

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、用意しておくくと便利である。農作物灌漑用の水質基準は 2mS/cm とされているが、林木の苗木でも、灌漑用の水は 2mS/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 ha	育苗期間 月	年間生産本数 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 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500m³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接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。

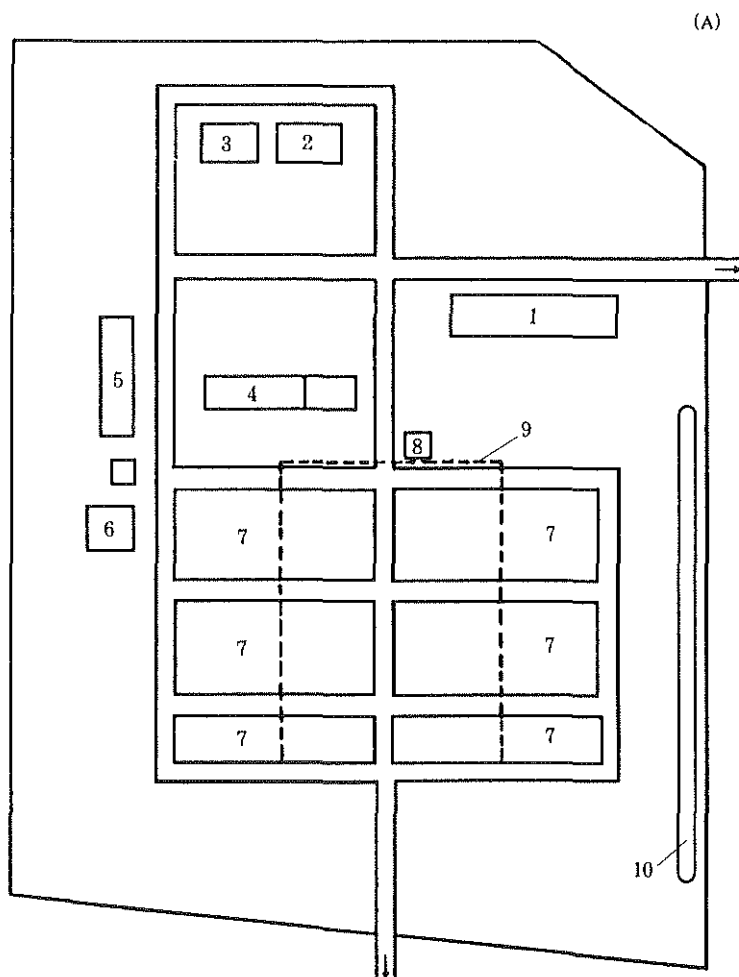


図2 苗畑における施設配置の例 (A)

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

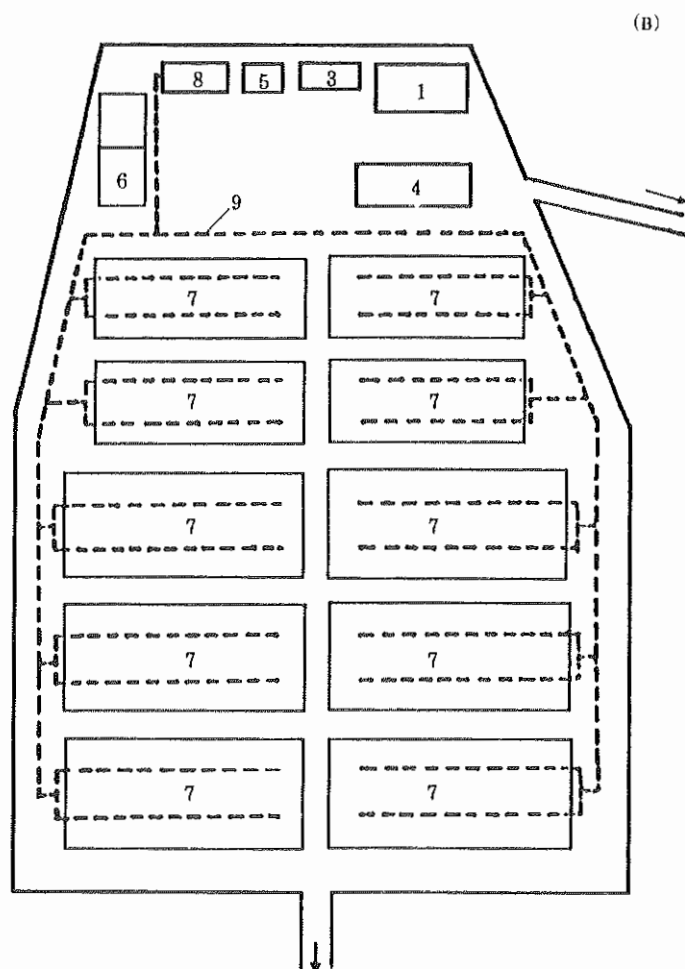


図2 苗畑における施設配置の例 (B)

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. ワークショッブ、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、草薙きの小屋にしろ、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。ポット用上を置き、ポットへの用上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、屋根は草薙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っ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東麓の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°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°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°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、マツ類の場合と同様に天日で乾燥し、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 <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>Triplachton 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 $3\ell/m^2$ /回、または降水量にして5mm/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 $5\ell/m^2$ /回（降水量に換算すると5mm/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

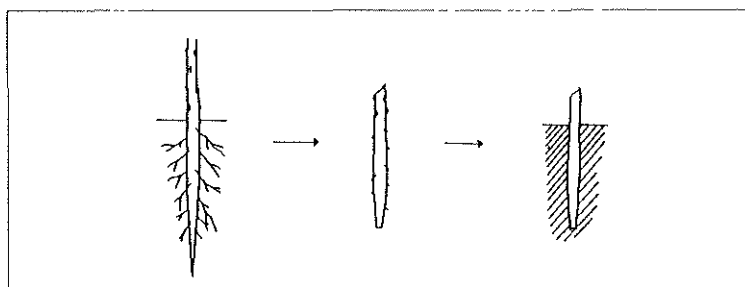


図3 スタンプ苗の調製方法：チークの例

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、雨季にはいつても掘り出され、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

Gliricidia 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、4m²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、 8g/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、それにとりあう根切りは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、1m²あたり500粒（約1l/m²）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/m²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、18m²の床あたりジョロに2杯あて2週間に一度施用するとよい。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 (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 育成期間は播き付けからの月数

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 1m^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 5mm という指針もあるが、直径 6.5cm のポット $1,000$ 個に 30l (雨量に換算すると約 7mm) 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>Carya</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]