

これは本来はタンザニアに於いて直播のCassia siameaを育てる為に改良された農業的な手法である。この方法は林地全域を耕し、そのあと鋤で畝を作る事である。主畝は等高線状に並び小さい畝は主畝に直角につなげられる。これによる四角の畝で区切られた連続した溝の効果は、雨水を逃さずに保持し、土砂の崩壊を防ぐこと等である。畝は、普通3mどまりである。種子は畝の上に播かれる。この方法はタンザニアで大変良い結果を生み、農産物を育てる伝統的な方法とうまくかみ合わされる。この方法は平らな所とかゆるやかな傾斜の所に適している。

③ “等高線畝と階段工作業”

丘陵地形のところの植林の地ごしらえには、等高線状に作る畝や、階段工様のものがある。畝は連続してつなぎ、土手で区切って区に分け、雨水が丘陵の傾斜表面土を流れ去らないように畝の列と列との間に盛り上がりをつくる畝造りは普通、人力で行う。より広く平らな階段工は人力で行ったり、谷側方向に機械で押し出してつくる。播き付けや植栽は、水分の状態によって土を盛り上げてつくったあぜの上とか、あぜの底部とか、畝や階段の底部に行く。畝とか階段は雨水の流失を防いだり、崩壊をくい止めたりするほか、播種や植栽に適した水分状態にする働きがある。これらの手法は、広く世界の乾燥地帯の急傾斜地によく用いられている。

1-3-2-2 機械化地ごらえ

刈払い、地ごしらえ、保育等の作業に用いる重機械の導入や開発は、それまで人力で行っていた事業地において、従前とは比較にならぬ高能率で造林を実行しうることになる。事業の規模が重・軽トラクター、Stinger、Subsoiler、すき、Dozer、等のバランスの取れた機械装備を備えられる程に大きい場合にはha当りの造林コストをかなり安くする事ができる。乾燥地帯の造林における2つの主な機械化地ごしらえのタイプの実例を紹介する。

○ コンゴのサバナでの例

土壌は砂質から重粘土質、樹木が点存する間は背の高い草生と緻密に生える草でおおわれている。年間降雨量は900~1,600mmである。地ごしらえの手順は次のとおりである。

雑草や樹木を下刈り刃を付けたトラクター併用のトラックで刈払う。この作業は7月から翌年の2月までに行い、刈払われた枝条は7月に燃やす。背の高い草や灌木はトラクターの跡に重い鉄の棒を付けて曳くことによって引抜き、多少乾燥させたあと焼却する。重粘土質土壌では、まずディスクブラウで25~30cmの深さに耕し、1.4m間隔で50~60cmの深さに直角に下層土まで耕す。その後、雑草の再発生の密度によって直角の1方向だけ、あるいは2方向を耕す。

ha当りの機械化地ごしらえのコストは、1966年には次の様であった。

	CFAフラン	USドル
樹木の刈払いと斫払い	6,900	28
芝、雑草の除去	1,500	6
耕作	9,200	37
下層土掘り起し (1.4 m間隔)	7,200	29
整地	700	3
	25,500	103

これはユーカリ植林事業の総コストの約50%に当たる。この総コストには、苗畑のコスト、植栽と保育（地ごしらえコストは直接費、現地監督費、機材の減価償却費等が含まれ、一般間接費は含まれない）が含まれている。

○ 乾燥樹林地での例

乾燥樹林地（サバナフォレスト）で樹木がよく密生している所で用いられている方法として、大量の木本類を除去する必要がある場合に、多少違った方法が採られる。ザンビアの“ミオムボ”の森林地帯で用いている作業を次に紹介する。

地ごしらえ作業の順序（詳細は次記）は、伐倒、伐倒木集積、刈払い、円形状耕作で、これらはすべて1年以内にすませ、すぐに植栽に移るようにする。地ごしらえした場所を早く使えば、その後の下刈作業が軽減される。

1月～4月

樹木の伐倒の理想的な機械構成は固定鎖つきD-8s 2台と推進器の棒つきのD-7s 2台。

5月以降

地表が完全に乾いた段階で、林内腐材を集めたり、伐根作業を行う。

8月～9月

斫払い。腐材をつ積み上げ直し、伐根した株を腐材のあった場所から移動する。再集積と運搬はD-7sか、根株を集めるくま手の付いたD-8sで行う。

10月～12月

再斫払い。斫けなかったものをアリ塚の上に積重ねる。完全に耕うんし、植栽のための円形の穴を掘る。

① 機械化地ごしらえの伐開作業

これは森林地における、伐開と部分的な伐倒作業である。

土壌が湿って、根が簡単にぬける1月から3月に行う。強乾燥気候下では幹が折れ

やすい。伐開用の機械は保護カバーの付いた2台の標準的なCAT D-8トラクターと1台のD-7を使用する。2台のD-8sのトラクターの近くに2つの“さるかん”をつけておく。引っ張るトラクターはブッシュの中を進み、相互に9から15m離れて(ブッシュの密生度によるが)進む、そしてこの鎖は、2台のトラクターの間にあるすべての大きな木々をなぎ倒す。一段となった叢林や非常に大きな樹木は進行をストップさせるので、“stinger”と称されるトラクターが必要となる。“stinger”なるものはフロント圧に金属のアームを備え付けたトラクターで、木から少し距離をおいた所から最大出力にして大きな樹木などを押倒すことが可能である。しかし極端な大木は伐倒する。場合により、“stinger”トラクターをもう一台装備してスピードアップすることもある。トラクターの進行速度は、概ね、時速1.6km(1マイル)以上と成るようにすべきである。状況によるが、その巧程はたいだい1日12時間で1台当り30~40ヘクタールである。伐開し、土地が十分乾いたら倒木や枝条を、約40mの間隔で列状にブルドーザーで山積みする。これは地ごしらえで使用したブレードの付いたD-7のトラクターで行う。

次に述べる集積作業は、主に人力で行う刈払い作業にとくに必要である。この作業は直径が7.5cmから4.5cmまでの根や切株を掘出したり除去したりするものである。主に伐採事業の跡に残った大きな切株は中型のホイールタイプのトラクターのウィンチによって人力作業を助ける。地表の刈払い枝条を集め、積み上げ、切株跡の穴を埋め戻す。集積物は普通乾期である7月から10月に焼かれる。

② 機械化地ごしらえの耕うんと植え穴掘り

耕うんは20から25cmの深さで行い、乾期に休ませておいた場所を5月から7月の間に行うのが良い。雑草が繁茂している所では6月から9月に火入れを行い、耕うんは続いて7月から10月に行う。主耕うんは、5、6個のディスクの付いた96hpのホイールタイプのトラクターで行う。平均的な作業巧程は1時間に0.8ヘクタールである。

植え穴掘りは耕うんした後に行い、できれば植栽前1週間内に行うようにする。

穴掘りは20cmもある強力な鋤を搭載した大型ホイールタイプのトラクターで行う。稼働能力は平均的には1時間に1.4ヘクタール位である。

以上の機械化地ごしらえの1例を次にあげる。

○ ナイジェリアの例

サバナ地帯にあるNimbiaで、年間160から200ヘクタールの試験的造林が始められている。ここでは地ごしらえ用にキャタピラーD-4(70hp)が使われている。これによって直径20cmまでの木はブルドーザのブレードで押倒す。巧程は1時間当り0.3へ

クターである。大きな樹木の押倒しや抜根に20分もかかることがある。70cm以上の大径木の整理には人力を併用する。ここの比較的小面積の造林においては、トラクターと人力を混合した経費の合計がha当たり90から108ドルであった。これは概ね、人力で行う刈払いと同金額になっている。大きな木の伐開刈払い費は、より強力なトラクターや補助的な機材を使う事によって低くはなるが、それには年間造林面積を大きくする必要はある。

伐開物のよせ集め作業はD-4級のトラクターで行い、耕うん作業で、250kgの重量の“rome”と呼ばれるディスクプラウを索引するのにもD-4級を使用する。耕うんの巧程は1時間0.5ヘクタールである。最終的な地ならしを、ディスクプラウにより植栽直前に行う。ホイルトラクターの巧程は1時間当り0.8ヘクタールである。

この事業（1968年の120ha以上の植栽面積をベースにした）の細かい経費計算は後述のとおりであるが、この林区は地域の中で太い木の割合が大きく、又平均より密生している。標準的な所でヘクタール当り245本の木があり、直径7.5から1.5cmのものが66パーセント、1.5から22.5cmのものが66パーセント、22.5から30cmのものが5%の割合である。地ごしらえのコストは次の通りであった。

	USドル ヘクタール当り
伐開、刈払い	87
枝条の集積	28
焼払い	2
再刈払い	6
耕うん	21
植栽前のプラウによる地ならし	5
合計	149

これにはヘクタール当り約38ドルかかる間接費は含まれていない。

地ごしらえのコストは林区によって種々様々であり、小さい木とか疎林の林区では多少低くなる。

1-3-3 直播き造林

直播き造林の魅力はその安さにある。苗畑の費用は必要でなくなり、色々な問題もなくなり、苗木を育てたり、植えたりする仕事にたずさわっている作業員を除く事が出来る。しかし一般的に確実性に欠け、次に掲げるような樹種とか条件の時にだけ良しとされている。

- ① 種子が豊富で安い。
- ② 原野の条件下でも発芽が十分出来る。
- ③ 発芽して数週間、数ヶ月で苗木が速やかに根を張れ、苛酷な気候条件でももちこたえられる。
- ④ 発芽後の苗木の成長が早く、下刈りや保育の期間が長びかないこと。

乾燥地の条件下での直播きで最も特記すべき例はスーダンにおける *Acacia nilotica*, *Acacia senegal* の人工造林である。両者に普通に用いている方法は、刈払いの後、人力や機械で耕作し、坪植えか帯状植栽をする。その後、若木の高さが草丈以上になるまで下刈りをくり返し行い地表をきれいにしている。スーダンの粘土質平地での *Acacia senegal* の直播きにおいて地ごしらえの異なった方法として、現在の実験で最も安価で成功する方法は $30 \times 30 \times 30$ cm の穴を掘ることであり、穴を埋める土をばらばらに壊し、やわらかくなった土に種子を播くことである。播種の時期は重要で、本格的に雨が降り始める1, 2週間前の7月初旬である。時期の合った除草と地ごしらえに重点を置くことが重要である (Waheed Khan, 1966)。

東部スーダンの粘土質土壌での *Acacia nilotica* の坪植えは成功しているが、豪雨や浸水が起こり易いナイル川上流の粘土堆積地では、盛上げた畝土に播種する必要がある。時には、*Cassia siamea*, *Azadirachta indica*, *Gmlna arborea*, *Anacardium* の様な他の樹種も直播きで育成されている。セネガルの *Anacardium* の播種については後述する。

タンザニアにおいては *Cassia siamea* の植林では、完全な耕うんの後、畝（これは長さが2.5mから3mからなる“連結したうね”と呼ばれる）に沿った帯状播種がごく一般的に行われている。直播きの種の量はヘクタール当り2.3kgで約10cm間隔とする。播種は雨期の始まりに行う。発芽は普通良好であるが、発芽せずに欠けている箇所には早い時期に再播種する。木の高さが1から1.5m（播種後6から12ヶ月）に成育後、間引きとして根からぬき取って（切り取らない）苗間を2.5から3mに広くする。一年目の十分な下刈りは初期成長を促進する (Parry, 1954)。

ザンビアでのユーカリ造林のなかで、*E. citriodora*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis* が直播きでかなりの成功をおさめた。しかし、現在ではすべてポット植栽に変わっている。植栽のタイミングは普通雨期の始めである。しかし暴風によって雨期が始まるような所では、普通、植栽は嵐の時期が終わってから始めた方が良い結果が出ている。

- 直播きにおける下刈り作業

多くの樹種に対して年間数回の下刈りが必要である。スーダンの例として、*Acacia senegal*は普通1年目は2回、2年目は1回か2回(好ましい)の下刈りを行っている。

全刈りが普通であるが、植栽木が雑草との競争に耐えられれば、筋刈りか坪刈りで十分である。

種子が量的にまた、价格的に許される所では普通直播きの方が好ましい。さらに遺伝的価値の高まった種子であれば少しの量であってもそれは可能になってくる。

種子を、耕うんした広範囲な地域に飛行機でばらまく播き方は比較的安く造林でき、普通の植栽コストの1/3か1/2で済む。しかしこれを成功させる為にはこの章の初めて述べた条件は満たしていなくてはならない。

1-3-4 苗畑作業

苗木による植栽は乾燥地の造林方法としても優れている。しかし直播きより手間がかかり、初期の段階ではより経費がかかる。健全で元気の良い苗木を用いるなら、より良い造林事業のスタートとなろうし、被害は減り、初期の成長は速く、成林が速くなる。これは下刈り費の軽減につながる。厳しい限界的な環境条件下ではこの利点はみのがせないものである。森林地帯の適地で効率の良い苗畑の設置はすべての乾燥地の造林事業において基本的必要条件として重視すべきことである。苗畑は平坦で、水はけが良く、十分な水や土壌が入手出来る、植栽地へも便利な場所に設ける。苗畑や育苗の基本的なことは多くの文献に書かれているし、通常条件と同じことが乾燥地造林の苗畑についても求められる。

苗床での地植えもあるが、多くの主要樹種は苗畑でポリエチレン袋のポット苗木として育てられている。たとえば、*Acrocarpus fraxinifolius*はしばしば大きな“剪定苗木”(山出し前に苗畑で根切りをし、頂葉を切った苗木)で山出しされたが、現在はポリ袋で大きくなるまで育てている。また、ある樹種は苗床で根株(stump)として育てられる。これは繁殖が確実で一般的に安く、問題が少ないので好んで用いられる方法である。しかし主要樹種の多くは根株からは迅速には成長せず、ポット苗木として育てるべきである。

1-3-4-1 ポット育苗

一般に植栽地が苛酷な条件の土壌や気候の下にある乾燥地の造林では、ポリ袋や筒で苗を育てるのが最も一般的な方法である。以前には土の玉や土塊を用いていた、そして限られた範囲で粘土、金属、竹、バナナの葉、ボール紙、防水紙等のような他の原料の筒は同じようにまだ使われている。しかしこれらは、大面積造林にはポリポットや筒よりも高く、不便である。

○ 大きさと形

ポリエチレンは普通150から200ゲージ(37.5から62.5ミクロンの厚さ)の袋か筒を使用し、黒か透明のものを使用する。黒色のものは丈夫でポットの中での藻の発生を低く

するので好まれるが、透明なポリエチレンより熱くなる欠点がある。しかし暑い季節でも黒色の容器が致命的な温度になることはない。

ポットのサイズは育てる樹種とか、植栽する苗の大きさによって種々様々ある。ユーカリやマツ用の一般的サイズは円周25cm（たんだ巾が12.5cm）で20から25cmの高さのものである。この円周で25cmの高さのものは重さにして1.8kgに相当する1,200cm³の土が入る。苗畑から植栽地までのポット苗の運搬費は、経費の中の主要な割合を占めるので、小さなポットを使うことが熱心に研究されている。

一例として表1-6は北ナイジュリアの実験であるが、*Eucalyptus camaldulensis*に異なったサイズのポットを使って、山出した後、1年目には下記の様な異なった成長を示した。

表1-6 *Eucalyptus camaldulensis* のポットの大きさと樹高成長

ポットのサイズ	円 周		長 さ		土重量(約)		樹高成長	
	インチ	センチ	インチ	センチ	オンス	グラム	インチ	センチ
大	10	25	10	25	64	1,800	80	203
中	10	25	6	15	38	1,075	70	178
小	6	15	6	15	14	390	57	145

ギニアでのマツやユーカリにおいて25cm円周で15cmの長さのポットで十分な成長結果が出たが、マツで、15cm円周、15cm長さのポットでは高い枯死率を示した。

ザンビアにおいて、以前25cm円周で15cmの長さの標準的サイズのポリポットを使用していたが、今は“ミニポット”と呼ばれる15cmの円周（平らにして15cmの巾の）で15cmの長さのものを広範囲にわたって使用している（Allan and Edean, 1966）。

スーダンにおいて、活着と成長量に関して異なった長さのポリエチレン筒での効力の実験を*Eucalyptus microtheca*と*E.camaldulensis*を使って行った（FAO, 1969）。これによると、9から30cmの間で10種類の異なった長さで行った。9から24cmまでの長さでは100パーセントの活着が確認された、27cmものは95パーセント、30cmものは80パーセントであった。また、極めて重要な相関関係が筒の長さで苗木の高さとの間にある事をつきとめた。26cm以上の高さの苗木は15から24cmの長さの筒から最も生産された。

最も長い筒のより低い活着は説明されていない。成長に関しては、短い筒で育てる場合は、発芽後の追肥によってある程度成長を促進することが可能である。

育苗用のポリエチレンポットは通常、底は閉まっております、排水用の穴が開いている。筒の場合は底が無いので、長い円筒状のものを購入し、それを望む長さに切って使用するのが安価である。一部の国では筒を使用しているが、殆どの国でポットを使用している。その選択は苗畑の土が十分に筒に定着するか、すなわち、それを運ぶ時に底が抜けまいかどうかによる。1971年には中型のポリポットは1,000個当たり3~6ドルであった。

それぞれの容器によって横に伸びる根は成長を制限され、根系の偏奇や巻きこみ、極端なケースでは、根の巻きこみが、相互にしめ殺し作用を生じ、植栽後の枯損、風害、成長停止等を誘発する。その様な兆候は植栽してから4、5年たたないと現われない。従前の粘土塊のポット苗木はしばしば重大な被害や植栽期の活力低下の原因となった。この被害を軽減するものには、ポリエチレンを植栽する際、除去してしまうことである。また、チュニジア (Brahim Ben Salem, 1971 : Stone, 1971) や南アフリカ (Donald, 1968) では、外観では解らない“しめ殺し”作用を起こす状態の巻き根は、切ってしまうために鋭利な刃物でポリエチレンの筒の部分に1cmの深さで直角な切りぎざみを2、3ヵ所入れる方法が採られている。チュニジアでは、さらに、予防策として、底を0.5から1cm切り取ってしまうのを推奨している。(Brahim Ben Salem, 1971 : Stone, 1971)。この場合、土が崩壊しないように、根が露出して乾燥することのないよう注意する必要がある。

乾燥地の造林において、ポット等を除去して植えるか否かは、確たる実証はなく、ナイジェリアにおけるマツとユーカリによる調査では、ポリポットを全部か部分的にか取り除かない事による効果を試みたが重大な違いは見られなかった (Jackson and Ojo, 1970 ; Nigeria, Savanna Forestry Research Station, 1971)。ザンビアにおいても植栽筒の除去の実験で成長量や活着率は目に見える差異が見られなかった (Greenwood, 1969)。

いずれにせよ、ポリポットや筒が不適当なため、根が奇形になってくる兆候があるかどうかを観察する必要がある。

○ ポット土の混合

軽質な肥沃の土壌のところには苗畑を設定する必要性はポットやその他の容器の出現によってなくなった。他所から運んだ土を混合して用土に使用出来るようになったからである。土壌混合で、用土は粗しょうであると同時に、粘着力や保水力がなくてはならない。しかし給水してこね土をつくるべきではない。通常、人工肥料も混合される。殺虫剤はシロアリからの保護が必要な時には加える。特定の要素が (例えば、あるユーカリに必要な燐素など) 混合物に加えられ、また、マツの場合それに適した根瘤菌が加えられる。

混合の要素は国によって異なるが、色々な苗畑で使用されている実例を表1-7に示す。

表1-7 ポット用土の混合

	土 壌 要 素 (量の割合)	肥料と殺虫剤添加 (m ³ 当たり)
東アフリカ農林 業研究機構、ム グガ、ケニア	森林表土……………50%	2 Kg N P K 肥料
	小片泥炭……………20%	
	小片粘土……………10%	
	碎石……………10%	
	腐朽肥料……………10%	
ナイジェリア ○ブクル	川砂……………50%	590g "Iotafects" 肥料
	牛糞混合肥料……40%	118g dieldlin 粉末2%
○ナラプタ	細砂……………40%	200g ホウ酸塩
	粗砂……………10%	590g 硫安
	牛糞混合肥料……40%	590g 硫安
	森林壤土(造林予 定地)……………10%	590g 過磷酸肥料
○イバダン	川砂	295g 塩化カリ
		590g "dieldlin" 2% 粉末
ザンビア	川砂	1.77Kg 各々、過磷酸塩、骨粉、 ひづめや骨の薄片。
	経済的に得られる最 良 Brachystegia 林 地の砂質腐殖表土 (表面15-23cm のみ)	2.06Kgの "M" (N9・P12;K9) 混合のNPK肥料
スーダン ○コルドファン	砂……………1/3	
	粘土……………1/3	
	放牛糞……………1/3	
タンザニア	森林か草原の表土 ……………60%	2 KgのNPK肥料
	菌根土(松川)……10%	
	牛糞……………10%	
	砂……………10%	
	砂利……………10%	

※ ムグガはサバナ帯の外側である。

※ 苗床やポットへの直播に土壌を使用するならば肥料はやらない。又発
芽後2週間ごとに、給水時に肥料を混ぜて施す。

スーダンに於いて *Eucalyptus camaldulensis* のためのポット用土の実験がされたが、純粋の砂から沈泥までの混合の比率について実験された。最高の発芽や活着率は100パーセントの砂において、最高の成長は100%の沈泥の場合であった。得苗率と成長の最高の組み合わせははん50/50の混合であった (FAO, 1969)。沈泥量を増せば根の量が規則的に減ってゆき、又砂の量を増せば逆の現象になる。

ナイジェリア、サマルでのポット用土を作る混合の実験で、砂:3と牛糞:2、砂:4と牛糞:3の混合の形がユーカリにとってよい結果が得られる事がわかった。しかし牛糞はカリビアマツの苗木には有害であった。(Jackson, Brandes and Ojo, 1970)。

東アフリカのある苗畑で森林表土の使用には問題があった。乾期の終わりに集めた土壌は有効な硝酸塩が不足しているのがわかった (Parry, 1956)、又腐植土を分解するのに3, 4ヵ月保存しておかねばならないことがわかった。時には森林表土を使用すると除草を必要としたり、好ましからざる微生物の活動(立枯病など)のため、殺菌が必要となるだろう。ザンビアでは殺菌は直播きする苗畑とかポット用の土に対し、よく行われ、臭化メチルの燻蒸消毒が一般的に用いられている方法である。

乾燥地帯での苗畑の作業に使用する土は基本的にだいたい酸性である。大半の樹種に適するpHは6.0以下で、マツにおいての上限は5.5とすべきである。これよりもアルカリ性である土壌では塩素と鉄が欠乏する傾向があり、成長が悪く、苗木は立枯や他の病気にかかる傾向がある。マツの苗木は土のアルカリ性が強すぎると、形成されなくなる。

強アルカリ土を中和するには、硫酸、硫黄(硫黄華の形で)、硫化アルミニウム、硫化アンモニウム等の施用である。温暖な条件下では (Benzian, 1965) 5.4リットルの水に190ミリリットルの濃硫酸を入れたものを苗木の1㎡に混ぜると土壌のpHを1~3/4単位下げられる。似たような効果に1平方メートルに120gの硫黄を加えるか、硫黄と同じ量の硫化アルミニウムか硫化アンモニウムの調剤等がある。これによる効果は約1年間である。硫化アンモニウムを1㎡に約110g施用し強力な肥料のように使用することにより、pHを1単位低くしておく事が可能であった。上記の方法によって出来る可溶性の塩は取り除かなくてはならない。しかしこれは現在水を引ける苗畑ではそれ程困難ではない。

苗畑用として必要な土の量は非常に大きい。例えばザンビアでは、150万の“ミニポット”を使う計画では年間約600トンの土が必要になる。現在使用している円周25cm(平らにして12.5cmの巾で15cmの深さ)の標準的なポットの土の量は1,000ポットにつき1トンである。土の収集や持ち運びのために、大規模植栽事業用の苗木を供給する苗畑においては、作業を機械化すべきである。

○ 播 種

従来の苗木を育てる一般的な方法としては、苗床や箱に種を播き、発芽後1, 2週間

位で持ち運ぶのに十分な大きさになった時、ポットに植え替えるというやり方であった。これは扱いにくく時間のかかる作業であるが、苗木を傷付けないように葉の部分を持ち、けっして幹を持って移植しないよう注意しなくてはならない。しかし現在は、労働者の削減や作業のロスを軽減するために、ポットに直接種子を播くようになってい。そしてこれはスーダンでユーカリや他の多くの樹種で数年間に涉って行われて来た。そして十分種子が供給出来る限りにおいて成功していた。ザンビアに於いても又“ミニポット”への直播きは一般的になってきた。ナイジュリアや多くの他の国もそれに追随している。それはかなり苗畑作業の時間を短縮でき、経費も安くしうるからである。用土の混合で使用される肥料の量は発芽を抑制するほど多量にしてはならない。

すでに述べたようにこの問題はザンビアでは用土の混合で肥料を加えることを中止し、発芽後2週間間隔で液体肥料を施す方式に変更した。

ポットに播く種子の量に関しては下にナイジュリアの例を掲げる。

種子量 (100ポット当たり)

0.5 g	.....	Eucalyptus deglupta
1.0 g	.....	上記の他の全ユーカリ (除く下記のユーカリ)
1.66 g	.....	Chlorophora spp.
2.0 g	.....	{ Eucalyptus pilularis
		{ E. punctata
3.0 g	.....	E. tereticornis—ザンビア産 (ニューギニア原産は100ポット当り1.0gで播く)
2~3粒	/ 1ポット	..... { Eucalyptus citriodora
		{ Pinus spp.

ザンビアではユーカリの“グランディス”は3から7個の種子を1ポットに“シェーカー”と呼ばれるもので播いている。Fishwick, 1966によれば、ナイジュリアでは数えるのには小さすぎる種子をごく少ない量播く方法としてデンプン液に浸した針を用いると書いている。

1-3-4-2 ポット以外の育苗

○ 土球と土壌塊

現在一般に使用されているポリポットや筒の以前では、土球や塊が広く使われていた。マリテウスで実行したように苗は普通の方法で苗床で育てられ、移植の段階で土のボールで包む。このために土壌は丁度良い固さで混ぜられ、簡単な2つの半球の形をつくり、移植苗の根の為に平らな面にくぼみも作っておく。移植稚苗をそこに置き、2つの半球を合わせて丸めて球をつくる。

土塊は、機械で固められる。上には種子を播く為に砂で埋った小さなくぼみが有る。この方法はAcacia senegalの苗木を育てるのにブラジルやスーダン (Kordofan) で用いられている。

土球や土塊方法の用土の混合には問題が多い。もし正しい混合がなされないと、移動運搬の際震度などで球や塊が壊れる。用土混合には、品質の一貫性を確実にする十分な管理が必要である。

○ 育苗箱

条件のきびしいサバナでは根を乾燥から守る一番良い方法として独特な容器を使っている。東部アフリカの高地のように寒い所で一般的に用いられている方法として育苗箱で育てる方法がある。

すなわち、苗木用の木箱は34cm四角で12cm深さのもので、底は小割り板にし、小割り板の間に1cmのすき間をつくる。苗木は1箱に49本植えられ、2週間ごとに列の間を鋭いナイフで切る。その上に周期的に底の小割り板をぬけて根が伸びないように持ち上げたり、出た根を切る。植栽時には箱は植栽箇所に置かれ、それぞれの単一の苗は立方体の土と一緒に移され植えられる。この作業を、苗木が箱から出され、植えられるまで最小時間で出来るよう管理されるならば、この方法はすばらしい結果をもたらす。しかし土の塊が太陽にさらされたり、脱落すると大きな損害を被る結果となる。

○ 苗床での根切り

この方法では、苗木はポット養苗でなく、約1m巾の長い苗床に移植される。苗床はレンガやセメントブロックや木の角材で12cmの深さで囲まれ、底は堅い土で平らな表面にする。苗床は週1回の割りでその底に沿って、16、18、20又は22ゲージのピアノ線を引いて根切りを行う。その作業の間中、レンガとか角材はその場所にそのままにして置き、ピアノ線を正しい高さに保つのを助ける。ピアノ線は2人で軟らかいノコギリを使うように交互に引っ張って行く。切る作業は完全にきれいに切るのではなく長い根にならないように水平に引くようにする。植栽時は横の角材をはずし、苗床を運搬用の箱に入れるように丁度良い大きさに分ける。

苗は箱に入れて植栽地点に運搬する。移動用箱の一方の横は苗を滑らせて入れられるように開いて置く。植栽する条件がとくに至便の箇所の場合は、苗木は苗床から掘出し、根を泥で包み、湿った袋に入れ、50本単位で縛り、苗は山に運搬され裸根植栽される。

一般的に、裸根植栽は危険性はあるが、信頼性があれば、効果的で経費節減になる。

○ 根株養苗

根株を造り、これによる植栽に適した樹種は：Azadirachta indica, Cassia siamea, Conocarpus lancifolius, Chlorophora excelsa, C.regia, Dalbergia sissoo, Gmelina

arborea, と *Tectona grandis* である。根株は根株そのものと挿し木のものがあり、サイズの簡単な目安としては大方の樹種において、“鉛筆より太く親指より細い”位で、長さは約 2.5 cm で、根元のは 22.5 cm 以下とする。*Chlorophora* の様な大きな根株は通常少なくとも 2.5 cm の直径のものを用いる。どんな樹種であっても活着や成長には長さより直径を重視すべきで、傷害が急激に増大する小さい直径のものは危険である。

十分な大きさの根株を苗床で生産する期間はポリポットや他の容器で育てる期間よりも長い。しかし根株養苗の最も大きな利点はその容易さであり、持ち運びの安さであり、その強さである。根株は出来上がったらなるべく早く植え付けた方が良いのはもちろんであるが、ある樹種に於いては日陰に保存して置けば 2 週間かそれ以上生命力が失われずに維持されるものもある。林地に植えた後の根株の新しい根はその先端かその近くの成長点から出始め、それは通常地上で芽が出て来る前に始まる。従って根株の植え付けの最良の条件は根株の先端が達する深さの土が乾き切っていない（表土は乾いているが）雨期直前である。

根株の育苗には次のような方法がある。

- ① 根株として山出しするまでそのまま育てるような苗床に種子を直接播く。あるいは、
 - ② 種子は特別な苗床に播かれ、稚苗が移植できる程度の大きさになった時最終的な苗畑に移される。か、
 - ③ 湿砂で発芽促進させるか、最適な間隔で最終苗床に発芽し始めている種子を播く。
- 通常の状態では良好に発芽する場合には、一般的に①の方法が好まれる。根株を 1 成長期で山出しできるような大きさにするには、適切な間隔に間引きする必要がある。一方、発芽が普通でなかったり、長期間かかるような場合には、②か③の方法が採られる。特別な場所では種子は播種する前に前処理される。

通常、根株苗は 10 ヶ月から 1 年、苗床に置かれるが、その期間はその樹種がどの位で山出しできる大きさになるかによって違ってくる。①の方法で直接床に播かれた場合、根株苗の大きさが非常にまちまちのときは苗床全体に水をまき、鋤でやわらかくほぐし、山出しできる大きさのものだけを引きぬくようにする。寸法足らずの苗とか発芽していない種子については 2 季目の終わりに山出しできるものを出来るだけ多く生産するよう、(この方法は特にチークには最適である) 苗床を再び固め散水する。一方、②や③の方法では、通常、最初のシーズンの終わりにはほとんど全部の根株苗を山出しできる。

1-3-4-3 苗木管理

○ 日 よ け

乾燥地では、多くの樹種の種子は直射日光下よりも軽い日陰の方が発芽し易い。この理由は、日陰の下での発芽では適切な湿度条件が維持し易いからである。その上、発芽したての稚苗は軟らかい水分の多い茎をもっており、十分な土壌湿度があっても暑さの害を受けやすい。したがって苗床やポットは通常、発芽する期間中を通じ、また、幼木も強い日光や雨風に耐えるほどの大きさになるまでの間は日よけの下で育てる。しかし、気候条件が厳しくない所では日よけ無しでも良い結果が得られる場合がある。例えば、ナイジェリアのサマルではマツを除き日よけはポットに直接播く多くの樹種には不必要である。

播種床やポットの苗床は持ち運びの簡単な軽いフレームの上にカンレイツァや白い綿製の布で覆う。日よけは雨天や灌水時には、雫によって稚苗に損害を与えるので取り外さなくてはならない。発芽が終わる頃は日よけの量は少なくし最終的には苗木が日よけ無しでも耐えられる大きさに達したら、すみやかに取り除く。

スーダンの*E. camaldulensis*の苗木生産における日よけの効果実験では、苗高が10cmになるまでは日よけを用い、それ以降は取り外した場合が最も高い得苗率を示し、かつ、均一な高さの成長を得ることができた。この育苗期間は158日で、全く日よけをしなかった苗木の高さ26.6cmに対して、これは41.3cmの高さであった (FAO, 1969)。

苗畑での苗木の移植においても、最新の注意、とくに乾期とか暑い場所に移植する時は高温や過度の日射に依るダメージから防ぐため日よけが必要である。しかし移植床の日よけは一時的なもので1ないし3週間後には取り外す。

○ 防 風

乾いた熱風の吹く地域では苗木が被害を受ける。日よけの下であっても、この風により苗木の成長が悪くなる。このような場合苗畑に主風に対して直角になるような防護棚を設けて区画する方法が良い。この防護棚は粗い布とかズックの布その他の物で棒に固定して置くとか、生垣を使用する。苗畑の風上に防護林帯を造成するのも大変有効である。よく防護された苗畑では乾燥からの損傷が減るだけでなく苗床をカバーしている軽砂質土が種子とともに飛散することを防ぐ。これにより成長率も高くなり育苗期間も短くなる。

○ 灌 水

水利は乾燥地帯の造林事業における苗畑の場所を決めるのに必要な条件の一つである。灌水の必要性を考慮すべきで、例えば、ザンビアにおいてユーカリには1日苗木1,000本当たり30リットル以上も必要である。水は良質なものでなくてはならず、とくに塩類を含むものは不可である。大規模苗畑を決める前には水質の分析をするのが賢明である。とくに灌漑による給水をしようとする場合には、もし水に溶解性の固形物が約

550PPM（百万分の一）以上含まれる場合は、灌漑をする恒久的な苗圃用には不適當である。このような水は苗床の土壌のPHを上げ、立枯れや根腐れを増加させ、鉄分の代謝をにぶらせ、黄白化の原因ともなるからである。もしその様な水を使用しなくてはならない時はPHを問題のないレベルまで減らすために酸性化処理とか、土壌処理をする必要がある。とくに水中の石灰が100PPM以上では絶対に不可である。一般に針葉樹は多くの広葉樹よりも石灰に感じ易い。

ポットの苗木は、苗床に直植えの苗木よりも給水に含まれる可溶性の固形物の含有量の割合が高いことに耐えられる。

給水には、古くからの溝による灌漑の場合と、一般的な苗床上方からのスプレーによるものがある。後者には2種類の方式があり、振動スプレーと回転式スプレーがある。又静止した穴のあいたパイプも用いられる。

播種が終わった播種床やポットへの給水には水滴の大きさが重要である。水滴が大きすぎると種子が流失したり、苗床の土壌表面が硬化したり、ときには“土柱”を生じたりする。普通播種床の手で行う給水は細かい霧を造り出すノズルの付いた圧力式スプレーで行う。

移植床や、すでに発芽したポットを置いた苗床は回転式スプレーで給水出来る。これらの水滴は比較的大きい。長方形に灌水するには振動式スプレーを使用し、また、地上に置いたパイプ型のものも使用する。

水の必要量は天候や使われている土壌の組成に依る。播種床では目標として深さ15cmまで土を湿らせておくが、立枯れ病を防ぐためには過多の給水は避けられなければならない。また、週に一度ジネブ（亜鉛を基調とした殺菌剤）の溶液で立枯れを防ぐ為に散水する（ザンビア）。移植床や稚苗が生えているポットでは多量の水が必要である。ザンビアではマツには1日当り平均5~6.5ミリメートル（降雨換算）、ユーカリには7.5~9.5ミリメートルが適當であると言われている。これはマツには1日苗木1,000本当り約32リットルに匹敵する。これらの数字は最大値である。苗が小さい時は少ない水で行い量は天候によって変わる。ミニポットでは量は面積単位と同量である。

植付け時期が近づくと給水を少しずつ減らしてゆく必要がある。これは林地への植付けまでに“自然の苛酷さ”に対して強い木本化した苗を得るためである。この目的のために、カリウムを増加させながらチッソを減らしてゆく施肥バランスの調整をすることもある。（FAO, 1970）。

給水の頻度は非常に差がある。乾燥した土地の苗床は1日4回も軽い給水を行う。しかし、乾燥がそれ程激しくない条件下の成育した苗木には2日に1回で十分である。

○ 根 切 り

ポリポットやポリ筒で育てる苗の根は、ややもすれば底から出て苗床の下の土の中まで伸びる。これを防ぐ根切りの目的は長い直根が伸びるのを止め、細根の発生を助長す

るものでもある。根切り作業は強く張ったピアノ線でポットの底と苗床の間をそこに伸びている根を切るように引っ張って行く。他の方法としてはポットを持ち上げて根を個々に切りとる。

ザンビアではマツの根切りは発芽後5~6ヵ月後と植栽約2週間前に行われている。ユーカリにおいては、速く根の増殖が行われるため、根切りは1週間に1度の割合で行わねばならない。苗は根切り後しおれ安いので給水をし、もし必要なら根切り後2日間日よけを施す。最後の根切りは植栽前1週間以内に行うべきである。

その他の樹種にも同じような根切りが必要であって、根切りの時期とか回数は根の成長するスピードによって調整する。一般的にはピアノ線で断根することよりポットを持ち上げて断根する方が確実である。

その他の方法としてアフリカの乾燥地帯での苗畑で行われてきたのは、コンクリートブロックに固定した1cmの網の目のワイヤーのネットをつけた鉄製の上にポットを立てておくと言うものである。ワイヤーネットと容器との間には2枚の新聞紙を置く。因にフレームは地上30cmの所に位置させる。根の成長は新聞紙に入り込めばすぐ止まり、断根するには手で除去する必要がある。この方法はコスタリカで成功し、そのポットはくり返し使用出来る金属製の筒で12cmの長さで6×6cmの断面のものであった。

○ 苗木の規格と選別

山出し苗木の最良のサイズには何らかの基準がある。スーダンでは、ユーカリの標準的苗高は、灌漑される林地へ植付けの場合は25から30cmであるが、ナイジェリアでは一般的に25cmの高さの苗である。しかしザンビアではより小さい苗を使う傾向がある。ユーカリは今まで12.5から20cmとしていたサイズを今日では10から15cmとし、15cm以上のものは適さないとしている。このサイズの苗はミニポットに播種してから2ヵ月半から3ヵ月半で得られる。ユーカリは非常に早く成長が始まり、すぐに15cm位の高さになってしまい、1日0.8から1.2cmの成長量があり早く大きくなりすぎる。この様な早生樹は播種する日を、予定する植栽日に丁度良いサイズに成長するように正確に決めなくてはならない。標準的なサイズのポットで育てたマツの苗木規格は、ザンビアでは15から20cmと言われている。ミニポットで育てた場合は12.5から15cmが標準とされ、それ以上のものは不適格とされている。このサイズのマツの苗は7、8ヵ月かかる (Allan and Endean, 1966)。

苗の等級格付けは、育苗期間の2/3が過ぎた時に行う。ザンビアでは根切り作業の段階で行う。ザンビアでは根切り作業の段階で4つの等級に分けている。すなわち“大”、“平均的”、“小”、“劣”である。“劣”は極端に发育不全のもので普通苗木処分にする。使用する3つの等級は別々の苗床に分け出来るだけ均一化するように処理をする。すなわち、大きな苗の給水量を減らし、小さな苗には成長を刺激するような特別な注意を施す。しかし最近では改良された給水方法で毎月播種してゆき、液体肥料を

使用してゆけば、等級区分の作業は省略される。

○ 病虫害除去

苗木の気象被害、すなわち乾燥や暑さからの損傷はすでに述べたが、保護のうち他の主な問題は立枯れやその他の菌の病気や虫害、特に白アリの害である。

毎年新しい土混合が行われる苗畑では、土の薫蒸消毒は通常行う必要はなく、時々根菌類や立枯れによって稚苗が損傷を受ける時だけ薫蒸消毒が望ましいとされている。同じ土壌でくり返し生産している苗床では消毒がたびたび必要であろう。とくに播種床は普通薫蒸消毒は新しい土地でも古い土地でも行う。ザンビアでは標準的には薫蒸消毒はメチル臭化カリで行う。他の薫蒸消毒として、“ネマゴン20”とか“ドウフォーム M. C. 2”等がナイジェリアで使われている。ポットに移植する前26日間に行えば稚苗には何の害もなく、移植時に起こる立枯れ等を減らすことにもなる (Jackson and Ojo, 1970)。

“立枯れ”はサバナに於ける苗畑作業の中で最も厳しい問題である。それは移植後に苗床とかポットで起こる。特にマツの稚苗に頻繁に起こり、その他の多くの樹種にも発生しうる。これは多くの異なった菌類が原因となっている。ホルマリンによる土壌処理やメチル臭化カリやその他の薫蒸消毒剤での消毒は効果的である。しかし、このような処理はいつも完全とは限らない。この理由として、処理した苗床への移植時期が早すぎたり、汚染された道具で土を覆ったりすることからの発病や種子そのものからの発病がある。

白アリは樹種により、とくに多くのユーカリ類の造林において大規模な被害を引き起こす。このため、苗畑で土壌混合の折に殺虫剤も一緒に混ぜてしまう方法がある。通常使用している殺虫剤はdieldrinかaldrinかである。そしてそれらは土壌（例えば、土壌1立方メートルに対し2パーセントのdieldrin0.8kg）と混ぜるか、又は浮遊物のように水と混ぜるか水をかけるようにして混ぜるかである。

ザンビアでは24ℓの水と200~400gr.の湿ったディルドリン粉をポットに施用し土壌中に少しずつ蓄積させる。

dieldrinとaldrinの両方とも、永久的に生態系をよごす持続性のある有機塩化物の殺虫剤であり、多くの国では農業目的の為にその使用を禁止している。土中に無害な混合となって分解してしまうような替りの物を開発する必要がある。いなごとかその他の食葉害虫に対する防御策はdieldrinの懸濁液か湿ったaldrin粉を“固着剤”と一緒に苗木にスプレーする。安くて効力のある固着剤は1リットルに21gの“砂糖石けん (sugar-soap)”である。

根切り虫やカブト虫の幼虫に対しては、その様なスプレー（固着剤は入れない）で、または塩化物をヘクター当たり9kgの割合で施用する。また、苗床の地ごしらえの時に土を20cmの深さで耕やし、その時に適用する。

鳥やけっし動物（ねずみ、りす等）は時々苗畑に被害を与える。最良の防御策は細かい網目のワイヤー製のネット（網目は6mm以下）で苗床を加工か覆う。防虫剤（Aeas-n, Morkit）や2硫化テトラメチルソウラム（“thiuram”）を使用する事によって防御する事も出来る。

1-3-5 植栽作業

乾燥地域の造林における植栽（planting）の技術は、他の気候下のそれと全く異なるものではないが、乾燥地域なるが故の留意事項を主体として、以下に述べることとする。なお、乾燥地域の造林では混植や樹下植栽は通常行われず、単純林の造成が殆どである。

1-3-5-1 植栽間隔

造林対象地の地ごしらえが終わった後、所定の植栽間隔をもって棒を立てる。この際、人力による下刈りの場合は行間の正確な間隔はそれほど重要ではないが、大規模造林事業等で機械下刈りを行う場合は、このことは重要で機械の円滑な走行のために正確な方形の棒立てが欠かせない。

植栽間隔は、樹種、造林目的、土壌湿度および雑草との競争力等によって異なる。例えば密植は早期のうつ閉によって雑草の繁茂を押さえるが、一方、土壌湿度が乾季には限られる。広い植栽間隔であれば水分欠乏による成長阻害が避けられる。

従来、植栽間隔は、その影響についての十分な知識なしに恣意的に決められていたケースが多い。最近の試験によるデータが植栽間隔の影響の程度を示すものとして示されている。例えば、ナイジェリアのsudan帯にあるMaigazariにおけるAzadirachta indicaの造林試験では、次表のように密植によって植栽初年度の樹高成長と幹の直径成長が明らかに減少することを示した（Nigeria Savana Forestry Research Station 1968）。密植したあと間伐を行わないと植栽木は数年以上生存し得ないことが経験的に知られている。

間 隔 m	植栽2年目の樹高 m
0.9 × 0.9	2.0
1.8 × 1.8	2.6
2.7 × 2.7	2.8
3.7 × 3.7	3.4
5.5 × 5.5	3.8

ナイジェリアのJos台地のユーカリの試験では、疎植の場合、個々の樹幹直径は増大を示すものの、断面積合計の減少、したがって単位面積当りの材積の減少を伴う。表1-8は5年生の造林地の数字である。

表1-8 植栽の間隔と樹幹周囲長等との関係

植 栽 間 隔 <i>m</i>	<i>E. camaldulensis</i>		<i>E. rudis</i>	
	周 囲 長 <i>cm</i>	断面積合計 <i>cm²/ha</i>	周 囲 長 <i>cm</i>	断面積合計 <i>m²/ha</i>
1.37 × 1.37	15.7	10.3	14.0	8.5
1.83 × 1.83	18.3	9.0	15.5	5.8
1.83 × 2.74	21.0	7.1	16.6	4.4
2.74 × 2.74	21.8	5.3	19.5	4.4

疎植における5年生での総材積量のかなりの減少がみられるが、この数字は伐期に近い後年度に至るまでの指標となるものではない。すなわち、適正な間伐による手入れが無ければ土壌水分に対する個々の立木の競合が甚しくなるからである。燃材や小径木生産では用材や大径木生産よりも植栽間隔は狭くなる。後者の場合でも間伐は欠かせない。

現在、行われている標準的な植栽間隔を例として表1-9に示す。

表1-9 乾燥地造林における植栽間隔

国 名	樹 種	植 栽 間 隔 <i>m</i>	備 考
ザンビア	<i>Pinus kesiya</i>	2.77 × 2.77	製材用 30年間に3回間伐
"	<i>Eucalyptus grandis</i>	5.63 × 3.65	製材用 8年伐期中2回間伐
ナイジェリア	<i>Eucaly. spp.</i>	1.8~2.4 × 1.8~2.4	燃 材
"	<i>Eucaly. spp & Pinus spp.</i>	>2.7 × >2.7	
"	<i>Gmelina</i>	2.4 × 2.4	柱、杭材
"	"	2.7 × 2.7	製材、丸太
"	teak	2.7 × 2.1	
スーダン	<i>Acacia senegal</i>	4 × 4	アラビアゴム生産

1-3-5-2 植栽時期

植付けは、通常、一定量の降雨があり次第あるいは一定の深さの土が湿った段階で開始する。これはローカルな知識をもとに判断されるべきで、一般に、早すぎて失敗する例が多い。例えばザンビアでは植付けは土中30cmの深さの場所が湿った時点で開始する。大切な点は、植栽木が次の降雨までの間、生育しうるに十分な水分を持つまで待つことである。

植付けが早すぎた場合、雨期に入る前の乾ばつによる大きな被害を生ずるが、これはある意味でギャンブルであり、時には欠けた所を部分的に補植することも考慮に値する。一方、植付けが遅すぎた場合、期間中に大面積の植栽を完了できないだけでなく、降雨が少なく、かつ、不規則な地域で重要視されるべき植栽後の雨水の活用が損なわれることになる。

乾燥地域において、極めて必要とされることは、日降水量と気温の観測に基づき、土壤水分量を算定するための数式を決定することである。この数式は“東アフリカ農林業研究機関”(Griffith1957)において定めたものである。これを簡単に述べると、毎日の蒸散(実測から算定する)により土壤中から失われる水分量と日降水量による水分収入量を調べることである。植付けを開始するに足る一定の土壤水分量に達するまでの間、この水分収支量の測定を続ける。この一定の土壤水分量とは、各植栽場所ごとに、また、土壤水分喪失率、地区の降雨確率、樹種(その根系成長率や無降雨耐乾性など)に応じて定めるべきである。このような手段は植栽開始時の決定に非常に確実性を与える。しかし、このような情報のほかに地区の降雨パターンの知識に基づく判断が必要である。

1-3-5-3 苗木運搬

ポット苗は、通常、 $38 \times 38 \times 13$ cmのサイズの箱で16ポット(円周25 cmのもの)あるいは50ミニポット(円周15 cmのもの)が容れられ山出しされる。苗木は苗畑から出される前に十分水を与える。トラクターでけん引されるダブルデッカーのトレーラーで輸送するのが植栽地近くまで運べ、二重手間を避けることができる。また、輸送スピードは遅い方が揺れや風乾を防げる。苗木の植栽地への供給は植付け行程に中断を生じないように、また、過剰になって植付け前の放置で乾燥してしまわないよう計画的に行わねばならない。通常植付けの1日先までの量を供給する。非常に乾燥する地域では、植栽地に数時間以内置くのが限度であるが、湿度や庇蔭や給水施設のある箇所では、前もって数日間の苗木備蓄が便利である。

根株苗(stump)では、掘上げ、調整の前に十分灌水する。適当な本数を括り輸送のための麻袋の中に包む。多くの樹種の根株はかなりタフであり、ある程度乾燥に耐えうるとは言え、植付け前に不必要な乾燥は避けるべきである。

1-3-5-4 植付け

植栽後に多くの被害を生ずる植付け時の根系偏歪を最小にすることは重要である。ポリエチレンポットの使用による根系の変形の可能性については前述したところである。ところで、最低の事前注意として推奨しうるのは、ポットの少なくとも下2/3のポリエチレンを取り去ることである。白アリが問題のところではポリエチレンポットの上部のフリルを地表から1~1.5 cm出して残すことが白アリ抑止作用となることが発見された。ポットや筒は鋭い刃物で植付け直前にスリットを入れる。この際、土の筒が崩れないよう最新の

注意を払わなければならない。

植付けは、通常、30cm立方に掘られた穴に行われる。しかし、地ごしらえ段階で十分耕運されている場合は苗の土の円筒が入るだけの穴でよい。

根株苗も通常、穴に植付けられ、白アリの被害のあるところではデルドリンかアルドリノの粉末を土に混ぜる。土壌が十分粗しょうな場合は鉄挺（カナテコ）や鋭い棒で作った穴に置き良く土で埋め固める。

いずれの場合においても、植えたあと直ちに苗木のまわりに周辺の土を注意深く埋め固め、根系が乾く土中空隙のないようにする。

1-3-5-5 施 肥

苗木のポット用土にはすでに肥料分を含んでいるが、これら養分は苗畑時代に殆ど消費されてしまう。したがって、樹種によっては植付けの時あるいは直後に施肥することが必要である。とくに乾燥地帯の土壌は、通例、養分が不足しているのが必要である。植付け後の施肥についての多くの試験が行われているが、しばしば被害例も出ている。これは、土壌の差異や樹種の違いによるものと考えられるが各樹種や地域についての一般的な提案を導き出すことは難しい。

最も普通に不足している要素は燐酸分であろう。実験によれば、これの施肥によって多くのケースとして成長の増加が得られる。土壌中や肥料中に適量の燐がない場合の窒素肥料は、しばしば有害である。そして、十分な燐があっても適当な雨量や土壌水分が無いと窒素肥料は肥効を示さない。カリウム分の肥効は例外を除いてまれである。施肥は、時には、新植地での枯損率を増加させるが、これは恐らく適当な降雨が無かったために土壌中の栄養塩類の濃度が濃厚になり過ぎた結果と考えられる。最悪の被害は、少量の降雨のあと乾燥が続いた際に起きやすいので、植栽時の降雨があてないならぬ所では施肥は雨期が本格化して土壌乾燥のおそれが無くなるまで延期することが奨められる。以上は一般論で、その土地ごとに最適の方法を確立すべきである。

例えば、ザンビアではマツに対しては植栽後の施肥は肥効がないので行わない。一方、*Eucalyptus grandis*やその他のユーカリ類は土壌肥度に敏感なので、植栽直後に施肥する。従前は、NPKが9:12:9の肥料を1本当り85gの割で施肥したが、現在は、経済性も考慮して11:22:11の肥料を1本当り57gの割で施肥している。これは、3×3mの植栽間隔なのでha当り64kgの施肥量になる。肥料は深さ23cm、植栽木から15cm離れたところに施すが、土壌表面に散布して、すき込むこれら肥料中のK（カリウム）の効果は不明である。ザンビアではP（燐）の多量施用がユーカリに効果がある。

北部ナイジェリアでは、PとN（窒素）を脊地に施用することにより*Gmelina arborea*の樹高成長に著しく効果があるが肥沃地では効果が認められない。場合によってはNのみの施用には被害があるがNとPの総合効果は明らかであり、また、これらを個々に施すより

も混合施肥によって樹高成長をより高めうる。一般的に肥料は土壌水分の多い時に効果があり乾燥期には被害も生ずる。とくにNにおいてそうである。

磷肥はナイジェリアの乾燥地帯のマツに対して不可欠である。磷肥を欠くと被害を生じたり、葉端のしおれた多くの発育不全木を交えた不均一な林分を生ずる。この症状は根瘤菌の着生不十分により生ずるものと似ており、したがって、磷は主として根瘤菌に効くものと考えられる。

ナイジェリアでは尿素はマツに害があるとみられている。しかし、硫酸は磷酸と併用すれば樹高成長を増加させる。最も、この増加はそれ程でもないので現在は過磷酸分のみを1本当たり100grの割でマツ造林地に施している。

ユーカリは、その多くが土壌中の硼素の欠乏に敏感であるが、多くのサバナ土壌は、この元素が不足している。硼素欠乏にみられる病徴は葉の変形であり、乾期の後半には甚しいダイバック（枝枯れ）が生じ、枯死することが多い。こうした病徴がひどくない場合でも生長の減速がみられ、ザンビア、ナイジェリアやその他で行われた試験によって、硼素肥料を施す必要のあることが十分に確かめられた。硼素の給与によって病徴は完全に消えるだけでなく、生長量にもかなりの増加がみられる。硼素欠乏の病徴を示している造林地で、ザンビアでの原処方では硼素塩肥料（硼素14%）を苗木1本当たり42gとしたが、それでは一代期を通じて生長を続けるには不十分であり、低雨量地域の浅土では少なくとも57g、深い砂土や高雨量地域では、144gがそれぞれ必要であることがわかってきた。硼素塩肥料は、通常、帯状に2本施用する。すなわち、樹木の両側に木から45cm離して、くわで土壌に埋め込む。現地苗木1本当たり120g施用するには、3×3mの植栽間隔でha当たり133kgの硼素塩肥料が必要となる。

1-3-5-6 補植

枯損は、通常、植栽後におきると予想されるが、これは弱い苗木の使用、植栽時期選定の誤り、植栽後の悪天候、シロアリや野生動物の食害などが起因しているとみられる。しかし、ポリエチレンポットで養成された丈夫な苗木を用い、かつ、植栽前に土壌中の水分が十分に形成されるように注意すれば被害のパーセンテージは一般に低くなる。

いずれの場合にも、欠損部を補植することが、果たしてそれだけの価値のあることかどうか、多くの場合疑問のあるところである。こうした植付作業は、そのすべてが比較的少数の苗木によって繰り返されることになるので非常に割高になることである。さらに、補植された苗木は、多くの場合、林分内にあってその地位を保ちえず、あとで当初植栽の隣接木に被圧されることになる。補植は、普通にはユーカリのように早生樹林分では行われない。それは2年以内で樹冠は閉鎖するからである。敢えてやるならば、第一生長期の前半に行うべきである。一方、広い植栽間隔で植栽された非早生樹にあっては妥当なものと考えられることがあるが、その場合でも、苗木が早期に活着して生長するような機会をとらえて、その時点で補植すべきである。苗木がまとまって枯死した大きな空所には、補植が是

非必要となろう。そうした大きな空所は将来施業を複雑にし、また、草が侵入し、そこが中心となって火災の危険が増すことになる。一般に、全体的にみて枯損率が高くないならば災害の箇所を改植することは得策ではなく不経済なことである。

造林地については災害の箇所数とその分布状況及び被害のおそれのある弱い苗木を調べるために、植栽してから3ないし4週間後に検査しなければならない。それによって改植を決めた場合には、植栽は直ちに（できるだけ雨期の始めに）行うべきであり、それによって補植苗木は次の乾期が始まる前に活着し若干の生長を始める絶好の機会が得られることになる。雨期の後半にそうした空所に補植するということは避けるべきである。非早生樹種や広い植栽間隔で植えられた所では、災害の翌年に補植されることになるが、このためには乾期の終わりに事前評価を行うべきであり、その上で植栽は雨期の初めに（新しい造林地での植栽が始まるとすぐに）行うべきである。特に成育良好な苗木を用いるべきであり、それによって苗木は林分内でその地位を保つ機会が得られる。

1-3-6 保育作業

1-3-6-1 下刈り

大部分の国では大概の樹種について、通常行われている下刈り方法は苗木が十分に生長して樹冠を閉鎖し、下層植生を被圧するまで、植栽地を全刈り又は坪刈りすることである。この作業は平均して2年ないし3年間、必要とするが樹種が異なり、また地況が異なれば大きく変動する。サバナ状態のところ、特に乾燥地帯では高木林気候での普通の造林地において十分とされている標準では不十分である。すなわち、水分についての競争はかなり強烈で一般に完全な全刈りが是非必要であり、とくに第一生長期においてそうである。雑草は地表面で刈り取るのでは不十分である。雑草はくわで掘り出さなければならない。サバナの草類の完全除去は根系での競争を除くだけでなく防火手段としても大切である。火災を誘引するサバナ植生があるような所で造林地を保護するには、疎生する草を除去するだけでなく植栽木の林冠を十分に密にしたり、継続的な草生の根絶手段をとって草生の再侵入を防止することである。

大部分のAcaciaやProsopisのような樹種では急速に直根を深く伸ばすので、いったん活着すると、ある程度の地表の雑草の生育には耐えることができる。また、ある種のマツやCallitrisもかなり雑草に強いことが、最近ウガンダでの経験で確かめられている。マツの4樹種及びCallitrisの2樹種が、皆伐されたTerminalia林の跡地（雨量約1,250mm、乾期5～6ヵ月、標高約1,400m）に植栽された。Imperata草が勢いよく生長しているような条件のもとでも十分に活着させ、かつ生長させるのに全刈りは必ずしも必要でないことがわかった。実際に、なんら除草することなしに初期にきわめて良く生長していた。しかし、このことは、典型的なサバナ状態のところではあてはまらない。例えば、マツについては、ナイジェリアのサバナ地域では全刈りが是非必要であると考えられる。

他方、ある樹種、例えばユーカリ、チーク、メリナなどは水分及び養分に対する根の競争を非常に受けやすく、したがって、それらの樹種の造成には完全な全刈りが必要である。生育の後段階においても雑草がまだあると（特に、イネ科の草）生長量がかなり減速することになる。

いろいろの樹種について、その発根習性に関しもっと多くの研究調査が必要となるが、それは、それぞれ異なる生長段階において、それぞれ異なる地況のもとでの研究調査によって最も経済的な下刈り計画が決定される。しかしながら、大部分の場合、雑草のない土壤に植栽し、つづいて初期の造成段階中は全刈りすることが、成林させる上で是非必要であるといえる。

雑草駆除は、主として3つの方法（すなわち、手刈り、機械刈り、除草剤による化学的駆除）によって行われている。多くの場合、これらの方法の2つ以上を組み合わせることが最も有効かつ経済的であるとされている。手刈りは労働力が豊富で安く入手できる場所及び作業規模が小さいところで行われる。密な植栽間隔で列間に機械が入りにくいところでは手刈りしかない。普通、2.4×2.4mより密なものは手によって下刈りするほかない。地面が急斜か石が多いところ、あるいは根株があらわれているところでは林間の周りや機械の走行し難い間を手刈りすることによって機械刈りを補完する。通常の道具としては労働者が手慣れたくわが用いられるが、その用具が良好な状態にあるかどうか見定めることが必要である。ザンビアでは少なくとも12.5cmの刃と少なくとも1mの長さの柄のものを使用することがすすめられている。雑草は根まで掘り出さなければならないが、この作業は雑草がまだごく小さいときに行うべきである。そうすれば、かなり安く上がるだけでなく雑草の蒸散作用による水分の損失も最小量にとどめられる。最大量の雨をキャッチするように地表ではできるだけ荒く砕けた状態にしておく。乾燥によって土壤が割れるところでは、下刈りによって、その割れ目で失われる水分を少なくするよう被膜をおくことにする。斜面地では侵食を食い止め、かつ雨を吸収するようにコンターに沿って土壤を小さくおこななければならない。

下刈り回数は樹種やその地方の状況によって決まるので必要な回数を指定することはできない。場合によっては2回の下刈りだけで—すなわち1回は雨期の初めに、もう1回は雨期の終わりに（植栽は、雑草のない土壤で行われたものとして）—すまされることもあるが、多くの場合は第一生長期に3～6回の下刈り、第二及び第三生長期に2～5回の下刈りが必要となる。雨期の終りでの最後の下刈りは特に徹底的に行うべきであり、それによって造林地は雑草のない状態で乾期に入ることになる。

間作ができる場所では下刈り費がかなり節減できる。耕作者との協約の一部として、その責任において植栽木について十分な下刈りが行われるからである。そこで育成される農作物は林木とあまりはげしく競争しないような作物種であり、また、植栽木にあまり近接して育成しないようにすることが必要である。間作によって林木生長は若干減退するが

当初の造成費を相当に節約できるということで間作が受入れられている。

サバナ造林地での手刈りは機械刈りよりも雇用が多くなるので、多少経費高になる場合でも手刈りが選考される。大規模な造林計画もしくは労働力が不足しているか、労賃の高いところでは、機械刈りを選考すべきである。これは、土壌が深く耕作されることと相まって相当に作業スピードを上げるという利点がある。トラクタの走行筋が長くなる(650m以上が望ましく、長ければ長いほど良い)ような大面積のところでは、通常、かなり安上がりとなる。しかしながら、植栽木の周りの部分を刈り払うために手刈りを補完することが必要である。

使用される機械としては、通常hydraulic linkageのmatched heavy duty cut-disk harrowのついた中型動力装輪式トラクタである。ザンビアでは、Bentall 強力ディスクハローのついた Fordson Majorトラクタが使用されている。マツの造林地で植栽間隔 2.7×2.7 mの場合には、下刈りとして2.13mのディスクハローが用いられるか(Deveria, 197-4)、苗木の両側約30cmのマージンを残して刈り払う。ユーカリの造林地では、同様なマージンをもっと広い間隔で列状に残している。若干の側根は円板によって切断されることは確かであり、機械刈りによる根への被害は、Eucalyptus grandis を侵害する腐敗菌の侵入場所となりはしないかという疑念がある。北部ナイジェリアでは、強力加速ディスクハローのついた Massey Fergusonトラクタ(TE 20, MF 35, 65)が植栽後の下刈りに用いられている。

ザンビアでは、きれいにハローでならされた地面に植栽した後で3週間間隔でトラクタ下刈りが行われるが、それぞれの下刈りは前回の下刈りに対し直角に行く。これは、第一生長期に7~8回トラクタ下刈りすることを予定している。その際、4週サイクルで苗木の周りを手で坪刈りすることとし第一生長期に5~6回坪刈りを行う。長い整った走行筋にすれば各トラクタは1日に約6~8haは下刈りできる筈である。

ザンビアの下刈り手順についての最近の調査では、次のようにすれば経済性も果たされ、機械の消耗も避けられるとしている。すなわち、下刈り回数の8回(一方向に4回、約3週間隔で直角に4回)を半分の4回(一方向4回でコンターにそって)に減らし、さらに、苗木の周りの坪刈りに代わって苗木の線に沿って、ハローのかからない残りの細長い筋を手刈りするというものである。この効果は、①その面積の約5.8%に及ぶ不必要な二重のハローの作業を除くこと、②必要とする機械並に運転手の数を半減すること、③ハロー作業で横切るときに外側のみぞを渡るので、はげしい縦ゆれと衝撃荷重を避けること、④斜面地での侵食を減らし、また、雨期の間水の流れを苗木の発根部分に導くこと、⑤ハロー作業をした細長い筋(1.2~1.8m)の間の手刈り面積を増やす(50%増)ことであろう。

第二及びその後の生長期については、下刈りには小型の細いトラクタとハローが有利である。下刈りは、木の枝のために列間にトラクタが入れなくなるまで各雨期ごとに行われ

るが、その段階で林木は有効に競争植生を被圧することになる。ザンビアでは、この期間は、普通、次のようになっている。

<i>Pinus kesiya</i>	第3生長期
<i>Pinus merkusii</i>	第4～5生長期
<i>Eucalyptus spp.</i>	第1生長期（完全）
<i>Gmelina arborea</i>	第2～3生長期

ユーカリは雑草との競争に最も敏感である下刈りは重要であり、ユーカリ造林地の地面は少なくとも第1生長期間は完全にきれいにしておくことが必要である。

造林地の下刈りにロータベータを用いて試験してみた。その結果は、雑草駆除の点からすればきわめて満足すべきものであったが、この機械はサバナ状態のところではあまり頑丈ではなかった。ロータベータによるディスクハロー作業は地面が湿っているときに利用できることがわかった。

下刈りは、手によるにしても機械によるにしても、費用のかかる作業であるので下刈りの量を減らす可能性、すなわち除草剤使用の費用が調査されている。この調査は、除草剤の散布がサバナ条件のもとで実際的かつ経済的であるかどうか（植栽前の土壌の清掃に使用するか、植栽後の雑草駆除に使用するかも含めて）決める段階にはまだきていない。植栽前の雑草根絶については、非選択的除草剤を使用することが出来るが、この場合、土壌中に薬害残留物（その後に植栽される林木に被害を与えるような）が残らないことが前提条件となる。これでは、塩素散ナトリウムのように物質は除外されるが、水もしくは油に入れた2,4Dまたは2,4,5Tなど、あるいはごく最近開発された“パラコート”（土壌中で分解する）の多くは使用しうる。これらの除草剤は植生の一般的な除去に世界各地で使われている。それらが適切に使用されれば、すなわち、一回の施用では完全枯死にいたらないところに追加施用すれば、そこは、手もしくは機械による場合よりも植栽後雑草のない状態が長く続き第1生長期の下刈り回数を減らすことができよう。

植栽後の薬剤による雑草駆除には多くの困難な問題がある。小規模な作業では、非選択的除草剤を用いて背負式噴霧器か噴霧器のついた装輪式圧力コンテナーによって行われるが、この場合、植栽木の葉に噴霧しないよう注意しなければならない。噴霧するときに林木を保護する器具が用いられており、多くの国で有効かつ経済的であると証明されている。大面積の場合には空中散布にたよることが必要がある。これは、通常、ヘリコプターによって行われるが、地形が適当であり近くに飛行場があれば安上がりに行うことができる。空中散布の場合はすべて植栽木には影響を及ぼさないが雑草は駆除される選択性除草剤を使用することが必要である。選択性除草剤については次のようなことが知られている。適正な濃度と施用率で用いられるならば、針葉樹と広葉樹の雑草の間での選択性はあるが、現在までのところ、ユーカリ、広葉草木類や木質雑草のような広葉植物の間での選択性除草剤は見当たらない。

1-3-6-2 つる切、除伐

その後の保育作業には、つる切り、間伐、枝打ちなどがあるが、このうち、つる切りはサバナ造林地ではつるの発生はほとんど問題にならない。大面積の造林地での間伐及び枝打作業は重労働となるので、これらの作業は最小限にとどめることとなる。

1-3-6-6 間 伐

間伐と枝打はともに当初の植栽間隔と密接に関連している。すでに述べたように植栽間隔は、通常、次のような関係から疎植と密植との折衷したものになる。すなわち、植栽費の軽減と早ばつ時の林木間の水分の競合を減らすためには、できるだけ広い植栽間隔が良いが、他方では、早期の林冠閉鎖、雑草の被圧、下刈り費の減少、日陰による側枝の自然落枝のためには、密な植栽間隔が良い。

燃料、支柱など農業用資材のための初代の造林地にあつては、理想的には所要のサイズと種類の木材を、間伐なしで短伐期で生産されるように植栽間隔を調整しておくべきである。この理由は、初回の間伐材は多くの場合販売できないノンコマースナルなものだからである。また、多くのユーカリのような萌芽性の樹種では、通常、間伐の際の伐根に毒を塗って枯死させなければならない。それは、根株からの萌芽が主林木の生長に影響を及ぼすので、このような競争を防止するためである。

初回間伐の時期は植栽間隔と地位に関係している。乾燥している地方や劣等地では、初回間伐は、同じ密度の林分でも地位の高いところより小径のときに行われるようになる。しかしながら、広い植栽間隔の林分は初回間伐は遅れてくる。ザンビアではユーカリの植栽はすべて、現在、3.65×3.65m間隔で行われている。初回間伐は平均樹高（表1-10注、2参照）2.0mのときに行われるが、これは経済的理由（育林上の理由ではなく）によるものであるが、それにはそれ相当の証拠があるからである。すなわち、これらの林分の初回間伐は広範囲に及んでの損失を生ずることなしに、2、3年は延ばすことができる（少なくとも、ザンビアの北部では）。

表1-10 ザンビアでのユーカリの間伐予定表

平均樹高 ²⁾		間 伐 本 数		間伐予想林令
ft	m	エーカー当り	ha当り	年
65	20.0	200	500	3.6
85	26.0	133	333	5.2
		主 伐		8.0

1) 当初の植栽間隔 3.65×3.65m (12×12 ft)、ha当り 750本 (エーカー当り 304本)

2) 平均樹高とは、ここでは、最大直径を有する林木の10%について、その平均樹高と定義する。

表1-10の間伐予定表は、ザンビアのEucalyptus "grandis"もので、伐期令はほぼ8年である(AllanとEndean, 1966年)。

3×3 m (10×10 ft) の植栽間隔で行われた以前の造林地についても、同様な予定表のもとで間伐が行われる。

ザンビアではマツについて、用材生産用として伐期令を約30年とし、各種の仕様の柱材に用いる間収獲として、表1-11のような間伐予定表が立てられている(Allan, Endean, 1966年)。

表1-11 ザンビアでのPinus kesiyaの間伐予定表

最高樹高		間伐本数		予想林令
ft	m	エーカー当たり	ha当たり	
46	14.0	240	722	7
65	20.0	140	350	12~13
58	26.0	90	220	19~20
主伐				30

1) 当初の植栽間隔 2.77×2.77 m (9×9 ft) ; ha当たり
1,300本(エーカー当たり527本)

(3×3 m ; 10×10 ftの植栽間隔で造成された造林地では、初回の間伐ではha当たり600本残して行われる。)

サバナでの他の樹種についての間伐に関しての有効な情報はほとんどない。これは、主としてサバナの造林地は比較的最近造成されたもので、間伐予定表を作成するに必要な高齢造林地がないからである。ごく僅かではあるが予定表がつくられているものの、残念ながら間伐時の林分の“平均樹高”にもとづいていない。したがって、地位並に生長率の異なる場合の指針とはならない。

ナイジェリアではサバナのきわめて好適な条件のもとで育成されたチークについて、表1-12の間伐予定表(その多くは明らかに経験的なものであるが)が提示されている(Barrott, データはない)。これは、樹高に関してではなく年令にもとづいており、したがって、生長率の異なる他のチーク林分に適用することはできない。しかしながら、チークに望ましいと言われるかなり強度の間伐を指示するものとして興味のあるものである。

表1-12 北部ナイジェリアのサバナでの
チーク (*Tectona grandis*) の間伐
予定表—植栽間隔 $2.7 \times 2.1 \text{ m}$
($9 \times 7 \text{ ft}$)

年 令	本数/エーカー ¹⁾	本数/ha ¹⁾
0	691	1,705
6	450	1,112
10	220	544
15	130	321
20	80	198
25	60	148
30	45	111
40	35	86
50	35	86

シエラレオネでのメリナ *Gmelina arborea* について表1-13の間伐予定表がつくられている。

樹高が与えられていないので、この表を参考にして地位を決めることはできない。

表1-13 シエラレオネでの *Gmelina*
arborea の間伐定表

年 令	本数/エーカー ¹⁾	本数/ha ¹⁾
0	300	750
5	150	375
7~8	75	188
10	50	125
15	25	63

しかし、最大材積生長量（個々の林木の最大径級と結びつけて）についてみるに、間伐材は、“限界胸高断面積”（LBA）——すなわち、最大胸高断面積生長量を生み出す最大林分胸高断面積——の値の前後で変動する林分の胸高断面積を維持するように設計さ

れる。LBAの決定は、各樹種、各地位についてその林分が利用期に入れば、すぐ行うべき重要事項であるが、通常、少なくとも壮令期までは一定である。

また、特殊なサイズの間伐材および主伐収穫での大きなサイズの材、等の単位材積当たり価格増加分（生長量）を考慮に入れて間伐方式を定めなければならない。間伐はその回数を指定することによってコントロールされるが、それぞれの間伐量によって一時的にその林分の胸高断面積がLBA以下に減少する。

間伐を実行するにあたって、普通、その目的とするところは、できるだけ間隔を一様にし同時に欠陥木及び曲がり木の大部分を早い機会に取り除くことである。早生のユーカリでは初回の間伐は列状に（例えば、当初の植栽間隔3×3mの造林では、3列のうち1列を除くことによって、ha当たり本数を当初の1,110本から740本に減らす）機械によって行われる。機械的間伐の利点は選木が必要なく簡単で速い線状伐採であるので非常に安くできることである。初回の間伐だけは、通常、この方法で行われるが、次回からは育林上の考慮から選木して行う。しかし、ザンビアでのEucalyptus "grandis"とPinus kesiyaの造林地では一般に幹形が良くないので初回から育林的に間伐される。

1-3-6-4 枝 打 ち

間伐の場合と同じ理由でサバナでの用材目的の造林地では、まだ枝打ちの実績がほとんどない。マツでは防火手段として多くの場合枝打ちが必要であると考えられる。ザンビアではマツとユーカリの造林地について枝打ち予定表によって2、3年作業されたが、これの労働量が多いため（とくに、マツの造林地の場合）現在再検討中である。

Pinus kesiyaの造林地では、その目的は樹幹の下方部分（約6.7mの高さまで、中央径で10cmまで）の節を少なくすることにあつた。これについては、表1-14のような予定表がある。

表1-14 ザンビアでのPinus kesiyaの枝打ち予定表

枝打ち高		最高樹高		予 想 林 令
ft	m	ft	m	年
8	2.4	20	6.0	4
15	4.6	30	9.1	5 ~ 6
22	6.1	40	12.0	7 ~ 8

すべての林木について枝打ちを行い、次いで間伐と同時に枝打ちし、その後で間伐だけが実行された。こうした度々の枝打ちは非常に広大な造林事業では実行が難しいことがわかった。なお、林分内で樹高には変動があるので規定の枝打ちは小径木についてはあまりに厳しすぎることがわかった。

表1-15のように暫定的改訂予定表が、現在、調整されている (Allan, Endeane, 1966年)。

表1-15 Pinus kesiyaの改訂枝打予定表

枝打ち高		最高樹高		備 考
ft	m	ft	m	
7	2.1	35	10.6	林分全体を枝打ちする。 最良のものにつきha当たり260本(エーカー当たり105本)だけ枝打ちする。
12	3.7	50	15.2	
25	7.6	53	16.2	

ザンビアでの3.7m (12ft 9) までの枝打ちとは地上3.7m (12FT) 以内の各枝の除去を意味していることに留意すべきである。これによって地上3.7mないし5.2m (12~17ft) は枝なし樹幹となる。P. kesiyaの樹形は多くの場合きわめて悪く、多くの林班ではこの費用の多くかかる枝打ちは無理である。最後の2回の枝打ちは第1回と第2回の間伐の間にくるが、したがって、それぞれ8年生と9年生のときに到来すると考えられる。

2.1mから7.6mに(7~25ft) 上がると大抵は1回以上の枝打ちが行われる。

ユーカリに対しては通常は枝打ちは行われなかったが、現在ではE. "grandis"の林分では電柱材の質を改善するために、また、指物、箱類などに用いる木材に死節のないよう枝打ちが行われている。

3mまでの枝打ちは、平均樹高が10.5mのときに行い、6mまでの2回目の枝打ちは平均樹高20mのときに行うよう予定されているが、もし、最初の3mに続いて行うべきだとすれば、さらにどの程度まで枝打ちをするか最終決定はまだされていない。

1-4 造林の経済性

1-4-1 造林コスト

乾燥地帯での人工造林の経済性についての利用可能な情報はきわめて少なく、既存の原価計算の内容には非常に変差がある。したがって、異なる地域での費用について意味のある比較を行うことや、異なる造林技術での費用比較は、多くの場合不可能である。

乾燥地帯での造林は近年始められたものが多く、完全に一伐期を終えた造林地は僅かであり、したがって、収穫量並びに財務収益に関するデータはさらに僅かである。製品の市場も未発達で安定していない。

したがって、現時点では、乾燥地帯での植栽における利益と損失の推定は一般に信頼しがたく、造林事業はかなり投機的である。しかしながら、乾燥地帯における造林の経済性について考究しようと努力することは大切である。

ここで、“経済性”の意味を定義しておくことが必要である。多くの場合、これには財務的経済性のはか社会的およびその他の便益を含むが、時には純粋に財務的考慮のみが重要性を増す。このような場合には関与する機会費用がわかっていなければならない。

乾燥地帯での造林費は、通常の湿润高木林地での一般の造林地より概して高くなる傾向にある。乾燥地帯では樹木は薄くかつ散在しているので現植生の刈払い費は少なくなることがある。しかし、半乾燥のサバナで徹底した地ごしらえを行う場合には費用は高くなる。同様にして、雑草との水分競争を防ぐため、下刈りも相当集約に行わなければならないので、かなり費用が多くかかる。しかし、これらは条件によって大幅に変わり、タウンヤ法等の間作方法が採用できるところでは経済性は大いに高められる。

造林地の造成費について、現在、多くの算定方法が用いられており、それらの中から有用な情報（人・日当たりの詳しい産出量のような）を入手することができる。異なる作業内容が詳細に述べられ、最終単位で分類されている場合には有用な比較を行うことができ、それによって、異なる場所で実行された同様な仕事の間での相対的効率の差異を知ることができる。

残念ながら、今までに報告されている原価計算研究の大部分は、作業が異なる場合のその仕事の内容が十分に述べられていないし、標準化されていないので原価計算のもつ価値の多くは失われている。作業の範囲の標準化及び記録原価計算研究の方法が実際に必要であり、このことが、標準的予定表を設計することによって行われるならば大きな福音をもたらすことになろう。次の例はこれらの点を例示したものであり、苗畑費用と造林費用に分けて説明する。

1-4-1-1 苗畑費用

最近の2例を挙げることにするが、その一つはザンビアでのもの、他はナイジェリアの

ものである。前者はマツ苗を育成する大規模な高度に機械化された苗畑についてのものであり、ここでは集約な作業研究によって多年の間良好な効率を挙げている。後者は、ユーカリ苗の育成のためにナイジェリア連邦林科大学 (Ibadan) によって行われた詳細な研究によるものである。これらはともに、労働力と資材の単位量だけが挙げられている。

ザンビア：マツ造林資材と労働力の単位数量 (Allison, 1970年)

これらの数字は、作業研究の数量と労働時間 (現在の1日9時間) にもとづいてのものである。単位数字として、3×3 m 植えの純面積100エーカー (40 ha) を用い、苗畑に必要な苗木は50,000本とした。したがって、各100エーカー (40 ha) の植栽には、労力と資材について次のような見積値が必要となる。

• 苗木用土

容 積	16立方ヤード (12.5 m ³)
混 合	0.11エーカー (0.045 ha)、0.7人
ブルドーザー	37分 (標準) + ドライバー
篩 い	2人工

運送及び積込み

(1回7トン Albion tipparトラックとドライバー) 180分

労力 (各0.33日に対し、積込みに4人) 1.32人工

• ポット

(50,000)

土入れと床置き	4.5人工
殺 菌	1.5人工
臭化物	10ポンド (4.45 Kg)

注) “ミニポット”で、長さ4インチ (1.0 cm)、周り6インチ (1.5 cm) である。

• 播 種

(ポット当たり2粒)

播きつけ	1.1人区
------	-------

• 殺菌剤処理

労力、殺菌前に浸漬	4人工
浸漬用殺菌剤	3.4ポンド (2.5 kg)
4×殺菌剤散布労力	2人工
散布用殺菌剤	6.3ポンド (2.9 kg)
殺菌剤合計	約11.7ポンド (5.4 kg)

- 間引き (Blanking と singling)
(播種したポット当たり2粒、発芽率60~80%)
 労力 4人工
- 散水
 灌水ポンプ用ディーゼル燃料 約4ガロン(18リットル)
 労力 約1.5人工
- 施肥
 "Welgro"
 50ポンド(23kg)
 労力 1.5人工
- 苗畑の除草
 "Gramoxone"
 0.1ガロン(0.45リットル)
 労力 0.5人工
- 根切りと品等区分
 (各4人工で4回根切り)
 労力 16人工
- 箱詰め
 (シーズンの初めに300箱ストックする)
 労力 8人工
- 積み込み
 労力 約1人工
- 総括
 10×10ft(3×3m)の植栽間隔で100エーカー(40ha)の単位数量:
 労力 約56人工
 ブルドーザー+ドライバー 37分(標準)
 Albion 7トン tipper +ドライバー 0.33日
 ポット 50,000
 メチール臭化物 10ポンド(4.54kg)
 殺菌剤 11.7ポンド(5.4kg)
 灌水ポンプ用ディーゼル燃料 4ガロン(18リットル)
 "Welgro"肥料 50ポンド(23kg)
 "Gramoxone"除草剤 0.1ガロン(0.45リットル)
 箱 30

対照のために、表1-16を掲げておくが、これはナイジェリアでのユーカリの1,200 haの燃料用造林地（3×3 mの植栽間隔で年間植栽面積120ha）における仮定の苗畑労働必要量である。

表 1-16 ナイジェリアでのユーカリの苗畑での必要労働力

仕 事	人工当たり産出量（人・時間が定められているところは除く）	必 要 人 工 数
土壌混合充てん（発芽箱へ）	50箱	2
播 種（100箱に2g）	100 "	1
散 水（3日間1日2回）	100 "（1時間当たり）	1
ポット用土の調製 （180,338ポット、12ポット当たりheapanで長さ25cm×周り25cm（10×10インチ）	45 heapans	334
土入れ（180,338ポット）	600ポット	300
つめこみ（180,338ポット）	1,500 "	120
移 植	600本（苗木）	300
散水（手で7日間1日2回）	5,000ポット（1時間当たり）	63
灌水（4カ月間）	1人（1時間/1日）	16
除 草 （180,338ポットにつき2回除草）	1,500ポット	240
必 要 全 人 工 数		1,377

この作業は、育苗された50,000ポット当たり約383人工（ha当たり11.4人工で苗木を供給できる）で仕上げられる。勿論、これには苗木の費用はすべて含まれているわけではない。次のような項目、すなわち種子のコスト、発芽箱、ポリエチレンポット、肥料、殺虫剤のコスト、監督、一般の間接費、ランニングコストのような間接費、車輛及び灌水施設の減価償却費などは含まれていない。他方、ポット用土の調整は、小型のセメントミキサーを使えばかなり安上がりとなる。ポットの標準的大きさも現在では15×25cmまで小さくなり、また、ポットに直播きすることにより間引きは大部分排除されている。

ザンビアの原価計算では、種子のコストも一般間接費も挙げられていない。ザンビアでは労働時間（9時間）が定められているが、ナイジェリアの数値では定められていない。ナイジェリアの数値では、森林からの表土の採集が含まれているか、また、これがどの程度まで機械化されているか明らかでない。

原価計算について相互に比較することは技術の差異をはっきりさせる上で貴重である。これらの例でザンビアの数字はマツに対し、ナイジェリアの数字はユーカリに対するものである。技術に関しては、ザンビアの数値には、壌の殺菌消毒、施肥、根切り、品等区分、発芽後の殺菌剤処理、植栽後のシロアリ防除のための土壌混合物としての殺虫剤の使用などに注意が払われている。これらについて、ナイジェリアでは、若干の試みはなされているものの、とくに注意は払われていない。このことは、ナイジェリアで不要ならばザンビアでもそれをオミットすることによって経費を節約することができないか、あるいは反対にザンビアでの研究、経験によって、それらの項目が必要であるということが明らかであれば、ナイジェリアもそれを導入することが有利にならないだろうか、といった疑問がおきる。これらは、地方的条件のもとでの限界比較研究の問題である。

経済性を見込みについて、ザンビアの高度に機械化された施業とナイジェリアの主として手労働による作業とが著しく相違している。

最大の差異は、次のとおりである。

- (a) ザンビアではミニポットの使用（ザンビアのミニポットはナイジェリアのポットの容量の1/7）
- (b) ザンビアではポットに直播き（ナイジェリアでは発芽床に播種し発生した稚苗をポットに移植する）

ナイジェリアがその条件のもとで、これら2つのザンビアの方法を採ることができれば、約730人工（正味）を節約でき、苗畑作業での労働の50%強を節約できたであろう。

ナイジェリアとザンビアとの実行方法の差異についての上述の分析は、異なる国の間での技術とそれらの原価計算の比較研究によって得られる便益を例示したものである。しかし、出来るだけ有用なものとするためには、その原価計算は、意味のある比較ができるよう、標準化された単位と標準化された方法で行わなければならない。

上述の原価計算を金銭に移し替えることは試みられていない。これは、賃金、機械の単位費用、資材の費用、間接費などの内訳が十分にわかっている場合にのみ正確に行うことができる。

また、現在のインフレ率で、貨幣単位で表示された費用は、データが収集されるその年についてのみあてはまる。

次節で報告される苗木代と他の造成費との関係を理解するために、非常に大ざっぱ（労働者の1日当たり現在の賃金6シリング（US\$ 0.85）によって）にみてみるに、苗木代はポリチエン・ポット苗についてエーカー当たり£3.0.0~£4.10.0（ha当たりUS\$ 21~US\$ 32）、苗床で育成された根株苗についてエーカー当たり£1.15.0~£2.2.0（ha当たりUS\$ 12~US\$ 15）になる。

苗木の経費は造林地造成の費用に比較して小さく、活着率が高く生長見込みのよい良好にして丈夫な苗を生産するのに費やされる金は、一般に、枯死が少なくなることによる後の節約、下刈り費の軽減、生長の早さにおいて十分に取り戻せる。したがって、苗畑技術及び苗畑費用の経済性について、その良否は造林地の成否との関係において判定しなければならない。

1-4-1-2 造林地費用

造林地造成の費用の計算例は、大部分が苗畑費用と同じ欠陥をもっている。以下にあげる若干の例は、大部分が断片的で不完全なものであり（地方的な価値のものである）、一般に異なる国での施業間について妥当な比較を可能にする形のものではない。上述の苗畑費用と対照的に、造林地費用は貨幣単位であらわされる。1時間当たりの賃金率、原価計算率などに関するデータを欠くときは、ある国から他の国について生のままでの比較はできない。これらの数字は、乾燥地帯での異なる条件のもとでの造林地造成費においてかなりの変動を示している。この変動における最も大きい要素は、刈払いと整地である。

原価計算で優れているものの1つは、Baroatt(1969年)による計算であり、これはNimbia（ナイジェリアのNorth Central州）での実験林造林地についてのものである。このプロジェクトは年間12.0haのチーク造林を行うもので、その植栽間隔は大部分が2.7×2.1m（ha当たり1,705本）であった。植生状況と刈払い費については、既述の章にかかげてあるが、その費用の数字をかかげておく（表1-17）。

刈払い地ごしらは手で行われたものであり、実際の人工数はわからないが、そのときの賃金率は1日当たり約6シリング（US\$ 0.85）であった。

この造林地は最初の植生が密であり、前生木は平均より大きいなどナイジェリアのサバナの条件として代表的ではないと考えられる。したがって、他の多くのサバナ地帯では地ごしらは費はこれより低くなると思われる。

次の輪伐期からは、刈払い地ごしらえ費はha当たりUS\$ 45.50少なくなり、刈払いでは、燃剤からのha当たり、約US\$ 11.50の収入が多くなるとみられている。全費用は、ポット苗による造林地でha当たり約US\$ 275、根株苗における造林地でha当たり約US\$ 254になる。

表1-17 Nimbia (ナイジェリア)でのチーク造林地の造成費

作 業	エーカー当たり691本の単位面積当たり費用			
	ポリチエン・ポット苗		根 株 苗	
	エーカー当たり £	ha 当 たり US\$	エーカー当たり £	ha 当 たり US\$
地拵え				
刈 払 い	12.10.0	87.50	12.10.0	87.50
枝条の集積乾燥	4. 0.0	28.00	4. 0.0	28.00
火 入 れ	6.0	2.10	6.0	2.10
追加刈払い	17.0	5.90	17.0	5.90
先 駆 耕 転	3. 0.0	21.00	3. 0.0	21.00
小 計	20.13.0	144.50	20.13.0	144.50
直 栽				
苗 木	4. 4.0	29.40	1.18.0	13.30
植 つ け	1. 8.0	9.80	1. 0.0	7.00
苗木の輸送	1. 2.0	7.70	10.0	3.50
耕 運 3 年	7.15.6	54.30	7.15.6	54.30
防火線3年	1. 6.0	9.10	1. 6.0	9.10
小 計	15.15.6	111.30	22. 9.6	87.20
合 計	86. 8.6	254.80	33. 2.6	231.70
地方的間接費	11. 0.0	77.00	11. 0.0	77.00
総 計	47. 8.6	331.80	44. 2.6	308.70

費用は、この例のように通常植生が薄くなるにつれて低下する。ナイジェリアの“Doka”林地について、Nask(1968年)が刈払い、耕耘、耕作を主として機械によって作業した場合の費用範囲を表1-18に示している。

表1-18 ナイジェリアでの地ごしらえ費

作 業	最 大 費 用		最 小 費 用	
	エーカー当たり £	ha 当 たり £	エーカー当たり £	ha 当 たり £
刈 払 い	18. 0.0	126.00	8. 0.0	56.00
枝条の集積乾燥	7. 0.0	49.00	2. 0.0	14.00
耕 転	3. 0.0	21.00	3. 0.0	21.00
Discing	15.0	5.30	10.0	3.50
耕運(2年)	210.0	17.50	2. 0.0	14.00
計	31. 5.0	218.80	15.10.0	108.50

ナイジェリアでは、異なる条件下での機械による作業の研究が行われている。(Allan, 1971年)。Isoberlinia doka林地では、ブルドーザーによる刈払いが手作業による刈り払いよりも安上がりであること、また、費用はチェーンを併用することによって一層低下させることが明らかになった。

Endsjo(1967年)は、ナイジェリアのsudan帯で造林地造成費を検討した。それまで農地であったところで、初年度の費用(間接費を除いて)はha当たりUS\$ 77であり、2年度は同じくUS\$ 49ドルであった。サバナ地帯では、初年度の費用はha当たりUS\$ 91~US\$ 119であった。3年度については入手できなかったが、上記の2年度とほぼ同じであったとし、3年目がha当たり約US\$ 21であった。全費用は(1967年以前)農地跡ではha当たりUS\$ 140、サバナ地帯では同じくUS\$ 160~US\$ 190となる。

事業規模は、費用に影響を及ぼす。ザンビアでは刈払い地ごしらえ費(前章で述べたようにチェーンつきD-7トラクターを使用)をha当たりUS\$ 27.80とした。大面積の造林地のため、トラクターが1マイル以上におよぶ(直線運航ができるので)費用を同等に下げることが可能であった。耕耘と地ごしらえの費用も同様にして引き下げられた。

Allan(1967年)によって紹介されたザンビアのプロジェクトにおける主として機械化された作業の経費の最大値と最小値を表1-19に例示する。

表1-19 ザンビアでの地持ち費

作 業	最 大		最 小	
	エーカー当たり £	ha 当たり US\$	エーカー当たり £	ha 当たり US\$
押し倒し、地ごしらえ	3.19.6	28	3.17.5	27
枝 条 集 積	5. 2.0	36	4. 4.0	29
刈 払 1)	6.11.5	46	3.11.11	25
耕 転	1.16.7	13	1.14.10	12
Discing	10.2	4	8. 1	3
小 計	17.19.8	127	13.16.3	9.6
1 回目下刈り ²⁾	4. 7.11	31	3. 3.9	22
2 回目下刈り	4. 9.10	32	2. 9.8	17
総 計	26.17.5	190	19. 9.8	135

1) 主として手作業、最も費用のかかる項目

2) 手作業による点状除草を含む。

ナイジェリアのサバナ地帯でのマツ造林地の見込造成費（年間植栽面積を400haとする。）を表. 1-20に掲げる。

ここでは、規模の経済性が反映された。(Allan,1973年)。

表1-20 ナイジェリアでのマツ造林地の推定造成費

項 目			
	£/ha	US\$/ha	年
測 量	0.50	1.40	0
道 路 作 設	6.00	16.80	0
押し倒し地ごしらえ	3.50	9.80	0
燃 材 収 入	(+8.50)	(+23.80)	0
積上げ・火入れ	5.50	15.40	0
耕 転	8.00	22.40	0
地 ならし	5.10	14.28	0
養 苗	10.50	29.40	0
植 栽	20.00	56.00	1
施 肥	7.00	19.60	1
機 械 耕 作	8.00	22.40	1
" "	6.00	16.80	2
" "	6.00	16.80	3
手 耕 作	2.00	5.60	1
踏みがため	8.40	23.52	1
燃材が販売できる場 合、3年までの計	88.00	246.40	
燃材が販売できない 場合、3年までの計	16.00	296.80	

ha当たり間接費の配分

	8.50	23.80	0
	8.50	23.80	1
	4.25	11.90	2
	2.10	5.88	3
3年までのha当たり 間 接 費 計	23.35	65.38	

ナイジェリアにおけるサバナ地帯のユーカリ造林の見込み造林地造成費として、4輪伐期（1年間の植栽面積を200ha、あと6年伐期の萌芽更新）の同様な見積りが行われている（表、1-22参照）。

乾燥地で自然植生が比較的まばならところでは、刈払い費は少なくなると予想される。しかしながら、耕耘用に大型の機械を必要とする堅密な、時には岩礫の多い土壌を処理しなければならないこともある。この種の例は、東部モロッコで見られる。ここでは、下層土を掘り起こす、すなわち土壌耕耘作業は、230hpのD-8カタビラタイプのトラクタで行われた（これは、時間当たり約1/2haの割合で土壌の堅密化した上部縦断面を動くのであるが、通常の耕作では50-hp、ホリタイプトラクターで時間当たり約1/2haの割合で行われている）。間接費を含めての全作業の総費用は、ha当たりUS\$ 152で表1-21のようになった。

表1-21 東部モロッコでの地拵え費

作 業	%	ha 当 たり Dirhami	ha 当 たり US\$	エーカー当 たり 英 鎊
作 業 耕 転	32.2	248	49	7.0
植 栽 前 耕 作	13.0	100	20	2.9
植 栽 後 耕 作 (2. 回)	8.1	62	12	1.7
機 械 化 作 業 計	53.3	410	81	11.6
手作業による下刈り	13.0	100	20	2.9
その他作業(苗木、 植栽、間接費など)	33.7	260	51	7.3
造 成 費 計	100.0	770	152	21.8

1) 交換率：5.06 dirhams = U.S. \$ 1.00 = £ 0.352

造林地造成についての集約な原価計算（3年間の保育を含めて）（Goujon, 1963年）が、モロッコのそれぞれ異なる5つの土壌型に引用されている。これらは、優性のシュロ（“Marmora林”）のある砂質土壌における費用のUS\$ 147 haから、締った非常に堅い土壌での費用US\$ 245 haへと非常に相違していた。同様な堅密な土地は、サハラのサバナ地帯の南部の乾燥地でみられている。

表1-22 ナイジェリアでのユーカリ造林地の推定費用(直接費)

	費用			25年生までの累積費用	
	ha当たり£N	ha当たりUS\$	年	ha当たり£N	ha当たりUS\$
測量	0.50	1.40	0	0.50	1.40
道路作設	6.00	16.80	0	6.00	16.80
道路保守 (年当たり)	1.00	2.80	0~25	25.00	70.00
押し倒し	3.50	9.80	0	3.50	9.80
燃材収入 ²⁾	(+8.50)	(+23.80)	0	(+8.50)	(+23.80)
集積・火入れ	5.50	15.40	0	5.50	15.40
耕耘	8.00	22.40	0	8.00	22.40
地ならし	5.10	14.28	0	5.10	14.28
養苗	10.00	28.00	0	10.00	28.00
植栽	17.00	47.60	1	17.00	47.60
施肥	11.50	32.20	1	11.50	32.20
機械耕作	8.00	22.40	1	8.00	22.40
" "	4.00	11.20	1	4.00	11.20
手作業耕作	2.00	5.60	2	2.00	5.60
保護(年当たり)	4.00	11.20	0~25	100.00	280.00
萌芽手入れ	1.00	2.80	7.13.19	3.00	8.40
燃材が販売できる場合、25年までの計				200.60	561.68
燃材が販売できない場合、25年までの計				218.60	612.08

ha当たり間接費の配分

	£N	US\$	年	25年生までの間接費	
				£N	US\$
	13.50	37.80	0	13.50	37.80
	13.50	37.80	1	13.50	37.80
	10.80	30.24	2	10.80	30.24
	2.70	7.56	7	2.70	7.56
	2.70	7.56	13	2.70	7.56
	2.70	7.56	19	2.70	7.56
	2.70	7.56	25	2.70	7.56
年・ha当たり	0.30	0.84	0~25	7.50	
25年までのha当たり間接費計				56.10	157.08

1) 交換率: £1 ナイジェリア(N) = L.L.S. \$2.80

2) 燃材が販売できないところでは収入はなく、枝条集積乾燥費 £N9.50 (\$26.60) が必要。

以上は、条件が異なる場合の造成費の変化である。記録された費用は、ha当たりの約US\$ 20からUS\$ 250の範囲にある。このように範囲が広いのは、地ごしらえの程度と困難さ、方法の差異を反映してのものである。経済性の分析においては、次のことについて、一定の比較できる手順で明記する必要がある。

- (a) 造林地の目的（例えば、燃材、用材、その他）
- (b) 刈払い地ごしらえの良と困難さ（刈払いに影響する植生の密度と大きさ、土壌要因、必要とする機械の種類）
- (c) 年間事業の規模（機械類などにおける投資規模に影響する）
- (d) 労働者の賃金（日給と出来高払いの両方について）
- (e) 投入量の原価計算単位の方法（例えば、異なる機械についての時間効率）
- (f) 造林地の条件下での各種作業における機械の工期
- (g) 造林の詳細、植栽間隔、樹種、苗木の種類とその費用、植栽方法、下刈り方法など、被害のパーセントと補植費など、火災、病虫害に対する初期の保護対策
- (h) 費用軽減のために方法（例えば、刈り払い、その他の費用を減ずる間作、“押し倒し作業”による枝条を利用しての炭焼きの採用など）
- (i) 費用に影響するその年における特別な事情（例えば、異常な干ばつや洪水など）
- (j) 造成期間の長さ
- (k) 国の通貨を共通の通貨単位に変換する場合の各年における交換率
- (l) 造成費を償う雑収入（例えば、燃材の販売）

造成後において必要と考えられる費用は次のとおりである。

- (m) 不定期の費用（施肥、枝打ち、つる切り、その他の保育、火災、病虫害への保護対策、間伐等）。間伐の場合には、純間伐費（あるいは間伐益）が判るよう雑収入（販売経費を差引いて後）を記録しておくべきである。
- (n) 資本算入あるいは減価を含むいかなる経済分析方法においても費用の数値が使えるように、上述の費用が支出される年を記録しておくべきである。

資本算入されるべき費用の項目群は、輪伐期を通じて大体一定に、毎年繰り返される作業をカバーしている。毎年の費用は、さまざまな項目（毎年の管理費、保守費、毎年の税、経営費など）になっている。この範ちゅうには、部門別間接費が含まれる。報告された費用の範囲がha当たり約US\$ 2からUS\$ 10となっていることは、経理分類に大きな差異があることを示している。

サバナ地帯の造林地の経済性については、経験的数値がかなり用いられているが、本来的には、より包括的に、より一貫した、またより厳格な指示下での数値である必要がある。これを達成するには、指示と内容の包括的な規則が是非必要である。

1-4-2 造林地の収穫量

収益サイドについては、利用できる情報は非常に少なく、既存のものもその価値は限られている。その理由は、一輪伐期以上にわたって施業されている少数の造林地は、生態的、経済的にも比較的限られた範囲をカバーしているにすぎないからである。

一輪伐期全体を通じて数字が得られるほど長く施業されてきた僅かな造林地もある。それらは非常に変動性が大きく、推定値の信頼水準を確定するには、もっと試験を行う必要がある。したがって、現在利用できるデータの形式と数量からみて、投資評価目的に使うにはごく限られたものとなる。しかしながら、それらは見込みの範囲で、ある程度の指示を与えている。

次のような産出が記録されているが、天然のサバナと比較すると、その生産量は年ha当たり0から1~1.5m³程度である。

表1-23 北部ナイジェリアの大草原におけるチークの収穫量

年令	電 柱 用		製 材 用		平均胸高直径	
	本数/エーカー	本数 / ha	t ³ /エーカー	m ³ / ha	インチ	cm
6	230	568	-	-	3.5	8.9
10	230	568	-	-	5.5	14.0
15	90	222	-	-	8.0	20.3
20	50	124	-	-	10.0	25.4
25	10	25	210	14.7	12.5	31.8
30	5	12	370	25.9	14.0	35.6
40	-	-	640	44.8	18.0	45.7
50	-	-	3,200	223.9	-	-
計	615	1,519	4,420	309.3	-	-

表1-23の収穫計算は、インドの収穫表地位級1にもとづいているが、ナイジェリアの標準地データと規定の強度間伐方式にもとづいて修正されている (Barrott)。サバナにおける通常の成長量は、年ha当たり7~11m³と推定されよう。

Gmelina arborea: メリナ (ヤマネ)、クマツヅラ科

サバナの最良の条件下では、この樹種は非常に高い生産をあげることができる。マラウイの良好なところでは、10年で16mの樹高に達し、そのときの平均年成長量は30m³/haであった。ナイジェリアにおいて、パルプ材用として表1-24のような数字があげられている (Lamb, 1968年)。

表1-2-4 ナイジェリアでの *Gmelina arborea* の収穫量

	ft ³ /エーカー/年	m ³ /ha/年
低位砂質土壌(12年生)	100	7
良好な植土又は熱帯紅土	250	18
最も好適な大草原地 (10年生)	360	26

Azadirachta indica, センダン科

スーダンでの燃材と支柱材の収穫は、8年伐期で28~170m³/haであり、平均年成長量は3.6~21.4m³/haを示している。この造林地の大多数は、この範囲の1/3以下である(Gravsholt, Jackson, Ojo, 1967年)。

ユーカリ類

大量のユーカリ植栽は近年開始されたため、1伐期を経た林分はほとんどない。試験地での初期樹高成長に関するデータはあるが、将来の高い収穫量は予測されるものの現実の収穫量に関するデータはほとんどない。

*Eucalyptus camaldudensis*と*E. tereticornis*が広く植栽されているが、適切な産地品種を使うならば、高収量の燃材と支柱材(*Azadirachta indica*の倍以上)が期待できる。また、選伐と交雑によっていっそうの改良が期待できる。Groulez(1967年)は、Madagascar産種子の*Eucalyptus* sp.12ABLの系統について次のように報告している。すなわち、コンゴでは、その収穫量は4年生でLoandjiliの劣等地で48m³/ha、優等地で80~88m³/ha、年平均成長量は12m³/haまた、Loudimaの年平均成長量は20~22m³/haであった。

一方、*Eucalyptus grandis*複合の造林地は、現在、収穫期に達しつつあり、かなり信頼できる収穫量の推定値がある。表1-2-5の収穫表は、ザンビアのChati-Lambaでの造林地におけるものである。(Sandwell.1971年)。

表 1-25 Eucalyptus grandis 複合の収穫データ

伐 採	年 令	平 均 樹 高		平均胸高直径		材積 ^{皮無し} (u b)	
		ft	m	インチ	cm	ft ³ /エーカー	m ³ /ha
第一回間伐	3	60	18.3	6.4	16.3	540	37.8
第二回間伐	5	75	22.9	8.8	22.4	865	60.5
第三回間伐	6	82	25.0	10.2	25.9	640	44.8
最終伐採	8	87	26.5	11.6	29.5	1,075	75.2
合 計						3,120	218.3
平均年生長量						390	27.3

Pinus caribaea

現在までのところ、この樹種のデータはタンザニアからのものであり、ここでは、この樹高が1953年以来80ヵ所以上の試験地や成長量区で植栽されており、また、現在(1971年)2,750ha以上の造林地がある。試験区の面積は0.04~0.26haである。試験区の大部分は1970年に再測定され、その結果はBorota(1971年)によって報告された。

不良な試験区(Kitull)を除いて、10~15.7年生(16ヵ所の試験区)の平均年成長量は16.7m³/haから49.2m³/haに及び、その平均は28.9m³/haであった。よりすぐれた試験区では、平均樹高成長量は年当たり1.5~2.0mであり、平均直径成長量は2.0~2.5cmであった。これらの成長は高率で、かなり満足すべきものとみなされる。雨量は800~1,800mmである。土壌タイプや種子の産地や変種の言及はないが、初期の試験の大部分は、var.hondurensisの種子(British HondurasのMountain Pine Ridgeから)を用いて行われた。

Rhodesiaの造林地(雨量は1,000mm以上、標高1,200m以下)における初期樹高成長は、Tanzaniaとはほぼ同じ成長率で成育しているが、最高齢の造林地は8.4年生にすぎない(BarrettとMullin,1968年)。その成長率は、標高を増すにつれて急速に低下する。

ザンビアでは、この樹種は高海拔地(1,160~1,370m)で試験されており、Pinus kesiya(フィリピン系統)より成長は決してよくないが、現在、大規模造林地用の樹種として好まれている。しかしながら、場所によっては、P.kesiyacに次ぐ第2、第3の選択が考えられている。

ナイジェリアでは、低海拔地で広大な試植や産地試験が行われているが、テストされた系統の中ですぐれているvar.hondurensisが見込みがある。表1-26の数字は、この変種についてのナイジェリアのものである。

表1-26 Pinus caribaeaの成長量

カ所	年令	梢頭までの高さ	全材積/ha	種生産地
		m	m ³	
Jos Plateau	11	17.1	261	British Honduras
Afaka	6	7.0~8.5	60~82	同上

Allan, 1973年

コンゴのPointe Noiriで、Martin(1970年)は、砂質土壌での幼令造林地の数字を挙げている。年雨量は約1,470mmで、年間を通じて平均して毎月の湿度は一定している。平均年成長量は、9年2ヵ月で7.4~10.3m³/haである。

Pinus oocarpa

この樹種についての表1-27の成長に関する数字は、ナイジェリアのものである。

表1-27 Pinus oocarpaの収穫量

場所	年令	樹高	全材積/ha	種子の産地
		m	m ³	
Jos 台地 ²⁾	18	22.3	232	Honduras
Afka	6	8.2	45	Mexico
Afka	6	9.8	73	British Honduras

1) Allan, 1973年

2) Jos Plateau 造林地は、苗間距離は5×5m(18×18ft)である。なお、密植によって高材が期待できる。

Pinus kesiya

Savory(1962年)は、この樹種のフィリピン系統について、20年生で平均年成長量は32.2m³/haであったと記録している。これは、ザンビアの北部台地、標高1,160m深い砂質土壌で、雨量1,140~1,270mm(乾期は6~7ヵ月)のところのデータである。

インドのAssamからの系統では、その成長はかなり遅く、同じ試験地で平均年成長量は24.5m³/haであった。フィリピン系統のものはまた、その形状もすぐれていた。

上述の収穫量は優良地での単一の試験区のものであるが、通常の造林地よりいくぶん高いようである。ザンビアのNdola近くの造林地における測定と修正値にもとづいてSandwell,1971年によって、次の収穫表が提案されている。

表1-28 Pinus kesiyaの収穫表

伐採	年令	平均樹高		平均胸高直径 (皮つき)		材積 (皮なし)	
		ft	m	インチ	cm	m ³ /エーカー	m ³ /ha
間伐	6						
第1回	8	31	9.4	4.9	12.4	127	8.9
第2回	12	45	13.7	7.5	19.0	352	24.6
第3回	21	56	17.1	9.3	23.6	559	39.1
第4回	30	84	25.6	14.5	36.8	1,294	90.5
最終伐採		102	31.1	19.6	49.8	5,464	382.3
計						7,796	545.4
平均年成長量						260	18.2

乾燥地域の造林地について、収穫見通しを要約すると。

- (a) 気候帯のすべてにおいて、天然林よりも高い生産性をもつ外来種の造林地を造成することは可能である。
- (b) 乾燥帯：Arid zoneでは、財務的見地から高収穫を生産する造林地は望めない。ただし、灌水ができる場所、地下水のある場所、あるいは、短伐期で燃材や小径の支柱材が得られるような場所は、例外である。
- (c) 半乾燥地帯では、燃材及び小径の支柱材についてある程度の収穫をあげ、また、造林用として経済的に有利な樹種がある。

E. camaldulensisとその交雑種、強い乾燥地でのE. microtheca、あまり乾燥していないところでのE. tereticaonisのユーカリ樹種が挙げられる。産地試験と交配によって、適切な樹種とそれらの収穫量が改善されることは確かである。

- (d) 亜湿润帯では、燃材や小径の支柱、大径の電柱、パルプ材、若干の用材に加えて高収穫（15 m³/ha/年以上）をあげるユーカリ樹種及びその交雑種がいくつかある。針葉樹、とくに低海拔地でPinus caribaea var. hondurensis、高海拔地でP. kesiyaは、高収穫の長繊維パルプ材および一般用針葉樹産を生産する有望な樹種である。

造林地の収益における他の要素、すなわち価格は、一般に適用しうるものとして定量化することはほとんど不可能である。燃材や小径の支柱材を他の供給源（輸入もしくは代替品による）から得られず、それらを必要とする場合には生産費にもとづいて始めて価格が発生することになる。

1-4-3 乾燥地造林の経済的見直し

造林地からの財務的収益について、信頼できるデータを欠いているので、乾燥地の造林事業の経済的見直しについて、現時点でその有利性を云々できるかは不明である。

乾燥地の造林地の林木育成原価についての最近の計算では (FAO, 1969年)、最良の状況のところで m^3 当たり US\$ 1.60、最悪の状況のところで US\$ 12.20 となっている。これらについては、かなり投機的仮定 (7%の年利子を含めて) を含んでいることはさげられない、とはいえ、それらはひとまとめにされており、おそらく真の応えはその中の中にある。

さらに推測を進めると、特定の造林プロジェクトからの生産原価が燃料及び支柱材について、例えば m^3 当たり US\$ 4 で、これを m^3 当たり US\$ 4.50 で販売できれば直接利潤が生まれる。しかし販売価格が m^3 値 US\$ 2 であったならば、造林は成り立たない。この場合でも財務計算以外の間接的便益をつけ加えるならば、造林地の経営は意義のあるものとなる。このような広義な意味での“経済的”に有意義な造林プロジェクトは全体の便益 (直接、間接両方の便益を含めて) が原価より大きくなければならない。費用と便益との十分な比較を行う前に非常に多くの限定事項と定義を必要とする。例えば、どのような便益が貸方に記入されるべきか、どのような便益が含まれるべきか、どのような費用が借方に記入されるべきか、などについて決定しなければならない。財務費用と収益について正当に計算して、損失となっても、それをもってその造林地は無意義であることを必ずしも意味しない。

間接的便益 (農村での雇用やその他の社会的便益、地域社会の安定、輸入品の代替など) も、多くの場合考慮しなければならない。間接的要素をいかに評定するかの計測方法は、未だ満足に解決されていない。

造林地の原価と財務収益との差を結果として生ずる間接的便益の“機会費用”の尺度とみなすことができる。

結論として、サバナ造林地の経済面に関する次の重点をあげることができる。

- 間接的便益並びに費用の評定が、機会費用に関して推定値によって行われる前に、多くの社会経済的並びに生物学的研究調査が必要である。
- 乾燥地の人工造林は、低コスト、高収穫、適度な価格が期待できるところでは、財務的投資として妥当なものとなるチャンスをも有する。
- プロジェクトに対する妥当性が間接的便益に強く依存している場合には、経済的、社会的、政治的実現性の見地から、社会的目的を満たす方法を十分検討する必要がある。

1-4-4 特殊造林の経済性

灌漑造林

スーダンの (Gezira 灌漑造林地) について、その経済性が調査され、現在まで収穫されたデータから次のように要約されている。

*Eucalyptus microtheca*造林地の1フッダンの造成費は£ s 25であり、ha当たりUS\$ 166に相当する(換算率: £ s 1=US\$ 2.80、1フッダ=0.42ha)。これには、うね作り、苗木代、踏みかため、下刈り(2年目の下刈り、監督)が含まれている。平均伐期は8年である。伐採及び加工費は、ha当たり約US\$ 134である。収穫材はha当たりUS\$ 400で販売されるが、自由市場価格ではもっと高くなろう。*E. microtheca*かの平均収穫量は、伐期令でha当たり60m³(実材積)である。最初の造成費を第2輪伐期まで延ばしていくべきであり、一見したところでは理財的伐期がよい。また、高い収穫量をあげる樹種によって(原価計算では*E. microtheca*で造成することは難しいので)、純収益はかなりの改善がなされよう。さらに、2回目の輪伐期(最初の萌芽林の伐期)はおそらく、6年ないし7年に短縮されよう。

アラビアゴム (*Acacia senegal*) 造林

スーダンにおける天然生*Acacia senegal*の収穫量は、ha当たり12~17m³(層積)である。この種のサバンナを*Acacia senegal*の造林地に転換するには、樹木や根株の除去にha当たりUS\$ 20~US\$ 33かかる(生産される木炭や燃料からの収益はあるものの)。機械化による造成費は、ha当たりUS\$ 20である。伐期は15~20年であるが、監督費については、年月を経た造林地がないので不明である。アラビアゴムの採集による財務収益は層価値でha当たりUS\$ 53(1964/65年価格)であったが、これは造成後6年ないし7年から始まり、その後毎年採集される。アラビアゴムの正味価値は、収穫の半分を採取者に、残りの半分を所有者に配分(これは通常行われている分収方法)される。したがって、ha当たりUS\$ 26.50となる。採集の木材収穫量はha当たり120~190m³(層積)(正味の価値でUS\$ 100~160/ha)になると予想される。造成費は続く萌芽林の輪伐期にまで延ばすべきであるが、可能な萌芽更新の回数はわかっていない。しかし、Kordofanで掘り出された根株からみて、4回の萌芽更新の痕跡がわかった(Booth,1966年)。

1-5 防風林造成

防風林は、微気候の改善、風蝕その他の風による被害の防止策として、世界中で採用されている。防風林とは、農地を横切って、あるいは建築物の周辺に、風速を減殺するため、風の方角に対面して植栽される植物帯である。

ここでは防風林の主な性質を簡単に要約するとともに、その主な機能と利用を記述した。

ここでの“防風林”という言葉は、生物を使った防風構造物の全てのタイプを含むものとする。

1-5-1 防風林の機能

1-5-1-1 風の動き

風が防風林に直角に当たった場合、風速は、図1-8 (Coborn, 1957年) のように、風は防風林の2つの部分で変化する。通風性の大きい防風林の場合は、風の一部は防風林の中に侵入する一方、他の部分は防風林の上に偏流する。風の流れが分岐することにより、減速された風の帯ができる。その程度は、防風林の構造と高さに規定される。これに対して、通風性のない防風林は、直接の後背地に対しては大きな防風効果をもたらすが、渦流作用によって有効帯は比較的短いことになる。従って、風速の適切な減殺効果を得るためには、防風林は、(i)通風性のあること。(ii)適当な巾と形をもつこと。(iii)大きな高さをもつこと。を理想とすべきである。

防風林から風速減殺地帯の巾は、通常、防風林の高さ(H)の倍数で表わされる。

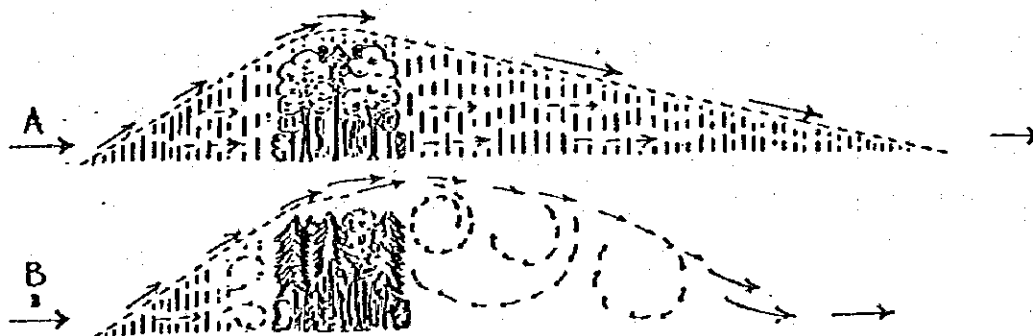


図1-11 通風性のある防風林Aと密な防風林Bにおける風の動き

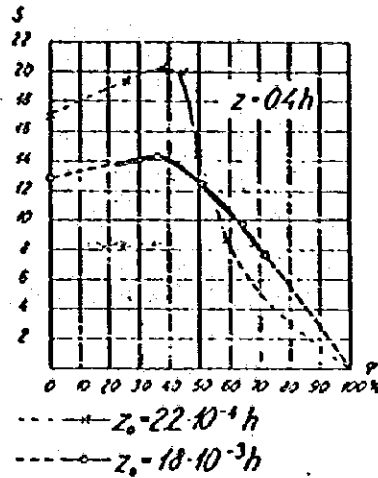


図1-12 人工壁の通風性効果の風洞実験値

注：横軸はスクリーンの穴の％、タテ軸はスクリーンの後における阻止度。

自然の条件に応じて、カーブは太線のように下がる。穴が35％のスクリーンが最も阻止度が大きい。(太線のカーブは粗な表面上のもの、点線のカーブは平滑な表面のもの、阻止度は密なあるいは中程度に密なスクリーンで大きい。最適の穴の％は、平滑地においても亦35％である)

上述のように、通風性のある防風林は、風を減殺する％の絶対値は少ないが、後背地での減殺効果帯の巾は広い。Jensenの結果で示す如く(図1-9)風洞実験によれば、防風林の最適通風度は約35％と記録されている。野外では、北欧の防風林には50～60％の密度が最適で、北米では80％となっている。基本的に、巾の狭い中程度の密度の防風帯が目標である。

適切な防風効果を得るためには、地表部から先端部まで、ほぼ均質な密度をもつ植生によって防風林が構成されていることが重要である。防風林システムで、防風林と交わるギャップは避けなければならない。小さなギャップでも、図1-10に示すように、ギャップを通った風が発散するため、防風林の大部分の効果を消滅させる。防風林が道路、歩道、灌漑路と交差する場合は、図1-11に示すように、斜め状の開口部として作るべきである。

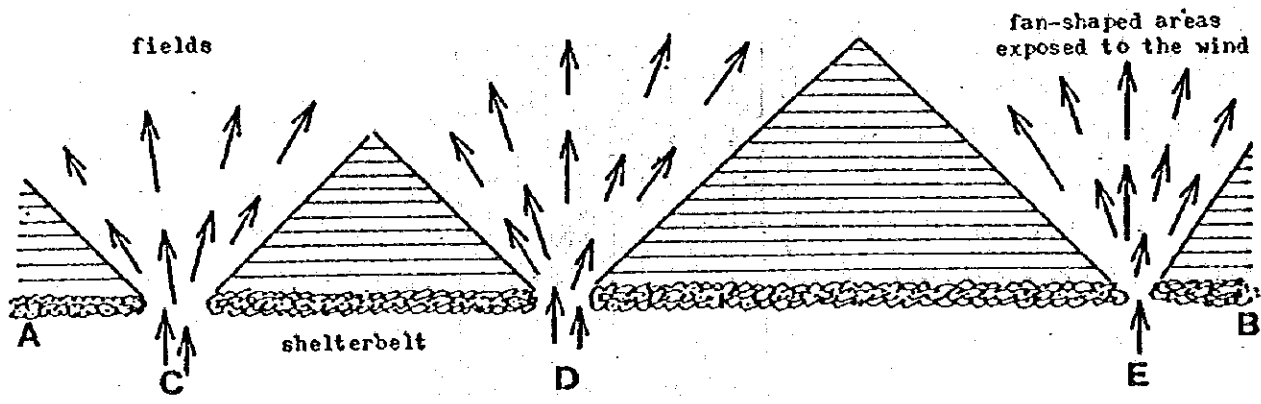


図1-13 防風林のギャップの作用

注：防風林のギャップを通過する風の発散作用を示す俯瞰図であって、A～Bは防風林、C、D、Eがギャップ、矢印は風の流れを示す。全後背地のうち線を引いた三角形の部分のみが、風から守られている。

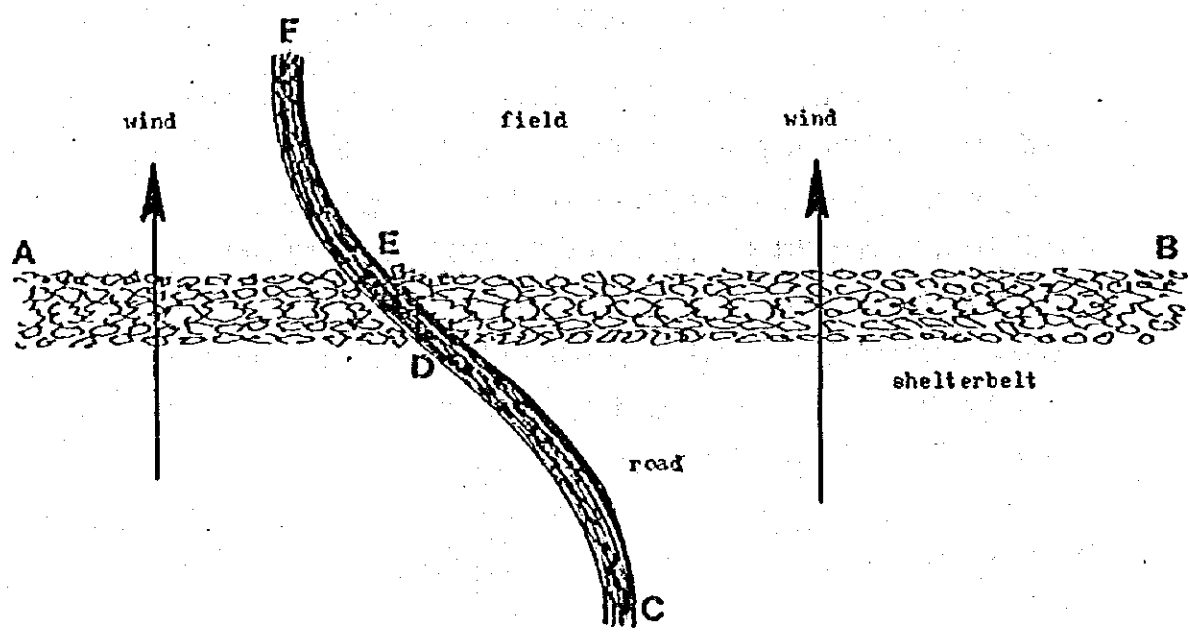


図1-14 防風林のギャップを防ぐ配置図

注：防風林の開口ギャップを防ぐよう道路、歩道、灌漑路線等を整備した俯瞰図。A～Bは防風林、CDEFは道路、DEがギャップで、斜め線にすることによって防いでいる。

1-5-1-2 防風林の形状による効果

風速の減殺において、防風林の巾は、事前の考慮事項である。巾の狭い、中程度の密度の防風林は、巾の広いものと同等に効果的である。図1-12の例に示すとおりである。実際面では、防風林の巾は、植林のために経済上提供しうる土地面積や、最適通風性をもつために必要な植栽列数によって決まる。

半乾燥あるいは灌漑不要の亜湿润帯の地域では、通常、5列植栽の防風林が、造成・育成するに有効であり経済的であると同時に、広い面積をとらないですむ。

防風林のなかには多目的なものがある。農家の防風、燃料、飼料、養蜂、鳥獣の餌と防除等に役立つ。これらの目的のためには、5列以上の植栽が良いであろう。典型的な5列植栽の防風林の設計を図1-13に示す。

灌漑が必要な極端な乾燥地帯では、わずか1列、多くとも3列植栽が採用される。1列植の防風林は、欠損部が拡大する恐れがあることから危険である。

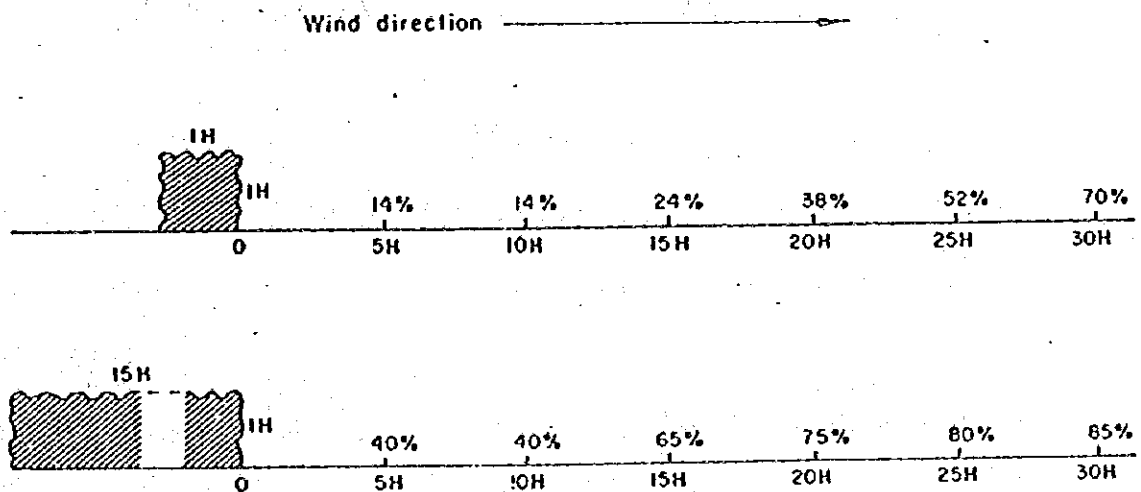


図1-15 人工壁の巾による防風効果の風洞実験値

注：風洞内における異った巾の垂直側面をもつ人工防護物の後背地における風速の減少地帯と開放地の風速（地表上0.2Hのところの）に対する％。高さの縮尺は大きくしてある。

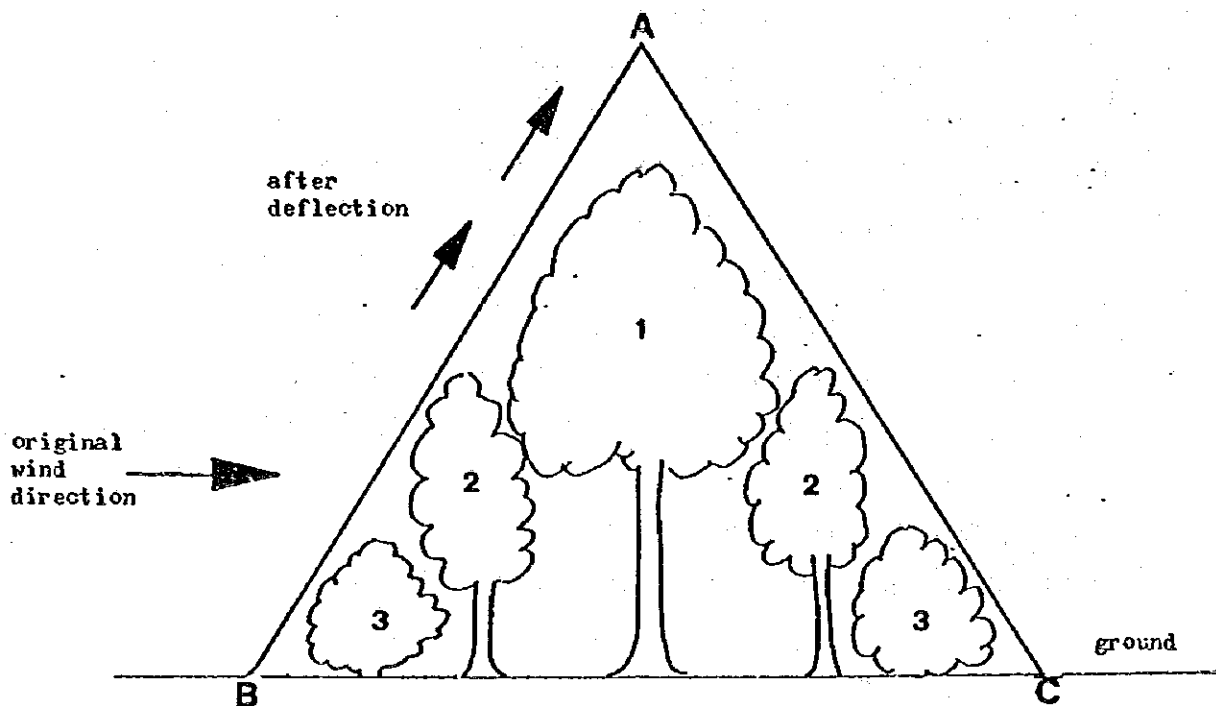


図 1 - 16 5 列植え防風林の断面

注：三角形の 5 列植えの防風林の典型的な断面であって 1 は中央列、2 は側方列、3 は林縁列の木またはかん木。

樹種を複合させることは、上下の各地点における適切な密度を保つために行われる。

防風林の断面形態もまた、後背地の風速を左右する。垂直の側面をもつ防風林は、傾斜した側面の防風林よりも、後背地に広い風の減速帯をもたらす。これは、傾斜した防風林は、丁度、通風性のない防風林と同じように大部分の風の流れを上方へ偏流させるからである。(図 1 - 14 参照)

1 - 5 - 1 - 3 防風林の高さによる効果

防風林は、後背地において、防風林の高さの 20 倍までの地域を保護する。風の減殺の程度は、防風林の平均高度の 3, 10, 20 倍の距離の後背地の地点により異なるが、4 倍の距離のところの減殺率は、防風林の高さと無関係に一定である。これは図 1 - 15 に示すとおりである。図 1 - 16 は、防風林の現地レイアウトの一例である。

風に向かった側での風の力は、多少とも減少するが、この側での減殺効果は小さい (4 H まで)。後背地側の被保護帯と風向地側の狭い被保護帯とが合わさって、2 つの防風林の間の被保護地域を作る。

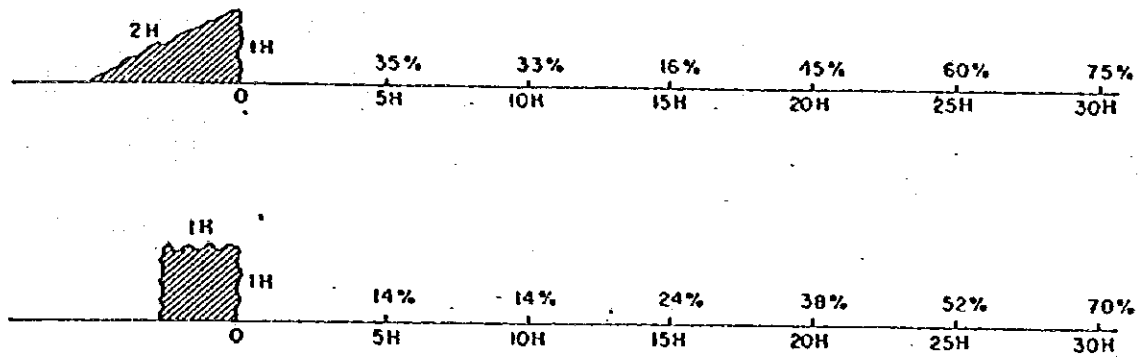


図1-17 人工壁の断面形状による防風効果の風洞実験値

注：風洞中の人工障害物の異なる断面形状によるその後背地の風速減殺帯、開放部の表面から $0.2H$ の高さの風速に対する%として、高さのスケールは大きくしてある。

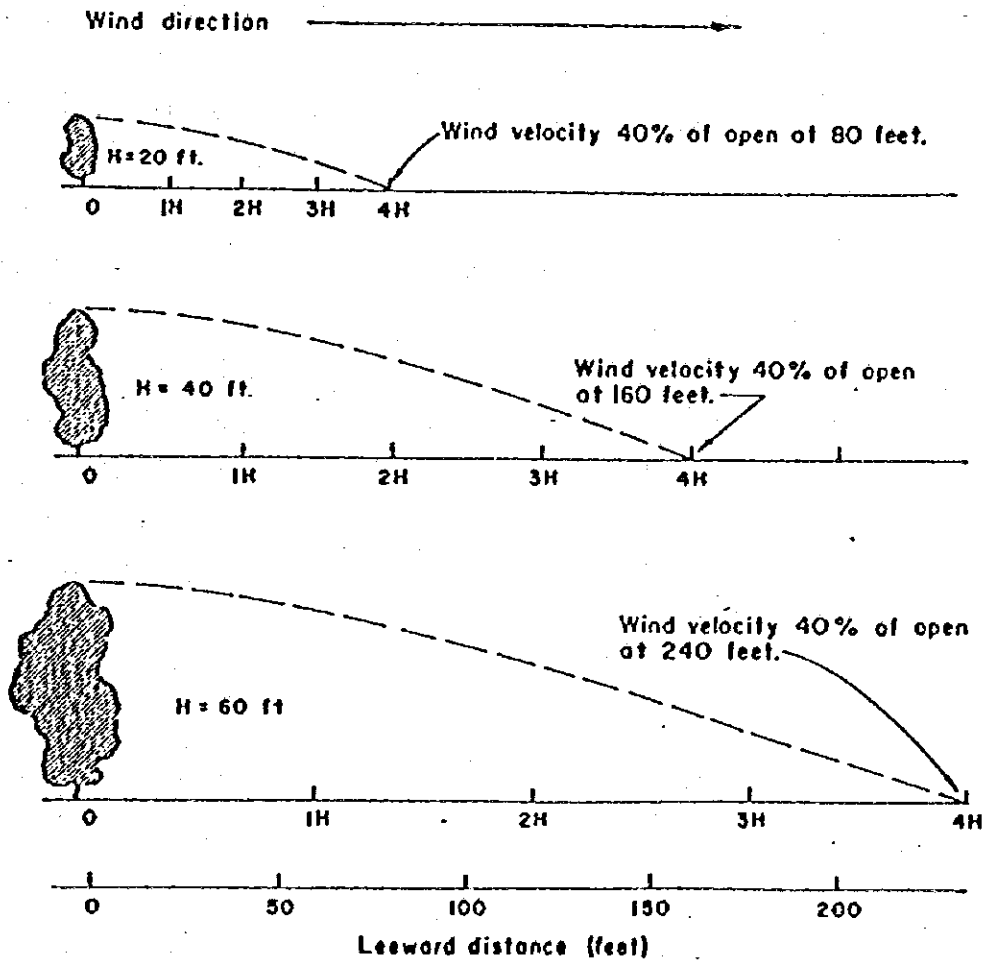


図1-18 高さによる暴風効果

注：防風効果のある後背地の距離は、障害物の高さに比例する。

1-5-2 防風林造成の指針

防風林の型、構造は、それが果たすべき目的により異なる。例えば、次のような目的がある。

- 農牧地を風から守る
- 家畜に庇陰を与える
- 農場を保護する
- 砂の移動をコントロールする
- 野生鳥獣の生息地を提供する

一般に、防風林は単一目的のみを果たすべきであるが、副次的利便（例えば燃材）も予期しうる。防風林システムは、あらかじめ、詳細に計画づくりをする必要がある。これには、伐採更新のための長期計画も含まれる。

1-5-2-1 農牧地保全の防風林造成指針

一般的に防風林システムは、特定のパターンを形成する。もし、卓越風が特定の一方あるいはこれと正反対の方向から吹く場合には、風向と直角方向の防風林帯を平行して造成すべきである。もし、風がいろいろな方向から吹くならば、市松模様に造るべきである。

防風林帯の間隔は、20年生になったときの最高の樹木の高さの20倍までとする。必要に応じ、最初の5年間には、防風林の中間地帯に臨時の防護物を置くことになろうが、樹木が最高樹高に達した時は、これをとり去るべきである。

防風林システムは、林内の上下のすべての高さで均質に通風性があるべきである。樹種によっては、下部の枝葉を消失することから、防風林の両サイドは、地表近くまで密な枝葉を残す木の列で埋められてなければならない。このような理由から多くの防風林図1-16のような構成となろう。

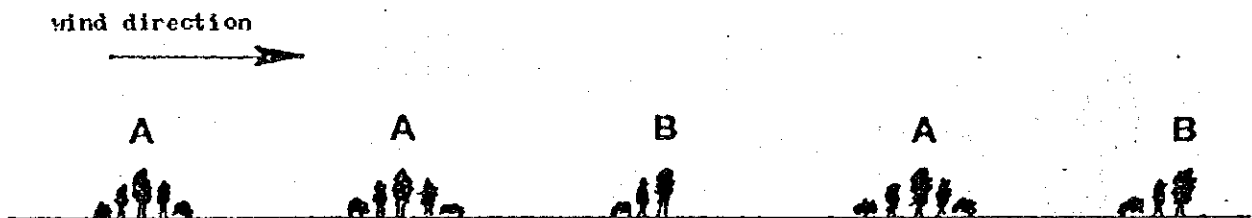


図1-19 防風林帯の配置図

注：防風林システムの現地配置図で、A、A……は、5列植えの防風林、中間のB、Bは3列植えの防護帯、A、B間、A、A間いずれの距離も防風林の高さの20倍である（図は縮尺どおりでない）

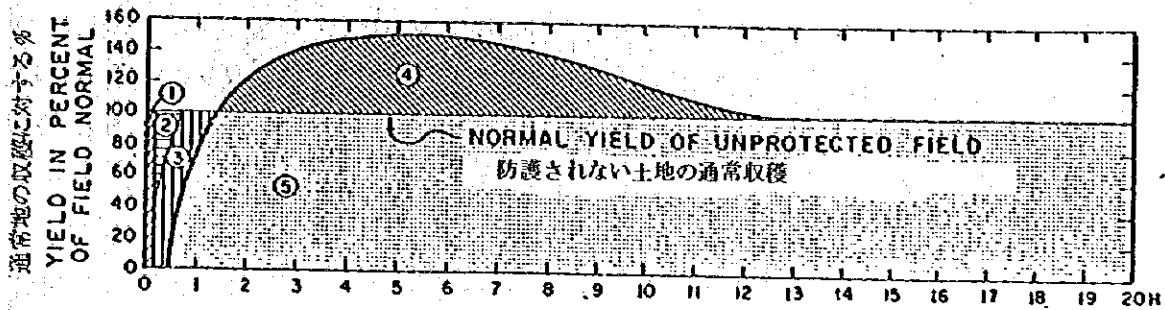


図1-20 防風林の背後における農作物収量

注：防風林からの距離（防風林の高さを単位とする）： $H=40$ フィートである。

防護されない開平地での影響

- ① 植つけしない境界地
- ② 境界地の通常の収穫減
- ⑤ 土地の通常の作物収穫

防風林で保護された地区の附加効果

- ③ 樹林の近くの被陰地の収穫の減
- ④ 防風効果のあるところの収穫
- ④-③ 防風林によるネットの効果

防風林の幅は、実行可能な限り狭く、しかも、林内上下で適切な密度をもった植栽列からなるべきである。1列植えの防風林は安全性がなく、ギャップを作り易い。個々の植栽列の間隔は、数列植えの際は、あまり厳密な要素ではない。この植栽間隔は樹木の成長特性や、保育作業に使用する機具や、灌漑間伐・森林施業等の予定される作業によって定まる。実際的には、この間隔は3~4mである。

一方、この列に並ぶ樹木間の距離（行間）は、防風林の通風性に影響する。行間があまりに狭く植えられた木は、相互に群がって、樹冠部で密な防風帯となるが、下部では十分な密度でないことがしばしばある。行間の距離は、樹木の成長特性と、樹木がうつ閉し始める時期における予定施業方法によって定まる。もし間伐が計画されていないならば、早成樹種の場合は、望ましい行間の距離は通常1.5~3mである。

1-5-2-2 家畜のための庇陰樹木の造成

高温期における家畜の保護のために、散状の植林が庇陰と防風を目的として設けられる。

これは、小面積の密な防風林をV字形またはU字形（開口部を風下に向けて）に造成することが多い。

1-5-2-3 農場の保護

農場保護の主要目的は、周年の快適さ、便利さ、生産性等を増すために、家、納屋先の庭、飼場、庭園等の周りの風速を最大限に減殺することである。

これについての特に推奨すべき配置パターンはない。しかし、防風林の設計に当たっては、保護すべき建物からの位置や密度に対して十分な検討をすることが肝要である。

非常に暑く乾燥する夏のある地域では、建物からあまりに近い位置の密な防風林は、夏期に暑苦しい結果を生ずる。したがって、建物を保護する効果的な防風林の設計は、通風性があり、そして、建物から少なくとも30～45m以上、かつ、90～120m以内の位置とするべきである。

いろいろな国での土砂移動をコントロールするための各種の配置パターンがテストされてきている。あるケースでは数kmに渉り市松模様がつついている。砂丘移動が問題のところでは、砂丘安定工が必要となろう。

1-5-3 防風林の造林技術

1-5-3-1 樹種の選択

原産樹種か、外国産樹種か、の樹種選択については、当該地域で最良に生育することが判明しているものでなければならない、なるべくなら、これら樹木は灌木は、常緑か、さも無くば、強風、多雨の期間に枝葉の多いものでなければならない。また、病虫害、早ばつに対する抵抗性が強く、かつ長寿のものであるべきである。

最適樹種は、その土地の土壌と気候に最も適合したものである。望ましい性質として、

- 幼時の早い成長
- 適切な高さとなること
- 寿命の長いこと
- 密な樹冠をもつこと
- 風害を受けないこと
- 価値のある木材を産出すること

単一樹種でこれら条件を満足するものは通常ない。したがって、2つ以上の樹種が適切な保護の機能を果たすために、しばしば必要となる。乾燥 (Arid) ないし半乾燥 (Semi arid) 帯では、原産樹は通常、成長が遅く、防風上の形状も貧弱なので、外国樹種の使用が、しばしば必要となる。しかしながら、防風林計画においては、大規模の外国産樹種導入を実施する以前に、綿密な樹種について試験を行うべきである。

幾つかの地域における防風林に適するとみなされた樹種のリストを下記に示す、これには、実行された国の幾つかを () 内に示してある。これらの樹種は、乾燥帯 (Arid zone) において、灌漑されるならば育ちうるものと、無灌漑で又は初期灌漑で育つものがある。これらの殆どは、防風林の主列として使うことができ、他は中間高の列および林縁低木に使われる。TamarixまたはParkinsoniaのような樹種は、無灌漑技法のもとでの主列の樹種として、あるいは、他の樹種が防風林の必要な高さを保つ主列として使われる場合の林縁木として、灌漑下で使われる。

Trees frequently used in the Mediterranean climate
(North Africa and Middle East):

- もくまおう・木麻黄
Casuarina equisetifolia (Libya, Tunisia, Morocco, Egypt, Cyprus, Lebanon, Syria, Iraq, et al.);
ユーカリ (カマデュレンシス)
- Eucalyptus camaldulensis (Libya, Tunisia, Morocco, Egypt, Algeria, Syria, Iran, Iraq, et al.);
ユーカリ類
- Eucalyptus gomphocephala (Libya, Egypt, Morocco, Syria, Iran, et al.);
マツ類
- Pinus halepensis and Pinus brutia (in the hilly regions of Syria, Israel, Lebanon and Iran, other countries around the Mediterranean);
サイプレス (センベルビレンス) (いとすぎ)
- Cupressus sempervirens, var. horizontalis and Cupressus arizonica (in the hilly regions of Lebanon, Syria, Israel, Iraq, Jordan);
ぎよりう (タマリスク)
- Tamarix articulata (very common, many countries).
 - Conocarpus lancifolius (PDR Yemen, Somalia);
もくまおう
 - Casuarina equisetifolia (PDR Yemen, Somalia, India);
インド したん (マメ科)
 - Dalbergia sissoo (India, PDR Yemen);
ラブの木
 - Azadirachta indica (India, PDR Yemen);
ユーカリ (カマデュレンシス)
 - Eucalyptus camaldulensis (India, PDR Yemen, Somalia);
ターマナリア
 - Terminalia catapa (India, PDR Yemen);
サイプレス (いとすぎ) の類
 - Cupressus macrocarpa (Southern India);
アカシア
 - Acacia arabica (India);
ぎよりう (タマリスク)
 - Tamarix articulata (in all countries listed);
アカシア モリシマ
 - Acacia mollissima (India);
なつめ類
 - Zizyphus spina-christi (India, PDR Yemen);
 - Parkinsonia aculeata (PDR Yemen)

以上のうち、重要樹種の幾つかについて、その特性を次に述べる。

○ Casuarina equisetifolia : もくまおう

これは、暑さと乾燥の条件に対する適応性に優れていることから、多くの地域における最適の防風林樹種の1つである。通直な樹幹をもつ成長の早い樹で、樹高も高くなり、しっかりした樹冠が均質にひろがる。常緑樹ではあるが動物の好餌ではない。これは耐塩性があるが、灌漑下で造成される必要がある。

○ Conocarpus lancifolius (前掲)

これも非常に適樹である、通直な樹幹と柔軟な分枝が樹幹のまわりに均質につく、成長の早い、樹高も高くなる樹種である。側面からみる樹冠のひろがり大きいので、植

つけ1年目の間に下枝の枝打ちを必要とする。この樹種は非常に耐塩性があるが、灌漑は必要である。

○ Eucalyptus camaldulensis (前掲)

これは非常に成長が早い。しかし、その叢生する樹冠のために風の害を受ける。幹の下部は枝を欠く。これの長く延びる根系のために農作物との水の競合関係が甚しい。したがって、これの使用は、注意深い検討がなされるべきである。主として農場の境に沿った防風林に使われている。

○ Azadirachta indica (前掲)

これも乾燥地域によく適合する木である。樹高は高く、成長も早く、耐旱性がある。

○ Tamarix articulata : ぎょりう、タマリクス

これは、その耐旱性、耐塩性と乾いた浅い石灰質土壌への優れた適応性によって、各乾燥地域の防風林として広く使われている。この樹高は中程度で、幹は曲がり、樹冠はまばらな分枝をもって大きい。

○ Pinus halepensis, Pinus brutia、 : まつ類

○ Cupressus sempervirens, Cupressus arizonica : いとすぎ類

これらは、半乾燥地中海型気候の中緯度のかなり乾燥した石灰質土壌に育ちうる耐旱性のある針葉樹類である。

実際の防風林帯の造成に際して、既述のように、数種の樹種を複合することがある。

本来、大規模の防風林事業の実施において、設計は、シンプルで実際的であるべきである。1列のなかの樹種は1樹種(多くとも2つ)が望ましい。しかし、他の列は、適切な樹種と複合するよう、他の樹種をもって植えることができる。

Eucalyptus camaldulensis, *Pinus halepensis*, *Cupressus*のような樹種は、1つの列に、1樹種として植えられるべきである。*Casuarina equisetifolia*や*Conocarpus*のような樹種は、列のなかで交互に植えることを推奨する。イエメンでは、この樹種複合が作物保護のための最上のスクリーンであることが証明されている。この防風林は高く、直すぐで、均質な構造である。これは、半通風性のスクリーンで、長い有効距離を有している。4~5年後に間伐が必要である。したがって、各樹種を2本ダブって植えれば、間伐後に同様の交互の複合になることが奨められている。

砂質の地域あるいは砂丘移動の前線では、風上側の最初の列は低い樹冠の木または灌木であるべきである。これは、*Parkinsonia*, *Tamarix*, *Prosopis juliflora*等で初期の防護に役立つ。これらの密な樹冠は、砂丘の細かい浮遊する砂の移動を阻止する。*Casuarina*, *Conocarpus*, *Azadirachta*, *Dalbergia*等の主体木は上述の*Parkinsonia*の蔭で良く育ち、採集的には高いスクリーンを作る。この高木で防護帯ができ上がったあとに、最初の列は除去することができる。無灌漑の条件下では、*Tamarix*, *Acacia arabica*, *Azadirachta*だけの列

で防風林を作るか、附属して、Parkinsonia, Prosopis julifloraの列を砂丘に面して作ることになろう。

1-5-3-2 苗畑作業

防風林造成のための苗畑作業については、乾燥地域に関する限り、既述の章において明らかであるので再述することを避けるが、とくに重要な留意事項を付記すれば次のとおりである。

発芽勢の良い種子の使用を保証するため、発芽試験は欠かせない。低品質の種子を播種することは金と労力の浪費であり、さらに重大なことは、作業季節を失ってしまうことである。同様に、貧弱で危険な苗木を植えつけに使ってはならない。

使用する苗木コンテナ（ポット）のタイプは、樹種と、そのタイプの入手の可能性によって定まる「ジフィー・ポット」、特殊紙袋、ポリエチレン袋等のようなコンテナ商品がいろいろある。大量に入手しうるなら、ビールの空きカン、モータオイルカン、土のポット、土管、トタンの管等々も使われる。

1-5-3-3 地ごしらえ

防風林の植栽地の地ごしらえは、通常の林地造林のそれより厳しい。防風林造成を成功させるには、植栽した苗木の生存率の高いこと、幼時の早い成長及び良い樹形の伸長を必要とする。一般に、このためには、予定防風帯の全域にわたって、深さ40～60cmの完全な地ごしらえを要する。

耕運時の堅土層あるいは天然不透水層（ハード・パン）のある土壤にあっては、深耕まはこのパンを破碎しうる何等かの作業が望まれる。個々の植え穴は、機械あるいは手作業（植え棒かクワで）で掘られる。これらの穴は苗木の根がカールしないよう十分広く深くなければならない。

1-5-3-4 植栽後の手入れ

極端な乾燥帯（super-arid）では植栽木への灌漑が必要である。多少湿潤になった所でも、植えつけ直後には臨時的な灌水（例えば水槽車で）が必要な場合がある。これによって、活着の成功と均一な成長を確保できる。均一な成長は防風林の機能達成を確実なものにする。大きなギャップを作ることは絶対に避けるべきで、活着失敗箇所には補植を行うべきである。雑草は成長を阻害するので除去すべきである。病虫害、とくに食葉害虫は根絶しないと樹冠密度を減少させる。

防風林の種目的は保護にあることから、通常、枝打ちはせず、間伐も殆ど行わない。理由は、これらの作業が密度と連続性を損なうからである、しかしながら、場合によっては、若齢木の防風林で間伐が望ましいこともある。放牧、損傷、不法伐採、火災に対する敢正な保護は特に必要である。

防風林による利益については、ここに枚挙のいとまがないほど多い。農作物の増収はその主たる便益である。これは図1-18に示すとおりである。防風林の欠点には、昆虫の

住みかになることの危険性、大型機械や灌漑機材を妨害する可能性及び樹木の蒸散による水の消費が含まれる。多くの場合、これらの欠点は、防風林の便益に較べれば、それほど著しいものではない。

1-5-4 防風林の成長

表1-29と表1-30は、イエメンの砂漠地における若い防風林の幾つかの樹種の樹高と直径の成長を示すものである。年間の樹高成長は平均2m以上もあって良好である。場合によって、ユーカリ類では第1年目に4mにも達する。直径成長も良い。1列植えて1kmの防風林の材積成長は12.7m³から28m³になる。この初期成長の優秀さは、対象地への適樹種を選んだからであり、また、造成の適切な技術と灌漑である。研究結果からの警告として、野外試験からの初期の結果は、その後の数年間フォローすることが必要である。しばしば、優れた初期成長の樹種が、後に病害虫その他で問題を起こしている。

表1-29 イエメン共和国のMudia State農地における1年生防風林の成長

樹 種	樹 高		側面投影樹冠直径	
	m	%	m	%
もくまおう Casuarina equisetifolia	2.68±0.4	15	1.59±0.3	19
Conocarpus lancifolius	2.61±0.3	11	2.03±0.2	10
ユーカリ(カマデュレンシス) Eucalyptus camaldulensis	3.97±0.8	20	1.92±0.4	20
フープの木 Azadirachta indica	2.66±0.2	7	2.45±0.5	20
レベッカねむ Albizia lebbek	3.16±0.5	16	3.42±1.0	29

表1-30 イエメン共和国Lenin農地の砂漠地における4年生防風林の成長

樹 種	樹 高		胸高直径		側面投影樹冠直径 m	防風林1Km当たり 年間材積成長量 m ³
	m	%	m	%		
Conocarpus lancifolius	10.8±0.8	7	16.5±2.5	15.0	11.5	12.7
Eucalyptus camaldulensis	15.5±1.5	10	20.5±3.0	14.0	10.0	28.0
Albizia lebbek	13.1±0.8	6	19.4±3.6	18.5	13.5	
Parkinsonia	7.4±0.6	8	10.0±2.7	27.0	8.5	

1-5-5 灌漑造林

極乾燥帯 (Super-arid zone) に対しては、防風林造成技術は、細心に選択されねばならない。この気候帯では降雨に頼らない灌がい造林で防風林が造成される場合がある。このような防風林は、第一優先順位で、灌がい用水路の近くか、水路に沿って掘られた導水溝のところに位置すべきである。植栽はこの用水路系内で行われることになるが、苗木は灌がい水の水位より高く植えつけられ、水流を阻害しないように植えられなければならない。

灌がい用水路から一定距離で植えられる防風林について、まず最初に土地を整地し、レベルにすることである。これは雑草との競争を少なくするのに最も重要なことである。水溝は幅が50cmの三角形の断面になるよう、溝切り機械で作るのが効率的である。通常使用される樹種では、ポリエチレン袋で育てた6~9ヵ月の苗木が植えられる。針葉樹では1~2年苗畑での養苗が必要である。広葉樹のParkinsoniaのような樹種では、3ヵ月で植栽することができる。Tamarixは挿木で直接植えつけることもできる。

苗畑からの苗木の輸送には、最大の注意を払わなければならない。植えつけ前に苗木は十分灌水しておくべきである。植えつけ後の灌水も、乾燥地での活着と成長を確保するのに欠かせない。灌水は、根系が飽水するまで十分に行うべきである。土壌湿度が植えつけ前のレベルまで減少した場合には、この灌水を再び行う必要がある。灌水の量とタイミングは、使用された樹種、気候、土壌によって変わる。植えつけの初期段階では、灌水は、少ない水で頻繁に行うことが良い。その後、根が深くなった時は、水量は多くし、頻度を減らす。このように小さい苗木は、初期には浅いところで多くの水を得て、後に豊富な水湿が深根の発達を促すことになる。

乾燥地域における高い活着率と早い成長率を得るための最良の方法は、浸透水が届くよう灌水路に近く防風林を植えることである。

一方、植えられた木も日蔭を作り風を防いで灌水路からの水の蒸発を減少する。コンクリート製の灌水路は、樹木への水の浸透を十分行わないので、この場合は、水路からサイフォン又は取水器による灌水が必要である。

灌水路から距離のある乾燥地の防風林は、防風林の各灌水路に水を引き込む側放水路によって灌がいされよう。可搬のパイプも時として使われる。水槽車による灌水も一方法ではある。

かなりの水を要求する樹種では、植えつけ初期には1週間毎に又は2週間毎に、その後は1ヵ月毎又はそれより若干長い期間毎の灌水スケジュールを採ることになる。この灌水スケジュールは、地下水位の深さにも左右される。植えつけ後の2ないし3年後に、樹木の根が地下水位又は毛管水位にまで達した段階において、灌水は中止する。

2. 社会調査

異文化民族に対する開発・技術協力は、常に困難な問題を含んできた。「する側から見た開発」と「される側から見た開発」の間のギャップは、長いこと指摘されている。そのような批判は一樣に現地地域住民に対する理解を強調するが、しかし、異文化を理解することは決して容易なことではない。本節の目的は、ある異文化地域住民と接触した場合、彼らの文化や社会を少しでも理解するための手がかりを示すことにある。

2-1 基礎資料の収集

2-1-1 集落構成

地域集団の住民を正確に把握するためには、まず第一に基礎的統計数値が必要である。人口、男女比率、年齢構成、夫婦数、世帯数、家屋数、居住年数、部族構成などがこれにあたる。

世帯は、生産消費をともにし、共食共住の範囲であると考えてよい。この範囲は、核家族のこともあれば、さらに多くの血縁を含んだ拡大家族のこともあり、民族によってさまざまである。家族の発展周期によってその形態は異なってくるので、統計処理だけでなく、住民の理念形も調べる必要がある。一つの家屋に数世帯が居住したり、一つの世帯がいくつかの家屋に分かれて住むこともあるので、世帯数と家屋数は区別しなければならない。

居住年数は、できれば同一集落と同一家屋のものが区別されることが望ましい。これらの数値は、社会の流動性に対する一つの目安となる。

また、一つの地域集団が、複数の民族的アイデンティティを持った人々によって構成されていることもある。その場合、どのような比率で構成されているかを知ることは、相互関係を考える上で重要である。

集落が自然村であるか、開拓村あるいは行政村であるかによって、その形成過程はおのずから異なってくる。聞き取り調査で集落の成立経過をある程度まで復元でき、草分け筋と現状との関係が明らかになれば、彼らの社会組織を考察するうえで、大きな助けとなるであろう。

2-1-2 生業

住民の生活の糧を得る作業とその依存度を明らかにする必要がある。(狩猟、採集、牧畜、漁労、農耕、商業など) 具体的には狩猟民ならば対象動物や猟の方法、牧畜民ならば家畜の頭数や放牧の方法、家畜の利用法など、農耕民ならば耕作面積や栽培種、収穫量などを調べる。通常は、焼畑耕作民は農閑期に狩猟を行ったり、牧畜民が雨季に農耕に従事したりする

ように複合化されている場合が多い。

現在では、いわゆる未開社会といわれている地域においても現金経済が浸透してきている。彼らの生計における現金の比重、現金を得る方策、その金額、ならびに現金消費の対象を明らかにする必要がある。

2-1-3 調査質問表の例

基礎統計資料を収集するための質問表を用いる場合は、できるだけ具体的であることが望ましい。また、統計処理を容易にするために、数値で表せるようにする。

質 問 調 査 表 例	
集落名	_____
部落番号	□□□□ (調査者がつける) □□□□
回答者名	_____
回答者番号	□□□□ (調査者がつける)
1. 何年間この集落に住んでいますか	
1. 3年以下	<input type="checkbox"/>
2. 3年～10年	<input type="checkbox"/>
3. 10年以上	<input type="checkbox"/>
2. 出身地はどこですか	
1. 当該集落	<input type="checkbox"/>
2. 当該州	<input type="checkbox"/>
3. 当該国	<input type="checkbox"/>
4. その他の国	<input type="checkbox"/>
(注) その他の国の場合は、予想される国名を記号で示しておく	
3. 部族はなんですか	
1.	<input type="checkbox"/>
2.	<input type="checkbox"/>
3.	<input type="checkbox"/>
4. その他	<input type="checkbox"/>
(注) いくつか主要部族名をあげ、その他にも、予想される部族の略号を示す。	

4. 宗教はなんですか

- 1. キリスト教
- 2. イスラム教
- 3. アニミズム

(注) 調査地域により、宗教の種類は考慮すること。

5. 主な生業はなんですか

- 1. 農業
- 2. 牧畜
- 3. 漁業
- 4. 商業
- 5. 労働者
- 6. その他

6. 現金収入は年間いくらくらいですか

- 1. ~
- 2. ~
- 3. ~
- 4. ~

7. 家族構成

家族構成員名	性 別	年 齢	本人との関係
1. 本人			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

8. 土地利用

種類	面積 (ha)		
1. 陸稲	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="□□"/>	<input type="text" value="□□"/>
2. 水稲	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="□□"/>	<input type="text" value="□□"/>
3. トウモロコシ	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="□□"/>	<input type="text" value="□□"/>
⋮			
⋮			
放牧地	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="□□"/>	<input type="text" value="□□"/>

9. 家畜

種類	頭数		
1. ウシ	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="□□"/>	<input type="text" value="□□"/>
2. ヤギ	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="□□"/>	<input type="text" value="□□"/>
3. ブタ	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="□□"/>	<input type="text" value="□□"/>
4. ニワトリ	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="□□"/>	<input type="text" value="□□"/>
⋮			

(注) 8. 9の項目は、それぞれその地域に適したものを例示する。

調査年月日 _____
 調査場所 _____
 調査者名 _____

このような調査表は、すべて現地語で作成し、被調査者が十分に理解できるものとしなければならない。

回収された調査表は統計処理されなければならないが、次のようなパンチ・カードを用いるのも一つの方法である。

M		F		回答者性別	
A		集落番号		居住年数	
1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
家族数		集落名		出身地	
0-5		集落番号		1	
6-10		回答者名		2	
11-15		回答者番号		3	
16-20		1		4	
21-30		2		3	
31-40		3		4	
41-50		4		1	
51-60		5		2	
-19		6		3	
0-5		7		4	
6-10		8		5	
11-15		9		6	
16-20		10		7	
21-30		11		8	
31-40		12		9	
41-50		13		10	
51-60		14		11	
-19		15		12	
土地利用		1		3	
1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
出生		1		3	
業		2		4	
現金収入		3		5	
家		4		6	
数		5		7	
1		2		3	
4		5		6	

調査は、対象人口が少ない場合には調査者自身が行うことが望ましいが、多い場合には行政組織などを利用することも可能である。ただし、単に質問表を配布回収するだけでなく、積極的に地域住民にインタビューを行い、前節で述べたような事項を調査することが重要である。

2-2 フィールド調査

基礎調査によって地域住民全体の概観を把握できると、次にある一定地域において集中調査を行い、彼らの文化や世界観を調べる。この場合、インタビューによる聞き取り調査と住民活動に参加する関与観察が中心となる。以下に述べる①～⑤の項目には特に注意する必要がある。

① 自然環境への認識の調査

人びとは、集落の周囲に自分たちのテリトリーを必ず持っている。採集狩猟民ならば猟場

であり、牧畜民ならば放牧地、焼畑耕作民は耕地を切り開く森林、定着農耕民は耕地や水利の地理的範囲である。その範囲と利用法を明らかにする。

また、同様の自然環境に対しても、認識のしかたは各民族によって異なっている。たとえば、木や森林を見た場合、恐怖を感じる民族もいれば、焼畑耕作民のように潜在的耕地を見いだして神に感謝する人もいれば、家畜のえさを思い浮かべる民族もある。材としての利用価値を計算できる人間もいれば、単に燃料材としての価値しか考えない民族もいる。このような認識の多様性は、生業形態や信仰体系、神話や伝説などに自然環境が深く結びついているためであり、自然に対する民族特有の分類法、解釈法を十分に知る必要がある。特に民族にとっての神聖な場には、注意を払わなければならない。アメリカインディアンであるホビ族の居留地を開発しようとしたアメリカ政府が、ホビ族の世界観を理解せず、全くの技術的見地から彼らの聖なる場所の近くにダムを造ろうとして紛争になったことがあった。

② 社会環境への認識の調査

社会環境、特に人間関係に関する認識も、社会によってさまざまである。人間は、ある基準によって他人を「ミウチ」と「ソトの人」に同心円的に区別するが、その基準は民族固有のものである。また、個人的絆りを重視してネットワークを作りあげる社会もあれば、相対的に集団の枠組を大切にす社会もある。

多くのいわゆる未開社会における人間関係の基本は親族である。文化人類学では、ある個人と祖先とのつながりを出自と呼び、単系出自（父系、母系、重系など）と非単系出自（双方的、選択的など）と分類している。これは、一組の両親から生まれた子供がどのようにして社会の成員権を得、上の世代とつながっていくのかを整理するための概念である。出自原理は、財産の相続や地位の継承とも関連しているので、社会を世代から世代へと存続させていく経路となっている。ま、親族名称や親族呼称の体系が、人間関係の側面を反映していることもある。

あらゆる社会は、婚姻の対象とならない。あるいは婚姻が禁じられている人びとの範囲と、結婚できる相手の範囲が定められている。この範囲を確認するとともに、姻戚関係のあり方や、結婚後の居住形態（夫の実家に住むか、妻の両親と暮らすか、新しく世帯を作りあげるかなど）を調べることも、社会組織を考える上で重要である。また、花嫁代償（婚姻に際して花婿側から花嫁側に贈る）は、当該社会のける富を表現しており、その種類と量を調べる必要がある。

人間関係を考察する上で、リーダー・シップの所在は最も重要なことである。誰がリーダーになるのか、リーダーになる資格や能力は、どのように継承されていくのか、リーダーは強制力を持った権威者なのか、あるいは調定を試みる仲裁者か、などさまざまな側面からリーダー・シップを解明しなければならない。特に紛争や事件が起きた時の人びとの対処の方法を観察することで、大きな手がかりが得られるであろう。リーダー・シップの特質が明らかになれば、参加住民を組織化したり、住民の不満を解消するのにおいに役に立つ。

③ 労力に対する意識調査

まず基礎資料として、各生業について年間と一日における活動サイクルと労働時間について知る必要がある。次に性別による役割分担、年齢による労働分担を調べる。また、一つの世帯の労働量ではまかないきれない活動を行う時、人びとは共同してそれにあたる。その作業のリーダーなどを調べることは、プロジェクトに地域住民を参加させていく場合非常に参考になる。

しかし、なによりも重要なのは、住民の労働に対する意識や労働時間への感覚を知ることである。やはり、アメリカ政府の開発事情で、ナバホ・インディアンとホビ・インディアンを同時に雇用したが、ナバホ族は一ヶ月を通して働いてまとまった休暇をとることを望み、ホビ族は仕事を何度か中断してこま切れにするほうを好んだ。そして両者とも、五日間働いて週末に休むという白人のやり方に全くなじめなかったため、労働管理が破綻してしまったという例がある。長年の間培われてきた労働感覚は、簡単には変えることができない。

④ 時間感覚の調査

上記の問題とも関連してくるが、時間に対する感覚も民族によって、おおいに異なる。アメリカの五分はメキシコの三十分と言われるが、時間の長さだけでなく時間が過去から現在を通して未来へと均等な系列として流れていくという感覚は、西欧文化から生まれてきたものであり、すべての社会で受け入れられるとは限らない。ナバホ族にとっては、未来にはなんら現実味はなく、彼らは「未来の」報酬には全く関心を示さなかった。そのため、役人の「いま苦勞すれば後で倍になって報われる」というような説得や、賃金による動機づけが失敗したことがある。この異文化間の時間感覚のずれは、非常に大きな障害であり、最も解決の難しい問題の一つである。

⑤ 外部の影響の調査

未開で静止しているように見える社会でも、少しずつ変化している。特に今日においては、行政機構や教育制度、現金経済などの浸透により、多くの伝統的社会が変容しつつある。したがって、ある地域社会を静的に単純には語れなくなっており、外部からの影響や世代間のギャップにも注目しなければならない。

2-3 ま と め

ここまで、簡単に異文化の地域社会を理解するための手がかりをいくつか列挙してきた。しかし、これらはあくまでもガイド・ラインにすぎず、これだけでは当該社会の表層的なことを知るだけであろう。人は相手を見ながら返答し、本音はなかなか言わないものである。したがって、これらの項目を質問表によって調査しても、現地の人びとの意識は十分に反映されないことは確実である。実際にプロジェクトに住民を参加させていく場合には、さらに個別的に現地に側した問題に注意を向けて行く必要がある。

住民にプロジェクトの意義を理解させることは重要なことであるが、彼らは世界観や人生に

いて何を大切であると考えているかを把握する必要がある。白人たちは、インディアンにダムや道路の重要性を理解させることに成功したが、インディアンにとってはそれよりも儀礼やダンスのほうがもっと重要であるということを理解しなかった。そのために白人側は、「インディアンは怠惰で短気である」というステレオタイプの解釈をしたのだが、文化人類学者であるエドワード・ホールは、「ダム・道路・建物・境界線といった技術的問題はすべて、その技術の問題にすぎず、正しい技術的な解決を深求すればすむと考えた」政府の役人たちを、見当ちがいもはなはだしいと非難している。

しかしまた、最近よく見られるような「相手の文化を理解すればよい」ということは非常に困難なことであり、いかにエネルギーと注意力と忍耐力を必要とし、時間のかかることであるかを、まず第一に認識しなければならない。そして、互いに相違点を発見し、反発やあつれきを一つ一つ解決していくことによって、相互理解が深まって行くのである。そのためには、技術者や社会学者は、現地に、それも許す限り長期に渡って住みつくことが必須条件となる。

民族地理学者であり、ヒマラヤで技術協力を手がけてきた川喜田二郎（川喜田研究所名誉顧問）は、異文化理解のためには、住民参画と生態系の把握の二点を特に強調している。そして技術は、人間の文化と関連させた場合は普遍性を持つものでなく、個々の事例によって最適なものは一つ一つ異なってくると考え、「一期一会の国際技術協力」という用語を造り出した。それだけ現地の状況を総体的に把握しなければならないということである。

今回のタンザニアとスーダンにおける短期の調査でも、政府関係者も地域住民も非常に植林の重要性を認識しはじめていると感じられた。今後それを人間社会をめぐる生態系や経済状況にどのように組み込んでいくかは、自然科学者と社会学者の両者に課せられた課題である。

最後に、タンザニアのキバハの植林プロジェクトの事務所の壁に飾られた標語を写し書いて、本節の終わりとしたい。

Go to the people, live amongst them, learn from them, love them, serve them, play with them, start with what they know, build on what they have.

参考文献

「文化としての時間」 エドワード・ホール

宇波 彰 訳 TBSブリタニカ 1983

JICA