
Dept. Forest, Port Moresby 1972.

4. 造林技術基準

4-1 樹種選定の基準

造林樹種の選定にあたっては次のような点に考慮が払われなければならない。

- (1) 造林せんとする地域の気象条件に適する特性をもった樹種。
- (2) 造林せんとする地域の土壌条件にも適応する性質をもった樹種

更にこれらの条件のもとで選ばれた樹種群は、経営の目的や国家の要請、更には種子の入手などの観点から十分検討して造林樹種を決定する。

ここでの記述の仕方は、まず(1)の条件、すなわち気象条件をいくつかのタイプに分け、それぞれの気象条件に適した樹種群をあげ、更に個々の樹木の自然分布、特性、木材の性質を述べ、併せて土壌条件や地形にふれるようにしてある。

なお、ここではフタバガキ科の樹種群はとりあげてない。フタバガキ科の樹種は、東南アジアの重要商業樹種であるが、樹種の数も非常に多く、且つまた一般に種子の結実が不規則である上、寿命が極めて短いので、現在の時点では、毎年の種子の確保にも難点がある。このような理由でこれを省いた。但しインドの有用樹 *Shorea robusta* は例外としてとりあげている。

4-1-1 熱帯低地の適樹種

熱帯低地にある原生の群系（森林のタイプ）には色々な名称がつけられてきた。毎抜約 900m までの熱帯地域で、大きな面積を占めている湿潤 (wet) ないし適潤 (moist) な気象下にある密な森林は、熱帯降雨林（多雨林）と季節風林（雨緑林）などに分けられる。より乾燥する地域には、散生樹林や散樹草原が現われる。

熱帯低地の年平均気温は、その大部分は 27°C 近くである。しかしそこに存在する森林タイプによって、日および月の温度較差が非常に異なる。このような森林タイプによる温度の変化の原因は、降雨の量と年を通しての降雨の分布である。降雨の量と分布によって乾燥期の長さが異なり、また温度較差に巾ができる。

さて本稿では、気象の区分を乾燥月の長さによって行なっている。月の降雨量が、大体 50mm 以下の月は一般に乾燥月としているので、これに準じて以下の如く気象区分をし、それぞれの区分毎に適樹種をあつめた。

4-1-1-1 乾燥期が4カ月以下

この気象型はより細かく区分すると、A型（乾燥期2カ月以内）、B型（乾燥期2カ月～4カ月）になるが、適樹種の面からみると明らかにA型が最適な樹種、あるいはB型が最適と思われる樹種もあるが、その中間的なものもあり、A型の樹種でもB型の気象でよく成育するので、あえてこれを区別しないで一括にしてある。しかし明らかにA型、あるいはB型の気候が最適である樹種は、樹種の説明のところで附記することにした。ちなみにA型気象、B型気象の内容は次の通りである。

A型気象は年降水量が一般に1,900mm以上で、場合によってはもっと多量に降る。年を通じて降雨の分布がよく、乾燥期はないか、または非常に短い。年平均気温は約27°Cで月と月との間の較差は極めて僅少、2.1°Cにさがることはほとんどない。

B型の気象は年降水量はA型同様に高く、5,000mmまたはそれ以上といわれ、少くとも1,600mm以上で、乾燥期は短い。年平均気温はまだ約27°Cあるが、季節の較差はA型よりも大きく、最も寒い月の平均気温は18°C位で、暑い季節では、それ相当の高い気温になる。A型、B型を含め、この気候型に適する主要樹種は次の通りである。

Agathis loranthifolia, *Albizzia falcata*, *Albizzia lebbek*,
Anthocephalus cadamba, *Artocarpus integrifolia*, *Casuarina*
equisetifolia, *Cedrela odorata*, *Cedrela toona*, *Cordia alliodora*,
Endospermum peltatum, *Eucalyptus deglupta*, *Gnelina arborea*,
Gonystylus bancanus, *Lagerstroemia speciosa*, *Leucaena glauca*,
Mesua ferrea, *Ochroma lagopus*, *Pinus caribaea*, *Pinus merkusii*,
Pterocarpus indicus, *Swietenia macrophylla*, *Terminatia brasii*,

(1) *Agathis loranthifolia* (= *A. alba*)

インドネシアのモロッケン(マルク)諸島のアンボン、ヘルマヘラなどに自然分布している。自生地では養質の土地にある原生林内に群生している。この樹は19世紀からジャワ島で並木に使われていたが、成長が早いので造林が行われるようになった。

樹高60m、直径2mに達する大形の針葉樹で、樹幹はほぼ円筒形、通直で、枝下高は約20m、樹冠は先端がとがる。コパールと呼ばれる樹脂を生産する。種子は倒卵形で、長さ10~16mm、巾約8mmで翼をもっている。

材は黄褐色~黄灰色、光沢がある。比重は0.45前後でやや軟かい。内外装用、指物細工、構造材、家具、マッチ軸木などに利用される。パルプ適性もある。

造林法については各国編インドネシアを参照、A型気象が最適。

(2) *Albizzia falcata*

インドネシアの北部モロッケン(マルク)諸島の標高0~1,500mの地に自然分布している。また西イリアンにも現われるといわれている。1871年にジャワ島に導入され、以来東南アジアの諸国に植栽され、野性化している。初めは茶園の枝陰樹に利用されていたが、その後は木材生産目的に植栽されるようになり、インドネシアやフィリピンではかなりの規模で造林されている。

樹高は45mに達する高木で生熟木は平らで、大きく拡げた傘状の樹冠をもつ。若木の時代は主幹の成長が旺盛で、枝の成長を圧えて、上方にくんくんのびるため、樹冠は円錐形を呈する。果実は薄い木質のさやで、大きさ2×13cm、中に小粒(約3~5mm)

のやや扁平な種子を多数含む。

材は白色～淡黄白色、気乾比重0.24～0.49、平均0.37で、軽い材である。腐敗菌への抵抗性は極めて乏しく、虫にも犯れ易い。乾燥、加工とも容易で、ベニアにむき易い。パルプの原料、包装材、マッチ（箱、軸木）、家具の内部に利用される。

造林法については各国編インドネシアを参照、成長は非常に早い。

(3) *Albizia lebbek*

インド、ビルマ、アンダマン諸島の平地ならびに山麓、低地から海拔1,200 mの処に自生している。年降雨量1,500～2,500 mm、種々な土壌の上に密な半落葉樹林や密な乾燥林の中に現われる。気候、土壌とも非常に巾の広い条件の下で成育可能な適応性の強い樹種である。一般に半陽性の樹であるが、この面でも広い適応性をもっている。

樹高30 m、周囲3 mになる中型の樹で、枝を広くはって、傘形の樹冠をもつ。落葉樹。

材は暗褐色、構造材としてかなり良い。大工仕事、特に骨組みに使う。そのほか家具、車輪、二輪馬車、彫刻、舟などに利用される。

種子は1 kg当り10,500粒、保存は良好、ジュートの袋に入れて1年以上もつ。直播が最も普通に行われる。2×5 mに条まきする。3年の間は、年2～3回刈する。Stump（根株）苗も利用出来る（1年生苗）。苗の先端の葉群を切らないで植栽することはいけな。成長は早く、12年で直径80 cm、30年で1.40 mになる。B型気象が最適。

(4) *Anthocephalus cadamba* (= *A. chinensis*)

インドネシアから中国にわたるアジア大陸の国々、パプアニューギニアまでの島嶼部の国々に自然分布し、海拔0～900 mの地に自生している。極端な陽樹で、二次林の先駆樹種として出現し、雑草に対し著しく抵抗性が強い。林道の両側、トラック運材跡地、移動農耕跡地、崩壊地、洪水害あとの河岸などによく純林が見られる。落葉性の樹である。

一般に樹高は25～30 m、直径40～60 cmになるが、適地では直径1 mにもなる。樹幹は通直で枝下高は高い。びんと張った大枝を横にのぼし、先端は少々垂れ下る。

材はクリーム黄色、気乾比重0.3～0.6、相当に巾があるが、軽い材である。加工は容易、風雨にさらしたり、接地して使うとひどく腐れ易い。低質のマッチ、茶箱、包装箱、玩具、サンダルや軽便設備などに向く。またパルプにも利用できる。

造林法については各国編インドネシアやフィリピンを参照。成長は非常に早い。

(5) *Artocarpus integrifolia*

熱帯アジアの平地および山麓、海拔0～1,200 mの地に自然分布している。普通密な

半落葉性の森林の中に現われ、肥沃な沖積土壌の上でよく成育している。しかし浅くて、岩の多い土壌の上にも順応できる。陽性の樹であるが、若い時代は、或る程度の日陰にも耐え得る。萌芽性がある。

樹高25 mに達する中型の常緑樹である。この樹は木材よりもむしろ大きな果実（Tack または Tack-fruit）がとれることで知られている。この果実は風味があり、食物として価値がある。

材は輝きのある黄色で、木理が交錯しており、キャビネットや家の骨組みなどによく使われる。またこの樹は染料がとれ、ビルマでは修道僧の衣服をそめるのに使われる。

種子は大きく（長さ3~4 cm）、1 kg 当100粒、長く保存がきかない（3カ月以下）。植栽は直播か、土付き苗を用う（深根植栽は失敗する）。間隔は3×3 m。成長は最初の2年は遅いが、その後は早い。セイロンで適地に植えたものは、2年で樹高1 m、20年で18 m、周囲80 cm。B型気象が最適。

(6) *Casuarina equisetifolia*

この樹種はアジアの熱帯各国を通じて広く見られる。本質的には海浜にある樹種で、砂の多い地に純林を形成し、防風、防潮と燃料を目的に広く植栽されてきた。またこの樹種は、下層の水が利用できるような、ある程度の長さの乾燥期のある地域にも広まっている。しかし排水の良好なことを好み、浸水地または粘土質土壌を好まない。自生地では、年降雨量2500~5000 mmであるが、降雨量のかなり少ない地域に植えても成功してきた。陽性の樹種で、若い時はある程度の日陰に耐える。萌芽性は良好である。

樹高40 mに達する大型の樹で樹幹は通直である。材は重硬、俗に鉄木と名付けられることもある。機械的性質は非常に強く、加工は困難である。ポストとして使われるが、特に炭材に利用される。

種子が小さいので直播は行われぬ。成長は早い方で、6年で樹高6 m、周囲21 cm、10年で11 m、40 cm、20年で22 m、70 cmとの報告がある。A型気象が最適。

(7) *Cedrela odorata*

アルゼンチンのミンオネス地方の南緯27° からメキシコの太平洋岸の傾斜地、北緯24°にわたり、ラテンアメリカに広く分布しており、自生地の気温の範囲は広い。また年降雨量は2000~3000 mmで、2~3カ月乾燥するところに、最もよく出現する。

適地では、樹高30~37 m、直径1 m以上に達する落葉樹である。樹幹は通直、円筒形をなす。

材は赤味おびた褐色で、独特の香りがある。気乾比重は0.5前後、軽くて軟いがその割に強度が高い。耐久性は中庸、耐虫抵抗性がある。上等な材はよい色調、よい木目があり、魅力的である。重構造以外の建物、建具、家具、合板その他、色々の用途に使わ

れる。シガー箱用材として欧米で賞用されている。

種子は1kg当り45,000~50,000粒、よく乾燥しないとすぐ活力を失う。成長はよいが、*Hypsipyla* sp.による被害で失敗した例が多い。B型気象が最適。

(8) *Cedrela toona*

熱帯アジアを通じて、密な湿潤林に広く自然分布し、低地から1,200mの高地まで、年降雨量1,200mm以上、肥沃なローム質土壌の上に現われる。半陽性の樹種で、若い時代にはよく日陰に耐える。

樹高50mに達する高木で、傘状の樹冠をつける。樹形はわるく、周囲2~2.5mの通直な幹はほとんどない。半落葉性。

材に赤い色調で、軽く、耐久性はない。芳香がある。箱や家具用として優秀である。

種子は1kg当り350,000粒、かなり保存がきく。種子が小さいためと、雨で流される危険があるので、直播は殆ど行われぬ。苗畑で列状に播き、非常に細かい土でかく覆う。1年後に出出しする。この際先端の葉部を切るか、Stump(根株)苗で、間隔2×2mに植付ける。植付後最初の2年は成長が遅いが、そのあとは早い。22年生で樹高19mとの報告がある。病虫害は*Hypsipylarobusta*によるシュートを犯される害が最も被害が大きい。B型気象が最適。

(9) *Cordia alliodora*

メキシコの中部以南の中央アメリカ諸地域ならびにエクアドル、ペルー、ボリビア、ブラジルに至る南米諸地域と西印度諸島に自然分布している。

樹高45m、直径70cmに達する常緑樹で、樹幹は通直、板根がある。

材は緑色をおびたコーヒー色または暗緑色がかったコーヒー色で、多くの農色の縞をもっており、人目をひく。気乾比重は0.45~0.57、堅さ、重さ、強さは中庸、耐久性は高く、シロアリにも強い。加工は容易、仕上げは良好、高級家具や上等な指物、装飾用の彫刻版、彫刻、船の内部構造、旋盤細工、楽器などに使われる。

種子からの養苗は容易、成長が早いため、熱帯地区で植林されている。コーヒー園の日陰樹や庭園用としても植栽されている。

(10) *Endospermum pellatum*

フィリピンのルソン島、ミンドロ島、パラワン島、ミンダナオ島に広く自然分布しており、低地林および丘陵林に現われる。相当乾燥する地帯でもよく成育するが、年を通じて平均して降雨のある地域で最もよい成育をする。

直径約80cmに達する中庸の高木である。陽性の木で、伐採跡地などに生育する。果実はさく果で、1~4個の種子を載す。

材はやや明るい黄色~淡黄色、気乾比重は0.30~0.65、平均0.48、加工は容易、

耐久性は低く、耐虫性も乏しいが、薬剤注入処理は極めて容易である。マッチの軸木、箱材、コンクリート型枠材、仮設構造物、造作材などに適する。低質ベニアやパルプにも向く。

種子は1リットル当り6,300粒、保存期間は最大1ヶ月、一般に床にばらまきする。播種前に一夜種子を洗液につける。発芽後約20日位でポットに移植する。成長は極めて早い。

00 *Eucalyptus deglupta*

フィリピン（ミンダナオ島南部）、インドネシア（スラウェシ島西部、セラム島、西イリアン）、パプアニューギニア（ニューブリテン島を主とし、ニューアイルランド島、マヌス島、本島）に自然分布している。パプアニューギニアの自生地は、年間降水量2,500～5,000mm、平均3,000mm近くで、長期の乾燥のないところにある。年平均気温は27～31℃、高地にある林分は13～27℃、土壌は酸性の軽石から種々の沖積土まで広い範囲の母材からなる土壌の上に生育している。

樹高73m、直径2.5mに達する巨木になる。果実は果蓋をもったさく果で、径3～4mm、円錐形をしており多数の種子を沢山載している。

心材は赤褐色～淡桃褐色、接合すると耐久性はないが、釘ざらしでも相当な耐久性をもち、内装に適している。加工は容易であり、実用家具、内部構造、フローリングの利用などが考えられる。パルプ適性もある。

種子は極めて微細で、1gr当り約12,000粒、播種はこまかい砂または砂とまぜて、播種箱に播く。噴霧器でたびたび灌水し、湿気を保つ。一度床替して、4ヵ月位で山出しする。成長は極めて早く、適地で年間4m近い樹高成長を示す。造林法は各国製パプアニューギニアならびにフロモン諸島参照。A型気象が最適。

01 *Gmelina arborea*

熱帯アジア大陸を通じ、海拔0～1,200mの範囲に広く自然分布している。主として年降水量1,000mm以上の半落葉性の密な森林の中に現われ、肥沃で湿潤な土壌を好むが、排水良好な土壌であれば、かなり適応性がある。半陽性の樹であるが、種子の発芽の際は多量の光を要求する。萌芽は良好である。

中型の樹で最大樹高30m、周囲4mに達し得る。落葉樹で一般に寿命が短く、特に好ましい環境以外では、比較的小さなサイズで寿命を終える。枝をはり、樹型はよくない。

材はよい木目をもった黄色で、気乾比重は0.40～0.54、中庸度の耐久性がある。製材、ベニア切削は容易で、仕上げ面は光沢がある。家屋の柱、家畜の鈴、サンダル、ボートのデッキ、一般大工用、カヌー、家具の内張りなどに利用、また合板、パルプにも

向く。

種子（核）は非常に堅く、1kg 当り150 粒、保存性はわるい。最大3～6 カ月。種子は播種する前に一夜流水に浸す。直播でよい結果が得られる。土を2～3 ㎝かぶせ、光を充分にあて、除草を度々行うことが必要である。苗木の植栽は4 カ月～1 年生のものを使う。また Stump（根株）苗は非常によい結果が得られる。成長は早い。B 型気象が最適。

03 *Gongstylus bancanus*

サラワク、ブルネイの湿熱林にしばしば多数現われる。この樹は酸性で、どちらかというといふ水はけの貧弱な土壌を好む。したがってこのような条件の土地にこの樹種を試験的に植えてみると、よい結果が得られるのではないだろうか。

この樹は常緑の陰性の樹種である。若い時期はある程度の日陰を要求するようであるが、相当大きくなると、日光を誘度（すゑ）にうけても生き残れる。A 型の気象が最適。

やや大型の樹で、材は白色に近く、やや重硬であるが、加工は容易である。内装用材、経構造物用材、床材などに適している。

04 *Lagerstroemia speciosa* (= *L. flosreginae*)

熱帯アジアを通じて広く自然分布している。低地から海拔1200 ㍎、年降雨量1200 ㍎以上、深くて肥沃な沖積土壌の上にある半落葉性の密な森林中に現われる。川の岸や非常に湿潤な土地（沼地ではない）を好む。かなり陽性の樹。乾燥には弱い（特に幼時）。萌芽は良好である。

中型乃至大型の落葉樹、材は赤褐色、かなり軽く、非常に弾力性がある。このため船の構造材に使われたり、すべての湾曲する部分に使われる。

種子は1kg 当り160000 粒、保存性はよい。種子が小さいので直播は困難、苗床は発芽期間中は少々の日陰と、度々の灌水が必要である。Stump（根株）苗を植えることは成功しない。少々刈り込んだ1.5 年生の苗を植えるのがよい結果が得られる。

成長は最初の年は遅い（1 年で樹高20 ㍎）が、その後早くなる（3 年で樹高3 ㍎）。B 型気象が最適。

05 *Leucaena glauca* (= *L. leucocephala*)

熱帯アメリカの原産で、少くとも1000 ㍎以上の降雨と肥沃土壌が要求される。乾燥土壌や貧弱な土壌への造林は好ましくない。陽性の樹種であるが、大樹の日陰下でもよく耐え、生育する。

樹高は通常7～8 ㍎になる。優良な薪炭材である。またプランテーションのカバープラントとして適性をもっており、緑肥の役目をして土壌を改良する（ジャワのチーク造林に適用されている）。

この樹は広く熱帯、亜熱帯に導入され、現在は野性化している。フィリピンはIpil ipil、ジャワではLamtoroなどと呼んでいる。この木の葉はタンパク質を多く含むためハワイでは家畜の飼料用として、いろいろ育種の試験が進められ、最近ではHawaiian Giantという品種が育成されている。この品種は葉の量も多いが、樹幹も大きくなるので、フィリピンではGiant Ipil ipil と称して造林用に使われ始めた。ちなみにこの品種は従来のものとくらべると、種子、羽果、花、葉、葉片、幹、枝のいづれも大きい。

普通種の種子はkg当り28000粒、数年間保存がきく。通常は直播で、薪炭材生産の場合は2~3m間隔の列に播く。成長は著しく早い。造林地のカバープラントとして利用する場合については、各国稿のインドネシアの項を参照されたい。

96 *Mesua ferrea*

東南アジアを通じて広く分布しており、常緑密林に自生、ここでは群状に見られる。毎夜200~1,000mm、年降雨量1,800mm以上、2カ月以下の乾燥期のある地域に現われる。また、この樹は深く排水のよい花崗岩の砂土や砂質の沖積土を好む。若い時は耐陰性があり、長い強い日陰に耐える。一方充分に成長すると、多量の光(多量の日光にでも)に耐える。萌芽は良好であるが、芽は弱い。

大型の樹で、材は褐色調、非常に重くて硬い。また著しく耐久性があり、枕木や建物の骨組み、機具のハンドルなどに使われる。

直播の場合は僅かに日陰を与えて行えば、成功する。苗木植栽の場合は、豆科の日陰植物(*Leucaena glauca*, または *Tephrosia candida*)で潤まなければならない。成長は遅く25年で平均樹高5m。A型気象が最適。

97 *Ochroma lagopus* バルサ Balsa

熱帯アメリカの低地密林に自然分布しており、肥沃で湿潤な土壌(特に沖積土壌)で、4カ月を越えない乾燥期のある年降雨量1,500~2,000mm、毎夜300~800mmの地を好む。陽性の強い樹である。

樹高20~40m、直径50~120cmに達する中型または大型の樹である。非常に成長の早い樹で、最適の条件のところでは、5~6年で樹高15~18m、直径60~75cmになる。材は非常に軽く(比重0.2)、世界の木材中最も軽いといわれている。しかし重さの軽い割には圧縮強度や静的曲げ強度が強い。また弾性も高い。航空機材料や熱と音響の絶縁材料・救命具などに利用される。

2~3年生の樹から利用出来る種子を生産する。種子は極めて微細、1kg当り100,000粒位、冷蔵庫で、密封したコンテナーに入れば保存がきく。種子が小さいので箱にまき、その後ポットに移植する(充分慎重に)。初めは充分な日陰を必要とするが、

山出し前4～6週間は一杯に陽光をうけるように、漸次日陰を少くして行く。苗木枯病菌などにかかり易いので剤などで防除するとよい。養苗期間は4カ月位である。4～6年で伐採する。B型気象が最適。

08 *Pinus caribaea*

カリビアマツには次の3つの変種があるとされている。

P. caribaea mor. var. *hondurensis* は英領ホンジュラス、ガテマラ、ホンジュラスならびにニカラグアの中米大陸部（北緯 $12^{\circ} 13'$ ～北緯 $18^{\circ} 00'$ ）に自然分布し、低地から海拔1,000mの地に自生している。

P. caribaea mor. var. *bahamensis* はバハマ諸島とカイコス諸島の海拔0～12mの地に自生、*P. caribaea* Mor. var. *caribaea* はキューバならびにその属島パイン島の海拔0～280mの地に自生している。

このうち最も広く造林されているのはホンジュラス種である。この種の自生地の気候は、内陸山岳地で、気温最低 5°C 、最高 27°C 、多くの自生地の年降雨量は1,200～1,690mmである。また東海岸地域では最低 15.6°C ～最高 32°C （平均気温1月～2月 23.9°C 、5月～6月 29.4°C ）、年降雨量2,300mm（北部）～3,900mm（南部）である。粘土質の通気がよくないところでは、生育しない。自生地の土壌は種々の基岩からなっているが、通常ロームもしくは砂質ロームで、時には砂利を多く含んでいて、排水のよい所である。

英領ホンジュラスの最適地では、樹高45mに達し、胸高直径1.35mが記録されている。ホンジュラス種は他の2変種とくらべ、大径木が多い。一般に樹高25～30m、直径30～60cm、樹幹は通直で、疎な円錐形の樹冠をもつ。若令の時は 60° ～ 70° の上向きにつく枝は、樹令が差むにしたがって水平方向の枝張りとなる。

材は淡褐色～褐色、気乾比重は0.75、強度は高い。一般に建築用、室内指物用、土木用、箱材、パルプ用などの用途がある。

種子は1kg当り70,000粒、1年までは保存がきくが、密封したコンテナに入れて、冷室におくともっと長びかせることができる。直播はほとんど行わない。播種床で育成した産苗をポット移植する。一般に苗高20～30cmで山出しする（播種後6～8カ月）。成長は早い。B型気象が最適。

09 *Pinus merkusii*

東南アジアを通して広く分布しているが、生育する地域によりいくつかの変種がみとめられ、生態的な要求が異っている。

タイ国（Korat平地）産、海拔150～500m、成育はわるいが、貧弱な土壌と乾燥気候に耐える。

インドナ産、(a)高地産(海拔500~1,000 m)のものは成長良好であるが、排水良好な土壌と湿潤な気候(年降水量1,500 mm以上)を要求する。また(b)低地産(海拔0~100 m)のものは中庸(平均的)の成長をし、かなり粘土質の土壌に耐えるが、やや湿潤な気候(年降水量1,200 mm以上)を要求する。

インドネシア産、海拔500~2,000 mで、非常によい成育をするが、排水良好な土壌と、湿潤な気候(年降水量1,500 mm以上)を要求する。この変種は更に樹皮の滑、粗により2つに分けられるが、まだ両者の間の生態的要求の差は充分明らかにされていない。

フィリピン産、生態的にインドネシア産に近いが成長は遅い。

樹は樹高60 m、周囲7 mに達する高木で二葉松、材はよい品質をもち、家屋構造材や、一般大工用、箱材などに使われる。マツヤニの生産にも適し、パルプ材としても適している。

種子は1 kg当り約27,000粒、種子の出所は重要である。冷く、乾燥したところにおくと、保存がきく。袋に入れて1年、密封したコンテナに入れると数年間もつ。養苗法、造林法については、各国編、インドネシアの項を参照。B型気象が最適。

⑧ *Pterocarpus indicus*

セーシェル諸島、南インド、東南アジア大陸部、アンダマン諸島からバプアニューギニアならびにソロモン群島までの東南アジア島嶼部にわたり広く自然分布している。普通は海岸近くの低地の沖積土壌に多く、また丘陵地にも生育している。湯樹のため密林にはほとんどなく、疎林に多い。フィリピンでは湿潤な砂質ローム、または粘土質ローム土壌で非常によい成育をしている。冬期乾燥する地帯から多雨地帯まで、全島を通じて高葉サイズの樹が見られる。明瞭な乾期があれば、完全またはほぼ落葉するが、乾期のないところでは入れかわり落葉する。

樹高40 m、直径2 mになる中型~大型の樹である。樹皮は薄く、火の害を受け易いが、容易に回復するといわれている。種子は翼をもっている。

材は淡黄色~赤色、気乾比重0.50~0.70、やや重硬、加工、乾燥とも容易、耐久性があり、白アリその他の害虫には低抗性がある。高級家具、キャビネット、ベニア、ピアノのケース、内部仕上げなどに使われる。赤い心材は赤の染料に使うところがある。

種子は1リットル当り140粒、発芽は24%、直播する場合は1穴に2~4粒まく。床に播く場合は15 cm間隔の列状に浅い溝をつくって播き、あとで溝を土で覆い、更にしきわらで覆って、水の蒸散を防ぐ。苗長50 cm位で山出しする。挿木も可能である。

⑨ *Swietenia macrophylla*

東部メキシコの南緯30度から西部ブラジルの南緯18度にわたって自然分布するが、

主として、中米の海拔 0~450 m、年降雨量 1,500~5,000 に自生している。時には 1,400 m の高地にも見られる。ガテマラでは太平洋岸から 15 km 以内に普通に見られる（年降雨量 1,500~2,000 mm、5 カ月の乾燥期がある）。この樹種はより降雨量の少ない地域は、より湿潤な地域よりも成育は遅い。しかし材は逆に良好である。またこの樹は土壌の浅いところ、湿地気味のところから深い沖積土まで、色々の土壌の上に見られるが、排水良好で、砂粘土質の傾斜地を特に好む。半陽性樹である。

大型の樹で、普通の樹高は 30~40 m、周囲 3~4 m、最大は樹高 60 m、周囲 9 m に達する。樹幹は通直、円筒形、板根がある。

材（心材）は桃色~赤褐色、金色の光沢をもつ。キャビネット用、建築用として世界的に知られ、高く評価されている。

造林は直播、苗木植栽とも行なうが、直播の場合は、非常に湿潤気象で、土地が肥えており、側陰が利用できる（若い樹は直射日光に耐えられないので）場合に限り良好な結果が得られる。この樹の造林地は穿甲虫 *Hypsipyta* sp. の害を受けやすいが、現在これに対する遠格の防除法は出来てない。B 型気象が最適。

⑧ *Terminalia brasii*

パプアニューギニアの西部ならびにニューブリテン島、ブーゲンビル島、およびソロモン群島の西部、中部に自然分布している。これらの地域で、淡水湿地、河川附近の沖積平地に自生し、乾燥する地域の谷間にもやや普通に見られる。

樹高は 36~45 m、直径 1.5~2.0 m に達する高木で、樹幹は円柱状で、非常に樹形がよい。湿地に生えているものは板根、支柱根が発達し、大きな樹になると板根は 2 m にもなる。樹は成長の初期には樹冠は単筒な形で成育するが、後期には大きく拮った大枝上に葉をつけ、水平でかなり薄い樹冠となる。果実は 1~1.5 cm × 1.7 × 1.5 cm、よく発達した 2 つの翼をもつ。

心材は黄味をもった灰色、または淡い褐色、気乾比重は 0.44~0.51、軽いがかなり堅い。接合や風雨に露されると非常に腐れ易く、ピンホールを受け易い。加工は特別困難ではない。軽構造用、内部工作、ベニアなどに利用され、パルプ適性もある。

本樹種は淡水湿地帯の造林に適する樹種で、苗木を養成して植付ける。種子は 2 カ月後には発芽率 50% に落ちる。1 kg 当り 70,000 粒位、播種後 4 カ月位で山出しする。成長は非常に早く、初期には年樹高成長 4 m に近い。A 型気象が最適。

養苗法、造林法については、各国編、ソロモン諸島、パプアニューギニアを参照。

4-1-1-2 乾燥期が 4 カ月~6 カ月

この型の気候は降雨は非常にはっきりと季節的で、季節風の影響による。

この型の気候は乾燥期は特に乾燥がひどいが、年降雨総量は前の(A)、(B)型と同じ高さ

のこともあるし、乾燥期の乾燥はそれほどひどくないが、年降水量が 1,200 mm という低いこともある。

年平均気温は一般にもっと湿潤な地帯におけるよりも少々低く、 $22^{\circ} \sim 26^{\circ} \text{C}$ といわれているが、気温の巾は前者よりも著しく大きく木陰の温度で時に 43°C 、あるいはそれ以上にのぼり、最も寒い月の平均気温は 15°C より下にさがることもある。

このような型の気象下にある森林は、前述の湿潤な森林よりも常緑樹が少く、落葉樹の落葉期間も長い。この森林は現在は火や、人為の影響で、散樹型の森林になっているものも多い。前記B型(2カ月～4カ月乾燥)の気象下で見られる大部分の樹種は、この型の気象下にある森林にも現われる。そしてまた熱帯の高塩型の樹種のあるものは、本気象型の低地(ただし少くとも海拔約600mまで)に分布している。(例えばニューギニア東部にある *Araucaria cunninghamii*)

本気象型に適合する主要な樹種をあげると次の如くなる。

Adina cordifolia, *Agathis palmerstonii*, *Azadirachta indica*,
Dalbergia latifolia, *Dalbergia sisso*, *Eucalyptus camaldulensis*,
Pagraea fragrans, *Shorea robusta*, *Tectona grandis*, *Terminalia*
tomentosa, *Vitex parviflora*, *Vitex pinnata*, *Xylia dolabriformis*.

㉓ *Adina cordifolia*

熱帯アジアを通して、海拔0～1,000m、年降水量1,000～2,000mmの密な乾燥林や時には密な半落葉樹林の中に現われる。一般には排水のよい花崗岩性の砂土壌の上に生育しているが、排水のわるい緊密な粘土土壌のところでも生育出来る。陽性の樹であるが、初めの若干の年数(あまり長くない)の間は軽い日陰を必要とする。

樹高50m、周囲5mに達する大型の樹で、樹幹は通直、円筒状で、板根をもつものが多い。落葉樹である。

木材は黄色、中庸の堅さで、一般大工用、ならびにキャビネット用のほか、玩具、巻き、ブラシの背、彫刻などにもつかわれる。

種子は袋紙で1kg当り10,700,000粒、保存性は良く、密封したガラス瓶の中で少くも1年はもつ。播種箱にまくのが良い。(4-3-2、育苗の項参照)播種後1年で現地植栽、成長はかなり早い。7年で周囲20m、樹高6m。

㉔ *Agathis palmerstonii*

オーストラリアでNorthern Kauri pineと呼ばれ、クインスランドの海岸近く、南緯 $15^{\circ} \sim 19^{\circ}$ の間に自生している。自生地の気象は、年降水量1,270～2,030mm、降水量50mm以下の月は4～6カ月(但し38mm以下の月は1～2カ月)、平均年気温の巾は $24^{\circ} \sim 26^{\circ} \text{C}$ 、最も寒い月の気温は $14^{\circ} \sim 18^{\circ} \text{C}$ と相当変化がある。また年の最

高温度は40℃、最低温度は-3℃である。このような気象下で深い湿潤なローム質および乾燥した砂利の多い粘土質の尾根に *Plindersia brayleyana* (Maple silk-wood, 有用材) とよく一緒に現われる。

この樹は *Araucaria cunninghamii* (別記参照) と同等の成長をするが、樹形はこれよりも良い。

材は合板用として優秀、その他多くの用途をもっている。

④ *Azadirachta indica*

インド、ビルマ、タイ、インドシナに自然分布し、年降雨量500~1,500mmの密な乾燥林に現われる。自生地の土壌の種類は非常に変化がある。非常に適応性が高く、砂利のある乾燥土壌でも、密な粘土質土壌にも耐え得る。陽性の樹であるが、若い時はかなり強い日陰にも耐える。しかし最初の2年間、草類との成長競争には耐え得ない。萌芽は良好。

樹高25mより大きくならない中型の常緑樹である。

材は赤色、堅くて耐久性がある。農具、家屋などの骨組みや一般大工用に向く。薪炭材として良い。

種子は1kg当り4,000粒、種子の寿命は短く、採種後2週間以内に播かなければならない。直播が最もよい方法で、よい結果が得られる。

また1年生のStump(根株)苗も好結果が得られる。苗の上部の葉をとらないで植えるとよい成績が得られない。成長は5年(4m)までは早くその後は遅い(25年で10m)。

④ *Dalbergia latifolia*

南部インドの高抜0~1,500m、年降雨量1,000~1,500mm、密な乾燥林中に自生している。

またジャワ島にも自生分布している。適潤で深い土壌を好むが、かなり貧弱な岩石のある土壌にもよく適応する。しかし排水の不良な土壌には耐え得ない。6か月の乾燥に耐える。半陽性の樹木で高い樹冠に覆われることを好む。萌芽性はよい。

大型の樹で、樹高45m、直径160cmに達する。

材は美しい暗赤紫色で、キャビネット用として高価で取引される。

よく整地された土地であれば、直播が良い結果を示している。また苗木植栽は1年生の苗または幹を半分切り落した苗、またはStump(根株)苗を使うのが最もよい方法である。

④ *Dalbergia sisso*

ヒマラヤの南、高抜0~1,000mの密な乾燥林や散樹草原に自生している。降雨量に

については常に適応性が広く、年降雨量700~1,000 mm で育つ。また土壌についても適応性が広い。(但し排水不良の土地やあまり緊密な粘土土壌を除いて)。しかし中庸の降雨量で深くて排水の良い土地で最良の成長をとげる。溪谷のほん流のある所の砂礫質の多孔質土壌を好む。

7カ月~8カ月つづく強い乾燥に耐える。

この樹は普通、中型の樹であるが、最良な環境下では樹高30 m、周囲180 cm に達し得る。

樹乾は通直なものはほとんどない。落葉樹である。

材は褐色で、黒い縞がある。非常に堅くて耐久性も強い。構造材やキャビネット材として特にすぐれている。また色々の使途に利用される。

直播、苗木植栽、Stump(根株)苗などの方法でかなりの規模で造林されてきた。閉性の樹で若い時には僅かな日陰にしか耐え得ない。よく萌芽する。

⑧ *Eucalyptus camaldulensis*

タスマニアを除いてオーストラリア全土、つまり温帯から熱帯にわたって、海抜600 mまでの地に自然分布している。年間雨量は200~1,000、年を通して平均して降雨のある地域にも、夏期多雨(冬期乾燥)な地域にも自生しているが、冬季多雨(夏期乾燥)な地域にも馴化適応性があるとされている。このため世界の各地に導入されている。土壌については湿潤な谷間や河川の岸などを好み、湿潤な湿気味の地域でよく成長している。しかしかなりの乾燥に耐え得る。この樹は現在ビルマの亜熱帯に近い地域で、地球住民の燃料供給を目的にその適樹として造林されている。オーストラリアの自然分布から見ても、典型的な熱帯気候下での造林には問題があるように思われる。

大型の樹で、材は強くて耐久性があり、一般構造物、杭、枕木、橋材に使われる。また良質な燃料である。パルプ材としても良い。

5~15年で結実する。種子は1 kg 当り330,000~660,000粒、数年間保存がきく。播種後6~10カ月で植栽する。成長は非常に早い。

⑨ *Pagraea fragrans*

熱帯アジアを通じて低地、低山地、時に中庸の高さの山岳、1,500 mの高さまで自生している。年降雨量は1,000~2,100 m、色々な土壌の密な乾燥林や時に散樹草原に現われる。半閉性の樹で、かなり排水のよくない土壌にも耐える。萌芽は良好である。

樹高最大30 mになる中型の樹でかなり樹冠をひろげる。

材は淡黄で真珠のような輝がある。非常に堅くて、耐久性がある。高価なキャビネット用材であるが、時には耐久性が強いので外部用材としても使われる。

種子は1 kg 当り500万粒、かなり保存がきく(最大6カ月)、直播はほとんど行わ

れない。軽い日陰のもとで播種、2か月後に床替、12~15か月で探根で植栽する。雑草との競争にかなり強い。最初の2年間は年に1~2回刈払いを行う。植付の森は側陰があるとよい。成長は最初の10年間は早い。(10年生で樹高8~10m)その後は成長が遅くなる。

(30) *Shorea robusta*

この樹は非常に気象条件の幅の広い範囲内で自生している。即ち年降雨量は1,000~6,600mm、絶対最高日陰気温40℃、時に48℃、また最低気温-1℃~約7℃の地に自生している。

一般に北部ならびに中部インドの海拔1,500mまでの平地や低い中型の山岳に生育し、年降雨量1,000~2,500mm、密な乾燥林や散樹草原に見られる。時にはほとんど純林を作っている。これは火災で他の樹種が消失したためである。しかしこの樹は一般に他樹種との競争には弱いのであるが、火に対しての抵抗性が顕著なのである。またこの樹は深く、肥沃の土地で最良の成育をするが、あまりに早く乾燥(例えば砂質、砂利質の河床のような)しない土壌であれば、貧弱な土壌でも適応出来る。また排水の悪い、通気性のかけた土壌を嫌う。

大型の樹種で、時に樹高40m、周囲350m以上におよぶことがある。樹幹は非常に通直円筒形、こぶだらけの厚い樹皮は火に対し、よい防護となっている。

心材は暗褐色、耐久性がある。利用の主なものは、建築物の骨組み、ポスト、枕木などである。

造林は一般に直播が行われている。苗木の移植は良い結果が得られない。萌芽性は中年令までは良好である。成長は幼時は早く、4年で樹高5m、6年で樹高6m、その後はおそくなり、30年で20m、周囲70cmとの報告がある。

(31) *Tectona grandis* チーク Teak

インド、ビルマ、タイ、ラオスの北緯10℃~25℃の間、ならびにインドネシア(ジャワ島が主)に自生している。低地ならびに低山岳樹種(海拔0~800m)で、年降雨量1,000~2,000mm、密な乾燥林に見られる。排水が良好であれば種々な土壌の地に生えている。

陽性の樹で若い時は僅かに側方からの日陰にだけ耐え得る。萌芽性もよい。

同じチークでも、二次的特性が異なるいくつかのレースに分けられる。葉の色、皮の色や構造、樹幹の通直度などの特性が異っており、その上これに応じて樹の生態的な要求も異っている。この差異は産地によるものである。

北部タイと北部ビルマのチークは樹幹が通直なことで知られているが、前者は特に形質がよい。インドとインドネシアのチークは一般にもっと大枝が多い。インドのニラン

プール (Nilambur) のチークは同国内で最も樹形がよいと考えられている。

北東部タイ (Lampang) のチークはほとんど純すいの石灰岩土壌に生育出来る。この樹はかなり著しい黄色調をもった美しい木理のある材をもっており、価値が高い。北西部タイ (Xieng Mai) のチークは緊密で重い土壌に耐える。またインドのチークは非常に貧弱なラテライト土壌に耐える。

また北部タイや北部ビルマのチークは、かなり高い湿分を要求し、乾燥期間60%以下の蒸気圧には耐え得ない。インドのチークは30%程度の低い蒸気圧を伴う、より長くより乾燥のひどい乾燥期に耐える。

チークは普通中型 (樹高25-30m、周囲3m) の樹であるが、良い環境下では樹高50m、周囲6mという記録がある。落葉樹である。

心材は独特の金褐色で、暗褐色の縞がある。非常に耐久性が強く、湿度、湿度による収縮度が特に小さく、乾、湿が交互にくるようなところ (特に船のデッキ) に用いられる材として、ほかのすべての木材にまさっている。また機械的性質は極めて強く、加工は一般に容易である。キャビネット高級家具、建築では壁板、内装用、床板など、高級装飾用、彫刻、テーブル板など高級品として世界的に広く用いられる。

造林は直播ならびにStump (根株) 苗が行われている。ジャワ島のTumpang sari (ビルマのTaungya 法) によるチーク造林は有名である。前記多雨な地帯でもよい成育が見られる。造林法については各国編インドネシアならびにビルマ、タイを参照。

(32) *Terminalia lomentosa*

熱帯アジアを通じ、低地や低い山に自生している。年降雨量700~3000mmの密な乾燥林や散樹草原に現われる。湿分の多い深くて重くて粘土質の土壌を好む。沼地のふちや、河川の岸によく見られる。時に乾燥した岩石の多い土壌の土地に見られるが、ここでは樹形がわるい。陽性の樹である。

樹高40m、周囲4m以上にもなることがある大型の樹木、樹幹は通直、円筒形の落葉樹である。

材はウォールナット色調の暗褐色でより暗色の条がある。堅硬で機械的性質は良い。しかし特に耐久性が強いとはいえない。建物の骨組や内部工作に向く優良材であり、家具やパネル用としても優秀である。

造林は直播か、苗畑仕立ての苗木を使う。苗は播種後1年で山出しする。3~4年の間は度々下刈する必要がある。成長はやや遅く10年で樹高5m位になるとの報告がある。

(33) *Vitex parviflora*

この樹はフィリピンのほとんどの島を通じて、二次林や比較的疎開した乾燥性の原始

林に現われる。海岸丘陵地の隆起サンゴ石灰岩の上にある土壤にはモラベ型森林という特殊の森林が形成されるが、この樹は他の樹種と共にこのモラベ型森林を構成し、主林木となっている場合が多い。モラベとはこの樹 (*Vitex parviflora*) の名称である。雨期、乾燥期のはっきりした地に現われ、砂漠状に近い場所にまで見られる。しかし降雨が年を通じてかなりの分布をしており、相対湿度が乾燥期にはかなり低く、雨期には高い地域で最も繁茂している。

樹高25~30m、直径100~150cmに達する中型の樹で樹冠を広げる陽樹である。乾燥期の終りに部分的または全面的に葉を落す。

材はストロー色、時に淡黄褐色、非常に重く(気乾比重0.938)、非常に堅い。比較的加工容易である。耐久性は高く、接地しても使用に耐える。強度と耐久性を要求される用途に適しており高品質の構造用材、床材、家具用材、造船用材などとして用いられる。その他指物、挽物、彫刻、農器具などのほか、用途は広い。

種子は1リットル当り10,040粒、直播、苗木植栽とも行う。苗床では15cm間隔の列に1cmの間隔で播く、稀には散播することもある。0.5cmの覆土とする。種子は約10日で発芽する。苗は約25~50cmの高さで山出しする。間隔2×2m、植栽は雨期の初めに行わねばならない。

(34) *Vitex pinnata*

タイならびにインドシナの低地ならびに低山地に自然分布している。密な乾燥林や、時には散樹草原の排水良好で肥沃な土壤の上に現われる。半陽性の樹で、若い時はかなりの日陰にも耐える。

最高樹高30mに達する中型の落葉樹である。

材は淡褐色、堅くて耐久性が高い。美しい木目がある。種々の目的の構造材として良好、またキャビネット材にも向く。

種子は1kg当り10,000粒、保存性は良い。貯蔵前に果実のバルブを除去すれば、ジューツ袋に入れて1年もつ。直播はほとんど行われぬ。日陰下の苗床で、15cm間隔にすじまきし、床替をしない。播種後1年、Stump(根株)苗か、または深根で植栽する。間隔3×3m、成長はやや遅い。5年で樹高3m、25年で8m。

(35) *Xylia dolabriformis*

熱帯アジアを通じて低地や低い山に自生し、年降雨量700~2,500mmの密な乾燥林や散樹草原に現われる。排水が良好であればひどく貧弱な土壤の土地でも耐える。陽樹である。

大型の樹で樹高40m、周囲4mに達することがよくある。樹幹はしばしば湾曲する。落葉樹である。

材は赤色をおびた褐色、堅くて耐久性強く、風雨に露出した場合でも耐久性を保ち、建物の骨組み、橋のパイリング、港における施設、道路の橋装用ブロック、建物の外部用材として良好なので価格が高い。枕木としては世界で最良材の1つといわれている。

造林は直播が苗木植栽よりも遙かに望ましい。苗は移植に必しもよく耐え得ない。この樹種は非常に勢力旺盛で、成長が早く、普通4年で、完全に雑草を排除するので下刈は僅か2年すればよい。萌芽性は良好である。

4-1-1-3 乾燥期が6カ月～8カ月

この気象型は年の3分の1から2分の1に主に雨が降り、年降水量700mm以上ある乾燥モンスン気候の型である。絶対最大気温は49°Cの高さにあがり絶対最低気温は-1°Cにさがることもある。

このような気象下では樹木は散生樹林、散樹草原の型で成育しており、その多くの樹種は経済価値がない。

このような気象型の地域での造林樹種は次の樹種があげられる。

Acacia auriculiformis, *Acacia catechu*, *Cassia siamea*,
Pterocarpus pedatus

(36) *Acacia auriculiformis*

樹高17m、直径60cmになる小型の常緑樹でオーストラリアの北海岸の木曜島のほかいくつかの島が自生地である。年降水量1520~1780mm、50mm以下の月が6ヶ月、そのうち5カ月は25mm以下といわれている。年平均気温は27°C~30°C、月平均気温の間に約6°Cの較差があるようである。

この樹種は熱帯低地の貧弱な土壌で非常に成長が早い樹種であるため、注目されている。

インドネシアでは貧弱なラテライト土壌の上で、5年で樹高14m、マレーシア連邦では4年後9m、ザンジバレでは5年で10~12mの記録がある。

樹形はよくなり、用途は薪炭材、パルプ材くらいにしかない。しかし不毛の傾斜地の土壌安定のために適した樹種である。下草を速かに枯らして、有用なしきわらをつくる。熱帯アフリカの東海岸では、現在不毛の砂質の土壌の地に植栽されており、造林地のあるすべての地区に炭材を供給出来ると報せられている。

この樹種は直播、苗木植栽とも可能である。萌芽更新も出来るが、非常に良好とはいえない。なおもっと乾燥期の短いところでも良好な成育が期待出来る。

(37) *Acacia catechu*

この樹は一年の大きな部分が乾燥する砂利の多い砂質の沖積河床に見られる。またより高い土地の乾燥森林に生育している。排水の良い砂質土壌で最良の生育をする。しか

し、土壌があまりにコンパクトで、排水が貧弱でないならば、その他の多くの土壌のところでも生育するであろう。

自生地の年降水量は、500mmから2,150mmをこすまでの広い巾を持ち、7か月～8か月の乾燥期のある地である。気温の限界は -1°C ～ 49°C 、普通は *Dalbergia sissoo* (この樹木は前述の気象型の適樹種) と共に現われる。

この樹は小形の有用な材を提供し、燃料やタンニン原料としても利用される。

移植は困難で普通は直播で造林する。成長は比較的速い。

(38) *Cassia siamea*

この樹はインド南部マドラス、ビルマ、セイロンの乾燥モンスン地域の海拔0～800mのところ自生している。ここでの年間降水量は、1,000～2,000mm、主に11月と12月に雨が降り、6ヶ月は乾燥する。しかしこの樹は、年降水量500mmという低い降水量にも順応すると共により湿潤な地域でもよく育つことが示されている。

適潤で排水良好な土壌のところでも最もよく成育する。しかし排水(この樹は排水のよいことが絶対である。)の点をのぞけば、その他の条件については耐える性質が強い。

この樹は中型の樹木で樹高20m、胸高周囲1mに達するものはまれである。優良なキャビネット用材であるが、心材は非常に小さい。

この樹はボールや炭材を供給する目的で、極めて広く熱帯地域に造林(直播、苗木植栽)してきた。またこの樹の材は白蟻に対して強い抵抗性のあることが知られている。

(39) *Pterocarpus pedatus*

インドシナおよびタイの低地から1,000mまでの乾燥密林や散樹草原(6か月～7か月の乾燥期のある)に生育している陽性の樹である。

この樹は色々の土壌の土地の上に見られ、特にラテライト土壌の土地に見られる。

かなり大きな樹で、樹高30m、周囲150cmに達する。半落葉性の樹種である。

心材は非常に耐久力のある材で、材色はバラ、または赤色調(インドシナ・ローズウッドと呼ばれている)で、キャビネット用に高い価格で取引されている。その他には気象的に悪い条件に露されるような部分(溝造材の)に使われる。

造林は一般に直播が行なわれる。しかし、1年生のStump(根株)苗がインドでは良い結果を得ている。

4-1-1-4 乾燥期が8か月またはそれ以上

年降水量700mm以下、年の4分の1以下に降雨があるという気象条件は、散樹草原や曇い砂漠の外縁を成立させる。温度変化は非常に大きく、絶対最高気温 52°C 、最低気温 -4°C までの巾がある。樹木は有刺灌木と低木である。年降水量76～250mmという寡雨な地域で見られる樹木は定期的な大水とか、長い根を下して地下水をとるとか

によってのみ生き残っているのもあって、このような降雨条件に適していると考えるのは誤である。何等かの湿分補充を受けない限り生きてはいけない。このような気象条件下で有用造林樹種としては、*Acacia arabica*, *Prosopis juliflora* があげられる。

(40) *Acacia arabica*

アフリカ、アラビア、インドに自然分布している。インドの自生地気象は、年降雨量75~1,270mm、5月~6月から9月までの間に集中して降雨がある。しかし500mm以下の降雨量のところでは、浸水することのある河岸地帯で、良く生育している。絶対最高温度は50°C、最低気温は-1°Cである。この樹種は常時湿分のある、または周期的に浸水する河川沖積土やblack cotton soilに現われ、このような地域を特徴づけている。そしてまた、灌漑造林は非常に成功している。また比較的塩基性土壌にも成育する。

中型の常緑樹、心材はピンクで、後に褐色になる。堅くて、耐久性がある。二輪馬車、建築、家具などに利用される。心材は白くて、大きな部分を占める。薪材として優秀、ビルマ、インド、パキスタンの乾燥地域の造林に最も重要な樹木の一つである。

種子は1kg当り6,600~11,000粒、乾燥した状態で貯蔵すると1年以上もつ。播種前に種子を48時間暑い湯につけ、24時間冷水につける。移植を嫌うので、直播がよい。成長は非常に早く、1年で2m、3年で4m、4年で樹高5m、周囲25cmになる。

(41) *Prosopis juliflora*

南北アメリカの熱帯および亜熱帯の西よりの地域(アルゼンチン~テキサス)に自然分布し、自生地は年降雨量250~630mm、常緑樹である。種々な土壌の上で育ち、貧弱な土壌、乾燥土壌、砂利の多い土壌、移動する砂地にも生育する。このため乾燥地の造林や、移動する砂地を安定させるために広く使われている。

小型~中型の樹で、非常に長い主根をもち極めて乾燥に耐える性質をもっている。植栽後2~4年で果実をつける。材は燃料によく、実は食べられる。

種子は1kg当り30,000粒、乾燥した場所に貯蔵すると2年はもつ。種子は前処理がすすめられる。種子を水に入れ、加熱煮沸後、冷水に1日浸す。直播、苗木造林いずれも可。

4-1-2 熱帯高地と遠樹種

熱帯の高地では、緯度、海拔高、方位などにより多くの異った気象が生じる。信頼すべき気象のデータは乏しく、山の降雨はわずか数マイル離れたところでも非常に異なるので、一般化することは危険である。また多くの場合、年のある時期には雲や薄い霧がかかっておるのが普通で前記のような降雨量で表示した湿分ではそこに生育している樹木の湿分の

要求を誤りなく示すとはいえない。このような理由から海拔高や、降雨量で、熱帯高地の気象を分けるのは困難であるので、各樹種をその生育地域という形で、述べることにする。

ここで述べる高地向き有用樹は *Acacia mollissima*, *Araucaria cunninghamii*, *Araucaria hunsteinii*, *Eucalyptus citriodora*, *E. globulus*, *E. microcorys*, *E. pilularis*, *E. robusta*, *E. saligna*, *Pinus khasya*, *Pinus patula*.

(42) *Acacia mollissima*

オーストラリアのクインズランドとニューサウスウェールズに自然分布している。自生地は平坦な土地や低海拔高や中庸の海拔高の山の地区で、年降雨量 700~1,500mm のところに現われる。この樹はアジアでは、インドで見られるように、降雨量の低い最も貧弱な土壌にもよく適応する。しかしセイロンでは年降雨量 2,500mm、泥炭様の土壌で非常によく生育している。この2つの国では最も良好な標高は、1,200~1,800m である。インドネシアのジャワ島でも植栽されているが海拔 1,200m 以上で良い成績を示している。

樹高はやっと 15m になる小型の常緑樹である。樹皮から良質のタンニンがとれるので、これを目的に造林されている。材は構造材には不向であるが燃材として良い。

種子は 1kg 当り 80,000 粒、保存性は良い。堅くて湿気を通さない外皮があるので、遮蔽された場所で袋に入れて数年間保存がきく。移植を嫌うので、直播が唯一の造林法である。ha 当り 6kg の割合で、等高線上に間隔 2.5m の列を作って播く。播種の前に湯 20 リットルに種子 5kg の割合で、熱湯に入れ、12 時間放置する。

(43) *Araucaria cunninghamii*

ニューギニアに自然分布し、主要な分布地域は海拔 600~1,500m、年降雨量 1,270~1,780mm、かなり湿潤な地域に自然分布している。深く肥沃なローム質土壌の上で、最高の生育を示している。この樹種はまたオーストラリアのクインズランドとニューサウスウェールズにも自然分布し、ここでは海拔 900m 以下である。ニューギニアの自生地と全じ降雨（年間を通じてよく分布し、而も南半球の夏に多量の降雨がある）がある地でよく生育している。

樹高 46m、直径 1.6m に達し、枝下高は 25m と云われている。種子は両端に翼をもつ。

材は桃色~紫色をおびた灰白色、気乾比重 0.51、建築用特に内部造作用、家具、パッキング用、合板に使われている。またパルプにも向く。

種子は冷蔵（10° F）で貯蔵すると長持ちする。苗床は軽砂土壌がよい。播種密度は m² 当り 85~130本の床替苗が得られるようにする。播種後 4ヶ月に間引きをして 130本残し、9ヶ月（苗長 15~23cm）に床替する。苗長 40cm 位で山出しし、植栽間隔は 3×25

m、または2.8×2.5m、成長は早い。造林法については、各国誌、パプアニューギニア参照。

(44) *Araucaria hunsteini*

ニューギニアの山岳地帯の傾斜地に前記の *Araucaria Cunninghamii* と混交して現われる。またこの樹種は *A. cunninghamii* よりももっと高所（海拔2500m）まで自生している。

樹高は46-85m、枝下43mにも及ぶ巨木で直径は2mにもなると云われる。樹幹は通直、円筒形で、高い比率で上級合板用丸太がとれる。

木材は前記 *A. cunninghamii* と外観、性質も相似しているが、やや軽く（気乾比重0.45前後）、強度も劣る。用途はほぼ同じである。

育苗法は *A. cunninghamii* にほぼ準ずる。成長は初めは *A. cunninghamii* に劣るが、壮年期からはこれを上廻るとされている。造林法は、各国誌、パプアニューギニア参照。

(45) *Eucalyptus citriodora*

オーストラリアのクイーンズランドに自然分布している。自生地は南緯15~20°、海拔0~600m、年降水量600~1,000mm（年間分布良い）、色々な土壌の上にある。アジアの多くの国々で試植されたが、海拔500~1,200m、年降水量1,000~1,500mmで、短い乾燥期のある地域を除き貧弱な結果に終わっている。

樹高40m、周囲1.2mに達する樹で、葉は強いレモンのにおいがある。

材の色は淡く、耐久性、弾性があるが、裂けたり、割れ易い。構造用材、柱材に利用される。

種子は1kg当り90,000粒、保存性良好（密封したコンテナに入れて1年）、苗畑での苗木養成はやや難しい。苗床は肥沃で、細かい土でなければならぬし、回数多く散水する必要がある。床替は注意しないとロスの比率が高い、播種後7カ月で、土をつけて植栽する。成長は早い、3年で樹高6.5m、周囲1.8mになる。

(46) *Eucalyptus globulus*

オーストラリアのビクトリア並びにタスマニア島の南部、温帯地域に自然分布している。自生地の年降水量は500~1,500mm、（年を通じて分布が良い。）海拔0~500m。世界各地で広く植林されており、熱帯アジアでは数多くの造林地があるが、最良の成績は海拔1,200~1,500mの地で見られる。この樹種は霜が続くような高地や、暑くて乾燥する低地には適さない。

樹高65mに達する大型の樹で、若い樹の葉は、香りのあるオイルを含んでいる。

材は耐久性があるが、裂けたり、割れ易い。このため構造材としては不向きで、柱や燃材に使われる。

種子は1kg当り350,000粒、保存性は前者と同じ直播、苗木植栽とも行なわれる。後者の場合播種後1カ月で床替し、5カ月で山出しする。一般には15年ローテーションの萌芽林経営が行われている。適地では極めて成長が早い。

(47) *Eucalyptus microcorys*

オーストラリアのニューサウスウェールズやクインズランドの海岸地域に自然分布している。年降水量1,200mm、乾燥月の最低は40mm、海拔0~900mの密は湿潤林に現われる。陽性の樹であるが、ある程度の日陰に耐える。色々な土壌に適応する。インドやセイロンでは、海拔1,200mで最少とも年降水量1,500mmの地で、良い結果が保られている。

樹高30~45m、周囲4m以上になる高木である。材は淡色で堅い。ユーカリの種数の中では構造用材として最もよいものの1つである。また枕木にも利用出来る。

種子徴約・保存性は、前者と同じ。種子は軽い日陰のもとで急播する。1カ月後に床替、7カ月後(苗長30cm)に土をつけて植栽する。成長は早い。

(48) *Eucalyptus pilularis*

オーストラリアのニューサウスウェールズおよびクインズランドの海岸地区(暖帯地域)に自然分布している。年降水量1,000~1,200mm(年を通じて分布のよい)、色々な土壌の上に現われる。インドやセイロンでは、海拔1,200~1,800m、年降水量1,200mm以上、中庸の高さの山岳でのみで良い成育をとげる。陽性の樹であるが、非常に適応性もある。

樹高60m、直径2mにもなりユーカリ類の中で最も大きいものの1つである。

材は淡色で堅い。耐久性があり構造材として良好、骨組み、造輪、柱、枕木などに利用する。

種子の保存性は前者と同じ急播して薄く灰をかぶせる。播種1カ月後に床替し、7カ月で山出しする。成長は早い。

(49) *Eucalyptus robusta*

オーストラリアのシドニーの南や、クインズランドの南部(暖帯地域)に自然分布している。自生地は海拔0~1,200m、年降水量1,000~1,500mm(年を通じて平均して降雨がある)で、どちらかと云えば湿地や湿潤な低地を好んで現われる。熱帯アジア諸国に導入された時、自生地の気象と非常に異なる気象に耐え、適応性が非常に強いことを示した。しかし最適な条件は海拔1,000~1,500m、年降水量1,500mm以上、湿潤な重土壌の土地のようである。陽性の樹。

樹高30mになる中型の樹である。材は赤褐色で痒がある。耐久性があるが裂け易い。このため構造材にはあまり向かない。重構造や柱に利用出来る。パルプに適する。

種子は1kg当り120,000粒、保存性は前者と同じ。養苗法は前者とほぼ同じ。

(50) *Eucalyptus saligna*

オーストラリアのシドニーの南の海岸地区（暖帯地域）とクインズランドの北部に自然分布している。自生地は海拔0~1,200m、年降水量1,000~1,500mm（年を通じて平均して降雨がある）で、乾燥した貧弱な砂質土壌のほかは、色々な土壌の上に見られる。熱帯アジアでは、海拔1,000~1,500m、年降水量1,500mm以上の色々な土壌（但し水はけの良い）でよい結果が得られる。

樹高55m、直径1.5mになる大型の樹である。材は赤色で堅い。構造材として良好、オーストラリアでは家屋、箱、床板など色々な用途を持っている。但しアジアの造林木は成長があまりにも早いので材質は遙かに劣る。パルプ適材である。

種子は燻播1カ月後に床替、5カ月後に山出しし、根に土をつけて植える。成長は非常に早い。

51) *Pinus khasya* (= *P. insularis*, *P. kesiya*)

広く印度ならびに東南アジア大陸部に自然分布するほか、一部島嶼部（フィリピンのルソン島）に自生している。

大陸部では海拔800~2,000m、年降水量1,000~2,000mm、花崗岩や片麻岩、砂岩より成る土壌の土地で、広葉樹との競争の起る見込みのないところに自生している。陽性の樹で、他の樹種との競争には耐え得ない。またルソン島では北緯15°30'から18°15'にわたり、海拔760~2,100mに自然分布している。ここでの平均気温は約18°C、最高平均気温は27°C、最低平均は9°Cで、年降水量は1,570mm、12月~1月から3月~4月まで乾燥期になる。優良な成育は海拔約900~1,500m、年降水量1,780mmのところに見られる。自生地は一般に土壌は貧弱で、浅くて岩がない。しかし排水可良であるならば、堅いローム質土壌や粗い砂利を含んだ粘土でも生育する。ミンダナオ島の低地によい成育の造林木が見られる大型の樹であるが、メルクシイマツほど成育しない。三葉松。

材は普通の構造材で、耐久性がないので、屋内の骨組みに使われる。パルプに適し、また良質のマツキニを生産する。（但しメルクシイマツより生産量は低い）

種子は1kg当り40,000粒、保存性はよい。ジュート袋に入れて1年密封したコンテナに入れると数年間もつ。直播は成果まちまちである。苗床では筋播きにする。ミコリザは苗令1カ月の時から必要であるといわれている。播種後10カ月で植栽する。最初の2~3年間は、しばしば下刈が必要である。

52) *Pinus patula*

中米の北緯19°~21°の限られた地域に自然分布している。海拔1,800~2,500m、年降水量1,020~1,520mm、しばしば薄い霧のかかるところに密な純林をなす。色々な土壌に適応できるが、深くて、水はけがよく、湿潤なローム質土壌の上で、溪谷や平坦地に良い成育をとげている。陽性の樹であるが、ある程度の日陰には耐え得る。乾燥や火にはやや

敏感である。

樹高30mになり、他のマツ類とくらべて、樹冠を広くほる、大きな節を作る傾向がある。

材は良質の構造材で、骨組み、一般大工用に使われる。パルプにも向く。

種子は1kg当り50,000粒、乾燥した冷所におくとよく保存がきく。直播は殆んど行はない。やや日陰の下で、間隔4×4cmで播く。3か月後に床替、土壌が十分に肥えていればミコリザに関してはきびしくないようである。播種後12—15カ月で山出しする。土つき苗を植えることが望ましい。沢山の節を作るので枝打ちが必要(5年~10年間)成長は5年まで普通、5~20年までは早い。(15年で樹高23m)。

4-2 種子管理の基準

4-2-1 種子の採種源

造林の目的を達成する技術の3要素は、造林に用いる材料すなわち林木の素質(遺伝)のよいこと、造林の環境すなわち立地条件のよいこと、および保育を十分に行うことである。したがって、種子の確保は、この3要素の1つである造林材料を提供するもので極めて重要な部門である。

しかし、熱帯樹種の人工造林の歴史は未だ短かく、その研究報告も散発的で完璧な体系づけが未だ不十分な段階にあるので、本項では、まず密括約事項を述べることとする。

4-2-1-1 固有樹種と外来導入樹種

熱帯途上国の樹種選定は、現在早成樹種に著しく重点がおかれ、その結果として外来導入樹種に比重がかかっている。

外来樹種の種子入手に関しては、適正な種子の産地と病虫害の抵抗性の選択に関する2つの遺伝子問題が当面の課題である。

種子の素質は、由来造林地に近いところ、やむをえない時には立地条件の似たところから導入しなければならないといわれている。

しかし、単に造林地に近いといっても、フィジーなどでは脊稜山脈をはきんで、およそ南東と北西で、またジャワ島では東西で密降水量と分布が著しく異なるように距離的に近くても、環境の著しく異なる例が少なくない。したがって普遍的には原則として立地条件の似たところから導入しなければならない。

例えば、熱帯諸国でカリピアマツが、その原産地である中米の緯度より低い地域に導入され、幼齢期にある現段階ではかなり良好な成長を示していることから高く評価されているが、原産地と環境の異なる低緯度の地域ではフォックステールや種子不稔の問題を生じている。メルクシーマツの邦土地域では、カリピアマツと比べ初期成長は遅いが長伐期時点ではほぼ同等の成長量を示すという報告があるが、苗木時代に草生型(grass

stage) を現わす大陸産のものと、正常な型である島嶼産のものと成長型の異なることに注意しなければならない。Cordia alliodora は西印度諸島およびメキシコから南米全域が原産地であるが、産地によってかなり変異がある。広大なオーストラリアを原産地とする Eucalyptus spp. のなかには乾・湿両環境にわたって分布するものや、特定の土壌型でのみ良好な成長を現わす種類がある。さらに、単に緯度、温度、総降水量とその分布のみでなく、標高についても十分検討する必要がある。例えば、Pinus khasya は低標高地の植栽にしばしば失敗例が見られる。

また、外来樹種は導入地域の生態系に新たに割り込むものであり、4-3 保護の基準で詳述するように病虫害の抵抗性についても深い関心をはらわなければならない。

したがって、外来導入樹種の種子入手にあたっては産地に十分な関心をはらう必要がある。なお、導入の適候精地にあっても、さらにその原産地域の優良遺伝子（品種、ブラス木）の種子導入に努力しなければならない。現在、ニューヘブリデス、タイをはじめ多くの国で、この観点にたつて産地試験が進められている。しかし、外国樹種の種子導入に際しては、未だ国家的な流通機関がないので、信用ある種苗商、あるいは個人的なつてをもとめて確実な証明のある産地あるいはブラス木の種子を入手しなければならない。

国有樹種は、とりわけ東南アジアの森林蓄積を占めるフトバガキ科の樹種のなかには多くの有用構造材樹種があり、また由来その地域の生態系のなかにあるので外来種に比べれば一般論として特性が少なくとも経験的に明らかであり、病虫害の抵抗性もあるといえよう。しかし、概して初期成長の比較的遅いこと、耐陰性など生態学的研究の浅いこと、大樹で種子採集の困難なこと、開花結実の生理生態および結実種子の活力喪失と維持貯蔵に関する試験研究の著しい立ち遅れなどからクローズアップされない現状にある。

したがって、これらの面でわが国の研究と技術協力が望まれるとともに、これらの有用樹種は現在、立地条件のよい低地から次第に環境のわるい高地奥地林へ急速に伐採が進められているので、速やかに優良遺伝子保存の措置が講じられなければならない。

4-2-1-2 採種園の造成

種子採育の初期段階には、天然林あるいは人工林の着生あるいは地上落下種子の採集が行われる。着生種子採集にあたり高木への木登りは熟練労務を要するのと経費がかさむため、時には人工林から手のとどく範囲で採種が行われるが、これは一般論として遺伝子のわるいものが採種される公算が多い。

そこで、優良林分を選び、その付近の林分を含めて表現型の悪い木を取除いて母樹林 (Stand for seed collection) を設定して採種することが望ましい。しかし、速

伝的にも品質的にも優良な種子をなるべく多く、かつ経済的に生産できるようにするには、ブラス木を分散して採種しやすいように仕立てる採種園 (Seed orchard) の造成が必要である。

現在ニューカレドニア、マレーシア等ではマツ類、フィリピンでは *Eucalyptus deglupta*, *Albizia falcata*, タイでは 20 クローンを基準とするチークについて採種園の造成計画を進めている。しかし、カリビアマツの環境による種子不稔の問題に対する結実可能地の選定のほか、各樹種についてクローンの数と配置、単位面積当たり仕立木数と樹型など、その造成には多くの課題がある。

4-2-2 種子収集作業

4-2-2-1 採種時期

種子はその成熟をまって採集しなければならないが、樹種によって成熟期の比較的短いもの、長いもの、その由があるので樹種毎に開花、結実の生理、生態を知る必要がある。実践として母樹林の結実推定には標準木を選定して適期を判定する。標高の広範囲にわたる樹種の採種は低地から高地に向って進められることとなる。同一標高でも個体で成熟度に差があるが、林分の結実最盛期に採種された球果からは最高の割合の受精種子がえられる。

4-2-2-2 種子採集法

新鮮な種子を採集するには、種子がまだ母樹に着生して成熟したものを木登りして行う。木登りは、長い軽い竹のポールとしなやかなロープを用いる法、鉄カンジキと安全ベルトによる法など各種の方法が考えられている。ただし後者は胸高直径 80 cm 以上の大木では困難である。しばしば、種子の着生枝を切り落とすか、主伐木を種子の成熟期に伐倒して採集する場合もある。また完熟して地上に落ちたものを集める場合もあるが、落下後古いものは活力を失っているものがある。これらに関しては、標高、気候、生物気候学 (phenology) のほか地域における各樹種の結実習性を挙げておく必要がある。

また、樹種毎の %g 当たり種子粒数は、育苗の計画と実践に必要なもので、文献を蒐集して資料 1 として添付した。

4-2-2-3 種子貯蔵

種子の結実は豊凶によって著しい差があり、豊作年には大量の種子が経済的に採集され、発芽率も高いが、凶作年には全くこの逆である。この豊作年の周期は、樹種によってそれぞれ特性がある。それゆえ、造林事業を円滑に行うには、原則として豊作年に採種して貯蔵し凶作年に備える必要がある。

しかし、樹種によっては完熟後早期に活力を失うものがあるので、樹種毎にその特性を究明して適切な貯蔵法を開発しなければならない。ここでは、(1) Bureau of

forest development, Philippinesの造林種子検査室でえられた一般造林用種子の貯蔵法と、(2) 佐々木恵彦・T.H. Hoo, Z.H.A. Rahman による主としてフタバガキ科樹種の研究結果を紹介しておく。

(1) Fabianによって輯集された一般造林種子の貯蔵法

樹 種	貯 蔵 形 式
<i>Pinus merkusii</i>	冷蔵 (乾燥) 貯蔵する
<i>Eucalyptus deglupta</i>	
<i>Swietenia</i> sp	
導入外国マツ類	
<i>Pinus kesiya</i>	乾燥密閉貯蔵
<i>Alnus</i> sp.	(またはプラスチック容器に密閉) する。
<i>Leucaena glauca</i>	冷蔵はしない
<i>Leucaena pulverulenta</i>	
<i>Anthocephalus chinensis</i>	
<i>Albizia falcata</i>	
<i>Acacia auriculaeformis</i>	
<i>Eucalyptus</i> spp.	
<i>Tectona grandis</i>	乾燥、暗室で
<i>Pterocarpus indicus</i>	冷しいところに通気状態で貯蔵する
<i>Gmelina arborea</i>	

(2) 佐々木らによるフタバガキ科種子

フタバガキ科

- (a) 種子は樹木あるいは木から落ちた新鮮なものを集め、菌類やバクテリアに汚染されないよう貯蔵する必要がある。
- (b) 完熟種子は貯蔵と発芽に必要であり、完熟度は種子の水分含有量50%であれば完熟であると判断される。野外では翅の色で判断され、成熟種子は明確な黒色に達した乾燥翅が地上に落下するときである。
- (c) 種子の含水量は乾燥基準で少くとも20%で保たなければならないが、個体によって多少の差異がある。この限界以上に含水量を保つには、密閉容器で保つか、関係湿度を95%以上の状態におく。
- (d) 種子は少くとも2つのグループに分けねばならぬ。一つのグループは低温に耐えるもの、他のグループは低温に耐えないものである。前者は貯蔵により結果がえられる。
Anthoshoreaグループ、とくに *Shorea taluralis* は、4°Cで長期間貯蔵でき、そ

の池の低温に耐える種子は15~21℃の範囲で貯蔵されるであろう。

- (e) 低温に感受し易い種子は15℃以下で生存することはできない。少なくとも15℃以上に保たなければならない。Shorea ovalis の種子は21℃で生存する。

Shorea ovalis とその他の Rubroshorea と Eushorea

- (a) 貯蔵用種子は成熟種子を母樹から直接採集する。地上に振り落とした種子は新鮮なものを集めなければならない。成熟種子は水分含有量が50%であり、これは翅の色が褐色であることによって判別することができる。成熟した種子でも翅が乾燥し、堅くなって地上に落ちたものは、ごく一部が生存しているにすぎない。翅が黒色となったものは新鮮種子であることを現わしている。
- (b) 貯蔵にあたっては、水分含有量を20%以上に保たなければならない。そのためには、密閉容器に保存するか、25℃で関係湿度95%の大気中で保存する。
- (c) 種子は厳密に15℃以上で保存しなければならない。機械の故障などで温度が15℃以下になると種子は害される原因となる。種子が20~21℃に保存されれば4か月間まで生存する。
- (d) 貯蔵中に発芽したものは苗木として長期間保存され、これらの苗は植林材料として使うことができる。

Shorea talura

完熟種子は長期間貯蔵できる。種子は100%以下の水分含有量で成熟を示す。一般に地上で集めるよりも樹木から採集することが好ましい。種子の活力を保つには、水分含有量を乾重の20%以上に保たねばならない。温度は4℃以上で貯蔵されるが、実践的には20℃までで保存すべきである。

4-3 苗畑造成、育苗法

4-3-1 苗畑の造成

4-3-1-1 苗畑のタイプ

熱帯地域の国々では、造林地域に出来るだけ近い小規模な臨時的苗畑が非常に多くある。この苗畑は、①苗畑と植林する場所との生態的条件が一致している。②苗木輸送費が安い。③土壌養分の維持問題が起らない。などの利点がある反面、熟練労働力の確保困難あるいは労賃が都市部より比較的高いこともあり、また、監とく者の管理不十分なことなどから失敗する例がある。

最近では苗木運搬施設と、生態的要求が満たされる限りにおいて、常置苗畑にかわる傾向にある。常置苗畑は輪作や施肥により土壌の肥度を維持し、一定の大きな場所に苗畑を集中するので、機械化を可能にし、優秀な監督の下に、少数の選抜された人々を使うことが出来る。

4-3-1-2 苗畑用地の選定

苗畑の位置として、苗畑と造林地との間の許される最大の距離は、山出し苗の種類によってきまる。Stump 苗（根株苗、後述）は、数100km可能といわれている。これは、かさばらず、容易に荷作り出来る、輸送に耐えるからで、2~3週間の輸送は可能とされている。保根の苗は、乾燥に対する抵抗性が非常に弱いので、苗畑からの距離は短くなければならない。ポットまたはダンゴ土付け苗は、運搬費がかさむので、造林用地の近くの苗畑を使うことになる。

苗畑用地の土壌はミコリザ（根瘤菌）の存在のため森林土壌を選ぶことがよい。大部分の樹種は発芽のため軽い土壌を要求する。また土壌は肥分でとくに排水のよいものでなければならない。

養苗には灌水能力を有する必要がある。苗畑は川の岸に設けるか、常時かれない井戸をもち、異常な乾燥季の年でも灌水に支障のない所を選ばなければならない。大規模の苗畑では井戸からの給水にしぼしば失敗する。これは天候の異常な年の水量を予知することが困難だからである。反対に川からの期待水量は、乾燥する季節において、容易に推定できる。

また風からの防風を考える必要がある。乾燥期の強くて、やきつくような風は、無防備の苗畑で若い苗木の高い枯死率の原因となる。適当な風を防ぐ場所を見つけることが出来ない場合は *Leucaena glauca*（後述）等の早成樹の防風帯を早く作ることである。

4-3-1-3 苗畑の設計

臨時苗畑では、実際に苗木を育成する土地と道や建物のためにあてられる土地とが苗畑敷地である。常置苗畑は、土地の養分を維持するため休閑地が必要で、これは毎年苗木で占められる面積の2倍、時には3倍になる。

また苗畑の広さは、苗畑におく苗木の時間的長さや、床替事情や、最終の苗間距離などにより左右されるが、参考のため毎年50万本の苗木を生産する場合で、次の様な資料がある。（但し2年輪作をもつ常置苗畑の場合）

Pinus sp. 2ha *Tectona grandis* $2\frac{1}{2}$ ha

Eucalyptus sp. 3ha

なお一般に熱帯アジアでは苗木を1年以上苗畑におくのはまれである。フィリピン・パンタパンガンにおける造林技術島力事業での実例によると、ここでは2.2haの苗畑が作られており、1ha当り年産50万本（十数種類の苗木）を生産している。

熱帯土壌の腐植含有量は往々にして低い。そこで開墾、土地整備にあたっては、薄い腐植層の下を深く掘起さないことに留意し、また、伐採跡にある残物の除去や切り株の除去には集積した箇所で焼却するのがよい。深く耕すことを避け、上下を反転させずに、

掘起し、表面を粉砕するにとどめる。土壌を水平にする作業を行なう時は、下層土が腐植土壌層を覆うことを避けることが大切である。

開墾と整地がおわったあと、床作り（後述）、排水設備、道作りなどを行う。また、苗畑主任や労務者のための小屋や器具小屋、機械庫などの建物、場合によってはガラス室も用意することもある。

灌水施設として最も経済的な方法は、水の流れの上流をダムアップして取水し、小さな輸送管で、苗畑の最も高いところに水を導き、ここから苗畑各所に水を送る。灌水は発芽時にはひんぽんに、こまかいスプレー状に行う（1日1～2回）が、苗が成長したあとは2～3日に1回、強い灌水をするだけでよい。熱帯地域では、一般に労賃が安いので、人力で灌水するのが最も経済的であるが、省力の必要のある場合や大規模の場合は、スプリンクラーが必要である。

4-3-2 育苗

4-3-2-1 播種

(1) 種子の前処理。ある種の種子は水分を通しにくい外皮をもっており、通常の播種方法では、発芽に長時間かかり（数ヶ月にわたるものもある）、苗の大きさも不揃になるものがある。このような種子に対しては、前処理を行って、種子を休眠状態から脱せしめなければならない。処理の方法としては、水に浸す方法、熱湯に浸す方法、酸その他の化学物質で処理する方法、種子の表面を焼く方法などがある。

水に浸す方法。この方法は多くの樹種に使われている。12～24時間流水に浸すか、24時間毎に新しい水に浸す。この方法は多くの樹種に効果がある。しかしチークなどはこれでも不十分で、次のようにしている。24時間流水に浸し、その後24時間太陽の下で広げて乾燥し、更に再び浸水させ、これを2～3週間繰り返す。この方法は *Pterocarpus* sp. のような皮質の莢をつけるマメ科のある種のものにも有効である。

熱湯に浸す方法。 *Acacia mollissima* は沸騰する湯に浸す必要がある。この種子は種子量の2倍の容積の沸騰湯になげ込み、かきまぜ、こすりあわせ、種子のまわりのゼラチン質の皮をとりのぞき、最後に12時間水の中に入れて冷す。

また同じマメ科の *Albizia falcata* や *Leucaena glauca* の種子も熱湯処理をすると発芽が促進される。前者は50～80℃の熱湯に5分間浸し、後者は80℃の熱湯に3分間浸す。

なお主要造林樹種の前処理については、4-1 樹種選定の基準の項に記載してある。

(2) 播種時期。播種に理想的な時期は雨期の初めであるが、これは常に可能ではない。

植付の時（雨期中でなければならぬ。）に苗の大きさが最適の大きさになるように考慮しなければならないからである。

熱帯アジアで造林に用いられている大部分の樹種の苗木は、播種後1年以内で、最適の大きさになるので、播種は雨期遅くするものが多い。ユーカリのような養苗期間の短い（4～6か月）のものは、乾燥期にまくようになる。

短命な種子は、最適の大きさの苗を得るために、播種をおくらせることは出来ない。
(3) 播種方法。 播種には播種床に播く方法と直接ポットに播く方法とがある。播種床にまくには次のような方法をとる。

のような方法をとる。

(i) 播種床作り。 熱帯では、産のような雨があるので、播種床は10～15 cm高くあげて作るとよい。そして土を床に止めておくために10cm巾の板でかこみ、杭どめをする。床の巾は1 mが普通である。土は一般に砂質がよい。マレーシアではマツ類の播種に、天然林の土壌と川砂をまぜた土を使っている。これは排水を良好にし、立枯病を防止するとともに、幼苗をポット移植する際、根の損傷を少なくするためである。

(ii) 播き方。 種子の大小、あるいは銘柄などにより播き方が色々ある。普通は細い種子はバラ播きする。（とくに細かい種子は箱播きにするがこれについては後述する。）播き方は、種子を播種面に均一に播くため、土と灰（または露屑）を媒材として種子と混ぜるとよい。また小さな種子は、あらかじめ列状に溝を作っておき、これに薄くまく。大きな種子は苗の最終の大きさに応じた間隔をとって、列状にまく。

一般に行われている方法は、種子を播き、その上に種子の最少直径と全じ厚さの土で層を覆う。しかし熱帯の烈しい雨や気温の変動から見て、多少深めに、即ち1.5～2倍位、覆う方がよいだろう。覆土は軽い土で、もし必要なら砂や有機質の多い土や露屑をまぜる。

なお種子を播く前に播種床は土壌の深さ30 cm位までしめるように、十分灌水しておく。

(iii) 播種量。 ㎡当り播く種子の量は、次の諸条件によって計算する。①kg 当り種子の粒数、②樹種と場所による普通の発芽率（事前に発芽試験を行い、発芽率を知ることとする）、③望まれる種子間隔、

(4) 箱まき。 *Eucalyptus deglupta* やその他のユーカリ類、*Anthocephalus-cadamba*, *Fagraea fragrans* などのような特に微細な種子は箱まきが一般的である。参考のためフィリピンで奨められている *Eucalyptus deglupta* や *Anthocephalus* の箱まきの方法を概述すると次の如くなる。

播種箱は、 $25 \times 35 \times 15$ cm、木製、木の厚さ1インチ、底は直径2cmの孔を充分あけてある。土は砂質ロームがよい。この土は箱につめる前に、既に半切りしたドラム缶の中におき、下から火をたいて、2時間つづける。その際時々かきまぜる。焼かれた土は、更に1/8インチのふるいにかける。(この消毒法のほかには水蒸気法もつかわれる。)箱の上から2cm離して土をつめ、平滑な木で水平にかためる(緊密にならない程度に)。種子は細かい砂や土とまぜ、こまかいふるいにかけて播く。播種箱は日陰した床に置く。灌水は噴霧器をつかう(土の表面が浸潤になるまで)。発芽は *Anthocephalus cadamba* は3~4週目、*Eucalyptus deglupta* は3~8日目から始まる。根瘤ネマトーダに侵されることがあるので、これを防ぐには1、3 Dichloropropane and related hydrocarbon か、methylbromide gasを使う。

(5) 播種後の管理。

(i) 日陰の調節。陽性の樹種(チーク、*Gmelina arborea* など)は、一般に日覆いなしでよく発芽する。前述の2つの樹種は発芽するために、 $35 \sim 38$ °C以上の土壤温度を要求するので、日覆いをしてはこの温度に達し得ない。このほかの陽性の樹種、ユーカリ類やマツ類、その他の樹種は陽性であっても、初期のいく月の間は部分的に日覆いをする。また耐陰性の強い樹種(*Hopea* sp., *Balanocarpus* sp. など)は強い日陰(とくに発芽前)を要求する。なお熱帯の樹種は、発芽と光に関して、次の3つのカテゴリーに分類される。

a. 発芽のため十分な光を要求するもの

Albizia procera, *Hardwickia pinata*, *Bauhinia malabarica*,
Leucaena glauca, *Cassia siamea*, *Pterocarpus dalbergioides*,
Cassia fistula, *Vitex pubescens* など

b. 一部日陰を要求するもの

Acacia leucophloea, *Dalbergia latifolia*, *Bauhinia purpurea*,
Emblica officinalis, *Dalbergia sisso*, *Schleichera trijuga* など

c. 完全な日陰を要求するもの

Acacia sundra, *Pterocarpus santalinus*, *Albizia marginata*,
Santalum album, *Amoora wallickii*, *Swietenia macrophylla*,
Cinnamomum cecidodaphne, *Swietenia mahogoni* など

日覆の手段としては、(1) 木または竹の小割を使う。播種床の両側に高さ50cm位の支えをつくり、その上に小割りをならべる。種子が望む光量にあわせて、小割りの間隔を開く。またこの小割りを初めからある間隔につなげたものも使われている。(2) ヤシの葉で織った軽い日覆い(最も一般的なのはニッパヤシの葉をつかったもので、アタップといっている)を播種床の支えの上に敷せる。(3) 禾本科の草で作った屋根、これらはいずれも現地調達の日覆いであるが、ビニール製の日覆い網もつかわれている。

具体的な例として、マレーシアのカリビアマツの育苗で、播種の初めは遮へい度の高いアタップで、日覆いをし、播種後20~25日、苗木が光に対して反応を示すようになったら、竹の小割をつづったもの(遮へい率50%)に変えている。

なお日覆いは可能な限り毎夕とりはらい、日中暑い間、また覆う。しかし植付2~3か月前には日覆いを完全にとりのぞく。これは植付苗が終日日光下にさらされることに馴らすためである。

(ii) 灌 水。 播種後は1日平均2回、こまかい灌水器で灌水する。

(iii) 苗の立枯病防止処置。 熱帯では大規模生産の常置苗畑が少いせいか、温帯諸国のようには立枯病が少いが、それでも多くの例が報告されている。とくに *Pinus merkusii*, *Pinus caribaea*, *Chukrassia tabularis*, *Adina cordifolia*, *Casuarina equisetifolia*などに報告されている。これは *Pusarium*, *Phythium*, *Phizoctonia* 属に属する菌によるものである。

マレーシアの林業試験場では、マツの苗木で立枯病が発生した場合は、散水をひかえ、刈殺菌剤を使用している。英国製の殺菌剤 "Pernex" の4ポンドに水15ガロンを加え、1エーカーに使用する。

またフィリピンで行われた試験では、*Casuarina* の苗を犯す *Phizoctonia* を抑圧する最もよい方法は、播種後数日、播種床に Zinc oxide (酸化亜鉛) の細粉をふりかけてやることを示している。はっきり犯されている場合は12%の Sulphuric acid (硫酸)、13%の formaldehyde (ホルムアルデヒド) または10%の Vinegar (酢) を1㎡当り10リットルの割合でかけることにより、効果的に抑制することが出来るといっている。

(iv) 獣害防除。 播種床はねずみや兎の害をうけることがある。マレーシアでは若干の播種床群のまわりに、高さ1.5m位の金網をはって防いでいる。

4-3-2-2 床替、ポット移植

(i) 床 替。 床替の作業は次のどちらかで実行される。① 床替床に植える。これは主として、裸根で植栽する樹種に行なう。② ポットに植える。熱帯では強烈な日

光と高温のため、裸根のままではすぐ乾燥し、造林地に植えつけても活着しない場合が多い。かつてマレーシアの林業試験場で、*Pinus merkusii* をつかって、活着試験を行った例がある。これによると、1165本植栽し、活着したもの184本、活着率15%という結果であった。またインドネシアでは、*Pinus merkusii* の裸根植栽は非常に活着がわるいので、床替床から掘り出した苗木はだんど状に土つけをして植えている。

しかしポットに床替えした苗木は確かに活着はよく、安全ではあるが、反面苗の費用は2倍または3倍になるといわれている。したがって、裸根の苗を植栽して失敗するような場合以外は、よくこの点に留意することが大切である。

(2) ポット苗の養成。

(i) ポットの種類。 現在はポリエチレン袋をつかっているところが多い。このほか亜鉛ひきの鉄板で作ったチューブ（バブアニューギニア）や、現地調達のパニアの筒（フィリピン）、竹筒などがつかわれている。このほかインド、ビルマ、インドシナではフタバガキ科植物（とくに *Dipterocarpus tuberculatus*）の大きな葉でつくったポットがつかわれている。これは軽い利点があるが、運搬中に破れ易い。

ポットの大きさは、経費の点でできるだけ小さい方がよいので色々試験されてきた。マレーシアの林業試験場ではカリビアマツについて、直径3.8インチ（9.6cm）、高さ6インチ（15cm）が標準だったが、現在は直径3インチ（7.6cm）にし、なお小径の2インチ（5cm）を検討している。マレーシアの王子マレーシア会社の試験結果では、10cmポットは苗の生育が多少優れているが、5cmポットの養成材料費は10cmポットに比べて1/3、労働では運搬費を含めて1/3.5、用土量においては1/3ですむことが明らかになり、5cmポットが経済的であるとしている。但し5cmポットの場合は生育密度が高くなるので、ポット移植後2か月の時点で、空間をあけてやる必要がある。倒伏防止のため径7~8cmの金網に1個づつならべるとよい。ソロモン群島の広葉樹育苗には直径5cm、長さ20cm、径5mmの大きさの穴があいているポリポットを使っている。

フィリピンでは一般につかうポットの種類と大きさについて次のものが契められている。① ベニア屑で作った筒（直径5cm、高さ15cm）、② 竹の筒（直径5~8cm、高さ15cm）、③ ポリエチレン袋（平にした袋の大きさ12cm×17cm）、なおベニア筒の作り方は、ベニアを15×4.5cmにきって、直径5cmの木製の円棒に巻き、円棒をとりぞいて、ベニアの両端をとめ金でとめる。またポリ袋には底に穴をあける。

(ii) ポット用土の調製。 ポット用の土は、普通、近くの林地から表土をとってきて、

これに川砂をまぜて作る。砂を加える量は土壤により異なるが、マレーシアの林業試験場でのカリビアマツ養苗では、粘土微砂含みが20%以下、18%前後を基準としている。ポット中の土壤は、植付の時に自由に且つかたまつたまま取り去らなければならないので、適度に粘質であり、かつまた水はけもよくなければならない。フィリピンでは樹種にもよるが砂質ローム、あるいは砂質ロームと粘土質ロームを当量に混ぜたものをすすめている。

混合する川砂と林地の表土はそれぞれ大きい粒を塗くためふるいにかける。これには一般に1/4インチ(約0.6cm)のふるいが使われる。なお林地の表土はふるいにかける前に土壤消毒をすると、殺菌が出来るし、混っている雑草の種子も殺す効果がある。マレーシアの林業試験場では水蒸気消毒を行っているが、現地で金のかからない方法は焼土法である。ソロモン群島の南方造林協会の苗畑で行っている方法は、ドラム缶を縦半分に割ったものを用い、時々スコップで攪拌しながら焚火の上で焼く。

ポットへの肥料はマレーシアの林業試験場では、マツについてTriple Superphosphate (40% P_2O_5) 24オンスを24ガロン(4立方フィート)の用土に混せている(カリビアマツ)。また追肥はNitrophosk (15% N、45% P_2O_5 、6% $K_2O + NgO$) 1オンスを1ガロンに溶かして160ポットに1か月1回与えている。またフィリピンでは、必要に応じてポットの底約3cmの処(土をよくかためて)に粒状肥料(12-12-12)を4~6gr程度与えるよう奨めている。

4-3-2-3 ミコリザ

ミコリザは熱帯アジアではまだ十分に明らかにされていない。Charlus Letourneau (フランスの熱帯林業技術センター、CTFT、Tree planting practices in tropical Asia 1957)はミコリザについて次のように述べている。“草地土壌の上につくられた苗畑や、造林地でみられる数々の失敗には色々の原因がある。即ち貧弱な土壌、寄生菌、その他が原因としてあげられているが、最も多くの場合は、植栽木が必要とする特別な微生物が土壌中に欠落していることにある。

ミコリザの必要なことは約40年前に、インドネシアのPinus merkusiiの造林で実証され、またフィリピンのPinus khasyaでも実証された。これらのマツ苗が、森林が破かいされ、なくなってから長い間たつ草地土壌で養苗され、そこに植付けられる場合、枯死することが観察されて来た。マツのミコリザ欠除の症状は、正常な発芽、良好な成育後、2~3か月頃から漸次赤色または黄色になり、成長率もかなり低下しつづけ、最後には枯死する。

正常なマツの根には色々な形をした小さな瘤で覆われている。これは主にBoletus

属や *Rhizopogon* 属に属する菌の存在によって形成されており、この菌はマツと共生して生きており、窒素をマツに与えている。

インドネシアのボゴールの林業試験場では早くから、熱帯産マツについてのミコリザ接種技術ならびにもっと広い範囲に利用できる技術を完成している。それは次の知見による。

- a. ミコリザ菌は、もし近くで、奇主を見付けることが出来ない時は、早急に死ぬ。したがって、天然林から土や、腐った根を運んで菌をふやそうとするのはむづかしい。
- b. ミコリザは発芽の初めは必要ではない。しかしそれもちかだか苗が1~2か月になるまでである。
- c. 熱帯、亜熱帯のマツは、ミコリザの特殊のタイプに対して選たく性があるとは思われないので、色々の種類の共生を利用することが出来る。Müller の実験によると、*Boletus granulatus* や *Rizopogon* のような *Pinus merkusii* と共生している代表的なローカルなミコリザは、それ自身 *Pinus caribaea* にも非常によく適応する。同じような観察が、インドシナで、*Pinus merkusii* と *Pinus khasya* との間で、またセイロンで、*Pinus caribaea*, *Pinus khasya*, *Pinus merkusii* の間でなされている。

マツのミコリザ接種に最もよい方法はミコリザのついた根をもった1~2年生の若いマツ(どんな種類のマツでもよい)をもってきて、床替床のまんなか1m間隔で植える。この作業は播種1年前に行なう。そして次の年に、苗が1~2か月になった時、これを床替床に、さきの大きい苗の間に移植する。この苗の根が、ミコリザに感染され、直にさえた緑色の芽が現われる(前に出ている青色と非常に対称的に)ならば、これはこの作業が成功したことを示す。(注:この方法は現在もインドネシアで実行されている。

ところで、熱帯のマツはすべてミコリザ不在に敏感であるわけではない。*Pinus merkusii* や *Pinus khasya* は最も敏感であるが、*Pinus caribaea* や *Pinus patula* は前者より、もっと抵抗性がある。

熱帯の広葉樹は一般に針葉樹よりもミコリザの欠除を感じないようであるが、それらのミコリザに対する反応はほとんどわかっていない。このため造林したい樹種が自然に生えている処に苗畑を作ることはまことに安全である。苗畑を草地土壌の上に作らなければならない時は、森林腐植層で苗畑を作るか、ポット土壌を作ることがよいと思われる。”

4-3-2-5 Stump (根株) 苗

Stump (根株) 苗は熱帯アジアでは1920年頃にはじめて、使われた。以来大きな直

根をもつ多くの樹種に用いられ、造林に好成績をおさめてきた。この苗の仕立て方は、普通の状態でも苗畑で育てた苗が、根元直径1 cmから2.5 cmになった時に引き抜き、幹を3 cm～5 cm位に斜めに切り、根は1.5～2.0 cm位に切る。二次根は全部とりのぞく。

Stump 苗を作るには、組織を傷めないようにきわめて鋭利な器具で行なう。

なお上に述べた方法は平均を示したもので、*Terminalia tomentosa*と*Bischofia javanica*などは直径3～4 cmの時がよく、また*Dalbergia latifolia*は直径7～8 cm位のもので成績がよい。根については*shorea robusta*は長さ1.5～2.0 cmの根をもつのが良く、*Bombax malabaricum*は5.0～6.0 cm位の根をもっとよい。根の形は、曲っていても差支えないが、一般に2又根は結果はあまりよくない。

Stump 苗の特長は①輸送が容易で、長い輸送期間に耐える。苗の形や大きさの点から容易に麻袋に包んで運び得る。葉や乾の敏感なところを取除いているので、蒸散が少なく、苗の保存を助け、何等の害もなく2～3週間の運搬に耐える。②現地の植栽はじんそくで、植栽工程があがる。③活着の均一性が高い。④植栽後の上長成長は普通苗より多少遅い。現在までに熱帯アジアで成功をおさめた主要な樹種は次のものがある。

Acacia arabica, *Acacia catechu*, *Ajina cordifolia*, *Albizia procera*, *Albizia lebbek*, *Alstonia scholaris*, *Bombax malabaricum*, *Cassia fistula*, *Cassia siamea*, *Cedrela toona*, *Chukrassia tabularis*, *Dalbergia latifolia*, *Dalbergia cochinchinensis*, *Dalbergia sisso*, *Eucalyptus rostrata*, *Gmelina arborea*, *Lagerstroemia speciosa* (= *L. flosreginae*), *Pterocarpus pedatus*, *Shorea robusta*, *Spondias mangifera*, *Sterculia tomentosa*, *Tectona grandis*, *Terminalia tomentosa*, *Xylocarpus dolabriformis*.

4-4 植栽・保育の基準

4-4-1 適地適木の判定¹⁾

適地適木に関し、わが国の暖帯林では一般に斜面の下部にスギ、中腹にヒノキ、上部にマツ類の選択が、それぞれの立地に応じて長い造林の経験から定着し、それらの裏付けとなる科学的研究が土壌型や樹種の生理生態等の観点から確立されている。しかし、わが国と熱帯の造林の大きな違いは、わが国の造林対象樹種がもっぱらスギ、ヒノキ、マツ類という針葉樹を主体とするのに対し、熱帯では針葉樹が少なく、もっぱら広葉樹が主体となっており、かつ未だ定着したものは云々整い状況にある。

針葉樹では一応Pinus属、Araucaria属、Agathis属があげられる。マツ属は低生産立地でもよい生育を示し、とりわけ現段階では導入樹種であるPinus caribaea var. hondurensisが各地域で試植されている。ただし、地域によってはPoxtailが著しく

出現すること、初期の高成長がいつまで持続されるか、各立地型毎に伐期時点まで追跡することが課題である。これに反して *Araucaria* 属は P.N.G. では固有種であり、かなり良い成長が期待されることから注目されている（各国羽、P.N.G. 参照）。*Agathis* 属は東南アジア、太平洋南西地域に数種が分布するが、成長が比較的遅いものがある。

広葉樹は土地の良否によってその成長に格差の著しいものがある。一般的にみてどの樹種も土壌が深く、通気性、水分条件などの土壌の物理性の良いところでよく成育する。その一方、土地生産力の如何にかかわらず、かなり広い幅によく生育するものもあるので、造林の企業実践にあたっては斜面の中腹以上でも比較的良い成長の期待される樹種を見出すことが重要な課題である。

A 気 候

とくに導入樹種については、大気候による温量指数と乾湿指数等から、まず原産地のそれとの比較によって適応範囲にあるか否かを検討する必要がある。

熱帯地域では、とくに降水量の季節分布に顕著な相違があり、その効果判定として Schmidt と Ferguson (1951) は、インドネシアの湿島に対する乾燥季節に基づいて、次の降水型指数 (Q) を示している。

$$Q = (\text{乾燥月数} / \text{湿潤月数}) \times 100\%$$

ここで、乾燥月は月平均降雨量 60mm 以下、湿潤月は月平均降雨量 100mm 以上である。

スマトラ島におけるメルクシーマツの出現地域は降水型指数、 $Q = 14.3 \sim 33.3\%$ にあり、同島の大部分は $Q = 0 \sim 14.3\%$ にある。

チークは、平均気温 $20 \sim 27^\circ\text{C}$ (最低 15°C 、最高 30°C)、年降雨量 $1,250 \sim 3,750\text{mm}$ で、降水型指数、 $Q = 33.3 \sim 167\%$ の地域がよいとされている。

B 土 壌 型

わが国では、地味指数による林地生産力判定の研究が進展し、その環境判定に土壌型が重要な因子となっている。熱帯の土壌型については、FAO/IUFRO 方式、USDA 方式、ヨーロッパ (西ドイツ) 方式があつて、それぞれ判定基準を異にしているので、速やかに林地生産力の判定と結びつけた土壌型の研究が望まれる。

一方、林地生産力を測るには、樹種毎の成長成績を知る必要があるが、熱帯地域は造林の歴史が短いので未だそれを評価する十分な資料がえられない現状である。また、しばしば土壌の化学分析値が示されるが、それが直ちに樹種毎の成長とどのように対応するかは必ずしも明確でない。

熱帯では養分的にみて恵まれない土壌でも、林木は高温多湿に恵まれて植物体中に多くの植物養分量を蓄積しているので、それを源泉として速やかな物質循環が維持される

限り、かなり良好な生産力を現わしている。また、熱帯地域の現地調査によれば、高い降水量に基づく土壌の過湿状態、あるいは焼畑移動耕作に起因する土壌の物理性悪化の程度は、とりわけ林木成長の良否と密接な関係があるようである。すなわち、土壌の堅密度は、土壌構造や土壌粒径と関係が深く、さらにこれが水分状態にも強く影響して林木根系の発達や生理生態と深い関連にある。したがって、土壌の物理性の良否は、大まかな林木の生育適否の判断に役立てることができる。ちなみに、熱帯降雨林地帯では雨期の多量の降雨によって季節的に過湿状態となり土壌が悪化するので、排水について十分考慮を払うことが肝要である。

表4-1 山中式硬度計による
土壌の堅密区分 (真下)

堅密区分	硬度計の 指示目盛 (示度: mm)
しよう	0~8
軟	9~13
やゝ堅	14~17
堅	18~21
すこぶる堅	22~25
固結	26

真下は山中式土壌硬度計の示度による森林土壌の堅密区分を表4-1のように示した。フィリピン、ミンダナオ島の *Albizia falcata* の成長成績調査によると、示度が21を超える土壌条件のところでは成績が著しく不良であると報告している。(坂口・小島、1976)。

c. 指標植物

熱帯地域では土地生産力が指標植物によって、かなり良く判定される。焼畑移動耕作とその繰り返しのよって土壌悪化が激しいほど、東南アジア地域(インドネシア、マレーシア、フィリピン)では *Imperata cylindrica* (チガヤの類)、太平洋諸島では *Themeda australis* (メカルガヤの類) の浸占度が増す。そのなかでも、比較的肥沃地は草丈高く葉色は濃緑を呈し単位当り収量も大きい。低生産地は草丈低く葉色は淡黄緑を呈するなど生活形が異なる。インドネシアでは、これを自然に放置すれば、次第に *Eupatorium* sp. (ヒョドリバナの類)、*Melastoma* sp. (ノボタンの類) などが侵入し、二次林へ移行し土壌のき裂が増し物理的條件の改良が示される。

また、シダ類もかなり指標植物として役立つので、こんごその専門家によって体系化されることが期待される。

なお、指標植物によって、樹種毎の生育関係を明らかにする研究の進展を期待する。

4-4-2 保育方式の決定

熱帯途上国で、植栽本数、間伐残存量、枝打法および伐期を樹種毎に合理的に決めることは、現段階ではおよそ不可能であろう。しかし、実践にあたっては、どのような理念で植栽本数や保育を行うかの基礎理論を十分把握しておくことは、試行錯誤をもって進展し

てゆくうえに極めて重要である。そもそも、植伐本数は最終収穫物である主伐丸太の量（大きさ）、質（節、通直度、完満度など）の生産目標のちがいによって大きく左右され、また植付けから伐期までの一連の技術体系は、植付密度、間伐の回数と間伐後に残すべき本数密度、枝打ちの程度および主伐本数密度の系列管理のちがいによる保育形式によって決まるものである。このほか途上国では、地域の労務事情や経営主体の資本や経済事情によっても大きく左右されることは、もちろんである。

そのためには、各種の保育形式をきめる基礎資料をうることが前提となる。日本の場合、スギ、ヒノキ林業が数百年にわたる古い歴史をもち、各地の木材需要に応じて形成された流通市場に基づいて、それぞれに見合う保育形式が経験的に生まれ、研究も急速に進展した。一方、熱帯造林樹種については、カリビアマツに因しマレーシアのO.M.P.（王子マレーシア植林）において、ha当たり1,000本、1,500本、2,000本区の本数密度試験地を設定しており、ニューヘブリデスの政府試験地では、 $2 \times 2 \text{ m}$ （2,500本/ha）、 $2 \times 2.5 \text{ m}$ （2,000本）、 $2.5 \times 3 \text{ m}$ （1,333本）、 $3 \times 3 \text{ m}$ （1,111本）の5プロットについて、4回繰返し試験、などがあるが、何れも密度幅が小さい。

しかし、人工造林の歴史は未だ浅く、これからも密度幅の広い資料はえられないので、保育形式の解明に必要な密度法則などを求めるには、広い密度幅で設計した試験地を設定する必要がある。そのためには、只木が提案した次の試験設計を例示する。

ha 当たり1,000本を中心に考え、250、500、1,000、2,000、4,000本の5密度処理区の繰返し試験区を設ける。これから、平均単木材積を v 、ha当たり材積を V 、立木密度を N とすると、 $1/v = AN + B$ 、 $1/V = A + B/N$ という関係が、各樹種毎に決められる。ここで、 A 、 B は樹種、地域毎の生育段階に応じて決まる係数である。

また、高密度区は当然過密による枯損をおこしながら生育するが、この経過は初期段階では、 $1/N = AV + B$ 。十分生育が進むと、 $\log V = a \log N + b$ の関係で示されるはずである。なお、 A 、 B 、 a 、 b は係数であり、 a の値は1.5~2.0程度になると一般に考えられる。

4-4-3 伐期の選択

熱帯における人工林育成の目的として、製材用材（長伐期）をとるか、パルプ用材（短伐期）をとるか、については諸説がある。

この選択を検討するにあたり、まず伐期長の優劣について、表4-2によって概観しておきたい。

表4-2 伐期長短の優劣検討

番号	長 伐 期		短 伐 期	
	熱帯地域は成長が早く、25-80年で製材用丸太を収穫することができる。		熱帯地域は成長が早く、10-15年でパルプ用丸太を収穫することができる。	
	長 所	短 所	長 所	短 所
1	材質がよいので、法的林分構成であれば、有利な経営ができる。			材質が低いので、容積重が高い成長量の大きい樹種を選んでも、収支の見あがり経営が困難である。
2	伐期が高いため、法的林分構成では更新面積が少なくてすみ、労力、造林費が少なくてすみ。			伐期が低いので、法的林分構成では、更新面積が大きいので労力と造林費がかさむ。
3	伐期が高いため森林の生態系の維持に好ましい。			短伐期を繰り返すととりわけ熱帯では土地の悪化を来す懸念があり、致命的短所である。
4		収穫までに長期間を要するので、投資の金額が莫大となる。(ただし、第2項により更新投資額は少ない。)	収穫が早いので、投資の金利負担が少なくてすみ。(ただし、第2項により更新投資額は大きい。)	
5		原蓄積を失って、新たに法成林分の構成を達成するには、換金収入が早期にえられない。(早期の間伐材は一般には換金の対象とならない)	収穫が早いので、原蓄積を失っている場合でも、早く法的林分の構成が達成され、したがって換金収入が早くなる。(ただし、第1項の前提がある)	
6		一般に初期成長が良いもののみを対象とできないので、この場合はうっ閉までK年月がかかり造林費と労力がかさむ。	一般に初期成長が早いものが選ばれるので、早くうっ閉し、造林費と労力が軽減できる。	

表4-2に示される短所に対しては、もちろん技術的対応がある程度は考えられるとし