

熱帯林造成技術  
テキスト No1

浅川 澄彦 著

# 熱帯の造林技術



財団法人  
国際緑化推進センター

## 熱帯林造成技術テキストの発刊にあたって

毎年 1,540 万ヘクタールにも及ぶ熱帯林が消滅し、地球規模での環境問題として早急な対策が必要とされております。

このような中で、今後わが国には多くの国よりこれまで以上に林業協力の要請が増大するものと予想され、これに対処するためには国際林業協力に従事する人材の育成等の国内支援体制の強化が必要とのことから、1991 年春、財団法人 国際緑化推進センターが設立されました。

当センターでは事業の一環として、企業や NGO 等の民間機関による林業協力に従事する人々やこれらの林業協力を担うであろう青少年を対象にして、熱帯林の造成技術についての研修会を開催いたしております。

この熱帯林造成技術テキストはこれら当センターで行う研修の教材として使用するとともに、林業協力に従事する人達にも活用頂ければと作成致すものであります。

本テキストは熱帯林など海外の森林・林業に関してシリーズでの発刊を考えており、著者につきましても現地での実地経験豊かな研究者をお願いし、現場での手引き書としても直ちに使えるようなものを作成して参りたいと考えております。

本テキストが今後、わが国の国際林業協力に従事する人々に少しでも役立ち、国際林業協力の推進に些かでも貢献出来ればと願いつつ本テキストを発刊致すものであります。

1992 年 3 月

(財)国際緑化推進センター

理事長 秋山智英



写真1 播き付け箱で発芽したモクマオウの芽生え



写真2 ケシアマツのポット苗：苗丈で並べ替えを行う例



写真3 塩化ビニール製ルートトレーナー（Hiko-pots）で育成中のマツ苗木

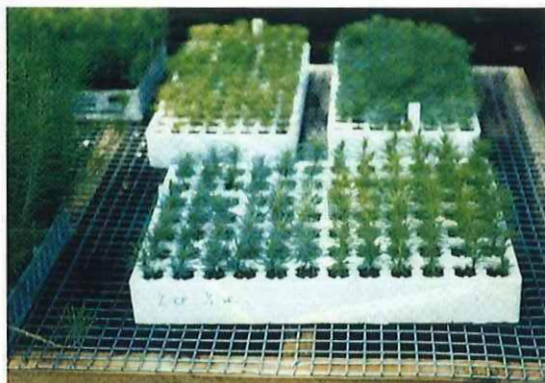


写真4 発砲スチロール製ルートトレーナ (Styroblocks) で育成中のマツ苗木



写真5 苗床にある落葉直後のチーク苗木（約1年生）



写真6 チークのスタンプ苗の調製：手前右手が裸根苗、中央（女性の右奥）がスタンプ





写真7 筋刈り地拵えの伐開帯に掘られた植え穴  
(ケニア、キツイのウッドランド)



写真8 刈り取った草によるマルチ：植栽木は  
*Cassia spectabilis*



写真9 塩ビパイプによる植栽木 (*Tamarindus indica*) への  
給水：数日おきに水を注入



写真10 集水工法の例：変形トルカナ法のマイクロキャッチメント



写真11 坪刈りされた新植地：尾根線に防火帯がみえる



写真12 防風林（ナイジェリア、カノ州）：*Eucalyptus camaldulensis*（katherine産）



写真13 防風林（写真12）の林内



写真14 伐採された株の萌芽状況 : *E.camaldulensis*



写真15 萌芽更新で造成されたユーカリ林





写真16 産業造林の例（インドネシア、南スマトラ）：  
*Acacia mangium*



写真17 マングウムアカシア林（写真16）の林内



写真18 アレークロッピングにおけるギンネムの植栽例  
（ケニア、マチャコス）



# 目 次

|                            |    |
|----------------------------|----|
| ま え が き .....              | 1  |
| 1. 植 栽 樹 種 .....           | 3  |
| 1) これまでに植栽されてきた主要な樹種 ..... | 4  |
| 2) 主要な植栽候補樹種の特徴 .....      | 6  |
| (1) 広 葉 樹 .....            | 6  |
| (2) 針 葉 樹 .....            | 23 |
| 3) 植栽樹種の選び方 .....          | 27 |
| (1) 植栽の目的による選択 .....       | 27 |
| (2) 環境条件による選択 .....        | 30 |
| (3) 在来樹種と外来樹種 .....        | 38 |
| (4) 新しい樹種・系統を導入する手順 .....  | 41 |
| 2. 育 苗 .....               | 45 |
| 1) 苗 畑 .....               | 45 |
| (1) 苗畑の選定 .....            | 45 |
| (2) 苗畑の造成 .....            | 48 |
| 2) 種子の調達と取り扱い .....        | 54 |
| (1) 種子調達の計画と手順 .....       | 55 |
| (2) 採種源の選定と記録 .....        | 56 |
| (3) 種子（果実）の採取・調製・貯蔵 .....  | 56 |
| (4) 種子の品質検査 .....          | 63 |
| (5) 発芽促進法 .....            | 63 |
| 3) 苗木の種類と育て方 .....         | 66 |
| (1) ポット苗 .....             | 66 |
| (2) スタンプ苗（根株苗） .....       | 72 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| (3) 裸根苗 .....              | 74  |
| (4) 山引き苗 .....             | 74  |
| (5) 挿し木苗 .....             | 75  |
| (付) 各 論 .....              | 75  |
| 4) 苗木の規格と育苗期間 .....        | 80  |
| 5) 育苗上の主要な問題 .....         | 82  |
| (1) 灌 水 .....              | 82  |
| (2) 日 覆 .....              | 83  |
| (3) 根 切 り .....            | 83  |
| (4) 硬化処理 .....             | 84  |
| (5) 除 草 .....              | 85  |
| (6) 菌根菌および根粒菌（広義）の接種 ..... | 85  |
| (7) 肥培管理 .....             | 88  |
| <br>3. 植 栽 .....           | 91  |
| 1) 計画と踏査 .....             | 91  |
| 2) 地 拵 え .....             | 92  |
| 3) 集水工法 .....              | 94  |
| 4) 植栽間隔 .....              | 96  |
| 5) 植 え 穴 .....             | 97  |
| 6) 植え付け .....              | 98  |
| 7) マルチング .....             | 100 |
| 8) 補植と改植 .....             | 100 |
| 9) 混植と先行植栽 .....           | 101 |
| 10) 列状植栽 .....             | 101 |
| 11) 下木植栽 .....             | 102 |
| 12) 灌水 .....               | 103 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 4. 保 育                | 104 |
| 1) 下 刈                | 104 |
| 2) つる切り               | 105 |
| 3) 除 間 伐              | 106 |
| 4) 枝 打 ち              | 108 |
| 5) 肥 培                | 109 |
| 6) 保 護                | 111 |
| 5. そのほかの森林造成法         | 116 |
| 1) 直 播 き              | 116 |
| 2) 萌芽更新               | 117 |
| 3) アグロフォレストリーによる森林の造成 | 119 |
| 6. 主要な天然更新法           | 120 |
| 文 献                   | 125 |
| 索 引                   | 129 |
| あ と が き               | 137 |

## ま え が き

熱帯・亜熱帯の森林面積は疎林を含めるとおよそ17億ha（表1）とされているが、そのおよそ10％はすでに森林がないか、著しく壊された状態で、しかもなお毎年1,260万ha（表1）に及ぶ森林が伐採あるいは破壊されているといわれる。このような林地あるいは荒廃地を再び森林に戻すこと、あるいは草原に新たな森林を造成することの必要性は、とくに近年強く認識されているが、年々の造林面積は、FAOの統計を見ても、実際に減少しつつある面積の僅かに15％程度（表2）で、しかもその成林率は一般に著しく低い。つまり折角植栽されても、いろいろな理由で森林にならないことが多い。従って、造林面積を増やすことも緊急の課題ではあるが、植栽し

表1 1995年における熱帯の森林面積（FAO 1997）

| 地 域       | 森林面積      | 減少面積   |
|-----------|-----------|--------|
|           | 千 ha      | 千 ha/年 |
| 熱帯アフリカ    | 504,901   | 3,695  |
| 熱帯アジア     | 279,766   | 3,055  |
| 熱帯オセアニア   | 41,903    | 151    |
| 熱帯北・中アメリカ | 79,443    | 1,037  |
| 熱帯南アメリカ   | 827,946   | 4,655  |
| 合 計       | 1,733,959 | 12,593 |

注. FAO (1997) でいう森林 (forest) は、樹冠が20％またはそれ以上を覆っている状態の植生である。

表2 熱帯における人工林面積と年間植栽面積（Pandey 1995）

| 地 域         | 人工林面積         | 年間植栽面積        |
|-------------|---------------|---------------|
|             | 百万 ha         | 千 ha          |
| 熱帯アフリカ      | 2.99 ( 2.10)  | 127 ( 89)     |
| 熱帯アジア・オセアニア | 32.30 (19.77) | 2,112 (1,292) |
| 熱帯アメリカ      | 8.64 ( 7.28)  | 373 ( 314)    |
| 合 計         | 43.93 (30.84) | 2,612 (1,834) |

注. 括弧のない数字は各国の申告面積を合計したもの、括弧内はFAOが推定した面積である。



たところは必ず森林にできるような技術的な改善をはかり、造林成績を向上することも大きな課題である。

熱帯・亜熱帯における造林を成功させるためには、現地の立地条件を十分に理解し、そこに適合した樹種・系統を選び、強く育て、それぞれの環境に適した方法で植栽し、適切な保育を行わなければならない。実際、熱帯における造林技術は、いろいろな点でわが国の造林技術とは異なっているから、まずはこれまでに現地で開発されている技術を発掘・整理し、必要に応じてそれらの体系化をはかりながら、その上で新しい課題を解決してゆかなければならない。

熱帯造林の主要な舞台は、初めは熱帯・亜熱帯の低地多雨林、季節林地帯であったが、その後、サバンナ林などを含むいわゆる半乾燥地、さらには現在森林のない乾燥地や砂漠にまで広げられようとしており、とくに厳しい自然環境のもとにある半乾燥地・乾燥地については、その実態を十分に理解して造林を進めてゆかなければならない。これらの森林の姿と取り巻く環境については、優れた成書があるのでそれらを参照して頂きたい。

ところで造林は、自然条件を巧みに利用して森林の代替りをおこなう天然更新と、人力で種子を播きつけたり、苗木を植え込んだりして森林を仕立てる人工造林に分けられているが、現在森林がない土地に森林を戻し、あるいは森林を造成することか熱帯における当面の緊急な課題であるので、ここでは主に人工造林について述べる。ちなみに、マングローブ林の再生も熱帯における大きな課題であるが、本書では割愛させていただく。なお、現在残されている森林を持続的に管理・経営してゆくための造林技術の改善も極めて重要であるので、熱帯における天然更新についても主要な方式について最後に簡単に紹介する。

近年、社会林業という言葉が広く使われるようになり、地域住民のための林業・造林という視点が強調されるようになった。わが国が技術協力を始めた頃は、いわゆる大規模造林が中心で、比較的最近まで大規模で組織的な造林が主流であったが、そのような方法だけでは必ずしも良い成果が

得られないことがわかってきた。つまり、地域住民の協力を得なければ造林は成功しないし、造成された森林の保護・保育にも彼らの協力が必要である。そのためには、彼らに対する直接的なメリットを考えることが必要で、ウッドロット（woodlot）の造成とか、筋植え方式による樹木と農作物の栽培（alley-cropping）などが行われるようになってきた。造林の基本的技術は同じであるが、地域住民のための造林では、彼らが好む樹種を取り入れ、また彼らに普及できるような技術によって森づくりをしなければならない。このような技術開発はまだ緒に就いたばかりであるし、筆者自身も勉強不足ではあるが、可能な範囲で触れることにしたい。

## 1. 植栽樹種

熱帯の造林でも、森林を伐採した後にすぐ造林する場合（reforestation）と、草原などのように、これまで森林がなかったところに森林を仕立てる場合（afforestation）とに分けられている。しかし、たとえ以前に森林があったところでも、伐採した後長く放置されていたり、扱いが悪くて荒廃したり、草原化してしまったようなところでは、実質的には後者とほぼ同じことなので、両者をひっくるめて reafforestation とよぶこともある。前者の場合、天然林を伐採したところであれば、もともとそこにあったような森林に戻すことが望ましいが、一旦林冠をひどく壊してしまい、林床に日光が強く当たるようになると、いきなり天然林の上層を構成していた極相的な樹種を植栽することは難しく、また実際にそれらの樹種は造林特性も分かっていないものが多いことから、これまで広く熱帯各地で植栽されてきた陽性の早成樹種を植えるのが普通である。

熱帯林の場合、普通には有用樹種が抜き伐りされており、天然更新に期待する方法も試みられてはいるが、そのような択伐跡の更新不良林分に対する補整植栽（enrichment planting）や、あるいは有用な樹木を選択的

に伐採・利用されて劣化した林分に対する樹種更改の場合には、まず在来樹種を植栽するのが建前であろう。人工林の場合には、普通それまでと同じ樹種一多くの場合、外来樹種が植栽される。これまでに森林がなかったところでは、まず先駆的な樹種を植栽するのが普通で、この場合にも外来樹種であることが多い。以下、現在世界の熱帯・亜熱帯で植栽されている主要な樹種について、ごく簡単に解説する。

## 1) これまでに植栽されてきた主要な樹種

熱帯の植栽樹種は極めて多様である。温帯との違いは広葉樹が多いことで、熱帯を通してみると面積では8割を超えている。中でも重要なのはフトモモ科ユーカリ属の樹木で、全人工林の23%を占めている。次いでマツ属樹木が10.5%を占め、マメ科アカシア属の樹木も7.7%を占める。以上はいずれも樹種群であるが、チークは単独の種として5.0%を占める（表3）（Pandey 1995）。

表3 熱帯における主要樹種・群の植栽面積(百万ha) (Pandey 1995)

| 地 域         | ユーカリ類 | マツ類  | チーク  | アカシア類 | その他   | 合 計   |
|-------------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| 熱帯アフリカ      | 0.79  | 0.61 | 0.15 | 0.25  | 1.19  | 2.99  |
| 熱帯アジア・オセアニア | 5.20  | 1.25 | 2.03 | 3.15  | 20.68 | 32.30 |
| 熱帯アメリカ      | 4.07  | 2.78 | 0.01 | —     | 1.78  | 8.64  |
| 合 計         | 10.06 | 4.64 | 2.19 | 3.40  | 23.65 | 43.93 |
| パーセント       | 23.0  | 10.5 | 5.0  | 7.7   | 53.8  | 100   |

Pandey (1995) によって3熱帯の植栽樹種をみると、熱帯アジア・オセアニアではユーカリ類16%、マツ類4%、アカシア類10%、チーク6%で、その他の樹種が64%を占めている。主なものを挙げると、在来針葉樹：ケシアマツ、メルクシマツ、ヒマラヤマツ、移入種を含めた在来広葉樹は *Acacia auriculiformis*、*A. mangium*、*A. nilotica*、*Albizia spp.*、

*Casuarina* spp、*Dalbergia sissoo*、*Eucalyptus deglupta*、*E globulus*、*E grandis*、*E urophylla*、ユーカリ交雑種、*Gmelina arborea*、*Paraserianthes falcata*、*Styrax tonkinensis*、*Tectona grandis*、*Xylocarpus* spp である。一方外来の針葉樹はカリビアマツ、スラッシュマツ、オーカルパマツ、パトウラムツで、外来広葉樹はギンネム、マホガニーである。

熱帯アフリカでは、ユーカリ類26%、マツ類20%、アカシア類12%、チーク5%で、その他の樹種は37%を占めている。主なものを挙げると、在来の広葉樹は *Acacia nilotica*、*A. senegal*、*Faidherbia albida*、*Khaya ivorensis*、*Mansonia altissima*、*Nauclea diderrichii*、*Terminalia superba*、*T. ivorensis*、*Triplochiton scleroxylon*で、外来針葉樹は *Cupressus lusitanica*、*Pinus caribaea*、*P elliotii*、*P patula*、*P kesiya*、外来の広葉樹は *Acacia mearnsii*、*Azadirachta indica*、*Cassia siamea*、*Eucalyptus camaldulensis*、*E globulus*、*E. microtheca*、*E. robusta*、*E. saligna*、*Gmelina arborea*、*Prosopis* spp、*Tectona grandis*で、在来の針葉樹はほとんど植えられていない。在来の針葉樹がないわけではないが、たいてい危機にあるもので、遺伝子保全の意味で植栽されている程度である。

カリブ海諸島を含めた熱帯アメリカは、植栽樹種の多様性が最も低い。ユーカリ類は実に47%を占め、マツ類32%と合わせると約8割、アカシア類を含めたその他の樹種は21%を占めるに過ぎない。主なものを挙げると、域内の移入種を含めた在来の針葉樹は *Cupressus lusitanica*、*Pinus caribaea*、*P. oocarpa*、*P. patula*、在来広葉樹は *Prosopis* spp、マホガニーである。一方外来種としては、針葉樹に *Pinus elliotii*、*P kesiya*の2種、広葉樹に *Eucalyptus globulus*、*E grandis*、*E saligna*、*E urophylla*の4種のユーカリが挙げられている。

## 2) 主要な植栽候補樹種の特徴

主要な植栽樹種を科・属ごとに挙げ、各樹種の基本的な造林特性を添える。これらの情報は、主に Webbら(1984)、FAO(1979)、NAS(1980、1983)によった。記載項目は、学名、和名、英名または地方名、学名のシノニム、天然分布のみられる国・地域、緯度による天然分布の南北範囲、天然分布地域の乾季の長さ・平均年雨量・海拔高の順序とし、そのほか、造林で参考になる特記事項も付記した。和名はなるべくこれまで一般に使われているものを用いたが、一部に、属名、種小名あるいは英名の発音をカナ書きにしたものもある。地方名については、わかる範囲で、それらの植物名が由来する国名も付記するようにした。詳しい造林特性については、上記文献のほか、「熱帯樹種の造林特性」第1巻(1996)、第2、3巻(1997)を、また用途などの情報については「熱帯の有用樹種」(1977)、「熱帯植物要覧」(1991)などを参照していただきたい。

### (1) 広葉樹 (Broad-leaved trees)

〈ウルシ科(Anacardiaceae)〉

*Anacardium occidentale* (カシュー) (Cashew(-nut tree)); 熱帯アメリカ(メキシコ〜ペルー、ブラジル、西インド諸島); 30°N〜25°S; 乾季4〜6か月; 年雨量500〜3,000mm; 海拔高0〜1,000m; 瘠悪土壌でも生育、シロアリに強い、ポット苗・スタンプ苗・直播き可能

*Camposperma brevipetiolata* (ケテケテ) (Ketekete); ソロモン諸島、モルッカ諸島、ニューギニア、インドネシア、マレーシア; 乾季0〜2か月; 年雨量2,000〜5,000mm; 海拔高0〜500m

*Mangifera indica* (マンゴ) (Mango); インド〜ミャンマー(〜インドシナ半島); (5〜)16〜28°N; 乾季6か月; 年雨量350〜2,500mm; 海拔高0〜1,200m; 果樹

*Pistacia vera*(ピスタチオ)(*Pistachio*) ; 西アジア ; 乾燥気候

*Schinus molle*(コショウボク)(*Pepper tree*) ; エクアドル、ボリビア、コロンビア、ペルー、ブラジル、パラグアイ、アルゼンチン ;  
10 ~ 34 °S ; 乾季4 ~ 8か月 ; 年雨量 300 ~ 620mm ; 海拔高100 ~ 3,500m ; 乾燥に極めて強い ; 多少の塩類土壌には耐える、耐シロアリ性、萌芽更新、根系浅い(?)

*Spondias lutea*(コガネモンビン)(*Yellow mombin*, *Hogplum*, *Jobo*, *Ciruela*) ; メキシコ ~ ブラジル北部 ; 25 °N ~ 10 °S ; 乾季1 ~ 5か月 ; 年雨量1,000 ~ 2,000mm ; 海拔高0 ~ 1,200m ; 果実生食  
(ノウゼンカズラ科(*Bignoniaceae*))

*Jacaranda mimosifolia*(ジャカラング)(*Jacaranda*) (Syn. *J. mimosaeifolia*, *J. acutifolia*, *J. ovalifolia*) ; 南米西部 ; 乾季4 ~ 6か月 ; 年雨量650 ~ 1,800mm ; 海拔高0 ~ 1,500m ; シロアリに強い、挿し木可、裸根苗も可能

*Markhamia lutea*(*Markhamia*) (Syn. *M. hildebrandtii*, *M. platycalyx*) ; アフリカ東部(エチオピア ~ タンザニア) ; 10 °N ~ 10 °S ; 適潤 ; 海拔高 ~ 2,000m ; 酸性重粘土壌にも生育 ; 材はシロアリに強い

*Spathodea campanulata*(カエンボク)(*African tulip tree*, *Flame tree*) (Syn. *S. tulipifera*, *S. nilotica*) ; アフリカ中央部 ; 12 °N ~ 12 °S ; 乾季 ~ 3か月 ; 年雨量1,000 ~ 2,000mm ; 海拔高0 ~ 1,200m

*Tabebuia rosea*(ピンクテコマ、ロブレ)(*Pink tecoma*, *Roble*) (Syn. *T. pentaphylla*, *Tecoma pentaphylla*) ; メキシコ南部 ~ エクアドル、西インド諸島 ; 20 °N ~ 2 °S ; 乾季0 ~ 3か月 ; 年雨量1,250 ~ 2,500mm ; 海拔高100 ~ 1,000m ; 萌芽更新可

(キワタ科(*Bombacaceae*))

*Adansonia digitata*(バオバブノキ)(*Baobab*) (Syn. *A. baobab*, *A. situla*, *A. sulcata*, *A. somaliensis*, *Baobabus digitata*) ; サハラ以南のアフリカのほとんどの国(リベリア、ブルンディ、ウガン



ダ、ジブティには分布しない)；20°N～25°S；年雨量250～1,000mm；海拔高0～1,250m

*Bombax malabaricum*(パンヤ)(Silk cotton tree、Red cotton tree)(Syn *B. ceiba*, *Salmaalial malabarica*)；南アジア原産；年雨量1,700～2,700mm；海拔高80～1,200m；スタンブ苗可

*Ceiba pentandra*(カボック)(Kapok、Silk cotton tree)；南アメリカまたは中央アフリカの原産とされる；年雨量1,000～5,700mm；海拔高0～1,200m；スタンブ苗可

*Ochroma pyramidale*(ハルサ)(Balsa)(Syn *O lagopus*)；中米～南米(ボリビア)；19°N～20°S；乾季0～2か月；年雨量1,500～3,000mm；海拔高0～1,000m；肥沃土壌を好む

〈ムラサキ科(Boraginaceae)〉

*Cordia alliodora*(カナレット)(Canalete、Laurel)(Syn *C. gerascanthus*)；中米、西インド諸島、南米(ベルー、ブラジル)；20°N～25°S；乾季0～4か月；年雨量1,000～4,000mm；海拔高0～1,500m；スタンブ苗・直播き可能

〈モクマオウ科(Casuarinaceae)〉根粒樹木

*Casuarina equisetifolia*(モクマオウ、トキワギョリュウ)(Coast/Beach she-oak、She-oak、Agoho(比)、Australian pine、Filao(Senegal))(Syn *C htorea*)；オーストラリア～オセアニア～スリランカ；22°N～31 5°S；乾季3～4か月；年雨量750～2,500mm；海拔高0～1,400m；多少の冠水には耐える、シロアリに強い、裸根苗・挿し木可能

*C. junghuhniana* (Syn. *C. montana*)；インドネシア(ジャワ～小スンダ列島)；5°N～2°S；乾季4～6か月；年雨量750～2,500mm；海拔高0～3,100m；タイでは不稔のため挿し木で繁殖、根萌芽が旺盛

〈アカザ科(Chenopodiaceae)〉

*Haloxylon persicum*(White saksaul)；シナイ、イスラエル～中央

アジア～モンゴル；25～45°N；年雨量100mmの地域でもみられる  
ほど耐乾性が極めて高い、塩類耐性も高い、砂丘固定；飼料

〈シクンシ科(Combretaceae)〉

*Conocarpus lancifolius*(Damas, Ghalab)；ソマリア北部～アラビア  
半島；乾季数か月；年雨量50～400mm；海拔高0～1,000m；飼料

*Terminalia brassii*(Dafo(ソロモン群島))；ソロモン群島、ブーゲン  
ビル、ニューアイルランド；4～10°S；乾季0～1か月；年雨量2,000  
～5,000mm；海拔高0～500m；深い土壌で生育良好

*T. brownii* アフリカ西部・北部・東部；半乾燥地；海拔高730～  
2,000m；シロアリ抵抗性、乾燥耐性、薬用

*T. catappa*(モモタマナ)(Indian almond)；マレー半島、アンダマン  
諸島；年雨量750～2,000mm、地下水位が十分高くなければ年雨量  
は少なくとも1,000mm必要；海拔高0～300m

*T. ivorensis*(Idigbo(ナイジェリア))；西アフリカ(ギネア～カメル  
ーン)；4～11°N；乾季0～2か月；年雨量1,300～3,000mm；海抜  
高0～700m、多少の冠水には耐える、萌芽更新・スタンプ苗可能

*T. sericea*(Silver terminalia)；コンゴ～南アフリカ；海拔高450～  
1,300m；瘠悪土壌でも生育可能

*T. superba*(リンバ、アフアラ)(Limba, Afara)；西アフリカ(シエ  
ラレオネ～コンゴ)；10°N～6°S；乾季1～3か月；年雨量1,300～  
1,900mm；海拔高0～500m；深い土壌で生育良好、萌芽更新、ス  
タンプ苗可能

〈ダティスカ科(Datiaceae)〉

*Octomeles sumatrana*(エリマ(PNG)、ビヌアン(比))(Erima,  
Binuang)；インドネシア、フィリピン、ニューギニア、ソロモン諸  
島；10°N～10°S；乾季0～1か月；年雨量2,000～5,000mm；海  
抜高0～500m；深い土壌で生育良好、火に強い

〈トウダイグサ科(Euphorbiaceae)〉

*Croton megalocarpus*(Croton)；ケニア、ウガンダ～ザンビア、モザンビーク；10°N～15°S；乾季～6か月；年雨量600～1,600mm；  
海拔高(700～)1,200～2,400m

*Endospermum peltatum*(グバス)(Gubas)；タイ半島部、アンダマン諸島、ボルネオ、スラウェシ、フィリピン；15°N～5°S；湿潤熱帯；海拔高～1,000m

*Phyllanthus acidus*(アメダマノキ)(Star berry, Malay gooseberry)  
(Syn *Cicca acida*)；マダガスカルまたはインド～マラヤ；本来は湿潤熱帯、半乾燥地でも生育可；海拔高～1,000m；果生食、若い葉は野菜がわり、根は薬用

*Euphorbia balsamifera*(Balsam spurge)(Syn *E. sepium*, *E. rogeri*)  
；カナリア諸島原産で西アフリカで野生化したとされている；年雨量900mm以下で生育；挿し木容易

*Euphorbia tirucalli*(アオサンゴ、ミドリサンゴ)(Rubber hedge euphorbia, Finger euphorbia, Milk bush)(Syn *E. rhipsaloides*, *E. media*, *E. scoparia*, *E. viminalis*)；東アフリカ；乾季6～8か月；年雨量250～1,000mm；海拔高0～2,000m；挿し木容易

〈マメ科(Leguminosae)〉

次の3亜科に分けられる

ネムノキ亜科(Mimosoideae) 調べられたものの91%が根粒樹木

ジャケツイバラ亜科(Caesalpinioideae) 〃 28%が根粒樹木

(ソラ)マメ亜科(Papilionoideae) 〃 98%が根粒樹木

各亜科ごとに属名のアルファベット順に主な植栽樹種を挙げる

〈ネムノキ亜科(Mimosoideae)〉

*Acacia albida* → *Faidherbia albida*

*A. auriculiformis*(Northern black wattle, Tan wattle)；PNG、インドネシア(西イリアン)、オーストラリア；7～20°S；乾季4～

6か月(ただし、湿潤気候でもよく成長)；年雨量1,300～1,800mm；  
海拔高0～600m；多少の冠水には耐える、大抵の土壤に適応、直播  
き可能

*A. catechu*(アセンヤクノキ)(Catechu tree)；タイ～インド(文献  
によっては、東アフリカまで分布)；乾季8か月でも耐える；年雨  
量500～1,500mm；海拔高0～1,000m

*A. holosericea* オーストラリア；11～24°S；年雨量125～1,500mm  
(約50％は300～1,100mm、最も乾燥したところが125mm)；海拔  
高0～750m；*A. colei*、*A. neurocarpa*などの近縁種と区分する  
見解もある

*A. mangium*(マングィウムアカシア)(Brown salwood, Black wattle)  
(Syn *A. glaucescens*)；インドネシア(モルッカ諸島、西イリア  
ン)、PNG、オーストラリア北部；1～18.5°S；乾季3～4か月；年  
雨量900～2,150mm；海拔高0～800m；季節的な冠水には耐える、  
瘠悪土壤に生育、裸根苗も可能

*A. mearnsii*(モリシマアカシア)(Black wattle)(Syn *A. decurrens*  
var. *mollis*)；オーストラリア(タスマニア、ビクトリア、クィンズ  
ランドなど)；25～43°S；乾季2～3か月；年雨量700～  
2,000mm；海拔高100～2,500m；耐陰性、侵入定着性が強い、直  
播き可能

*A. nilotica* 熱帯・亜熱帯アフリカおよびアラビア半島東南部～イン  
ド西部(ただし、アフリカに分布するのはsubsp. *nilotica*、アジアに  
分布するのは他の亜種)；30°N～30°S；乾季6～9か月；年雨量200  
～1,400mm(雨量よりもむしろ高い地下水に依存)；海拔高0～  
1,850m；季節的な冠水に耐え、瘠悪土壤・アルカリ土壤に耐える、  
乾季に葉を残す、直播き・挿し木可能

*A. senegal*(セネガルアカシア)；アフリカ東部～西部・南部、インド、  
パキスタン；30°N～30°S；乾季6～8か月(11か月でも耐える)；

年雨量200～500mm；海拔高0～1,700m

*A. tortilis* 4亜種に分けられるが、ここでは3亜種のみ挙げる

*A. tortilis* subsp. *raddiana* (Syn. *A. raddiana*)；中型、樹高く10m；アフリカ西部・北部・北東部、アラビア半島；5～30°N；乾季6～8か月；年雨量100～800mm；海拔高0～1,000m；瘠悪な浅い土壌にも生育

*A. tortilis* subsp. *tortilis* (Syn. *A. spirocarpa* var. *minor*, *Mimosa tortilis*)；小型、樹高2～6m；アフリカ北東部、アラビア半島0～30°N；乾季、年雨量、海拔高の具体的な情報は不詳

*A. tortilis* subsp. *spirocarpa* (Syn. *A. spirocarpa*, *A. spirocarpa* var. *major*)；アフリカ東部；12°N～25°S；乾季、年雨量、海拔高の具体的な情報は不詳

*Albizia falcata* → *Paraserianthes falcata*

*A. lebbeck* (*A. lebbeck*) (ビルマネム) (*Siris*, *Kokko*, *Indian walnut*) (Syn. *Mimosa lebbeck*, *M. sirissa*)；パキスタン、インド(アンダマン諸島を含む)、バングラデシュ、ミャンマー；11～27°N；乾季2～6か月；年雨量500～2,500mm；海拔高0～1,600m；シロアリに強い、根萌芽旺盛、スタンブ苗可能、直播き可能

*A. saman* (アメリカネム) (*Rain-tree*, *Monkeypod tree*) (Syn. *Samanea saman*, *Pithecellobium saman*, *Pithecolobium saman*)；メキシコ南部、グアテマラ、エクアドル、ベネズエラ；11°N～5°S；乾季2～4か月；年雨量760～3,000mm；海拔高0～700m；季節的な冠水に耐える

*Calliandra calothyrsus* (ベニゴウカン) (Syn. *C. confusa*)；中央アメリカ；10～18°N；乾季2～4か月；年雨量1,000～3,000mm；海拔高150～1,500m；瘠悪な土壌・堅密な土壌に耐える、侵入定着性が強い、直播き・裸根苗・大枝挿し可能

*Faidherbia albida* (Kad, Winter thorn) (Syn. *Acacia albida*)；ア

フリカ(北部、南部の一部を除く)、イスラエル、レバノン、イエーメン；35°N～26°S；乾季6～9か月；年雨量250～1,100mm；海拔高0～2,000m、高い地下水位が必要といわれる；ある樹齢になると、雨季の初めに葉を落し、乾季には葉を着けている、冠水には耐える、直播き可能

*Leucaena leucocephala*(ギンネム)[(Giant)ipil-ipil(比)、Lamtoro(インドネシア)](Syn *L. glauca*)；メキシコ南部～サルバドル；13～27°N；乾季2～6か月；年雨量600～1,700mm、ただし、250mmでも生育の事例；海拔高0～800m；樹高が5mくらいまでのハワイタイプ、樹高が20m程度まで伸びるサルバドルタイプ、15m程度まで伸びるペルータイプがあり、熱帯各地で広く植えられ、野生化しているのはハワイタイプとされている。このハワイタイプが16世紀の後半にフィリピンに持ち込まれ、その後、太平洋諸島に広がったといわれる；初期に耐陰性あり、侵入定着性強い、萌芽更新可能

*Parkia javanica*(フサマメノキ)(Syn *P. roxburghii*)；ミャンマー、タイ、半島マレーシア、インドネシア；年雨量1,000～2,000mm；*P. speciosa*もシノニムとする説がある

*P. biglobosa*(Locust bean tree)(Syn *Mimosa biglobosa*)；アフリカ西部(セネガル～ガーナ)；5～15°N；乾季3～7か月；年雨量400～1,500mm／500～700mm；海拔高0～300m；コウモリが授粉、根萌芽

*Paraserianthes falcataria*(モルッカネム)(Moluccan sau(比)、Sengon laut(インドネシア))(Syn. *Albizia falcataria*, *A. falcata*)；PNG、西イリアン、ソロモン諸島、モルッカ諸島；3°N～10°S；乾季0～2か月；年雨量2,000～4,000mm；海拔高0～2,000m；スタンプ苗可能

*Prosopis chilensis* (Algarrobo blanco, Algarrobo de Chile)；ペルー南部海岸地帯、チリ中部；15～25°S；乾季8～10か月；年雨量

200～600mm；海拔高0～2,500m；侵入定着性強い、直播き可能

*P. juliflora* (Mesquite、Algarrobo)；USA 西部～南米北部(エクアドル)；35°N～4°S；乾季6～8か月；年雨量150～1,200mm；海拔高0～2,000m；多少の塩類土壌には耐える、侵入定着性強い、萌芽更新、根萌芽性、直播き・スタンプ苗可能

*Samanea saman*→*Albizia saman*

〈ジャケツイバラ亜科(Caesalpinoideae)〉

*Acrocarpus fraxinifolius* (Indian ash、Shingle tree)；インド西部～ミャンマー；23～27°N；乾季0～4か月；年雨量1,100～1,600mm；海拔高0～1,500m

*Bauhinia purpurea* (ムラサキシソシンカ) (Purple bauhinia) (Syn *B. triandra*)；インド原産；花木

*B. rufescens* (Syn *Adenolobus rufescens*, *Ptilostigma rufescens*)；サヘル全地域、近接のスダン帯(セネガル～モーリタニア～エチオピア)；5～20°N；耐乾性高く、立地適応性も高い；薬用など多目的樹種；小型、樹高<8m、萌芽更新良好

*B. variegata* (ワイリソシンカ) (Camel's foot)；南アジア；年雨量760～2,100mm；海拔高0～1,700m；直播き可能、萌芽更新良好

*Cassia fistula* (ナンバンサイカチ) (Indian laburnum、Golden shower)；インド、スリランカ～タイ、マラヤ；5～25°N；乾季？；年雨量500～3,000mm；海拔高～1,200m；立地適応性高い

*C. siamea* (タガヤサン) (Syn *Senna siamea*, *C. florida*)；インドネシア～スリランカ；1～20°N；乾季4～6か月のモンスーン気候がよいが、湿潤気候から乾燥気候まで適応範囲が広い；年雨量650～1,500mm、根系が地下水に達すれば500～700mm/年の雨量でも耐える；海拔高0～1,000m；シロアリに強い、根萌芽旺盛、直播き・スタンプ苗可能

*C. spectabilis* 中米～南米北部；年雨量800～2,000mm、タガヤサ

ンよりも乾燥にやゝ弱い；海拔高970～1,900m；スタンブ苗可能  
*Delonix regia* (ホウオウホク、カエンボクともいう) (Flamboyant、  
Poinciana) (Syn *Poinciana regia*)；マダガスカル；12～25°S；  
乾季6か月；年雨量700～1,800mm；海拔高0～2,000m；土壌を選  
ばない、スタンブ苗可能、挿し木容易

*Intsia bijuga* (タイヘイヨウテツボク) [Borneo teak、Ipil(比)、  
Merbau(マレーシア)]；南太平洋～マダガスカル；湿润低地

*Parkinsonia aculeata* (Horsebean、Jerusalem thorn)；USA 南  
部～アルゼンチン(ペルーまでという説もある)；30°N～30°S(10°S?)  
；乾季～9か月；年雨量200～1,000mm(300～400mmあれば十  
分)；海拔高0～1,300m；塩類土壌には耐えるが冠水には弱い、挿  
し木容易

*Peltophorum pterocarpum* (Copper pod、Yellow flame) (Syn *P*  
*ferrugineum*、*P. merme*)；スリランカ、インド南部、マレーシア；  
1～15°N；乾季4～6か月；年雨量1,000～1,800mm；海拔高0～  
1,000m；瘠悪土壌に耐える、萌芽更新、スタンブ苗・大型挿し木可能

*Senna siamea* → *Cassia siamea*

*Tamarindus indica* (タマリンド) (Tamarind) (Syn *T. occidentalis*、  
*T. officinalis*)；熱帯アフリカ；年雨量0～1,400mm；海拔高1,000  
～1,500m；乾燥には極めて強いが、初期成長が著しく遅い

〈マメ亜科(Papilionoideae)〉

*Dalbergia cochinchinensis* (シタンー複数種に対する共通の和名とす  
る説もある) (Siam rosewood)；インドシナ半島～タイ；

*D. melanoxylon* アフリカ西部・東部・南部(+インド?)；半乾燥地  
から準湿润地帯

*D. sissoo* (シッソー) (Sissoo)；インド(インダス～アッサム)；23～  
30°N；乾季～6か月；年雨量500～4,000mm；海拔高0～1,500m；  
根萌芽性、スタンブ苗・挿し木可能



*Erythrina crista-galli*(アメリカデイコ)(Syn *E. laurifolia*) ; ブラジル ; 準湿潤気候

*E. indica*(デイコ、カイコウズ)(Syn *E. orientalis*, *E. carnera*) ; インド～東南アジア ; 年雨量500～1,500mm ; 沖縄県々花

*E. senegalensis* セネガル～チャド、カメルーン、ガボン ; 半乾燥地  
*Gliricidia sepium* [Madre de cacao、Madero negro(ラテンアメリカ)、Kakawati(比)、Gamal(インドネシア)] ; 中米とくにメキシコ～南米北部 ; 6～19°N ; 乾季4～6か月 ; 年雨量800～2,300mm ; 海拔高は普通には500mまでとされるが、原産地では1,600mにも見られる ; 挿し木の発根性が極めて高い、瘠悪土壌に耐える、萌芽更新

*Pongamia pinnata* (クロヨナ)(Pongam、Ponga、Indian beech)(Syn *P. glabra*, *Derris indica*) ; 熱帯アジア～オーストラリア ; 25°N～25°S ; 湿潤低地熱帯 ; 年雨量500～2,500mm ; 海拔高～1,200m ; 挿し木容易、直播き可、耐陰性

*Pterocarpus indicus* [カリン、ヤエヤマシタン(沖縄)、インドシタン・*Dalbergia*のシタンと混乱するので、カリンをもちいるほうがよい] [Narra(比)、Sonokembang(インドネシア)、Padauk(ミャンマー)、Pradoo(タイ)] ; ミャンマー～ニューギニア ; 25°N～8°S ; 湿潤気候 ; 海拔高0～1,300m ; スタンブ苗・挿し木可能

*Sesbania grandiflora*(シロゴチヨウ)[Sesban、Katurai(比)] [Syn. *S. formosa*, *Agati grandiflora*] ; インド～フィリピン、インドネシア(原産は南アジアとする説もある) ; 10°S～20°N ; 乾季0～3か月 ; 年雨量1,000～2,000mm ; 海拔高0～800m

*S. sesban*(ツノクサネム)(River bean、Sesbania)(Syn. *S. aegyptiaca*) 東アフリカ(エジプト?) ; 年雨量350～1,000mm ; 海拔高1,200m 程度までは生育できる(インド) ; 冠水に耐える、山引き苗・直播き可能

〈センダン科(Meliaceae)〉

*Azadirachta indica* (インドセンダン、ニーム) (Neem、Nim) (Syn *Melia azadirachta*, *M. indica*) ; パキスタン、インド、ミャンマー (スリランカ、マレーシア、インドネシア、タイ、カンボジア) ; 10 ~ 25 °N ; 乾季5 ~ 7か月 ; 年雨量450 ~ 1,200mm、ただし130mm/年の雨量でも耐える ; 海拔高0 ~ 1,500m ; 侵入定着性強い、萌芽性強い、スタンプ苗・直播き可能

*Cedrela odorata* (セドロ) (Spanish cedar、Cedro) ; 中米、南米 (メキシコ〜ボリビア、アルゼンチン) ; 26 °N ~ 28 °S ; 乾季2 ~ 4か月 ; 年雨量1,200 ~ 2,500mm ; 海拔高0 ~ 1,500m ; パラグアイでいうCedroは*C. fissilis*である

*Khaya ivorensis* (アフリカマホガニー) (African mahogany、Lagos mahogany、Acajou) ; コートジボアール〜ガボン〜アンゴラ (北端) ; 10 °N ~ 5 °S ; 湿潤低地 ; 半乾燥地には*K. senegalensis*、中間には*K. grandifoliola*が分布する

*K. senegalensis* (ドライマホガニー) (Dry African mahogany) ; アフリカ西部〜中央部 ; 8 ~ 15 °N ; 乾季5 ~ 7か月 ; 年雨量700 ~ 1,500mm ; 海拔高0 ~ 1,800m ; 土壌適応性広い、幼齡期耐陰性、裸根苗・スタンプ苗可能

*Melia azedarach* (センダン、タイワンセンダン) (Bead tree、Persian lilac、Paraiso (ラテンアメリカ)) ; 西南アジア (〜日本) ; 年雨量600 ~ 1,000mm ; 海拔高 ~ 2,000m、アフリカでは低地から中位の高度がよいとされる

*Swietenia macrophylla* (オオバマホガニー) ((Large-leaf) mahogany、Caoba) ; 中米、南米 (メキシコ〜ベネズエラ、ブラジル) ; 20 °N ~ 18 °S ; 乾季0 ~ 4か月 ; 年雨量1,600 ~ 4,000mm ; 海拔高50 ~ 1,400m ; 幼齡期耐陰性、萌芽性良好

〈クワ科(Moraceae)〉

*Artocarpus altilis* (パンノキ) (Bread-fruit tree、Bread-nut tree)

(Syn *A. incisus*、*A. communis*) ; 年雨量 2,000 ~ 3,000mm ; 海拔高 ~ 600m ; 湿潤・肥沃で排水性の良い土壌を好む

*A. heterophyllus* (パラミツ) (Jack-fruit tree、Nangka) ; インド

(アッサム、ガッツ山脈) ~ ミャンマー ; 年雨量 1,500mm < ; 海拔高 400 ~ 1,200m ; 排水性の良い肥沃な土壌を好む

*Chlorophora excelsa* (イロコ) (Iroko、Mvule) ; 熱帯アフリカ(ガ

ーナ ~ 東海岸) ; 10°N ~ 5°S ; 乾季 0 ~ 3 か月 ; 年雨量 1,000 ~ 1,800mm ; 海拔高 0 ~ 1,200m ; 根萌芽旺盛、スタンプ苗可能

〈ワサビノキ科(Moringaceae)〉

*Moringa oleifera* (ワサビノキ) (Horse-radish tree) (Syn. *M*

*pterygosperma*、*Hyperanthera* など) ; パキスタン北東部、インド西ベンガル北部(ヒマラヤ山麓の丘陵地) ; 乾燥耐性が高い ; 年雨量 750 ~ 2,200mm ; 海拔高 ~ 1,400m ; 挿し木・直播き可能、

*M. stenopetala* アフリカ北東部 ; 乾燥耐性が高い ; 年雨量 500 ~ 1,000mm

〈フトモモ科(Myrtaceae)〉

*Eucalyptus alba* (Poplar gum) ; オーストラリア、インドネシア、

PNG ; 6 ~ 17.5°S ; 乾季 ~ 8 か月 ; 年雨量 750 ~ 2,000mm ; 海拔高 0 ~ 500m

*E. brassiana* (Cape York red gum) ; オーストラリア、PNG ; 6 ~

18°S ; 乾季 2 ~ 3 か月 ; 年雨量 1,000 ~ 1,500mm ; 海拔高 ?

*E. camaldulensis* (River red gum) (Syn *E. rostrata*) ; オースト

ラリア ; 15 ~ 38°S (15 ~ 32°S を北方系、32 ~ 38°S を南方系とする説もある) ; 乾季 4 ~ 8 か月またはそれ以上 ; 年雨量 250 ~ 625mm ; 海拔高 30 ~ 600m ; 季節的冠水には耐える、多少の塩類土壌にも耐える、萌芽更新可能

- E. citriodora*(レモンユーカリ)(Lemon-scented gum)；オーストラリア；15～25°S；乾季2～6か月；年雨量650～1,600mm；海拔高0～1,800m；萌芽性弱い
- E. cloeziana*(Gympie messmate)；オーストラリア；16～26.5°S；乾季0～4か月；年雨量900～1,650mm；海拔高0～1,500m；耐陰性
- E. deglupta*(カメレレ)(Kamarere(PNG)、Mindanao gum、Bagras(比))(Syn *E. naudiniana*)；PNG、フィリピン、インドネシア；9°N～11°S；乾季なし；年雨量3,750～5,000mm；海拔高0～1,800m；萌芽性弱い、根挿し可能
- E. dunni* (Dunn's white gum) ；オーストラリア；28～30°S；乾季3か月；年雨量1,000～1,500mm；海拔高150～800m
- E. globulus* ((Tasmanian) blue gum) 2亜種に分けることもある；オーストラリア；38.5～43.5°S；乾季0～3か月；年雨量500～1,500mm；海拔高0～330m；萌芽旺盛、直播き・裸根苗可能
- E. grandis* (Flooded gum)；オーストラリア；26～32°S、22°S、17°Sに隔離分布；乾季3か月；年雨量1,000～1,750mm；主な分布域での海拔高0～300m、17°Sでは900m；萌芽旺盛、肥沃土を好む
- E. maculata*(Spotted gum)；オーストラリア；25～37°S；乾季3～6か月；年雨量625～1,250mm；海拔高～800m；萌芽旺盛、耐火性、裸根苗可能
- E. microtheca*(Coolabah)；オーストラリア；14～30°S；乾季5～7か月；年雨量250～1,000mm；海拔高0～1,000m；季節的冠水に耐える、萌芽旺盛
- E. paniculata*(Grey ironbark)；オーストラリア，28～37°S；乾季2～3か月；年雨量750～1,300mm；海拔高500～1,500m；萌芽旺盛
- E. pellita*(Large-fruited red mahogany)；オーストラリア、インドネシア、PNG；5～36°S；乾季2～4か月(オーストラリア)；年雨量900～2,400mm(オーストラリア)；海拔高0～1,000m；耐陰性

*E. robusta* (Swamp mahogany) ; オーストラリア ; 23 ~ 36 °S ; 乾季 0 ~ 4 か月 ; 年雨量 1,000 ~ 1,500mm ; 海拔高 0 ~ 1,600m ; 季節的冠水に耐える、多少の塩類土壌には耐える、萌芽旺盛

*E. saligna* (Sydney blue gum) ; オーストラリア ; 28 ~ 35 °S ; 乾季 ~ 4 か月 ; 年雨量 800 ~ 1,200mm ; 海拔高 300 ~ 1,000m ; 萌芽旺盛、裸根苗

*E. tereticornis* (Forest red gum) (Syn *E. umbellata*) ; オーストラリア、PNG ; 6 ~ 38 °S ; 乾季 ~ 7 か月、まちまち ; 年雨量 500 ~ 1,500mm ; 海拔高 0 ~ 1,000m (オーストラリア)、800m (PNG) ; 萌芽旺盛

*E. torelliana* (Cadaga) ; オーストラリア ; 16 ~ 19 °S ; 乾季 3 か月 ; 年雨量 900 ~ 1,500mm ; 海拔高 100 ~ 1,800m

*E. urophylla* (Timor white gum) (*E. alba* から分離) ; インドネシア (チモール島および以東の諸島) ; 8 ~ 10 °S ; 乾季 2 ~ 6 か月 ; 年雨量 1,100 ~ 1,950mm ; 海拔高 200 ~ 3,000m ; 萌芽旺盛、挿し木可能

*Melaleuca leucadendron* (カユプテ) (Paperbark、Cajuput oil tree、Broad-leaved tea-tree) (Syn. *M. leucadendra*、*M. quinquenervia*) ; ミャンマー ~ インドネシア、フィリピン ~ 熱帯オーストラリア ; 20 °N ~ 25 °S ; 乾季 0 ~ 4 か月 ; 年雨量 800 ~ 1,600mm ; 海拔高 0 ~ 800m ; 季節的冠水に耐える、萌芽旺盛、シロアリに強い、挿し木

*Psidium guajava* (グワバ、バンシロウ) (Guava、Guayaba) ; 熱帯アメリカ ; 乾季 4 ~ 5 か月 ; 年雨量 1,000mm ≤ ; 海拔高 0 ~ 800m (~ 1,500m) ; 果樹、染色

*Syzygium aromaticum* (チョウジ) (Clove tree) (*Syzygium* と同綴る、Syn *Eugenia aromatica*、*E. caryophyllata*) ; 野生種はモルッカ諸島 ~ ニューギニアに分布 ; 香辛料として栽培

*S. cumini* (ムラサキフトモモ) (Jambolana) (Syn *Eugenia jambolana*) ;

インド～東南アジア；年雨量 1,000mm ≤；標高 1,000m 以下；排水  
のよい土壌のほうがよいが、冠水にも耐える

〈ヤマモガシ科(Proteaceae)〉

*Grevillea robusta* (ハゴロモノキ)(Silky oak)；オーストラリア；  
27～36°S；乾季2～6か月；年雨量700～1,200mm；海拔高800～  
2,100m；侵入定着性強い、萌芽性弱い、シロアリに強い、裸根苗  
*Macadamia ternifolia* (マカダミア)(*Macadamia nut tree*)(Syn.  
*M tetraphylla*)；オーストラリア(New South Wales 東北部～  
Queensland(南東部)；年雨量1,200～3,000mm(1,200mm 以下で  
も潅水で栽培)

〈クロウメモドキ科(Rhamnaceae)〉

*Maesopsis eminii* (ムシジ)(Musizi)；アフリカ中央部(リベリア～ケ  
ニア)；8°N～2°S；乾季0～2か月；年雨量1,200～3,000mm；海  
拔高100～700m；萌芽旺盛、自然落枝性、スタンブ苗・直播き可能  
*Ziziphus mauritiana* (インドナツメ)(Indian jujube)(*Zizyphus* と  
も綴る、Syn *Z jujuba*、*Rhamnus jujuba*)；古くから植栽されて  
おり原産地は確かでないが、インドまたはアフガニスタン、インド  
からウズベキスタン、中国にいたる中央アジアとする説のほか、熱  
帯アフリカも含める説がある；長い乾季に耐える；年雨量125～  
2,300mm；海拔高～900m、ただし600m 以下のほうが良く、  
2,000m で植栽された事例もある

*Z spina-christi* (Christ-thorn)(Syn *Rhamnus spina-christi*)；ア  
フリカ北部～中近東；25～38°N；乾季8～10か月；年雨量100～  
500mm；海拔高0～2,000m；耐塩性、侵入定着性強い、萌芽性、  
裸根苗・挿し木可能

〈アカネ科(Rubiaceae)〉

*Anthocephalus chinensis* (カランパヤン)[*Kelampayan*(マレーシ  
ア)、*Kaatoan bangkal*(フィリピン)](Syn *A cadamba*)；イン

ド～ミャンマー、スリランカ、フィリピン、インドネシア、ニューギニア；27°N～9°S；乾季0～3か月；年雨量1,300～4,000mm；海拔高0～1,300m

*Coffea arabica* (アラビアコーヒー) (Arabian coffee)；アフリカ北部(エチオピア)；適当な乾燥気候；年雨量750～1,900mm；海拔高1,300～1,800m

*Nauclea diderrichii* (ビランガ) (Bilinga, Opepe) (Syn *Sarcocephalus trillesii*)；アフリカ西部・中央部；10°N～5°S；乾季0～2か月；年雨量2,000～4,500mm；海拔高0～500m；スタンブ苗可能  
<アカテツ科(Sapotaceae)>

*Achras zapota* (サボジラ) (Sapodilla, Chicle tree, Sapota) (Syn. *Manilkara zapota*, *Zapota zapodilla*)；中央アメリカ、西インド諸島；年雨量1,200～2,500mm；海拔高～1,200m；耐塩性極めて強い  
*Butyrospermum parkii* (エミエミ) ((Shea) butter tree, Emiemi) (Syn *B paradoxum*, *B niloticum*)；西・中央アフリカ；10～20°N；乾季4～6か月；年雨量300～1,000mm；海拔高0～300m；直播き

<アオギリ科(Sterculiaceae)>

*Guazuma ulmifolia* (グアシマ) (Guacima)；メキシコ～ブラジル南部、パラグアイ；27°N～28°S；乾季2～7か月；年雨量700～1,750mm；海拔高0～1,200m

*Mansonia altissima* (ベテ) (Bete, Ofun)；アフリカ西部～中央アフリカ西；乾季のある多雨林地帯から半落葉林帯にかけて分布；

*Triplochiton scleroxylon* (サンバ、オベチェ) (Samba (Cote d'Ivoire), Obeche (Nigeria))；アフリカ西部(シエラレオネ～コンゴ)；0～10°N；乾季0～2か月；年雨量1,600～3,000mm；海拔高0～500m；スタンブ苗、挿し木

〈キョリユウ科(Tamaricaceae)〉

*Tamarix aphylla* (Tamarisk, Athel tree, Salt cedar) (Syn *T. articulata*, *T. orientalis*) ; 中央サハラ原産とされる ; 年雨量 100mm 以下でも耐えるが、350～500mm が最もよく生育 ; 塩類耐性もある

〈クマツヅラ科(Verbenaceae)〉

*Gmelina arborea* (メリナ、キダチヨウラク) (Yemane) ; インド、バングラデシュ、スリランカ、ミャンマー、インドシナ半島、中国南部 ; 5～30°N ; 乾季2～4か月が普通だが、7か月の乾季でも生育できる ; 年雨量1,000～4,500mm、一部の産地のものはずっと少ない雨量でも生育できる ; 海拔高0～1,200m ; 萌芽性、シロアリに強い、スタンプ苗・挿し木・直播き可能

*Tectona grandis* (チーク) (Teak) ; インド亜大陸、ミャンマー、ラオス、カンボジア、タイ、(スマトラ?) ; 12～25°N ; 乾季3～6か月 ; 年雨量1,250～3,000mm ; 海拔高0～900m ; 純林では侵食が起き易い、萌芽更新、耐火性、スタンプ苗

(2) 針葉樹 (Conifers)

〈マツ科(Pinaceae)〉

*Pinus ayacahuite* (Mexican white pine) ; メキシコ～ホンジュラス ; 14～21°N ; 乾季0～2か月 ; 年雨量1,200～2,500mm ; 海拔高1,800～3,100m

*P. canariensis* (Canary Island pine) ; カナリー諸島 ; 28～29°N ; 乾季2～6か月 ; 年雨量600～1,750mm ; 海拔高1,500～2,500m ; 萌芽性、耐火性、直播き可能、

*P. caribaea* (カリビアマツ) (Caribbean pine) ; 3葉 ; 3変種(下記) ; いずれも低地多雨林地帯向き、var. *hondurensis* が最も広く植えられているが、塩基性土壌には var. *bahamensis* がよいとされている。



*P. caribaea* var. *bahamensis* (Bahama pine) ; ハハマ諸島 ; 21 ~ 27 ° N ; 乾季 2 ~ 5 か月 ; 年雨量 1,000 ~ 1,500mm ; 海拔高 0 ~ 1,000m

*P. caribaea* var. *caribaea* (Cuban pine) ; キューバ(西部)、パインズ諸島 ; 21 ~ 22.5 ° N ; 乾季 2 ~ 4 か月 ; 年雨量 1,050 ~ 1,800mm ; 海拔高 0 ~ 500m

*P. caribaea* var. *hondurensis* (Honduran pine) ; ニカラグア ~ メキシコ(東南部) ; 12 ~ 18 ° N ; 乾季 0 ~ 6 か月 ; 年雨量 660 ~ 4,400mm ; 海拔高 0 ~ 1,000m

*P. chiapensis* メキシコ ~ グアテマラ ; 15 ~ 20 ° N ; 乾季 2 ~ 3 か月 , 年雨量 1,000 ~ 1,600mm ; 海拔高 600 ~ 1,800m

*P. elliotii* (var. *elliotii*) (Slash pine) ; USA 南東部 ; 28 ~ 33 ° N ; 乾季 2 ~ 4 か月 ; 年雨量 650 ~ 2,500mm ; 海拔高 500 ~ 2,500m ; 裸根苗可能

*P. halepensis* (Aleppo pine) ; 地中海沿岸地域(スペイン ~ トルコ) ; 30 ~ 44 ° N ; 乾季 5 ~ 6 か月 ; 年雨量 400 ~ 800mm ; 海拔高 1,500 ~ 2,500m ; 火・乾燥・シロアリに強い、直播き可能 ; 近縁の *P. brutia* (*P. halepensis* var. *brutia*) (ギリシャ、キプロス、トルコ、シリアなど)、*P. eldarica* (コーカサス地方) も乾燥に強い

*P. kesiya* (ケシアマツ) (*Kesiya* pine, Benguet pine(比)) (Syn. *P. insularis*, *P. khasya*) ; 3 葉 ; フィリピン(ルソン島)、ベトナム、タイ、ミャンマー、インド東部、中国南部 ; 11 ~ 30 ° N ; 乾季 2 ~ 6 か月 ; 年雨量 700 ~ 1,800mm ; 海拔高 1,000 ~ 2,000m ; シロアリに強い

*P. merkusii* (メルクシマツ) ; 2 葉 ; 大陸系(フィリピン産を含む)と島嶼系にわけられている

大陸系 : ミャンマー、タイ、カンボジア、ベトナム、ラオス、中国南部、フィリピン(ルソン島、ミンドロ島) ; 11 ~ 21 ° N ; 乾季 2 ~

5か月；年雨量1,000～2,800mm；海拔高0～900m；草生期(grass stage)があり、発芽後の3～5年はほとんど上長成長しない；火・シロアリに強い

島嶼系・インドネシア(スマトラ)；5°N～3°S；乾季0～2か月；年雨量2,000～3,000mm；海拔高800～1,600m；草生期はない；シロアリに強い

*P. occidentalis*(West Indian pine)；ヒスパニオーラ島、キューバ東部；18～21°N；乾季2～4か月；年雨量1,300～1,500mm；海拔高0～1,500m；シロアリに強い

*P. oocarpa*(オーカルパマツ)；3葉；ニカラグア～メキシコ；13～28°N；乾季2～6か月；年雨量750～1,500mm；海拔高1,000～2,400m；萌芽性、シロアリに強い、産地による変異が大きい

*P. patula*(パトゥラマツ)；3葉；2亜種に分けられる場合がある

*P. patula* (subsp. *patula*)メキシコ(中部～南部)；18～20°N；乾季0～3か月；年雨量750～2,000mm；海拔高1,400～3,200m；裸根苗可能

*P. patula* subsp. *tecunumanii* グアテマラ～ニカラグア；12～19°N；乾季2～4か月；年雨量1,000～3,000mm；海拔高1,000～2,500m；裸根苗可能

*P. pseudostrobus* (Pino blanco)；メキシコ～ホンジュラス；14～26°N；乾季0～3か月；年雨量1,000～1,500mm；海拔高1,300～2,800m

*P. radiata*(ラジアータマツ)(Radiata pine、Monterey pine)；3葉；メキシコ(セドロス島、グアグルーベ島)28、29°N、USA(カリフォルニア州、モンテレーなど3か所)35～37°Nに隔離分布；乾季2～3か月；年雨量650～1,600mm；海拔高1,500～3,000m；裸根苗可能

*P. roxburghii* (Chir pine)；ヒマラヤ地域(アフガニスタン～ブータン)；26～35°N；乾季2～4か月；年雨量750～1,100mm；海拔高

1,200～2,500m；火・乾燥に強い、直播き・裸根苗可能

〈ヒノキ科(Cupressaceae)〉

*Cupressus lusitanica* (メキシコイトスギ)(Mexican cypress)(Syn *C. lindleyi*)；メキシコ～コスタリカ；10～27°N；乾季2～3か月；年雨量1,000～2,500mm；海拔高1,300～3,300m；裸根苗可能

*C. arizonica* (Arizona cypress)；USA(アリゾナ、ニューメキシコ)～メキシコ；25～35°N；乾季4～7か月，年雨量250～750mm；海拔高1,000～2,800m

*C. macrocarpa* (Monterey cypress)(Syn *C. hartwegii*)；モンテレー(USA カリフォルニア)；36.5°N；乾季2～4か月；年雨量700～1,600mm；海拔高500～3,500m；裸根苗可能

*C. torulosa*(Bhutan cypress)；ヒマラヤ西部～ブータン；28～32°N；乾季3～4か月；年雨量650～1,600mm；海拔高1,000～2,800m；耐寒性、裸根苗可能

〈ナンヨウスギ科(Araucariaceae)〉

*Araucaria angustifolia* (パラナマツ)(Parana pine)；ブラジル南部、主にパラナ州、パラグアイ南東部；20～30°S；乾季0～2か月；年雨量1,250～2,200mm；海拔高1,500～2,000m

*A. cunninghamii*(ナンヨウスギ)(Hoop pine)；パプアニューギニア(以下PNG)；0～32°S；乾季2～4か月；年雨量1,000～1,800mm；海拔高0～2,000m；幼齡期耐陰性

*A. excelsa* (シマナンヨウスギ)(Norfolk Island pine)(Syn *A. heterophylla*)；ノーフォーク島；28°30'S；熱帯各地で植栽されており、比較的土壌を選ばないとされているが、どちらかと言えば湿润気候向き

*A. hunsteini*(クリンキーパイン)(Klinki pine)；PNG；5～10°S；乾季0～2か月；年雨量1,600～4,600mm；海拔高200～1,800m

### 3) 植栽樹種の選び方

植栽にあたっては、予定地あるいはその周辺にある、ないしはかつてあった在来樹種を植えることが望ましいが、一口ひどく林冠を壊してしまったところでは、いきなり天然林の上層を構成する極相的な樹種を植え込むことは難しく、まず先駆的な早成樹種を植えることが多い。熱帯林の場合、普通には有用樹種が抜き伐りされており、その後の取り扱い方では天然更新を期待する方法もあり、実際にそのような施業が行われて成功している例もある。天然更新がうまくゆかない箇所にたいして行う補整植栽や、有用な樹木だけを選択的に伐採・利用したために劣化した林分における樹種更改には、まず在来樹種を植え込むことが多い。

#### (1) 植栽の目的による選択

植栽樹種はまず、造林の目的によって選択される。最近では、森林を造成する目的は次のように3大別されており、それぞれの目的に合致した樹種を選択する。

##### (a) 産業造林

目的とする林産物を大規模に生産しようとするもので、林産物としては、製材用材、パルプ・チップ材、燃材、木材の成分などに分けることができる。

- ①製材用材：成長は速いにこしたことはないが、何よりも通直で完満な幹を形成し、大径材の生産に適した樹種でなければならない。代表的な樹種は、針葉樹ではイトスギ類やアローカリア類、広葉樹ではマホガニーやチーク、あるいは一部のマメ科樹木などであるが、伐期を長くすれば、ユーカリ類やマツ類も利用できる。アローカリア類やマホガニーは合板用としても植栽されている。

②パルプ・チップ材、成長が速く、幹の通直な樹種が望ましい。従来は、ユーカリ類、マツ類、メリナ、モルッカネムなどが主体であったが、最近ではアカシア類（例えば *Acacia mangium*）などのマメ科の早成樹木も植栽されている。多くのユーカリ類の場合には、短伐期で萌芽更新によるのが普通で、萌芽性の強い樹種が有利である。ちなみに *E. deglupta* は萌芽性が低く、萌芽更新は行われないという。

③燃材・樹形はあまり問題にならないが、とくに初期成長の優れた早成樹種がよく、この場合にも短伐期で萌芽更新できることが望ましいので、萌芽性の高いものが有利である。候補樹種は膨大な数にのぼるが、NAS（1980、1983）に取り上げられている気候帯別の主要樹種を列挙する（注・馴染みの少ない樹種のみ科名を付記）。

#### 湿潤熱帯

*Acacia auriculiformis*、*Bursera simaruba*（カンラン科）  
*Calliandra calothyrsus*、*Casuarina equisetifolia*  
*Eucalyptus brassiana*、*Eucalyptus deglupta*  
*Eucalyptus pellita*、*Gliricidia sepium*  
*Gmelina arborea*、*Guazuma ulmifolia*（アオギリ科）  
*Leucaena leucocephala*、*Maesopsis eminii*（クロウメモドキ科）  
*Mangroves*、*Muntingia calabura*（ホルトノキ科）、*Psidium guajava*  
*Sesbania grandiflora*、*Sizygium cumini*（フトモモ科）  
*Terminalia catappa*、*Trema* spp（ニレ科）

#### 熱帯高地

*Acacia mearnsii*、*Ailanthus altissima*（ニガキ科）  
*Alnus acuminata*、*Alnus nepalensis*（カバノキ科）  
*Eucalyptus globulus*、*Eucalyptus grandis*

*Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus teteticornis*  
*Grevillea robusta*, *Inga vera* (マメ科ネムノキ亜科)  
*Melia azedarach*, *Robinia pseudoacacia*

乾燥地・半乾燥地

*Acacia nilotica*, *Acacia saligna*, *Acacia senegal*  
*Acacia seyal*, *Acacia tortilis*  
*Albizia lebbek*, *Anogeissus latifolia* (シクンシ科)  
*Azadirachta indica*, *Balanites aegyptiaca*  
*Cajanus cajan*, *Cassia siamea*, *Colophospermum mopane* (マメ科)  
*Conocarpus lancifolius* (シクンシ科), *Dalbergia sissoo*  
*Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus citriodora*  
*Eucalyptus microtheca*, *Haloxylon persicum*  
*Parkinsonia aculeata*, *Pinus halepensis*  
*Pithecellobium dulce*, *Prosopis chilensis*  
*Prosopis cineraria*, *Prosopis juliflora*  
*Prosopis tamarugo*, *Sesbania sesban*  
*Tamarix aphylla* (ギョリュウ科), *Zizyphus mauritiana*

- ④ 特用林産物・最終的に材も利用できないことはないが、樹体各部に含まれる成分や果実などを生産するために大規模な造林が行われている樹種もある。前者の代表的なものはアラビアゴムで、最も多く植栽されているのは *Acacia senegal* である。タンニンの生産には、主にオーストラリア原産の各種のアカシア類、例えば *Acacia mearnsii* が植えられている。林産物とされる果実には例えばカシューナッツがあり、このためにはカシュー (*Anacardium occidentale*) が植えられている。

## (b) 地域で効用を期待する造林

利用の目的は多様で、建築や建具のための木材、燃料を得るほか、前項でも挙げた果実や、家畜の飼料、養蜂のための飼料、薬用など成分の利用も期待される。従って、栽培しやすい、早成である、葉が飼料になる、萌芽性が高い、などの特徴をもつ樹種が望ましく、いわゆる多目的樹種(multipurpose tree species ; MPTS)で、しかも成長が速く、根粒樹木が有力な候補樹種となる。最近いわれる社会林業で、地域住民の福祉の向上を目的とする植林である。これらは自家消費だけでなく、キャノシュクロップとして収入の向上を図ることもある。また、次項で述べるような、樹林または森林の存在による効用も期待される。

## (c) 環境保全のための植林または緑化

水源涵養、土壌の侵食防止、防風、防砂、荒廃地緑化などが目的で、従って、風に強い、瘠せ地に耐える、根系が深く・大きい、さらに更新しやすいなどが選定の条件で、できれば寿命の長いものがよい。在来の窒素固定樹木で、成長の速い樹種の中から、このような特性を持つものを選ぶことが望ましいが、早成樹種は一般に寿命が短いとされるので、最初は早成樹種を植えるとしても、将来は晩成樹種に更改してゆくことが望ましい。

# (2) 環境条件による選択

## (a) 気象条件による選択

次のステップは、植栽予定地の環境条件をよく調べ、植栽の目的によって選定された樹種群から、現地の環境条件に合致した樹種を選定することである。この場合に考慮すべきマクロな要因は平均年降水量、月平均降水量、月平均気温などである。年降水量は最も簡便な目安であるが、とくに半乾燥地などでは年による変動が大きいので、平均の年降水量だけでなく、年による変動の幅、とくに少ない年の降水量に注目することが肝要である。

月別の降水量と気温が分かれば気候図形（図1）が描けるから、植栽予定地と候補樹種の産地または大然分布地の気候図形を比べて、似ているものを選ぶ。気候図形では、雨量の年変化曲線が気温の年変化曲線より下になる期間が乾季になる。つまりこの図の日盛りで月雨量が月平均気温より低い月（50～60mm以下）は水分不足が予想される月で、このような月を合わせたのが乾季になるが、乾燥月の定義はこのほかにもいろいろある。熱帯では気温に大きな違いがないので、大ざっぱに年雨量で乾燥の程度を区分することが多い。例えば、500mm以下は乾燥地、500～1,000mmは半乾燥地とする区分は比較的広く用いられている。

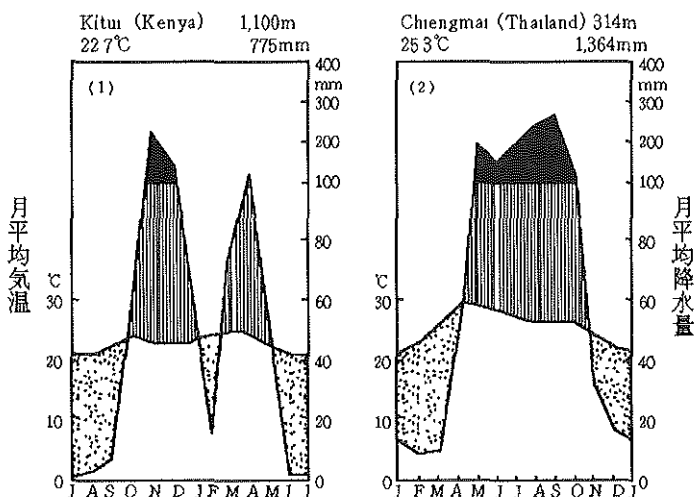


図1 気候図形の例

(1) ケニア、キットイ（約1°S、約38°E、約1,100m asl）

(2) タイ、チェンマイ（18°47'N、98°59'E、314m asl）

ここで、前節の主要植栽樹種に添えた情報や筆者の経験を加味して、乾季の長さを基準にして植栽可能な樹種を大まかに区分してみると表4のようになる。一方、年雨量によって乾燥度合を区分し、それぞれの区分ごとに適する植栽候補樹種を例示しているものもあり、表5はその一つの例である。さ



らに、アフリカの半乾燥地、乾燥地に対する候補樹種区分を示した例(表6)もある。まだ樹種の特性も十分には判っていないし、降水量にも変動があるから、いずれもこれまでの情報を参考にした試案ということになる。

ここで重要なことは、天然分布が広い樹種の場合、産地によって環境条件が異なることで、同じ樹種でも産地に留意する必要がある。例えば、ユーカリの1種、*E. alba*の分布地域の年降水量は750mmから2,000mmにわたっ

表4 乾燥月数による熱帯低地の植栽樹種の区分

①乾季・4か月以下

|                                         |                                      |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Acacia mangium</i> (マングウムアカシア)       | <i>Albizia lebbbeck</i> (ビルマネム)      |
| <i>Anthocephalus chinensis</i> (カランバヤン) | <i>Cedrela odorata</i> (セドロ)         |
| <i>Cordia alliodora</i> (ラウレル)          | <i>Endospermum peltatum</i> (グバス)    |
| <i>Eucalyptus deglupta</i> (カメレレ)       | <i>Intsia bijuga</i> (タイヘイヨウテツボク)    |
| <i>Maesopsis eminii</i> (ムシジ)           | <i>Ochroma lagopus</i> (バルサ)         |
| <i>Paraserianthes falcata</i> (モルッカネム)  | <i>Pinus caribaea</i> (カリビアマツ)       |
| <i>Pinus merkusii</i> (メルクシマツ)          | <i>Pterocarpus indicus</i> (カリン)     |
| <i>Sesbania grandiflora</i> (シロゴチョウ)    | <i>Swietenia macrophylla</i> (マホガニー) |
| <i>Terminalia brassii</i> (ブラウンターミナリア)  | <i>Terminalia ivorensis</i> (フラミレ)   |

②乾季・5～6か月

|                                      |                                        |
|--------------------------------------|----------------------------------------|
| <i>Anacardium occidentale</i> (カシュー) | <i>Casuarina equisetifolia</i> (モクマオウ) |
| <i>Casuarina junghuhniana</i>        | <i>Dalbergia sissoo</i> (シツソー)         |
| <i>Eucalyptus urophylla</i>          | <i>Gmelina arborea</i> (メリナ)           |
| <i>Grevillea robusta</i> (ハゴロモノキ)    | <i>Leucaena leucocephala</i> (ギンネム)    |
| <i>Melia azedarach</i> (センダン)        | <i>Pinus merkusii</i> (メルクシマツ)         |
| <i>Shorea robusta</i> (サール)          | <i>Tectona grandis</i> (チーク)           |

③乾季：7～8か月

|                                 |                                        |
|---------------------------------|----------------------------------------|
| <i>Acacia auriculiformis</i>    | <i>Acacia catechu</i> (アセンヤクノキ)        |
| <i>Cassia siamea</i> (タガヤサン)    | <i>Cassia spectabilis</i>              |
| <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | <i>Eucalyptus citriodora</i> (レモンユーカリ) |
| <i>Eucalyptus tereticornis</i>  | <i>Parkinsonia aculeata</i>            |

④乾季：9か月以上

|                           |                                  |
|---------------------------|----------------------------------|
| <i>Acacia nilotica</i>    | <i>Acacia senegal</i> (セネガルアカシア) |
| <i>Acacia tortilis</i>    | <i>Azadirachta indica</i> (ニーム)  |
| <i>Cordia sinensis</i>    | <i>Faidherbia albida</i>         |
| <i>Melia volkensii</i>    | <i>Tamarindus indica</i> (タマリンド) |
| <i>Terminalia brownii</i> | <i>Terminalia prunoides</i>      |

表5 年降水量による気候区分と適樹種の例 (Evans (1992) を一部改変)

| 年降水量 (mm)     | 乾湿区分  | 適当な植栽樹種の例                                                                                                                                   |
|---------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1,800 <       | 湿潤熱帯  | <i>Acacia mangium</i><br><i>Eucalyptus deglupta</i><br><i>Pinus caribaea</i><br><i>Swietenia macrophylla</i>                                |
| 1,000 ~ 1,800 | 半湿潤熱帯 | <i>Acacia auriculiformis</i><br><i>Eucalyptus grandis</i><br><i>Gmelina arborea</i><br><i>Pinus merkusii</i><br><i>Tectona grandis</i>      |
| 600 ~ 1,000   | 乾燥熱帯  | <i>Albizia lebbek</i><br><i>Cassia siamea</i><br><i>Cassia spectabilis</i><br><i>Croton megalocarpus</i><br><i>Eucalyptus camaldulensis</i> |
| 200 ~ 600     | 半乾燥地  | <i>Acacia holosericea</i><br><i>Azadirachta indica</i><br><i>Parkinsonia aculeata</i><br><i>Prosopis juliflora</i>                          |
| < 200         | 乾燥地   | <i>Acacia mellifera</i><br><i>Acacia tortilis</i><br>2、3の <i>Prosopis</i> spp<br>植栽には灌水が必要                                                  |

表6 水分要求度によるアフリカの植栽樹種の区分 (Weber & Stoney 1986)

乾燥のきびしいサイト：平均年降水量 200～500mm

|                                                                    |                                      |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Acacia raddiana</i> (= <i>A. tortilis</i> var <i>raddiana</i> ) |                                      |
| <i>Acacia senegal</i>                                              | <i>Annona senegalensis</i> (ハンレイシ科)  |
| <i>Balanites aegyptiaca</i>                                        | <i>Boscia salicifolia</i> (フウチョウソウ科) |
| <i>Commiphora africana</i> (カンラン科)                                 |                                      |
| <i>Conocarpus lancifolius</i> (シクンシ科)                              | <i>Dobera glabra</i> (サルバドラ科)        |
| <i>Euphorbia balsamifera</i>                                       | <i>Faidherbia albida</i>             |
| <i>Maerua crassifolia</i> (フウチョウソウ科)                               | <i>Parkinsonia aculeata</i>          |
| <i>Prosopis juliflora</i>                                          | <i>Ziziphus</i> spp                  |

や、乾燥したサイト：平均年降水量 500～900mm

|                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <i>Adansonia digitata</i>         | <i>Anacardium occidentale</i>    |
| <i>Azadirachta indica</i>         | <i>Bauhinia</i> spp              |
| <i>Cassia siamea</i>              | <i>Combretum</i> spp (シクンシ科)     |
| <i>Eucalyptus camaldulensis</i>   | <i>Ficus sycomorus</i> (クワ科)     |
| <i>Haloxylon persicum</i> (アカザ科)  | <i>Parkia biglobosa</i>          |
| <i>Salvadora persica</i> (サルバドラ科) | <i>Sclerocarya birrea</i> (ウルシ科) |
| <i>Tamarix articulata</i>         | <i>Terminalia</i> spp            |

乾燥のよわいサイト：平均年降水量 900～1,200mm

|                                 |                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Albizia lebbek</i>           | <i>Anogeissus leiocarpus</i> (シクンシ科) |
| <i>Borassus aethiopum</i> (ヤシ科) | <i>Butyrospermum parkii</i> (アカテツ科)  |
| <i>Casuarina equisetifolia</i>  | <i>Cordia abyssinica</i> (ムラサキ科)     |
| <i>Dalbergia melanoxylon</i>    | <i>Erythrina abyssinica</i>          |
| <i>Markhamia</i> spp (ノウゼンカズラ科) | <i>Tamarindus indica</i>             |

注. わが国で馴染みのない樹種には科名を付記した。

ており、乾燥した地域に導入する場合には降水量の少ない産地を選ぶほうが安全であろう。また *A. holosericea* の場合にはさらに年降水量の幅が大きく、125mm から 1,500mm にわたっており、この数字でみる限り、半湿润熱帯から乾燥地にわたっており、産地の選択が極めて重要であることを示している。

熱帯では、標高の高い所を除いて、普通には温度自体が植生の成立を直接制約することは少ないと考えられている。キンネムは海拔 1,000m 以上では成長がわるいとされているが、これは夜間温度が下がって日較差が大きくなるためと説明されており、また逆に、テーダマツやスラッシュマツが熱帯低地で成長がわるいのは、夜温が高く、日較差が少ないためではないかとする見解もある。いずれにしろ、温度条件も樹種選択の一つの要因であり、とくに天然分布の広い樹種の場合には、種子の産地の緯度だけでなく、海拔高にも留意することが必要である。なお、熱帯でも高地では霜がおりる所もあるので、最低温度とその頻度にも配慮することが必要である。

#### (b) 植生条件による選択

植栽予定地の植生も樹種の実に影響する要件である。例えば、劣化してはいても、低木から小高木程度の樹木が閉鎖ないしは樹冠を接しているような場合には、全面的に伐開して地拵えすることは望ましくない。このような植生の場合には帯状に伐開していわゆるラインプランティングを行うことが多いが、残存帯の幅によっては植栽木に十分に光が当たらないこともある。このような状況で植栽する場合には、幼齡期に陰樹的な特性をもつ樹種が向いているが、ケニアで植栽されたものでは、トウダイグサ科に属する *Croton megalocarpus* がこのような特性を示した。マホガニーも似た特性をもっており、地拵えや保育の方法に工夫が必要である。一方、草原や裸地の場合には、いきなり直射光に曝されるわけで、パイオニア的な樹種を選ぶのが得策である。

### (c) 土地条件による選択

土性や水はけなどは直接樹種を選択する要件とはしにくいですが、特定の樹種で、根系の特性が判っているもの、土性の選好性が判っているもの、あるいは冠水に対する耐性が知られているものなどがあれば、それらの要件も選択の際に考慮すべきことはもちろんである。例えば、モクマオウや *Schinus molle* は軽しような土壌を好むとされているから、重粘な土壌の土地では避けるほうがよい。

肥沃度についてみると、針葉樹ではアローカリア類は肥沃な土壌が必要とされている。広葉樹は、窒素固定を行う根粒樹木を除いて肥沃な土壌のほうが良いのが普通であるが、中でもチークは肥沃な土壌が必要とされている。実際には肥沃度を簡易に評価するのは難しいので、有効土壌の深さを目安にするのが普通で、土壌が深いところを選ぶ。

最近問題になっている塩類土壌やアルカリ土壌の場合には、耐性のある樹種は限られているから、そのようなサイトでの植栽は回避するほうが安全であるが、敢えて植栽しなければならない場合には、あらかじめ pH や電気伝導度の変化をモニターし、これまでの情報を参考にしながら樹種を選択する。Fagg & Greaves (1990) などを参考にすると、比較的耐性がありそうな樹種の耐塩性の度合は次のようにランクづけできる。

耐塩性が著しく高いとされる樹種、

*Prosopis tamarugo*, *P. strombulifera*

EC 8～10 mS/cm まで耐える樹種、

*Acacia nilotica*, *Pongamia pinnata*, *Prosopis juliflora*

EC 4～6 mS/cm まで耐える樹種、

*Acacia tortilis*, *Albizia lebbek*, *Azadirachta indica*

*Lawsonia glauca*, *Parkinsonia aculeata*

耐塩性があるとされる樹種、

*Casuarina equisetifolia*, *C. glauca*, *Intsia bijuga*

*Pithecellobium dulce*, *Prosopis cineraria*

一方最近、各地で酸性土壌における植林が話題になっているが、そのようなサイトで行うアグロフォレストリーのための窒素固定樹木の耐性は、属によって次のように評価されている (Nair 1993)。

酸性土壌に耐性のある属。

*Albizia*, *Alnus*, *Acacia*, *Cajanus*, *Casuarina*, *Dalbergia*

*Erythrina*, *Gliricidia*, *Inga*, *Mimosa*, *Parkia*, *Sesbania*

酸性土壌に耐性のない属。

*Diphysa*, *Faidherbia*, *Flemingia*, *Grewia*, *Leucaena*

*Pithecellobium*, *Prosopis*, *Ziziphus*

(d) 野生動物の食害を考えた選択：

アジア、熱帯アメリカにおける実情はよく分からないが、アフリカの半乾燥地には多くの草食性野生獣が生息しており、植林が進められている所では、それらによる食害が問題になっているところもある。例えば、ケニア、タンザニアで問題になっているのはレイヨウの1種ディクディク (*dikdik*) の食害であるが、嗜好性があるので、被害のひどいところでは、彼らが好まない樹種を植える必要がある。これ以外に、具体的にどのような被害があるか詳しい情報はないが、アフリカのゲームパークに境界がない、あるいはないに等しい実態から推察すると、草食性の野生獣が生息しているところでは、どこで食害が起きても不思議ではない。

広い意味では動物害に含まれるが、シロアリ (*termites*) の被害は半乾燥地の深刻な問題になっている。シロアリは苗木はもちろん、成木、木材に至るまで食害する。シロアリにも嗜好性があるので、生息密度が高いところでは樹種の選定に留意する必要がある。例えば、ユーカリ類は普通シロアリに好まれて食害を受け易く、一方、アフリカの場合、在来アカシア類は、かりに部分的に食害を受けてもたやすく枯損することはなく、ま

た、インドセンダンや *Cassia* spp も比較的被害が少ない。Wardell (1990) によれば、*Balanites aegyptiaca*、*Markhamia* spp、*Terminalia* spp などとも被害を受けにくいとされている。

#### (e) 社会環境を考慮した選択：

社会環境には各種の要件が含まれるが、樹種の実施に影響する要件としては家畜の飼育方法と火災の発生状況などが挙げられる。前者については、屋敷内・屋内で飼育する習慣がある場合には問題はないが、放牧を通常の飼育方法とする部族が周辺にいる場合や季節的に現れる場合には、やはり家畜が好まない樹種を選定するか、柵などの物理的防止策をとる必要がある。

熱帯とくに乾季のあるところでは、造林地は常に火災の危険に曝されている。火災には別に述べるような要因 (p 112) があるが、いずれにしても一旦発生すると消火は極めて困難なので、いろいろな対策が取られており、造林技術的な対策の一つとして、樹種の実施も重要である。樹木の防火機能は普通には防火性と耐火性に区別されているが、防火性は葉が厚く、また含水率が高いために発火しにくい (燃えにくい) 性質であり、耐火性は、樹皮が厚いために、短時間の地表火程度なら形成層の活力がまもられ、火災のあと間もなく萌芽・回復する性質のことである。火災の発生しやすいところには、できればこれらの二つの性質を併せもつか、少なくとも耐火性をもつ樹種を選ぶことが望ましい。火災発生の原因にもよるが、発生区域や発生頻度、発生規模などを検討して、耐火性の高い樹種、例えばチークやメリナなどを植え分ける。

#### (3) 在来樹種と外来樹種：

これまで熱帯・亜熱帯における人工造林は外来樹種によることが圧倒的に多かった。本来、外来樹種 (exotic species, exotics) は必要とする木材 (林産物) の量・質を充足できるような在来樹種 (indigenous species, native species) がない場合に限って用いるべきもので、安易に外来樹種

を導入することについてはいろいろな視点からの批判があり、実際に不都合が起きた場合もあるが、それにも拘らず、とくに熱帯・亜熱帯の植林においては、現在もなお外来樹種は重要な役割を担っている。外来樹種に依存する理由は、①それまで森林がなかったところ、あるいは在来樹種が成長が遅かったり、集約な管理によっても生産性を高めることができないような状況にあるところで緊急に用材を生産したい、②ほとんどの在来樹種が著しく成長が遅い、③外来樹種のほうが造林的な取り扱い方が易しい、④在来樹種についての知識が十分でない、⑤外来樹種のほうが種子を得やすい、⑥植栽予定地が草原や不毛な地が多い、⑦収穫物の利用を促進して地域の林産業を発展させる、などであるが、このほかにも、樹種ごとに造林が促進された個別の要因があるとされている。

外来樹種による熱帯造林の具体的な事例を挙げると、オーストラリアにおけるカリビアマツ、ブラジルにおけるスラノシュマツ、アフリカ諸国におけるバトゥラムツ・メキシコイトスギなど、中南米およびアフリカ諸国におけるユーカリ類、東南アジア・アフリカ諸国におけるチークなどで、一部では画期的な成功を収めている。

もちろん、在来樹種による造林も行われており、一部ではかなりの成功を収めている。例えばインドネシアにおけるメルクシマツ、PNGにおけるカメレレ (*Eucalyptus deglupta*)、PNG、ブラジル、チリーにおけるアローカリア類、インド、タイにおけるチーク、インドにおける *Dalbergia latifolia*、フィリピン、タイにおけるケシアマツ、また西アフリカにおける *Terminalia ivorensis*、そして中米におけるメキシコイトスギ、*Cordia allodora* など、その成功の度合、規模はまちまちではあるが、適地適木が守られればいろいろな点で有利である。

3熱帯における主要な植栽樹種の実態はすでにみたとおりで、熱帯アフリカでは約30種が植えられてきたが、針葉樹はすべて、広葉樹も21種中13種は外来種である。熱帯ラテンアメリカおよびカリブ諸島では植栽樹種が限られており、主要なものは広葉樹10数種、針葉樹数種で、後者では在来種の



ほうが多いが、広葉樹では8割が外来樹種である。熱帯アジアおよび太平洋諸国における植栽樹種は他の熱帯に比較して著しく多様で、針葉樹については外来種のほうが多いが、広葉樹では20種中外来種は1/4に過ぎない。

このような植栽樹種の組成から明らかなように、植栽樹種の半分、あるいはそれ以上が外来樹種で占められており、樹種数だけでなく、植栽本数も多いのが普通である。なぜそうなるのか？ とくにこれまでは、木材の生産が主要な目的であったため、生産性の高い針葉樹を植栽することが多かったが、適当な在来の針葉樹がないため、世界各地で植えられて扱われている針葉樹群が、種子の入手も簡単であることなどから、植栽材料とされることが多かった。

外来樹種の長所は、①植栽樹種の選択範囲が広がり、とくに在来樹種に針葉樹がない場合には最も期待される候補樹種である、②世界各地で植栽されており、利用方法を含めて研究成果や実際の経験も多い、③成長が速く、立地への適応性も高いのが普通、④何よりも種子を調達しやすい、などであるが、反面、①種子が高価で、経費がかかる、②一旦病虫害が発生すると深刻な事態になりかねない、などの短所もある。とくに、導入された遺伝子型が少ない場合には、致命的な被害を受ける恐れがある。

例えば、ケニアのラジアータマツ (*Pinus radiata*, p 25 参照) 林で葉枯病 (*Dothistroma pini* による赤斑葉枯病) が発生して激害をもたらしたが、これは、南アフリカ経由で導入されたこのマツの種子の親木がごく少なかったためだといわれており、このために現在では植栽を完全にやめることを余儀なくされている。同じアフリカの例であるが、メキシコイトスギを主とする数種のヒノキ科針葉樹の人工林で、ヨーロッパから侵入したアブラムシ (*Cinara cupressi*) の被害が報告されている。1980年代の後期から1990年代初頭にかけて、広く東アフリカ諸国に広がり、一時は深刻な被害に悩まされた。また、フィリピンのミンダナオ島では、導入された PNG 系統の *Eucalyptus deglupta* が、1970年代の半ばに穿孔虫 *Agilus opulensis* の著しい被害を受けたが、これらも類似の事例といえよう。

いずれにしろ、外来樹種を導入する場合には、なるべく遺伝変異を広くしておくことが望ましい。とくに天然分布の広い樹種については、できるだけ計画的に異なる産地のものを導入し、かりに当初成長が不良な産地系統のものでも遺伝子は保有しておき、将来病虫害などが発生した場合に育種の母材料とできるようにしておくことが望ましい。また、導入後の成長が良好なものについても、いろいろな形質について選抜、改良も必要である。例えば、荒廃地の緑化で注目されている *Acacia auriculiformis* は幹形が不良なものが多いが、材としての利用を考えたい場合には幹形の優れたものの選抜が必要である。

なお、現在植栽されている多くの外来樹種は先駆樹種的なものが多く、成長は速いが、比較的短命だとされている。また在来樹種と比べて、ほんとに植栽地の環境条件に合っているのか気になるものもある。従って、当面は外来樹種によらねばならないとしても、周辺で見られる在来樹種についてもできるだけ造林特性を調べておくように努め、将来は、それらの中から、成長が優れた、遷移の途中相以降の樹種を選び出し、それらで置き換えてゆくことが必要である。このことは、とくに環境造林の場合に重要な視点である。

人工林の造成が遅れているアフリカで外来樹種数が多いことは留意しなければならないことで、半乾燥地で植えられるものでも、少なくとも1/3、多い場合には2/3に達することもある。アフリカでよく植えられている外来樹種には、すでに挙げたユーカリ類やマメ科の樹種のほか、コショウボク (*Schinus molle*)、ジャカラング (*Jacaranda mimosifolia*)、センダン (*Melia azedarach*)、ナツメノキ (*Zizyphus mauritiana*)、インドセンダン (*Azadirachta indica*)、ハゴロモノキ (*Grevillea robusta*) などがあり、また、果樹にもパパイヤ、グワバ、パンレイシ、マンゴなどがある。

#### (4) 新しい樹種・系統を導入する手順

すでに述べたように、基本的には在来樹種を中心に造林材料を選ぶべき

であるが、多くの理由で、外来樹種も含めて選択しなければならないのが現実であり、実際、外来樹種の中から優れたものが見いだされている例も数多く知られている。そこで熱帯造林の現場では、まず手始めにいろいろな樹種の適否を大ざっぱに、しかし系統的に調べてみるのが普通である。

#### (a) 樹種（導入）試験

環境条件などを考慮して選び出した樹種について、後述の種子センターや信頼できる種子取り扱い業者を通じて産地・系統の明らかな種子を入手する。これらの種子から育てた苗木を、できれば土地条件の異なる数箇所に試植し、定期的に成長を追跡調査して比較・評価する。これを樹種（導入）試験 [species (elimination/screening) trial] とよんでいる。この時期には、まだその地域での育苗にも植栽にも慣れていないのが普通であるから、試植にあたってはできるだけ良い苗木を選び、丁寧に植栽することが必要で、とくに不適と判定して除外する場合には、取り扱い方に問題がなかったかどうか留意すべきである。ナイジェリアで1960年代に行われた例をみると、約100樹種について、1樹種当たり25本を、普通の半分の間隔で4回繰り返して植栽し、4年間の成長結果をみて評価しており、この後さらに規模を大きくしたspecies growth trialおよびplantation trialも行われていたらしい〔詳細はBurley (1976)を参照〕。

「酸性土壌のための窒素固定樹木 フィールドマニュアル」[Powell (1996)] では次のような手順が示されている。ちなみに、このマニュアルはアグロフォレストリー向けのものである。①植栽予定地の気候・土壌要因などについて情報収集・標高、降水量、降雨分布、年平均温度、最高・最低気温、降霜の有無、乾燥月数、地形など、土壌については、土性、有効深、排水性、pH、無機成分とくにP、Al、Ca、K、Mg、Mnなど。②造成する林分に期待する産品または効用の検討、③樹種の一次的な選定・①、②の結果を踏まえて選定するが、とくに地域農民の意見を汲み入れる、④一次選定結果の検討・選定した樹種について情報をできるだけ収集して

適否を検討、⑤選定された樹種が外来種であれば、既往植栽地の有無を調査、あればその成長状況を調査、⑥既往植栽地がない外来種については試験植栽・植栽予定地の土壌条件と似たサイトに、1m × 1m または 2m × 2m で植栽、活着・成長を調査、成長は樹高、胸高直径（はじめ根元直径）を測定する。

このマニュアルの末尾には、多くの導入樹種が新しい環境で雑草化する恐れがあること、また、樹種によっては病害虫の寄主になる恐れもあることを警告している。導入された樹種が後年雑草化した例は数多く知られているか、有名なものは南アフリカやニュージーランドに導入されたマツ類（*Pinus patula*、*P. radiata* など）で、天然更新によって本来の植生の在来種を抑止している。ケニアでは、かつて導入したモリシマアカシアが下種更新を繰り返し、マツなどへの樹種更改が妨げられている。また、各地で草原に導入したキンネムが更新を繰り返し、有用樹種への更改の妨げになっていることも知られている。

病害虫も外来樹種を導入する場合の問題で、アフリカや南米に導入されたマツ類、イトスキ類でいくつかの病害虫が深刻な被害を与えていることは前述のとおりで、とくに有名なのは *Dothistroma* の被害であるが、このような被害に対処するためには、遺伝的変異の広い材料を体系的に導入することが不可欠である。

## (b) 産地試験

樹種試験でおよその適否が判明したところで、適していると思われる樹種については産地試験（provenance test）を行う。なお provenance にはいろいろな定義があるが、現在では「種子を採取した林分のある場所」という定義が一般に採用されており、天然生の場合には origin と同じになるが、植栽されたもの場合には origin は種子または苗木が導入されたものと場所（原産地）ということになる。その方法として最も広く用いられているのは乱塊法で、各プロットは産地当たり少なくとも数本程度、あまり

均質でないと思われる場合には25～50本くらいをとるのがよいとされている。できるだけ系統的に異なる産地の種子を入手することが必要であるが、最近では後で述べるような国際的あるいは地域的な種子センターがあるから、比較的容易に計画・実施できるようになった。種子は一部を除いて有料であるから経費はかかるが、可能な範囲で実施したいものである。なおFAOなどで特別の産地試験が計画されることもあるから、例えば、FAOの担当部局

Chief, Forest Resources Development Service,  
Forest Resources Division, FAO,  
Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy  
(E-mail : Forest-Genetic-Resources@fao.org)

に連絡してみるとよい。

## 2. 育苗

### 1) 苗畑

#### (1) 苗畑の選定

大規模な苗木生産を行う場合には、中核的な大面積苗畑、わが国でいう固定苗畑を造成することもあるが、主に苗木の輸送の便を考えて、植栽予定地の近くに、周辺の植栽を行う間の小型な暫定的な苗畑、現地という補助苗畑、わが国でいう移動苗畑を造ることが多い。

##### ◇固定苗畑または常設苗畑 (permanent/central nursery)

多年にわたって相当な本数の苗木を供給する予定がある場合に、その期間の造林予定地域のほぼ中央に、普通には公道に沿って造成される苗畑で、種子の調製から苗木の養成に必要な施設を整備するのが普通である。

##### ◇補助苗畑または移動苗畑 (subsidiary/temporary/mobile nursery)

限られた植栽予定区域に苗木を供給する目的で、数年の予定で開設される臨時の苗畑で、施設は必要最低限とし、その区域の植栽が終了したあとは閉鎖される。

一方、村落林業などで地域レベルの植樹・植林を行う場合には、普及組織を編成して育苗を行う態勢を整え、地域の小・中学校、教会、さらには有志のモデル農家やグループなどで、ごく小規模の苗畑を造成し、そこで必要な苗木の育成を行う。

#### ① 苗畑立地の条件

苗畑立地の選定にあたって重要な要件は、水源、利用可能面積、土地の所有関係、公道への位置、交通の便などである。

- a. 水源 年間を通して育苗に必要な水量が保証されるような水源が近くにあること。できれば、水源から重力で水をひける、つまり高低差で水がひけることが理想的である。ちなみに、乾燥地のチャトでは、井戸を利用している住民の利用分を考慮し、次いで彼らが飼っている家畜が必要とする量を考え、それでもなお水量に余裕がある時に苗木育成を行うことにするというのが基本だと言われた。乾季がある地域では、年間の水量の変動が大きいので、乾季の終わりにも十分な水量があることを確認してから決めるほうが安全である。ただし、水路を作設する場合には雨季の状況も予想しておかないと、豪雨によって氾濫することがあり、苗床が冠水して思わぬ被害を蒙る恐れがある。なお、僅かなわき水を利用して、アースダムによる貯水池を作設している例がある。また半乾燥地で、砂質土壌のために乾季には完全に伏流水になるようなところでは、河床を掘って水を得なければならないが、このような場合には、塩類濃度が著しく高いことがあるので、とくに水質には留意する必要がある。なお塩類濃度は電気伝導度 (electric conductivity、EC) で判断できるが、最近では簡易な EC メーターがあるので、用意しておくとし便利である。農作物灌漑用の水質基準は  $2\text{mS/cm}$  とされているが、林木の苗木でも、灌漑用の水は  $2\text{mS/cm}$  以下のほうがよく、EC がこれより高い場合には EC の低い水で薄めるなどの対策をとる。
- b. 面積 年間の植栽予定本数を生産できるだけの十分な面積があること。苗木は普通、ポットで育てられるため、わが国のように裸根苗を育てる方式に比べると苗畑の面積は一般に小さい。生産する苗木のタイプと苗畑の規模の関係をみたのが表7であるが、ポット育苗の場合には、裸根苗の場合に比べて  $1/10 \sim 1/4$  の面積ですむ。つまり、100 万本のポット苗を生産できる面積は約 1ha であるが、この面積は樹種によって加減する必要がある。ユーカリ類や他の広葉樹類の場合には、マツ類に比べて少なくとも約 5 割増しに見込む必要がある。

裸根苗や根株苗（スタンプ苗）を育成する場合には、休閑地をとれるように余分を見込んでおく。また、わが国の苗畑のようにいろいろな施設を付置する場合には、その分の面積も加えておくことが必要である。

表7 苗畑規模の比較（Evans（1992）に一部追加）

| 国名      | 育苗樹種                  | 苗木の種類 | 面積<br>ha | 育苗期間<br>月       | 年間生産本数<br>100万本 |
|---------|-----------------------|-------|----------|-----------------|-----------------|
| スワジランド  | <i>Pinus patula</i>   | ポット苗  | 1.6      | 9～10            | 19              |
| オーストラリア | <i>Pinus caribaea</i> | 裸根苗   | 44       | 10～12           | 13              |
| ブラジル    | <i>E. grandis</i>     | ポット苗  | 40       | 2               | 100             |
| フィリピン   | <i>P. falcata</i>     | ポット苗  | 55       | { 4～5週<br>3～4 } | 86              |
|         | <i>E. deglupta</i>    | ポット苗  |          |                 |                 |
| 日本      | ヒノキ                   | 裸根苗   | 3.0      | 22              | 02              |

注、属名 P→*Paraserianthes*、E→*Eucalyptus*  
育苗期間 P *falcata*のみ週単位、他は月単位

- c. 所在・固定苗畑は公道に沿った場所を選ぶ。補助苗畑も公道に沿った場所にするに越したことはないが、万一沿っていない場合には、取り付け道路を作設する。
- d. 地形・固定苗畑は平坦地に造成するほうがよいが、この場合には排水溝をできるだけ整備する。湿润熱帯では、固定苗畑も緩傾斜地に造成するほうがよいという意見もある。補助苗畑はむしろ緩傾斜地（1～2％）のほうがよく、豊富な水源が斜面上部にあつて、土壌が適度に粘土質であれば、高低差によって水路灌水が可能である。
- e. 用土の供給：近隣でポット用土を採取できることが望ましい。ポット用土は苗木とともに植栽地に持ち出されるので、毎回新たに採取することが必要である。ちなみに、普通に用いられるサイズの4×6ポット（畳んだ状態で幅4インチ、縦6インチ）の用土は約500mlで、100万本の苗木を育成すれば500m<sup>3</sup>の用土が必要である。
- f. 土壌条件・ポット苗を育成する場合には床土はむしろ悪いほうがよ



いくらいであるが、根株苗を育成する場合には、物理性の優れた土壌条件を選ぶことが必要である。

- g. 土地の所有関係・固定苗畑は必ず公有地に開設する。これは中途でトラブルなどが発生するのを避けるためである。補助苗畑には民地を借り上げることが可能であり、その例も多い。
- h. 苗木を植栽地に運搬する距離をできるだけ短くするため、とくに補助苗畑はそれぞれの植栽予定区域のなるべく中心に開設する。
- i. 防風対策・常風・季節風が強いところで、地形が起伏に富んでいる場合には、風を避けることができるような地形を選ぶ。平坦なところでは、あまり樹高が高くない樹種で防風林または防風樹帯を造成する。なお育成する苗木の病気の間宿主になる可能性のある樹種は避ける。

## (2) 苗畑の造成

熱帯・亜熱帯における苗畑の規模・施設は千差万別で、一般的な基準を述べることは難しいが、あったほうがよいものを含めておくので、実際の造成にあたっては、予算を考えながら、必要度の高いものから順次整備してゆくとよい。

### ① 苗畑全体のレイアウトの作成

利用可能な面積に対して、各種施設の配置を決めて図面を作成する。参考のために、大規模苗畑の例と中規模苗畑の例を図示する（図2）。いずれも技術協力の実施計画で提案されたもので、現地で見られる普通の苗畑ははるかに簡単なものが多い。村落林業で造成されるものは、家畜や野生獣の侵入を防ぐための垣根を回しただけのものが普通である。

### ② 建物施設

小規模苗畑では草葺きの小屋だけしかないものも多いが、すこし規模の大きい固定苗畑になると、材料こそいろいろであるが、各種の建物が造られている。普通にはd以下は補助苗畑には造られない。

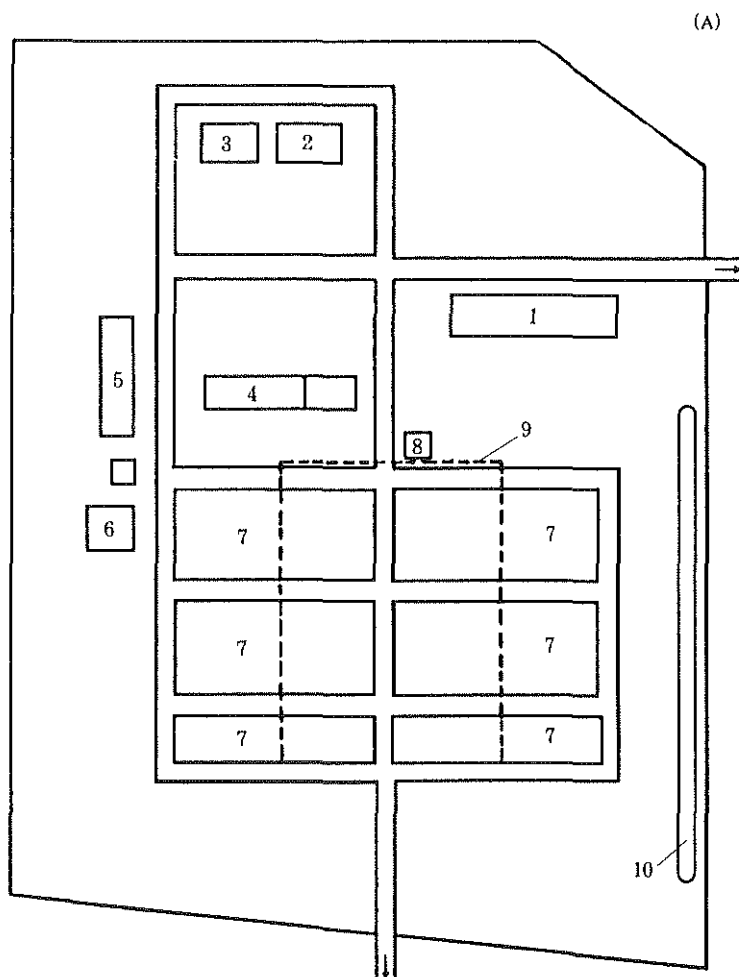


図2 苗畑における施設配置の例 (A)

ナイジェリア、カドナで造成された大型苗畑の施設配置図

(面積・約5ha、300m × 170m)

1. 事務所、2. ワークショップ、3. ガレージ、4. ポッティングハウス、5. 倉庫、6. 堆肥舎、7. 苗床、8. ポンプ室、9. 灌水用配管、10. 防風林

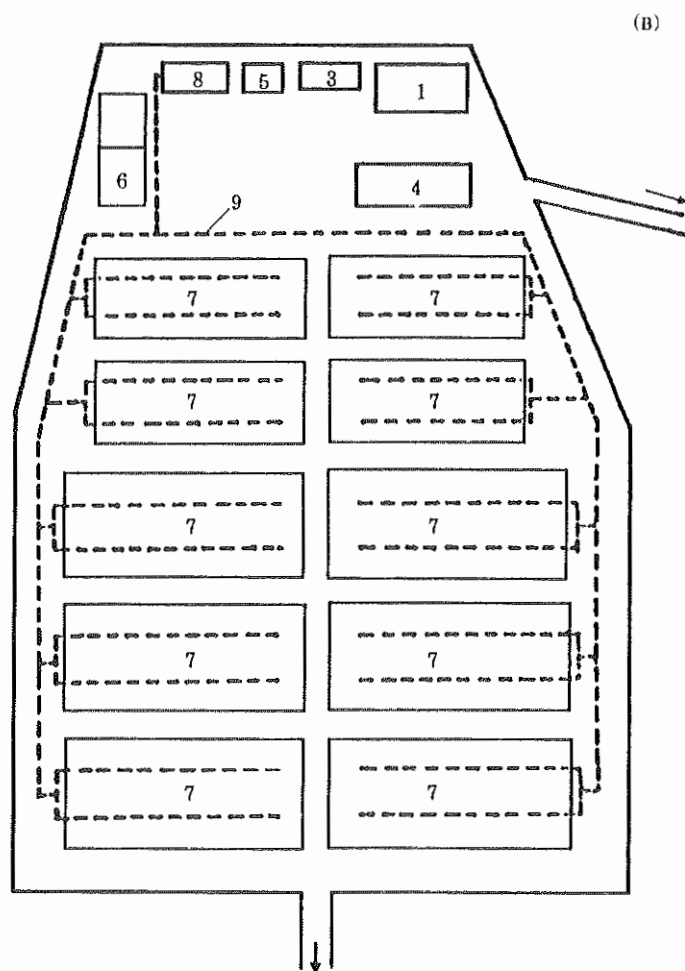


図2 苗畑における施設配置の例 (B)

フィリピンで計画された苗畑の施設配置図

(面積・約4ha、250m × 160m)

1. 事務所、2. ワークショノブ、3. カレーシ、4. ポットینگハウス、5. 倉庫、6. 堆肥舎、7. 苗床、8. ポンプ室、9. 灌水用配管、10. 防風林

- a. 苗畑事務所・苗畑管理の拠点であり、草刈きの小屋にしろ、何らかの形で必要である。小規模の場合には、これが倉庫にも種子保管場所にもなる。
- b. ポッティングハウス (potting house、potting shed)・屋根はつけるが、普通には吹抜けのことが多い。ポット用土を置き、ポットへの用土詰めを行う施設である。用土が雨で濡れると作業ができないので、ポット育苗を適時に行うには不可欠の施設である。
- c. ガラス室 (glass house、germination shed)：構造はその土地の気候条件によって適宜に変える必要があるが、周囲は網張りとすることが多く、風の強いところでは風を受ける面は寒いでいる。補助苗畑などでガラスの人手が困難な場合には、屋根は草葺きとすることが多い。この場合、光不足で芽生えが徒長しかちなので注意が必要である。アリなどの被害を防ぐために、腰高の棚に播き付け箱を並べて種子を播くことも多い。
- d. 倉庫・管理用の建物に併設することが多い。
- e. 堆肥舎・屋根なしのものも多い。
- f. 種子貯蔵庫 倉庫の一部を利用することが多い。
- g. 用土置場・ポッティングハウスと併設することが多い。
- h. 灌水施設・貯水槽と配管、スプリンクラー
- i. 集水施設・雨水を集める配管と水槽または水瓶

### ③ 機械類

- a. トラクタおよびトラレーラ
- c. ピックアップ
- c. 揚水ポンプ
- d. 土壌混合器、土篩い器など

#### ④ 器具類

- a. 農機具類：一輪車、トウグワ、ヒラグワ、スコップ、ジョロ  
フォーク、レーキ、高枝切り、移植ゴテ、噴霧器  
篩各種（用土調製用、種子調製用）、その他の小道具類
- b. 播き付け箱(seed box)：厚さ1～2cm の板の約30cm × 40cm × 10cm  
(深さ)の箱、底面に水きり用の穴をあけ、砂質壤土・砂を詰める

#### ⑤ 苗床

- a. ポット苗用苗床：平らな地面にポットを並べるだけのこともあるが、竹や板で枠を作って、その中に並べることもあり、また、煉瓦やブロックを用いて固定した半永久的な床もある。床面は普通は地面のままである。コンクリートにしている例もあるが、経費がかさむだけでなく、日射で熱をもち、ポット内の土の温度が上がって根の成長にもよくない。シロアリの害を防ぐ目的でコンクリート床を試みた例もあるが、明確な効果は認められなかったようである。なお、底のあるポットの場合には下部の排水孔から、またチューブタイプの底なしポットの場合には底面からの根の伸長を防ぐ効果はある。常風が強いサイトの場合や、冠水によって淹水を行う場合には、床面を周囲よりむしろ少し低く削り込む。また底なしポットを用いる場合には、底面から地中に伸びる根を時々切つてやらなければならないので、ポリエチレンなどのシートを敷いて根が地中に入るのを防ぐ方法と、地面から5～10cm 離して金網を固定し、その上にポットを並べて自然根切り (air-pruning) を起こさせる方法とある。
- b. 裸根苗またはスタンプ苗用苗床：スタンプ苗は裸根苗から調製されるもので、同じように普通の苗床が使われる。床面を5～10cm 程度盛り上げる方法と、盛り上げた側面を厚板で押さえる方法とある。東アフリカでは、後者をスワジランドタイプと呼んでいる。

#### (6) 灌水施設

加圧方式にしろ自然流下方式にしろ、配管することができるなら、苗畑内の適当な箇所に蛇口をつけて、局所的に水を利用できるようにしておくことと便利である。水源が豊富で、加圧方式の配管ができれば、スプリンクラーによる自動灌水かできるようにするのが理想である。苗床より高いところに豊富な水源があって、土壌の性質が適していれば、冠水法（flood irrigation）や水路灌水（furrow irrigation）を行うこともあり、これらは併せて surface irrigation と呼ばれている。

冠水法では、主水路（main ditch、head ditch）から床面を低くした苗床に水を引き込んで冠水させる。水路灌水では、主水路から苗床の両側に同した支水路に水を引き込み、床の周囲から水を浸透させる方法で、どちらかというと裸根苗を育成する苗床向きである。

セネガルで行われた青年海外協力隊の緑の推進協力プロジェクトで、surface irrigation の一種といえるプール方式とよばれる育苗施設を考案し、水を節約して苗木生産を向上するという面で高い評価を得た。コンクリート水槽にポット苗を並べて水路灌水を行う方式で、水の有効利用という点では画期的な方法であったが、水槽の製造費がかさむこと、適切に排水管理を行わないと根腐れを起こす恐れがあること、などに問題点もあった。

#### ⑦ 日覆施設

苗床の外縁に沿って杭を立て、鉄線を張って可動式の寒冷紗を取り付ける。寒冷紗を張る高さを 50 ～ 70cm 程度にする場合と、2m 程度にする場合とあり、前者では普通、苗床 1 本ごとに作るが、後者では数本の苗床をまとめて覆い、寒冷紗の下で作業ができる。

実際には、それぞれの苗畑で手に入る材料を用いて遮光を行っており、木綿の布地、草、竹、板、ゴザなどいろいろであるが、光が不足すると苗木が徒長するので注意を要する。

## 2) 種子の調達と取り扱い

すでに述べたように、熱帯・亜熱帯の人工造林は著しく外来樹種に依存してきた。このため、履歴のはっきりした種子を世界的な規模で収集・供給する態勢の必要性が早くから認識されていた。このような事情を背景に、遺伝資源の保全という視点も考慮して、有用な熱帯樹種について、履歴の明確な種子を国際的に収集・貯蔵・供給するいろいろな組織が作られてきた。一方、熱帯の重要な樹木にもフタハガキ科 (Dipterocarpaceae) 樹木の種子に代表されるように貯蔵 (保存) の難しい種子があり、できるだけ手近で採取・貯蔵し、それらを供給する態勢を作っておくことが理想的である。しかしこれまでのところ、林木種子について採取・調製・貯蔵・供給の体制ができていない国が多く、種子の調達 (seed procurement) はしばしば熱帯造林のネックとなり、育苗を進める上での問題となってきた。

まず国際的な機関としては次のようなものがある (括弧内は住所)。

DANIDA Forest Seed Centre

(Krogerupvej 3A, Humlebaek, Denmark)

1969年にFAOの協力で創設されたもので、樹種にもよるが、10～50ha程度の造林に必要な種子も入手が可能である。

Oxford Forestry Institute, University of Oxford

(Oxford, OX1 3RB, United Kingdom)

この研究所は熱帯造林部門をもち、とくに育種分野で活発な活動を進めているが、その活動に関連して特定の熱帯樹種の種子を収集しており、事情に応じて、試験的な規模で少量の種子を提供してくれる。

Tree Seed Centre, Division of Forestry & Forest Products, CSIRO

(P O Box 4008, Queen Victoria Terrace, Canberra, A C T 2600

Australia)

1961年にFAOの要請で創設されたもので、オーストラリア産の樹木とくにユーカリの種子およびその情報を提供する。

Banco de Semillas, ESNACIFOR

(Apartado Postal No.2, Siguatepeque Comayagua, Honduras)

1976 年以来、カリビアマツ、ウーカルパマツを中心に同国の有用樹種の種子を量的に提供している。

次の諸機関も類似の機能を果しているが、地域的な性格が強い。

ASEAN Forest Tree Seed Centre

(Muak-lek, Saraburi 18180 Thailand)

Forestry Seed Centre, Kenya Forestry Research Institute

(P O Box 20412, Nairobi, Kenya)

National Tree Seed Project, DANIDA-TANZANIA

(P O.Box 4012, Morogoro,Tanzania)

Regional Forest Seed Centre,Forest Research Centre

(P O Box HG 595,Highlands,Harare,Zimbabwe)

Centre National de Semences Forestieres

(P.O.Box 2682, Ouagadougou, Burkina Faso)

Projet National de Semences Forestieres (PRONASEF)

(Km 20, Route de Rufisque, Senegal)

El Banco Latinamericano de Semillas Forestales, CATIE

(Turrialba 7170, Costa Rica)

このほかにも国レベルのものがPNG やチリなどにあるらしいが、詳しいことは分らない。最近では、ほとんどの国に類似の機能をもった組織ができているように思われるので、それらの組織や、各地の信頼できる種子取り扱い業者に連絡をとって、産地がはっきりした良質の種子を入手することが大切である。

#### (1) 種子調達の計画と手順

前述の要領で決めた植栽樹種について、植栽予定面積を考慮して所要の



種子量を求め、それらの調達計画を作成する。当該国にすでに種子の供給体制が確立している場合には、計画に従って担当の組織に種子の分与を依頼する。そのような体制がまだ確立していない国では、次の順序で調達を進める。

在来樹種については、まず次項で述べる地域内の優良林分の結実に期待する。それで不足する場合には、当該国森林局の担当部門か、直接にほかの造林プロジェクトに分譲を依頼する。なお、天然分布が広い樹種について、異なる産地の材料を比較したい場合には、上記の種子センターに依頼すれば、他国産の種子を得ることが可能である。

外来樹種については、地域内に優良な造林地がある場合には、そこでの結実の可能性を調査する。併せて、必要に応じて各レベルの種子センターに産地の明確な種子の分与を依頼する。

## (2) 採種源の選定と記録

当該植林プロジェクト内および周辺の林地を含めて、主要な造林樹種の優良林分（外来樹種については優良な造林地）の所在を調査して、それらの所管を確認して種子採取の可否を交渉する。採取が可能であれば採種源として記録する。

## (3) 種子（果実）の採取・調製・貯蔵

被子植物の果実は乾果、湿果に大別され、前者は閉果と裂開果に分けられている。閉果には翼果（または翅果）、堅果、瘦果、閉蒴果があり、裂開果には蒴果、袋果、豆果がある。一方、裸子植物の果実は球果と多肉果に分けられる。樹種ごとにタイプを記載した文献が見あたらないことと、文献によってタイプが異なるものもあるので、確からしいものを例示するにとどめる。なおここでは、被子・裸子植物に拘わらず、乾果・湿果に区分する。

乾果 (dry fruit)

閉 果 (indehiscent fruit)

翼 果（翅果）(samara) *Dalbergia* spp. *Pterocarpus* spp

堅 果 (nut) カシ類、クリ

瘦 果 (achene) *Cowania mexicana* (バラ科)

閉莢果 (pod, legume) マメ科で果皮が裂開しないもの

例 ネムノキ、デイゴ、クロヨナなど

裂開果 (dehiscent fruit)

蒴果、蒴 (capsule) ユーカリ類、マホガニー、カボノク、ジャカラ  
ンダ、*Moringa oleifera*

袋 果 (follicle) ハゴロモノキ、*Alstonia scholaris*

豆 果 (莢果、莢 (さや)) pod, legume 多くのマメ科樹木

球 果 (cone)

マツ科、スギ科、ヒノキ科、アローカリア、モクマオウ

滷 果 (液果、多肉果) (sap fruit, succulent fruit)

核 果 (石果) (drupe, stone fruit)

インドセンダン、センダン、メリナ、チーク

漿 果 (液果) (berry, bacca) フトモモ類、アカテツ類、イヌマキ類

主要な樹種については、開花・結実期とくに種子の成熟期・飛散期などを前もって調査しておく。それらを参考にして、採種源として登録してある林分については、定期的に開花・結実の状況を調査して適期に採取する。開花・結実期は同じ国でも地域によって異なるし、その年の天候によっても異なるが、とくに熱帯ではまちまちなので注意が必要である。例えば、フィリピンにおけるカリンは、採取可能月が地域によって著しく異なり、1月から9月にわたっている。これまでに報告されている開花・結実期の事例を参考までに表8に引用する。

採取の方法 ①地上に落ちたものを拾い集める樹木群と”枝からもぎ取る樹木群”に大別される。前者は、果実が成熟して自然に落下するものを拾い集める群と、果実を振り落として集める群に分けられることもあり、後者

表8(1) フィリピン(ルソン島中部)における種子(果実)採取時期

| 樹 種                                        | 採取時期    | 備 考 |
|--------------------------------------------|---------|-----|
| <i>Anthocephalus chinensis</i> (カートアンパンカル) | 10～11月  |     |
| <i>Endospermum peltatum</i> (グバス)          | 7～8月    |     |
| <i>Eucalyptus deglupta</i> (ハグラス)          | 1年中採取可能 |     |
| <i>Ghricidia sepium</i> (グリリシディア)          | 3～4月    |     |
| <i>Gmelina arborea</i> (イエマネ)              | 5～9月    |     |
| <i>Leucaena leucocephala</i> (キンネム)        | 1年中採取可能 | 立木  |
| <i>Ochroma pyramidale</i> (ハルサ)            | 4月      | 立木  |
| <i>Paraserianthes falcata</i> (モルツカネム)     | 6～7月    | 立木  |
| <i>Pterocarpus indicus</i> (ナラ)            | 9～10月   |     |
| <i>Swietenia macrophylla</i> (マホガニー)       | 3～11月   |     |
| <i>Tectona grandis</i> (チーク)               | 10～11月  |     |
| <i>Vitex parviflora</i> (モラベ Molave)       | 8～9月    | 立木  |

1 この地域の雨季は、5月から10月にかけての約6か月である。

2 備考に“立木”と付記した樹種は、普通は立木から採取する。

その他の樹種は、落とした果実を採取することもある。

表8(2) ナイジェリア(カドナKaduna 周辺)における主要樹種の開花・結実期

| 樹 種                                     | 開花期    | 結実期   |
|-----------------------------------------|--------|-------|
| <i>Acacia auriculiformis</i>            | 9月     | 12月   |
| <i>A. nilotica</i>                      | 11月    | 2月    |
| <i>A. senegal</i>                       | 11月    | 2月    |
| <i>Anogeissus leiocarpus</i> (シクンシ科)    | 9月     | 11月   |
| <i>Azadirachta indica</i> (ニーム、インドセンダン) | 5月、12月 | 7月、2月 |
| <i>Dalbergia sissoo</i> (シノソー)          | 9月     | 12月   |
| <i>Eucalyptus alba</i>                  | 11月    | 2月    |
| <i>E. camaldulensis</i>                 | 12月    | 2月    |
| <i>E. citriodora</i>                    | 11月    | 1月    |
| <i>E. cloeziana</i>                     | 9月     | 11月   |
| <i>E. tereticornis</i>                  | 12月    | 2月    |
| <i>Gmelina arborea</i> (イエマネ、メリナ)       | 1月     | 3月    |
| <i>Grevillea robusta</i> (ハゴロモノキ)       | 4月、10月 | 7月、1月 |
| <i>Khaya senegalensis</i>               | 11月    | 2月    |
| <i>Parkia biglobosa</i>                 | 2月     | 4月    |
| <i>Prosopis africana</i>                | 10月    | 1月    |
| <i>Tamarindus indica</i>                | 10月    | 1月    |
| <i>Tectona grandis</i> (チーク)            | 10月    | 1月    |

1、この地域の雨季は、4月中旬から10月上旬にかけての約6か月である。

表8(3) ケニア中部における主要な樹種の種子(果実)採取時期

| 樹 種                                    | 採取時期       |
|----------------------------------------|------------|
| <i>Acacia nilotica</i>                 | 2～3月／8～9月  |
| <i>A. senegal</i>                      | 1～2月／7～8月  |
| <i>A. tortilis</i>                     | 7～8月       |
| <i>Acrocarpus fraxinifolius</i>        | 11～12月     |
| <i>Azadirachta indica</i> (インドセンダン)    | 4月／9～10月   |
| <i>Cassia siamea</i> (タガヤサン)           | 乾季         |
| <i>C. spectabilis</i>                  | 乾季         |
| <i>Casuarina equisetifolia</i> (モクマオウ) | 乾季         |
| <i>Cordia abyssinica</i>               | 乾季         |
| <i>Croton megalocarpus</i>             | 1～3月       |
| <i>Cupressus lusitanica</i> (メキシコイトスキ) | 1～3月／8～9月  |
| <i>Delonix regia</i> (ハウオウボク)          | 1～3月       |
| <i>Eucalyptus camaldulensis</i>        | 3月         |
| <i>E. globulus</i>                     | 乾季         |
| <i>E. maculata</i>                     | 乾季         |
| <i>E. paniculata</i>                   | 1～3月／6～7月  |
| <i>E. saligna</i>                      | 乾季         |
| <i>Grevillea robusta</i> (ハゴロモノキ)      | 1～3月       |
| <i>Jacaranda mimosifolia</i> (ジャカランダ)  | 3～4月／8～9月  |
| <i>Leucaena leucocephala</i> (ギンネム)    | 年中         |
| <i>Markhamia platycalyx</i>            | 8月         |
| <i>Melia azedarach</i> (センダン)          | 5～6月／12～1月 |
| <i>M. volkensii</i>                    | 雨季(?)      |
| <i>Parkinsonia aculeata</i>            | 1月／6月      |
| <i>Pinus patula</i>                    | 2～3月       |
| <i>Schinus molle</i> (コショウボク)          | 1～3月       |
| <i>Spathodea campanulata</i> (カエンボク)   | 2～3月／8～9月  |
| <i>Tamarindus indica</i> (タマリント)       | 7～9月       |
| <i>Vitex keniensis</i>                 | 6～12月      |
| <i>Zizyphus mauritiana</i> (インドナツメ)    | 9月         |

注. ODA(英国の国際協力機関)の専門家がケニア山麓のEmbu、Meru、Isiolo 3県で実施したプロジェクトのために編纂した資料で、この地方には半乾燥地からいわゆるハイランドまで含まれる。4、5月と11月が雨季である。

は、立木からもぎ取る群と、倒した木からもぎ取る群に分けられることもある。(1)は成熟すると間もなく地上に落下する、大型の種子(果実)を着けるもので、多汁質の液果を着ける *Anthocephalus chinensis*、指先人の核果を着けるチーク、メリナ、ニーム、*Vitex* spp など、大きな豆果(サヤ)を着けるタイハイヨウテツボク、ホウオウホク、アメリカネムなど、人きな朔果を着けるマホガニーなど、またハネのついた中〜大型の果実を着けるカリンやフタハガキ科の樹木などが含まれる。一方(2)には、朔果に細かい種子が入っているユーカリ類、成熟するとサヤが割れて種子がこぼれ落ちる多くのマメ科の樹木、例えばキンネム、モルツカネム、キンキジュ、*Parkinsonia aculeata* など、成熟すると果実が開いて小型の種子が自然に落ちるマツ類、モクマオウ、ハルサなど、地上に落ちるとすぐに果肉が腐る中〜小型の核果を着けるサクラ属樹木などがあるが、木が高くなると地上でのもぎ取りは困難になるので、可能な場合には木を倒してもぎ取る。①は齧菌類(ネズミなど)や昆虫の食害を受けないうちに、またあまり濡れないうちに拾い集める必要があり、②は種子が落ちないうちに、また核果では果実が落ちないうちに少し早めに採取する必要がある。

熱帯の樹木種子も、生理的な特性によって2つのグループに大別される。1つは、乾かして含水率を下げて活力を失わない orthodox seeds で、他は含水率が約25%をわると活力を失う recalcitrant seeds である。後者は desiccation sensitive seeds ともよばれる。前者については、結実した機会に、予算・労力の許す範囲で出来るだけ多く採取するようにつとめ、適切な調製を行った後、所定の条件で貯蔵しておく。寿命の短い後者については、採取した後十分な活力があるうちに播き付けを行う。いずれの場合にも、採取した種子に付いては必ず記録を作成する。記載すべき事項は、樹種名、採取場所(造林地の場合、原産地が分かれば記載)、採取年月日、果実の重量または容積、種子精選年月日、精選種子の重量および容積、貯蔵条件、貯蔵開始年月日、払い出し記録などで、払い出す場合には必ず樹種名と採取場所(+原産地)を添える。

マツ類、多くのユーカリ類の種子はorthodoxな種子である。これらの種子は、気乾状態で密閉して $-18^{\circ}\text{C}$ におけば15年も効果的に貯蔵できたという報告があり、方法さえ適切であれば、かなりの長期間にわたって貯蔵することができる。マメ科の種子も、いわゆる硬粒のものが多く、一般には寿命が長いとされているが、*Cedrelinga catenaeformis*のようにrecalcitrantな性質をもつものもある。一方、乾燥できない種子の代表的なものはフタバガキ科 (Dipterocarpaceae) の種子 (厳密には果実) で、短いものは1週間くらいで活力を失うとされている。アローカリア類では、*Araucaria hunsteinii* (クリンキーパイン)、*A. bidwillii* (ヒロハノナンヨウスギ)、*A. araucana* (チリーマツ)、*A. angustifolia* (パラナマツ) の4種の種子は後者で、含水率が25~40%以下に下がると活力を失う。一方、*A. cunninghamii* (ナンヨウスギ) と *A. columnaris* はorthodoxとされている。同じ科の *Agathis* spp (インドナギ類) の種子もrecalcitrantとされている。

乾燥してもよい樹種群の種子は、調製後少なくとも気乾状態にしてから缶やジャーなどに入れて、できれば低温 ( $0^{\circ}\text{C}$  前後) で貯蔵する。とくに気温で貯蔵する場合に含水率が高い種子を密閉した容器に入れるのは危険で、こういう種子はむしろ紙袋か布袋に入れるほうがよい。乾燥すると急速に活力を失うようなrecalcitrantな種子は、活力を失わない程度の水分 (樹種によって異なるが、約40%) を保ちながら、低温に置く。フタバガキ科の2、3の樹種では、 $15^{\circ}\text{C}$  が良いとされている。インドセンダン (*Azadirachta indica*) やハゴロモノキ (*Grevillea robusta*) の種子も乾燥に弱いとされているが、後者は10%以下の含水率であれば2年間は貯蔵可能だとする報告もある。

以下、2、3の樹種群について果実・種子の取り扱い方を述べる。

マツ類：鱗片が開く前に採取した球果を、適当なトレイなどに広げて天日乾燥し、種子を取り出す。手で揉んで翅を離した後、箕などで風選し、その後、1～2週間風乾してから貯蔵する。1年以内に播く場合には、密閉容器に入れて冷暗所に保存する程度でよいが、数年間貯蔵したい場合には冷蔵庫（2℃前後）に保管する。

ユーカリ類：蒴果が開く前に採取し、マツ類の場合と同しように天日で乾燥し、開いたら強く振動させて良い種子が完全に落ちるようにする。樹種によって種子の大きさは著しく異なる（表9）ので、対象とする種子の大きさに応じて適切なメノシュの篩でより分けたり、風選でゴミやシイナを除く。微少な種子の場合には、やや大型のゴミだけを篩で除く程度にする。いずれの場合にも、1～2週間風乾してから貯蔵する。数年間貯蔵したい場合にはやはり低温（0℃前後）におくほうがよい。

マメ科樹木：莢が開く前に採取し、ゴザなどに広げて天日乾燥し、開いたら棒などで叩いて種子を落とし、篩でより分ける。貯蔵する前にはやはり風乾したほうがよく、また保存中に種子害虫が発生することが多いので、その防除のために二硫化炭素などの殺虫剤で燻蒸する必要があるが、取り扱いが難しいので、近くの研究機関などに依頼して処理してもらうほうがよい。

液果をつける樹木類：果肉が多汁質のものは採取後なるべく早く種子を取り出す。例えば、*Anthocephalus chinensis*の果実は、採取後すぐに金網などにこすりつけて果肉を取り除く。この操作はmacerationとよばれ、これに用いる器具はmaceratorとよばれる。この場合、果実を一昼夜水に漬けて果肉を柔らかくするとマセレーションを行い易い。この樹木の種子はごく小さい（約100～300万粒/kg）ので、果肉パルプから注意深くより分け、2日間ほど風乾してから貯蔵する。メリナやセンダン類、*Endospermum peltatum*、インドナツメなどの果実は、果肉の状態によって1昼夜から数日間水に漬けた後にマセレーションを行い、種子を果肉から取り分ける。

#### (4) 種子の品質検査

種子を効率的に使うためにはその発芽率 (germination percentage) を知っておく必要がある。例えば、ポットに種子を直か播きする場合には、発芽率によって播く粒数を加減しなければならないし、苗床に種子を播き付ける場合にも、発芽してから余分な間引きをしなくてもすむように、発芽率によって播き付け量を加減する。純度 (purity) も調べておくにこしたことはないが、苗床に播き付けることが少ないので、播き付け量を計算する要因として必要とされることは少ない。いずれも国際種子検査協会が定めている規約によるのがよいが、具体的な方法が定められている熱帯樹種が少ないこと、施設・器具が揃っていないことなどで、原則だけを参考にして行わざるを得ない。

検査の方法は温帯樹木種子の場合と全く同じであるが、発芽試験器や発芽皿などがないことは普通であるし、電気さえきていないこともあるから、たいていは単なる差しかけ小屋 (shed) か、よくてガラス室の中で、播き付け箱などを使って土か砂に播き付けることになる。このほうが実際の発芽率に近い結果が得られるが、時間は長くなる。

発芽試験は100粒×4組で行うのが正式ではあるが、大粒種子の場合、施設が狭い場合などには、50粒×(4組～2組) など適宜に規模を縮小して行う。熱帯・亜熱帯の樹種の種子には生理的休眠を示すものは少ないようであるが、マメ科樹木の硬粒種子のような物理的休眠を示すものは多いから、こういう種子は、それぞれに適切な発芽促進処理を行った上で試験する必要がある。実際には後日、大量の種子を処理するための方法を検討する良い機会である。なお土や砂に播く場合には、覆土が厚くなりすぎないように注意する。普通には種子の大きさと同じ程度の厚さにする。

#### (5) 発芽促進法

これまで造林に使われてきた熱帯・亜熱帯樹種の種子には生理的休眠はあまり知られていないが、最近各地で有用な在来樹種が取り上げられるに



つれて、発芽しにくいものもあることがわかってきた。例えば、アフリカの季節林地帯に分布する *Terminalia brownii*、*Melia volkensii*、*Anogeissus leiocarpus*などがその例で、これまでのところ発芽しにくいことが知られている。*T. brownii*については、産地によって発芽に難易があるらしい。*M. volkensii*については、発芽促進方法が試みられてはいるが、必ずしも効果的とはいえない。*A. leiocarpus*については発芽促進方法は知られていない。これから、取り上げられる在来樹種が増えるにつれて、このような事例が増える可能性がある。

一方、マメ科の樹木が多く、それらのほとんどの種子はいわゆる硬粒（硬実）で、何らかの方法で種皮に傷をつけるか、硫酸で処理したり、熱湯で処理しないと発芽しないが、マメ科の樹木以外でも硬粒種子と思われるものがある。表9に主要樹種の発芽促進方法を収録したが、硬粒の程度は樹種によって異なるのは当然として、同じ樹種でも産地・系統さらには親木に

表9 主要樹種の種子粒数と発芽促進方法

| 樹 種                             | 粒数/kg               | 処理方法              | 平均発芽率   |
|---------------------------------|---------------------|-------------------|---------|
| <i>Acacia albida</i>            | 20,400～40,000       | 濃硫酸(2)            | 45～75%  |
| <i>A. auriculiformis</i>        | 8,200/～89,200       | 濃硫酸(2)、熱湯(1)      | 40～80%  |
| <i>A. mangium</i>               | 40,000～70,000       | 熱湯(2)、熱湯(80℃:15分) | 80%     |
| <i>A. nilotica</i>              | 1,700/～11,000       | 濃硫酸(1);熱湯(1)      | 60～90%  |
| <i>A. senegal</i>               | 7,900/～33,000       | 濃硫酸(2)            | 70～100% |
| <i>A. tortilis</i>              | 12,000～16,100       | 濃硫酸(2)            | 45～80%  |
| <i>Albizia lebbek</i>           | 6,000～16,000        | 濃硫酸(1,2);熱湯(1)    | 50～85%  |
| <i>Anacardium occidentale</i>   | 175～300             | 水浸                | 60～90%  |
| <i>Anogeissus leiocarpus</i>    | 112,000～120,000     | 濃硫酸(?)            | 30～70%  |
| <i>Anthocephalus chinensis</i>  | 1,000,000～2,600,000 | 不要                |         |
| <i>Araucaria cunninghamii</i>   | 1,900～3,400         | 不要                | 30～70%  |
| <i>A. hunsteini</i>             | 1,700～1,800         | 不要                |         |
| 同 (はねを取った種子)                    | 2,000～2,500         |                   |         |
| <i>Azadirachta indica</i>       | 2,800/～6,300        | 水浸 12時間           | 35～65%  |
| <i>Calliandra calothyrsus</i>   | 14,000～21,400       | 熱湯(?)             |         |
| <i>Cassia siamea</i>            | 9,900/～45,000       | 濃硫酸(1);熱湯(1)      | 50～85%  |
| <i>C. spectabilis</i>           | 31,000～35,000       | 熱湯(1)             | 15～50%  |
| <i>Casuarina equisetifolia</i>  | 183,000/1,000,000   | 不要                | 30～70%  |
| <i>Cedrela odorata</i>          | 30,000～227,200      | 不要                | 50～85%  |
| <i>Croton megalocarpus</i>      | 1,700               | 不要                | 95%     |
| <i>Cupressus lusitanica</i>     | 7,200～250,000       | 不要                | 25～60%  |
| <i>Dalbergia sissoo</i>         | 12,000～52,800       | 濃硫酸(3)            | 70～100% |
| <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | 90,000～2,200,000    | 不要                | 55～90%  |
| <i>E. citriodora</i>            | 108,000～1,240,000   | 水浸 12時間           | 60～90%  |

表9 (つつき)

| 樹 種                                             | 粒数 / kg                       | 処理方法                  | 平均発芽率      |
|-------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------|
| <i>E. cloeziana</i>                             | 141,000 ~ 3,605,000           | 水浸 12時間               | 45 ~ 80 %  |
| <i>E. deglupta</i>                              | 1,400,000 ~ 4,210,000         | 不要                    | 35 ~ 65 %  |
| <i>E. globulus</i>                              | 70,000 ~ 350,000              | 不要                    | 60 ~ 90 %  |
| <i>E. grandis</i>                               | 632,000 (200,000 ~ 3,000,000) | 不要                    | 35 ~ 65 %  |
| <i>E. nuciotheca</i>                            | 200,000 ~ 450,000             | 不要                    | 70 ~ 100 % |
| <i>E. paniculata</i>                            | 112,000 ~ 336,000 (~ 460,000) | 不要                    | 30 ~ 70 %  |
| <i>E. robusta</i>                               | 415,000 (140,000 ~ 1,000,000) | 不要                    | 45 ~ 80 %  |
| <i>E. saligna</i>                               | 25,000 ~ 2,000,000            | 水浸 12時間               | 55 ~ 90 %  |
| <i>E. tetraeternis</i>                          | 90,000 ~ 4,000,000            | 水浸 12時間               | 55 ~ 80 %  |
| <i>E. toelliana</i>                             | 263,000 ~ 800,000             | 不要                    | 30 ~ 70 %  |
| <i>E. urophylla</i>                             | 210,000 ~ 456,000             | 不要                    |            |
| <i>Gmelina arborea</i>                          | 400 ~ 3,000                   | 不要                    | 40 ~ 80 %  |
| <i>Grevillea robusta</i>                        | 51,000 ~ 150,000              | 不要                    | 30 ~ 90 %  |
| <i>Khaya senegalensis</i>                       | 2,500/3,200 ~ 18,000          | 水浸 12時間               | 70 ~ 100 % |
| <i>Leucaena leucocephala</i>                    | 13,000 ~ 34,000               | 缺湯 (1)                | 50 ~ 85 %  |
| <i>Melia azedarach</i>                          | 475 ~ 2,800                   | 不要                    | 55 ~ 85 %  |
| <i>Octomeles sumatrana</i>                      | 4,000,000                     | 不要                    |            |
| <i>Parasetianthes fakataria</i>                 | 40,900 ~ 50,000               | 熱湯・沸湯 (1)             | 60 ~ 90 %  |
| <i>Parkia biglobosa</i>                         | 2,800 ~ 5,000                 | 濃硫酸 (1)               | 75 %       |
| <i>Pinus caribaea</i> var<br><i>hondurensis</i> | 46,000/~ 200,000              | 水浸 15時間               | 70 ~ 100 % |
| <i>P. merkusii</i>                              | 28,000 ~ 59,000               | 不要                    | 60 ~ 70 %  |
| <i>P. oocarpa</i>                               | 38,000 ~ 78,000               | 水浸 15時間               | 70 ~ 100 % |
| <i>P. patula</i>                                | 88,000 ~ 140,000              | 不要; 冷処理 (60日)         |            |
| <i>P. radiata</i>                               | 28,000 ~ 37,540               | 冷処理 (1~3週間)           | 80 %       |
| <i>Prosopis africana</i>                        | 2,900/6,500                   | 濃硫酸 30分               | 42 %       |
| <i>P. juliflora</i>                             | 8,000 ~ 32,000                | 湯つけ; 濃硫酸 (?)          | 80 ~ 90 %  |
| <i>Pterocarpus indicus</i>                      | 1,100/2,100                   | 熱湯 (1); 濃硫酸 30分       | 30 ~ 70 %  |
| <i>Sesbania grandiflora</i>                     | 17,000 ~ 20,000               | 不要                    | 85 ~ 90 %  |
| <i>S. sesban</i>                                |                               | 不要                    |            |
| <i>Swietenia macrophylla</i>                    | 2,000 ~ 2,500                 | 不要                    | 70 %       |
| <i>Tamarindus indica</i>                        | 700 ~ 2,600                   | 沸湯 (2); 濃硫酸 30分       | 30 ~ 70 %  |
| <i>Tectona grandis</i>                          | 1,250 ~ 3,100                 | 吸水・陽光乾燥の繰り返し; 水浸 24時間 | 60 ~ 80 %  |
| <i>Terminalia catappa</i>                       | 150 ~ 860                     |                       |            |
| <i>T. ivorensis</i>                             | 5,500 ~ 6,600                 | 水浸・乾燥の繰り返し            |            |
| <i>Triplachiton scleroxylon</i>                 | 3,000                         | 不要                    |            |
| <i>Zizyphus mauritiana</i>                      | 650 ~ 3,500                   |                       |            |

1. この表は von Carlowitz (1986) を中心に調製した。
2. kg あたりの種子の粒数はいろいろな文献でかなり異なっており、従ってこの表の数字もおよその範囲を示すものである。
3. ユーカリ類については FAO (1972) の数字を中心に整理した。ユーカリの種子には chaff と呼ばれる不稔の胚珠が多量に含まれており、精選の程度によって単位重量あたりの種子数はかなり変動する。
4. 処理方法の説明  
 濃硫酸 (1) 5 ~ 15 分; 同 (2) 20 ~ 30 分, 同 (3) 45 ~ 60 分  
 (?) 時間はその都度決める, 処理後は十分に水洗し一晩水浸。  
 熱湯 熱湯 (50℃?) に 12 時間浸漬する; (?) 時間はその都度決める。  
 沸湯 (1) 沸騰水に漬けて、そのまま冷却する。  
 沸湯 (2) 沸騰水に 3 ~ 5 分開漬ける。  
 吸水・陽光乾燥の繰り返し 2、3 日おきに繰り返す方法と、1 日ごとに繰り返す方法とある。  
 '不要' とされている樹種でも一晩水に浸してから播くほうがよい。
5. 発芽率も種子の条件によってまちまちであり、上記の数字はおよその範囲を示す。

よっても異なるだけでなく、また年によっても、成熟の割合によっても異なるのが普通であるから、この表に示されている処理の程度はおよその目安を示しているに過ぎない。実際には、種子のロット（lot ある年にある場所で採取された均質な種子の集団）ごとに少量のサンプルをとって、適切な処理法（主に処理時間）を決めることが必要である。

種皮に傷をつける最も簡単な方法はnippingまたはscarificationとよばれており、少量の場合には、ラジオペンチ、金ヤスリ、小刀、針などで種皮の一端を切り取ったり、種皮に小さな穴を開けるが、胚とくに幼根を傷付けないように注意する。まとまった量の種子を傷付け処理する場合には、scarifier（磨傷機）とよばれる器具（例えば石臼、乳鉢など）を用いる。

硫酸処理は、種子を濃硫酸に所定の時間浸漬した後、プラスチック製の網を用いて硫酸を除き、種子表面を水で完全に洗い流す。しかし硫酸は取り扱いが厄介なので、まず熱湯法を試みて、促進効果が得られれば、それによるほうがよい。熱湯法には、①水に種子を入れて加熱、所定の温度に達したところで火を止める方法、②沸騰水に種子を投げ入れてそのまま冷却する方法、③網籠に入れた種子に沸騰水をかける方法、などがあり、硬粒の程度によって使い分けられている。

### 3) 苗木の種類と育て方

#### (1) ポット苗

熱帯諸国では、植栽にあたって根系をできるだけ傷めないように、各種のポットを用いて苗木を育てるのが普通で、このような苗木を他のタイプの苗木に対してポット苗（potted seedling）とよんでいる。乾季のあるところでは、雨季にはいって間もなく植栽するが、雨の降り方が不規則なことが多く、サイトに植えられた苗木は強い日射と高温に曝されるから、育苗中につくられた根系が、植栽後もそのまま引き続き機能して、できるだけ早く・深く、そして広く根を張ることが望ましいわけである。

ポット育苗事業における大きな問題は、苗木育成の都度多量のポット用土が必要なこと、苗畑から植栽地への運搬・植栽地内での小運搬が大変なことであるが、ポット内下部で根が巻く現象も将来の生育過程で深刻な後遺症を残すとされており、これらの問題を解決するためのいろいろな試みも行われている。

#### ① ポットの材質

ポットは無色透明・半透明、または黒色のポリエチレンフィルム製の袋状のものが多いが、チューブ状のものを適当な長さに裁断しているところもある。チューブの場合には底がない。また素材には塩化ビニールフィルムも使われており、ほかに屑ベニヤや竹などを用いている例もある。黒色フィルムは、ポット内での藻類の生育を抑え、根の成長にも良いとされているが、育苗期間が短い場合にはあまり大きな違いはなく、材質は手に入りやすさと価格によって決めればよい。

いつ頃から普及しはじめたものかはっきりしないが、欧米では root trainer と総称する 1 種のポットが賞用されている。これには硬質の筒型ポットを連結したタイプ、発泡スチロールのブロックにポットに替わる空洞 (cavity) を並べたタイプ、あるいは個々のポットをトレーに挿したタイプなどいろいろあり、各種のプラスチックが素材とされている。root trainer は、広く使われているポリエチレンフィルムのポットで育てた苗木における巻き根の形成を抑えるのが狙いの一つである。

#### ② ポットのサイズ

ポットのサイズはまちまちであるが、最も普通に使われているものは、平たく畳んだ状態で 4in (横) × 6in (縦)、用土を入れると直径 6.5cm、深さ 15cm のポットになる。底つきの場合には、水が抜けるようにポット下部に小穴を開ける。

底つきポットの場合、根がポットの内面に沿って巻く傾向があり、こういう根は植え付ける直前に剪定するように指導されているが、根を切ることによって土が崩れ、折角ポットで育てた効果が薄れてしまうし、手数もかかるので、実際にはあまり剪定されてはいないのが実態である。一方、チューブに用土を詰めた底なしのポットをそのまま地面に置くと、土中に伸びる根をしばしば剪定しなければならないので、ポリエチレンシートなどをポットの下に敷く方法も取られているが、経費もかかるし、ポットの下縁に沿って、底つきのポットの場合と同様の巻き根ができる場合もあって、効用があるとはいいがたい。

底なしポットのこのような欠点に対処するために、地面から10cmほど離して固定した金網の上に底なしポットを並べる方法があり、これによってポットの下面に突き出た根端は萎縮、枯死する。いわゆる自然根切り（air-pruning）で、先端が止まった根では元のほうで分岐が促され、側根が増える。近年欧米で開発されているroot trainerは、前述のようないろいろなタイプの筒型空洞に比較的軽軟な合成培土を詰めて苗を育てるように考案されている。空洞は下端が抜けているために、床面との間をあけておけば前述のような自然根切りが起こる。構造は、ブロックに空洞をくり抜いたものから、ポットを連結したタイプのもの、穴のあいたトレーにポットを挿入するものなどいろいろで、サイズも多様である。基本的には空洞の内壁に縦に突起があり、横に伸びた根は突起にあたると下向きになり、結局は下端の開口部に達して自然根切りを受ける。伸長した根端が空洞の内壁に触れた場合に化学的に根が切れるように炭酸銅などの薬剤が塗布されているものもあるらしい。また、ブロックタイプのものには、苗木下部の空気の動きを促し、地下部の温度上昇を抑えることを狙って、4個の空洞の中央に空気抜けを開けているものもある。ほかにもいろいろなタイプのroot trainerがあり、運搬しやすい、活着が良い、何回も繰り返し使用できるなどの長所はあるが、初期投資額がかさむという欠点はある。

### (3) ポット用土

ポットに詰める土にもいろいろな組成が示されているが、近くの林地の表層土壌と砂を4:1くらいの割合で混ぜるのが普通である。この割合は表層土の上性によって変える必要があり、砂質の場合には砂の割合は減らすか、全く加えない。要するに、流水した水がうまく浸み込み、しかも、植栽時にポットを外した時に簡単に崩れない程度の粘りけをもたせることが必要である。水の浸み込みをよくするために、ポット用土の上面に1cmくらいの厚さに砂を入れることもある。1/10 容くらいの堆肥や厩肥を混ぜることもあり、少量の粒状または粉状の化成肥料をポットの下部に入れることもある。マツ類などの菌根菌問題、根粒樹木の場合の根粒菌（広義）については別項（p 85～p 88）で述べる。

### ④ 播き付け

ポットに直接種子を播いて、そのまま苗木にする方法と、一旦播き付け箱に播き、発芽後早い時期にポットに移植する方法とある。粒播きできるくらいの人さきの種子で、発芽率が50%またはそれ以上あれば、ポットに直接播くほうがよく、発芽率が50～75%ならばポットあたり2粒、75%以上であればポットあたり1粒を播き、3週間後に芽出しの状況を見て、2本出ている場合には1本を出なかったポットに移植、残った不発芽のポットには改めて播き付ける。播き付け箱に播いて移植する方法のほうが労力・経費ともかさむが、多くのユーカリや、*Anthocephalus chinensis*のような微細な種子の場合には普通後者によっている。なおブラシルでは、ユーカリの微細な種子をポットに直播きするための道具（semeador manual）が考案されているという。

### ⑤ 移植（transplanting、pricking out）

播き付け箱で発芽した芽生えは、適期にポットに移植する。樹種により、また気候条件によっても異なるが、マツ類やマメ科樹木では発芽から3～7

日後に行うのがよいとされている。播き付け箱に長くおくと根が長くなり、側根も増えて移植しにくくなるし、地上部も大きくなって活着しにくくなる。移植後は十分に灌水し、その後7～10日は日覆（相対照度で約60%の遮光率となるようなもの）を行う。

#### ⑥ 日覆 (shading)

微少な種子の播き付け床や、移植した後の身生えには日覆をかけるのが普通である。現地では、草を編んだり、竹や引き割板を適当な間隔でつないで用いることが多いが、寒冷紗があればそれに越したことはなく、その場合には可動式にして、天候によって適宜に取り外すようにする。とくに降雨時には、雨滴が集まって害を与える恐れがあるので取り外すべきである。草、竹、木材を使う場合には、光不足で徒長を起こしがちなので注意を要する。できれば相対照度を計り、60～70%くらいの光条件にする。また、季節風がとくに強いところでは、やゝ長めにかけておくほうがよいとされている。

#### ⑦ 灌水 (watering, irrigation)

移植後10日間くらいは、毎日早朝と午後遅くに灌水を行う。灌水量を具体的に示した指針は少ないが、例えば $3\ell/\text{m}^2/\text{回}$ 、または降水量にして $5\text{mm}/\text{日}$ という数字を示したガイドラインがある。これは平均的な基準灌水量で、気候条件によっても異なろうが、移植直後の灌水は $5\ell/\text{m}^2/\text{回}$ （降水量に換算すると $5\text{mm}/\text{回}$ ）程度で2回行うのが適当と思われる。いずれにしろ、灌水後の用上表面の水の浸透状況をよく観察して、過湿にならないように注意する。この期間の後には、それぞれの気象条件によって適切な灌水を行うことが望ましいが、季節林地帯の乾季であれば、この後は、同量の灌水を毎日行うこととし、山出し1か月前から1日1回あるいは隔日に減らして、苗木の反応を見ながら加減をする。

タイ王室森林局で出されている育苗技術指針 (Kuerkool 1991) による

と、マツ類、ユーカリ類の育苗については、10日以後は隔日に灌水するようになっており、ユーカリ類についてはさらに、山出し前1か月は耐乾性を高めるために灌水を減らすように規定されている。この指針がどのような環境に植栽する場合を想定したものであるか明記されていないが、おそらく、季節林地帯を対象にしたものと思われ、比較的マイルドな条件下でさえこのような配慮がされていることは注目に値する。

このような育苗指針をいくつか調べた範囲では、いずれにしても灌水の具体的な指針は示されていないか、示されている場合にも多い目であり、現地の灌水の仕方を見ると、実際にはさらに過剰に灌水されていることが多い。実際の育苗にあたっては、灌水量をどの程度まで減らすことが可能か、注意深く検討する必要がある。

#### ⑧ 除草 (weeding)

苗床に直播きして裸根苗（またはスランプ苗）を育てる場合にも、除草は早め早めに行うべきであるが、ポットに直播きする場合や、移植されたポットについては、とくに早めに除草することが望ましい。さもないと、芽生えが草と一緒に引き抜かれかねない。

#### ⑨ 消毒 (disinfection)

ポットで育成されている苗木は、灌水時に一時的に冠水状態になりがちで、そのために苗床の場合よりも病菌に侵されやすい。一罹病すると防除が極めて難しいので、平生から注意深く観察し、できるだけ罹病する直前に消毒を行って発生を抑えるように努める。なお、罹病性は樹種によって異なり、とくに病害を受けやすいものがあるので、そういう樹種については定期的に消毒を行うほうがよい。ナイジェリアでの経験によると、*Parkia biglobosa* の先枯病（斑点病）は一旦かかると直りにくいので、毎月2回消毒を行ったという。



#### ⑩ 根切り (root-pruning, undercutting)

底なしのポットを用いた場合には、発芽後10日もすると根が地中に伸びるようになるので、定期的にポットを持ち上げて、伸び出している根は剪定する必要がある。この労力を省くために、プラスチックのシートを敷いた上にポットを並べることも行われている。底があるポットの場合にも、水抜き用に開けてある小穴から時に根が伸び出すので注意を要する。ちなみに、温度・水分条件により異なるが、熱帯の普通の条件では、根は1日あたり2～3cm くらい伸長するとみてよさそうである。

#### (2) スタンプ苗 (根株苗)

普通の苗床で育て、適当な大きさになった苗木を掘り上げ、被陰トでスタンプ苗 (stump, stump seedling) にする。スタンプ苗は、長さ20～25cm に切り詰めた1種の裸根苗で、地上部は2、3個の芽を残すようにして約5cm に切り詰め、地下部も主根を切り詰め、側根もそぎ落とす (図3)。スタンプ苗として適当なサイズは、根元直径が1～25cm とされている。最もよく知られている例はチーク (*Tectona grandis*) である。タイでは、乾季の後半の2月から4月にかけて苗木を掘り上げてスタンプ苗とし、地面を掘り下げた1種の土室あるいはコンクリート槽に砂に埋めて格納し、塩ビパイプなどの空気抜きを立てて、簡単な屋根をつけて植栽時期まで数か月も貯蔵している。筆者が見たものは約5m × 2m × 深さ1m の土室で、72,000

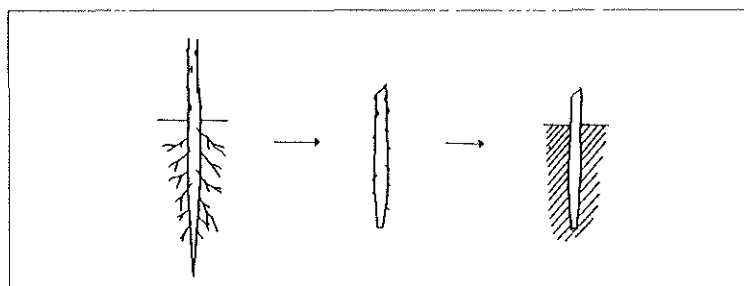


図3 スタンプ苗の調製方法：チークの例

木/室のスタンプ苗が格納されていた。このようにして調製・貯蔵されたスタンプ苗は、雨季にはいつの間もなく掘り出され、植栽されるが、苗畑から掘り上げてすぐに植栽された場合よりもかえって活着がよいといわれる。

わが国では馴染みのない苗木の形態であるが、育成も容易であり、何よりも取り扱い・持ち運びが容易なので、適用できる樹種はできるだけスタンプ苗によるのがよい。ただし、育苗面積は裸根苗の場合と同じで、ポット苗の場合よりは大きくなる。これまでにスタンプ苗が適用できるとされている樹種は次のとおりで、雨緑林に分布するものが多い。なお、半乾燥地のように降雨が不規則な地域で、遅悪く降雨の間隔があまり長くなることがあると、活着率が著しく低下することがある。つまり、降雨が不規則な地域では、植え込む時期の判断が成否を分ける。

アオギリ科 *Triplochiton scleroxylon*

アカネ科 *Adina cordifolia*, *Nauclea diderrichii*

ウルシ科 *Anacardium occidentale*, *Spondias mangifera*

キワタ科 *Bombax malabaricum*,

*Bombacopsis quinata*, *Ceiba pentandra*

キョウチクトウ科 *Alstonia* spp

クマツヅラ科 *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*

クロウメモドキ科 *Maesopsis eminii*

クワ科 *Chlorophora excelsa*

シクンシ科 *Terminalia* spp, *Conocarpus lancifolius*

センダン科 *Azadirachta indica*, *Cedrela* spp, *Khaya* spp,

*Lovoa* spp, *Toona ciliata*

トウダイグサ科 *Bischofia javanica*

ノウゼンカズラ科 *Tabebuia rosea*

フタバガキ科 *Hopea odorata*, *Shorea talura*, *Vatica odorata*

マメ科 *Acacia* spp, *Albizia lebbek*, *Cassia* spp

*Dalbergia* spp, *Delonix regia*, *Erythrina* spp

*Ghricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*

*Paraserianthes falcataria*, *Pterocarpus* spp

*Xylia* spp.

ミソハギ科 *Lagerstroemia speciosa*

ムラサキ科 *Cordia alliodora*

### (3) 裸根苗

スタンプ苗が適用できる樹種は、育て方や大きさによっては裸根苗 [bare-root(ed) seedling, open-root(ed) seedling] でも植栽できそうであるが、小規模には各所で試みられていたものの、その規模はこれまでのところごく小さかった。しかし文献によると、オーストラリアのクインズランドではカリビアマツを裸根苗で植栽しており、とくにマツ類で裸根苗方式が最近増加しているという。

### (4) 山引き苗

フタバガキの大木から種子を採取するのは極めて難しいし、とくに一部の樹種のように種子の寿命が極端に短いものでは、かりに種子を採取したり、拾い集めることができたとしても、苗畑で播き付けて苗木を育てることが難しいので、自然条件で林内などに発生・生育している稚樹—山引き苗 (wildling, wilding) を利用することが多い。フタバガキ類以外でも、天然林では一般に種子を採取することが難しいので、山引き苗を用いることが多いが、たいていは一日苗畑に搬入して、ポット苗として順化してから植栽に用いるのが普通である。林内などに更新した稚樹は、普通露地よりは弱い光環境下で育っていることが多いから、苗畑に移した後しばらくは日覆をかけ、山出し前にはまた硬化処理が必要なので、順化には少なくとも数か月を要する。

## (5) 挿し木苗

挿し木による増殖が可能な樹種はいろいろ知られているが、事業的な苗木育成に挿し木苗 (rooted cutting、steckling) が実際に応用されている樹種はそれほど多くない。普通、チーク、メリナは発根しやすく、ユーカリ類は発根しにくいとされているが、ブラジルやコンゴで大規模に植栽されているユーカリ類 (*E. alba*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla* など) では、萌芽枝からの挿し木が用いられている。タイでは、これまでのところ不稔とされている導入種 *Casuarina junghuhniana* (モクマオウの1種で、インドネシア原産) の苗木育成に、木化した小枝を用いて挿し木繁殖を行っている。5ppm の IBA で処理すると 80～95 % の発根率が得られるといわれる。マメ科樹木にも挿し木の可能なものが多いが、とくにグリリシディア (*Gliricidia sepium*) やダイコ類 (*Erythrina* spp.) は挿し木発根が極めて容易で、直挿しさえできることでよく知られている。また、カリン (*Pterocarpus indicus*) も発根しやすく、挿し木苗の育成が可能である。

## (付) 各論

マツ類、ユーカリ類は、アジア、アフリカ、ラテンアメリカの全熱帯、亜熱帯において各地で広く植栽されており、またチークも、アジアの各地およびアフリカの一部で長い造林の歴史がある。従って、それぞれの環境に応じて、育苗・植栽技術も独自の開発が行われており、それぞれに体系化もされ、いろいろなマニュアルが作成されているはずである。そのようなマニュアルの実例があるので、2例を抜粋的に紹介する。

### ① タイ国王立森林局傘下の苗畑における育苗技術指針 (抄訳)

タイ国王立森林局では、1965年からデンマークの協力を得て、チークの育種を開始し、1969年からはさらにマツ類の育種も開始した。これらの技術協力と平行して、林木種子の生産・管理体制の整備も進み、チークについては1972年当時、すでに選抜されたプラス木から芽接ぎによって育成さ

れた採種木で採種園が造成されており、開花・結実が始まっていたし、マツ類についても間もなく同様の事業が開始された。1970年代の後半には、ユーカリ類も含めたより包括的な種子供給体制の方向が固まり、その事業が全国的に実施されていた。最初に始められたチークについてはすでに20年余の歳月が経過し、このような採種園からいわゆる育種種子が着々と生産されているものと推量していたが、残念ながら、その体制は必ずしも十分に活用されてはいないらしい。いずれにしろ、現在までに国立森林局の管轄下だけで50を越える苗畑センターがあり、それぞれが50万本から100万本の苗木を生産しているといわれる。それらの苗畑センターにおける育苗事業の指針をまとめた報文があるので、その要点を紹介する（主にKuerkool (1991) による）。

#### [マツ類]

マツ類（ケシアマツ、カリビアマツ）の播き付けは普通10月から11月にかけて行われ、翌年6月から8月にかけて山出しできるようになる。

#### 播き付け

マツ類の種子は、ケシアマツ・メルクシマツの天然林またはマツ類の造林地の表土でつくった1m×4mの床にばらまきし、川砂を0.5cmくらいの厚さにかける。播き付け床には普通2mの高さの日覆用の枠がつくられているから、適当な日覆で相対照度を約50%に調節する。播き付け後7～10日で85～90%が発芽する。ケシアマツの種子の場合、4m<sup>2</sup>に400g（1gあたり約55粒）を播くと、およそ16,000本の芽生えが得られる。灌水は、発芽するまでは毎日、朝と午後に行う。発芽後は朝だけ灌水すれば十分である。

#### 移植

芽生えは発芽後約2週間で移植する。この時期の芽生えの苗高は5～6cmで、2、3本の側根が出ている（注、側根が出る前のほうが移植しやすい）。芽

牛えは、下部に水はけ用の小孔を開けた、直径9cm（普通よりは大きいように思われる）、高さ17cmのポリエチレンのポットに移植する。ポットの土にも、近くのマツ天然林または造林地の表土を使う。

#### 山出しまでの管理

移植を終えたポットは、相対照度が約60%の日覆の下に移す。移植直後の10日間は毎日午前と午後に灌水し、その後は隔日に灌水する。なお、移植したポットの上面に川砂を約1cmくらい敷いておくと、灌水した水の浸透がよく、苗立枯病（damping-off）の防止にも有効であり、また除草もしやすい。移植後およそ5～6か月で山出しできるようになるが、この間、遮光量の調節が可能なら次第に相対照度を上げ、遅くとも山出し1か月前には日覆を完全に外して直射日光に馴らしておく（硬化処理）。また、2か月ごとに苗高に応じて並べ換えを行いながら、土中に伸びている根があれば剪定する（注、この並べ換え作業は必ずしも必要ではなく、むしろ手のかけ過ぎといえないこともないが、労力が許せば、苗木の管理上、とくに山出しの際に役立つ）。

#### [ユーカリ類]

##### 播き付け

*E. camaldulensis* は、マツ類の場合と同様の床にばらまきによって播き付ける。ただし、用土には砂質土がよく、種子が小さいので、均一に播くために食卓塩の容器などを利用すると便利である。播き付けの時期は普通10月から12月で、 $8\text{g/m}^2$ （1gあたり約500粒）の種子を播き、細かい川砂を0.3mmくらいの厚さにかける。

##### 移植：

播き付け後約3週間して、本葉を2、3枚展開した芽生えをポットに移植する。ポット用土には天然林の表土が最もよいが、入手が難しい場合には、

粘土、砂、もみがら炭、堆肥を混ぜて適当な用土を調製する。これらの混合割合は、得られる土の土質や肥沃度によって決める。

#### 山出しまでの管理

育て方はほぼマツ類に準ずるが、成長が速いので、ポットの並べ替えと、それにとまなう根切りは1か月ごとに行う。苗木は移植後4～5か月で山出しできるようになる。苗木の耐乾性を高めるため、山出し1か月前には灌水量を減らし、直射光下で育てる。

#### [チーク]

##### 播き付け・

タイでは、普通雨季の初め、4月から5月にかけて播き付ける。播き付け床は幅1～2m、高さ30cmくらいに盛り上げ、2～3cmの深さの溝を8～10本作り、これらの溝に沿って種子を播き付ける。播き付ける密度はまちまちであるが、経済的な理由から、1m<sup>2</sup>あたり500粒（約1l/m<sup>2</sup>）を播くのがよいとされている。播き付けた種子には普通、よく砕いた土または川砂をかけ、その上をイナワラカイネ科草本などで薄く覆うが、オガクズやもみがら炭をかけてもよい。雨季中も必要に応じて、また雨季が終わった後は必ず灌水を行う。除草も絶えず行う必要があるが、とくに発芽初期には念入りに行う。

##### 掘り上げ・スタンプ苗づくり・

普通には播き付けから約10か月で掘り上げが可能になる。掘り上げた苗木はシェードハウス（屋根だけのものと、周囲を囲んだものとある）に移し、ここでスタンプ苗にする。その方法については別項（p 72）を参照されたい。

#### ② パプアニューギニア（以下 PNG）におけるマツ類の造林（抜粋）

PNG のマツ類造林マニュアルは極めて懇切・丁寧で、これだけで1冊の

指針書になっているが、ここでは主要な点を抜き出して紹介する。対象とするのはカリビアマツ、オーカルパマツ、メルクシマツ、パトゥラマツ、ストローブマツの変種 (*P. strobus* var. *chiapensis*、メキシコなどの中米亜熱帯に分布している5葉松で、生育している標高は500～2,000m) など、あとの2種は高地向きとされている (Smith 1978)。

#### 播き付け

山出しの1年前に播き付けるのが最善であるが、作業手順を順調に進めることができ、また成長が順調であれば、この期間は6か月にまで縮めることができる。なおポット苗にする場合には、移植にかかる時間を考慮して日をずらして播いておくことも必要である。直播きの場合には、ポットに砂質ロームを入れて、用いる種子の発芽率に応じて (100 - 発芽率) 粒の種子をポットに直接播き付ける。ポットを並べる苗床の両端にマツを植え込んでおくと、菌根菌の感染が促進される。播き付け床に播く場合には、用いる種子の発芽率から3,000本/m<sup>2</sup>の芽生えを成立させることができるような種子量を計算し、それをばらまきで播き付ける。標高900m以下では日覆をかける。灌水は少なめに、しかし定期的に行う。なお、実際には行われていないらしいが、“芽出し播き”とよばれる方法も述べられている。これは、吸取り紙に種子を挟んで水を入れたハット内に置き、室内の棚などで発芽させて、僅かに発芽しはじめたものをポットに植える方法である。

#### 移植と山出しまでの管理

芽生えが約8cmくらいになった頃 (播き付けから約2～3か月後) (注、この移植時期は明らかに普通の場合と異なっており、遅すぎるように思われる) に移植する。移植後は、回復するまで3週間くらい日覆をする。日覆の程度は、初めの10日間は遮光率を81%に、その後10日間は52%にして、その後で取り外す。乾燥が激しい場合や、極端に暑い場合には、弱い日覆を残してもよいが、光不足で徒長しないように注意しなければならない。灌



水は十分に行う。渇水量はその地の気象条件によって加減するべきであるが、とくに苗木の成長につれて、また風が強い時、空中湿度が低い時には多めに灌水する。高地などで用いられるポット用上では、窒素、硫黄、およびおそらくは燐酸も欠乏しており、ひどい場合には移植後ほとんど成長しないこともある。例えば窒素と硫黄が欠乏した場合には、クロロシス症状がおきて黄化し、先端は青みがかった緑色を呈することもあり、しばしば下部の針葉が枯死する。このような場合の対策としては、200lの水に片手に盛ったくらいの硫酸アンモニウムを溶かした液を、18m<sup>2</sup>の床あたりジョロに2杯あて2週間に1度施用するとよい。この欠乏症状には、尿素よりも硫酸アンモニウムのほうがよく効くとされている。鉄が欠乏すると著しいクロロシスを起こし、針葉は青みがかった黄色から白色に近くなる。このような症状が現れた場合には、鉄のキレート化合物の1%溶液を2週間おきに葉面散布するとよい。燐酸が欠乏してもクロロシスが起きるが、同時に苗木が寸詰まりになり、針葉も短くなる。こういう症状が出る場合には、ポット用上55kgあたり0.25kgの過燐酸塩類を混ぜるのがよい。

#### 4) 苗木の規格と育苗期間

山出し苗木の規格は国、地域によってまちまちであるが、望ましいとされているおよそのサイズは、ポット苗は苗高30～45cmで、裸根苗はその1～2倍である。スタンプ苗は両者の中間くらいの大きさを目安としている例もあるが、むしろ根元直径で1～2.5cmを基準とするほうがよい。大苗が良いという意見と、小苗が良いという意見とあるが、どちらが良いとは一概にいいきれないように思われる。実際、大小よりも育て方のほうが重要なことを示している例もあるし、植栽後の気象条件や手入れの仕方によっても強く影響される。山出し苗木の規格の一例を表10に示すが、同じフィリピンでも、バグラス (*Eucalyptus deglupta*)、マツ類などは30cm、モルッカネムは10cmで山出しが可能とする指針 (PICOP : Forestry

Practices 1976) もあるから、これらをおよその目安として、それぞれの立地条件に応じた指針を立てることが必要である。

熱帯では、灌水さえできれば年中育苗が可能であるから、植え付ける時期に規格苗が得られるように育苗を開始するが、樹種によって成長の速さが異なる上、その土地の気候によっても影響を受けるので、これらの点も加味して、およその播き付け時期が決められる。なお、播き付け時期が雨季の場合にはポットへの用土詰め作業を行うのが難しいので、前もって準備しておく必要があり、また熱帯諸国ではいろいろな理由で、種子の調達が遅れることが多く、そのために予定とおり播き付けを行えないことも多く、結果として、次の植栽時期までに規格苗が得られないこともしばしば起きる。

表10 フィリピンにおける主要造林樹種の苗木規格（地上部高）と育成期間

| 樹 種                                 |     | 山出し苗木の規格 (cm) |       | 育成期間<br>(か月) |
|-------------------------------------|-----|---------------|-------|--------------|
|                                     |     | (A)           | (B)   |              |
| <i>Pinus kesiya</i> (ケシアマツ)         | (p) | 20~30         |       | 8~9          |
| <i>P. merkusii</i> (メルクシマツ)         | (p) | 15~25         |       | 12           |
| <i>Tectona grandis</i> (チーク)        | (s) | 45~60*        |       | 10           |
| <i>Swietenia macrophylla</i>        | (b) | 75~100        |       | 12~14        |
| (マホガニー)                             | (p) | 20~30         |       | 4~6          |
| <i>Pterocarpus indicus</i> (ナラ)     | (b) | 75~100        |       | 8~10         |
|                                     | (p) | 20~30         |       | 4~5          |
| <i>Albizia falcataria</i> (モルッカネム)  | (p) | 30~45         | 15~30 | 4            |
| <i>Anthocephalus chinensis</i>      |     |               |       |              |
| (カートアンバンカル)                         | (p) | 30~45         | 20~30 | 3            |
| <i>Gmelina arborea</i> (イユマネ)       | (s) | 45~60*        | 20~30 | 4            |
| <i>Eucalyptus deglupta</i> (バグラス)   |     |               | 15~30 |              |
| <i>Endospermum peltatum</i> (グバス)   |     |               | 20~30 |              |
| <i>Ochroma pyramidale</i> (バルサ)     |     |               | 15~30 |              |
| <i>Leucaena leucocephala</i> (ギンネム) |     |               | 20~30 |              |

注1 (p) はポット苗

2. (s) はスタンブ苗 (\* 植栽前に地上部を約3 cmに切り詰める)

3 (b) は裸根苗

4 規格の(A)はA Nursery Handbook for the Philippines (1969) による。原表はインチ表示のため換算して括弧した。

5 規格の(B)はPhilippines Recommends for the Production of Fast Growing Hardwoods (1975) による。

6 育成期間は播きつけからの月数

## 5) 育苗上の主要な問題

熱帯の自然条件で、ポット苗を主として苗木を育てる場合に留意すべきいろいろな問題について述べる。

### (1) 灌水

乾季のある地域ではもちろん、潤潤熱帯でも灌水 (watering、irrigation) は育苗過程における最も重要な作業である。育苗初期には十分に灌水して苗木の成長を促進することが必要であるが、灌水しすぎて土壌が過湿になると、とくに細根が腐ることもあり、その結果クロロシス (chlorosis) を起こしたり、成長が抑えられることさえある。普通には、苗床  $1\text{m}^2$  あたり、またはポット数にたいして灌水量を定め、多くの場合、育苗中期までは朝夕2回、山出し前1か月くらいになると朝夕の何れか1回に減らしたり、灌水量も減らすのが通例である。灌水量は環境条件によって変えなければならないので、具体的な数字を示した指針は少なく、例えば、常に乾かないように、しかし湿りすぎないようにする、といった表現が多い。

すでに引用したように  $3\text{l}/\text{m}^2$  とか、降水量で  $5\text{mm}$  という指針もあるが、直径  $6.5\text{cm}$  のポット  $1,000$  個に  $30\text{l}$  (雨量に換算すると約  $7\text{mm}$ ) をかけるという指針の例 (ケニア、キツイ) がある。後者でも、天候によっては注意しないと水のやりすぎになり、ポット内に緑藻が発生することもある。また固結しやすい用土の場合には、灌水した水がポットの内壁や土の割れ目に沿って流下し、用土中に十分に浸み込まないこともあるので注意を要する。

規模の大きい苗畑では、予算が許せば自動灌水施設を整備して、スプリンクラーで灌水するのが便利であるが、多くの場合、ジョロにより人力で灌水している。ホースを使って直接に灌水するのは、水をやりすぎるだけでなく、表面の土壌をとばすこともあり、勧められる方法ではない。すでに述べたように、豊富な水源が苗床より高いところにあり、土壌が砂質でなければ、いわゆる surface irrigation を行うことが可能である。こ

れには冠水法と水路灌水法とあり、いずれも極めて経済的である。渇水用の水源の水質は普通は問題にならないが、半乾燥地や乾燥地では、とくに乾季に塩類濃度が著しく高くなることがあるので注意を要する。高塩類濃度の水を継続的に灌水していると苗木の生育に影響し、ひどい時には枯損させることもある。

## (2) 日覆

播き付け床、移植直後のポットには日覆(shading)を行うのが通例である。とくに野外で微小な種子を播く場合には、発芽直後まで遮光しておくほうがよい。日覆の種類には、細い角材や竹材などを紐で繋ぎ併せたもの、一間隔を変えることによって遮光率つまり日覆下の相対照度を変えることが可能、刈り取ったチガヤなどを編んだもの、使用済みの木綿袋地など、素材についてはいろいろな工夫がみられるが、全般に遮光率が大きくなりがちで、日覆下の苗木が光不足のために徒長することがあるので注意を要する。やむを得ず遮光率の高い日覆を使わざるを得ない場合には、着脱をこまめに行うなど、適切な管理を行う。下木植栽の場合は別として、植栽地では普通、直射の強光に曝されるので、日覆はなるべく遮光率の小さいものを短期間用いるようにして、苗木を直射日光に馴らし、強く育てるべきである。

## (3) 根切り

底のないポットを床土の上に並べておくと、とくに直根が土中に伸びる。底のあるポットの場合にも、下部にある水抜き用の小穴から根が土中に伸びることもあり、何れの場合にも時々根切り(root-pruning、undercutting)を行う必要がある。この操作は相当な労力を要するので、床面にビニールシートを敷いたり、コンクリートのたたきにしたりして、その上にポットを並べることもあるが、とくに後者は経費がかかるだけでなく、コンクリートが熱くなってポット内の根の成長にも良くない。オーストラリ

アなどでは、金網を張った台を作り、その上に底なしのポットを並べて自然根切りを行う方法も考えられているといわれるが、これは自然根切りによって、ポット内での細根の分岐・成長を促す目的もあるものと思われる。

ポット育苗の問題点の一つに、ポット内下部での巻き根現象がある。これは底のあるポットの場合に下方に成長できない根がポットの内面に沿って螺旋状に巻きながら成長するもので、このような根から植栽後どのように新しい根が成長するものか必ずしもはっきりしていないが、こういう巻き根は、植栽直前にポットを外した時に切り取るように指導されている。ただし実際には、巻き根を切り取ることによって土が崩れるとポットで育てることの意味が薄れるので、とくにひどい巻き根でなければ、なるべく根系を損なわないように、そのまま植えられるのが普通である。巻き根現象は、シートを敷いた方法でも多かれ少なかれ見られる。このような巻き根が、どの程度その後の成長に影響するものか、検討しておく必要がある。

苗木の育成にあたっては、とくに地上部／地下部のバランスが重要だとされている。裸根苗の場合、根切りを行うと地上部の成長が抑えられ、地下部では細根の分岐・成長が促進されるから、この比率が増加するのが抑えられる。一方、ポット苗の場合には、根の生育空間はポットの大きさによって限定されているから、地上部をあまり成長させると、当然この比率が大きくなってよくないと考えられており、この視点から大苗はよくないとする意見もある。

#### (4) 硬化処理

育苗の後期、山出しの時期が近づくにつれて、灌水の回数や量を減らすのが普通である。これによって、とくに地上部の成長が抑えられ、従って地上部／地下部のバランスがよくなり、木化が進み、苗木がしっかりと考えられており、これを硬化処理(hardening、hardening-off、conditioning)とよんでいる。直射日光も同様な過程を促すと考えられており、樹下植栽に用いられるものはともかくとして、日覆はできるだけ早めに外して、

直射光下で育てるべきである。とくに乾季の厳しい地域、乾燥地、半乾燥地では、樹種あるいは系統として、乾燥害にたいする回避性・耐性の強い材料を選ぶことはもちろんとし、できるだけ耐性を高めて山出しすることが必要だとされている。ただし、その必要性は認識されながら、これまで簡便な定量的指針がないこともあって、実際にはあまり実行されていないのが実情である。

狭義の硬化処理には含まれないが、ユーカリのような広葉樹の場合には、育苗後期にポットの間隔を離して、枝葉をしっかり張ることができるような空間を与えることが必要だとされている。これはむしろ順化とよばれる過程で、山出しのためのconditioningといえよう。

#### (5) 除草

苗床でも雑草は苗木の競争者であるが、ポット育苗の場合にはとくに、根系のための空間が著しく狭められているため、水分・養分の深刻な取り合いが起こる。その上、ポット苗は普通間隔を詰めて育てられるため、光環境についても競合が激しく、時期を失すると苗木の成長に深刻な影響を与えかねない。また、根系が絡み合うため、手遅れになると除草の際に苗木も一緒に抜けてしまい、植え直すのに手間がかかるだけでなく、成長も遅れる。従って除草は、雑草が小さいうちに早めに行うべきである。

#### (6) 菌根菌および根粒菌（広義）の接種

天然に分布していない国や地域でマツ類を植栽する場合には、菌根菌を接種しなければ良い成長が期待できないことはよく知られている。すぐに枯死するわけではないが、著しく成長が遅く、ある種の栄養障害を起こすことが報告されている。このような共生微生物と樹木との関係が次第に明らかにされており、それまでに考えられていたよりも多くの樹木で共生があきらかにされている（表11）。この表から明らかなように、多くの広葉樹で内生菌根、外生菌根が観察されており、興味深いことはいわゆる窒素固

表11 菌根を形成することか知られている重要な科および属 (Malajczuk *et al* 1992)

| 科名または亜科名                 | 属 名                        | ECM | VAM |
|--------------------------|----------------------------|-----|-----|
| Betulaceae(カバノキ科)        | <i>Alnus</i> (ハンノキ属)       | ×   | ×   |
|                          | <i>Betula</i> (カハノキ属)      | ×   | ×   |
| Casuarinaceae(モクマオウ科)    | <i>Casuarina</i> (モクマオウ属)  | ×   | ×   |
| Dipterocarpaceae(フタバガキ科) | <i>Shorea</i>              | ×   | ×   |
| Ebenaceae(カキノキ科)         | <i>Diospyros</i> (カキノキ属)   |     | ×   |
| Fagaceae(ブナ科)            | <i>Fagus</i> (ブナ属)         | ×   |     |
|                          | <i>Quercus</i> (コナラ属)      | ×   |     |
| Juglandaceae(クルミ科)       | <i>Caria</i> (ペカン属)        | ×   |     |
| Leguminosae(マメ科)         |                            |     |     |
| Caesalpinioideae         | <i>Cassia</i> (タガヤサン属)     | ×   |     |
| (ジャケツイバラ亜科)              | non-N-fixing trees         | ×   | ×   |
| Mimosoideae              | <i>Acacia</i> (アカシア属)      |     | ×   |
| (ネムノキ亜科)                 | <i>Albizia</i> (ネムノキ属)     |     | ×   |
|                          | <i>Prosopis</i> (mesquite) |     | ×   |
| Papilionoideae           | <i>Dalbergia</i> (シタン属)    |     | ×   |
| (マメ亜科)                   | <i>Pterocarpus</i> (カリン属)  |     | ×   |
| Melhaceae(センダン科)         | <i>Cedrela</i> (チャンチン属)    |     | ×   |
|                          | <i>Khaya</i> (アフリカマホガニー属)  |     | ×   |
|                          | <i>Swietenia</i> (マホガニー属)  |     | ×   |
|                          | <i>Eucalyptus</i> (ユーカリ属)  | ×   | ×   |
| Myrtaceae(フトモモ科)         |                            |     |     |
| Rosaceae(バラ科)            | <i>Malus</i> (リンゴ属)        |     | ×   |
| Rutaceae(ミカン科)           | <i>Citrus</i> (ミカン属)       |     | ×   |
| Commercial crops         | <i>Carica</i> (パパイヤ)       |     | ×   |
|                          | <i>Coffea</i> (コーヒー)       |     | ×   |
|                          | <i>Hevea</i> (ゴムノキ)        |     | ×   |
|                          | most palms                 |     | ×   |

注1 ECM 外生菌根 (ectomycorrhizas)

2. VAM VA菌根 (vesicular-arbuscular mycorrhizas)

定樹木でも菌根がみられることである。また、フタバガキ類の植栽における菌根の役割が明らかにされ、この樹木群による森林再生に新たな可能性を広げている。

菌根菌 (mycorrhizal fungi) の接種 (inoculation) にはいろいろな方法があり、底のあるポットでマツ苗を育てる場合には、健全なマツ林あるいは造林地から集めた表層土をポット用土に混ぜる。菌根菌を含む土壌の

混入量を具体的に示した文献や指針は見あたらないが、ごく少量でよく、ポット当たりでは数gの割合で混入するのが普通である。底のないポットを用いる場合にも、同様に用上に混入してもよいが、ポットを並べる苗床に散布するか、苗床の中にすでに菌根を形成しているマツの苗木か稚樹を植え込む。ポット苗を山出し前に数週間マツの成木の下に置いてよいとされている。

根粒樹木の場合にも、万一根粒 (root nodule) の発達がよくない場合には、根粒菌 (広義) の接種を行うほうがよい。とくに天然分布が見られない地域、あるいはこれまでに植栽されたことがない地域に新たに導入する樹種については、その樹種が普通に見られる林分の土壌を利用するか、何らかの方法で接種源 (inoculum, inoculant) を入手・培養して、それを種子にまぶして播き付ける。この場合、種子は発芽促進処理を行った”芽出し播き”のものが最も効果的である。国によっては関係研究機関で調製、提供しはじめているが、そのような態勢ができていないところでは下記に相談するとよい。

FACT Network c/o Winrock International

Rt.3, Box 376

Morrilton, Arkansas 72110

なお、熱帯・亜熱帯における主要な根粒樹木は、マメ科樹木、モクマオウ類、ハンノキ類などで、マメ科樹木には根粒菌 (*Rhizobium*) が、他の2群の場合には放線菌の1種 (*Frankia*) が共生して根粒を形成する。MacDicken (1994) によると、ネムノキ亜科の植物の90%、(ソラ)マメ亜科の植物の97%は根粒を形成するが、ジャケツイバラ亜科の植物では僅かに23%が根粒を形成するに過ぎないという。根粒を形成して窒素を固定することが確認されている種の数を見ると表12のとおりである。よく植栽されている樹種としては、*Cassia*、*Intsia*、*Parkinsonia*の各属のほか、



*Acacia catechu*、*Acrocarpus fraxinifolius*などは含まれておらず、根粒を形成しないとされている。なお *Tamarindus indica* も根粒を形成しないとされていたが、根粒の形成を認めている報告もある（松本 1997）。

表12 マメ科に属する窒素固定樹木：属ごとにみた樹種数  
〔MacDicken (1994) の表から作成〕

| ネムノキ亜科                           |     | (ソラ) マメ亜科                |    |
|----------------------------------|-----|--------------------------|----|
| <i>Acacia</i>                    | 192 | <i>Cajanus cajan</i>     | 1  |
| <i>Albizia</i>                   | 30  | <i>Dalbergia</i>         | 16 |
| <i>Calliandra</i>                | 11  | <i>Erythrina</i>         | 26 |
| <i>Cedrelinga catenaeformis</i>  | 1   | <i>Flemingia</i>         | 2  |
| <i>Dichrostachys</i>             | 3   | <i>Gliricidia</i>        | 2  |
| <i>Entada</i>                    | 3   | <i>Lonchocarpus</i>      | 8  |
| <i>Faidherbia albida</i>         | 1   | <i>Maackia amurensis</i> | 1  |
| <i>Inga</i>                      | 14  | <i>Pericopsis</i>        | 2  |
| <i>Leucaena</i>                  | 13  | <i>Pongamia pinnata</i>  | 1  |
| <i>Mimosa</i>                    | 3   | <i>Pterocarpus</i>       | 12 |
| <i>Newtonia</i>                  | 1   | <i>Robinia</i>           | 3  |
| <i>Parapiptadenia</i>            | 1   | <i>Sesbania</i>          | 6  |
| <i>Paraserianthes falcataria</i> | 1   | <i>Sophora</i>           | 7  |
| <i>Parkia</i>                    | 5   | <i>Wisteria</i>          | 4  |
| <i>Pithecellobium</i>            | 12  |                          |    |
| <i>Prosopis</i>                  | 15  |                          |    |

| ジャケツイバラ亜科               |   |
|-------------------------|---|
| <i>Dialium zenkeri</i>  | 1 |
| <i>Intsia bijuga</i>    | 1 |
| <i>Saraca declinata</i> | 1 |

## (7) 肥培管理

ポット育苗の場合には、ポットに用土を入れる時に少量の化成肥料や堆肥などを加えたり、また育苗期間中に少量の追肥を行うこともある。裸根苗の場合には、苗床を作る時にあらかじめ堆肥などを加えておくのが普通である。このような方法で、育苗期間に必要な養分はあらかじめ与えておくが、育苗中には常に苗木の状態を注意深く観察し、必要な処置をとらな

ければならない。とくに成長の速いユーカリなどの広葉樹については、このような対応が重要である。ユーカリについては、養分欠乏症状についての詳しい目安が示されているので、参考までに引用する（表13）。なおこの表では、老（下）葉から欠乏症状が現れる要素にカルシウムが入れられており、反対に新葉から欠乏症状が現れる要素にカリウムが入れられているが、わが国の針葉樹苗木の養分欠乏の検索表では反対になっていることを付記する。いずれにしろ、このような目安を参考に、常々苗木の栄養状態を観察しながら、健全な苗木を育てることが必要である。

表13 ユーカリ類における無機養分欠乏症状

(Wattle Research Institute 1972)

I. 症状は初め老葉に現れる。

A. 初め黄化し、次第に斑点が現れる。

N 欠乏

わずかな黄化が初め老葉に現れ、次第に幼葉に広がる。欠乏が進むと、葉身はレモン色に近い黄色を呈し、その後、赤みを帯びた小斑ができ、結局、葉全体に及ぶ。苗木の場合には、老葉と葉柄が健全なものより赤みを帯び、枝分かれが少なくなり、結局ほとんど側枝のない徒長した苗木になる。

B. 初め斑点が現れ、次第に黄化する。

1. 縁葉にたくさんの濃いシミが現れる。シミの数が次第に増え、地色は橙黄色を帯びる。苗木の場合には、シミは青みがかった紫色で、葉の地色の緑は健全な葉の緑よりも濃い。N欠の場合と同じように、枝分かれも少ない。

P 欠乏

2. 青白い緑色の地に、赤みのある斑点が現れる。欠乏が進むと、赤みのある斑点の組織は死に、葉もしおれて落ちる。

Ca 欠乏

C. 葉の太い側脈の間が黄化する。

Mg 欠乏

老葉が中肋に沿って黄化、葉の緑色は、組織が壊死するにつれて次第に褐色に変化、変色部分と太い側脈の間には緑色の組織が残る。苗木の場合には、下部の葉（老葉）が青白い緑色に変わり、時に普通より早く落葉して、先のほうだけに葉が残る。とくに *E. grandis*, *E. saligna*, *E. botryoides* の苗木は、陰葉に似た、正常の葉よりやや大型の葉をつける。

---

## II 症状は初め幼葉に現れる。

- A. 全体が-様に黄化する。 S 欠乏  
幼葉は全体に黄化、次第にブロンズ（青銅）様の色調に変わり、枝は紫色を呈する。
- B. 斑点が現れる。  
1. 葉身に黄斑が現れるが、葉脈に沿った部分には緑色が残る。 Fe 欠乏  
2. 葉脈の間に黄変するが、葉脈の周辺組織は緑色を保つ。 Mn 欠乏  
欠乏症状が進むと、葉先と葉縁がしおれはじめ、砂のような色に変わり、結局、葉身全体に広がる。
- C. 葉脈間が黄変する。  
1. 葉の大きさ、形は正常。  
a. 幼葉の側脈の間に黄変。葉縁から変化が始まり、次第に中肋の方向に進む。側脈に沿った組織はしばらく緑色を保つが、次第に紫色に変わる。葉の下面の緑色があせる。 B 欠乏  
b. 成葉の側脈の間に黄変。葉脈に沿った狭い幅の組織は緑色のままであるが、葉縁は紫色を帯びる。 Mo 欠乏  
2. 葉の大きさは普通であるが、形が健全葉と異なる。幼葉の側脈の間に黄変、葉身は緑が不規則に変形。 Cu 欠乏  
3. 葉は健全葉より細く小型である。葉の上面にたくさんの変色斑ができ、それらの間の葉面が紫色を帯びるとともに、幼葉の着生間隔が短くなり、小型の、狭い、黄色みを帯びた葉がロゼット状になる。葉縁に近い部分に、緑が褐色の小さな変色斑ができる。葉全体が青白い緑に変わり、葉脈の色が濃くなる。 Zn 欠乏
- D. 葉が異常に変色することはないが、葉縁と葉脈が壊死、苗木の葉は正常なものより小型で、しばしば表面、葉縁がちじれる。枝分かれが著しく、こんもりした叢生状を呈する。 K 欠乏
- 

[Evans (1992) p.217～p.218 より訳出]

### 3. 植 栽

熱帯造林には、皆伐後の一斉造林、天然更新地での補整植栽、低質林の樹種更改、荒廃地の緑化、あるいは最近の乾燥地の緑化など、いろいろな視点のものが含まれており、同じ植栽でも、それぞれに独特の問題がある。それらのすべてに触れることはできないが、荒廃地造林に力点をおいて、わが国の造林と異なる点を中心に解説する。荒廃地といっても地域や国によって成立の経緯や現状は異なるが、かつては森林であった広大な荒廃地に森林を回復することは緊急な課題であり、各地でいろいろな試みが行われている。

#### 1) 計画と踏査

造林事業の全体計画に従って、年次ごとの植栽対象地域の配置を決め、それぞれの対象地域に関わる各種の既存資料の収集に努める。例えば地形図、航空写真は基本計画立案に必要であり、縮尺5,000分の1程度のものが望ましい。土壌図、地質図、植生図などの人手も極めて有効で、事業全体の計画・遂行に障害となる要因を予測することが可能となる。入手した資料に基づいて、大まかな区分けを行い、踏査・測量の計画を立てる。必要な資料が揃っていない場合あるいは入手できない場合には、対象地域の地形測量や植生・土壌などの調査を行うことが必要になることが多い。

あらかじめ立てた大まかな区分けに従って現地の事前調査を行う。これを踏査 (preplanting survey, reconnaissance) とよんでおり、具体的には地形、水系、土壌型、土壌の化学性・物理性、基岩、植生などの自然的要素のほか、公道、土地の所有関係・利用権、住民の状況などの社会経済的要素についても調査する。近年比重を増している地域レベルでの植林にあたってはとくに後者の要件が重要で、住民の考え方やニーズを把握しておく必要がある。

これらを踏まえて、①いろいろな理由で現存する苗木の保全が必要な区域を決める、②造林可能地を区分する、③それらの区分ごとに植栽樹種を決める、④植栽予定地について、地拵えの要否、必要な場合にはその方法を決める、⑤植栽本数・間隔を含めた保育形式を決める、⑥林道・作業道・防火線の配置、山元での苗木の仮置き場などを決める、⑦労働力の調達方法を決める、などの事項がある。ちなみに、植生を保全する必要がある場合としては、防火線として利用する場合や、種子源として活用する場合などである。

熱帯の造林では、植栽予定地域の社会経済的状況、とくに不法居住民の侵入状況やその地域に対する周辺地域の住民の依存状況などを調べておくことが不可欠であるが、これらは造林技術以前の問題なので、ここでは指摘するだけにとどめる。

## 2) 地拵え

苗木を植栽する場合にしろ、種子を直播きする場合にしろ、そのような作業をしやすくするためには地表をあらかじめ整理しておく必要がある。この作業を地拵え (site/land/ground preparation) とよんでおり、一般には、①地表植生を取り除き、片寄せる、②同時に散乱している枝葉あるいは伐採の際の切り屑なども片寄せる、③土壌の物理性をよくする、などが含まれるが、荒廃地の地拵えではとくに土壌の物理性を改善することが重要で、荒廃の程度にもよるが、利用できるものなら、機械による耕耘は効果がある。耕耘は、「土壌の物理性を改善するだけでなく、植栽後の雑草木の再生を抑える上でも効果がある。機械耕耘には、ブルドーザかトラクタに装備したリッパで列状に耕起する方法と、ディスクハローを牽引して全面を耕起する方法とあり、普通等高線に沿って行うが、表面侵食を増す恐れがあるので、これまでのところ15°くらいまでの傾斜面が限度とされている。耕耘は普通には乾季の後期に行われるが、乾季のうちに前もつ

て地表植生を除去しておき、雨季に入って土壌に水分が十分に浸透してから耕起作業をするほうが効率的たとする指針もある。ただし、両作業の間隔が開きすぎると植生が回復してしまうので注意を要する。

雑草木の制御については、ユーカリ類、マツ類を植栽する場合には徹底した地拵えが必要とされているか、マホガニーなどのセンダン科の樹種や *Cordia alliodora* の場合には、虫害予防の観点からはあまり潔癖に刈らないほうがよいとされている。センダン科の多くの樹木（例えば *Swietenia* 属、*Cedrela* 属などの樹木）はメイガの1種 *Hypsipyla* spp. によって生育の初期に激害を受けることが多い。

半乾燥地における最近の経験によれば、平均年降水量が600mm 前後の地域で植栽木の活着・成長を確保するためには、地表植生を徹底的に剥ぎ取るような潔癖な地拵えが必要であるが、降雨強度が極めて強いので、表面侵食という点からはこのような潔癖な地拵えは危険であり、必ずしも勧められる方法ではない。そのような地拵えを行うとすれば次項で述べるような集水工法を行って侵食を抑えることが必要である。しかし、厳しい競争が予想されるような地表植生のところでは、現存する植生を基本にして、残存している有用な樹木や自然に更新してくる個体を育てることを基本とすべきであろう。

低地の湿潤熱帯林では構成樹種が多く、現在までに利用されている樹種は限られた本数しかなく、従って、このような林分の伐採は択伐によるのが普通である。択伐跡地には多数の立木が残っており、このような跡地に植栽を行う場合には、これらの残存木を除かなければならない。この作業は「上木整理」とよばれており、全面に植栽する場合には皆伐を行い、筋状に植栽する場合には帯状に伐開する。この作業も広い意味で地拵えに含めることができる。度重なる抜き伐りによって低質化した林分の改良のために有用樹種を植え込む場合にもほぼ同じ方法が取られており、これも地拵えとよばれている。湿潤熱帯林における上木整理の後には、伐倒した未利用樹種や雑草木を乾燥・焼却することが多く、火入れ作業（prescribed

burning) とよばれている。火入れ地拵えは、熱帯ではしばしば用いられているが、あらかじめ防火線を作設し、十分に注意して行わないと周囲に延焼する恐れがあり、また有機物を失うことになるから、林地の生産力を保続する視点からも望ましい方法とはいえない。低湿地の造林にあたって、停滞水を排除するための工法を行うこともあり、これも広い意味での地拵えになる。

### 3) 集水工法

広い意味では地拵えにはいるが、半乾燥地・乾燥地では植栽にあたって各種の集水 (water harvesting) 工法が行われている。いろいろな変形のあるマイクロキャッチメント工法と、比較的広い面積に対して開発されているテラス工法に大別することができる。

#### a. マイクロキャッチメント工法

乾燥の厳しいところでは、植栽本数は少し減っても確実に活着させるために、マイクロキャッチメント (micro-catchment) とよばれる構造が作られている。いろいろなタイプが試みられているが、ケニアでよく知られているのはトルカナ方式で、平坦な土地に畝立てを行い、畝に囲まれた低いところの一角に穴を掘り、その中に苗木を植える方法である。原型は畝の長さが10m四方、苗木を植える穴は1m四方であるが、いろいろな変形があり、穴の縁に苗木を植える場合もある。キツイ(ケニア)の斜面地に導入された例では、畝を5mほどに短くしたもの、斜面下方に向けて楔状に畝をつくり、畝の交点の内側に苗木を植える方法、斜面の等高線に沿って集水溝(深さ、幅は集水面積に応じて加減)を設け、そのすぐ下側に苗木を植栽する方法などいろいろな形が試みられている。同地の技術協力プロジェクトで作成されたマニュアルに示されている工法は図4のとおりである。

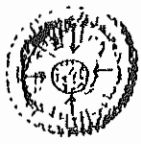
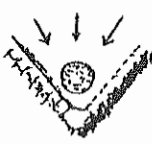
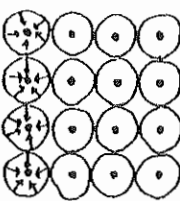
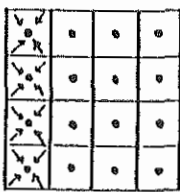
|                | 閉鎖式                                                                                       | 開放式                                                                                      | 溝式                                                                                        |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単離型            | <br>円形   | <br>楔形  | <br>溝楔形  |
| 単離並列型<br>(植栽地) | <br>円形   | <br>楔形  | <br>溝楔形  |
| 連結型<br>(植栽地)   | <br>地割型 | <br>W型 | <br>網目形 |

図4 マイクロキャッチメント：ケニア、キツイの例  
(Chahilu & Sairinji (1995) による、ただし型式邦語名は筆者の仮訳)

#### b. テラス工法

比較的広い面積に対して行う方法として、西アフリカで開発されたステピック法 (methode steppique) が知られている。この方法では、土壌の



表層を耕耘した後、緩斜面の等高線に沿って畝（contour ridge）立てを行い、畝の上側を少し下げたテラスにして、そのテラスの畝寄りに苗木を植える。畝の幅、間隔は雨量や傾斜の程度によって加減するものとされ、雨量の少ないところや緩い傾斜面では、幅・間隔とも広くする。この変形と考えられるのがトレンチ法であるが、テラスの場合と同じように長いトレンチを等高線に沿って造成するものと、短いものを組み合わせたものとある。エチオピア北部では、石積みで等高線に沿ったテラスを作り、そのテラスに苗木を植えているが、これをマイクロキャッチメントとよんでいる。

#### 4) 植栽間隔

植栽の目的、樹種の特性に応じていろいろな間隔（spacing）で植栽されているが、森林を再生することが第一の目的である荒廃地の緑化（rehabilitation）では、限られた経費でできるだけ広い面積に植栽したいことと、普通には除間伐は行わないことから、一般に疎植である。チップ・パルプ材生産を主としているいわゆる早成樹の造林では、普通には $3\text{m} \times 3\text{m}$ が多いが、 $2\text{m} \times 2\text{m} \sim 4\text{m} \times 4\text{m}$ さらには $1\text{m} \times 10\text{m}$ のような植え方や、 $1\text{m} \times 1\text{m}$ の4本の群を数m離して植える、一種の巢植えも行われている。また、常風の強いサイトで、群内の間隔をもっと狭くした束植えに近い方法を試みた事例もある。なお、荒廃地で疎植した場合にはなかなか閉鎖しないことになり、従って下刈の必要な期間が長くなる。

用材を含めた積極的な木材生産のための造林では植栽密度が検討されている例もあるが、そのような造林は立地条件の良いところで行われているので、やはり疎植である。マレーシアのサバにおける *Acacia mangium* の造林では、 $3\text{m} \times 3\text{m}$  の間隔が最も普通であったが、 $4\text{m} \times 2\text{m}$  の間隔に変えることにより植栽列を減らすことができ、それによって植栽経費を減らすことができたという。

PNG における *Eucalyptus deglupta* の事例を見ると、 $4\text{m} \times 4\text{m}$  の植栽

間隔で植えた場合でも38年生ですでに競争が起き、自然枯損現象が観察されている。3m×3mの植栽間隔の場合にはこの現象は一層激しく、被圧木・枯損木の割合（本数）ははるかに大きかったと報告されている。このような成長の実態から、4m×4m（625本/ha）で植栽して25年生で主伐する場合、4年生で除伐、10年生と18年生で2回間伐を行う管理方式が提案されている。ちなみに、この密度で植栽された林分の4年生時の成長は、平均樹高18m、平均胸高直径16cm、林分材積120m<sup>3</sup>/haとされている。詳しくは坂口（1984）または森（1992）を参照されたい。

## 5）植え穴

植え付けた苗木が完全に活着するには約1か月かかるから、植栽は乾季の始まる少なくとも1か月前までに終えておく必要があるが、できれば雨季の前半に実行することが望ましい。そこで、耕耘地植えの場合は別として、植え穴はあらかじめ乾季の後半までに掘っておかなければならない。乾季の後半は土壌が最も堅い時で、この時期に植え穴を掘るのは効率的ではないか、植栽を適期に済ませるためには止むを得ない。植え穴掘りの工期は著しく低く、穴のサイズにもよるが、1日あたりせいぜい20～30穴といったところである。

植え穴の大きさは普通、径30cm×深さ30cmから45cm×45cmくらいとされているが、半乾燥地・乾燥地ではもっと大型の植え穴のほうがよいとする意見もある。例えばミャンマーの乾燥地では、180cm×45cm×45cm（深さ）の穴の中央に30cm×30cm×30cmの穴を掘り下げた巨大な植え穴を掘るように決められている。

要するに、植え付け後の苗木が速やかに根系を発達させることが目的で、土壌条件と植栽後の苗木の成長をみて適宜に加減する。重粘な土壌が厳しい乾季で固結している場合には、植え穴が小さいと植栽木の根系が周囲の

土に張り出せず、また強雨の時に一時的に湛水状態になる恐れもある。一方、砂質な土壌の場合には、乾季にはかなり堅くても、一旦雨が降って雨水が浸透すると意外に硬度が下がり、水の浸透もよくなる。土壌硬度と根の貫入を調べてみると、土壌硬度が $10\text{ kg/cm}^2$ （山中式土壌硬度計で20mm）以下であれば根は土壌中に容易に貫入することができる。砂質土壌の場合には、乾いた状態では $30\sim 40\text{ kg/cm}^2$ （山中式硬度計で30mm前後）くらいの堅い土壌でも、雨水が十分に浸透すると20mm以下に下がった。このように、土性によって湿った場合の硬度低下が異なるので植え穴サイズを決める要因になる。

植え穴を掘ることをpittingとよぶ。植え穴を掘るにあたっては、植え付けの間隔を計る棒（spacing stick）を用意し、それで植え穴の位置を決め、枝や竹の切れ端を挿してゆく。これをstakingまたはpickettingとよぶ。なお、柔らかな土壌のところや耕耘したところでは、鍬などで単に印付け（marking）だけを行う。

## 6）植え付け

厳しい熱帯の自然条件下では、頑健な苗木を、最善を尽くして植えることが成林の第一歩である。しかし実際には、苗畑から山元に運ばれる間、山元で一旦待機しなければならない場合の取り扱い方にも注意深さが足りなかったり、また植え穴までの配り方、植え付け方にも配慮が欠けることが多いので、十分な指導・監督が必要である。

季節林地帯でも乾燥が厳しいところ、また半乾燥地などでは、雨の降りが不規則なことが多く、植栽開始の時期の判断は非常に難しい。普通には、雨季が始まってある程度の積算降雨量に達したところで植栽を開始する。植栽を開始する時機の決め方にはいろいろな目安があるが、例えば、①日降雨量（mm）を記録し、1週間の積算降雨量が60mmを越えた時、②表層土30cmに降水が浸透した時、③植え穴の底が十分に湿ったことを確認し

たら一旦穴を埋め戻しておき、さらに降雨があつて穴の中の土壌がよく吸水したら植栽を始めるなどである。

ポリエチレンフィルム製のポットで育てた苗木の場合には、ポットは植栽直前に取り外し、なるべく根系を崩さないように植え付ける。この際、巻き根がひどい時には、剪定して根を解きほごしてから植え付けるという指針もあるが、根系を傷めることになるので、普通にはほとんど実行されていない。ルートトレイナーで育てた苗木の場合には、ケースのままサイトに運ぶか、ポットから抜き取ってからサイトに運ぶ。

植え付けは列植えが普通である。とくに機械を用いる場合には、後から機械除草などかできるように、列間を広くあけ、株間を狭くするような列植えも行われる。数本の苗木をやゝ狭い間隔で群状に植え、群の間を離す果植えも試みられている。これは近くに植えられたもの同士が支え合つて成立に有利だとされていることも理由の一つであるが、部分的に閉鎖を早くすることも期待されている。環境林の造成にわが国で創案された束植えを、常風が強いサイトで試みて効果があつたことを報告している事例もあるが、具体的な方法はむしろ果植えに近いと考えられる。

普通の植え付けは、植え穴の周囲に上げてある土を半分くらい植え穴に戻し、その上にポットを外した苗木を置き、さらに土をかけて根元を踏む。このため根元の周囲は周りの地面よりやゝ低くなるのが普通であるが、乾燥の強いところでは、植え穴を深くし、戻す土の量を減らして根元周囲の面をもっと下げる植え方もあり、反対に湿潤な地域で、とくに水はけが悪いところでは、根元の近くを盛り上げて植える「置き植え」(mound planting)も試みられている。半乾燥地では、雨が程度降ったところで、周囲に上げてあつた土を埋め戻すので、もう一度ポットの大きさ程度の小穴をつくり、その中に植え付ける。ポットは根系を傷めないように外すのが普通であるが、シロアリの多いところで、底なしのポットを付けたまゝ植えている場合もある。ただし、この方法で必ずシロアリの侵入を防ぐことができるとはいえないようである。

## 7) マルチング

乾燥の激しいところでは、植栽した後、植えた苗木の根元周辺の埋め戻した土の上に周辺で刈った草などをかける。地面からの蒸発を抑えるため、根元の地表面が直接日射を受けないようにする。ただしシロアリが多いところでは、このようなマルチング (mulching) を行うとシロアリを誘引する恐れがあるとする意見もあり、小石を周辺で得やすい場合には、小石を敷くのも一案であるが、ケニアで試みた限りでは両者の間に有為な違いはなかった。植えた苗木をシロアリが食害するのは他に餌がないからで、むしろ刈った草を周囲に置くほうがよいとする意見もある。実際には、シロアリの分布が影響しており、草を敷いても必ずしもシロアリが寄ってくるとは言えないようである。なお小石を利用する手法は、日射が強い場合には、小石が熱せられて地温を上げ、根の成長にマイナスの影響を与える恐れもあるし、熱くなった小石が直接根元に当たると熱害を起こす可能性もあるから注意が必要である。

## 8) 補植と改植

植栽した後、遅くとも2～3か月以内に活着状況を調査し、同じ雨季の間に枯損したものを植え替えることを補植といい、英語ではrefilling、infilling、blanking、supplementary/compensatory planting、beating-upなどのいろいろな単語が使われている。これに対して、活着率が著しく低い場合には翌年全面的に植え替えることがあるが、これは改植(replanting)と呼ばれる。ただし、伐採した後に植栽することをreplantingとよんでいる場合もある。

補植の基準は必ずしも決っていないが、活着率が90%より低い場合に行うとする指針の例がある。活着率が50%より低くなった場合には、残存木の配置にもよるが、翌年の植栽期以降になるべく早く改植を行うほうがよ

いとされている。

## 9) 混植と先行植栽

荒廃地の造林では、根粒 (root nodule) を形成する樹木いわゆる肥料木 (英語では *nitrogen fixing tree* 窒素固定樹木) を植栽して土壌の改良をはかることもしている。初めから目的樹種と肥料木を混ぜて植栽するのが混植 (mixplanting) で、わが国の海岸林でニセアカシアやイタチハギをクロマツに混ぜて植栽しているのと同じである。一方、まず肥料木を植栽して土壌の肥沃化をはかり、数年してから本来の目的樹種を植え込んで置き換えてゆく方法を先行植栽とよんでいる。後者の場合、先行して植栽するものは必ずしも肥料木とは限らず、瘠せ地に強い早成樹、例えば *Cassia siamea* などを植えることもある。

いわゆる肥料木—根粒樹木は、根粒菌 (*Rhizobium* 属の細菌) の共生するマメ科樹木と、放線菌 (*Frankia* 属などの細菌) の共生する非マメ科樹木に分けられている。マメ科は普通、マメ亜科、ネムノキ亜科、ジャケツイバラ亜科にわけられる (これらを科とすることもある) が、とくにあとの2亜科の樹木は熱帯に多い。ジャケツイバラ亜科の樹木には根粒をつけないものが多い (p 88 ~ p 89) が、この亜科の早成の樹木、例えばタガヤサンなどは土壌改良効果が大きいとされている。非マメ科樹木で熱帯に分布するものにはモクマオウ類、イヌマキ類、ハンノキ類などがあるが、よく植栽されているのはモクマオウ類である。ハンノキ類は南アジアの一部や中近東で多く植えられている。

## 10) 列状植栽

皆伐によって引き起こされる問題は今更述べるまでもないが、熱帯の場合には、とくに地力維持上影響が大きいこと、大面積の一斉単純林の造成

は病虫害突発の危険があることなど、現存植生をいろいろな幅に帯状に伐り開いて、伐開したあとに苗木を列状に植栽する方法をとることも多く、これを列状植栽または筋植え（line planting）と称している。天然更新の補助作業として行われている enrichment planting の1法として、目的樹種の前生あるいは後生稚樹が基準よりも少ないような場合や、有用樹種がほとんど含まれないようになった低質林分を改良する場合にも、現存林分を適宜の幅に帯状に伐採して筋植えを行う。また多くの極相樹種のように、とくに幼齢期に強光下で育てにくいものの苗木を植栽する場合にも、現存植生を帯状に残してその間に苗木を植栽するが、現存植生を植栽木の保護のために残す場合には、植栽木の成長が抑えられないように保残帯は逐次伐りすかしたり、除去して、その跡にも更改樹種を植栽することになる。

伐開帯・保残帯の幅は植栽の目的、現存植生の状況、とくにその高さ、植栽しようとする樹種の性質、地況などによって変える必要があるが、オセアニアの事例を見ると、伐開帯は15～2mの幅が多く、保残帯は28～112mと事例によってかなりの幅がある。ナイジェリアやケニアで行われた例から見ると、これらの伐開帯の幅はやゝ狭いように思われるが、いずれにしても、光環境と植栽木の成長の関係からそれぞれの場合に適切な方式をとるべきである。これまでの研究成果から大ざっぱに言えば、樹種によって加減する必要があるが、相対照度は50～80%くらいがよさそうである。

## 11) 下木植栽

皆伐した跡地や草原にいきなり植えても育ちにくい樹種の場合には、先行植栽した樹木や前生樹を伐りすかしたり、枝を払ったりして苗木を植え込み、逐次光環境を改善しながら育ててゆく。こういう方法を下木植栽または樹下植栽（underplanting）と称している。極相樹種は一般に幼齢時は直射光に弱いといわれているが、例えばフタバガキ科の樹種をこのような方法で成林させた例がある。その例では、はじめタガヤサンを植栽し、約

20 年後に林内にホワイトラワン (*Pentacme contorta*) の山引き苗を植え込み、はじめに植栽した上木のタガヤサンを逐次抜き伐りながら、ホワイトラワンの一斉林に誘導したという。極相樹種は生育段階が進むにつれて光が余分に必要になるが、光環境は上木の成長につれてむしろ悪くなるのが普通で、植え込んだ苗木を十分に成長させるためには、林内の光条件を早め早めに改善するような手入れが不可欠である。なお樹種によっても異なるが、成長を期待するためには植栽時から 50 % 以上の相対照度は必要である。

## 12) 灌水

半乾燥地、乾燥地における特殊な植栽法として water jar reservoir とよばれる方法がある。これは本来、農地の周囲などに被陰樹を植える時などに用いられるもので、深さが 40 ～ 50 cm、直径 25 ～ 30 cm の素焼の壺の底の片側に小さな穴を開け、植栽木の傍らに埋め込み、これに水をいれて徐々に水が浸み出るように考案されている。ケニアの社会林業技術協力プロジェクトでは、40 ～ 50 cm に切断した塩ビパイプ（直径約 5 cm）を植栽木の根元近くに差し込んで、これに生活廃水などを適宜に注入する方法や、空き瓶やペットボトルに水を入れ、植栽木の根元近くに逆さに押し込んで徐々に水が浸み出るようにする方法などを考案した。前者はコストにやや問題はあがるが、いずれの方法も、屋敷周りの植栽木の活着・成長促進には有効な方法であろう。



## 4. 保 育

### 1) 下刈

土壌条件、植生の状態、気候によっても異なるが、熱帯では一般に雑草木の成長が盛んなため、少なくとも植栽後の2、3年は、1成長期間に1～2回、多いところでは5回も下刈（weeding、slashing）を行うことが必要だとされている。下刈は植栽木の活着・成長に影響するだけでなく、乾季のあるところでは、雑草を枯れたまゝにしておくと、火災とくに延焼の誘引となる。また仮に下刈を行っても、刈り払ったあとの枯れた草をそのまま放置すると燃料となり、一旦火がはいった場合には火勢を強めるから、防火線に集めて焼くなどの処置が必要である。ただ、低地の湿潤熱帯における実際の下刈作業は極めてきつい作業なので、下刈の方法を工夫するなど、改善に努めてゆくことが必要である。

植栽木の活着に対する下刈の影響は、樹種・系統によっていくらか異なる場合もあるが、とくに植栽後間もない期間に明らかである。ケシアマツの場合、下刈をしないと10～20%の活着率であるが、下刈をすれば80～100%活着するという結果が報告されている。下刈によってとくに初期成長が促進されるといわれるが、あまり具体的な数字は報告されていない。土地条件が良い場合には繁茂する雑草木によって覆われ、光不足やムレが成長を阻害するが、そうでなくとも植栽木の根系がまだ浅い時期には、水分・養分の吸収について、草本類、灌木類の根系と競合したり、また害獣のシェルターや巣となることもある。

坪刈（spot/ring weeding）、筋刈（strip/line weeding）、全刈（complete weeding）があるが、普通には坪刈か筋刈で、手刈が普通である。手刈にはそれぞれの国や地域に固有の道具が使われ、独特の刈り方がある。刈払機（brush/bush cutter/cleaner）による機械刈が行われている場合もあり、また、平坦な地形で、土壌があまり堅くなければ、トラク

タでディスクハロー (disk harrow) などを曳き、中耕をかねて除草を行うこともある。除草剤の利用も一つの方法として挙げている指針書もあり、うまく使用されている例もないわけではないが、安全性と経済性の両面から、目下のところ熱帯ではあまり使用されていない。なお、チガヤの生育を抑えるべく除草剤を使用した例で、効果はあったが、ヒヨドリソウの類に変わり、かえって扱いにくくなったという事例もある。

半乾燥地キツイ (ケニア) における保育作業では slashing と weeding を区別しているか、この場合 slashing は「刈り払い」といった意味で、weeding のほうは「かじり取る」ような刈り方を指している。weeding は、植栽木の根元周りを円形にかじり取るもの (spot cultivation weeding) と全面的に地表植生をかじり取るもの (compulsive weeding) にわけられており、後者は水分、養分、光の競争をなくすための最も効果的な方法としているが、同時にマイクロキャッチメントを作ってエロージョンを防ぐことが必要だとしている (Chahilu & Saminji 1995)。

## 2) つる切り

とくに低地多雨林地帯ではつる植物 (climbers, lianas, vines) が繁茂するので、それらとの競争から植栽木を護らなければならない。この地域では、人工造林地・天然更新地のいずれでも、不成績の最大の原因の一つはつる植物の繁茂である。つる植物はわが国で食い込み型、覆い型に大別されているが、とくに覆い型は樹冠上にのし上がって枝葉を覆い、光不足を起こす。これらのつる植物は、植栽木が草本植生を抜け出した後にも影響を与えるから、下刈が要らなくなっても年1回以上は行う必要がある。なお、切断面から容易に再生するので、できれば根を掘り上げるくらいにするほうがよいとされている。実際に利用された事例は聞かないが、わが国でクズなどの枯殺に用いられているケーピン (商品名、K-pin; 成分 picloram) は応用の可能性が大きい。

### 3) 除間伐

下刈が不要になる時期、言い換えれば植栽木が草本層を抜け出る時期になると、いわゆる除伐 (improvement cutting) が必要な場合もある。熱帯の広葉樹には萌芽力の強いものが多いが、このような樹種の切株からの萌芽はしばしば植栽木の成長を妨げるので除伐する必要がある。なお、ユーカリ類やメリナの大規模造林地では萌芽更新が行われているところが多いが、所定回数の収穫を終えた株をより優良な系統に更新した場合に、不要になった古い株から出ている萌芽を抑制することが必要な場合もあるという。いずれの場合にも、前項で述べたケービンの利用が可能かも知れない。また植栽木の中にも、病虫害を受けたものや、著しく形質の悪いものなど林分の健全な生育に有害なものが出てくるので、これらは除伐しなければならない。

熱帯においても、木材生産を目的とするいわゆる産業造林の場合には間伐 (thinning) が行われているところもあり、また、先行植栽した早成樹あるいは肥料木の間に有用樹種を下木植栽して樹種更改を行う場合には、上木の成長に伴って疎開伐 (release cutting) が必要となることもある。しかしいわゆる緑化 (rehabilitation) の場合には、いろいろな理由で初めから植栽密度が低いことが多く、普通には間伐は行われていない。むしろ、流域保全などのために、一切の伐採が禁止されている場合さえあり、予想より成長がよく混みすぎても間伐できないこともある。

木材生産を目的とした間伐では、胸高断面積による方法 (オーストラリアのナンヨウスギの例)、立木本数による方法 (PNG のバルサの例) などが紹介されているが、いずれもいわゆる機械的間伐が普通である。なお、フィジーのカリビアマツ人工林の資料によって、暫定的な林分密度管理図が試作されており (白井 1980)、ごく最近では、*Acacia mangium* と *Eucalyptus deglupta* の両種についても暫定的な密度管理図が提案されている (河原 1999)。

ここでは、マレーシアにおける *Acacia mangium* 人工林に対する保育指

針の例を紹介したい(Srivastava 1993)。この報文が刊行された時点で、パルプ材生産の場合には普通は間伐は行わず、総平均成長量が最大になる樹齢を伐期としていたが、サバ、PNGともに6~7年であった。しかし、本種は樹形・幹の通直性に著しい変異がみられるので、早い時期に切り捨て間伐を行うと有効だとする示唆もあった。一方、製材用材の生産にあたっては枝打ちと間伐の効用が指摘されていたが、遺伝的な性質や立地条件・施業条件による成長の変異が大きく、その上、材の物理性や加工特性、経済状況なども考慮しなければならないので、要件の検討は複雑だとしている。この時期に行われたSAFODA(マレーシア、サバ)における試験では、間伐によって成長空間を広げることにより直径成長が効果的に促進されることが確認された。このような状況を踏まえて提案された指針の例が表14(Thang & Zulkifli 1992)であるらしい。この指針では植栽間隔は33m × 33mで、ha当たり900本、3回の間伐によって最終的には200本/haとし、この200本については枝打ちも行うように提案されている。

表14 *Acacia mangium*の保育形式の事例(1) (Srivastava 1993)

| 林 齢     | 施 業                     | 解 説                                                           |
|---------|-------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 植栽後4か月  | 下刈と整姿                   | 植栽木の周囲45cmにあるすべての蔓植物を掘り上げる<br>根元から30cmまでの枝を払う                 |
| 植栽後6か月  | 下刈                      |                                                               |
| 植栽後12か月 | 下刈と<br>第1回枝打ち           | 4か月後と同じ施業<br>2~15mの高さ(樹高の半分まで)のすべての枝を払う                       |
| 植栽後2年   | 下刈<br>第1回間伐と<br>いわゆる枝打ち | 300本/haを抜き伐り、<br>600本/haを残す<br>最終収穫木を200本/ha選び<br>6mまで枝を打ち上げる |
| 植栽後4~5年 | 第2回間伐                   | 200本/haを抜き伐り、<br>400本/haを残す                                   |
| 植栽後8~9年 | 最終間伐                    | さらに200本/haを抜き伐る                                               |

一方、個体間の競争が始まる前に、早期に強度の間伐を行うという意見（表15）もある。この指針ではまた、林齢の代わりに林分高を目安に組み入れた。これらを実際に取り入れた保育の結果はまだ報告されていない。

表15 *A. mangium*の保育形式の事例（2）（Srivastava 1993）

| 施 業                 | 時期と内容                                                                                           |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 植栽（1,400本/ha）<br>補植 | 植栽から1/2か月後、ただし枯損率が10%を越えた場合のみ                                                                   |
| 除草                  | 植栽から2か月後に刈刈り；植栽後4、6か月後にも除草                                                                      |
| 枝打ち－下部（6m）          | 植栽から4か月後に複数幹と大型の側枝を切除、<br>林分高5mで2.5mまで枝打ち（1/4枝打ち）（900本/ha）、<br>林分高10～12mで6mまで枝打ち（500本/ha）       |
| 間伐                  | 林分高5mで900本/haに間伐（切り捨て or 非収益間伐）<br>林分高10～12mで500本/haに間伐（切り捨て）<br>林分高約20mで300本/haに間伐（収穫 or 利用間伐） |

#### 4）枝打ち

本来の枝打ち（普通はpruning、high pruningともいう）も産業造林ではいろいろな事例が報告されている。例えば、メキシコイトスキヤバトゥラマツは自然落枝しにくいので、節のない材を生産するためには枝打ちを行わなければならない。また、マノチの材料用に育成されている *Alstonia macrophylla*（ブライ、キョウチクトウ科）の場合にも枝打ちを行うように勧められている。一方、多くのユーカリ類や *Terminalia superba*（リンバ）、*Anthocephalus chinensis*（カランパヤン）などは自然に枝が落ち易いので、あまり枝打ちの必要はないとされている。枝打ちの実際については、わが国における方法と取り立てて変わらないので割愛する。

実際にそのようなニーズがあるものか分からないが、節のない柱用の心持ち材を生産する場合には、枝打ちを適期に行うことが必要であり、実際

に高地の針葉樹林では実施されている例もあるらしい。枝打ちを適期に行うためには、次のようなサイズが目安になる（藤森 1984）。

$$d_1 < d_2 - 2 \Delta d (-b) ; d_3 > d_2 x$$

ここで  $d_1$  : 枝打ちすべき幹の直径

$d_2$  : 生産される柱材の太さ

$d_3$  : 収穫される幹の直径

$\Delta d$  : 打った枝の基部を覆う厚さ

$b$  : 幹の曲がり

いわゆる緑化の場合などには、材質を高めるための本来の枝打ちは行われないが、前項と同しように、①下木植栽された稚樹の成長を促すために行われたり、②火災の際の被害の軽減、③林内見回りの便、あるいは④飼料として利用するためなどに行う枝打ちがある。これらはわが国の枝払いに当たり、low pruning と称されている。なお、アグロフォレストリーの分野で飼料として枝葉を収穫・利用する場合には、pruning は小枝を刈り込む方法に用いられており、このほかに、樹冠下部の枝を下ろすlopping、頭木作業のように約2 mの高さですべての枝を切り落とし、その高さで萌芽更新させるpollarding などがある。

## 5) 肥培

熱帯においても、一部の産業造林で、成長を促進し、収量を高める目的の林地肥培が行われている事例はあるが、本来は自然条件下での物質循環によって収支が見合うような取り扱い方を行うのが理想的である。そのためには、立地条件によっては根粒を形成する有用樹種を選定したり、いわゆる肥料木を混植するなどの配慮が必要であり、また地拵えの際には地力の低下を起こさないように努めたり、有機質の少ない土壌の場合には、植

え穴に厩・堆肥を入れたり、植物材料によるマルチを行うことなどが勧められる。

熱帯のとくに荒廃地における造林では、いろいろな原因でしばしば欠乏症状が見られる。そういう場合の対症療法としての肥培の事例が報告されている。もっともよく知られているのはダイハック（dieback、先枯れ）で、カリビアマツ、オーカルパマツ、ユーカリ類などとして報告されているものは圃素欠乏によるとされているものも多く、この場合には圃砂の施用によって防止できるとされている。マツ類についてのPNGでの例を見ると、圃砂または圃酸塩を植栽から1か月後および6か月後にそれぞれ1本当たり25gを施用する処方示されている。

一方、オーストラリアのマツ類で見られる先枯れは亜鉛欠乏によるといわれており、また燐、硫黄、モリブデンも先枯れの原因になるとする文献もあるので、先枯れがすべて圃素欠乏によるとはいえないようである。ユーカリ類については養分欠乏症状が表のように纏められている。わが国の針葉樹苗木の欠乏症状と異なるところもあるが、診断の参考にして対策を考えてほしい。なおウーカルパマツなどで、多軸化、針葉のヨジレや疎生、着葉期間の短縮なども報告されているし、植栽直後は良く成長していたチークが、その後多年にわたって先枯れを繰り返した例もあるが、それらの原因はまだ明らかでない。

産業造林では主に早成樹種が植えられており、しかも短伐期で回転させることになるから、養分の収奪が著しいはずである。最もよい例がユーカリ造林で、かなり早い時期から水分・養分の消費が問題にされてきた。アカシア類のように窒素固定樹木の場合には、窒素に関しては循環系外からかなりのインプットがあるはずであるが、その他の養分に関してはやはり消費が大きいはずである。

パルプ材を生産する7年伐期のユーカリ造林における土壌養分のバランスは表16のとおりである。1伐期で循環系から持ち出される各要素の量は、N・77kg/ha、P・8kg/ha、K・87kg/ha、Ca・104kg/ha、Mg・

17kg/haで、収穫後に林地に残る養分をみると、カリを除いて少なくとも5回分は十分に賄えるという数字が示されている。カリについては3回目にはすでに不足することが分かる。この表に示されているインプットには土壌および基岩から溶出する分は含められていないが、その量はたいしたことではないらしい。つまり、このユーカリの場合には2回目の後期にはカリは若干施肥によって補給する必要があるが、他の4要素についてはほぼ5回分はまかなうことができ、中では磷が最も条件がよいことになる。しかし逆に見れば、早成樹種によって短伐期の産業造林を繰り返す場合には、15年～30年の間に積極的な肥培が必要になることを認識する必要がある。

表16 パルプ材生産のためのユーカリ造林(7年伐期)における土壌養分バランス  
(Davidson 1995)

| 要素 | 投入分 <sup>1</sup><br>(kg/ha) | 地上部吸収分 <sup>2</sup><br>(kg/ha) | 収穫物分 <sup>3</sup><br>(kg/ha) | 林地残留分 <sup>4</sup><br>(kg/ha) | 差引 <sup>5</sup><br>(kg/ha) |
|----|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| N  | 455                         | 179                            | 77 (17)                      | 102                           | 378 (83)                   |
| P  | 60                          | 15                             | 8 (13)                       | 7                             | 52 (87)                    |
| K  | 235                         | 164                            | 87 (37)                      | 77                            | 148 (63)                   |
| Ca | 607                         | 381                            | 104 (17)                     | 277                           | 504 (83)                   |
| Mg | 96                          | 56                             | 17 (18)                      | 39                            | 79 (82)                    |

注1. 降水、肥料、落葉落枝

2. 地上部バイオマスに含まれる要素量

3. 樹皮を剥いだ幹の材中の要素量、括弧内は投入分に対する%

4. 枝葉、梢頭部および樹皮

5. 収穫後に林地に残る要素量、括弧内は投入分に対する%

## 6) 保護

熱帯の造林地ではいろいろな被害が発生するので、それらから植栽木を護らなければならない。初めにも述べたように、熱帯造林における問題は、植栽が遅々として進まないことと共に、折角造成された造林地の成林率が極めて低いことである。植栽面積が少ないだけに、折角植えたところは是非とも成林させたいところであるが、実際には各種の要因で被害を受ける。最も大きな要因は人為的被害で、いろいろな要因による火災、不法耕作、盗



伐、あるいは植栽木に対する悪意の損傷、家畜による食害などがある。他の一つは気象害で、乾燥（drought）による被害、冠水（flooding）または停滞水（dead water）による被害、および風による損傷などで、風による損傷は病気の誘引となることもある。もう一つは病虫獣害で、すでにいくつかの実例を挙げたが、各地の苗畑・造林地で害虫や病気ときには野生動物に悩まされており、とくに病害虫は今後とも増えることはあっても減ることはないだろう。病虫害については本シリーズの別巻に纏められているが、平生から苗木・植栽木を注意深く観察し、それぞれの専門書を参考にしながら、早めに適切な処置を取ることが重要である。

### （１）火災の被害に対する対策

熱帯では、天然林といわず人工林といわず、しばしば火災に見舞われる。とくに閉鎖前の造林地の場合には、乾季に枯れた地床植生や下枝が燃料になって燃えやすい状態にあり、一旦火がはいると容易に燃え広がり、周囲にまで延焼して被害が大きくなる。火災の原因には、よく①焼き畑耕作のための火入れが挙げられるが、フィリピンの例では、そのほかに②放牧のための火入れ、③失火、④放火、あるいは⑤狩猟のための小型野生獣の追い出しなどがある。放牧のための火入れは、乾季の後半に火入れによって新しい草を芽吹かせようとするものであるが、十分な準備をせずに火をつけるため、その火がしばしば広がって周囲に延焼する。これらの要因の順位は国や地域によっても異なろうが、フィリピンでの筆者の経験では、放牧のための火入れと放火が意外に多いように思われた。このほか、乾季のある地域では落雷も火災を起こす危険があるといわれるが、たいていは雨を伴っているので、かりにあるとしても頻度はごく低いものと考えられる。

いずれにしろ、このような火災の被害から植栽地を護るために、いろいろな手だてが考えられている。ここでは造林技術的なものだけについて述べることにするが、万一火災が発生した場合にも被害を最小限に食い止めるため、造林の予定区域内に残存している樹林帯や沢の配置を考慮しながら

ら、尾根筋などに防火線または防火（樹）帯（fire break/line）を作設し、植栽地のコンパートメント化を図る、つまり小区画に分けることが考えられている。防火線は少なくとも数mから10mの幅が必要で、火災が発生した場合に燃料となる草本植生の高さによって変える必要がある。区画の大きさについても定説はないが、10～20haに区分けできれば理想的である。ただし、あまり区画を小さくすると植栽される面積が減少するし、防火線自体の保守が大変になる。防火樹帯としてこの部分に火災に強い樹種を植栽する場合もあるが、一般の植栽地と同時に植栽したのでは、植栽直後の防火効果を期待するのは難しい。

火災に強い樹種には、葉が燃えにくいいわゆる防火性樹種と、地表火程度であれば火災の後間もなく萌芽するいわゆる耐火性樹種とあるが、前者には例えば *Acacia auriculiformis* や *Calliandra calothyrsus* などがあり、実際に防火樹帯に植栽されている。後者の代表的なものとしてはチークやメリナがあり、とくに火災の危険の高いところに植栽されている例もある。防火線（帯）は、ブルドーザなどを利用できれば掻き起こしておくのがよいが、さもないと草をなるべくこまめに刈り払い、防火線内で焼却するか、外に運び出しておく。また防火線の有効利用のために、家畜を導入してこの部分の草をはませれば一石二鳥である。火災の被害をなくするためには、地域住民に対する普及啓蒙活動から、監視体制、消火体制、消火方法などさまざまな問題があるが、これらは造林技術の範囲から出るのでここでは割愛する。なお、火災の被害を無くするためには地域住民の理解と協力が不可欠であるが、そのためには、地域住民が造林から具体的なメリットを得られるような配慮が必要である。このような方策の一つは社会林業の枠の中で考えてゆくべきであるが、ここでは問題を提起するだけにとどめたい。

## （２）気象害に対する対策

気象害のうち最も重要で広域的なものは乾（燥）害（drought）である。

これに対する造林的対策としては、①乾燥に強い樹種の選択、②乾燥に強い苗木の育て方、③降水を有効に利用する植え方があるが、①については樹種の特性のところで必要な情報を整理・紹介したので、それらを参考にしていただきたい。②については、育苗技術の中で述べたように、育苗後期に灌水の量・頻度を減らしたり、強い光に馴らすなどして十分な硬化処理を行うことであるが、考え方としてはいろいろな指針書に書かれていながら、具体的な方法は必ずしも明確でない。半乾燥地・乾燥地の造林が展開されている折から、早急に検討されるべき課題である。③については、植え穴のサイズから各種の集水工法まで、広い意味での地植え方法に含まれる植え方の工夫があるが、これらについては前章で述べたとおりである。

豪雨あるいは多雨による冠水または停滞水による被害は、普通は比較的限制された場所での問題であるが、ここでも樹種の選択が最も重要な対応策である。ただし、冠水や停滞水に強いという植栽樹種はあまりなく、比較的湿地に強いものも、水が動いている状態が前提になるのが普通であるが、少なくともこういう樹種を選択するほうが安全なことは確かである。なお、ユーカリの1種である *Eucalyptus robusta* は例外的に冠水に強いといわれ、PNG やタイで頻繁に冠水する河畔などに植えられている実例がある。また、やや温帯性ではあるが、メキシコの北西部に分布する *Pinus cooperi* (23～29°N) もマツ類としてはむしろ湿地を好む性質がある。

風の被害に対しても樹種の選択が重要である。台風などの強風の頻度が高い地域で、幹が比較的脆弱な樹種あるいは樹冠の大きな樹種を避けるのは常識であるが、常風が比較的強い地域でも樹冠の大きな樹種や葉の大きな樹種は避けるほうがよい。フィリピンのルソン島中央部にあるパンタハンガンの周辺は常風が強いところであるが、マンキウムアカシアを植栽した際に、枝の付け根に傷がつき、おそらくこれが原因で枝枯病が発生したことがある。枝の根元の傷は大型の葉が風に揺れてできたもので、そこから病菌が侵入したものと考えられている。

### (3) シロアリ害

シロアリ (termites) は熱帯における主要な害虫群の一つとされているが、とくに半乾燥地・乾燥地における被害は深刻である。これまでのところ決定的な対策はなく、Wardell (1990) は次のような対策を挙げている。

①シロアリに強い樹種：例えば *Cassia*、*Acacia*、*Grevillea*、*Markhamia*、*Terminalia* 属などの適当な樹種を選んで植える、②植物の抽出物や灰分の利用 *Euphorbia tirucalli* の葉を細かく刻んだものや木材の灰を植え穴に施用、*Aloe gramimicola*、*Melia azedarach*、*Lippia javanica* (クマツヅラ科)、*Ocimum* sp (シソ科、バジルの1種) の葉や果実の抽出物を施用、*Cassia siamea* や *Azadirachta indica* の葉をマルチ、③シロアリに餌を与える、例えば地植えの時に刈り取った草屑をそのまま残したり、刈った草でマルチする、できれば植え穴に堆肥を施用、全刈よりも坪刈など、④薬剤 (carbosulfan カーハメート剤、有効成分0.3～1.0g/本) の施用などで、ほかに⑤シロアリに食われる分を見込んで苗木を余分に植える、⑥健全な苗木を植える、⑦適期に植えることなども挙げているが、基本的には、平和的共存の方策を学ぶことが必要だとしている。なお①の樹種の違いについては、これらの樹種が比較的シロアリに強いことは確かであるが、あくまでも相対的なものであり、これらが食害を受けないわけではない。②については、その他の樹種も含めて各地で試みられているが、これも決定的な効果があるとは言えないようである。ケニアで実行されてきた技術協力プロジェクトでは、かなり早い時期から機械廃油を根元に塗布する方法を試み、ある程度の効果が確認されているが、効果があるのは数週間程度で、繰り返し塗布する必要がある。ただし、頻繁に施用すると土壌の汚染が気になる。

## 5. そのほかの森林造成法

### 1) 直播き

林地に直接種子を播き付ける直播き (direct sowing/seeding) は、苗畑がいない、育苗の手間がかからない、植え付けの手数が省けるなどの利点があるため、いろいろな試みはあるが、一面では、発芽率も残存率も低い、種子が余計に要る、雑草に覆われるなどの不利な点も多く、事業的に実行されている例は少ないようである。成功例として挙げられているのは、セネガルアカシア (スーダン)、*Acacia nilotica* (パキスタン)、マツ類 (ホンジュラス)、メリナ (ブラジル) などであるが、スーダンではナイル川の、パキスタンではインダス川の氾濫原で行われており、興味ある共通点である。

直播きには、ヘリコプターなどを利用して空中から種子を播く方法 (aerial seeding) と地上で播く方法とあり、後者には、ばら播き方法 (broadcasting) と埋め込み法 (dibbling) とある。ばら播き法は基本的には空からの方法と同じことであるが、斜面の場合には、強い雨が降ると播いた種子が傾斜に沿って移動し、また小鳥や齧歯類の小動物 (ネズミ類など) がいるところでは食害を受ける。地上での直播きには、いずれの方法にしても現地を歩き回らねばならないが、とくに埋め込み法は、植生の多いところでは前もって下刈をしておかないと実行が難しい。また、荒廃地の堅密化した土壌では、かりにうまく発芽しても根系の発達が悪く、成立は極めて難しい。これを要するに、上述の氾濫原のような特殊な条件や地表植生がとくに少ない場合を除くと、成功率は低いと考えたほうがよさそうである。最近の村落林業では、地域住民の発意によって、村落または部落レベルでの森林や樹林の造成・再生を続けてゆかせようとしているが、資金調達をしてまでして苗木を作り、現地に植え込んでゆくことは難しく、身近かで種子を集めて、現地にいきなり直播きすることが考えられている。こ

のような視点から、直播きか見直されている事例もあるが、いわゆる多目的樹種を中心に、タネ取り用の樹林（採種園もとき）を造成することが望ましい。

## 2) 萌芽更新

萌芽更新（coppicing）は、伐採した株から出てくる萌芽枝を育てて次代の林を仕立てる方法で、作業が簡単、更新が確実、経費が少ない、初期成長が速い、通直な幹が得られるなどの長所があるだけでなく、根系が維持されるために土壌侵食が少なく、環境的視点からも好都合な取り扱い方である。従って、萌芽性の強い多くの熱帯広葉樹、例えばマメ科のアカシア類、ネムノキ類、タガヤサン、ギンネムなど、フトモモ科のユーカリ類（*E. deglupta* は萌芽性が弱い）、*Syzygium* spp など、およびクマツツラ科のメリナ、チークなどで、天然生林、植栽林を問わず、萌芽による更新が広く行われている。正確な数字ではないが、現在おそらく熱帯施業林の半分以上が萌芽更新によっており、この割合は今後も増えてゆくものと思われるが、実際、増加させてゆくように努力してゆくべきだと考えている。なお針葉樹には萌芽力のあるものは少なく、熱帯ではオーカルバマツ、アロウカリア類など、熱帯からやゝ外れてはいるがカナリーマツ（*Pinus canariensis*）くらいである。

萌芽更新の具体的な方法をユーカリの例でみると次のようである。伐採時期は、生育休止期の末期から生育期の初めまでの間がよいが、乾季の厳しいところでは、雨季にはいつてからなるべく早く伐採するのが安全である。伐採の高さはまちまちで、およそ15～20cmとされているが、ほぼ地面の位置で伐採している例もある。地面から離れたほうが伐採しやすいが、低いほうが成立した幹は安定しており、太めの材を生産する場合には低い位置のほうがよい。伐採時の直径は生産の目的によって異なるし、樹種によっても異なるが、普通には10～20cmがよいとされている。伐採後の作

業は萌芽枝の整理 (singling) であるか、これも生産目的によってまちまちである。普通は自然間引きによって数か月の間に株当たり5~6本になるので、18か月くらいの時点で2~3本にするか、やや人めの材を生産したい場合には、1本にすることもある。伐期、更新回数は生産する丸太の大きさや樹種によっても異なるが、燃料材生産のための *E. saligna* の場合で、12年伐期で3~4回 (初回は実生) という例、工業用木炭、パルプ材生産のための *E. grandis* の場合で、7年伐期で3回 (初回は実生) という例があり、人まかな目安となろう。更新回数は切株の枯損率および萌芽の強さによって決められている。切株の枯損率は *E. grandis* の場合で、1伐期当たり5%のオーダーとされているが、平均して毎回3~5%とする文献と、もう少し高くして5~15%とする報告もある。従って、10年伐期で5回収穫した事例 (*E. camaldulensis*) や同じ伐期で10回収穫できるとする事例 (*E. globulus*) もあるが、萌芽更新は2回、収穫は実生から計3回というのが安全な計画とされている。実際の産業造林では、植枝材料の育種を進めており、株の更新を図る時期には新しい材料で更新する時期になっているといわれる。

枝打ちの項目でも触れたが、2m くらいの高さで幹を切って、その高さで萌芽枝を沢山出させる更新の仕方が pollarding とよばれており、わが国の頭木更新によく似ている。最近、社会林業の中でいろいろな形態での植栽・利用が行われているが、この方式も飼料生産の一つの方法として取り上げられている。同じように飼料を採取するため、普通の高さで伐採するが、発生する萌芽枝をとくに整理せず、自然落枝はあるにしてもそのまゝすべて育て、比較的細いうちに刈り取る方法もあり、これも広い意味で萌芽更新にいれられる。いわゆる alley-cropping 方式で列状に植え込まれる MPTS (多目的樹種) はこの方法で管理されている典型的なものである。

このほか、根萌芽による更新がよいという樹種もかなりある。これは根から発生する吸枝 (root sucker) を利用するもので、わが国ではヤマナラシやニセアカシアで見られる。根萌芽は自然の状態でも発生するが、親木

の根の広がりを考えて少し離れたところに溝を掘ると、十壤断面に現れた根から多く発生する。アフリカの半乾燥地に分布するセンダン科の1種、*Melia volkensii* や *Balanites aegyptiaca* もこの性質をもっている。

### 3) アグロフォレストリーによる森林の造成

わが国にも木場作とよばれる農業を組み合わせた森林造成法があるが、これは最近とくに熱帯・亜熱帯地域で言われるアグロフォレストリー (agroforestry) の一つの形態である。近年、社会林業 (social forestry) という概念が普及しつつあるが、アグロフォレストリーはその中心的な手だてである。代表的なものとしてミャンマーのタウンヤ法 (Taungya system) が知られている。タウンヤは hill cultivation を意味するミャンマー語で、樹木を植栽後1～3年間は植栽列の間で農作物を栽培する方法である。この期間は農作物を栽培しながら植栽木の保育を行うわけであるが、下刈の労力を省くか減らすことができ、植栽木は耕耘の影響などで成長が促進される。インドネシアでは早くからこの方法を導入し、ジャワ島でチーク林などの造成に活用してきたが、この方法はトゥンパンサリ (Tumgang sari) とよばれている。

これらはどちらかという地域住民の力を動員して規模の大きな造林を進める仕組みであるが、最近ではむしろ、農民に樹木とくにMPTSの効用を理解させ、農地あるいは周辺の私有地や共有地に植林させる方式が新しい方向となっている。例えばalley-cropping方式は、農民に積極的に樹木あるいはその生産物を利用させようというもので、間隔において多目的樹種を筋植えし、それらを刈り取って飼料や燃材としながら、樹木の列の間では1年生の作物を栽培するものである。なお、樹木には物質循環による土壌の肥培効果も期待しており、作物の収量増加が狙われている。

別の形態はいわゆるウッドロット (woodlot) で、村落・部落に木材や燃材を供給するものが多いが、家畜の飼料を採取することも可能であるし、



うまく管理すれば直接ブラウズさせることもできる。このような方法で農民と接触を深めながら、森林・樹木の効用に対する理解を深め、緑化を含めた大規模な森林造成にも直接的・間接的な協力を得てゆくようにすべきであり、実際にこのような趨勢が広がっている。

## 6. 主要な天然更新法

森林は本来、保続的に管理するのが建前であり、最大限に自然力を利用して天然更新を図ることが望ましい。林冠に隙間（gap）ができると必ず稚樹が発生するような林の場合には天然更新は容易で、あとはどのように本数管理を進めてゆくかである。しかし実際には、このような林はむしろ例外的で、とくに熱帯では、林冠の壊れ方にもよるが、たちまち雑草木が侵入する。極端な言い方をすれば、天然更新の成否は、雑草木の侵入を防ぎながら稚樹の発生・成長を促す光環境をいかに保つかにかかっている。とくに湿潤熱帯では雑草木の成長が速いから、限界を越えて明るくしすぎるとすぐに雑草木が繁茂する。そうかといって、それを恐れて暗すぎると、折角更新した稚樹が成長しないだけでなく、結局は消えてしまう。雑草木は成長させず、稚樹の成長だけを保証するような適度の光環境を維持するのは大変難しく、これまでにいろいろな試みがなされながら、実際に成功した例はあまり多くないようである。筆者はマレーシアやフィリピンで、成功したという天然更新地を訪れたことがあるが、その過程を見ているわけではないので、その林がどのように仕立てられてきたのかは分からない。いろいろな機会に見聞してきた範囲では、それらのあるものは偶然にできあがったといったほうがよい場合もあるようである。ここでは、これまでに知られている更新法の主要なものについて概要を紹介する。

Malayan Uniform System (MUS) (Malaysia)

ももとは低地フタバガキ林 [主にメランティ (Meranti, *Shorea* spp、フィリピンのLauan)、クルイン (Keruing, *Dipterocarpus* spp、フィリピンのApitong) を対象] で、前生稚樹が十分にあることを前提として、かなり強度の伐採率で行う更新法である。前生稚樹は1m<sup>2</sup>当たり数本~数10本が基準とされている。主伐は胸高直径が45cm以上のものを対象とし、欠点のある木や不用な樹種は巻き枯らす。5~7年後に更新状況を調べて、基準に足りない場合には補整植栽 (enrichment planting) を行う。

この更新法の成否は、①経済樹種の後継樹が平均して十分に分布していること、②林冠を開けるために、残った不用樹種を完全に巻き枯らすこと、③適切につる切りを行うこと、④後継樹を的確に評価することにかかっているといわれており、①については2m × 2m のコドラートによって基準を満たす稚樹本数があるかどうかを調査し、②については、主伐後3~5年には5m × 5m のコドラートで、その後は主伐から、10、20、30年後に10m × 10m のコドラートで、後継樹の本数を確認することになっている。3~5年後の5m × 5m のコドラートの場合には、樹高3m以下のものが750本/ha以下なら補整植栽を行うように決められている。

後年、伐採が丘陵林に進むに従って、地形が悪い、蓄積に偏りがある、前生稚樹が少ない、伐採後の更新もよくないなどの理由で、より弾力的なMUSの改変法が提唱された。これが次のSMSである。

#### Selective Management System (SMS) (Malaysia)

マレー半島の中部あるいは東部に位置する、地力の悪い、急峻な地形の森林に適用できるようにMUSを改変した天然更新法である。このような地域は一般に前生稚樹が少なく、結実も不規則なために伐採後に発生する更新稚樹も少ない。伐採対象木の胸高直径は、フタバガキ類以外は45cm、フタバガキ類は50cm以上とされており、伐採率を低く、伐採間隔を短く、回数を多くした。MUSよりも弾力的な施業法である。

### Selective Logging System (SLS) (Philippines)

フィリピンにおけるフタハガキ林の天然更新法で、標本調査の結果に基づいて伐採木および残存木に印付け (marking) を行い、伐採した後は残存木の損傷の程度を調査 (residual inventory) し、4～5年を経過した後に除伐・巻き枯らし・つる切り (timber stand improvement) を行い、発生した稚樹の育成をはかる。標本調査では、普通0.1haのプロットにより、予定面積の約5%を日安に調査する。胸高直径が20～70cmの健全木の70%を、80cm階またはそれ以上のものがそれ以下のものより多い場合には、直径20cm以上の本数の40%を残すようにする。

### Seed Tree (Silviculture) System (STS) (Philippines)

フィリピンのケシアマツ (Pinus kesiya, Benguet pine) 林でとられている天然更新法で、ha当たり16～20本の母樹を単本的に残すか、4～5本のグループを4～5群残す方法である。中米・カリブ諸島で実例が多いといわれる。

### Timber Stand Improvement (TSI) (Philippines)

これもフィリピンで行われていたもので、本来はSelective Logging SystemやSeed Tree Systemで更新された林分に対する保育方法で、枝打ちや除間伐を含めている。具体的には、樹冠・幹形が優れ、成長も優れている胸高直径が5～20cmの個体を収穫予定木 (potential crop tree) として選び、本数の調節も含めてこれらを育成する。後年は、人工造林地の保育にも適用された。

### Tropical Shelterwood System (TSS) (Nigeria)

ナイジェリアでは1930年代に4種類の天然更新法が試みられているが、その中のUniform Systemがいわゆる傘伐更新法に似ており、1950年代にTSSとして定式化された。マレーシアのMUSのナイジェリア版と

もいわれ、1961年の指針には次のように示されている。まず収穫前の5年前につる切りと前生稚樹の調査(2m×2mのプロット)を行い、稚樹の本数が1分でない場合には中・下層木の切りすかしを行う。翌年再び稚樹調査と中・下層木の巻き枯らしを行う。伐採の前年に再びつる切りを行い、翌年に収穫伐採を行う。2年後につる切り・保護樹の伐採などを行い、さらに7年して後継樹の調査を行う。

#### ペルー・アマゾンにおける成功例

1982年から8年間にわたって、ペルー・アマゾンでいわゆる実証プロジェクトが実施されたが、この事業では湿润熱帯林の更新法についていろいろな試みが行われた。その一つとして、*Cedrelinga catenaeformis* (マメ科、Tornillo トルニーショ)の天然更新に成功した。まず、結実に合わせて林床処理を行い稚樹を発生させる。稚樹が発生したことを確かめた上で、中・下層木の除伐を行って稚樹の生育を促す。この例では、稚樹の発生を確認した後、林床の相対照度を一挙に約50%に上げて更新に成功している。

#### 天然林施業の実例

天然林施業は、わが国では育成天然林施業と天然生林施業にわけられている。前者は、萌芽更新・天然下種更新など天然力を活用しながら、地表掻き起こし・刈り払いなどのいわゆる更新補助作業や、除伐・間伐などの保育作業を含めて、積極的に手を加えて森林を育成する施業とされているが、このような施業法が熱帯・亜熱帯でも試みられている。

限られた事例ではあるが、例えばタンザニア・ドドマ地方で、ミオンボ林の外縁に位置するウッドラントの *Terminalia sericea* が優占する林分で、singling によって萌芽整理が行われ、見事な一斉林に誘導された。これは差し詰め育成天然林施業のタンザニア版といえよう。

北部、南部の一部を除くアフリカ大陸からアラビア半島にかけて分布する *Faidherbia albida* は、雨季の初めに葉を落し、乾季には葉を着けてい

るが、この変わった特性から、乾季の貴重な飼料として評価が高い。本種はしばしば親木の周囲に下種更新することが知られているが、放置しておくとも雑草に被圧されたり、家畜の食害にあう。このような更新稚樹の成長を刈り出しによって促進することが試みられている。

フィリピンでは、1970年代の後期に assisted natural regeneration とよばれる施業が提案され、限られた範囲ではあるらしいが、森林再生の1法として応用されていた。簡単な板材を踏みつけて、発生した稚樹の周囲の雑草を折損させるもので、折損した草類が回復しにくい実行時期の選定が成否のポイントとされている。

もう一つは、enclosure または area enclosure と呼ばれる方法で、囲い込みと訳されている。自然の力を活用して森林の再生をはかる方法で、周辺住民に強い共同体意識があることが前提である。この意識が極めて強い場合には、物理的な囲いを設けなくとも、申し合わせだけで再生が可能であるが、共同意識が弱いかまったくないような場合には、柵を設けることが必要である。いずれにしても年月はかかるが、望ましい方法である。

## 文 献

- 藤森隆郎(1985) 枝打ちと育林技術 日本林業調査会、東京、224pp
- 国際協力事業団(1979) 造林計画基準作成調査報告書(各国編)(JR79-13)  
268pp
- 国際協力事業団(1983) 熱帯造林計画基準 182pp
- 国際協力事業団(1990) ペルー国アマゾン林業開発現地実証調査報告書(森林育成マニュアル)(Ⅰ) プロジェクトの概要、(Ⅱ) 各論(JR89-40)  
77pp
- 国際協力事業団(1990) 同上 (Ⅲ) 論文 262pp
- 国際協力事業団(1991) ナイジェリア国半乾燥地域森林資源保全開発  
現地実証調査報告書(総括編) vi + 154pp
- 国際緑化推進センター(1999) 熱帯造林木の利用可能性について 国際緑化推進センター
- 森 徳典ほか編(1996) 熱帯樹種の造林特性 第1巻(財)国際緑化推進センター、東京、255pp
- 森 徳典ほか編(1997) 熱帯樹種の造林特性 第2巻(財)国際緑化推進センター、東京、277pp
- 森 徳典ほか編(1997) 熱帯樹種の造林特性 第3巻(財)国際緑化推進センター、東京、302pp
- 熱帯農業研究センター(1978) 熱帯の有用樹種(大日本山林会販売) 666pp.
- 熱帯植物研究会編(1996) 熱帯植物要覧(第4版)(養賢堂販売) 734pp
- 岡部廣二編(1997) 半乾燥地における植林活動 ケニア社会林業訓練計画の記録(社)海外林業コンサルタント協会、東京、99pp.
- Abell, T M B & G D Armstrong(1985) A Forest Nursery Manual for Kenya 35pp + 付表
- Albrecht, J. 編(1993) Tree Seed Handbook of Kenya. GTZ Forestry Seed Centre, Muguga, Kenya 264pp

- Azene Bekele-Tesemma with Ann Birnie & Bo Tengnas (1993) Useful Trees and Shrubs for Ethiopia SIDA's Regional Soil Conservation Unit, Nairobi, Kenya, 474pp
- Burley, J & P. J. Wood(1976) A Manual on Species and Provenance Research with Particular Reference to the Tropics OFI, Univ of Oxford, Oxford, 226pp.
- Chahilu, O & T. Saitinji (1995) Basic Tree Planting and Tending Techniques in the ASALs(Kitui Area) Kenya/Japan Social Forestry Training Project, 22pp
- Evans, J (1992) Plantation Forestry in the Tropics 2nd ed Oxford University Press, Oxford, 403pp
- Fagg, C W & A Greaves(1990) *Acacia nilotica* 1869 ~ 1988, Annotated Bibliography No F42, 77pp.
- FAO(1979) Eucalypts for Planting FAO, Rome, 677pp
- FAO(1989) Management of Tropical Moist Forests in Africa FAO Forestry Paper No 88, 165pp
- FAO (1989) Review of Forest Management Systems of Tropical Asia FAO Forestry Paper No 89, 228pp
- ICRAF(1991) Multipurpose Tree and Shrub Database. ICRAF
- Josiah, S J. & N Jones(1992) Root Trainers in Seedling Production Systems for Tropical Forestry and Agroforestry. The World Bank, Asia Technical Department, Agriculture Division, ASTAG Tech Papers, Land Resources Series - No 4, 31pp + 文献・語彙 6pp, 付録 14pp
- Kuerkool, Pin(1991) Nursery Production Techniques in Thailand ASEAN-Canada Forest Tree Seed Centre Project, Tech Publication No 2, 5pp
- MacDicken, K G (1994) Selection and Management of Nitrogen-

- Fixing Trees FAO & Winrock Internatl Inst 272pp
- Mbuya, L P, H P Msanga, C K Ruffo, Ann Birnie, & Bo Tengnas  
(1994) Useful Trees and Shrubs for Tanzania SIDA's Regional  
Soil Conservation Unit, Nairobi, Kenya, 542pp
- Malajczuk, N, N Jones, & C Neely (1992) The importance of  
mycorrhiza to forest trees The World Bank, Asia Technical  
Department, Agriculture Division, 10pp + Annexes
- NAS (1979) Tropical Legumes . Resources for the Future NAS,  
Washington, D C 331pp
- NAS (1980) Firewood Crops : Shrub and Tree Species for Energy  
Production 同上 231pp.
- NAS (1983) 同上 Vol 2 同上 87pp
- Noda, N. 編 (1991) Social Forestry Techniques . Part One Kenya/  
Japan Social Forestry Training Project, Kitui, Kenya, 95pp
- Pandey, Devendra (1995) Forest Resources Assessment 1990.  
FAO, Rome, Italy, 81pp
- Powell, Mark H 編 (1996) Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils .  
A Field Manual. Winrock Internatl Morrilton, USA, 110pp
- Smith, J E N. 編 (1978) The Silviculture of Pinus in Papua New  
Guinea Office of Forests, Port Moresby, 63pp
- Teel, Wayne (1985) A Pocket Directory of Trees and Seeds in  
Kenya KENGO, Nairobi, 151pp.
- Turnbull, J W 編 (1986) Multipurpose Australian Trees and  
Shrubs ACIAR, Canberra, 316pp
- von Carlowitz, P. G (1986) Multipurpose Tree & Shrub Seed  
Directory ICRAF, Nairobi, 265pp.
- Webb, D.B., P J Wood, J P Smith, & G S Henman (1984) Guide to  
Species Selection for Tropical and Sub-Tropical Plantations



- Tropical For Papers No 15, 2nd ed., Revised OFI, Univ of Oxford, 256pp
- Weber, F R. & C Stoney(1986) Reforestation in Arid Lands  
Volunteers in Technical Assistance, Arlington, 335pp
- Weidelt, H J 編(1988) Manual of Reforestation and Erosion Control  
for the Philippines GTZ, Eschborn, 569pp
- White, K, J. Ball, & M Kashio編(1995) Proceedings of the Regional  
Expert Consultation on *Eucalyptus* vol I, FAO RAPA Publication, 196pp
- Zobel, B J, G van Wyk, & P Stahl(1987) Growing Exotic Forests  
John Wiley & Sons, NY, 508pp

## 樹種名索引

|                                             |       |                                    |       |
|---------------------------------------------|-------|------------------------------------|-------|
| (1) 学名                                      |       | <i>Araucaria angustifolia</i>      | 26    |
| <i>Acacia albida</i>                        | 10、12 | <i>A. cunninghamii</i>             | 26    |
| <i>A. auriculiformis</i>                    | 10    | <i>A. excelsa</i>                  | 26    |
| <i>A. catechu</i>                           | 11    | <i>A. heterophylla</i>             | 26    |
| <i>A. decurrens</i> var <i>mollis</i>       | 11    | <i>A. hunsteini</i>                | 26    |
| <i>A. glaucescens</i>                       | 11    | <i>A. tocarpus altilis</i>         | 18    |
| <i>A. holosericea</i>                       | 11    | <i>A. communis</i>                 | 18    |
| <i>A. mangium</i>                           | 11    | <i>A. heterophyllus</i>            | 18    |
| <i>A. mearnsii</i>                          | 11    | <i>A. incisus</i>                  | 18    |
| <i>A. nilotica</i>                          | 11    | <i>Azadirachta indica</i>          | 17    |
| <i>A. nilotica</i> subsp <i>nilotica</i>    | 11    | <i>Baobabus digitata</i>           | 7     |
| <i>A. raddiana</i>                          | 12    | <i>Bauhinia purpurea</i>           | 14    |
| <i>A. senegal</i>                           | 11    | <i>B. rufescens</i>                | 14    |
| <i>A. spirocarpa</i>                        | 12    | <i>B. triandra</i>                 | 14    |
| <i>A. spirocarpa</i> var <i>major</i>       | 12    | <i>B. variegata</i>                | 14    |
| <i>A. spirocarpa</i> var <i>minor</i>       | 12    | Bignoniaceae                       | 7     |
| <i>A. tortilis</i>                          | 12    | Bombacaceae                        | 7     |
| <i>A. tortilis</i> subsp <i>raddiana</i>    | 12    | <i>Bombax ceiba</i>                | 8     |
| <i>A. tortilis</i> subsp. <i>spirocarpa</i> | 12    | <i>B. malabaricum</i>              | 8     |
| <i>A. tortilis</i> subsp <i>tortilis</i>    | 12    | Boraginaceae                       | 8     |
| <i>Achras zapota</i>                        | 22    | <i>Butyrospermum niloticum</i>     | 22    |
| <i>Acrocarpus fraxinifolius</i>             | 14    | <i>B. paradoxum</i>                | 22    |
| <i>Adansonia baobab</i>                     | 7     | <i>B. parkii</i>                   | 22    |
| <i>A. digitata</i>                          | 7     | Caesalpiniaceae                    | 10、14 |
| <i>A. situla</i>                            | 7     | <i>Calliandra calothyrsus</i>      | 12    |
| <i>A. somalensis</i>                        | 7     | <i>C. confusa</i>                  | 12    |
| <i>A. sulcata</i>                           | 7     | <i>Campnosperma brevipetiolata</i> | 6     |
| <i>Adenolobus rufescens</i>                 | 14    | <i>Cassia fistula</i>              | 14    |
| <i>Agati grandiflora</i>                    | 16    | <i>C. florida</i>                  | 14    |
| <i>Albizia falcata</i>                      | 13    | <i>C. siamea</i>                   | 14    |
| <i>A. falcata</i>                           | 12、13 | <i>C. spectabilis</i>              | 14    |
| <i>A. lebbek</i>                            | 12    | <i>Casuarina equisetifolia</i>     | 8     |
| <i>A. lebbek</i>                            | 12    | <i>C. junghuhniana</i>             | 8     |
| <i>A. saman</i>                             | 12、14 | <i>C. litorea</i>                  | 8     |
| Anacardiaceae                               | 6     | <i>C. montana</i>                  | 8     |
| <i>Anacardium occidentale</i>               | 6     | Casuarinaceae                      | 8     |
| <i>Anthocephalus chinensis</i>              | 21    | <i>Cedrela fissilis</i>            | 17    |
| <i>A. cadamba</i>                           | 22    | <i>C. odorata</i>                  | 17    |
| Araucariaceae                               | 26    | <i>Ceiba pentandra</i>             | 8     |

|                                  |        |                              |        |
|----------------------------------|--------|------------------------------|--------|
| Chenopodiaceae                   | 8      | <i>E pellita</i>             | 19     |
| <i>Chlorophora excelsa</i>       | 18     | <i>E robusta</i>             | 20     |
| <i>Cicca acida</i>               | 10     | <i>E rostrata</i>            | 18     |
| <i>Coffea arabica</i>            | 22     | <i>E saligna</i>             | 20     |
| Combretaceae                     | 9      | <i>E tereticornis</i>        | 20     |
| <i>Conocarpus lancifolius</i>    | 9      | <i>E torelliana</i>          | 20     |
| <i>Cordia alliodora</i>          | 8      | <i>E umbellata</i>           | 20     |
| <i>C. gerascanthus</i>           | 8      | <i>E urophylla</i>           | 20     |
| <i>Croton megalocarpus</i>       | 10     | <i>Eugenia aromatica</i>     | 20     |
| Cupressaceae                     | 26     | <i>E caryophyllata</i>       | 20     |
| <i>Cupressus arizonica</i>       | 26     | <i>E jambolana</i>           | 20     |
| <i>C hartwegii</i>               | 26     | Euphorbiaceae                | 10     |
| <i>C lindleyi</i>                | 26     | <i>Euphorbia balsamifera</i> | 10     |
| <i>C lusitanica</i>              | 26     | <i>E media</i>               | 10     |
| <i>C. macrocarpa</i>             | 26     | <i>E hipsahoides</i>         | 10     |
| <i>C torulosa</i>                | 26     | <i>E rogeri</i>              | 10     |
| <i>Dalbergia cochinchinensis</i> | 15     | <i>E scoparia</i>            | 10     |
| <i>D melanoxylon</i>             | 15     | <i>E. sepium</i>             | 10     |
| <i>D sissoo</i>                  | 15     | <i>E tirucalli</i>           | 10     |
| Datisceae                        | 9      | <i>E viminalis</i>           | 10     |
| <i>Delonix regia</i>             | 15     | <i>Faidherbia albida</i>     | 10, 12 |
| <i>Deilus indica</i>             | 16     | <i>Ghucidia sepium</i>       | 16     |
| <i>Endospermum peltatum</i>      | 10     | <i>Gmelina arborea</i>       | 23     |
| <i>Erythrina carnera</i>         | 16     | <i>Grevillea robusta</i>     | 21     |
| <i>E crista-galli</i>            | 16     | <i>Guazuma ulmifolia</i>     | 22     |
| <i>E indica</i>                  | 16     | <i>Haloxylon persicum</i>    | 8      |
| <i>E laurifolia</i>              | 16     | <i>Hyperanthera</i>          | 18     |
| <i>E orientalis</i>              | 16     | <i>Intsia bijuga</i>         | 15     |
| <i>E. senegalensis</i>           | 16     | <i>Jacaranda acutifolia</i>  | 7      |
| <i>Eucalyptus alba</i>           | 18, 20 | <i>J mimosacfolia</i>        | 7      |
| <i>E biassiana</i>               | 18     | <i>J mimosifolia</i>         | 7      |
| <i>E camaldulensis</i>           | 18     | <i>J ovalifolia</i>          | 7      |
| <i>E citiodora</i>               | 19     | <i>Khaya grandifolia</i>     | 17     |
| <i>E cloeziana</i>               | 19     | <i>K ivorensis</i>           | 17     |
| <i>E. deglupta</i>               | 19     | <i>K senegalensis</i>        | 17     |
| <i>E dunni</i>                   | 19     | Leguminosae                  | 10     |
| <i>E globulus</i>                | 19     | <i>Leucaena glauca</i>       | 13     |
| <i>E grandis</i>                 | 19     | <i>L leucocephala</i>        | 13     |
| <i>E. maculata</i>               | 19     | <i>Macadamia tetrafolia</i>  | 21     |
| <i>E microtheca</i>              | 19     | <i>M tetraphylla</i>         | 21     |
| <i>E naudiniana</i>              | 19     | <i>Maesopsis eminii</i>      | 21     |
| <i>E paniculata</i>              | 19     | <i>Mangifera indica</i>      | 6      |

|                                  |        |                                           |        |
|----------------------------------|--------|-------------------------------------------|--------|
| <i>Manilkara zapota</i>          | 22     | <i>P. canariensis</i>                     | 23     |
| <i>Mansonia altissima</i>        | 22     | <i>P. caribaea</i>                        | 23     |
| <i>Markhamia hildebrandtii</i>   | 7      | <i>P. caribaea</i> var <i>bahamensis</i>  | 23, 24 |
| <i>M. lutea</i>                  | 7      | <i>P. caribaea</i> var <i>caribaea</i>    | 24     |
| <i>M. platycalyx</i>             | 7      | <i>P. caribaea</i> var <i>hondurensis</i> | 23, 24 |
| <i>Melaleuca leucadendron</i>    | 20     | <i>P. chiapensis</i>                      | 24     |
| <i>M. leucadendra</i>            | 20     | <i>P. eldarica</i>                        | 24     |
| <i>M. quinquenervia</i>          | 20     | <i>P. ellottii</i> (var <i>ellottii</i> ) | 24     |
| <i>Melia azadirachta</i>         | 17     | <i>P. halepensis</i>                      | 24     |
| <i>M. azedarach</i>              | 17     | <i>P. halepensis</i> var <i>brutia</i>    | 24     |
| <i>M. indica</i>                 | 17     | <i>P. insularis</i>                       | 24     |
| Meliaceae                        | 17     | <i>P. kesiya</i>                          | 24     |
| <i>Mimosa biglobosa</i>          | 13     | <i>P. khasya</i>                          | 24     |
| <i>M. lebbbeck</i>               | 12     | <i>P. merkusii</i>                        | 24     |
| <i>M. sirissa</i>                | 12     | <i>P. occidentalis</i>                    | 25     |
| <i>M. tortilis</i>               | 12     | <i>P. oocarpa</i>                         | 25     |
| Mimosoideae                      | 10     | <i>P. patula</i>                          | 25     |
| Moraceae                         | 18     | <i>P. patula</i> (subsp <i>patula</i> )   | 25     |
| Moringaceae                      | 18     | <i>P. patula</i> subsp <i>tecunumanii</i> | 25     |
| <i>Moringa oleifera</i>          | 18     | <i>P. pseudostrobus</i>                   | 25     |
| <i>M. pterygosperma</i>          | 18     | <i>P. radiata</i>                         | 25     |
| <i>M. stenopetala</i>            | 18     | <i>P. roxburghii</i>                      | 25     |
| Myrtaceae                        | 18     | <i>Pistacia vera</i>                      | 7      |
| <i>Nauclea diderichii</i>        | 22     | <i>Pithecellobium saman</i>               | 12     |
| <i>Ochroma lagopus</i>           | 8      | <i>Pithecolobium saman</i>                | 12     |
| <i>O. pyramidale</i>             | 8      | <i>Poinciana regia</i>                    | 15     |
| <i>Octomeles sumatrana</i>       | 9      | <i>Pongamia glabra</i>                    | 16     |
| Papilionoideae                   | 10, 15 | <i>P. pinnata</i>                         | 16     |
| <i>Paraserianthes falcataria</i> | 12, 13 | <i>Prosopis chilensis</i>                 | 13     |
| <i>Parkia biglobosa</i>          | 13     | <i>P. juliflora</i>                       | 14     |
| <i>P. javanica</i>               | 13     | Proteaceae                                | 21     |
| <i>P. roxburghii</i>             | 13     | <i>Psidium guajava</i>                    | 20     |
| <i>P. speciosa</i>               | 13     | <i>Pterocarpus indicus</i>                | 16     |
| <i>Parkinsonia aculeata</i>      | 15     | Rhamnaceae                                | 21     |
| <i>Peltophorum ferrugineum</i>   | 15     | <i>Rhamnus jujuba</i>                     | 21     |
| <i>P. inerme</i>                 | 15     | <i>Rhamnus spina-christi</i>              | 21     |
| <i>P. pterocarpum</i>            | 15     | Rubiaceae                                 | 21     |
| <i>Phyllanthus acidus</i>        | 10     | <i>Salmalia malabarica</i>                | 8      |
| <i>Piliostigma rufescens</i>     | 14     | <i>Samanea saman</i>                      | 12, 14 |
| Pinaceae                         | 23     | Sapotaceae                                | 22     |
| <i>Pinus ayacahuite</i>          | 23     | <i>Sarcocephalus trillesii</i>            | 22     |
| <i>P. brutia</i>                 | 24     | <i>Schinus molle</i>                      | 7      |

|                                 |       |                       |    |
|---------------------------------|-------|-----------------------|----|
| <i>Senna siamea</i>             | 14、15 | African mahogany      | 17 |
| <i>Sesbania aegyptiaca</i>      | 16    | African tulip tree    | 7  |
| <i>S formosa</i>                | 16    | Agoho                 | 8  |
| <i>S grandiflora</i>            | 16    | Aleppo pine           | 24 |
| <i>S sesban</i>                 | 16    | Algarrobo             | 14 |
| <i>Syzgium</i>                  | 20    | Algarrobo blanco      | 13 |
| <i>Spathodea campanulata</i>    | 7     | Algarrobo de Chile    | 13 |
| <i>S nilotica</i>               | 7     | Arabian coffee        | 22 |
| <i>S tulipifera</i>             | 7     | Arizona cypress       | 26 |
| <i>Spondias lutea</i>           | 7     | Athel tree            | 23 |
| Sterculiaceae                   | 22    | Australian pine       | 8  |
| <i>Swietenia macrophylla</i>    | 17    | Bagras                | 19 |
| <i>Syzygium aromaticum</i>      | 20    | Bahama pine           | 24 |
| <i>S cumini</i>                 | 20    | Balsa                 | 8  |
| <i>Tabebuia rosea</i>           | 7     | Balsam spurge         | 10 |
| <i>T pentaphylla</i>            | 7     | Baobab                | 7  |
| Tamaricaceae                    | 23    | Beach she-oak         | 8  |
| <i>Tamarix aphylla</i>          | 23    | Bead tree             | 17 |
| <i>T. articulata</i>            | 23    | Benguet pine          | 24 |
| <i>T orientalis</i>             | 23    | Bete                  | 22 |
| <i>Tamarindus indica</i>        | 15    | Bhutan cypress        | 26 |
| <i>T occidentalis</i>           | 15    | Bilinga               | 22 |
| <i>T officinalis</i>            | 15    | Binuang               | 9  |
| <i>Tecoma pentaphylla</i>       | 7     | Black wattle          | 11 |
| <i>Tectona grandis</i>          | 23    | Blue gum              | 19 |
| <i>Terminalia brassia</i>       | 9     | Borneo teak           | 15 |
| <i>T brownii</i>                | 9     | Bread-fruit tree      | 18 |
| <i>T catappa</i>                | 9     | Bread-nut tree        | 18 |
| <i>T. ivorensis</i>             | 9     | Broad-leaved tea-tree | 20 |
| <i>T sericea</i>                | 9     | Brown salwood         | 11 |
| <i>T superba</i>                | 9     | Butter tree           | 22 |
| <i>Triplochiton scleroxylon</i> | 22    | Cadaga                | 20 |
| Verbenaceae                     | 23    | Cajeput oil tree      | 20 |
| <i>Zapota zapodilla</i>         | 22    | Camel's foot          | 14 |
| <i>Ziziphus jujuba</i>          | 21    | Canalete              | 8  |
| <i>Z mauritiana</i>             | 21    | Canary Island pine    | 23 |
| <i>Z spina-christi</i>          | 21    | Caoba                 | 17 |
| <i>Zizyphus</i>                 | 21    | Cape York red gum     | 18 |
|                                 |       | Caribbean pine        | 23 |
| (2) 一般名                         |       | Cashew(-nut tree)     | 6  |
| Acajou                          | 17    | Catechu tree          | 11 |
| Afara                           | 9     | Cedro                 | 17 |

|                      |    |                            |    |
|----------------------|----|----------------------------|----|
| Chicle tree          | 22 | Indian laburnum            | 14 |
| Chr pine             | 25 | Indian walnut              | 12 |
| Christ-thorn         | 21 | Ipil                       | 15 |
| Ciruela              | 7  | Ipil-apil                  | 13 |
| Clove tree           | 20 | Iroko                      | 18 |
| Coast she-oak        | 8  | Jacaranda                  | 7  |
| Coolabah             | 19 | Jack-fruit tree            | 18 |
| Copper pod           | 15 | Jambolana                  | 20 |
| Croton               | 10 | Jerusalem thorn            | 15 |
| Cuban pine           | 24 | Jobo                       | 7  |
| Dafo                 | 9  | Kaatoan bangkal            | 22 |
| Damas                | 9  | Kad                        | 12 |
| Dry African mahogany | 17 | Kakawati                   | 16 |
| Dunn's white gum     | 19 | Kamarere                   | 19 |
| Emi-emi              | 22 | Kapok                      | 8  |
| Eruma                | 9  | Katurai                    | 16 |
| Filao                | 8  | Kelampayan                 | 21 |
| Finger euphorbia     | 10 | Kesiya pine                | 24 |
| Flamboyant           | 15 | Ketekete                   | 6  |
| Flame tree           | 7  | Klinki pine                | 26 |
| Flooded gum          | 19 | Kokko                      | 12 |
| Forest red gum       | 20 | Lagos mahogany             | 17 |
| Gamal                | 16 | Lamtoro                    | 13 |
| Ghalab               | 9  | Large-fruited red mahogany | 19 |
| Giant ipil-ipil      | 13 | Large-leaf mahogany        | 17 |
| Golden shower        | 14 | Laurel                     | 8  |
| Grey ironbark        | 19 | Lemon-scented gum          | 19 |
| Guacima              | 22 | Limba                      | 9  |
| Guava                | 20 | Locust bean tree           | 13 |
| Guayaba              | 20 | Macadamia nut tree         | 21 |
| Gubas                | 10 | Madeo negro                | 16 |
| Gympie messmate      | 19 | Madre de cacao             | 16 |
| Hogplum              | 7  | Mahogany                   | 17 |
| Honduran pine        | 24 | Malay gooseberry           | 10 |
| Hoop pine            | 26 | Mango                      | 6  |
| Horsebean            | 15 | Markhamia                  | 7  |
| Horse-radish tree    | 18 | Merbau                     | 15 |
| Idigbo               | 9  | Mesquite                   | 14 |
| Indian almond        | 9  | Mexican cypress            | 26 |
| Indian ash           | 14 | Mexican white pine         | 23 |
| Indian beech         | 16 | Milk bush                  | 10 |
| Indian jujube        | 21 | Mindanao gum               | 19 |

|                        |    |                    |    |
|------------------------|----|--------------------|----|
| Moluccan sau           | 13 | Sesban             | 16 |
| Monkeypod tree         | 12 | Sesbania           | 16 |
| Monterey pine          | 25 | Shea butter tree   | 22 |
| Monterey cypress       | 26 | She-oak            | 8  |
| Musizi                 | 21 | Shingle tree       | 14 |
| Mvule                  | 18 | Siam rosewood      | 15 |
| Nangka                 | 18 | Silk cotton tree   | 8  |
| Narra                  | 16 | Silky oak          | 21 |
| Neem                   | 17 | Silver terminalia  | 9  |
| Nim                    | 17 | Suis               | 12 |
| Norfolk (Island) pine  | 26 | Sissoo             | 15 |
| Northern black wattle  | 10 | Slash pine         | 24 |
| Obeche                 | 22 | Sonokembang        | 16 |
| Ofun                   | 22 | Spanish cedar      | 17 |
| Opepe                  | 22 | Spotted gum        | 19 |
| Padauk                 | 16 | Star berry         | 10 |
| Paperbark              | 20 | Swamp mahogany     | 20 |
| Paraiso                | 17 | Sydney blue gum    | 20 |
| Parana pine            | 26 | Tamarind           | 15 |
| Pepper tree            | 7  | Tamarisk           | 23 |
| Persian lilac          | 17 | Tan wattle         | 10 |
| Pink tecoma            | 7  | Tasmanian blue gum | 19 |
| Pino blanco            | 25 | Teak               | 23 |
| Pistachio              | 7  | Timor white gum    | 20 |
| Poinciana              | 15 | West Indian pine   | 25 |
| Ponga                  | 16 | White saksaul      | 8  |
| Pongam                 | 16 | Winter thorn       | 12 |
| Poplar gum             | 18 | Yellow flame       | 15 |
| Pradoo                 | 16 | Yellow mombin      | 7  |
| Purple bauhinia        | 14 | Yemane             | 23 |
| Radiata pine           | 25 |                    |    |
| Rain-tree              | 12 | (3) 和名             |    |
| Red cotton tree        | 8  | アオギリ科              | 22 |
| River bean             | 16 | アオサンゴ              | 10 |
| River red gum          | 18 | アカザ科               | 8  |
| Roble                  | 7  | アカテツ科              | 22 |
| Rubber hedge euphorbia | 10 | アカネ科               | 21 |
| Salt cedar             | 23 | アセンヤクノキ            | 11 |
| Samba                  | 22 | アフアラ               | 9  |
| Sapodilla              | 22 | アフ리카マホガニー          | 17 |
| Sapota                 | 22 | アメダマノキ             | 10 |
| Sengon laut            | 13 | アメリカデイコ            | 16 |

|          |      |            |       |
|----------|------|------------|-------|
| アメリカネム   | 12   | シッソー       | 15    |
| アラビアコーヒー | 22   | シマナンヨウスギ   | 26    |
| イロコ      | 18   | ジャカラダ      | 7     |
| インドシタン   | 16   | ジャケツイバラ亜科  | 10、14 |
| インドセンダン  | 17   | シロゴチョウ     | 16    |
| インドナツメ   | 21   | セドロ        | 17    |
| ウルシ科     | 6    | セネガルアカシア   | 11    |
| エミエミ     | 22   | センダン       | 17    |
| エリマ      | 9    | センダン科      | 17    |
| オオバマホガニー | 17   | ソラマメ亜科     | 10    |
| オーカルバマツ  | 25   | タイヘイヨウテツボク | 15    |
| オベチェ     | 22   | タイワンセンダン   | 17    |
| カイコウズ    | 16   | タガヤサン      | 14    |
| カエンボク    | 7、15 | ダテイスカ科     | 9     |
| カシュー     | 6    | タマリンド      | 15    |
| カナレノテ    | 8    | チーク        | 23    |
| カボック     | 8    | チョウジ       | 20    |
| カメレレ     | 19   | ツノクサネム     | 16    |
| カユブテ     | 20   | デイコ        | 16    |
| カランバヤン   | 21   | トウダイグサ科    | 10    |
| カリビアマツ   | 23   | トキワギョリュウ   | 8     |
| カリン      | 16   | ドライマホガニー   | 17    |
| キダチヨウラク  | 23   | ナンバンサイカチ   | 14    |
| ギョリュウ科   | 23   | ナンヨウスギ     | 26    |
| キワタ科     | 7    | ナンヨウスギ科    | 26    |
| ギンネム     | 13   | ニーム        | 17    |
| グアシマ     | 22   | ネムノキ亜科     | 10    |
| グバス      | 10   | ノウゼンカズラ科   | 7     |
| クマツヅラ科   | 23   | バオバブノキ     | 7     |
| クリンキーパイン | 26   | ハゴロモノキ     | 21    |
| クロウメモドキ科 | 21   | バトウラマツ     | 25    |
| クロヨナ     | 16   | バラナマツ      | 26    |
| クワ科      | 18   | バラミツ       | 18    |
| グワバ      | 20   | バルサ        | 8     |
| ケシアマツ    | 24   | バンノキ       | 18    |
| ケテケテ     | 6    | バンヤ        | 8     |
| コガネモンビン  | 7    | バンジロウ      | 20    |
| コショウボク   | 7    | ビスタチオ      | 7     |
| サボジラ     | 22   | ヒノキ科       | 26    |
| サンバ      | 22   | ピランガ       | 22    |
| シクンシ科    | 9    | ピンクテコマ     | 7     |
| シタン      | 15   | ビヌアン       | 9     |



|           |       |
|-----------|-------|
| ビルマネム     | 12    |
| フイリソシンカ   | 14    |
| フサマメノキ    | 13    |
| フトモモ科     | 18    |
| ベテ        | 22    |
| ベニゴウカン    | 12    |
| ホウオウボク    | 15    |
| マカダミア     | 21    |
| マツ科       | 23    |
| マホガニー     | 17    |
| マメ科       | 10    |
| マメ亜科      | 10、15 |
| マンギウムアカシア | 11    |
| マンゴ       | 6     |
| ミドリサンゴ    | 10    |
| ムシジ       | 21    |
| ムラサキ科     | 8     |
| ムラサキソシンカ  | 14    |
| ムラサキフトモモ  | 20    |
| メキシコイトスギ  | 26    |
| メリナ       | 23    |
| メルクシマツ    | 24    |
| モクマオウ科    | 8     |
| モクマオウ     | 8     |
| モモタマナ     | 9     |
| モリシマアカシア  | 11    |
| モルッカネム    | 13    |
| ヤエヤマシタン   | 16    |
| ヤマモガシ科    | 21    |
| ラジャータマツ   | 25    |
| リンバ       | 9     |
| レモンユーカリ   | 19    |
| ロブレ       | 7     |
| ワサビノキ科    | 18    |
| ワサビノキ     | 18    |

## 初版あとがき

昨年の12月初め、国際緑化センターの山口夏郎専務理事から熱帯造林の手引書をまとめるようにというお勤めを頂いた。考えてみれば、初めて熱帯を訪れてからすでに20年近い年月が経ち、いろいろな国の造林を学ぶ機会を与えられながら、これまでほとんど活字にしたことがなかった。これはある意味では怠慢であり、責任を果たしていないことになるので、この機会に力難を排して整理してみる決心をした。それから2か月あまり、いざとなると千元にある文献でも十分に読んでいないことを痛感したし、分からないことも多く、締め切りが迫りながら満足な域には遠く及ばないのが正直なところであるが、不完全なことは承知で一日区切りをつけることにした。それにしても、とにかくこのような形のものをまとめることができたのは、同氏のお勤めのおかげであり、厚くお礼申し上げます。しかし、私自身の経験はごく限られており、これまでに出版されている内外の多くの技術書、解説書などを参考にしなければならなかった。それらの中には現在入手が困難か不可能なものもあるが、一応文献としてまてめておいた。それらの著者、編者には心から感謝を表したい。併せて、私が熱帯に関わるようになってから、折りにふれてご指導を頂いてきた多くの先輩・同学の方々にも、この機会に心から感謝の意を表します。(後略) 1992. 2. 20

## 改訂にあたって

この小冊子を纏めてから7年の歳月が経過した。なかなか類書が現れないため再び増刷することになったので、この機会に気になっていたところに補筆することを許して頂いた。まだ十分とは言えないが、当面、熱帯における植樹、植林に関わる方々が参考にして頂ければ幸いである。

なお1 2) 節の情報を増やしたので、この節に現れる学名、一般名、和名については索引を付した。

1999 4 1

浅川 澄彦

## 著 書 略 歴

1951年東京大学農学部林学科卒業、同年農林省林業試験場（現・農林水産省森林総合研究所）に入り、1969年同場造林部種子研究室長、1976～1978年国際協力事業団長期専門家としてフィリピン・パンタハンガン森林造成プロジェクトに勤務、1978年帰任後、同場造林部造林科長、造林部長を経て1987年に玉川大学農学部教授、1993年3月定年退職。前（財）国際緑化推進センター顧問・主任研究員、元国際協力事業団青年海外協力隊技術顧問。

平成20年3月30日増刷

---

## 熱帯の造林技術 テキストNo.1

平成4年3月15日

著 書 浅 川 澄 彦

編 集 (財)国際緑化推進センター

〒112-0004 東京都文京区後楽 1-7-12(林友ビル)

TEL 03-5689-3450

FAX 03 5689-3360

---

印 刷 ヨシダ印刷株式会社

〒124-0022 東京都葛飾区奥戸 4-23-7

---