

国際協力事業団
グアテマラ国
農 牧 食 糧 省

グアテマラ国
バハ・ヴェラパス 県森林管理計画調査
森林施業手引書

平成9年2月

JICA LIBRARY



J 1138300 (7)

グアテマラ国バハ・ヴェラパス 県
森林管理計画調査共同企業体
〔 社団法人 日本林業技術協会 〕
〔 株式会社 パスコインターナショナル 〕

農 調 林

J R

97-05

国際協力事業団

グァテマラ国
農牧食糧省

グァテマラ国

バハ・ヴェラパス県森林管理計画調査

森林施業手引書

平成9年2月

グァテマラ国バハ・ヴェラパス県
森林管理計画調査共同企業体
〔社団法人 日本林業技術協会〕
〔株式会社 パスコインターナショナル〕



1138300(7)

森林施業手引書

はじめに

本森林施業手引書は、バハ・ヴェラパス県全域の森林を対象とした施業実施についての手引き書である。

なお、本書はバハ・ヴェラパス県と類似の森林を有する他の県においても適用することができる。

本書は、県内における森林施業の実態調査結果を踏まえ、下記の資料を参考にし、取りまとめた。各資料の著書に深く感謝する。

- 1) DIGEBOS : Catálogo de Semillas Forestales, 1995.
- 2) DIGEBOS : 種子銀行データ、種子採集に関する研修・普及資料、1990-1996.
- 3) INTECAP : Manual de VIVEROS FORESTALES, 1979.
- 4) INTECAP : Manual de REFORBOSTACION, NIVEL MEDIO, 1967.
- 5) INTECAP : PRACTICAS SILVICULTURALES, 1967.
- 6) Ejercito de Guatemala, DIRECCION DE ASUNTOS CIVILES, ESTADO MAYOR DE LA DEFENSA NACIONAL : GUIA DEL VIVERISTA FORESTAL, 1995.
- 7) Kenya/Japan Social Forestry Project : SOCIAL FORESTRY TECHNIQUES Part One, 1991.
- 8) 造林技術研究会編纂 : 図説造林技術、日本林業調査会、1972.
- 9) 林野庁監修 : 間伐の手引き図解編、日本林業技術協会、1996.
- 10) 林野火災実務手引書（昭和58年度版）林野火災対策研究会編
- 11) Proteccion Forestal, Primera Parte, El Hombre y los Incendios Forestales, ESNAC-IFOR, 1972.
- 12) Sembradores de esperanza, Conservar para cultivar y vivir, Monika Hesse-Rodriguez, 1994.
- 13) FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL FORESTAL, AGROFORESTERIA Y CONSERVACION DE SUELOS, COHDEFOR, 1993
- 14) MANUAL DEL EXTENSIONISTA FORESTAL ANDINO, FAO, 1994.
- 15) El trazado de una curva de nivel, UNEPROCH

目 次

I. 森林施業	1
1. 伐 採	1
(1) 標準伐期齢	1
(2) 許容伐採量	1
(3) 伐採方法	1
(4) 搬出・運材方法	5
2. 更 新	9
(1) 人工更新	9
(2) 天然更新	9
(3) 萌芽更新	13
3. 育 苗	15
(1) 種 子	15
(2) 苗 畑	18
(3) まき付け	18
(4) ポット移植	23
(5) 手入れ	29
(6) 山出し	33
4. 植 林	39
(1) 地拵え	39
(2) 植 栽	39
5. 育 林	46
(1) 保 育	46
1) 下刈り	46
2) つる刈り	51
3) 除 伐	51
4) 枝打ち	55
(2) 間 伐	57
1) 間伐の必要性	57

2) 間伐方針および間伐率	57
3) 選木の方法	57
4) 間伐の時期	59
5) 間伐の方法	59
6) 間伐材の利用と販売	59
II. 森林保護	61
1. 森林火災	61
(1) 森林火災による影響	61
(2) 森林火災の燃焼状況	62
(3) 森林火災の種類と特徴	63
(4) 消火方法	65
(5) 固定防火線	74
(6) 防火樹帯	75
(7) 消火用機材	75
2. マツの虫害	77
(1) <i>Dendroctonus frontalis</i> の生活史	77
(2) 被害の特徴	79
(3) 対策	79
III. 社会林業	85
1. 土壌流出防止工法	85
(1) 工法の選定	85
(2) 工法の概要	86
1) 植生筋工	86
2) 植生筋工と溝工	87
3) 石積工と樹木植栽	89
(3) テラスへの移行	91
2. 生け垣林	91
(1) 設置方法	91
(2) 植種の選定	94
3. 飼料木植栽	94

1. 森林施業

1. 伐 採

(1) 標準伐期齡

- 1) 天然林の用材生産のための伐採は、胸高直径において、*Pinus oocarpa*、*Cupressus lusitanica*は40cm、*P. maximinoi* は50cmを目安とする。
- 2) 人工林においては、土地の生産力によって成長状況が大きく異なるが、標準伐期齡は *Pinus oocarpa*、*P. montezumae*は60年、*P. maximinoi*、*P. tecunumanii*、*Cupressus lusitanica*は30年を基準とする。

(2) 許容伐採量

- 1) 伐採量は収穫の保護、木材の安定供給、森林状態の維持を図るために規制されるものである。このため、生産林においては林分の成長量を上限にする許容伐採量の指定が必要となる。
- 2) 伐採申請時の管理計画においては次式による年間伐採量を算出し、計画伐採量とする。

$$V_F = V_T / (T_R \div 2)$$

V_F : 年間許容伐採量 (m³/年)

V_T : 計画策定時の総蓄積 (m³)

T_R : 伐期 (年)

(3) 伐採方法

- 1) 生産林においては皆伐し、保全林においては択伐とする。
- 2) 皆伐における1伐区の大きさは2～3haを上限とする。
- 3) 択伐は森林の保続を考慮して単木または群状・帯状伐採するものであり、1回の伐採率は30%を上限とする。
- 4) 皆伐、択伐ともまず初めに伐採しようとする樹木の下に立ち、どの方向に切り倒すかを見極め切り倒す方向に受口を入れる。受口の入れ方は伐根径の1/4の深さに水平切りした後、斜め切り角度を30～35°として切り込む。著しく枝が片寄っている場合には、追口にクサビを使用し木を起こして倒す。受口の下面より受口幅の2/3程上ったところに追口を入れ鋸で切断する。
- 5) 伐採作業は極めて危険の多い作業である。そのために安全の確保は細心の注意が必

要である。安全性を考えた伐採方法の決め方は、傾斜地の場合原則的に斜面に沿って倒すことである。斜面上下いずれに倒すかは集材の便を考慮して決める。

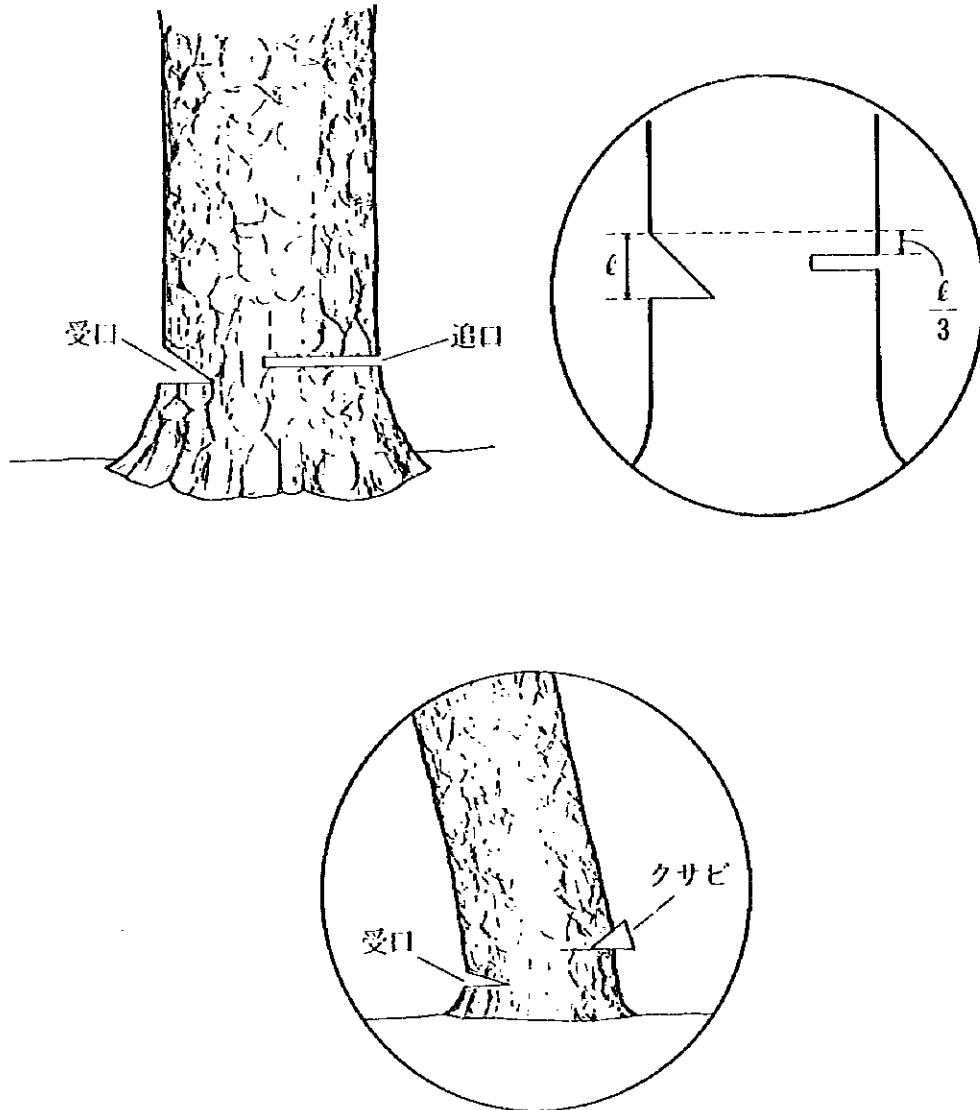
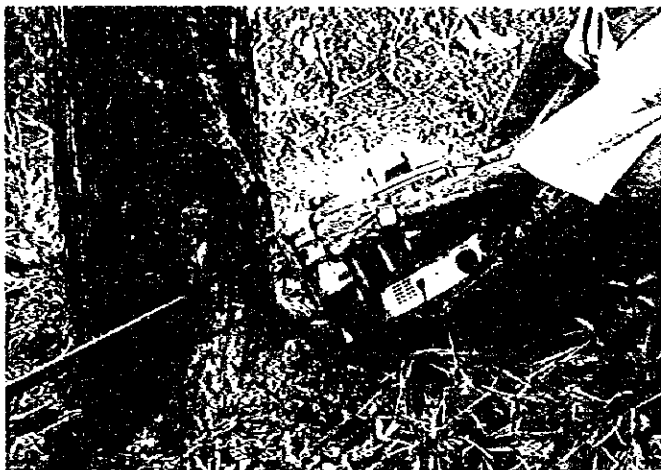


図1-1 伐採の方法

写真I-1

受口の切り込み



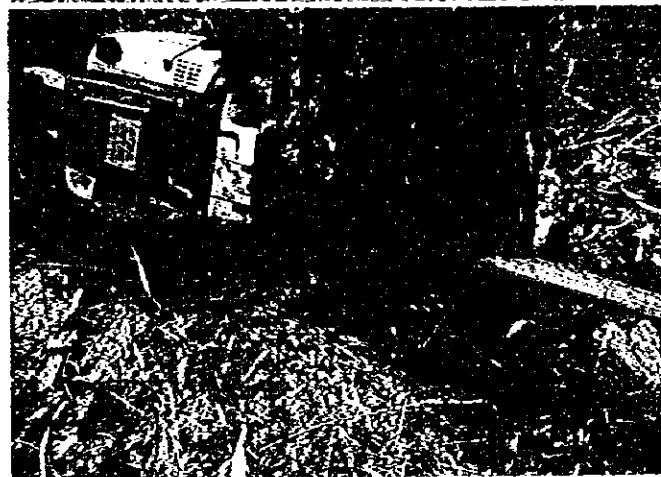
写真I-2

受口の切り外し



写真I-3

追口の切り込み



写真I-4

伐採断面：

右…受口

左…追口



(4) 搬出・運材方法

- 1) 伐採木の集材方法は人力集材、家畜集材、機械集材に大別されるが、標準的には伐採木の搬出には人力と牛を使い、運材にはトラックを用いる。
- 2) 伐採と運材は林道の補修が可能な乾季とする。雨季では道路に水が溜り、トラック運材が困難となる。
- 3) 牛による伐採木の搬出は、牛の体重の2倍まで可能である。中型トラックによる運材は1台当たり8～10m³、4～5 tを目安とする。
- 4) トラックへ木材を積み込むとき、丘を利用すると安全に、しかも簡単に少人数で積み込むことができる。このため、伐採木は丘の上へ集材して置く。

写真1-5

牛による搬出



写真1-6

トラクターによる搬出

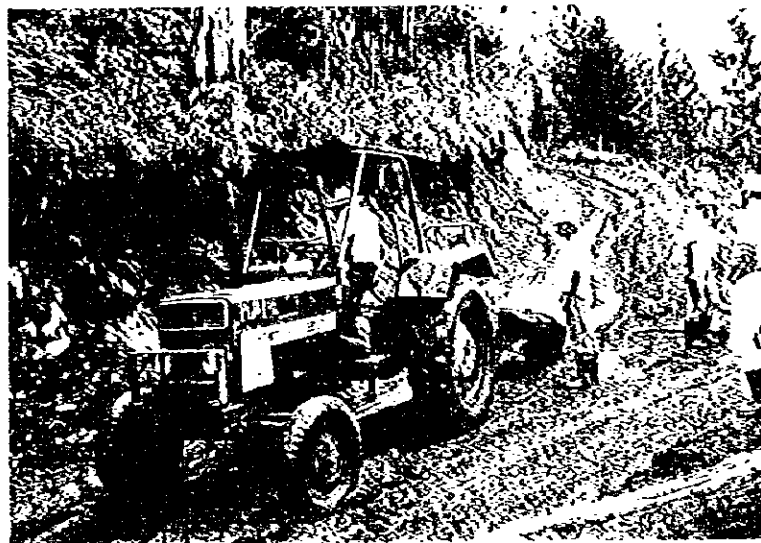


写真1-7

トラックによる運材



2. 更 新

(1) 人工更新

- 1) 用材皆伐林は、苗木の植栽によって更新する。
- 2) *Pinus* 類の植栽は標高により適応種が異なるため、標高に合ったものを採用する。
標高 1,500m以下には、*P. oocarpa*、標高 1,500m以上には*P. maximinoi* 及び*P. tecunumanii* が適する。
- 3) *Cupressus lusitanica*の植栽は、*Pinus* ほど適応性が広くないので、*Cupressus lusitanica*の適地と将来的な生産木材の販路をよく見極めて行う。

(2) 天然更新

- 1) 用材択伐林の更新は植え込みが確実であるが、群状もしくは帯状択伐については天然下種更新を試みる。天然更新は立地環境による違いが大きい。
- 2) *Pinus* 類の側方天然下種更新では更新地の幅が母樹の高さの5倍までは更新可能であるが、樹高の2倍以下になると陽光が不足して稚樹の成長が劣る。
- 3) 一般に天然更新は地味に鉍物質土壤が露出していることが必要である。地表が落葉などに被覆されている場合は地がきを行って鉍物質土壤を露出してやらなければならない。

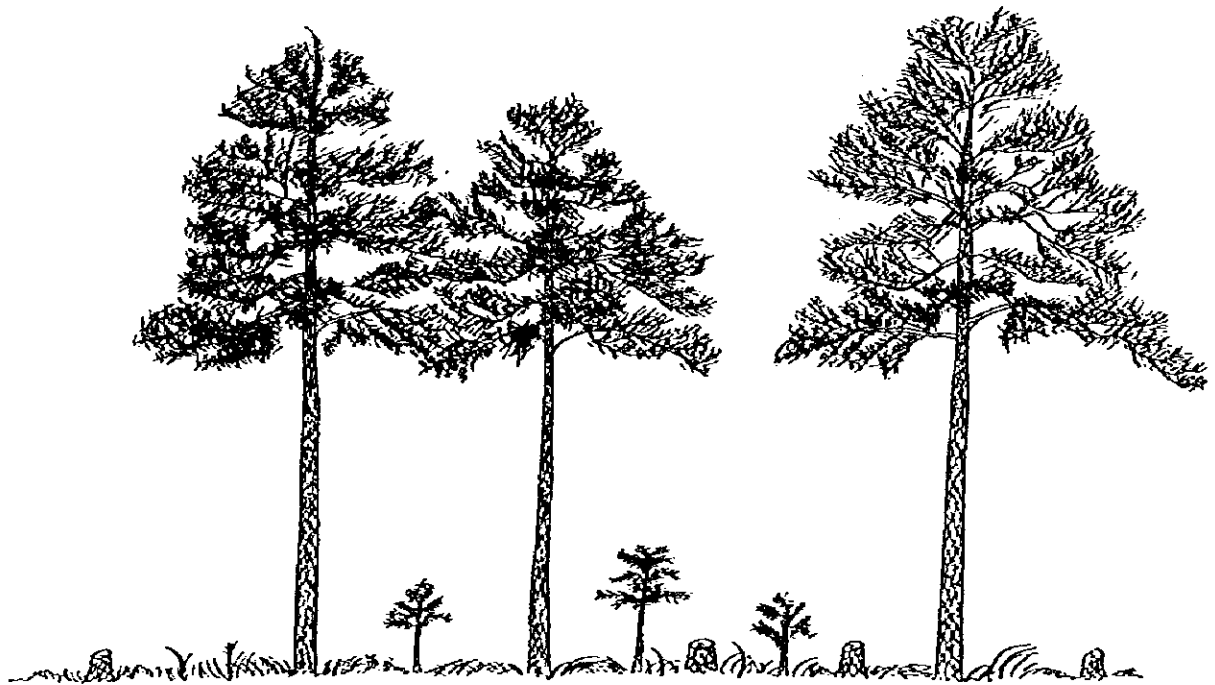


図1-2 帯状択伐跡地の天然更新

写真 I - 8

Pinus 類の天然
更新

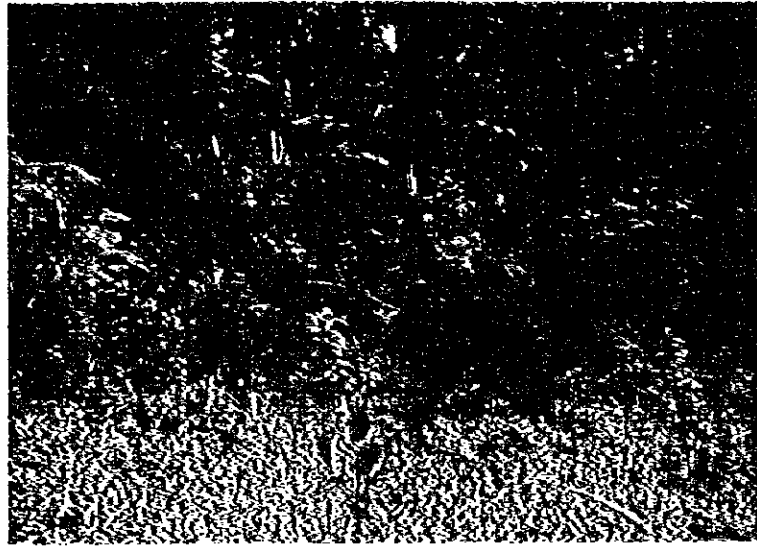


写真 I - 9

マツ林の落葉層

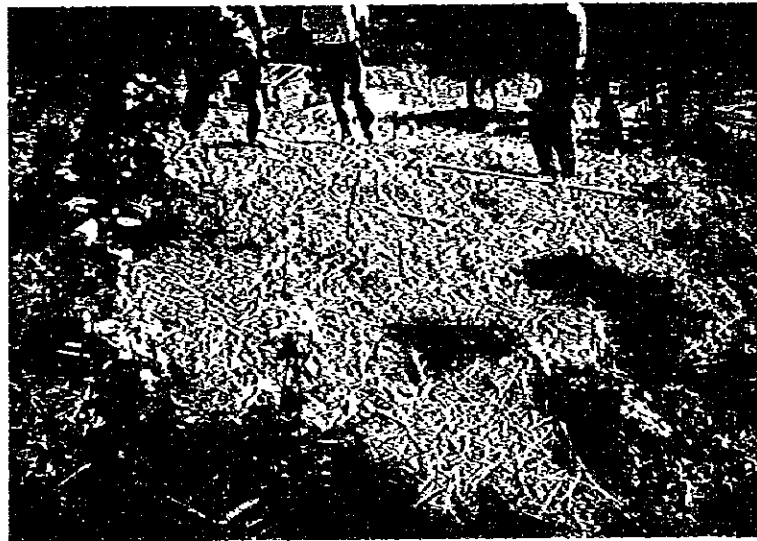


写真 I - 10

落葉層の地かき



(3) 萌芽更新

- 1) *Quercus* 等の薪炭林は原則として切り株からの萌芽更新とする。それを用材として利用する場合径級20cm以上の択伐を行う。
- 2) 切り株から発生する萌芽の本数は株の樹齡、大きさ、立地環境条件などによって差異が大きい。萌芽が多数密生すると共倒れになるので、萌芽後2～3年のうちに1株3～5本に整理する。樹高が増加するに伴い相互に被圧が生じる5年目以降には、一般造林地と同様に曲がり木や劣等木は除伐または間伐を行い、1株3本立てにする。

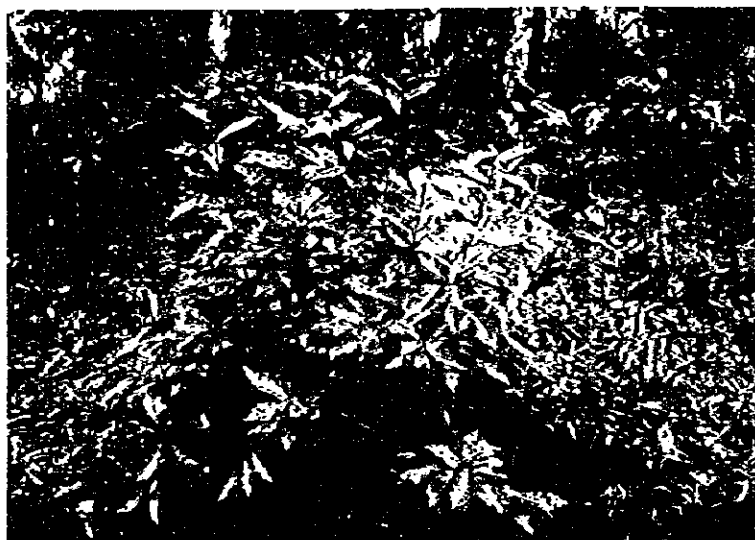
写真1-11

Quercus 林の伐
り株と萌芽



写真1-12

Quercus 林の萌
芽更新



3. 育 苗

(1) 種 子

- 1) 優良な造林地を造成するには優良母樹の種子を確保することが重要である。優良母樹とは品種系統が優良だけでなく、遺伝性が確実で樹形や枝条の発達に欠点がなく、病中害や気象害などを受けていないものである。
- 2) 優良母樹の遺伝質と発芽率が保証されている DIGEBOSの種子銀行の種子を用いることが望ましい。この銀行の種子の発芽率は、1995年採取のもので *Pinus*類67～82% *Cupressus* 類53%であった。
- 3) 少量の自家育苗の場合は、DIGEBOS等の指導を得て造林予定地を含む周辺地域の優良母樹から種子を採取する。種子採取の場合球果と一緒に力枝を切り落とすと、樹勢の衰弱と着果枝の減少を招くので、幹からの主枝を落とさずに球果だけを採取するように心掛ける。採取した球果は乾燥させて種子を採取する。種子の採取時期は*Pinus*類3～4月、*Cupressus*類8～10月である。

写真 I - 13

P. tecunumanii
母樹林
(DIGEBOS種子銀行指定)





図 I - 3 球果の採取方法

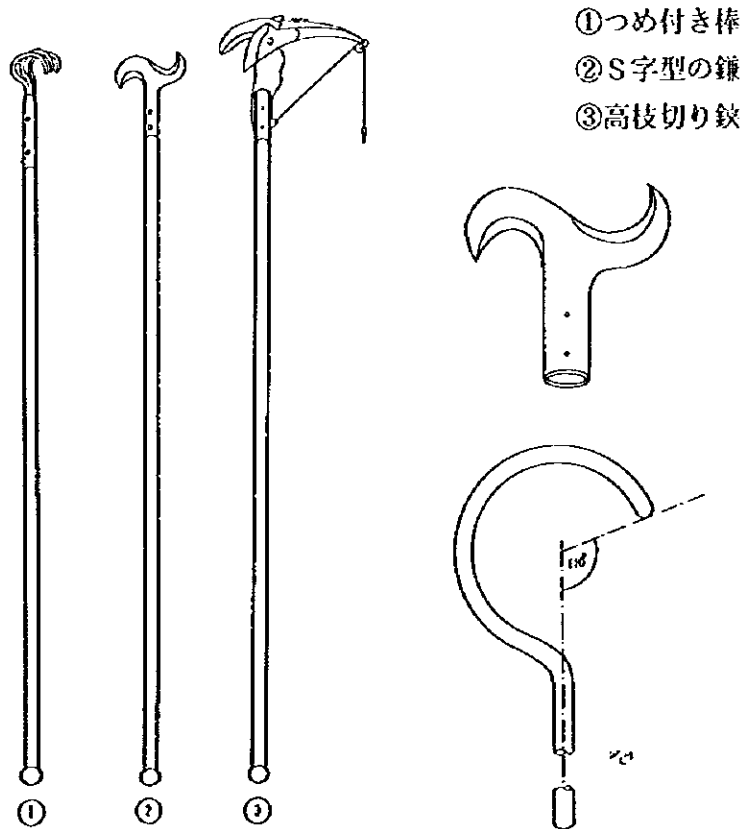


図 I - 4 種子の採取用具

(2) 苗 畑

1) 苗畑における *Pinus*類や *Cupressus*類の育苗の作業工程は表 I - 1 の通りである。

表 I - 1 育苗作業工程

期 間	
11~12月	翌年の育苗計画の立案、材料の準備
1月中旬	ビニールポットの土詰め等の苗畑準備作業
2月上旬	播種床へ種子の播き付け
3月上旬	播種床よりビニールポットへの移植作業
3~7月	養苗期間（播種後6か月）
7~8月	山出し

2) *Pinus* 類や *Cupressus*類の小粒種子は播種床に播き付けを行い、初生葉の出始めのものをビニールポットに移植する。

3) *Cedrela* 類等の大粒種子は1粒ずつ直接ビニールポットに播き付ける。

(3) まき付け

1) まき付け床は雨よけのために幅1mの屋根を高さ2mに張って置く。屋根は透光性のビニール波板とする。

2) まき付け床は苗畑に1m幅の板枠を設置して直接まき付けるか、広さ40cm×60cm深さ20cmの木箱にまき付ける。

3) 木箱にまき付ける場合は、蟻や野鼠の被害防止やまき付け作業の便利のために丸太2本を間隔50cm、高さ1mに並べその上に木箱を並べる。

4) まき付け床の用土はポット用土（後述）と同じものを用いる。木箱に用土を入れる前に排水をよくするために箱底全面に直径1cm程度の穴を20cm間隔にあげ、次いで蟻の侵入防止のために箱底にサランネットを敷く。続いて箱底に粒径5~10mmの砂利を5cmの厚さに敷き、次いで粒径2~5mmの土砂を5cmの厚さに入れ、最後にフルイにかけたポット用土と同じものを入れる。

5) まき付け方法にはばらまきと筋まきがあるが筋まきが管理しやすい。筋まきは樹種の成長の速さに合わせて筋間隔5~10cmに、種子の厚さの2倍の深さに浅い溝をつけて種子をまく。まき付け密度は、まいた種子が重なり合わない程度の薄まきとし覆土する。覆土の深さは種子の厚さの1.5~2倍を基準とする。

6) 播種後、発芽までに要する期間は *Pinus*類約13~17日、*Cupressus*類約18~22日で

ある。

7) DIGEBOS の種子銀行における種子は1 kg当たりの粒数、発芽率の検査データは表1-2の通りである。これによって種子1 kg当たりの得苗木数を算定すると、*Pinus*類 葉34,000~66,000本、*Cupressus*類は 111,000本程度となる。

表1-2 種子1 kg当たり粒数、発芽率、得苗木数 (1996)

樹 種	種子粒数/kg	発芽率 %	得苗木数
<i>Pinus tecunumanii</i>	80,500	82	65,900
<i>Pinus maximinoi</i>	82,115	75	61,460
<i>Pinus oocarpa</i>	51,300	67	34,300
<i>Cupressus lusitanica</i>	208,768	53	111,000
<i>Liquidambar styraciflua</i>	404,000	42	162,000
<i>Cedrela sp.</i>	24,800	—	—

8) 覆土後は日光の直射を防ぎ土壌の湿りを保つために、禾本科植物の枯れ草を重ねずに敷きつめる。発芽し始めたら枯れ草を取り除きまき付け床全面に高さ50cmに日よけを行う。日よけ資材は遮光率20%のネットを使う。地表面が白く乾燥したら細目の如露で灌水する。

写真1-14

育苗、造林用具

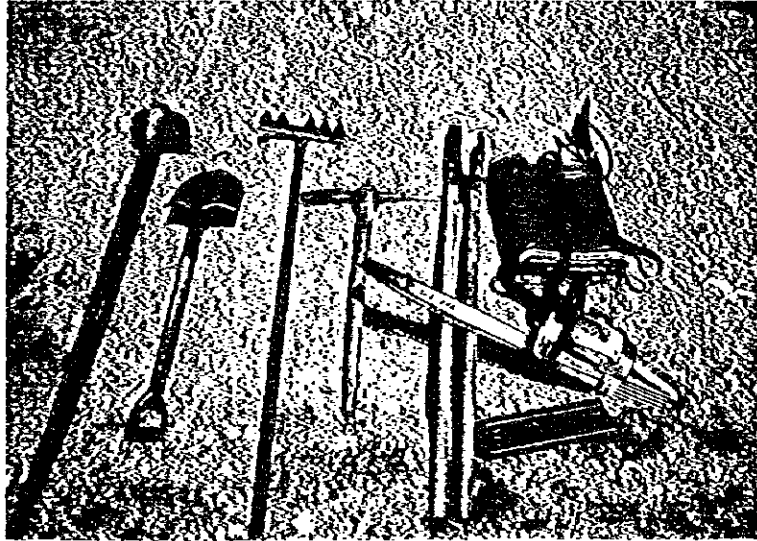


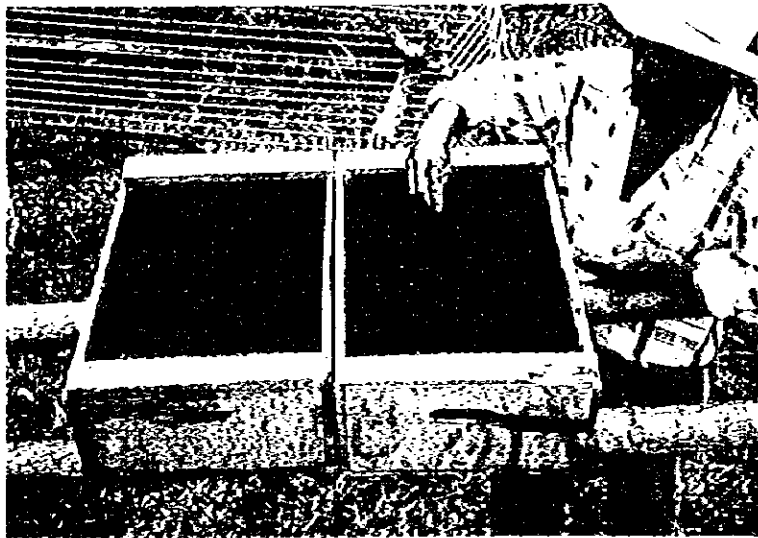
写真1-15

発芽床への種子の筋まき



写真1-16

発芽箱への種子の筋まき



(4) ポット移植

- 1) ポットの用土は肥沃な森林土壌の表層10~30cm程度の表土を採取する。肥沃な森林表土が得られない場合は排水のよい肥沃な畑土を選び、これに牛糞や枯れ草を積み重ねて製造した完熟堆肥と粒径 0.2mm以下の山砂をそれぞれ容積比で25%ずつ混合する。いずれの用土もフルイにかけて植物の根や根きり虫を除いて使用する。
- 2) 用土としては砂土や粘土よりも火山灰土が軽く、山出し時のポットの運搬に便利である。このためポット用土にはなるべく黒色火山灰の森林土壌を選択する。
- 3) 畑土や枯れ草堆肥を混合したポット用土では根切り虫や線虫の発生が懸念される。その危険性がある用土では、これらに対する防除薬剤を混合してからポットに土を入れる。この薬剤にはAGROS-12、PNV等が使用されているが、AGROS-12の場合適量は用土1 m³当たり粒剤12gである。
- 4) ポットの大きさはPinus 類や Cupressus類の6か月養苗の場合、直径7cm、深さ15~20cmの黒ビニールを標準とする。ビニールポットは用土を入れて苗畑に横積みして置く。
- 5) ビニールポットには、発芽後10~20日頃に初生葉の出始めの芽生えを移植する。ポットは移植前に育苗床に横に5~10本ずつに長く並べて置く。ポットの倒伏や乾燥の防止のために並べたポットの列の両側に土寄せする。

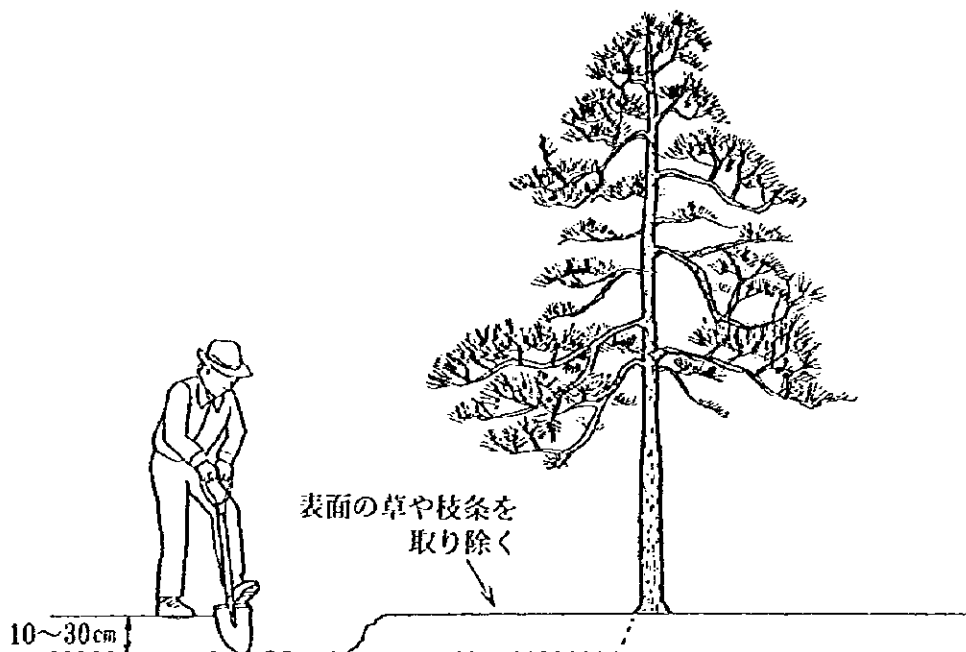


図1-5 森林表層土壌の採取方法

写真1-17

ポット用土の採取地



写真1-18

ポット用土の立掛フルイ

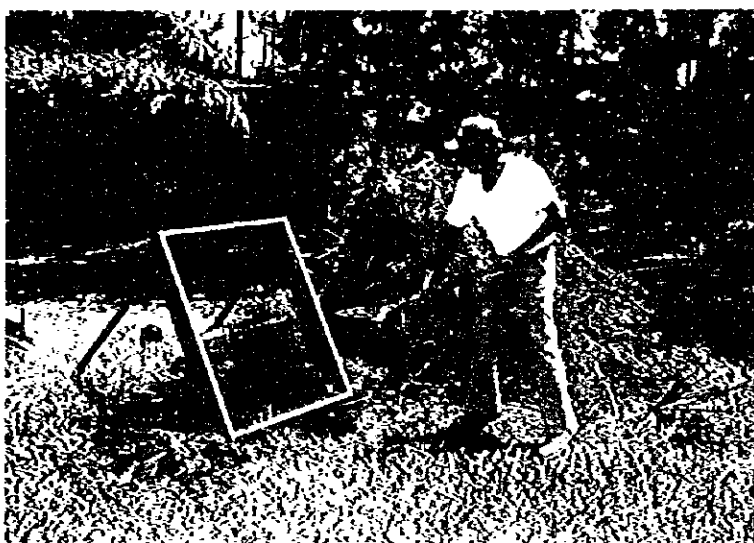


写真1-19

ポット用土の2人用
フルイ

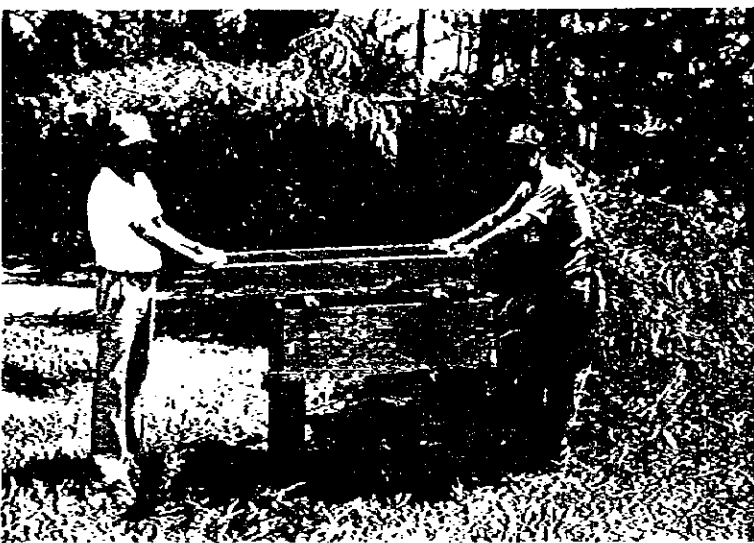


写真1-20

ポットの土入れ



写真1-21

ポットの植え込み

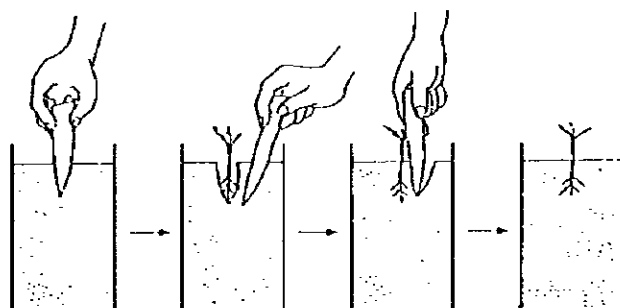


図1-6 ポット植え付け手順

(5) 手入れ

- 1) 施肥は苗木に養分欠乏症状が認められない限り行わない。肥沃な黒色火山灰土壌では施肥の必要性は認められない。苗木の葉色が淡いとか成長が悪い等の養分不足徴候が生じたときには、N・P・K含有率各10%程度の農作物用の化成肥料をポットの表面周囲に1～2 gずつばらまく。なお、明らかに成長が悪く速効性肥料を必要とするときは、葉面散布専用肥料の200倍液を噴霧器で葉面に散布する。上に落ちた噴霧液は根からも吸収される。この肥料にはN・P・K含有率各20%および微量元素を含むGREEN-FOL 等がある。
- 2) 養苗期間中に病中害が発生したときは、DIGEBOS 等の指導を得て速やかに防除薬剤を散布する。根切虫には前期のポット用土に混入したAGROS-12粒剤をポット表面に0.5～1 gずつ埋め込む。
- 3) 養苗期間中乾燥が続くポットの表面が白く乾燥するときは、散水如露またはスプリンクラーを設置して1日1～2回灌水を行う。
- 4) ポット内の雑草は苗木よりも繁殖力が強く放置すると小苗を圧倒してしまうので、雑草の小さいうちに取り除くことが大切である。

写真 I - 22

ポット苗の薬剤散布



写真 I - 23

ポット苗のかん水



写真 I - 24

ポット苗の除草

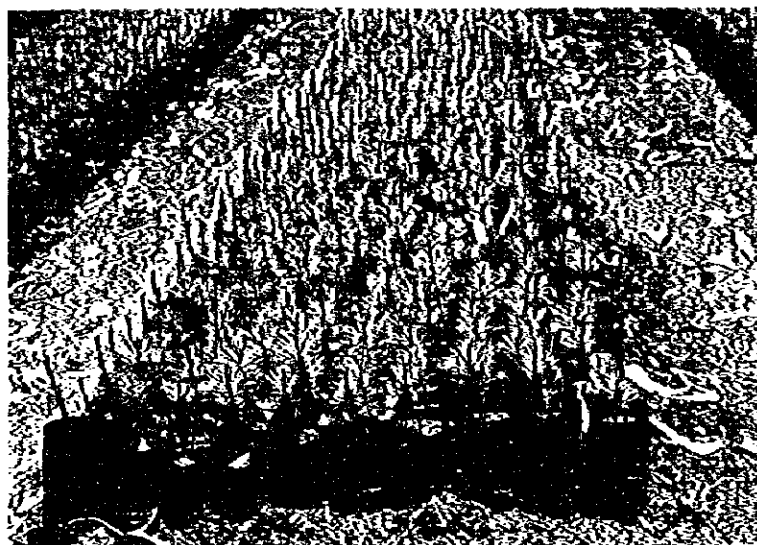


(6) 山出し

- 1) 山出し時の苗木の大きさは、播種後、養苗期間6か月で苗木高20～30cmを目標にする。この大きさに達するように育苗地の気候や環境条件に合わせて、種子のまき付け時期を適宜、早めたり遅らせたり調節する。
- 2) 山出し苗木の必要条件は苗木の大きさだけでなく、徒長していないこと、根元直径が太いこと、根量が多いこと、病中害がないことなどが大切である。また、特に重要なことは苗木の地上部と地下部のバランスがとれていることで、通常、地上部 Top/地下部Rootの重量比率 (T/Rという) が小さいほど活着がよい。Pinus 類の苗木高20～30cmのものでは、その比率が2～3のものが活着と成長が良く理想的である。過剰な施肥や特に尿素等のN成分単独施肥は苗木が徒長しやすいので避ける必要性がある。
- 3) 山出しの時期は地域の気候条件や養苗期間中の雨量により前後するが、原則として雨季に入り十分な降雨があって土壤に十分な湿りが出来てから行う。早い地域では6月から始まるが通常、7～8月を目安とする。
- 4) 山出し苗木の造林地への運搬は、苗畑においてトマトあるいはブロッコリー収穫用のコンテナや木箱等を利用し、これにポット苗を詰め込みトラック、畜力、人力などによって植栽現場へ配付する。

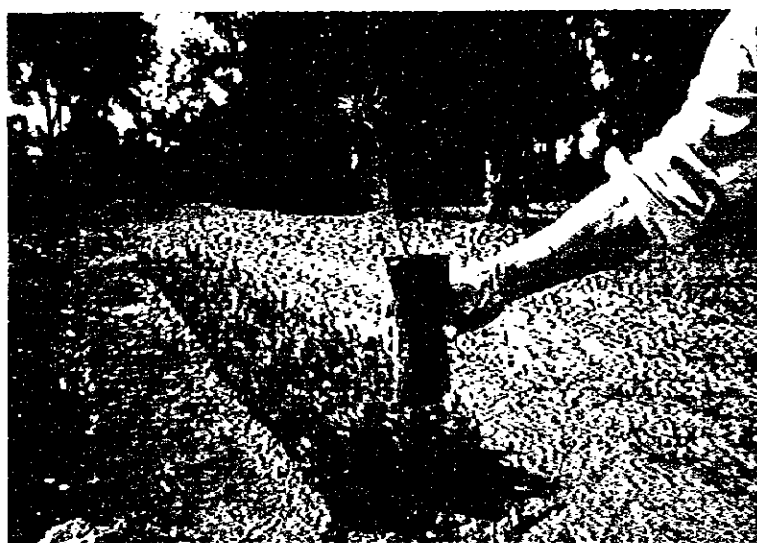
写真I-25

マツ類の山出し
苗



写真I-26

山出し苗の大き
さ (20~30cm)



写真I-27

山出し苗の箱
詰め

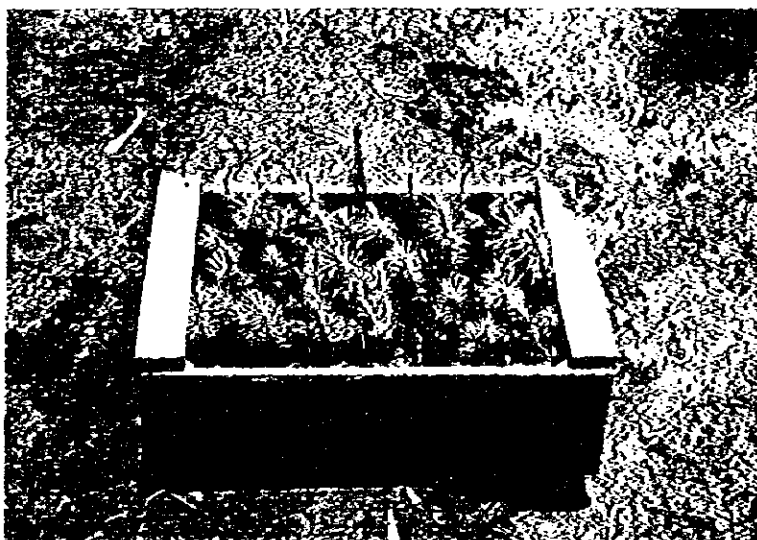


写真 I - 28

山出し苗のパック
ケース詰め



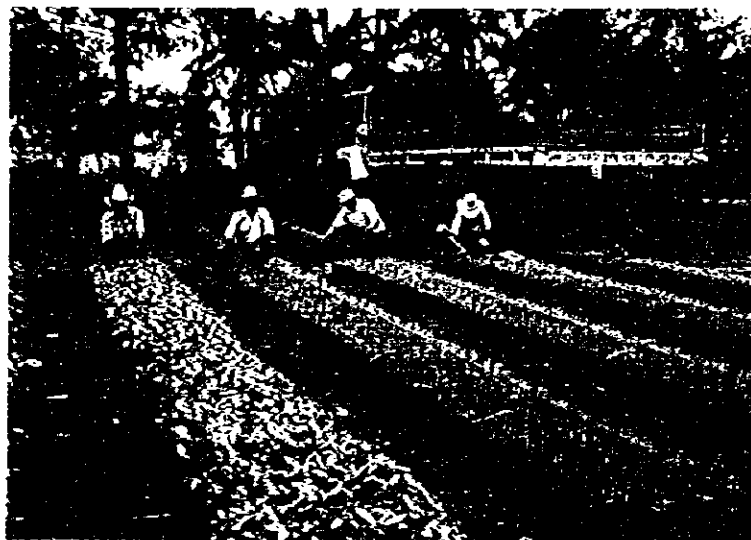
写真 I - 29

山出し苗の運搬



写真 I - 30

山出し苗のトラ
ック積み込み



4. 植 林

(1) 地拵え

- 1) 地拵えは苗木を植え付ける場所を整える作業で、造林地の雑草木を整理するため全刈り地拵え、筋刈り地拵え、坪刈り地拵えの方法があるが、1 ha当たり1,000～1,500本植栽するには筋幅3 m間隔の筋刈り地拵えとする。
- 2) 筋刈り地拵えは等高線に沿って行う。筋間には伐採木の枝条や刈り払い物を集積し、植栽する苗木の乾燥や強風の防止に役立てる。

(2) 植 栽

- 1) 植栽密度は1 ha当たり1,110本(3 m×3 m)を基準とする。植林地においてクウヤ法を採り入れる場合は4 m×3 mまたは4 m×2 mとする。
- 2) 植え付けは雨季(5～10月)に入ってから行う。通常、育苗計画では山出し時期を7～8月に予定しているので第1回降雨後、降雨時前後に行う。
- 3) 植え付けの深さは乾燥地や強風の吹く所は深植えにし、粘土質や排水の悪い所では浅植えにする。
- 4) 地表の石礫や枝条を取り除き植穴を広さ20×20 cm、深さ30 cmに掘り、穴底には肥沃な表土を戻す。
- 5) 苗木の植え方はまずビニールポットを縦に裂いて取り除き所定の植え付け深さに置いてから土を戻し、苗木の周囲を両足で適度に踏む。
- 6) その後、苗木の根元に付近の落ち葉や枯れ草を敷いて置き植穴の乾燥を防止する。

写真 I - 31

造林地の地拵え



写真 I - 32

植付位置の決定
(3 m × 3 mの
三角形植え)



写真 I - 33

植穴掘り



写真 I - 34

ポット苗のビニールを取り外す

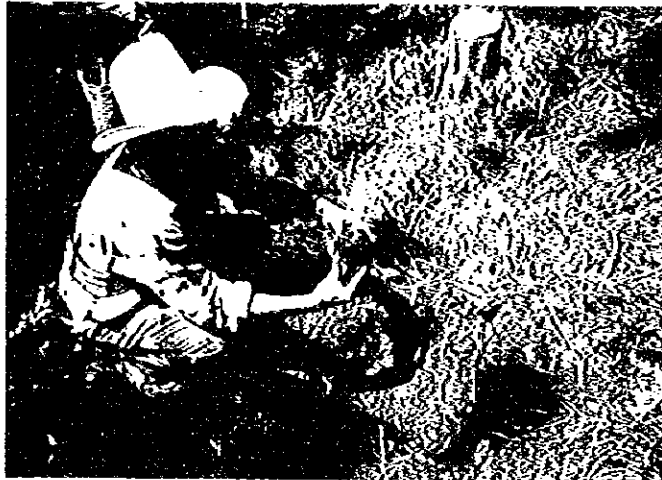


写真 I - 35

ポット苗を植え付ける



写真 I - 36

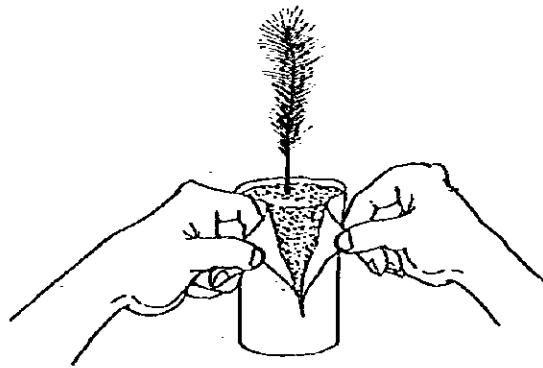
苗木を持って土を踏み付ける



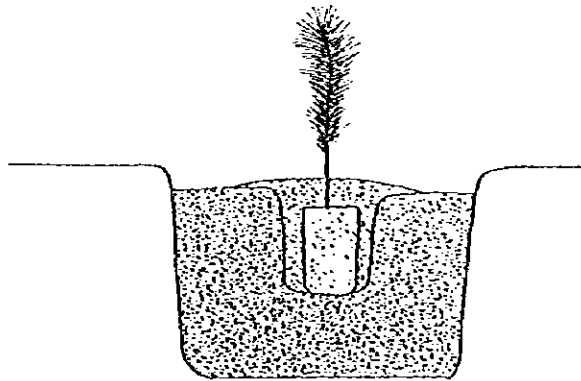
写真 I - 37

植え穴に落葉を敷く

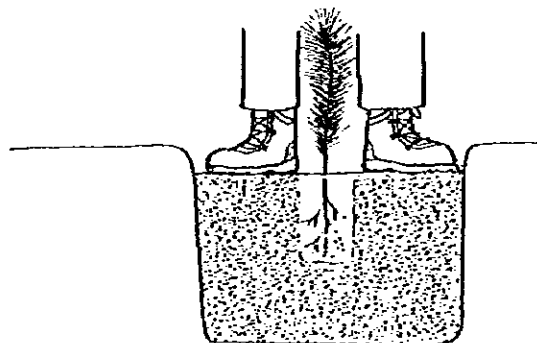




① ポットを取り外す



② 苗木を植え付ける



③ 土壌を踏み付ける

図1-7 ポット苗の植え方

5. 育 林

(I) 保 育

1) 下刈り

- a) 造林地の雑草は植えた苗木より著しく成長が速く苗木を被圧して生長を阻害しやすい。苗木を植えた数年間は、苗木の周囲の雑草を刈り取らなければならない。
- b) 下刈りの要点は雑草が盛んに成長して伸びきったときに根木から刈り取る。
- c) 下刈りは一般には植え付けた苗木が周りの雑草より背丈が大きくなるまで毎年行う。その基準は植え付け後3か月頃に最初の下刈りを行い、以後、2年目は雨季の直前と直後の2回、3～4年目は雨季の直前に1回、合計5回行う。
- d) なお、植栽の翌年植穴に雑草が繁茂しているときは、植穴周囲の地面を削ることによって雑草の根の排除と土壌の通気性を改善することができる。

写真 I - 38

植栽翌年の雑草



写真 I - 39

植栽翌年の下刈り
(坪刈り：植栽木の周囲のみを刈る)



写真 I - 40

植栽翌年の筋刈り



写真 I - 41

植栽翌年の坪
耕耘

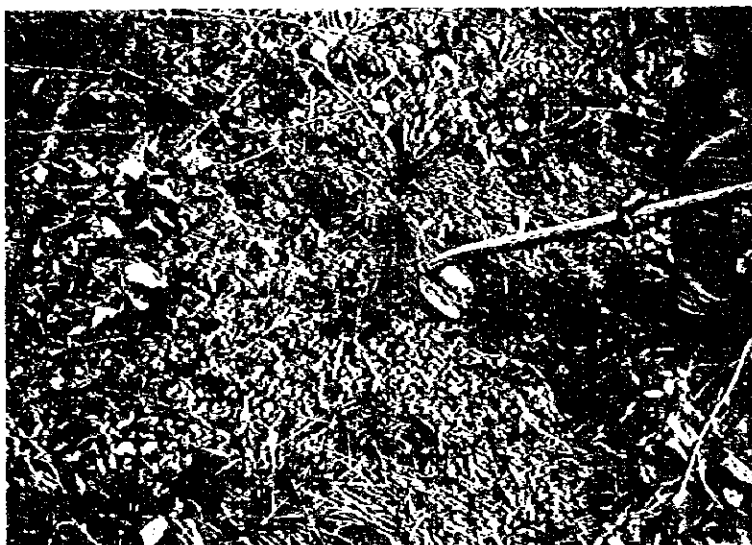


写真 I - 42

同 上



2) つる切り

- a) 蔓が幹に巻きついていると幹が太くなるにつれて喰い込んでいき生産木材に悪い影響を与える。また、蔓は木に登って樹木の上の方に葉を広げて日光を遮り木の成長を阻害する。
- b) このため、幹に巻きついている蔓は早めに切り捨てる。蔓切りは下刈り、除伐、間伐の作業時に平行して行う。

写真 I --43

造林木のつる
巻き



3) 除 伐

- a) 苗木が草よりも丈が伸びて下刈りの必要が無くなっても、数年たつと造林地に雑木が生え苗木と雑木との生存競争が始まる。このため苗木の成長が阻害されるのでこれを取り除くのが除伐である。
- b) 除伐時に植栽木のうち生育の悪いものや枯れたものも同時に取り除く。除伐を行うことによって造林地はより健康な林分状態になる。
- c) 除伐の時期は造林木の成長生理からは生長休止期の乾季がよいが、山火事が発生しやすい林地では雨季に行うのが安全である。

写真I-44

マツ林の除伐



写真I-45

同上



写真I-46

広葉樹7年生
萌芽林の除伐



写真I-47

広葉樹等7年生
萌芽林の除伐地



4) 枝打ち

- a) 枝打ちは長幹・無節の良材を生産するために下枝を切除する方法である。
- b) 枝打ちの林齢は収穫伐期と関連する。例えば、10cm角の柱の採材を目標とする場合には林木の直径が7～8cm頃まで枝打ちを繰り返す。20cm角の柱を目標とする場合には15cmまで枝打ちをする。
- c) 枝打ちの時期は切断面の樹皮が剥げにくい乾季の成長休止期がよい。
- d) 枝打ちの方法としては小型の鋸などを用いて力枝より下の枝を切除する。切り口は樹幹に平行に滑らかであること、特に枝の基部を切り残したり主幹の樹皮を剥いでではない。
- e) 枝打ちの対象となる枝の太さは癒合と巻き込みの状況から考えて直径3cmぐらいまでが良好で、枝が太くなるほど傷が残りやすい。

写真1-48

*Cupressus lusitanica*の枝打ち



(2) 間 伐

1) 間伐の必要性

- a) 除伐が終わり苗木が若木に成長すると若木同士の生存競争が始まる。密集したまま放置すると幹が細い樹木しか育たなくなり、病虫害や強風にも弱い林になる。
- b) さらに、造林地の中では枝や葉が重なって茂るため下草が生えなくなって土壌が露出し雨水で表土が流失する。
- c) これらの防止策として間伐をすると、木の本数は減少するが林地全体の光合成量は変化が無いため、そこから生産される総木材量は減少することはないし、却って立木1本当たりの材積が増加し良質の木材を生産することができる。
- d) 間伐は林が閉鎖し混んできたら必ず実行しなければならない重要な保育作業で、言わば立木密度の調整技術である。その目的は立木の平均胸高直径や年輪幅や完満度などを調整し、目標通りの形質の丸太に仕上げることである。

2) 間伐方針および間伐率

- a) 植え付け後平均樹高6～7mになり林が閉鎖したら保育を目的とした第1回の間伐を行う。最初の間伐率は10～20%を標準とする。その次に林が閉鎖する時期に間伐を繰り返す。
- b) 植え付け後20年頃に第3回間伐を行う場合は、製材可能な丸太が収穫可能となるので収穫を目的とした間伐を実施する。

3) 選木の方法

- a) 間伐率が決まれば次はどの木を伐りどの木を残すかと言う判断が必要になってくる。例えば、間伐率が20%であれば5本に1本を伐ることになる。
- b) 間伐は良い木を残し悪い木を伐採する。良い木とは幹は通直、正円で、傷が無く、樹冠は四方に発達して片寄りの無いもの。悪い木とは被圧木、曲り木、傾斜木、病木、衰弱木、あばれ木、二又木等。なお、これ以外の並の木として幹か樹冠あるいは両方に欠点のあるものや片枝落ちの木がある。これら並の木は間伐率に合わせて悪い木の次に伐採する。
- c) さらに間伐を行う際に、上記の木の形質だけでなく立木の配置が均等になるように心がける。

4) 間伐の時期

a) 林地や道路が乾燥している11～4月の乾季が作業しやすい。特に若い林や密度の高い林では間伐本数が多いので乾季が無難である。

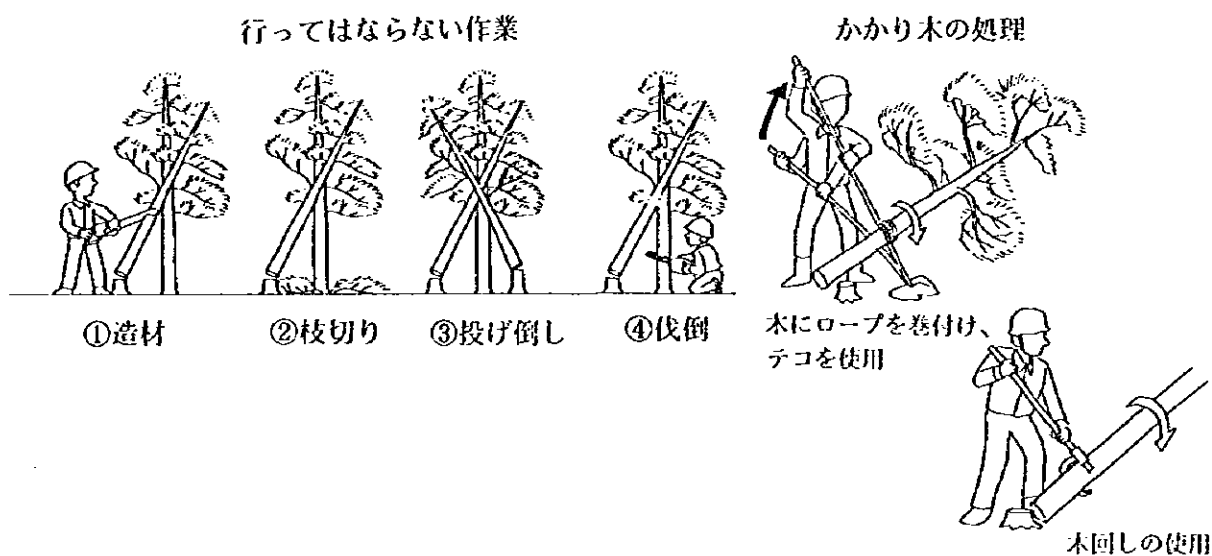
b) 丸太を収穫する間伐では搬出、製材に便利な通常の伐採時期の乾季に行う。

5) 間伐の方法

a) 間伐木の伐採方法は前述の用材生産の伐採方法に準じて行う。但し、10cm未満の小径木を伐る場合は、受口は水平切りだけでよく斜めきりは省略できる。

b) 間伐における伐倒方法としては立木と立木の間上手に倒すことである。また、万が一、かかり木になっても要領はよくはずさなければならない。その処理を誤ると大きな事故を起こすことがある。

c) かかり木の処理で図I-9のような作業は決して行ってはならない。まず、図の左から、①木元を玉切りし造材する。②かかり枝を切る。③別の木を伐って投げ倒す。④相手の立木を伐倒するなどである。これらかかり木の処理は図の右のように、細い木でテコで木元を少しずつ移動して少しずつかかり枝を外し、比較的太い木では木回しを使用して木元を回転してかかり枝を外すなど、無理のない方法で処理す



図I-9 かかり木の処理方法

6) 間伐材の利用と販売

a) 間伐木の採材次第で間伐材の販売価格を大きくする。販売先の注文に従って有利な大きさに玉切りすることが必要である。

b) 間伐小径材の利用と販売は図I-10のとおりである。

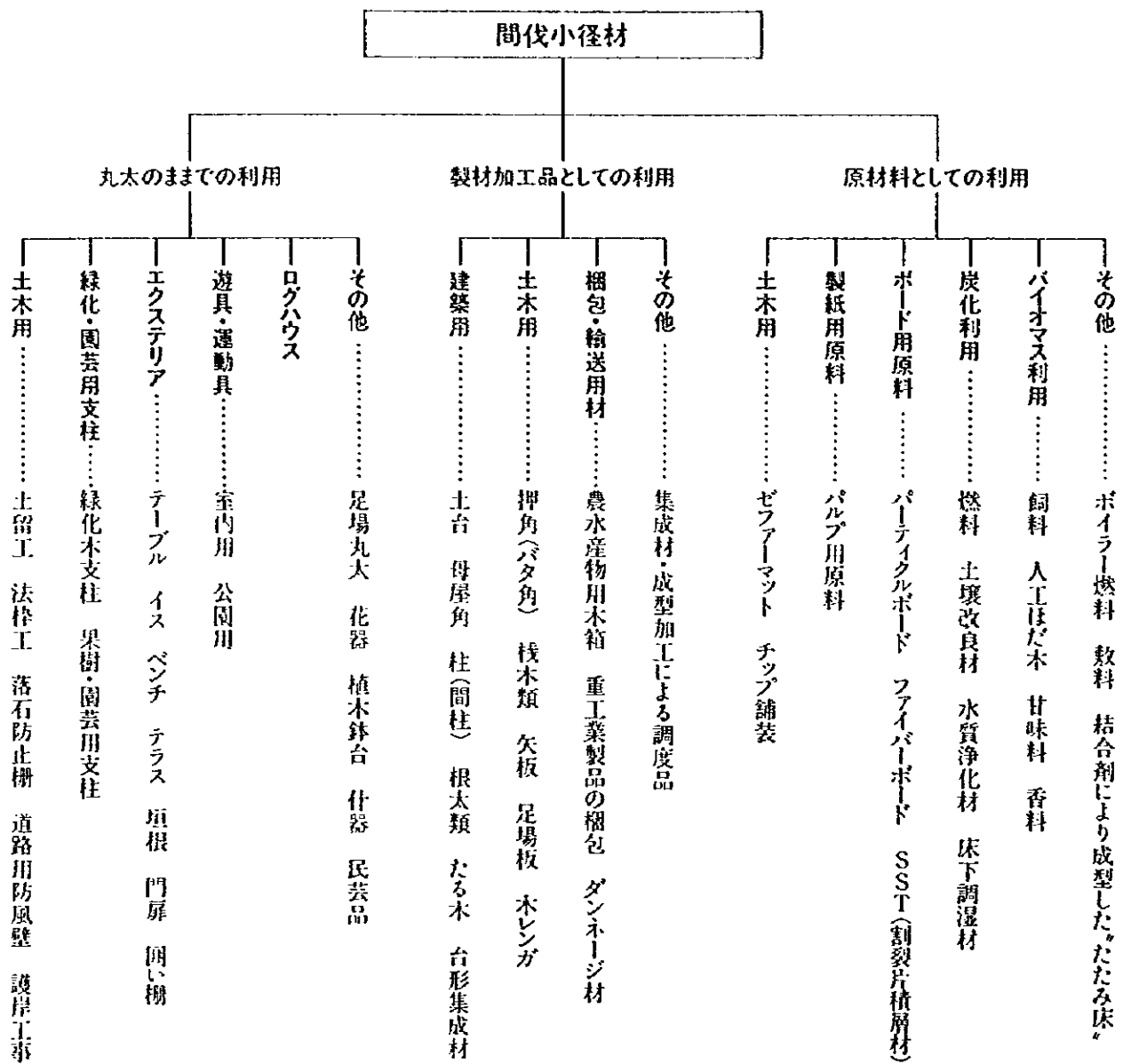


図 I - 10 間伐小径材の利用方法

Ⅱ．森林保護

1. 森林火災

(1) 森林火災による影響

1) 林木の被害

火熱に対する抵抗性は樹種により異なるが、一般に針葉樹より広葉樹の方が、若齢木より老齢木の方が、また樹皮の厚い樹種ほど高い。樹脂を樹皮の外に出す樹種は非常に危険で樹脂量が多いと延焼が全立木にわたる。

樹皮の薄い樹種では表皮が焦げる程度で枯れることがある。幹の焼損が全周にわたれば枯死に至り、周囲の30%以下であれば生存するといわれている。樹皮をめくってその下が橙白色であればその部分は生きており黄色であれば死んでいると考えられる。

被害木を林内に放置すると病害虫の巣窟となる危険性があるため、できる限りこれらを伐倒し利用する必要がある。

2) 更新地の被害

樹高2 m以下の新しい造林地や天然更新地はほぼ全滅する。若齢造林地が被害を受けると成長障害、病害虫に対する抵抗力の低下を引き起こし、将来の伐採利用に際しても材の品質の低下をもたらす。

3) 土壌への影響

表層の有機物の喪失により土壌構造が変化するとともに地表植生の焼失により林地が露出するため土壌生産力の低下、保水力の低下、表土の流出を招き、森林の水源涵養機能、土砂流出防止機能等の公益的機能の低下をもたらす。

4) 動植物、景観等への影響

火災による動植物の焼失、餌源となる植生の喪失による動物、鳥類の生息数の減少により貴重な生態系や狩猟資源に多大な損害を与える。

また、景観、レクリエーション資源の喪失は時間と費用をいかにかけても復元することは不可能でありその損害は計り知れない。

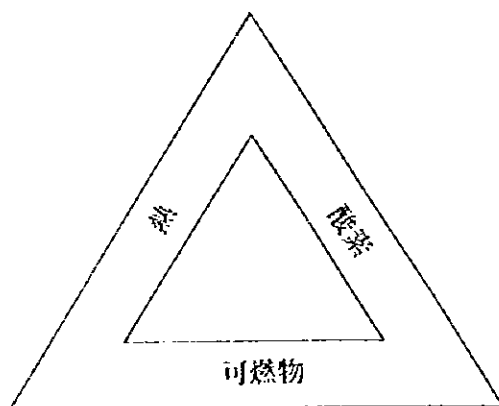
5) 飼料資源への影響

火災を頻繁に受けると消化不能部が多く飼料価値の低い植生が生き残るため、林内放牧への影響をもたらす。

(2) 森林火災の燃焼状況

火災の3要素

一般に物が燃えるときは火源となる熱エネルギー、燃える物質（可燃物）、酸素の供給が必要である。消火活動はこのいずれかを押さえることになる。（図Ⅱ-1）



図Ⅱ-1 火災の三要素

1) 可燃物

可燃物として空中可燃物（葉、枝、枯死木、コケ類等）及び地表可燃物（灌木、草木、枝条、倒木、落葉等）がある。（図Ⅱ-2）

青葉（新落葉）は5～6日で含水量が気乾状態になる。林床堆積物の含水量が20%以下になると可燃性が強くなり危険である。空中湿度が75%以下になると落葉の含水量は20%以下になる。



図Ⅱ-2 林内の可燃物

2) 延焼の要因

火災拡大の要因として地況、林況、気象条件がある。

地況：山地地形で起こる山風、谷風は火災による熱対流を増幅する場合がある。また局部的に風が強くなり易いため飛び火による着火延焼が起こり消火が困難となる。特に風上側の急斜面の上り火は極めて危険である。

林況：老齢木は樹冠火を起こしやすく残火処理も困難となる。針葉樹の一斉林では樹冠火の危険度が高くなるため広葉樹等の防火樹の混入等の対策が必要となる。

気象：風速は可燃物の乾燥、出火、延焼、飛び火等に大きな影響を与える。また寒冷前線の通過時は強風、烈風とともに風向が180度変わるため注意を要する。

(3) 森林火災の種類と特徴

1) 地表火

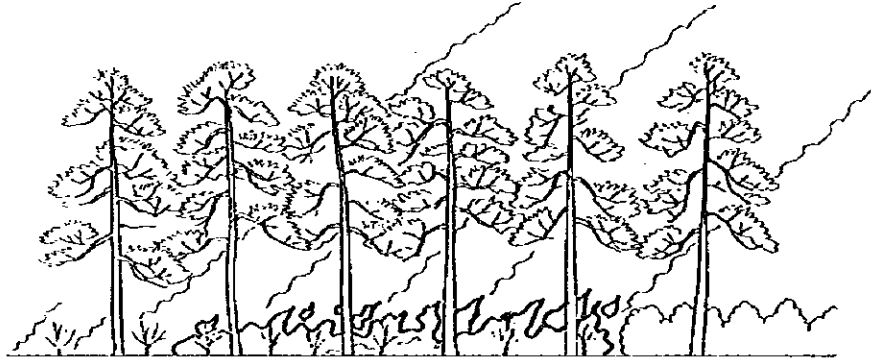
地表の草本、灌木、落葉等が燃えるもので最も発生頻度が高い。(図Ⅱ-3)

風の影響を受けやすく酸素の供給が大きいため火線が大きく延焼速度も早い。普通4~7km/時の速度だが強風下の上り火では10km/時以上になり危険である。

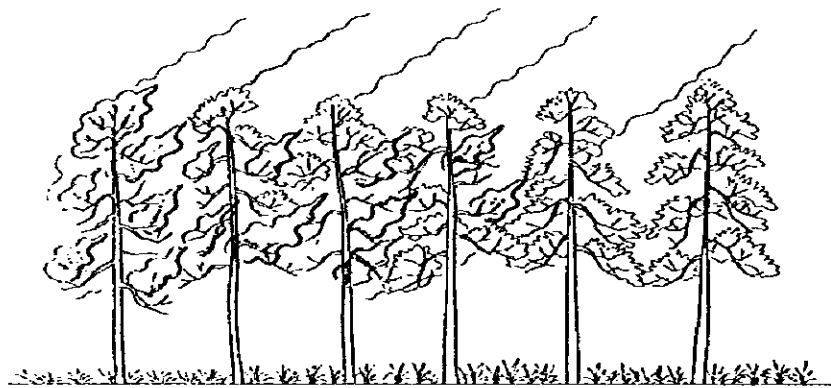
可燃物が少なく火勢が弱ければ消火は比較的容易で被害も少ない(但し幼齢林はほぼ全滅する。)が、条件次第では樹冠火になるおそれがある。特に下垂するコケ、サルオガセ類、蔓、枯れ枝等が樹冠火を誘発する場合がある。

2) 樹冠火

樹冠（枝葉）が燃えるもので樹木はほぼ枯死する。一般に葉に油脂分の多い針葉樹が燃えやすい。大部分は地表火から誘発される。（図II-3）



地表火



樹冠火



樹幹火

図II-3 森林火災の種類

普通延焼速度は2～4 km/時だが地形、風速により15km/時になる場合がある。また強風により火の粉を遠くへ撒き散らし火災を更に拡大させるため消火は不可能となる。

3) 樹幹火

地表火からの燃え上がりにより樹幹が燃えるものである。(図Ⅱ-3)

老齢木で樹皮の粗いもの、樹脂の浸み出ているもの、枯れ木、空洞のあるものが燃えやすい。特に枯れ木の場合完全消火が難しく、風による飛び火の危険性が高い。

4) 飛び火

火の着いた枝葉、鳥の巣、球果、樹皮、枯損木等が火焰と上昇気流によって舞い上がり、強風により離れた場所に落下し火災を拡大させるものである。

火の粉の飛距離は100m以上におよび、風速10m/秒で1,000mという例もある。

火の粉の火持ち時間は枯れ茅の茎の場合で3～4分である。火の粉が落下し可燃物に着火するのは風速4～5 m/秒の場合が多い。

(4) 消火方法

前述の火災の3要素に対して以下の方法がとられている。

- 可燃物の供給を断つ方法：防火線、林道等の利用
- 熱を下げる方法：放水、遮壁等
- 酸素の供給を断つ方法：土かけ等

消火方法の選択に際しては以下のことに留意する。

- 火災の種類、特徴
- 延焼の状況
- 地形、土壌、林相、地表植生
- 河川、広葉樹林、林道、防火線等の焼け止まり線
- 消火要員の人数

1) 直接消火

火勢の弱い地表火で消火要員が直接火に近づける場合に有効である。直接消火では火災の先端から先ず攻撃する。留意点は次のとおりである。

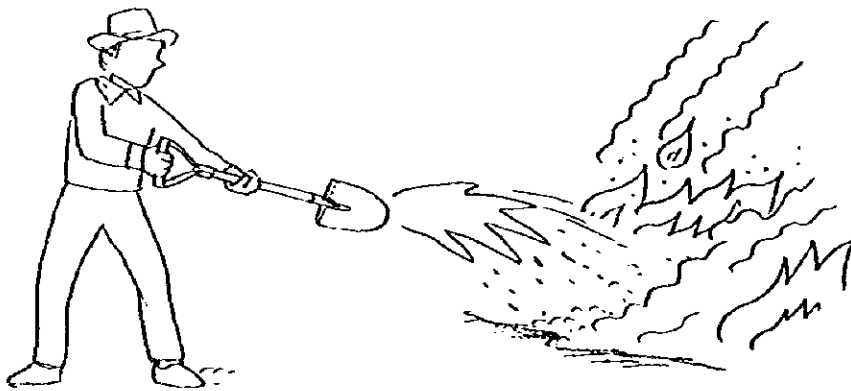
- 消火要員が自由に移動できるようにアクセス路の伐開を十分に行う。
- 消火線の警戒を行い火災の再発を防止する。
- 火勢が非常に強く間接消火でも困難な場合は早朝、日没時の火勢が弱まる時間帯を利用し消火作業を行う。

直接消火の方法は叩き消し、覆土、放水がある(図Ⅱ-4)。

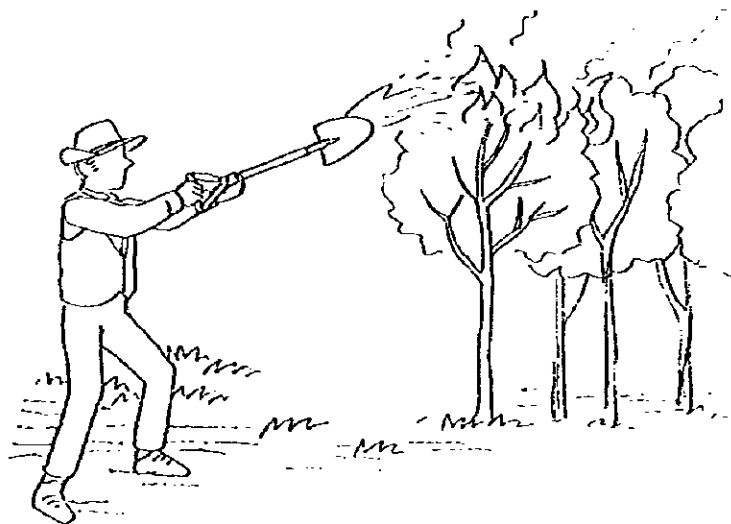
直接消火方法(1) 生枝で火をたたくのも効果がある



直接消火方法(2) 火元に土をかけて消火する



直接消火方法(3) 樹冠に土をかけて消火する



図Ⅱ-4 直接消火法(1)~(3)

a. 叩き消し

火叩き棒、生葉の着いた木の枝等により人力で火を叩いて消す方法である。火勢が弱い場合は足で踏み消す方法も有効である。

b. 覆土

スコップ、クワ等により土をかけ窒息させて消火する方法である。叩き消しの後は必ず覆土による残火処理を行う。

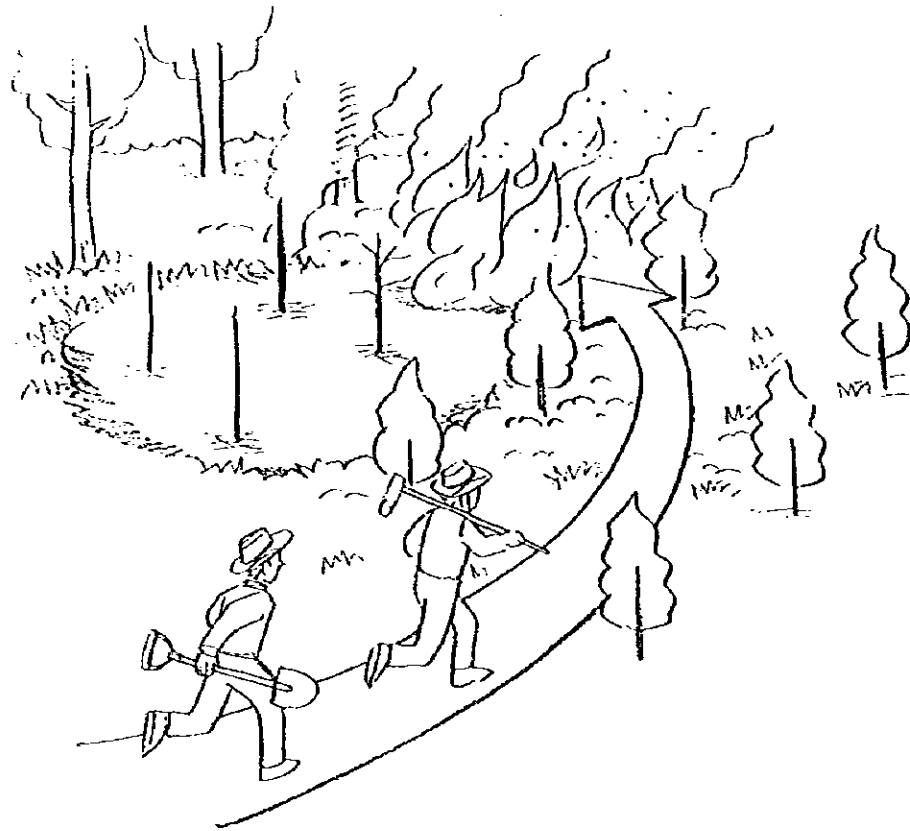
c. 放水

火勢が強く消火要員が火に近づけない場合にはジェットシューター、小型ポンプ、タンク車等により放水を行い火勢を弱めてから叩き消し、覆土を行う。樹幹火でくすぶっている立木や炭化しつつある倒木などの残火処理にも覆土とともに有効な方法である。

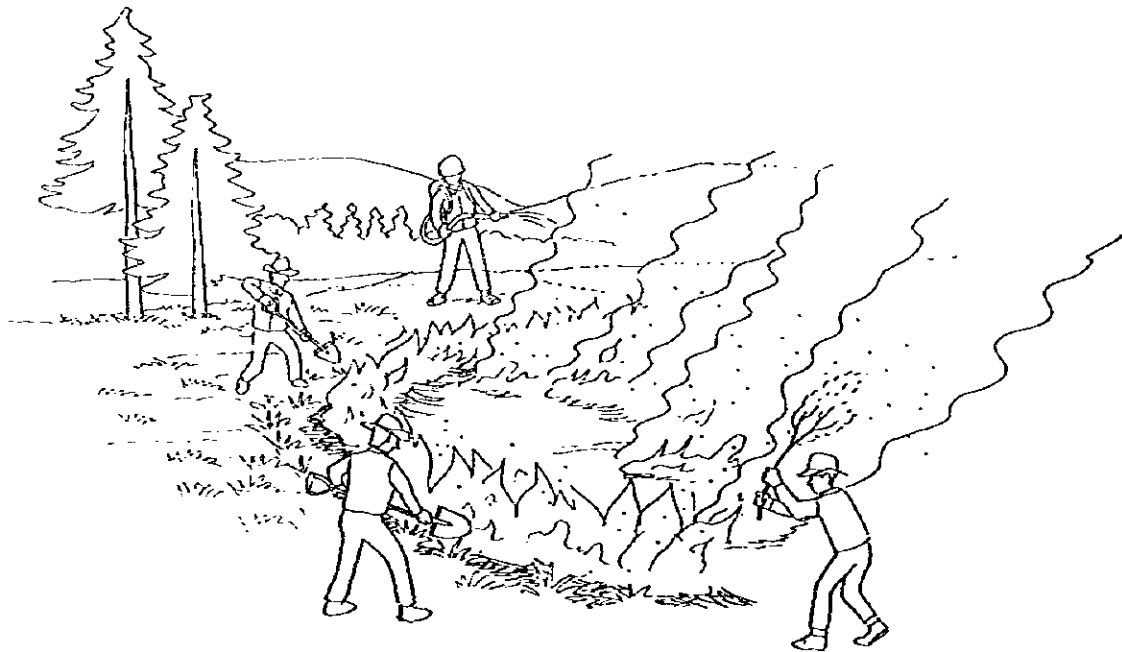
放水作業を有効に行うためには日ごろから水源地の確認をしておく必要がある。

これらの方法を組合せて用いるのも有効である。(図Ⅱ-5)

直接消火(1) 延焼していく方向から先ず攻撃する



直接消火(2) 色々な方法を組合せる

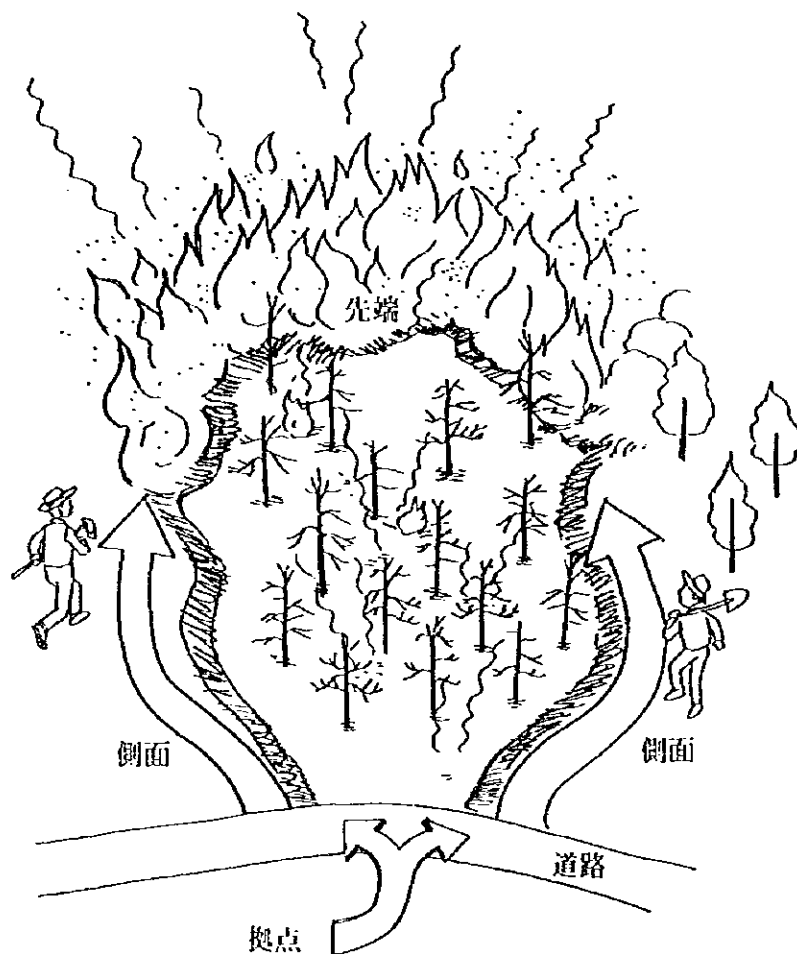


図II-5 直接消火(1)・(2)

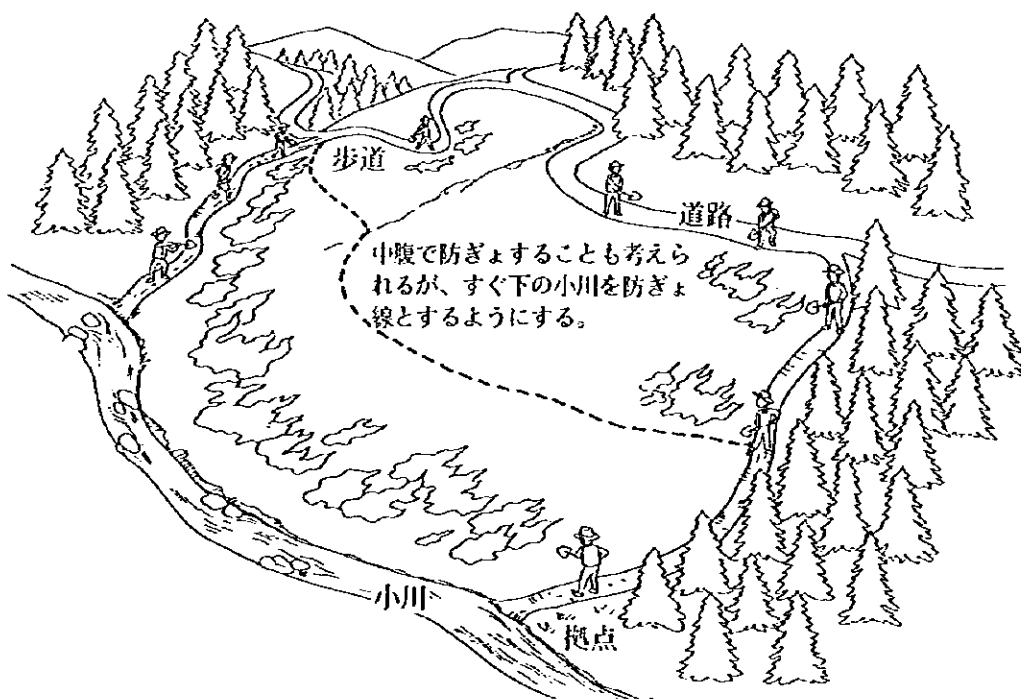
2) 間接消火

火勢が強く直接消火が不可能な場合に用いられる方法である。林道、防火線等の拠点を利用し火災の側面から攻撃することが重要である。臨時防火線をつくったり迎え火を放つ方法がある。(図Ⅱ-6)

間接消火(1) 可燃物が多く火勢が強い場合は側方から攻撃する



間接消火(2) 間接消火では、自然の地形物を利用する



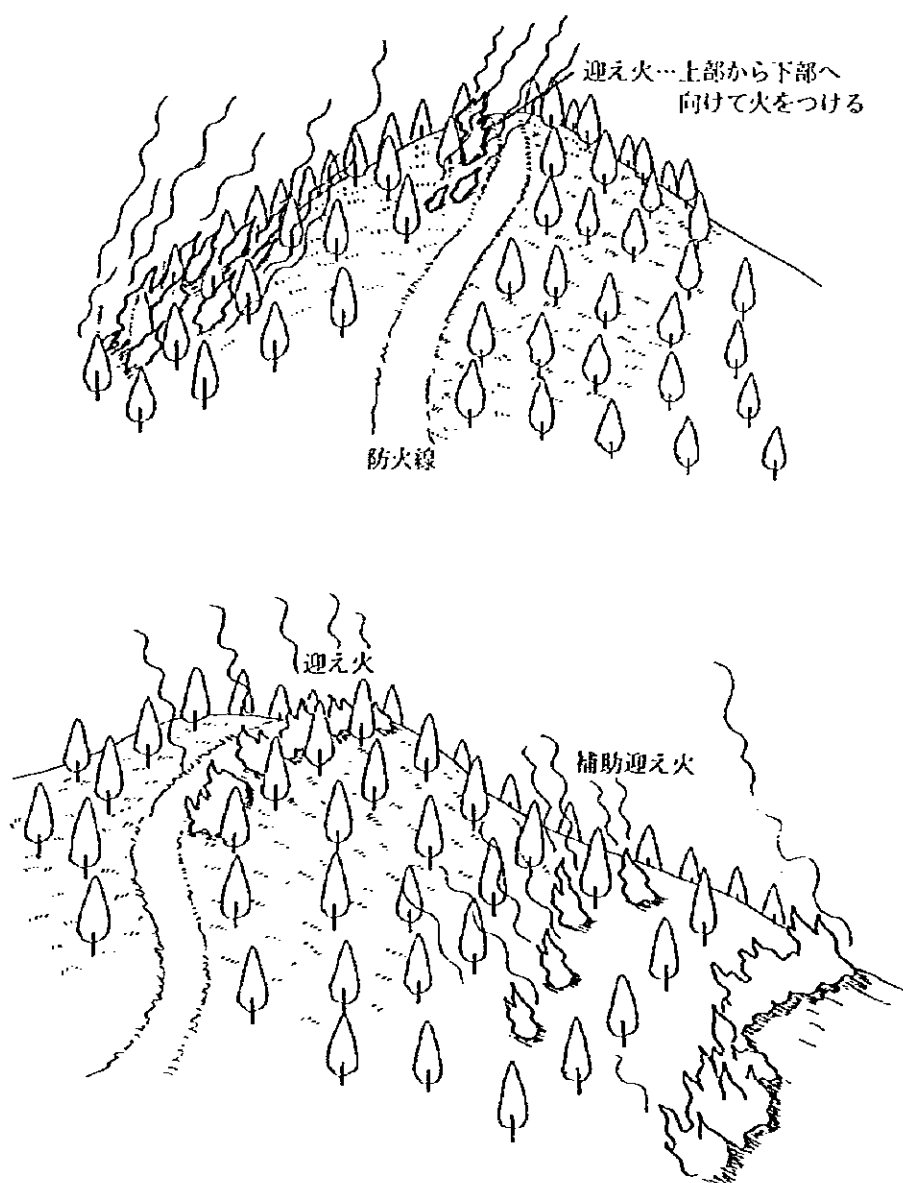
図II-6 間接消火(1)・(2)

a. 臨時防火線

稜線等の地形変換部や林相、植生の変換部では火勢が弱まるので、これらの個所に臨時防火線を設置する。マチェイテ、クワ、斧またはチェーンソー等により立木を伐倒し地表植生を除去する。緩傾斜地ではトラクター、ブルドーザー等を利用すれば効率的である。また消火剤を延焼前面に散布することにより防火線の効果が期待でき、労力も節約される。

b. 迎え火

防火線、林道、河川、稜線等を利用し延焼前面の一定域に火をつけ、火流を合わせて鎮火する方法である。(図II-7)



図II-7 迎え火

地形、気象条件を熟知した経験のある人間による指示が不可欠で、注意点は次のとおりである。

- 臨時防火線等の拠点は幅を十分にとり可燃物をできるだけ取り除く。
- 風向、風速の変化に注意を払い、飛び火等反対側への延焼を防止する。
- 傾斜地では尾根から山すそに向けて徐々に点火する。
- 火災前面との距離を十分にとる。
- 必要に応じて補助迎え火を利用する。
- 延焼防止のため十分な人員を配置し警戒にあたる。

3) 残火処理

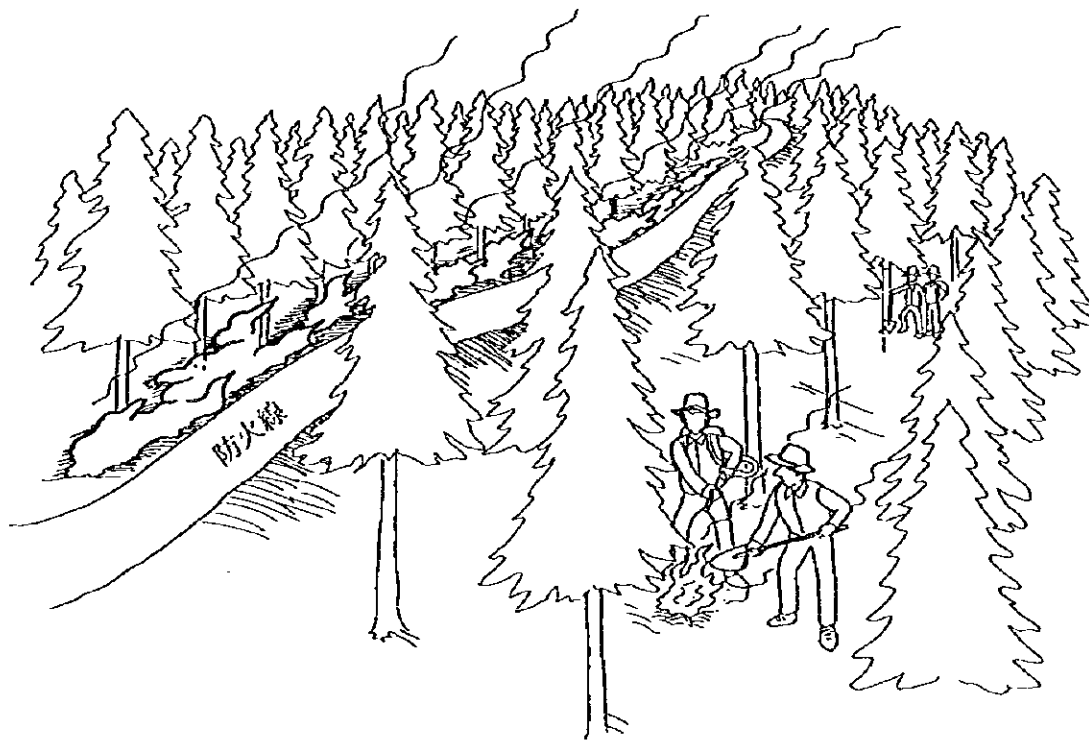
火災の再発を防止するため焼失跡地の巡視を行い残火を鎮圧する。(図Ⅱ-8)

残火処理の留意点は以下のとおりである。

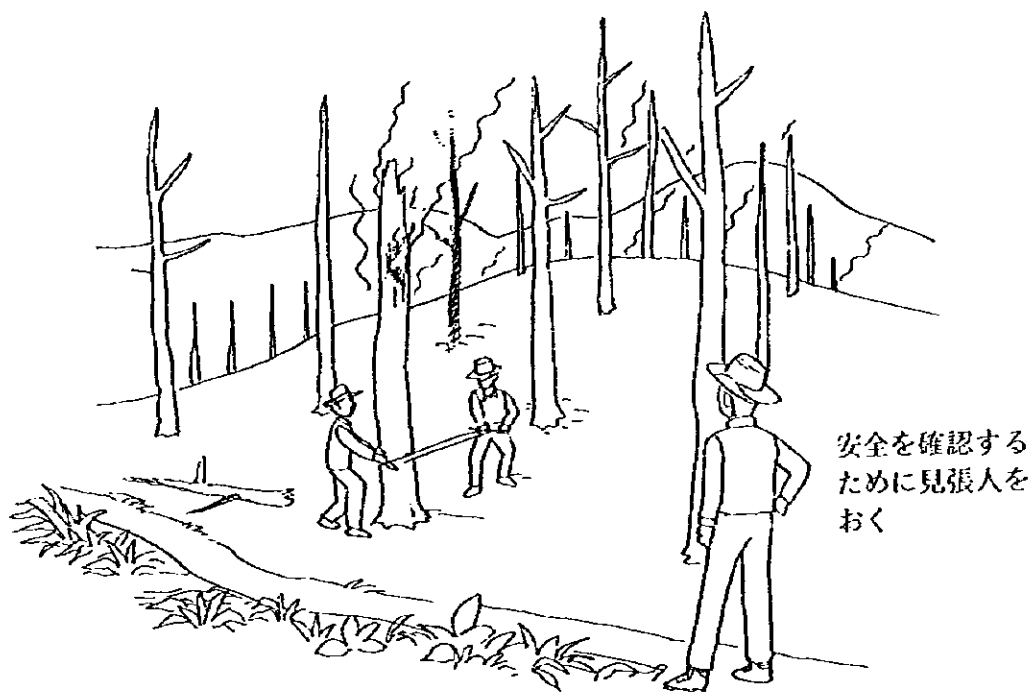
- 消火作業により鎮火された後即座に残火処理作業を行う。
- 延焼の危険がない場合は、跡地内の燃え残った可燃物が早く燃え尽きるように放置する。
- 大規模な火災の場合は、防火線等の焼け止まり線付近を重点的に鎮圧する。
- 炎を出していない隠れた発生源の発見に努める。
- 焼け止まり線付近で水、土等によっても完全に鎮火できなかったものはシャベルにより焼失地内部へ移動する。
- 未焼失地内の焼け止まり線付近にある枯死木、腐った伐根等延焼の危険性の高い燃物を除去する。
- 焼け跡でくすぶっている焼損木の伐倒、空洞部への注水、伐根の処理を行う。

残火処理(1)

防火線を作設した後は、防火線を超える飛火の処理を完全にしなければならない



残火処理(2)



図II-8 残火処理(1)・(2)

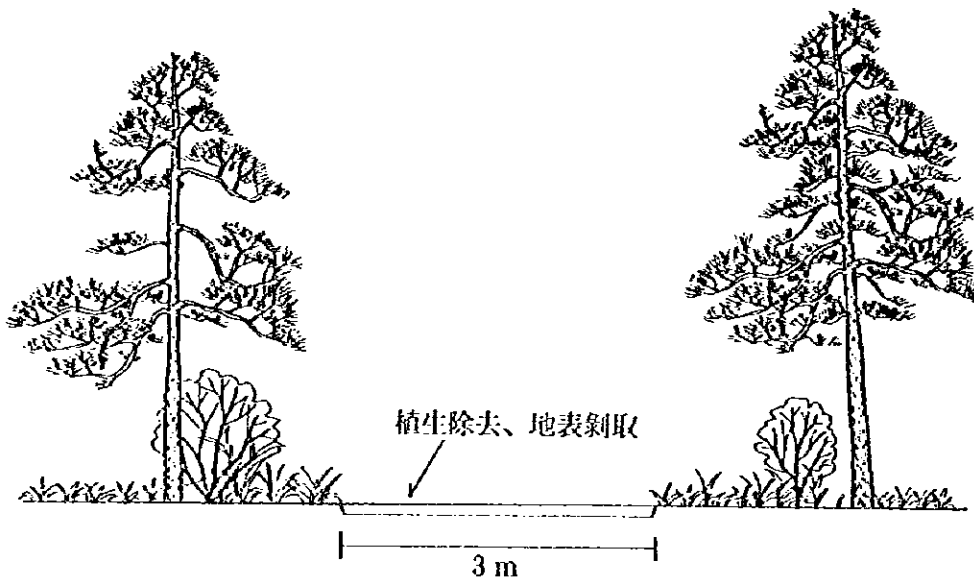
(5) 固定防火線

固定防火線は山火の延焼予防や消火作業の拠点とするためのものである。

(図Ⅱ-9)

表Ⅱ-1 固定防火線

機能	<ul style="list-style-type: none">・火災の延焼防止・巡視及び消火要員のアクセス路・迎え火等消火作業の拠点
位置	<ul style="list-style-type: none">・所有地・森林の境界、稜線等の地形変換点・特に危険風向（常風）に斜行する尾根筋の風裏側・林道も防火線を兼ねる。
設置方法	<ul style="list-style-type: none">・チェーンソー、ブッシュクリーナー、斧、マチェテ等により3m幅に地表植生を除去する。・植生除去後クワ、スコップにより地表掻起・剥ぎ取りを行い、地肌を露出させる。・緩傾斜地ではトラクター、ブルドーザー等の機械を利用する。
維持管理	<ul style="list-style-type: none">・火災危険期に入る前に必ず行う。・地表に生い茂った雑草、灌木等を刈り払う。・倒木、伐根等の可燃物を取り払う。・可能な限り両側に0.5m幅の掘り起こしを行う。



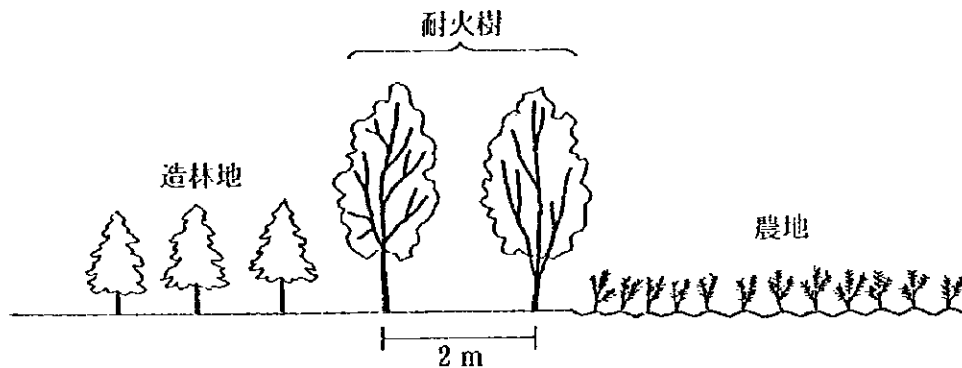
図Ⅱ-9 固定防火線

(6) 防火樹帯

防火樹帯は林冠火になりにくい樹種をつかっている。

防火樹帯設置の位置は防火線と同様だが、特に造林地の周囲、農地と森林の境界部に耐火樹を植栽する。(図Ⅱ-10)

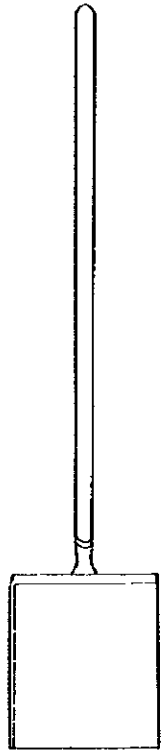
植栽は境界に沿って2列植えとし、植栽間隔は2mとする。耐火樹種としては常緑広葉樹のJocote mico(*Spondias purpurea*), Jocote marañón (*Anacardium occidentale*), Encino(*Quercus* spp.) 等が挙げられる。



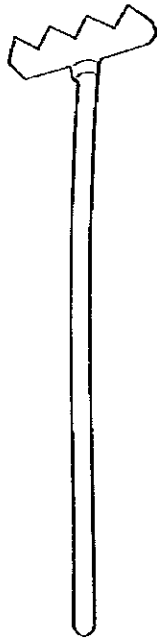
図Ⅱ-10 防火樹帯

(7) 消火用機材

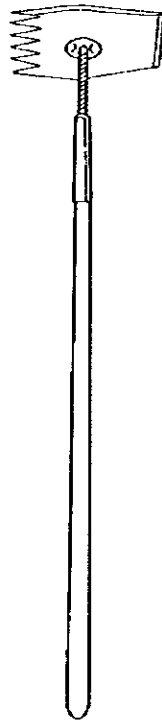
森林火災の消火用機材を図Ⅱ-11に掲げた。



火明き



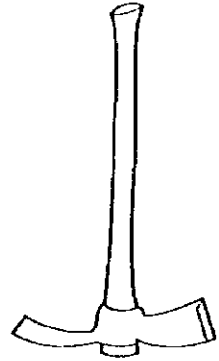
レーキ



レーキクワ



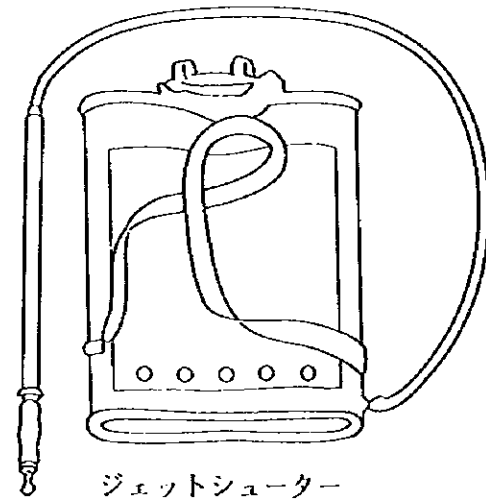
スコップ



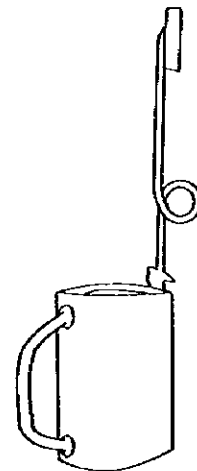
ツルハシクワ



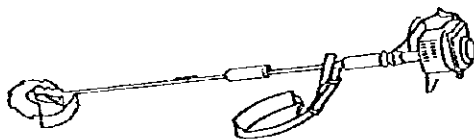
斧



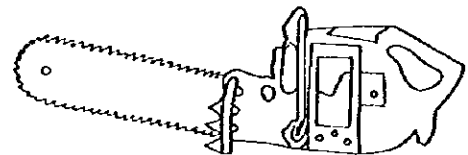
ジェットシューター



トーチ



ブッシュクリーナー



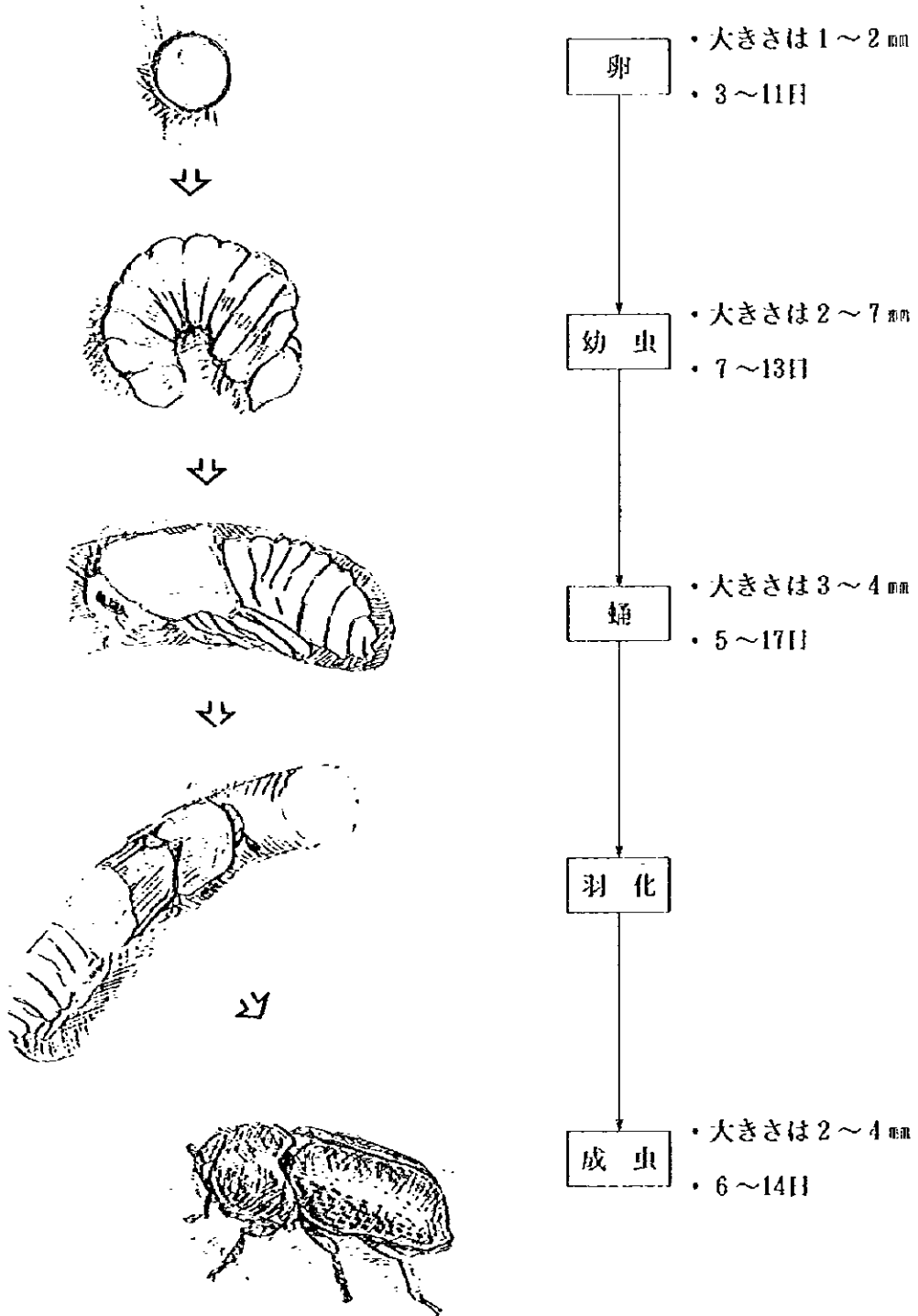
チェーンソー

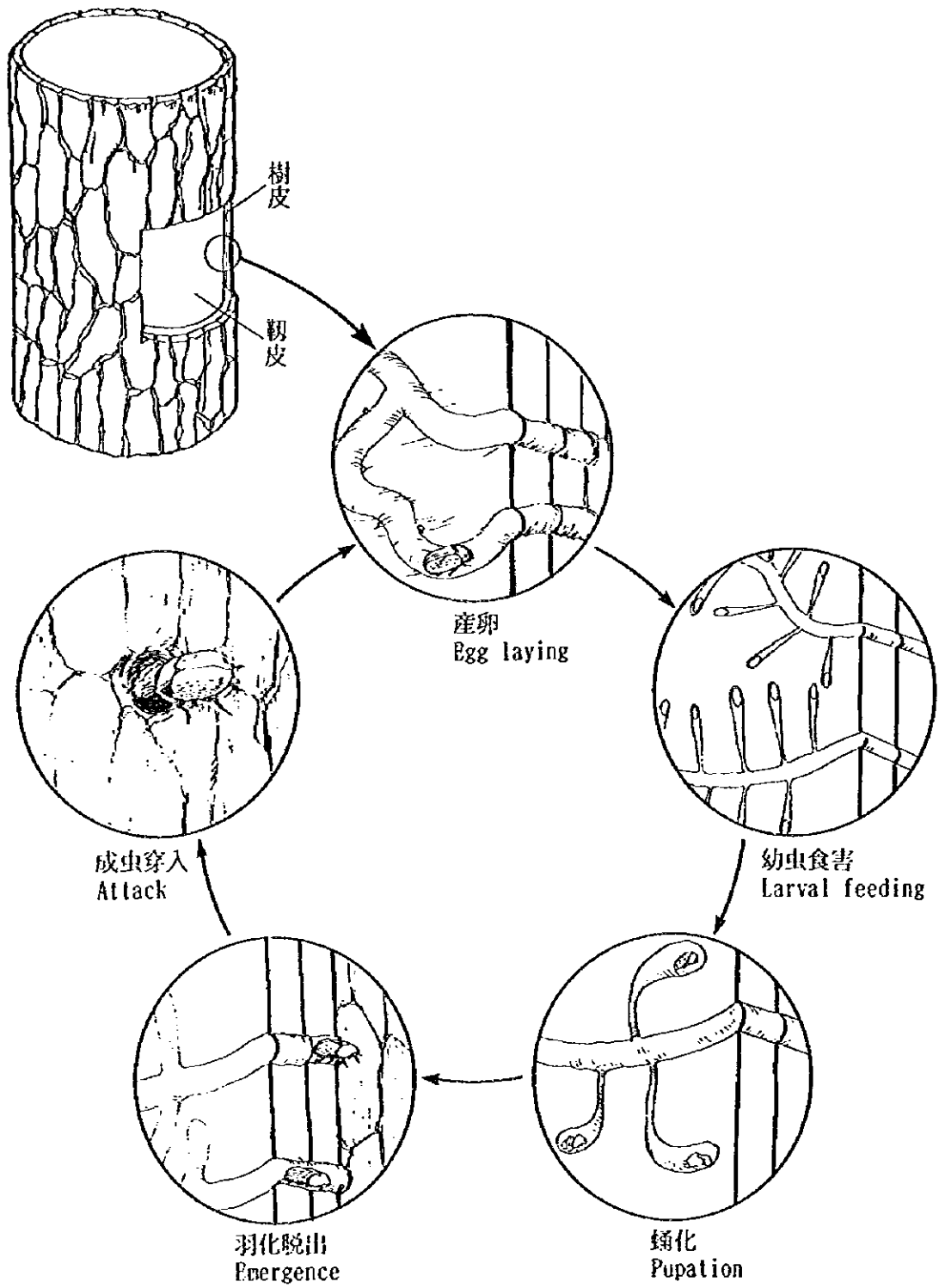
図II-11 消火用機材

2. マツの虫害

マツを枯らす害虫は主として *Dendroctonus* 属などのキクイムシ科の小甲虫である。このうち最も重要な *Dendroctonus frontalis* の対策について述べる。

(1) *Dendroctonus frontalis* の生活史





図II-12 *Dendroctonus frontalis* の生活史

D. *frontalis*のライフサイクルは25~40日といわれている。

この虫は山火事等で弱ったマツを見つけ寄生に成功する（寄主選択）と仲間知らせるためフェロモンを発する。

これにより仲間が集まり（集合）樹木へのMass attackが始まる。

皮下に穿入した成虫は交尾を行いGalleryに30個くらいの卵を生む。（産卵）

ふ化した幼虫は主として樹皮下の韌皮を食べ（食害）次いで蛹になる（蛹化）

蛹から羽化した成虫は脱出し、次のマツの寄生にむかう。

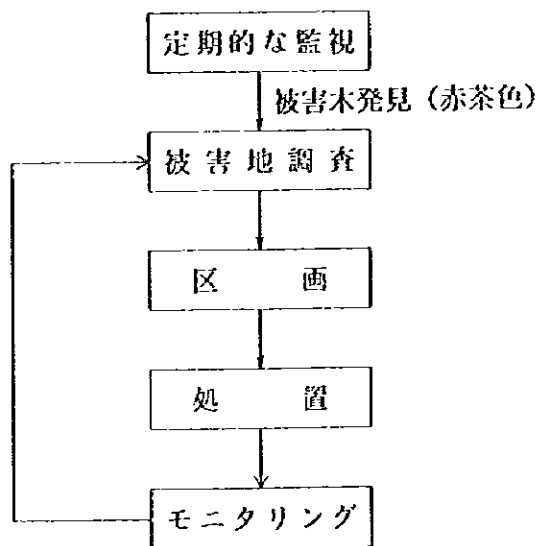
(2) 被害の特徴

樹木の被害の特徴は次のとおりである。

- ・ 寄生選択の段階で成虫がマツに侵入した時点で、マツに抵抗力がある場合はヤニの流出により侵入した虫は死んでしまう。従ってこの虫は常に抵抗力の衰えた樹木を求めて活動している。
- ・ 1本の被害木の中でいくつかのライフステージがみられるのが普通である。
- ・ キクイムシは完全な枯死木では繁殖しない。

(3) 対策

虫害対策で最も重要な点は被害地（木）の早期発見とすみやかな処置である。



図II-13 虫害対策の流れ

1) 広域的監視

組織的な監視活動を広域に亘り定期的に行い枯損木の早期発見に努める。

枯損木の特定は目視により、葉の色（赤茶）で判定を行うが特に落雷木、山火事跡地、風害木等が被害を受け易い事に留意する。

被害木は ——— 葉が赤（茶）色の木
————— 落雷木、山火事跡地、風害木の中にある可能性大

2) 被害地の調査

特定された枯損木の周囲の林木について被害の有無を調査する。

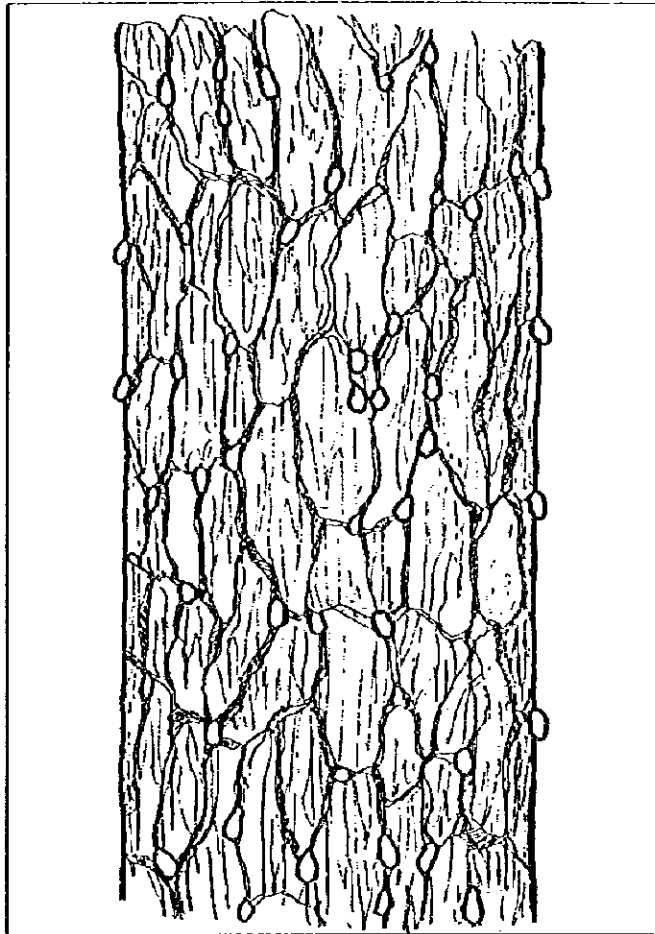
初期被害木は葉が緑であっても樹幹下部からのヤニの流出で判定できる。（図Ⅱ-14）

被害木群は通常枯損木群からある方向性をもって分布している事が多い。

健全木……害虫が全く侵入していないもの

被害木……既に害虫の加害を受けているが外見は健全に見えるもの。加害の有無は
ヤニの流出で判断する。

枯損木……外見から枯れていることがわかるもの。害虫が脱出していることが多い。



葉は緑色でも被害木はヤニの流出で区別できる。

図II-14 被害木の特徴

3) 被害地の区画

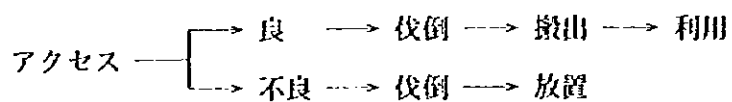
初期被害木群を中心とした円環内に位置するすべての林木(枯損木、被害木、健全木)にペンキ等で印をつける。円環の大きさは立木の平均樹高(15~20m)を標準とする。

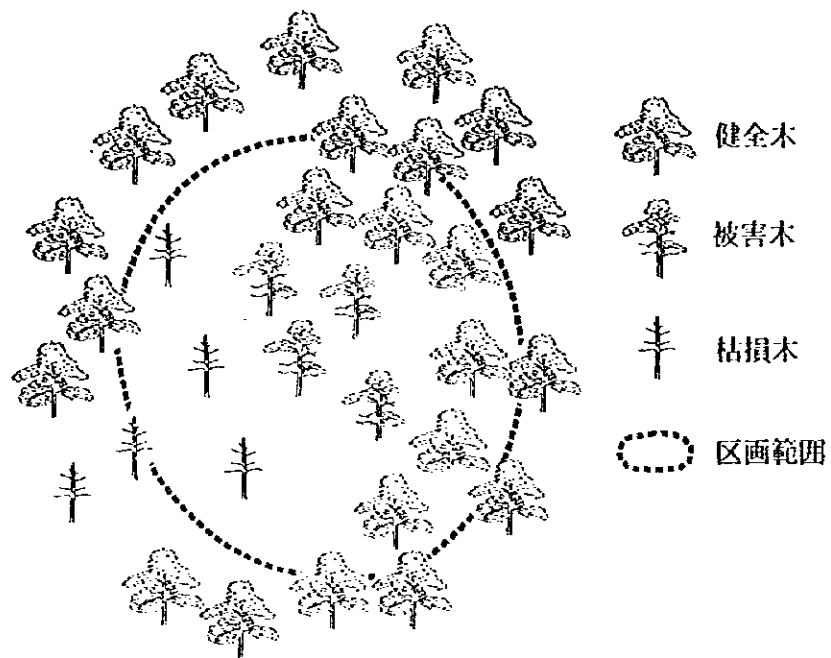
(図II-15)

4) 処置

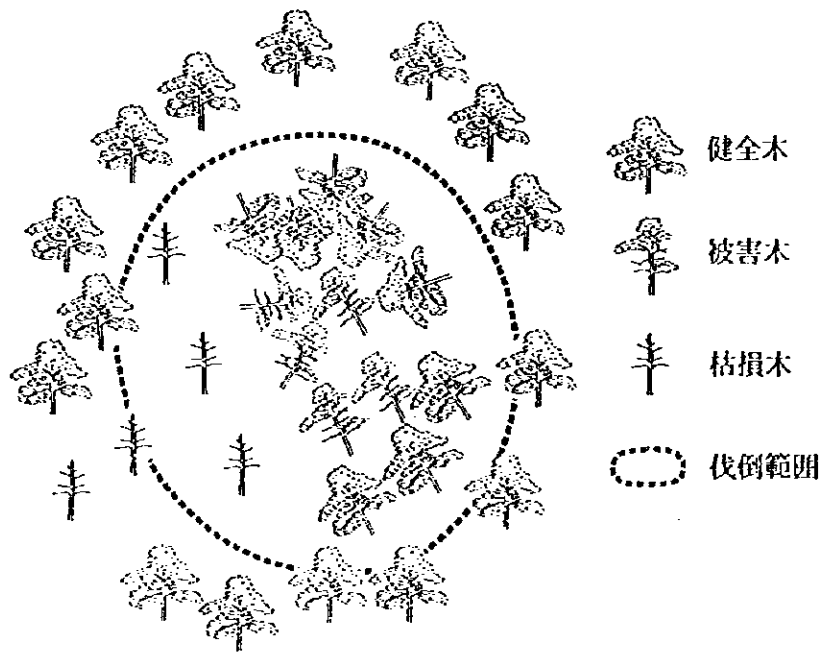
処置の目的は、*D. frontalis* の生活・繁殖の場をとり除くことである。

処置の方法は被害の程度、アクセス条件、所有者の意向等により次の中から選択を行う。





被害地の区画



伐倒処理

図II-15 被害地の区画と伐倒処理

a) 伐倒・搬出

アクセス条件が良好な場合伐採木を利用できる点で有効な方法である。

印をつけた円環内の林木を円環の中心に向かって伐倒し、その場で剥皮を行った後搬出する。中心に向かって伐倒を行う理由は、伐倒の際円環外の健全木に損傷を与えると傷から発する匂いがキクイムシを誘引するからである。また、伐倒した被害木から発するキクイムシのフェロモンにより他のキクイムシ成虫が集まるため、これらを健全木に接触させないように注意する。

キクイムシが脱出済の古い枯損木で利用不能なものは天敵の維持のため伐倒せず放置してもよい。

(伐倒・搬出法)

伐倒……………円環の中心に向かって倒す
↓
剥皮……………被害木、健全木すべて行う
↓
搬出……………健全木との接触に注意
↓
利用……………大きな利点

b) 伐倒・放置

a)の方法が困難な場合円環の中央に梢を向けて伐倒を行い、伐倒木のうち被害木と健全木は剥皮し林内に放置する。

アクセス条件が悪い場合や被害面積が小さい場合a)の方法より労力を節約できるが伐倒木が利用できない欠点がある。

(伐倒・放置法)

伐倒……………円環の中心に向かって倒す
↓
剥皮……………被害木、健全木すべて行う
↓
林内に放置

この方法のバリエーションとして伐倒木の元玉のみ搬出する方法もある。この方法は伐採・梢端 (Cut and Top)法と呼ばれている。

c) 伐倒・積上・焼却

伐倒木をその場で玉切りし積上げて焼却する方法である。

古くから行われキクイムシの根絶には有効な方法であるが、以下の問題点がある。

- 玉切り、積上げに労力、経費がかかる。
 - 雨季には完全に焼却できない場合があり、乾季には山火事を誘発する危険性がある。
- 焼却を行わずにビニールシート（黒色）で伐倒木を覆う方法もある。

5) モニタリング

処置の約10日後に円環周辺の林木を中心に再調査を行い、もし被害木が見つかった場合は、2)～4)をくり返す。

6) 育林上の留意事項

キクイムシに対する抵抗性のある健全な森林を育成するため以下のことに留意する。

- キクイムシに抵抗性のある品種・樹種の改良、導入
- 落雷、風害等の被害木の除去
- 適正な密度管理
- 複数樹種による林分の育成
- 適正な齢級配置
- 伐採・搬出による損傷の最小化
- 山火事予防
- 土壌の保全、改善

Ⅲ 社会林業

バハ・ヴェラパス県は起伏多く平坦地が少なく、耕作地として用いることのできる面積は限られている。多くの農民は地力に富んだ新たな耕作地を求め、森林を伐採し耕作地を広げてきた。耕作地の大部分が山腹斜面にあることに加えて、粗放な農業や放牧の実施により地力の低下が著しい。

森林の伐採を防止し、限られた耕作地で持続的生産を行うために当地方では、社会林業の考え方にもとずき農作物・家畜の生産力を高めるため、次のような方法が有効である。

- ・ 土壌流出防止工法－農耕地の地力を維持するため
- ・ 生け垣林の整備－農耕地への家畜の侵入防止や薪・飼料採集など、様々な用途に用いる
- ・ 飼料木植栽－放牧のため

1. 土壌流出防止工法

傾斜地での耕作地において土壌の流出を防止するために土留工の整備が必要である。

土留工の工種は次の3種類とし、耕作地の状況に応じていずれかを選択する。

- ・ 植生筋工……等高線方向に樹木を筋状に植栽すること。
- ・ 植生筋工と溝工……植生筋工と平行に溝を設け、植生筋工を抜けて流下する土壌を溝で捕らえる工法。
- ・ 石積工と樹木植栽……等高線方向に筋状に石積を築くことで、更に、石積工に沿って樹木植栽を施し土壌保持効果を高めるものである。

(1) 工法の選定

耕作地の傾斜等の条件により耕作地に適した工法を選定する。

- a. 耕作地の傾斜が14%以下の場合。 → 「植生筋工」を用いる。
- b. 耕作地の傾斜が14～45%の場合
 - 耕作地及びその周辺に石が少ない。または、石積用の石があっても労働力が確保できない。 → 「植生筋工と溝工」を用いる。
 - 耕作地及びその周辺に石が多く、更に、石積工を設置する労働力が確保できる → 「石積工と樹木植栽」を用いる。

(2) 工法の概要

1) 植生筋工

a. 樹種の選定

植生筋工に用いる樹種はLeucaenaまたはGandulとする（表Ⅲ－1参照）。樹種の用途や現地での入手状況等を参考にいずれかを選定する。

Leucaenaはポット苗を、Gandulは種子を直播きする。

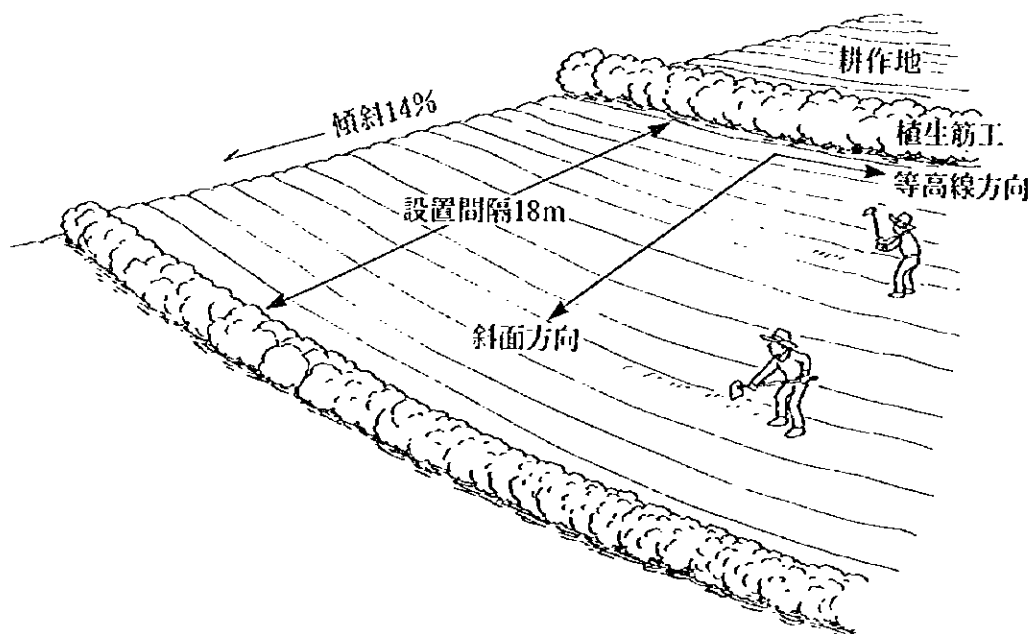
表Ⅲ－1 植生筋工適応樹種の主な用途

樹種名	主な用途
Leucaena	土壌流出防止、薪炭材、飼料（葉）、緑肥、土壌改良、日蔭
Gandul	土壌流出防止、食用（実）、飼料（葉）、緑肥、土壌改良、日蔭

b. 設置方法

植生筋工は、図Ⅲ－1に示すとおり等高線方向（耕作地の斜面方向と直角）に設置する。

設置間隔は斜面方向に対し18mとする。

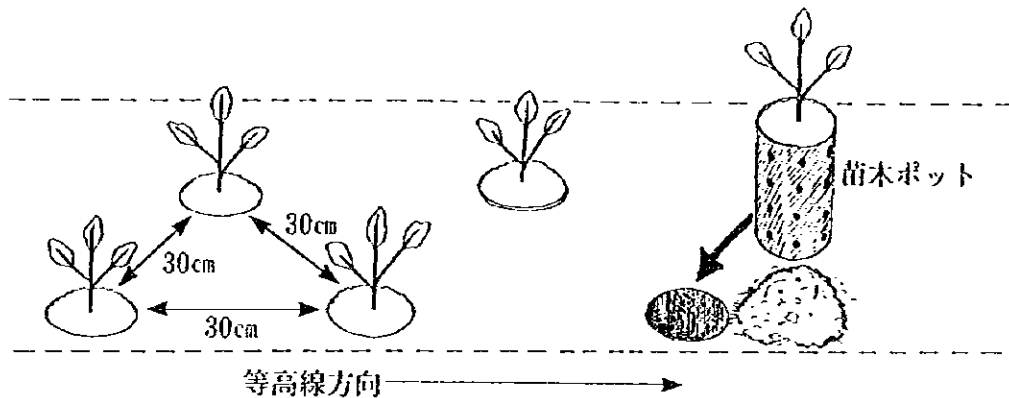


図Ⅲ－1 植生筋工概念図

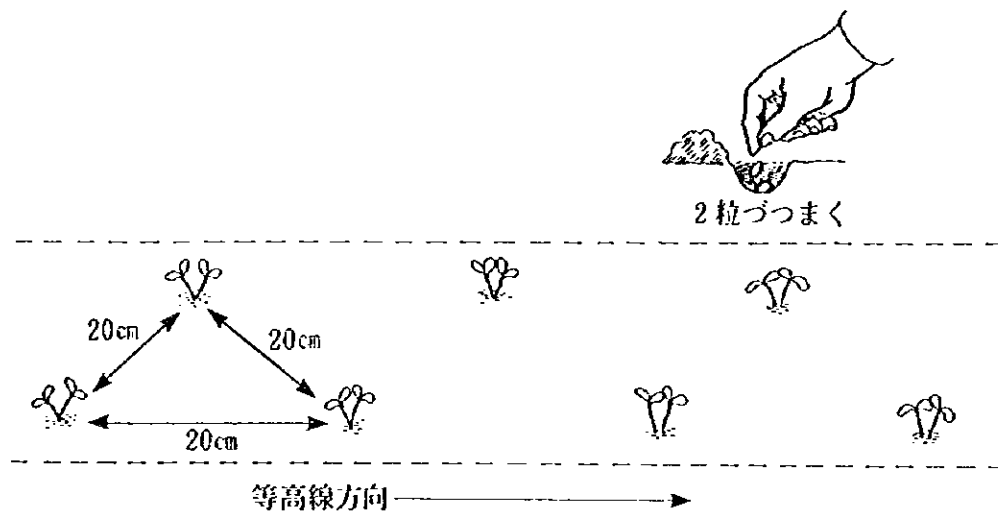
植栽または実播にあたり、あらかじめ等高線方向を見極め紐や杭などで目印をつけておく。

Leucaenaの苗木の場合等高線方向に1辺が30cmの三角形となるように植栽する（図Ⅲ-2を参照）。

Gandülの種類は1辺が20cmの三角形となるように播種する（図Ⅲ-3参照）。1つの植え穴に対し2粒ずつ播種することとする。



図Ⅲ-2 Leucaenaによる植栽筋工模式図



図Ⅲ-3 Gandülによる植栽筋工模式図

c. 管理上の留意点

Leucaenaは上長成長が早く周囲の作物を日蔭して生育の妨げとなる恐れがあるので、こまめに刈込みをおこない1~1.5m程度の高さに保つようにする。

2) 植生筋工と溝工

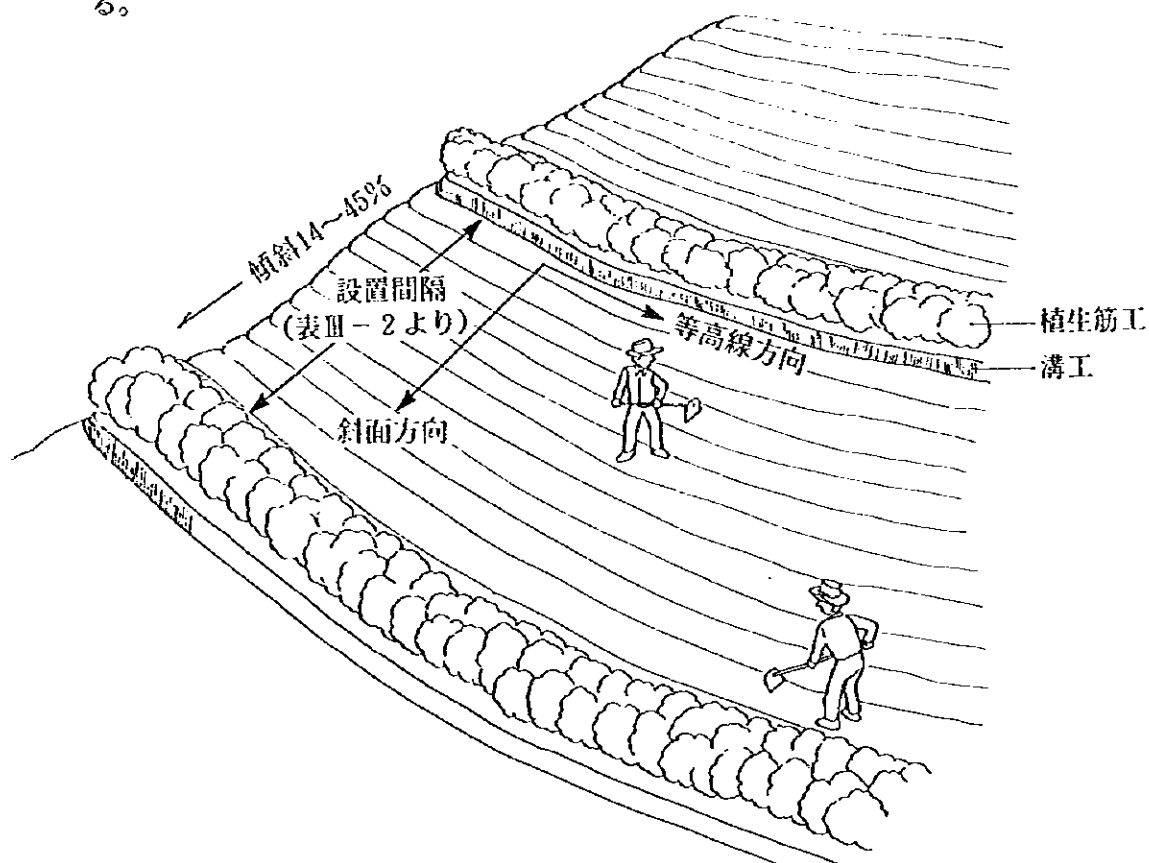
a. 樹種の選定

「植生筋工と溝工」に用いる樹種はLeucaenaとGandülとする（表Ⅲ-1参照）。

b. 設置方法

植生筋工と溝工は、図Ⅲ-2に示すとおり等高線方向（耕作地の斜面方向と直角）に設置する。

実際の耕作地の傾斜に基づき、表Ⅲ-2より植生筋工の設置間隔を求めることとする。



図Ⅲ-4 植生筋工と溝工概念図

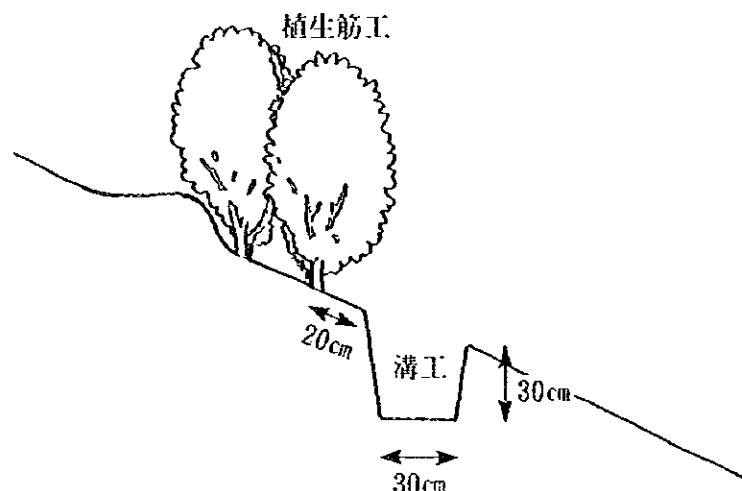
表Ⅲ-2 傾斜と設置間隔の関係表

耕作地の傾斜 (%)	工種の設置距離 (m)
15~18	16
19~22	14
23~27	12
28~33	10
34~37	8
38~43	6
44~47	4

植生筋工に用いる樹木の植栽方法は、図Ⅲ－2、3の植栽模式図を参考にする。

植生筋工と溝工の模式図を図Ⅲ－5に示した。溝工は植生筋工の20cm程下方に設置し、溝工の深さと幅を約30cmとする。

溝工を設置する場合は、等高線方向の水平が保たれるよう特に注意する。



図Ⅲ－5 植生筋工と溝工模式図

c. 管理状の留意点

溝工内に土壌が堆積すると流出する土壌を捕らえる機能が低下するので、堆積した土壌はこまめに掘り取り耕作地に戻すこと。

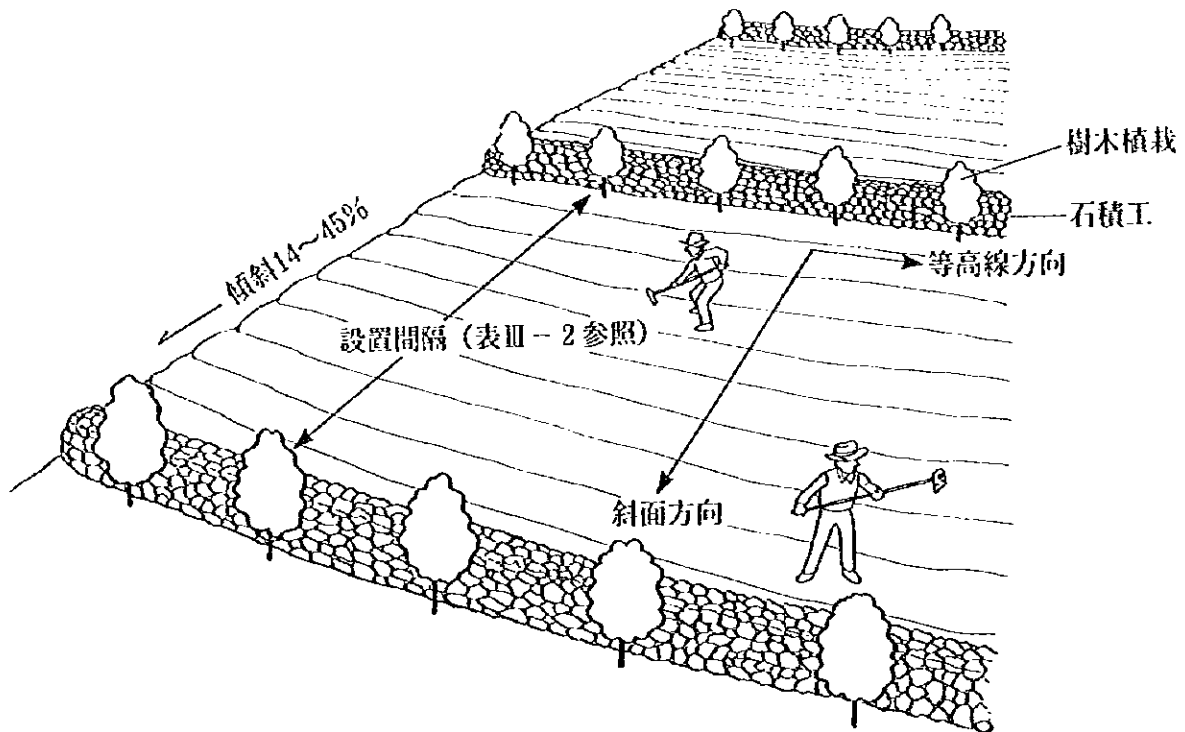
3) 石積工と樹木植栽

a. 設置方法

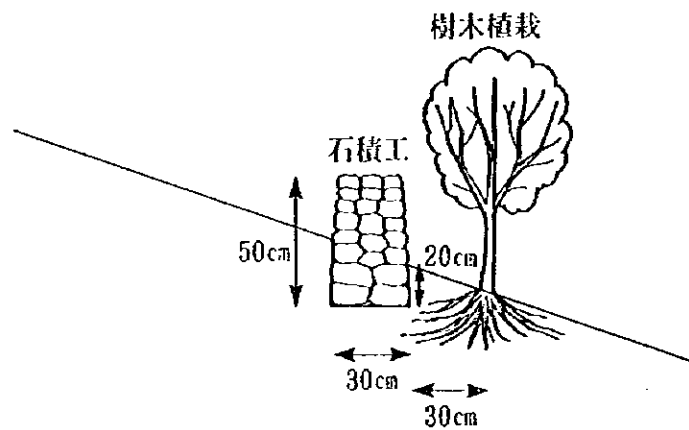
図Ⅲ－6の概念図に示すとおり等高線方向（耕作地の斜面方向と直角）に設置する。実際の耕作地の傾斜に基づき、表Ⅲ－2より石積工と樹木植栽の設置間隔を求めることとする。

石積工と樹木植栽の模式図を図Ⅲ－7に示した。まず等高線方向に深さ約30cm、幅約20cmの溝を掘り、溝の底辺より石を築いていく。石積工の高さは溝の底辺より約50cm程度とする。石積を築く際、石積の下部に大きめの石を使ったり隙間に小石を詰めなど石積が崩れにくく安定した構造となるよう心掛ける。

石積工の下方約30cmに石積工に沿って樹木植栽を行う。



図Ⅲ-6 石積工と樹木植栽概念図



図Ⅲ-7 石積工と樹木植栽模式図

b. 植栽樹種の選定

石積工と樹木植栽に用いる樹種は石積の崩れ防止や根系による土壌固定を主目的とし、その他に薪・飼料の採取、木材生産等、様々な利用が望めるものとする。

表Ⅲ-3に植栽候補木とその主な用途を示した。樹木の用途を考え植栽樹種を選定する。

石積沿いの植栽間隔は薪炭や飼・肥料として利用する樹種で0.5～1.0 m程度、木材として利用する樹種では10～12m程度を目安とする。

必要に応じて幾つかの用途の樹種を組み合わせて植栽すること。

表Ⅲ－3 土壌流出防止の植栽候補樹種及び主な用途

樹種名	主な用途
Aripin	薪炭、緑肥、支柱材
Casuarina	防風、木材、薪、土壌改良
Ciprés	木材、薪
Conacaste	木材、薪、飼料（葉）
Cuje	薪、緑肥、木材、日蔭
Guachipilín	薪、支柱・梁材、飼料（葉）、緑肥、土壌改良
Jacaranda	木材、薪、日蔭
Jocote	薪、飼料（葉）食用（実）
Leucaena	飼料（葉）、緑肥、薪、土壌改良
Madrecacao	薪炭、飼料（葉）、緑肥、
Matiliguate	薪炭、木材
Palo de jiote	薪
Palo de pito	飼料（葉）、防風

(3) テラスへの移行

耕作地の土壌流出を防止する工法の中では「テラス」の整備を行うことが最も効果的であると思われる。

しかし、以下の理由から当初からのテラス整備は行わないこととする。

- ・整備に多大の労働力を必要とする。
- ・整備後、収量が一時的に減少する。
- ・ある程度の土壌厚のある耕作地のみ整備が可能である。

従って、まず植生筋工や石積工の整備を行い、将来的に徐々にテラス形態へと移行していくこととする（図Ⅲ－8参照）。

2. 生け垣林

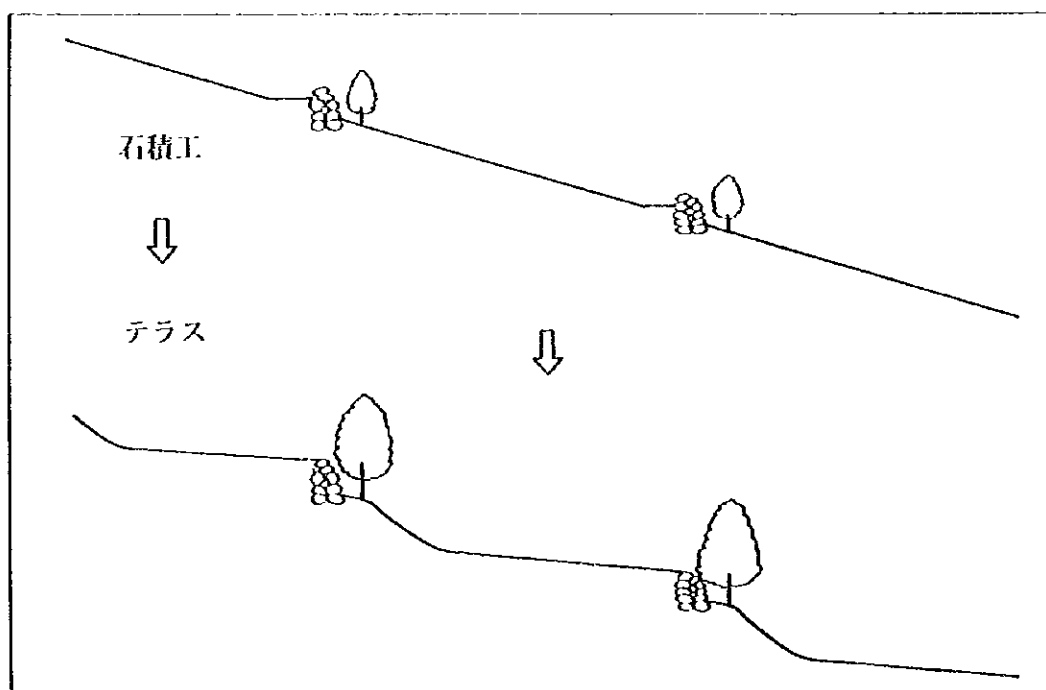
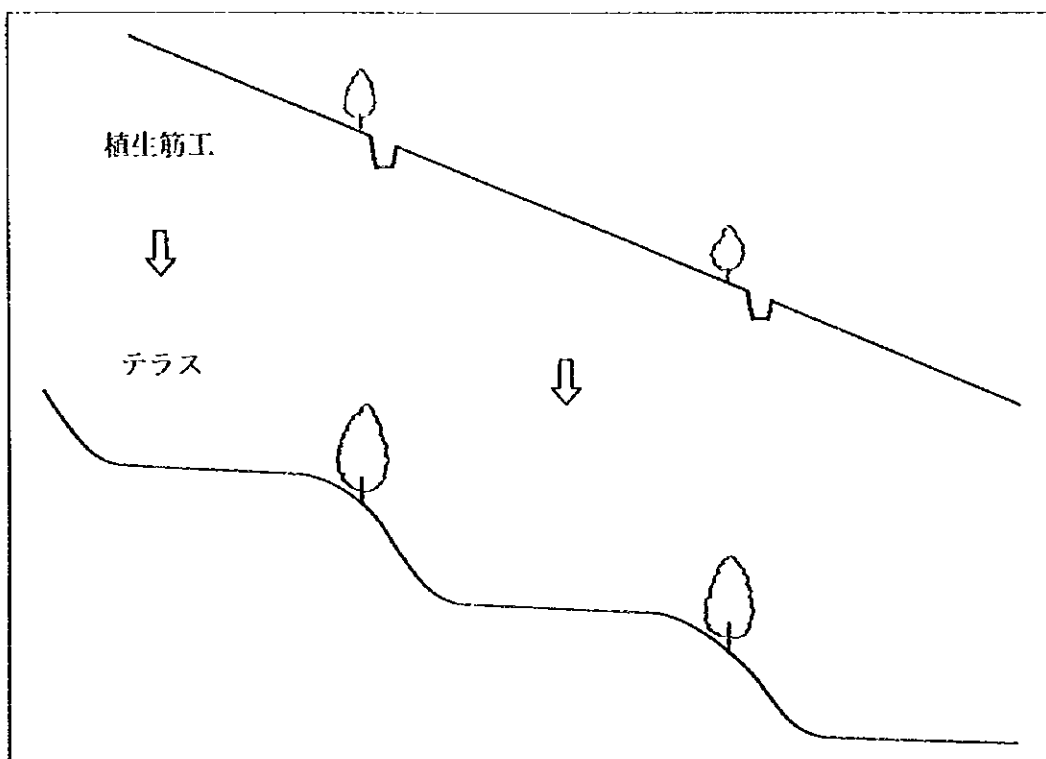
境界の明確化、家畜の侵入防止、薪炭材、木材の利用などから耕作地及び放牧地の周囲に生け垣林を整備する（図Ⅲ－9参照）。

(1) 設置方法

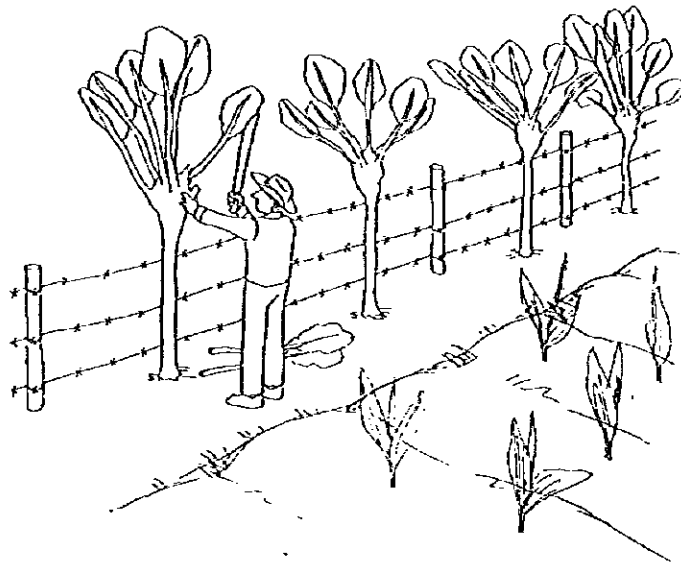
生け垣林の設置にあたり既に有刺鉄線による柵がある場合にはその柵間に植栽を行い、将来的に生け垣林へ転換することとする。

植栽木はポット苗または挿木を用いる（早期に生け垣林への転換を目指す場合には挿し木が有効である）。植栽間隔は約 2.0m程度とする。必要に応じ複数の樹種の組み合わせ植栽も行う（図Ⅲ－10参照）。

新たに生け垣林を整備する場合、Ciprésを密植することにより有刺鉄線を用いない方法も検討する。

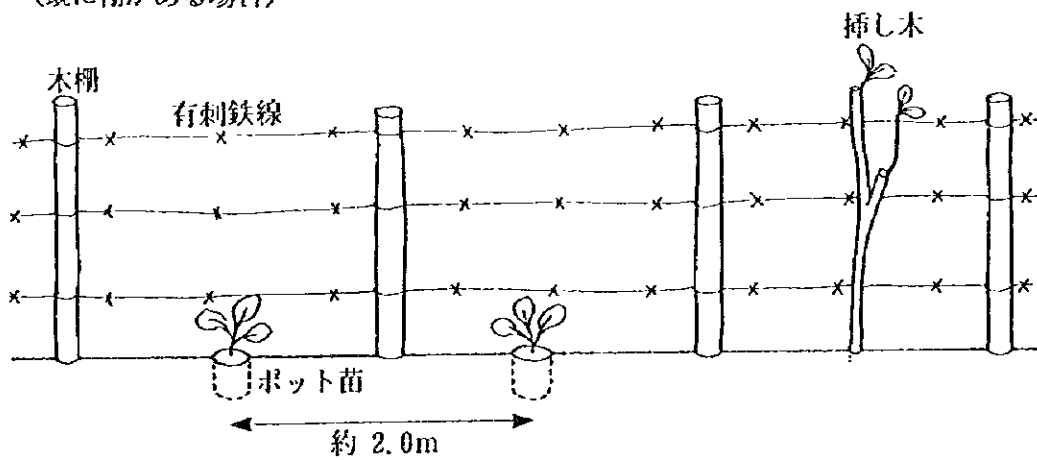


図Ⅲ-8 植生筋工及び石積工からテラスへの移行

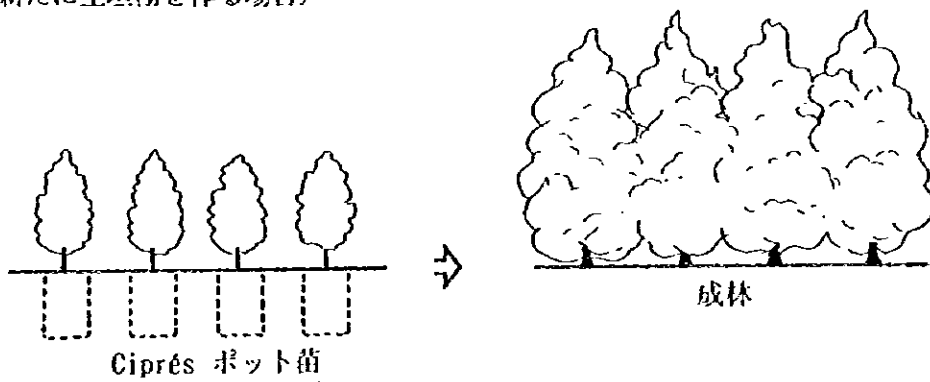


図Ⅲ-9 生け垣林概念図

(既に柵がある場合)



(新たに生垣柵を作る場合)



図Ⅲ-10 生け垣林 模式図

(2) 樹種の選定

生け垣林の候補樹種及び主な用途については表Ⅲ－3を参照のこと。

3. 飼料木植栽

放牧地内に豆科等樹種を植栽することにより飼料や燃料材としての利用や、土壤改良効果による牧草の生育促進を期することとする（図Ⅲ－11参照）。

放牧地に植栽する飼料木は列状に植栽する。植栽間隔としては列内の樹木間隔を2 m、列間隔を4 m程度とする（図Ⅲ－12参照）。

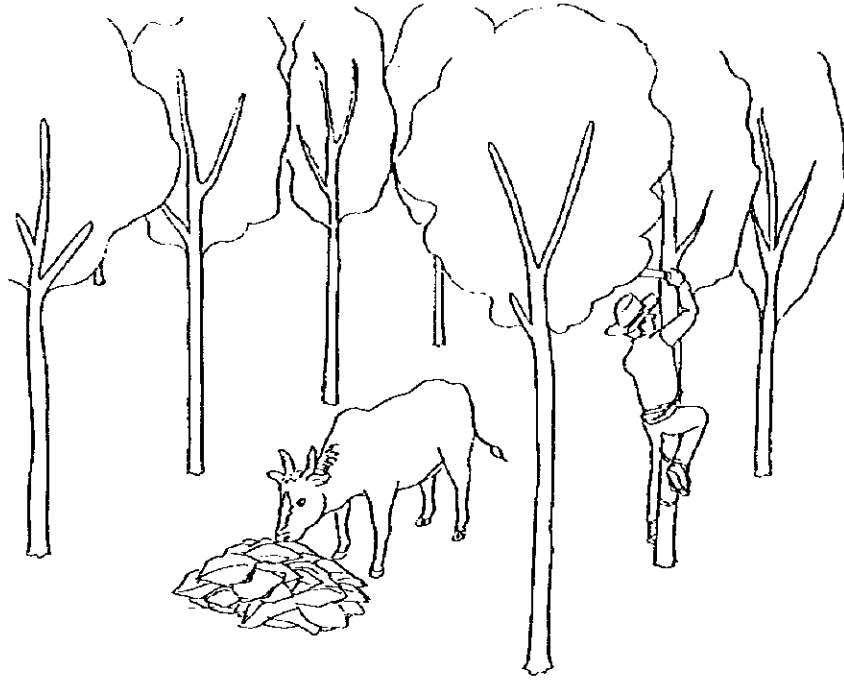
飼料木の候補樹種及び主な用途は表Ⅲ－4のとおりとする。

表Ⅲ－4 飼料木植栽候補樹種及び主な用途

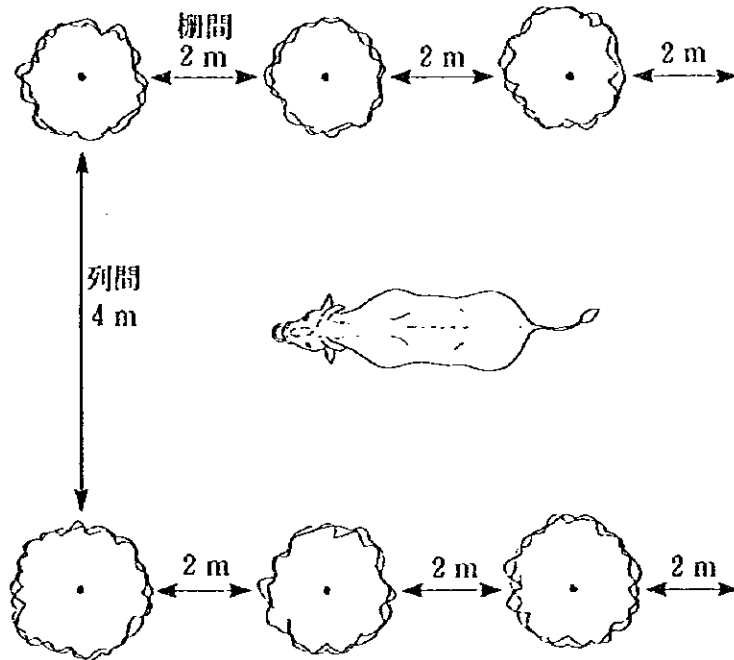
樹種名	主 な 用 途
Conacaste	飼料（葉）、木材、薪、
Guachipilín	飼料（葉）、緑肥、薪、支柱・梁材、土壤改良
Jocote	飼料（葉）、薪、食用（実）
Leucaena	飼料（葉）、緑肥、薪、土壤改良
Madrecacao	飼料（葉）、緑肥、薪炭、
Palo de pito	飼料（葉）、防風、食用（葉）

飼料木植栽後、植栽木が一定の樹高に至るまで柵等により区切りを設け、家畜の侵入を防ぐこととする。

植栽木の生育と共に枝葉が茂り林床の牧草を日陰しないよう適正な枝葉量となるよう管理をおこなう。



図Ⅲ-11 放牧地内飼料木植栽概念図



図Ⅲ-12 飼料木植栽模式図

JICA