

## San Martín Buenavista の森林管理指針



San Martín Buenavista は、1998 年 5 月に発生した森林火災により、同コムニダが所有する森林の約 80%が被災したため、第 3 次現地調査までに収集したデータにもとづいて森林管理計画を策定することが不可能となった。しかし、同コムニダにおいては、多くの森林を焼失したことに伴って、各種の問題が発生しており、これらの問題に対処するため被災後の森林についての取り扱いを適切に行い、被害の影響を最小限に止めることが重要となっている。このようなことから、同コムニダについては、当初予定していた森林管理計画に代わるものとして、森林火災後の森林の現状をふまえた森林管理指針を次のとおり取りまとめた。

## San Martín Buenavista 森林管理指針

### 1. 森林被害状況

#### (1) 森林火災の発生

森林火災は、1998 年 5 月 7 日に S.M. Buenavista の南方に位置する San Juan Quiotepec の集落下方の農地への火入れから発生した。

その後、火災は Santa María Totomoxtla、Santa María Las Nieves、San Francisco La Reforma へ延焼し、2 日後の 5 月 9 日午後 3 時過ぎ S.M. Buenavista に延焼した。火災発生時は乾季にあたり、さらに、当地は急傾斜地であり、南方の風により急斜面を火災が上がってきたため、僅か 1 日でコムニダ全域に燃え広がった。火災はおよそ 1 週間続き、西の境界の Río San Mateo 川及び北の境界の山岳メソフィロ林で鎮火した。

#### (2) 森林火災被害状況

##### ① 被害区分

森林火災被害図を作成するにあたり、被害状況を森林の持つ木材生産、水源涵養、土壌保全等の各種機能の観点から被害区分を以下の 3 区分にランク分けした。

##### a. 微害地

林木の枯死率が概ね 40%以下の地域で、森林の機能低下の程度は小さく、本森林管理計画の共通計画の考え方による施業が可能な箇所が多い。

##### b. 中害地

林木の枯死率が概ね 40%~80%の地域で、森林の機能はかなり低下しているが、本

森林管理計画の共通計画の考え方による施業が可能な箇所が多い。

c. 激害地

林木の枯死率が概ね 80%以上の地域で、森林の機能はほとんど失われている。エロージョンの発生している箇所も多く、より早期の下層及び森林植生の回復が望まれる。しかし、裸地化していることから、更新が困難な条件にある箇所もあり、また、かなりの時間を要する場合もありうる。

以上の被害区分に基づき、森林被害区分図（縮尺 1:10,000）を作成した（縮小図は図 Bu-1 のとおり）。

② 被害区分別面積

①の被害区分ごとの面積は表 Bu-1 のとおりである。

表 Bu-1 被害区分別面積

微害地	中害地	激害地	合計
2,690 ha (67%)	440 ha (11%)	870 ha (22%)	4,000 ha (100%)

③ 被害の特徴

本森林火災の被害状況を調査した結果、特に被害の大きかった箇所は、次の条件の森林に多かったことが明らかになった。

- ・ 南の急斜面
- ・ 尾根沿い
- ・ 下層植生、地表の落葉層・腐植層等可燃物の多かった森林
- ・ 密度の高いマツ林

一方、湿度の高い沢沿いの森林や山岳メソフィロ林及び乾燥はしているが下層植生や地表の落葉層・腐植層の少ないセルバ・バハにおいては被害は小さかった。

本格的な雨季が始まる本年（1998 年）6～7月の調査時における火災被害地の状況と雨季が過ぎてから行った同年10月の調査時の状況を比較すると、次のようなことがいえる。

- ・ 第1回目の調査においては被害区分を微害（立木の10%未満が枯死する可能性がある）、軽害（立木の10～40%が枯死する可能性がある）、中害（立木の40～80%が枯死する可能性がある）、激害（立木の80%以上が枯死する可能性がある）の4区分に分け、





凡 例

記号	区分	内 容
	微 害	枯死率40%以下
	中 害	枯死率40~80%
	激 害	枯死率80%以上

图 Bu-1 森林被害区分图



それぞれ約10%、45%、10%、35%を占めていたが、被害面積のおよそ10%の箇所で1ランク被害が軽くなったといえる。これは、樹冠まで焼けた林木の中にも生き残ったものがあり（特にEncino等の広葉樹）、これらが葉を回復させたことによる。

- ・特に第1回目の調査で微害及び軽害に区分していた箇所においては、落葉層、植生ともに非常に早い回復をみせている。
- ・林木、下層植生、落葉層、腐植層が全て焼失した箇所においても、土壌が安定していれば、Encinoの萌芽及びシダ等の草本植物やマツの天然下種による植生の回復が予想以上に早い箇所もある。

## 2. 森林火災の影響

この火災の結果、主として次のような影響が顕著に生じている。

- ① コムニダにとって最も重要な経済資源となる森林が焼失した。
- ② 日常生活に必要な薪資源が大量に焼失した。
- ③ 激害地の中には上層木のみならず下層植生及び地床の落葉層や腐植層まで完全に焼失した森林も多く、土壌が裸地化しているため水土保持機能が著しく低下し、降雨直後の雨水の大量流出およびこれによる表面侵食が発生している。

この結果次のような直接もしくは間接に住民生活に影響する問題が生じている。

- ① コムニダの公共基盤整備の主要な財源となる多くの木材資源を失ったため、近い将来コムニダの整備に森林から得られる収益を財源として期待することはできない。
- ② コムニダ周辺の薪採取の対象となる森林の大半を焼失したため、焼失木が利用できる数年間はともかくとして、その後において薪資源の枯渇が深刻に懸念される。

現在、住民は被害が軽かった集落近辺の南西斜面の森林のEncino及び焼失木を薪として使用しているが、既に薪不足の影響が生じている。個人で車を所有している者及び車を借り上げられる経済力のある者は、集落から離れた場所にあるEncinoを伐採、利用しているが、約半数の者はそれだけの経済力がなく集落近辺の質の低い焼失木の採取を余儀なくされている。今後薪の採取に関し、不平等が生じることが懸念される。

- ③ 森林の保水力の著しい低下に伴って生活用水の確保が困難となっている。
- ④ 表面侵食の著しい発生に伴って、
  - i. 大量の土砂を流出し、これがさらに溪岸侵食を誘発し、これにより取水堰が損壊したため深刻な水不足を来している。また、応急に設置した取水口から細々と供給されている水も水質が悪化しており、水量も少ないので乾季の水不足には対応が困難である。



- ii. 森林から流出した土石が大量に堆積したり、大量の雨水の流出により崩壊した農地が見られ、その使用を困難にしている。
  - iii. 表面侵食による森林の土地生産力の低下を避けることはできない。
  - iv. 道路が沢と交差する箇所では道路の損壊が発生している箇所があり、今後道路の損壊の拡大が懸念される。
  - v. 急激な溪岸侵食の土砂により S. J. Quiotepec へ通じる吊り橋が流され、徒歩による近隣コムニダとの交流を困難にしている。
  - vi. 同様に急激な溪岸侵食により山脚が不安定になっており、今後、沢筋に多くの斜面崩壊が発生する危険性が高い。
- ⑤ 放置された被害木のマツの一部には既に虫害が見られる。放置した場合に、病虫害が大規模に発生する危険性がある。

### 3. 対策案（ワークショップに参加した住民からの提案）

1998年5月の森林火災以降、プエナビスタでは様々な二次災害が発生している。本調査団は、森林火災後の森林管理指針作成にあたり、住民生活の問題把握と対策の検討を目的としたワークショップを1998年10月16～20日に実施した。参加者は村役員が選出した住民6名であった。

ワークショップでは、現在みられる問題と発生が予測される問題を把握し、その中から重要性が高いと住民が判断した2つの問題<sup>1</sup>から議論を始めた。

第一の問題は水不足である。これは、森林焼失により森林の水土保持機能が低下したために発生した土砂災害によって取水口が破壊されたことに起因する。住民は、別の場所に仮の取水口を設置し急場をしのいでいるが、水量は十分でなく水質も悪い。水不足に関連した問題として、

- ① 水不足による日常生活を営む上での不便
- ② 水質悪化による病気の発生
- ③ 家畜の病気の発生
- ④ 家庭菜園で野菜が栽培できないので、村外からの野菜購入を強いられる

などが指摘された。この他、現在使用している沢の水量が乾季に減少することから、深刻

---

<sup>1</sup> 村内で多発している土砂災害も大きな問題として指摘された。しかし、具体的な状況がわからないので、本調査と並行して実施されていた治山調査の結果を待って検討を行うこととなった。

な水不足が予測されている。

第二の問題は、将来発生するであろう薪不足である。薪は、村の主要燃料である。薪不足による問題としては、

- ① 薪を購入できない世帯とできる世帯との間に不平等が生じる
- ② ガスストーブを購入せざるをえなくなる。購入できたとしても、伝統的な調理方法  
はできない
- ③ 薪採集にかかる時間が長くなり、各世帯員の日常作業に支障が生じ、家族内に問題  
が発生する
- ④ 他人の土地に侵入して薪を採集する人が現われ、村内に紛争が起きる、

ひいては

- ⑤ 転出する家族が発生する

ことが指摘された。

水と薪の問題について、計8つのプロジェクトの可能性が出された(資料1)。ワークショップでは、費用(人件費、資機材購入費)、技術的な難易度、社会的リスク、プロジェクト効果を考慮して、以下の3プロジェクトを選択し、これらについてさらに議論を進め、(1)に示されるプロジェクト案を作成した。最後に、村内の人的資源、経済資源、緊急度、プロジェクト効果を検討し、これら3プロジェクトの活動開始時期や方法について、(2)に示される活動計画を作成した。

## (1) プロジェクト案

### ① プロジェクト1：改良かまど導入プロジェクト

#### a. 背景

ブエナビスタでは、全ての世帯が薪を燃料として使用している。薪の年間消費量は6人家族の場合、3tトラック約4台分に相当し、村全体で見れば360台分となる。

ブエナビスタでは、1998年5月の森林火災発生以前から集落周辺の薪林の質の低下が見られた。現在、火災により既存の薪林の大半が焼失し、残った薪林の質も良くないという問題がある。

住民は燃え残った集落南西の薪林と森林火災の被害木を薪として現在使用している。しかし、現在の水準で薪消費がなされれば、

- i. 主要な薪林が焼失した
- ii. 過剰伐採により集落南西の薪林からの採集が困難になる

iii. 被害木が薪として使える期間が1～2年である

ことにより2～3年の間に深刻な薪不足が発生することが予想される。

b. 目的

上位目的 : 持続的な薪使用を可能にし、村での生活を快適にする

プロジェクト目的: 薪の消費量を押さえる

c. プロジェクト内容

改良かまどを各世帯に普及する

d. プロジェクトの実施(活動)

- ・男性と女性の参加による住民総会を召集し、当プロジェクトの承認を得る
- ・住民総会にて、責任主体となる委員会を設置し、かまど導入に関する規約を設定する
- ・ベニートファレス村など、改良かまどを導入して薪の消費量を押さえるのに成功した村を男性と女性で訪問し、改良かまどの使い勝手について意見交換を行う
- ・改良かまどの工法を知っている技術者が所属する組織を探し、技術者派遣を要請する
- ・改良かまどを設置する

e. 諸経費(全世帯にかまどを設置した場合)

経費: 資機材 5400～7200ペリ、人件費 技術者 不明(資料2参照)

積算根拠:

- ・煙突用の管(各世帯2～3m)×(20ペリ/m)×(90世帯)≒5400～7200ペリ
- ・かまど一つあたりに必要な資機材で、既にあるものあるいは経費がかからないもの  
日干し煉瓦30、手押し車6台分の瀝土、手押し車3台分の瀝砂、山刀(マチェテ)  
糸、巻尺、水準器、測鉛、1m×60cmの板
- ・人件費  
技術者 不明  
共同出役 かまど一つあたり3人日

f. フォローアップ・評価体制

評価指標

- ・住民総会でプロジェクトが承認されて、技術者が所属する組織が明確になった時点から1週間以内で申請を行う
- ・技術者が働き始めた時点から6ヶ月以内にすべての世帯で改良かまどの設置を行う

- ・薪の消費量が50%に抑さえられる

#### 評価体制

- ・委員会と村の役員会が責任主体となっていく

#### 評価資料

- ・住民総会の議事録、委員会の報告書

#### g. 特記事項

改良かまどの導入には、かまどを実際に使用する女性達の理解が不可欠であり、当該プロジェクトの検討、実施に際しては男女双方の参加を得て協議を進めていく必要がある。本プロジェクトの作成においてはこの点を念頭に置き、女性の参画に配慮した。

### ② プロジェクト2：薪林育成および薪確保プロジェクト

#### a. 背景

ブエナビスタでは近い将来薪不足が予測されており、薪の消費量を抑えると同時に薪林の育成が急務となっている。

被災した薪林は、薪材となる Encino の萌芽が見られる所と見られない所がある。萌芽が見られる場合には、芽かき、直径 20cm 以下の Encino の採取差し控え、マツのぬき切りを行い、薪林の質を改良していく必要がある。また、萌芽がない場合には、どんぐりを播いて薪林を育てる必要がある。このような施業を実施しても、焼失を免れた薪林も適当な太さに育つまでには5～7年かかる。また、被災木が薪として使用できるのはここ1～2年である。それゆえ、近い将来、住民は集落からかなり離れた地域への薪採取を余儀なくされる。

集落周辺の薪がなくなった場合、車の所有者、あるいは車の借上げができる人のみが遠隔地より薪を採集するという状況が予測されている。しかし、一般には森林の便益を一部の人が享受するのは、共同資源としての森林の活用にそぐわないと考えられている。

一方、村内には火災被害が軽微でマツ林の育成に適した地域が北西部にある。これらの林では、マツ林の経済価値を高めるために林分改良を実施する必要がある。林分改良ではマツ林に生えている Encino 等広葉樹の抜き切りが実施され、伐採された広葉樹で村落内の薪消費をまかなえると想定される。

#### b. 目的

上位目的 : 薪の公平な分配

プロジェクト目的 : 薪林の育成と薪の確保

c. プロジェクト内容

- ・集落周辺の薪林を育成する
- ・薪林の質を向上させる
- ・マツ林の林分改良、間伐を実施する

d. プロジェクトの実施（活動）

(a) 住民総会

- ・男性と女性の参加による住民総会を召集し、当プロジェクトの承認を得る
- ・住民総会にて、責任主体となる委員会を設置する
- ・住民総会にて日本人が作成している森林管理指針の内容を周知させる

(b) マツ林の間伐や林分改良を実施し、商業用材生産林の育成とその際伐採される

Encino の薪利用

- ・森林管理計画の作成を技術者に依頼する
- ・森林管理計画にそって林業活動計画を立てる
- ・SEMARNAP から森林管理計画の承認を得る
- ・林分改良や間伐などの施業を実施する
- ・伐採した Encino を薪として集落内で分配する

注) Encino を薪として伐採利用するだけであれば、森林管理計画作成から承認までの手順を省くことが可能となる

(c) 薪林の育成・質の向上

- ・ Encino の萌芽の芽かきを行う
- ・薪林のマツを除去する。(ただし、現時点では大径のマツはないので山刀で稚幼樹を除く程度の作業量となる)
- ・住民総会で、20cm 以下の Encino を伐らないことを周知させる
- ・ Encino がない薪林にどんぐりを播く

e. 諸経費および必要資機材

活動(a)：特になし

活動(b)：

森林管理計画を作成した場合：

森林管理計画の作成費が必要となるものの、マツの伐採収益が得られる。伐採収益で作成費を支払った上で利益が上がるかどうかを検討する必要がある。

- ・森林管理計画作成費
- ・運搬手段
- ・ガソリン代、油

- ・ グルアとチェーンソーの借げ費 ・ 山刀と斧（個人所有）
- ・ 人手（共同出役）

森林管理計画を作成しない場合：

Encino の伐採による薪の確保が可能となる。しかし、マツの伐採ができないため現金収入は得られない。

- ・ 運搬手段経費（コムニダの車を使用した場合はガソリン代のみ）

ガソリン代 年間 9000ペリ 世帯<sup>1</sup>あたり 100ペリ

（算出根拠：360往復分(90世帯分)×5リットル(1往復)×5ペリ/リットル=9000ペリ)

- ・ チェーンソー借り上げ代 ・ 山刀 ・ 斧（個人所有）
- ・ 人手（共同出役）

活動(c)：山刀（個人所有）、人手（共同出役）

f. フォローアップ・評価体制

評価指標

- ・ マツ林での施業の回数
- ・ 薪の採取回数
- ・ 集落近くでの薪採取が可能になる
- ・ 薪に関する不満が減る
- ・ 義務出役への公平な参加

評価体制

- ・ 委員会と村の役員会が責任主体となって行う

評価資料

- ・ 委員会報告書、住民総会議事録

g. 特記事項

林分改良や間伐を実施するには、住民がそれらの施業に関する最低限の知識を持つ必要がある。それゆえ、日本人調査団が作成している森林管理指針の林分改良の項目を理解すると同時に能力強化訓練を受ける必要がある。

③ プロジェクト3：取水口設置プロジェクト

a. 背景

ブエナビスタでは、森林の焼失によりその水土保全機能が低下し、土砂災害が発生

<sup>1</sup> 1世帯6人、一年の薪消費量を3トントラック4台分と想定した。

したために取水口が破壊された。現在、仮の取水口により住民は急場をしのいでいるが、水量は十分でなく水質も悪い。また、乾季にはこの沢の水量が減少するため、このままでは極端な水不足が予測される。

ブエナビスタ村内で、水質が良く、水量があり、かつ取水口の上にある森林が火災の被害が軽微な場所として、集落北西部のネグロ川上流が考えられた。このほか、カンバメント上部からの取水も検討されたが、乾季に水量が減少することから対象から外された。

#### b. 目的

上位目的 : 生活状況の改善、健康状態の改善

プロジェクト目的 : 集落に水が十分供給されるようになる

#### c. プロジェクト内容

- ・ネグロ川上流に新取水口を設置し、集落までの配水管を敷設する
- ・水利用に関する規約を設定し、合理的な水利用を行う

#### d. プロジェクトの実施（活動）

- ・男性と女性の参加による住民総会を召集し、当プロジェクトの承認を得る
- ・取水口の設置・配水管敷設のための補助金を探す
- ・上記の工事を行うための技術者を探す
- ・住民総会において水委員会を設置する
- ・水利用に関する規約を設定する

#### e. 諸経費（水圧軽減のためのタンクは1基のみとした場合）

経費：資機材 12万 8515ペソ、人件費 設計士 不明、左官 1万 8000ペソ

積算根拠：1998年上期に設置したタンクの実績単価を採用

- ・セメント 8トン 8800ペソ
- ・石灰 1トン 500ペソ
- ・ワイヤー 1トン 2000ペソ
- ・鉄骨 4トン 1万 4400ペソ
- ・焼ワイヤー 300kg 4500ペソ
- ・くぎ 330kg 450ペソ
- ・接続部 110個 165ペソ
- ・バルブ 4個 1000ペソ
- ・水道管 11km 8万 4700ペソ
- ・運送経費 1万 2000ペソ

必要な資機材で、既にあるものあるいは経費がかからないもの

砂、砂利、石 各トラック4台分

#### ・人件費

設計士 不明

左官 120日 1万 8000ペソ

8～10人のグループによる800回の共同出役

f. フォローアップ・評価体制

評価指標

- ・規約の設定、委員の選出がなされる
- ・集落内の水の有無
- ・水問題に関連する不満の有無

評価体制

- ・委員会と村の役員会が責任主体となって行う。水の有無については各世帯へ訪問調査を行う

評価資料

- ・住民総会の議事録、委員会の報告書

g. 特記事項

工事資金全額を村が負担するのは不可能であるため、補助金が確保でなければ取水口の設置と配水管の敷設は実現できない。その場合は、水利用に関する規約を設定し、限られた資源をできるだけ有効に活用する。

現在計上してある諸経費は、暫定的なものであり、設計士の設計によって大きく変化する可能性がある。

(2) プロジェクトの活動開始時期や方法

以上の3プロジェクトは、いずれも村の問題を解決する上で重要である。しかし、村の人材や資金には限界があり、すべてを同時に実施することはできない。そこで、プロジェクト効果や投入資源などを考慮し、以下のような年次活動計画を立てた。



1998 年後半～1999 年上期	
1998 年後半から 1999 年上期は、緊急を要する土砂災害対策に人材を投入する。プロジェクト 1 については、1999 年中期の改良かまど設置に向けて準備作業を行う。プロジェクト 2 については、比較的人材投入の少ない薪林育成のみを開始する。プロジェクト 3 は、補助金を探す。	
1999 年	
1999 年には、被災地の植生が回復し土砂災害の危険が軽減する。引き続き当対策に人材を投入する必要があるが、その量は減る。そこで、比較的人材を必要とするプロジェクト 1 のかまどの設置を年度中期から開始し、年度中に終了する。プロジェクト 2 の活動は、ひき続き人材投入の少ない薪林育成のみとする。プロジェクト 3 は、補助金の確保状況によるが、確保でき次第人材投入を行い、プロジェクトを終了させる。	
2000 年	
2000 年には、集落近辺の薪が枯渇し、薪林も十分育っていない状況が想定される。それゆえ、プロジェクト 2 のマツ林の林分改良および Encino を薪として分配する活動を開始する。薪林育成活動は引き続き実施する。土砂災害対策は主に既存工事の維持管理となり、投入する人材はかなり減少する。	
2001 年以降	
2001 年以降は、プロジェクト 2 の林分改良および Encino を薪として分配する活動に重点を置く。薪林育成活動もひき続き実施する。土砂災害対策は、維持管理活動を随時必要に応じて行う。	

活動内容		1998 年	1999 年			2000 年			2001 年以降
		下期	上期	中期	下期	上期	中期	下期	
緊急対策	土砂災害対策の実施								
	対策物の維持管理								
プロジェクト 1	改良かまど設置準備								
	改良かまど設置								
プロジェクト 2	薪林の育成								
	マツ林の林分改良								
	Encino の分配								
プロジェクト 3	補助金を探す								
	人材の投入								

———実施する、……………必要に応じて実施する

資料1

1-1 薪関連プロジェクト

プロジェクト名	プロジェクト1 改良かまど	プロジェクト2 薪林の育成	プロジェクト3 林分改良による薪確保	プロジェクト4 内部規約の設置
費用	中	低	高	低
資機材	中	高	高	低
人件費	高	高(中) <sup>1</sup>	高(中) <sup>1</sup>	中
技術的な難易度	中	高	高	中
社会的リスク	薪の消費量を減らす。 効果大	薪の量を増やす。 効果大	① 将来的に質の良い松を得る ② 薪の確保および公平な分配を 行う。 効果大	左記のプロジェクト がスムーズに行え る。 効果大

1-2 水関連プロジェクト

プロジェクト名	プロジェクト1 取水口設置	プロジェクト2 飲料水管理組織	プロジェクト3 消火団強化	プロジェクト4 通信網整備
費用	高	低	中	高
資機材	高	低	中	高
人件費	高	低	中	高
技術的な難易度	高	低	中	高
社会的リスク	少	中	中	低
水不足に対する プロジェクト 効果	水を得られる。 効果大	現在ある水を効果的 に活用できる。 効果中	水源林となる森林を 火災から守れる。 効果小	森林火災が起きた場 合すぐ対応できる。 効果小

1-3 その他プロジェクト

プロジェクト名	プロジェクト1 S.J. Quiotepec への抗議
費用	高
資機材	高
人件費	高
技術的な難易度	高
社会的リスク	村内 低 対村外 高
水不足に対する プロジェクト 効果	火事の補償および再発を阻 止する。 効果小

1 注) 日本人調査団が作成している資料である程度分かる部分があれば、技術的な難易度は中になると考えた。

資料2 改良かまどの技術者が所属する組織の比較

組 織	費 用	要請から派遣までの 期 間	実現の可能性 (要請に必ず応えるか?)
環境天然資源漁業省 (SEMARNAP)	安 い	比較的早い <sup>1</sup>	高 い
州農牧森林開発局 (SEDAF)	安 い	遅 い	高 い
農牧・地域開発省 (SAGAR)	不 明	不 明	不 明
非 政 府 団 体 (NGO)	普 通	早 い	高 い
民 間 企 業	高 い	早 い	高 い

<sup>1</sup> 現在、SEMARNAP と良好な関係があるから

#### 4. 森林管理指針

##### (1) 基本方向

この森林管理指針は、森林火災の被害復旧を含む森林の取扱いの考え方を示すものである。

火災直後の森林は焼損した樹木が枯死するとみられたが、雨期を経て、完全に樹冠まで焼けた樹木を除いては葉が再生し、予想以上の回復が見られる。ただし、梢端部にのみに葉が着生しているマツは、今後乾季を経て、1年経過しないとその生存は確認できない。しかし、全般的に回復基調にある状況から、激害地を除いて軽害、中害地では単木的には枯死する樹木があっても林分としてみれば、森林の機能は数年後には火災以前の状態に回復すると予想される。

しかし、激害地ではほとんどの樹木が枯死しており、早急に復旧対策が必要である。復旧を希望的に考えれば、調査対象地においては、マツの天然更新及び Encino の萌芽更新が旺盛であることから、逐次回復する可能性が高い。

既に「2. 森林火災の影響」で述べたように被害によって生じている諸問題は、次のように整理される。

- ① コムニダの経済的資源となる商業用材木の多くが焼失し、将来の経済的資源の不足が懸念される。
- ② 集落周辺の燃材は過剰採取により火災前から不足していたが、火災により近い将来更なる薪不足が懸念される。
- ③ 火災を原因とするエロージョンにより次の問題が発生している。
  - a. 取水口が破壊され、仮設した取水口からでは乾季の水不足の対処は困難である。
  - b. 森林から土砂が流出し堆積した農地及び農地内の水路の侵食が進み兩岸の崩壊が拡大している箇所がある。
  - c. 道路と沢とが交差している箇所では道路の損壊が見られる箇所がある。

このような諸問題に対処するため、森林の分布状況、森林火災の被害状況、立地条件、住民の森林利用の可能性、意向等をふまえた森林の類型区分を行い、類型区分毎の森林の取扱いや復旧方法の考え方を示す。

## (2) 類型区分

### ① 森林分布毎の森林火災の状況

- ・北の Cerro Manta 山～Cerro Hueso 山～Mirador 山の尾根付近（標高約 2,600m）から標高 2,400m 付近までは広葉樹からなるメソフィロ林が分布し貴重な動植物も生息している。

火はマツ-Quercus 林を焼き、マツ-Quercus 林とメソフィロ林との境界で鎮火した。メソフィロ林は湿度が高いため火災の影響を免れた。

- ・メソフィロ林から低標高地域に向かいマツ-Quercus 林が標高 1,400m 前後まで分布する。この地域のほとんどが火災の被害を受けた。集落から Río San Martín 川にかけての S. J. Quiotepec と対面する南東向き斜面及び標高 2,000m 付近の尾根筋が激害地となっている。

- ・マツ-Quercus 林地域は、更に標高 2,000m 前後を境としてそれより高標高地の半湿潤地域とそれより低標高地の半乾燥地域とに分けられる。半湿潤地域は生産力が高く樹高が高い森林が多く、半乾燥地域は生産力が低く疎林や樹高が低い森林が多い。

上述したようにこの地域のほとんどが火災の被害を受けた。

- ・急斜面や土壌の薄い箇所は、土壌の保全が必要な箇所であるが、火災により土壌保全の必要性が更に高まった。
- ・半乾燥地域より下部の低標高地帯はセルバ・パハの乾燥地域となり、灌木、低木の生育する地域となっている。

この地域はもともと植生が少ないこともあり、火災の被害は受けなかったかあっても軽微である。

以上のように Cerro Manta 山から東南の斜面を除いてマツ-Quercus 林を中心に火災の被害を受けた。

### ② 森林利用毎の森林火災の状況

- ・マツの優良木は商業用に利用されてきた。

商業用の森林で激害を受けたのは、幹線道路と集落を結ぶ道路が交差するあたりから西へ向かう尾根筋及びその尾根から Cerro Toro 山方面へ向かう尾根筋である。この周辺はまとまって大面積の激害となっている。これ以外にも概ね尾根筋を主体に激害地がみられる。ただし、面積的には激害地よりも微害地、中害地の方が多いので、これら火災の影響の少なかった地域は、今後コムニダ共通計画に従った森林の取り扱いをすることで、激害地は復元地域とし、早急に復元を図る必要がある。

- ・ La Escopeta 川の支流に取水口を設置し、飲料水を取水していた。

この取水口はエロージョンにより破壊された。更に、仮設した取水口も乾期の水不足には対処が困難であり、新たに水源を確保する必要がある。住民はネグロ川上流に取水口を新設することを希望している。水問題は緊急性を要するためワークショップでも第1の問題として取り上げられた。

- ・ 住民は家屋建築など自家用材採取の場及び日常の燃料源の薪採取の場としても森林を利用している。

薪材の焼失は近い将来薪不足をきたすものと予想される。火災以前から集落周辺は過剰採取の影響で薪材が少なかったこと及び集落から Río San Martín 川にかけての薪生産林として適当な東南向き斜面の被害が大きいこと、薪生産林を復旧させる過程で不足する薪材を確保すること等を考慮し、薪生産林を多く設定する必要がある。

ワークショップでも薪不足に対処する幾つかのプロジェクトが提案された。

### ③ 類型区分毎の区域

以上の森林分布毎の森林火災の状況、森林利用毎の火災の状況から激害地は復元地域とし、微害地、中害地は、共通計画の考え方に従った類型区分とすることを基本に住民の意向等を総合的に判断し、類型区分は表 Bu-2 及び図 Bu-2 に示すとおりとする。なお、当面どの類型にもあてはまらず施業を行わない森林を残置林として区分する。また、ある類型に他の類型が点在または狭小なものとして介在する場合には、施業の一体性の観点から周囲の類型に含めて設定した。

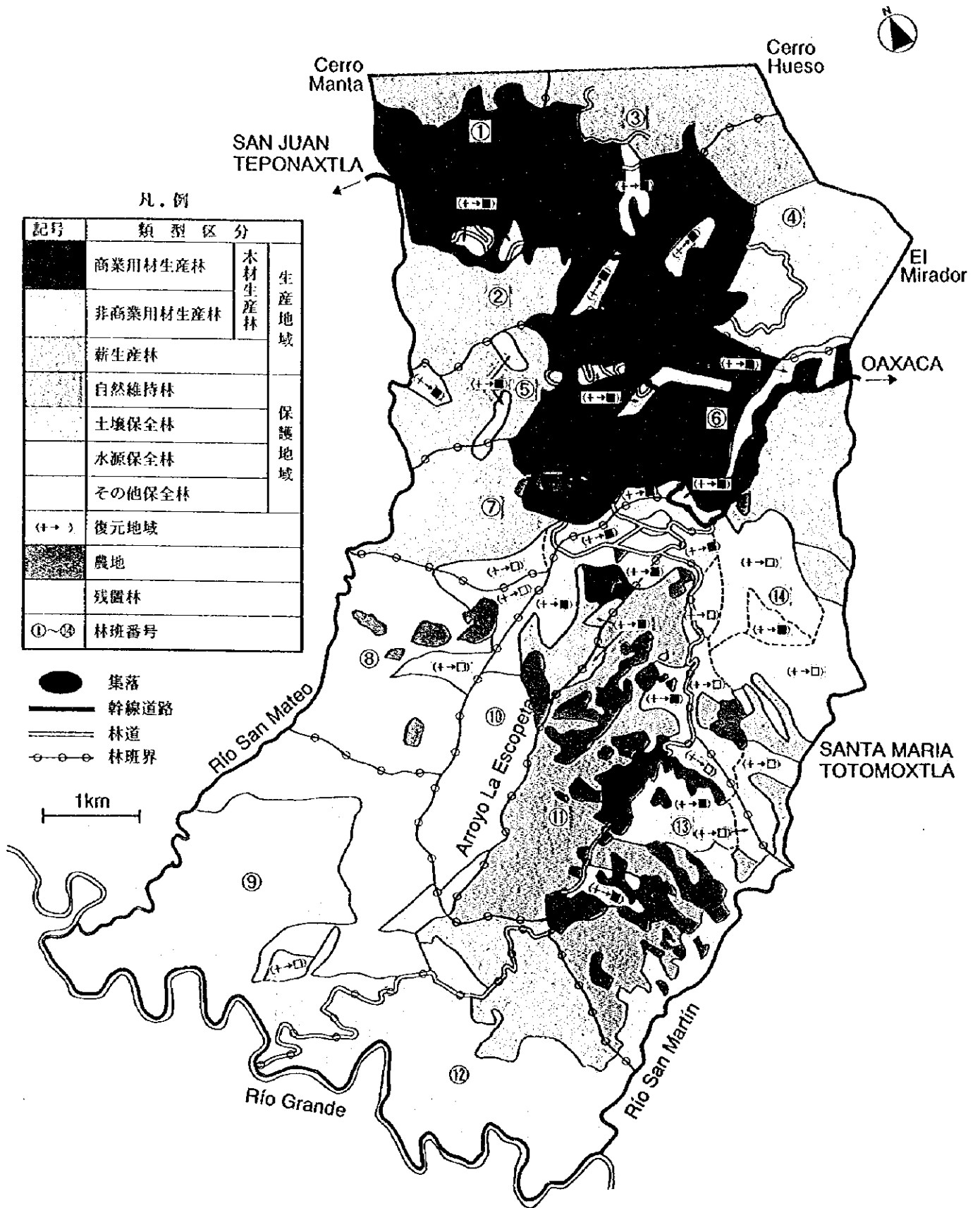
なお、詳細は森林管理図（縮尺 1/10,000）に示すとおりである。

### ④ 森林区画

森林を区画し、林班と小班を設定した。林班区画は図 Bu-2 のとおりであり、小班は別添の森林管理図に示した。

### ⑤ 類型区分毎の面積

類型区分別、林班別の面積は表 Bu-3 のとおりである。



凡例

記号	類型区分	
	[Solid Black]	商業用材生産林
[White]	非商業用材生産林	
[White]	新生産林	
[Dotted]	自然維持林	保護地域
[Dotted]	土壌保全林	
[Dotted]	水源保全林	
[Dotted]	その他保全林	
(+→)	復元地域	
[Stippled]	農地	
[White]	残置林	
①~⑭	林班番号	

- 集落
- 幹線道路
- 林道
- 林班界

1km

図Bu-2 San Martín Buenavistaの類型区分

表 Bu-2 類型区分毎の区域

類型区分		内 容
生産地域	商業用材生産林	・半湿潤地域のマツの成長の良い地域 (幹線道路周辺、伐採林道の周辺)
	非商業用材生産林	・半乾燥地域のマツの多い森林 (幹線道路から集落へ向かう道路周辺の標高 2,000mから標高 1,400m付近まで)
	新生産林	・集落周辺の森林
保護地域	自然維持林	・北の Cerro Manta 山~Cerro Hueso 山~Mirador 山の尾根付近から標高 2,400m付近までのメソフィロ林地域
	土壌保全林	・ S. J. Quiotepec に面する S. M. Buenavista 川の南東向き斜面の中の急斜面 ・ San Mateo に面する Ariero 川の西向き斜面の中の急斜面
	水源保全林	・ Arroyo Negro 川に取水口を新設することを前提とする。Arroyo Negro 川と幹線道路が交差する地点から Arroyo Negro 川の上流域
	その他保全林	・セルバ・バハ地帯
復元地域		・火災激害地。ただし、復元された後は、それぞれ目的とする類型区分に編入される
残置林		・当面施業しない地域



表 Bu-3 類型区分別の面積

単位：ha

類型区分	林班														合計	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
生産地域	木	77	213	135	81	197	143	93	-	-	18	-	-	-	-	957
	材		(239)	(150)	(96)	(212)	(190)	(111)	-	-	(128)	(15)	-	-	(15)	(1,233)
	生	-	155	-	-	128	-	159	43	41	63	114	83	141	927	
	産					(150)	(190)	(190)	-	-	-	-	(96)	(234)	(1,086)	
保護地域	薪	-	-	-	-	-	-	-	-	-	212	-	39	9	260	
	生										(240)		(140)	(58)	(438)	
	産	63	-	159	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	286	
	林														(286)	
その他保全林	土	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65	65	
	壌													(235)	(235)	
	保	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	235	
	全														(238)	
復元地域	水	-	-	-	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	235	
	源				(238)										(238)	
	保	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	982	
	全														(982)	
残置林	其	-	-	-	-	-	-	-	502	11	-	390	79	-	982	
	他														(982)	
	保	-	26	15	18	37	47	49	9	110	43	-	114	327	830	
	全		(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	
合計	林	-	-	-	-	-	-	-	261	156	-	-	-	-	681	
	置								(316)						(745)	
	計	140	394	309	398	362	190	301	825	329	318	504	315	542	5,242	
	合															

( ) 内の数字は復元地域の森林が復元した後における数字を示す。四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。

### (3) 類型区分毎の森林の取扱い

先ず森林火災被害区分毎の類型区分の方針について述べ、次に各類型区分毎の森林整備の方針について述べる。類型区分毎の森林の取扱いは、基本的にコムニダ共通計画に述べた類型区分の森林の取扱いと同様とする。

#### ① 森林火災被害区分毎の森林の取扱い

##### a. 微害地及び中害地

微害地の森林の回復状況は良好であり、中害地においても数年後には天然更新による回復が見込めるため、この被害地の森林は共通計画の類型区分の考え方に従って類型区分を行う。森林の回復は自然に任せることとするが、中害地のうち天然更新による回復が思わしくない箇所については植栽も考慮する。

##### b. 激害地

激害地の森林は復元地域とし、回復しつつある表層の植生を攪乱することなく、これを保護し、今後その森林に期待される森林機能の回復に努める。

各激害地とも現時点で復元後の類型区分の設定が可能であるので、復元後の類型区分は、森林管理図及び森林調査簿に示した。復元地域の中で、商業用材生産林及び薪生産林に区分される箇所については積極的に人手を加え、早期の復旧を目指す。保護地域においては自然植生の回復に任せるが、早期の植生回復を念頭におき、放牧等による植生の攪乱をさけるとともに、回復が悪い箇所は植栽を考慮する。

復元地域の復元目標とする面積を表 Bu-4 に示す。

#### ② 生産地域の整備

##### a. 薪生産林

集落付近のマツ-Quercus 林及び Quercus 林の Encino は、もともと過剰採取のため資源が乏しかったことに加え、森林火災により被害を受けたため、集落近辺での住民の薪需要を満たすことは困難となっており、将来更なる薪不足が懸念される。このため住民の薪需要量に見合う面積以上の薪生産林を集落付近に設定した。

##### (a) 整備目標

コムニダが必要とする量の薪が、持続的に採取できるよう所要面積を薪生産林として整備する。

##### (b) 薪生産林の面積

S. M. Buenavista の世帯数は 90 あり、1 世帯あたりの薪消費量を年間 6 m<sup>3</sup> とすると年間消費量は 540 m<sup>3</sup> である。薪生産林の平均成長量を 4.9 m<sup>3</sup>、薪の生産歩留りを 75%

表 Bu-4 復元地域の復元目標とする類型区分の面積

単位：ha

類型区分	林班														合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
生産地域	-	26	15	15	15	47	18	-	-	110	15	-	-	15	276
木材生産林	-	-	-	-	22	-	31	-	-	-	-	-	13	93	159
薪生産林	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	101	49	178
自然維持林	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
土壌保全林	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	170	170
水源保全林	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
その他保全林	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
残置林	-	-	-	-	-	-	-	55	9	-	-	-	-	-	64
合計	-	26	15	18	37	47	49	55	9	110	43	-	114	327	850

注) 合計の面積が表 Bu-3 の類型区分の復元地域の面積に一致する。

とすると薪生産林の所要面積は 147ha 以上なければならない。しかし、上述したように薪生産林に設定した森林の Encino はもともと少なかった上に、焼失したため薪生産林の薪が利用できる段階に至るには 15～20 年と予想される。その間は、現実的には細い木も採取しなければならないことも予想されることから薪生産林が整備されるにはさらに多くの年数がかかると予想される。また、将来の人口増加も考慮すると薪生産林は所要面積の 2～3 倍程度必要と推定される。このため薪生産林は、集落周辺の復元地域のうち薪生産林に復元されるものを含め 438ha 設定した。

### (c) 整備方法

- ・ Encino を薪として効率的に利用する場合、胸高直径 20cm 以上のものが適当である。従って、胸高直径 20cm 未満の Encino の伐採採取は控えることを原則とする。しかし、集落周辺の薪生産林ほとんどが焼失してしまったため、現実的には細い Encino を採取せざるを得ない場合も起こると思われるが、細い Encino の伐採はできるだけ控え、2～3 年間しかもたないと予想されるが、焼けた Encino 及びマツを利用する。
- ・ 需要に対する不足量は、森林火災の影響がなかった場所で行う林分改良作業で伐採される Encino で補う。
- ・ 森林火災により枯死した Encino の根元付近からは多数の萌芽が見られる。このうち生育の旺盛な優良芽を 3～5 本選抜し、残りは芽掻きを行いその成長を促進させる。
- ・ Encino 以外の樹種は薪としての需要が少ないので、それらを徐々に伐採し、Encino 林への転換を図る。
- ・ Encino の母樹が付近になく Encino の更新が困難と思われる場合は、ドングリを採取し、播種する。

なお、激害地で将来薪生産林に編入される林分の施業モデルを図 Bu-3 に示した。

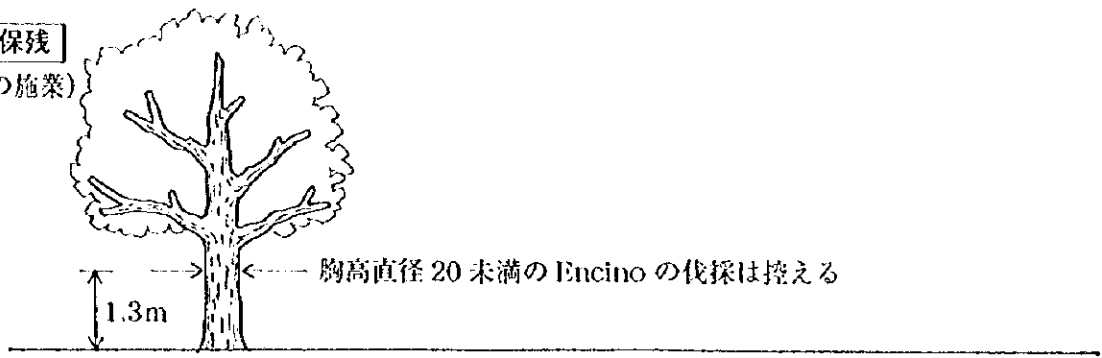
また、薪生産林の整備にあたっては、より効果的に行うため道路の周辺等アクセスが容易な箇所から実施することが望ましい。

## b. 木材生産林

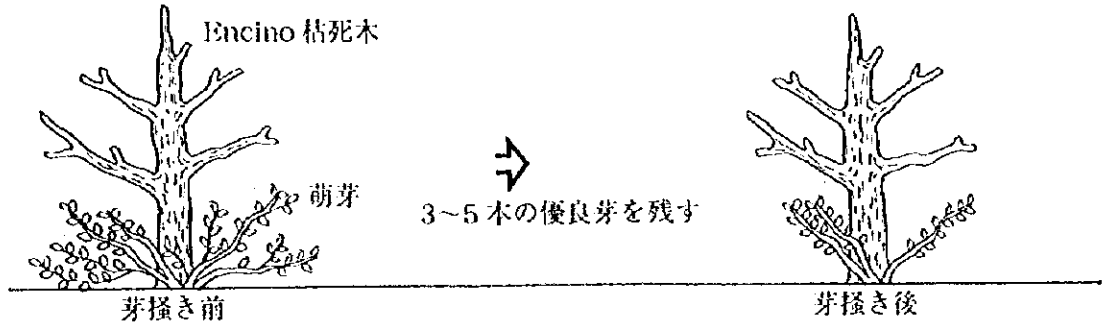
### (a) 商業用材生産林

施業は将来商業用材生産林に復元される激害地の施業と被害の影響が少なかったあるいは受けなかった地域の施業に分けられる。最初に商業用材生産林全体の整備目標を掲げ、次に被害区別の施業について述べた後に、長期的な展望について述べる。

**小径木の保残**  
(Encinoの施業)

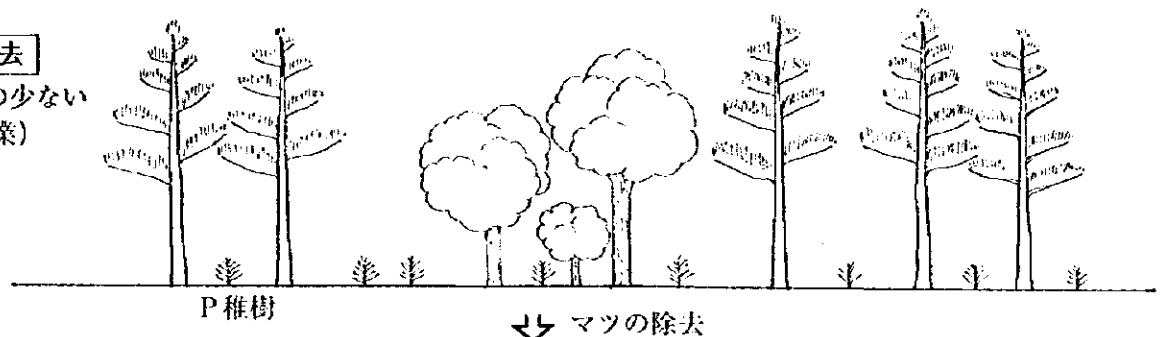


**芽掻き**



**マツの除去**

(Encinoの少ない箇所の施業)



**Encino人工播種**

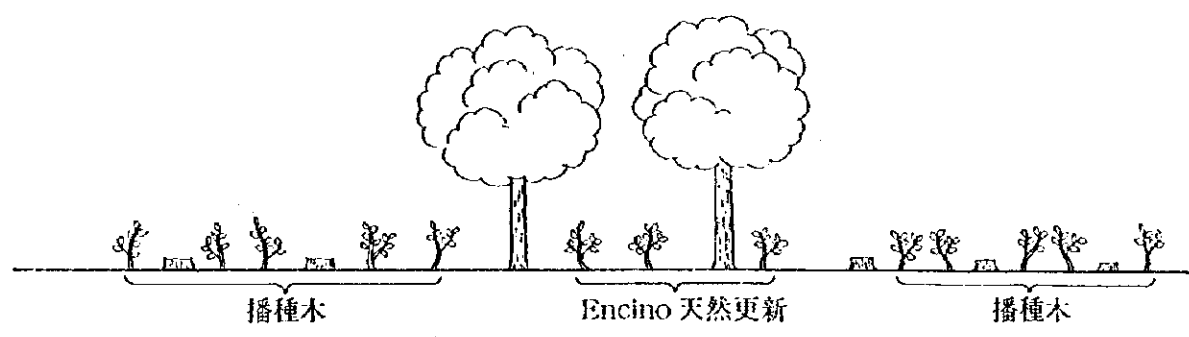
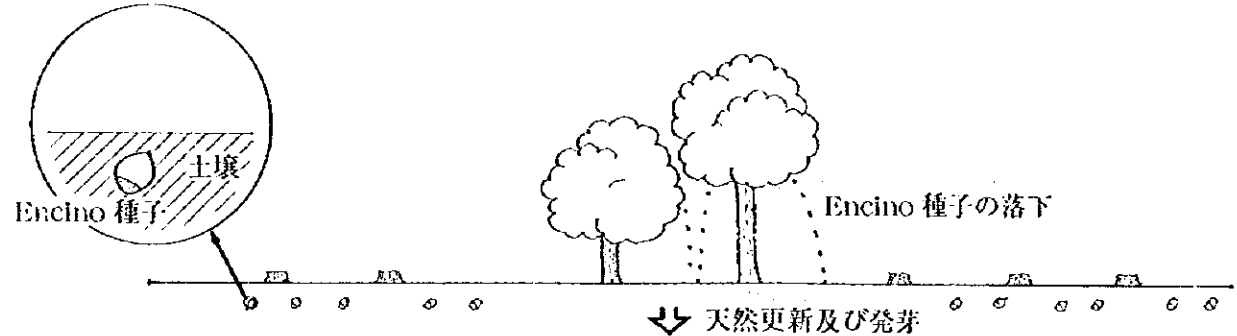


図 Bu-3 激害地(復元林)で将来新生産林に編入する林分の施業

### i. 整備目標

激害地から復元される地域も含め商業用材生産林全体が、将来持続的に木材生産が可能な森林構成となるように整備する。

### ii. 激害地（復元地域－将来の商業用材生産林）の施業

激害地の施業は他の施業に優先される。

#### (i) 被害木の伐採

現在被害木の伐採が進められているが、できるだけ早く伐採することが望ましい。既に一部に虫害の兆候が見られ、害虫は弱った木に侵入するため、残存林分の健全性を保つためにも伐採する必要がある。

現状の伐採状況を見ると伐採が先行し、搬出が遅れ、林道沿いに極積みされている材には青斑が生じているものもあり、折角伐採しても利用ができない材もでてきている。このようなことのないように伐採後、直ちに搬出する必要がある。

#### (ii) 更 新

マツの天然更新は旺盛であるため、天然更新を主体とする。植栽が必要な箇所は少ないが、急斜面は表土の移動もあって天然下種による稚樹が発生しにくい状況にあるので、このような箇所及び他の箇所でも部分的に更新が不良な箇所が生じた場合は人工植栽を行う。苗木は SEMARNAP、SEDAF 等から供給される苗木を用いる。

なお、激害地において既に植栽した箇所があるが、植栽方法が適切でないものも見られるので、図 Bu-3 に示す植付作業手順のモデルのように植栽作業を適切に行う必要がある。

#### (iii) 保 育

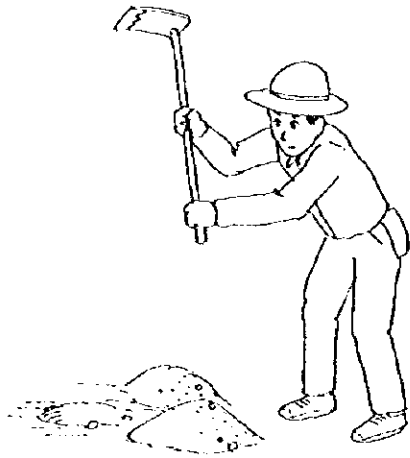
更新後の施業は、共通計画に示す商業用材生産林の施業モデルの下刈前の段階に組み込まれ、その後はこの施業モデルに従って保育を行う。

以上述べた激害地（復元林）で将来商業用材生産林に編入される林分の施業モデルを図 Bu-4 に示す。

### iii. 被害の少なかった箇所及び被害を受けなかった地域の施業

#### (i) 施業方針

- ・過去の伐採によりマツの更新が少なく、Encino が繁茂している森林は、マツが多く経済的に価値が高い森林に林分改良を行う。



① 植え穴作り (1)

植え穴部分の土を除き、植え穴の近くにかきあげる



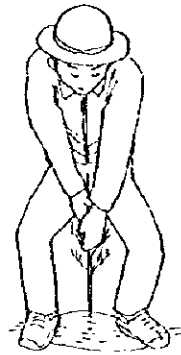
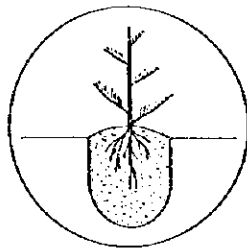
② 植え穴作り (2)

植え穴部分の石を取り除き、植え穴から離れたところに置く



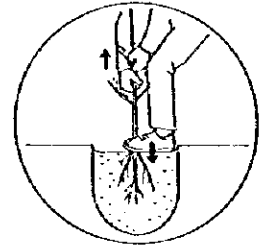
③ 植え付け

苗木からポットをはずし、植え穴の中心部に苗木を置き、足か鍬で土を地面よりやや盛り上げる程度にかける



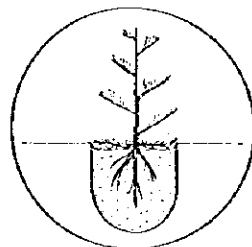
④ 踏みつけ

苗木を手で持ち上げ加減にしながら、苗木の周りの土を踏みつけ、地面よりやや低めにする



⑤ 植え穴部分の覆い

植え穴周辺部の下層植生の刈り払い物や落葉で植え穴部を覆う

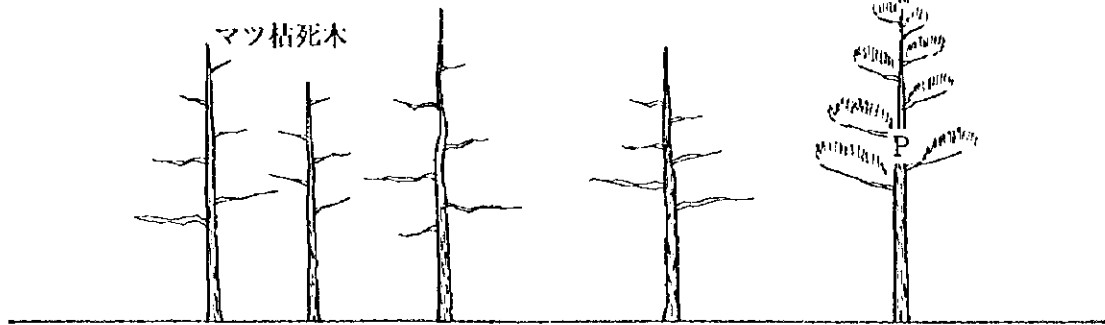


作業手順

①→②→③→④→⑤

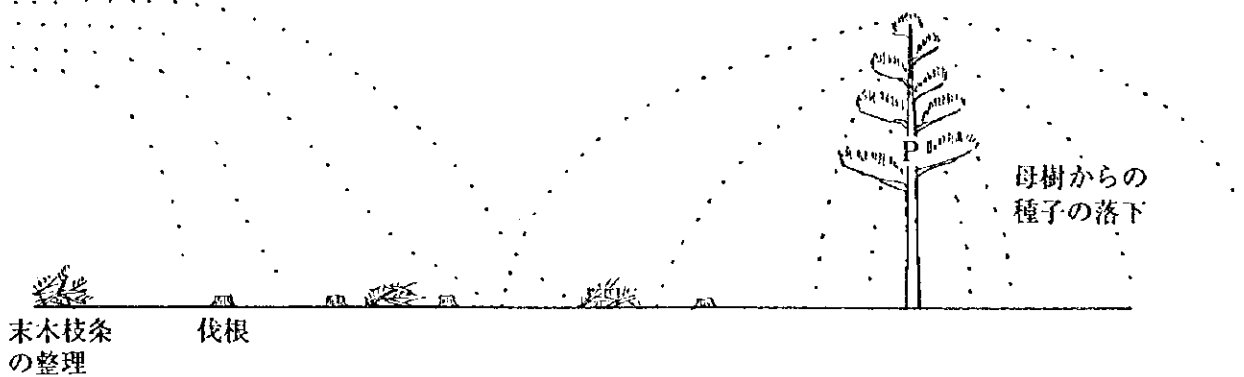
図 Bu-4 植え付け作業手順のモデル

母樹があれば保残（上限 16 本/ha）

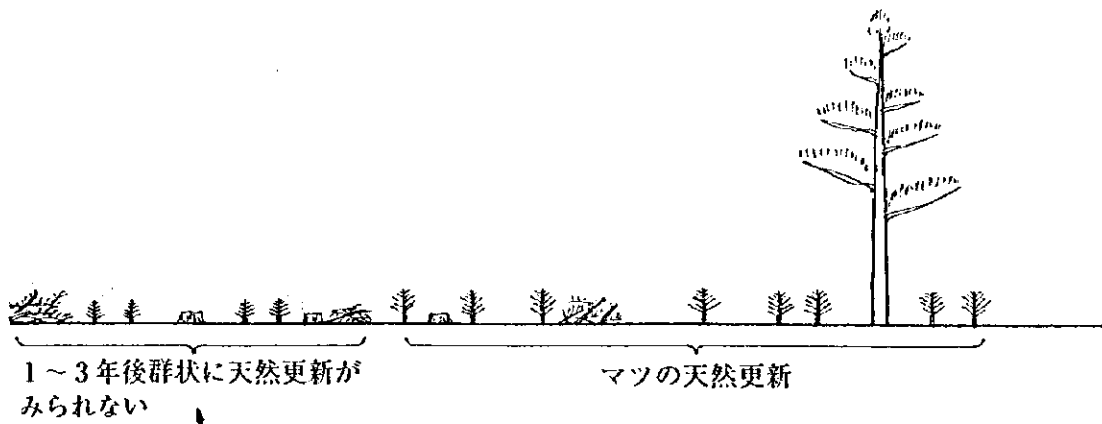


周辺母樹からのマツ種子の飛散

⇓ 枯死木の伐採及び末木枝条の整理



⇓



補完的人工植栽

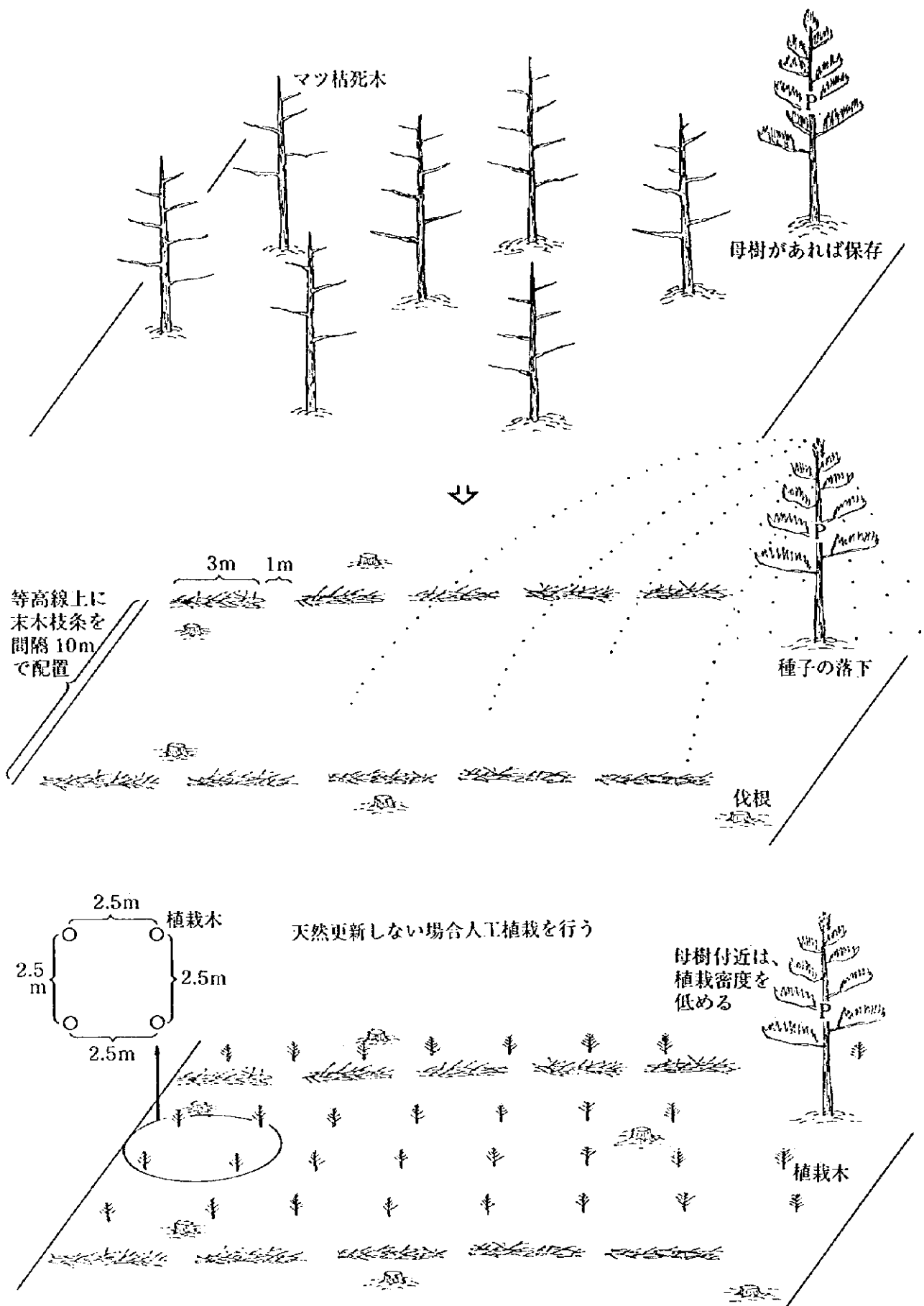
2.5×2.5m

⇓

その後の保育は商業用材生産林の施業モデルと同様

図Bu-5 (I) 激害地で将来商業用材生産林に編入する林分の施業（緩斜地）





図Bu-5(2) 激害地で将来商業用材生産林に編入する林分の施業(急斜地)

- ・マツが過密に生立している林分は、より早期に径級の太い材が生産できるように間伐を行う。

(ii) 林分改良

被害の少なかった林分あるいは被害を受けなかった商業用材生産林は、ほぼ全域にわたり過去数次の良木の抜き伐りにより Encino が多く混入した林分となっており、将来良質のマツ材を生産できる林分構成となっていないため、Encino を主とする広葉樹の伐採整理及び母樹を残して他のマツも伐採して、マツの多く成立する林分に導く林分改良を行う。

(iii) 間伐

マツが過密に生立している林分を対象に間伐を行う。母樹保残皆伐施業モデルに従い、直径が細い箇所の間伐林分の林齢を 20 年と見込み、施業モデルの初回相当の間伐を行う。また、直径が太い箇所の間伐林分の林齢を 35 年と見込み、第 2 回目相当の間伐を行う。

なお、間伐林分のうち特に過密な林分は、一度に 30% 程度の間伐を行うと共倒れの恐れもあるため、そのような箇所は 20% 程度の弱度の間伐を 2 回に分けて 5 年程度の間隔をおいて行うこととする。

林分改良及び間伐が必要な箇所の面積は表 Bu-5 のとおりである。

表 Bu-5 林分改良及び間伐が必要な箇所の面積

単位：ha

類型区分		林班														合計	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
生産地域	木材生産林	林分改良	77	185	132	65	145	76	78	—	—	5	—	—	—	—	763
	間伐	—	28	3	16	52	67	15	—	—	13	—	—	—	—	—	194
合計			77	213	135	81	197	143	93	0	0	18	0	0	0	0	957

なお、林分改良は後述するように保護対象や搬出条件の悪い箇所を 40% 除いた地域を施業対象林とし、かつ全面的に行うわけではないので施業対象林の 80% を行うとすると ( $763 \times 0.6 \times 0.8 = 366\text{ha}$ ) 実質的に行う林分改良の面積は概ね 370ha となる。

これらの施業は激害地の復旧が終了した後に行うことになるが、林分改良は 30 年以上の長期間を、間伐は 10 年以内を目安に行うことが望ましい。

#### iv. 長期的な展望

##### (i) 輪伐期

一度伐採更新された箇所に次の主伐が巡ってくるまでの期間を 60 年と想定し、これを展望する。

##### (ii) 望まれる森林構成

各林齢の林分がほぼ等面積ずつ保たれ、毎年均等な材積収穫が得られる蓄積を持つ森林構成

##### (iii) 将来の森林構成

森林施業を行うことにより現状の森林構成から望まれる森林構成に整備された場合には、表 Bu-7 及び図 Bu-5 に示す森林構成となる。この望まれる森林構成は「4-1(8)①母樹保残皆伐施業モデル」を用いて各齢級時の平均樹高、平均胸高直径、平均材積、平均成長量等を表 Bu-6 のように推定した。

表 Bu-6 望まれる森林構成における樹高、直径、材積等

齢 級	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	X I	X II
林 齢 (年)	1~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	31~35	36~40	41~45	46~50	51~55	56~60
平均樹高 (m)	1	5	8	12	13	16	20	23	25	26	28	29
平均胸高直径 (cm)	—	—	—	17	19	22	26	31	33	35	37	39
平均材積 (m <sup>3</sup> /ha)	—	—	—	17	92	140	205	217	228	276	321	362
平均成長率 (%)	—	—	—	—	25.3	11.1	8.2	4.5	4.3	4.1	2.7	2.4

##### (iv) 将来を展望した伐採量

実際の森林においては、保護対象となる河畔林、林縁、稜線、搬出条件の悪い箇所、概ね 40° 以上の急傾斜地等を含むので、それらの面積を 40% と見込むとこの施業対象林のマツの理想的な資源構成は、表 Bu-6 を勘案し、表 Bu-7、図 Bu-5 のとおりとなる。

このように森林が整備された後の毎年の立木伐採可能量は、約 4,700m<sup>3</sup> (伐期平均材積 380m<sup>3</sup>/ha、面積 13.3ha、母樹の材積は当初から存在するので考慮しない) となる。

##### (v) 将来の主伐時期

将来の主伐時期の日安としては、間伐対象林分は、(60年-間伐林分の林齢)の年数が経過した時が主伐時期となる。多くの間伐林分が林齢 20 年時の第 1 回目相当の間伐と見込まれるので間伐後約 40 年後、一部の林分が林齢 35 年時の第 2 回目相当の間伐と見込まれるので間伐後約 25 年後となる。林分改良を行う

表Bu-7 S.M. Buenavistaの施業対象林におけるマツの理想的な森林構成

齡級	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	合計
面積 (ha)	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	740
蓄積 (m <sup>3</sup> /ha)	1	7	16	29	92	140	205	217	228	276	321	362	
蓄積 (m <sup>3</sup> )	62	434	992	1,798	5,704	8,680	12,710	13,454	14,136	17,112	19,902	22,444	117,428

注) 四捨五入の関係で合計値があわない場合がある。

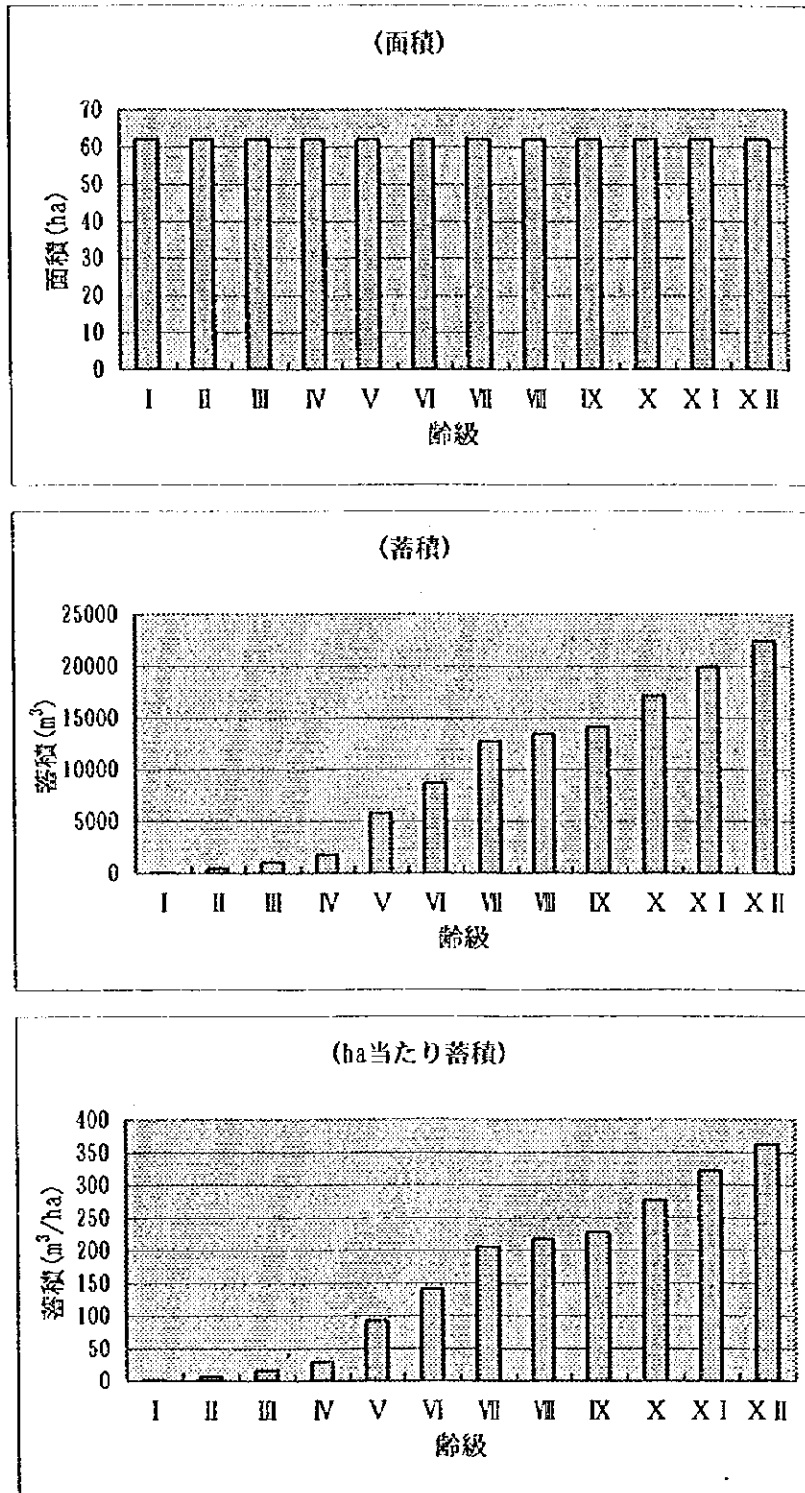


図 Bu-6 S.M. Buenavista の施業対象林におけるマツの理想的な森林構成

林分では林分改良後は主伐後の林分と同様の施業を行うこととなるので林分改良後 60 年と想定される。

(b) 非商業用材生産林

基本的に天然更新を主体とするが将来非商業用材生産林に復元する森林で植生の回復状況が良くない箇所は植栽を考慮する。

この森林は生産力が低いため、積極的な施業は行わない。住民の生活用材の採取に限り択伐的な伐採ができるものとする。

③ 保護地域

a. 水源保全林

水源保全林については破壊された既存の取水口及び仮設した取水口の上流の溪岸浸食が激しく、この箇所の早期の回復が困難であること、泥水が混じり水質が良くないこと等を考慮し、Río Negro 川の上流域に変更した。住民も Río Negro 川に取水口を新設することを希望している。Río Negro 川に取水口を設けると集落まで敷設するパイプが長距離となるが、この流域は大きいこと及びこの上流には湿潤なメソフィロ林があるため、乾季における水不足も心配はなく、現状では最適地と判断される。

水源保全林の施業は共通計画に従うこととする。ただし、激害地で水源保全林に復元する箇所もあるので、これらの箇所で天然更新の状況が悪い場合は植栽を行う。

b. その他の保護地域

その他の保全林の施業は共通計画に従うこととする。ただし、復元地域で天然更新の状況が悪い場合は植栽を行う。また、土壌保全林は植生の回復により土壌を保全するものであるから植生の回復が最も重要である。そのためには自家用材の採取、薪の採取（落葉、落枝を含む）、放牧等の人為による介入を一切避けることとし、植生の回復に努める。

(4) エロージョン対策

① コムニダにおけるエロージョン問題の背景

1998 年 5 月の森林火災により森林焼失するまでは、コムニダの森林は、

- a. 樹木及び下層植生と林床の落葉層及び腐植層などによって、土壌表面は降雨の直接的な影響から保護され、
- b. 降水を部分的に貯留、浸透させ、その残りを溪流に少しずつ放出し、表面流出の速度を調整することによって表面流出量を抑制する

など、よくその水土保全機能をはたしていた。言い換えれば、植生及び地被によって地

表は守られ、森林からの表面流出量と斜面及び川の処理許容量とのあいだに平衡が保たれていたため、森林内におけるエロージョンの発生の問題は殆ど見られなかった。

しかし、森林火災の後、森林による地表保護機能と表面流出抑制機能を十分にはたせなくなった。その結果、雨期の表面流出量が大きく増え、加えて地形が急傾斜であるため、さまざまな型及び規模のエロージョンが発生し、農地、道路及び取水口の損傷・破壊等、コムニダの住民に被害をもたらした。

## ② 被害状況

森林火災後に発生した侵食被害の状況は表 Bu-8 及び図 Bu-7 の通りである。

表 Bu-8 侵食被害状況

タイプ	主な被害態様
ガリー侵食	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ガリー侵食が道路の切取法面及び盛土法面に発生</li> <li>- 林内のガリー侵食により発生した土砂が流出し農地に堆積</li> <li>- ガリー侵食が農地内に発生</li> </ul>
斜面崩壊	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 道路下方斜面の崩壊</li> <li>- 崩壊した土砂が果樹園に流出し堆積</li> </ul>
溪岸侵食	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 侵食された土石の大量流出による飲料水取水施設(取水堰及び水槽)の破壊</li> <li>- 侵食箇所の上部の農地の崩壊</li> </ul>
道路侵食	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 土砂を含んだ大量の流出水による排水溝の侵食</li> </ul>

大量の降水があった場合には、対策が採られなければ、次のような箇所では被害が更に拡大するおそれがある。

- ・ 激害地のうち特に下層植生及び腐植層が完全に焼失した森林
- ・ 深い非固結土がある場合（一部では深さ 10m 以上）
- ・ 崩壊地の頭部（crown area）及び溪岸の上部に引っ張り亀裂がある場合
- ・ 崩壊地の下部（toe area）で浸出水がある場合
- ・ 排水施設が適切でない道路

## ③ エロージョン問題に対する地域住民の意識

住民参加及び侵食対策施設の将来にわたる維持管理、つまり保全活動の持続性などの観点から、エロージョン問題に対する地域住民の意識及びその対策にかける熱意は重要である。

地域住民はエロージョン及びエロージョンがもたらした災害について、大まかに自覚していた。住民は、調査対象として、エロージョンの影響を受けた土地 6 か所を採り上げた。

6 か所とも、ガリーエロージョン、及び土砂堆積、溪岸侵食の被害を受けた農地およ

び取水口であった。地域住民の理解を深めるため、森林火災の後にエロージョンが発生する過程及び原因、対策が施されなかった場合の被害、対策のための基礎的で簡易な工法などについて、一部の被害箇所では説明を行いエロージョン対策に対する理解を深めるよう努めた。

#### ④ エロージョン対策の指針案

##### a. 基本的な考え方

- 周辺に保全対象のある箇所のみを対策の対象とする。保全対象は、主にコムニダ内の農地及び道路等とする。
- 建設のための資材が現地で調達でき、かつ、地域住民によって簡易な工法で作設できる、石積チェックダム、丸太チェックダム及び編柵工など、簡素で低費用な構造物対策を提案する。これらの対策は暫定的な物であるが、工法や維持管理によって4～5年の耐久性があつて、この間に森林が回復すれば、それにとまなう植生の再生がエロージョンの進行を抑える効果を発揮するものと思われる。
- 構造物の保護及び植生の更新と成長を促進するため、対策が施されたすべての土地を、放牧及び火災より保護する。また、保全活動の持続性とエロージョン対策活動の効率的な推進の観点から、全構造物の維持管理は定期的に行なわれる。

##### b. エロージョンのタイプ毎の対策案

コムニダで発生したいくつかの代表的な侵食タイプ及びその対策案は図 Bu-8 に示すとおりである。各侵食タイプ毎の現状及び対策案は下記のとおりである。

##### (a) ガリーエロージョン<sup>\*</sup> 対策

##### i. 現 状

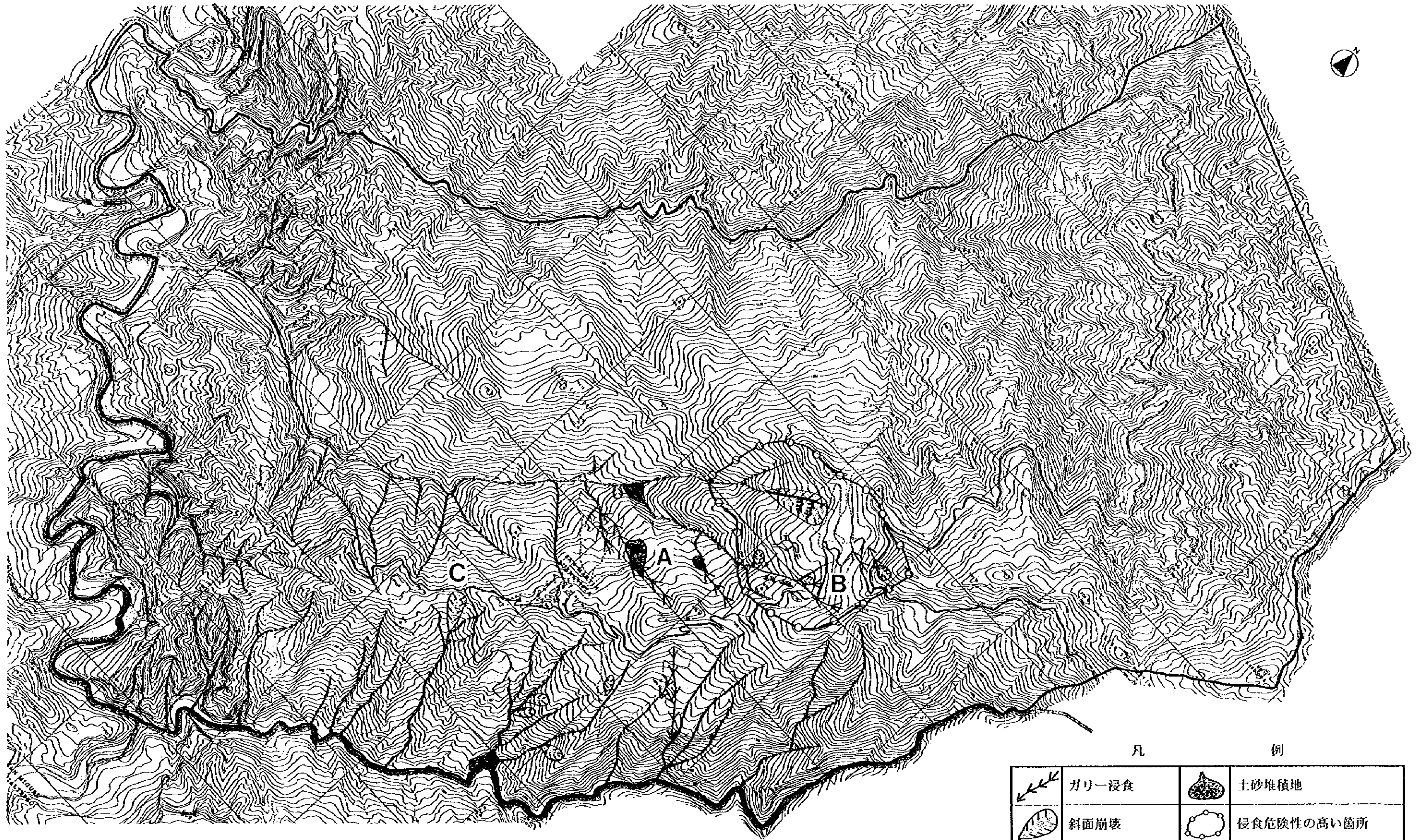
San Martín Buenavista におけるガリーエロージョンの発生に影響を与えた主な

<sup>\*</sup> 水による侵食の過程は、第一段階は、雨滴の衝撃によって土壌が壊れる飛沫侵食 (splash erosion) である。水が集中していくつかの小さな水路を形成し、水路となった箇所に小さな侵食が発生して、第二段階のリルエロージョンとなる。第三段階がガリーエロージョンで、いくつかのリルが集まって水路が大きくなる時に発生し、リルエロージョンの発展型である。最終段階は、溪流の両岸及び溪床がえぐられる溪岸侵食となる。大きさの点から簡単に分類すれば、リルエロージョンは、普通の耕作機具でつぶせる小さな水路であり、ガリーの場合は、水路があまりに大きく、耕作機具によってつぶすことができない。FAO によるより厳密な分類 (Conservation Guide 13/2) では、リルは深さ 30cm 以下の水路となっており、一方ガリーは、下表の通りになっている。ガリーは、また、その形 (U 形、V 形、台形)、及びその延長の形態 (連続型または分岐型、不連続型または独立型) によっても分類されている。

ガリーの等級	深さ (m)	流域面積 (ha)
小規模	1 以下	2 以下
中程度	1 から 5	2 から 20
大規模	5 より大	20 より大







凡		例	
	ガリー浸食		土砂堆積地
	斜面崩壊		侵食危険性の高い箇所
	引っ張り亀裂		破壊された飲料水取水施設
	溪岸浸食		河川



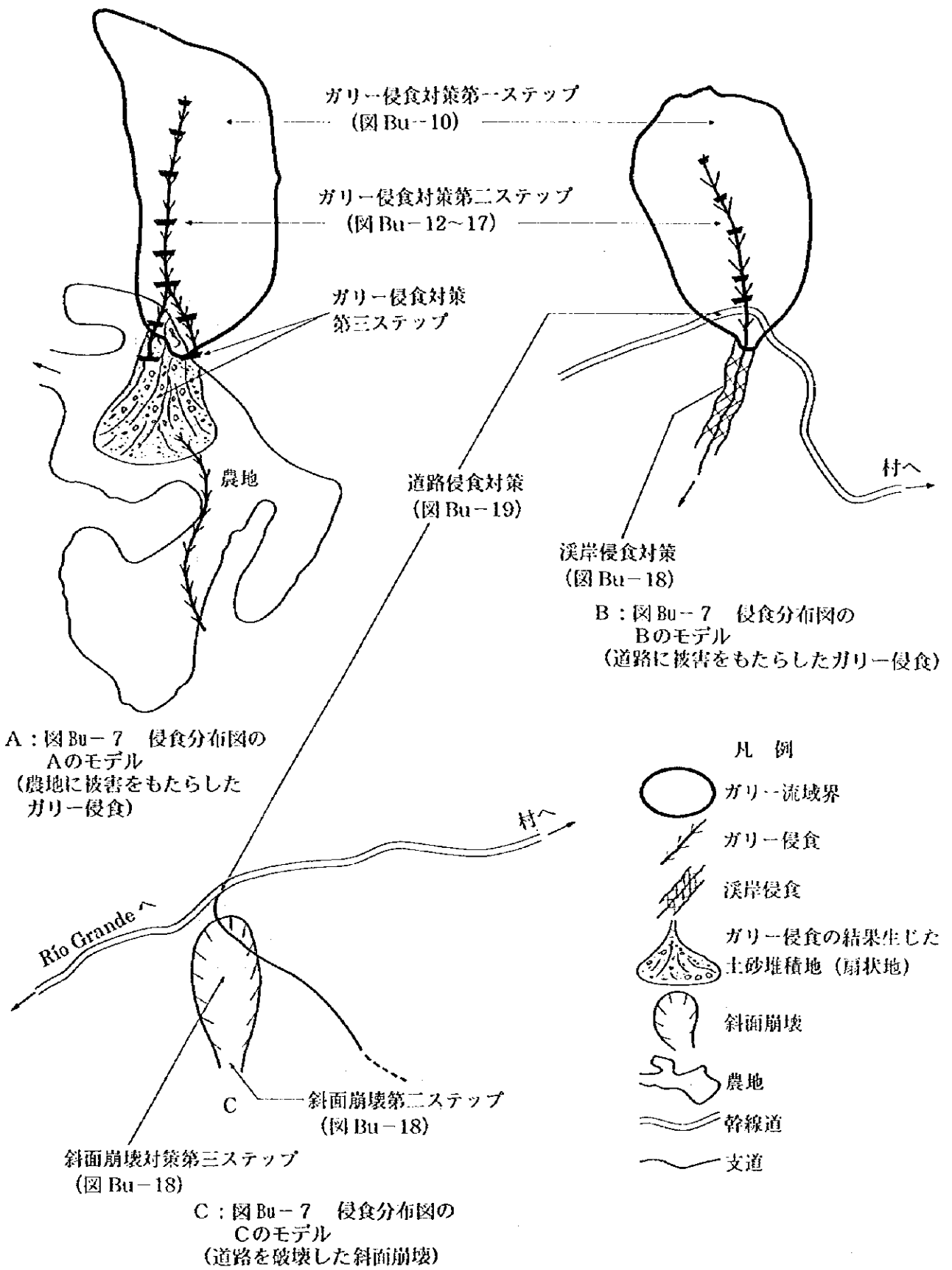


図 Bu-8 Comunidad で発生したいくつかの代表的な侵食タイプ及びその対策案

要因は、前述のように、森林により植生及び地被を焼失したことにある。これにより、雨期の表面流出水の規模が拡大し、ガリー化が進行した。現地での観察では、図 Bu-9に見られるようなガリー先端部の後進、兩岸及び底部の侵食がすべてのガリーで起っており、これは、ガリーが活発に進行中であることを示している。ガリーエロージョン対策が施されるか、または森林が完全に回復するまで、この状態が続くものと思われる。しかし、もし森林が漸次回復してゆけば、ガリーエロージョンを抑制し、ガリーの拡大を抑えることができよう。

ガリーエロージョンの問題は、下流の溪流の堆積する土砂の源になっていること、土砂を堆積させて(扇状を生じた)、すでに道路、農地及び取水口を損傷若しくは破壊したこと、農地内にガリー水路(深さ0.5mから2.0m、幅0.6mから4.0m、長さ数百メートル)を作っていることなどである。

## ii. 対策案

ガリー対策の主目的は、ガリーエロージョンの進行を食い止め、それによって農地と社会基盤への損害を最低限に抑えることである。この対策は、まず、ガリーの上流部の侵食土砂の下流への流出を防ぐことから始める必要があるので次に示すステップに従って上流域から実施することにより効果をあげることができる。

### 第一ステップ：ガリー先端の上部及び周辺の斜面

急傾斜上に、森林火災で枯死した立木の枝等を、3、4層に10m間隔で、等高線に沿って重ねる。地面と堅く接触するよう、枝等を強く地面に押し付ける。枝等が滑落すると判断される場合(例えば30°以上の急傾斜)、杭を打ち込んで枝等を地面に固定する。緩傾斜(10°から15°以下)においては、枝等を傾斜にばらまいて枝マルチングを作り、地表に一定の被覆を与える。(図 Bu-10 A、B)

この対策の目的は、表面流出水の流れに障害物を置いてそのエネルギーを割くことにより、その速度及び集中的な流水を抑えることにある。設置された枝等は、表面流出水を減速するものの、それを完全に阻むことはしないので、濾過性の障害物として機能することとなり、その結果、表面流出水が含む土砂の大部分は斜面上に堆積する。これにより、枝等の列の間及びマルチングをした地表を安定させ、稚樹の発生、成長にとって比較的安定した場所を提供し、天然更新を促す。これらの対策から最大限の効果を引き出すためには、対象地を火災及び放牧から保護することも重要である。

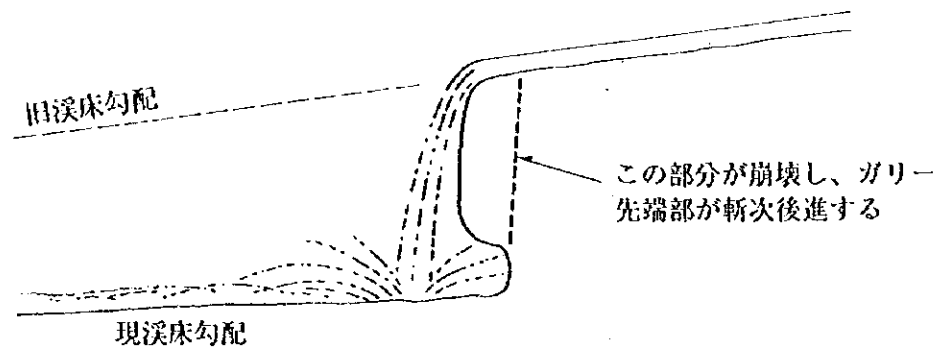


図 Bu-9 ガリー先端部の漸次後進（側面）

### 第二ステップ：ガリー内

ガリー内において、一連のチェックダム(ガリー延長 100mについて 8～12 基)を作設する。材料は、付近で入手可能なものにもよるが、地表の堅さの度合に応じて、石材または丸太とする。地表が堅くて丸太を打ち込むことが困難な場合、石積チェックダムによらざるを得ず、それ以外の場合は丸太チェックダムを作設する。

ここで提案する地域住民によって作られる簡易で低費用なダムの場合、例えば、第一番目のダムを、深さと幅 0.5m未満のガリー先端部に、直径 10cm 以上の石数個で設置することができる。それに続くダムは、兩岸に岩の露頭のある所など、ガリーの安定した地点に築く。また、作設作業量及び費用を抑えるため、ガリーの幅の狭い部分を優先するべきである。岩の露頭が続くガリーの部分は、エロージョンは拡大しないと思われるので、チェックダム設置の必要はない。

非常に重要なことは、チェックダムの下部のガリー底部への水叩き（エプロン）の設置と、その兩岸斜面に保護工を施すことで、そうしなければ、構造物は水流により下方から簡単にえぐられ、破壊される。

また、水流がダム頂点の両端ではなく、中央部を流れるよう、ダムの頂点の中央部は両端より低くする。

ガリー兩岸に小さなえぐられた部分がある場合は、枝または丸太の擁壁を築くことにより、安定化できる。大きく、かつぶら下がっていて、崩壊の危険があるえぐられた部分は、図 Bu-11 にあるように勾配を作り直し(re-sloping)、それから出た土はダムの後部に溜めておく。(図 Bu-12～Bu-17)

ガリー内に作設されたチェックダムの機能は、その底部及び側面のエロージョ

ンを防止することにある。チェックダムは、ガリー水路の勾配を減らすことにより、流出水の流速と侵食力を減じ、また、ガリー底部に土壌と水分を保持する。したがって、ガリー内に植生が発生しやすくなり、植生の回復が可能となる。

#### － 丸太チェックダムの仕様

- ・ダムの高さは、地表から最大で1.0m(有効高)とする
- ・丸太は、一列から二列に、その長さの1/3から1/2の深さまで、0.3～0.4m間隔で地中に打ち込む
- ・丸太は、長さ約1.5m、末口の直径8～12cmのものを用いる
- ・連結材として柔軟な枝を使い、地面に打ち込んだ丸太同士を縛る
- ・連結材の端は、ガリーの両岸に最低30cm食い込ませる
- ・上流法、下流法共に、勾配は30%程度にする
- ・ダムの両側(wing)は、石又は丸太を使って取付部(wing wall)を作り、鉄砲水から守る
- ・水叩き(エプロン)には、石または枝を使う。枝を使うときは、杭かまたはガリーの両岸にくい込ませることによって固定する。水叩き(エプロン)の長さは1.0～1.2mとする

#### － 石積チェックダムの仕様

- ・ダムの高さは地表から最大で1.5m(有効高)とする
- ・基礎の深さは0.5～0.8mとする
- ・ダムの厚さは、袖天端で0.5～0.7m、ダム底で約1.0mとする
- ・下流法の勾配は20%とする。上流法の勾配は、一般的に垂直とする
- ・ダムの両側を、ガリー両岸に最低0.5m食い込ませる
- ・ダムの中心部は、他の部分に比べ、大きな石を使う
- ・ダムの両側は、取付部を作設し鉄砲水から守る
- ・放水路の形は、凹形にする
- ・水叩き(エプロン)の仕様は、丸太チェックダムに同じ

#### 第三ステップ：農地内のガリーによる堆積土砂の処理

山裾など、傾斜が急激に緩やかになる所においては、ガリー上流からの水流のエネルギー及び速度が急激に減少し、その結果、水流の土砂が下方の平地農地に堆積し扇状地を作っている。農地に堆積した土砂は、大きい石では直径1.4mほどあるが、大部分は、直径10～30cmであった。農地に形成された扇状地は、

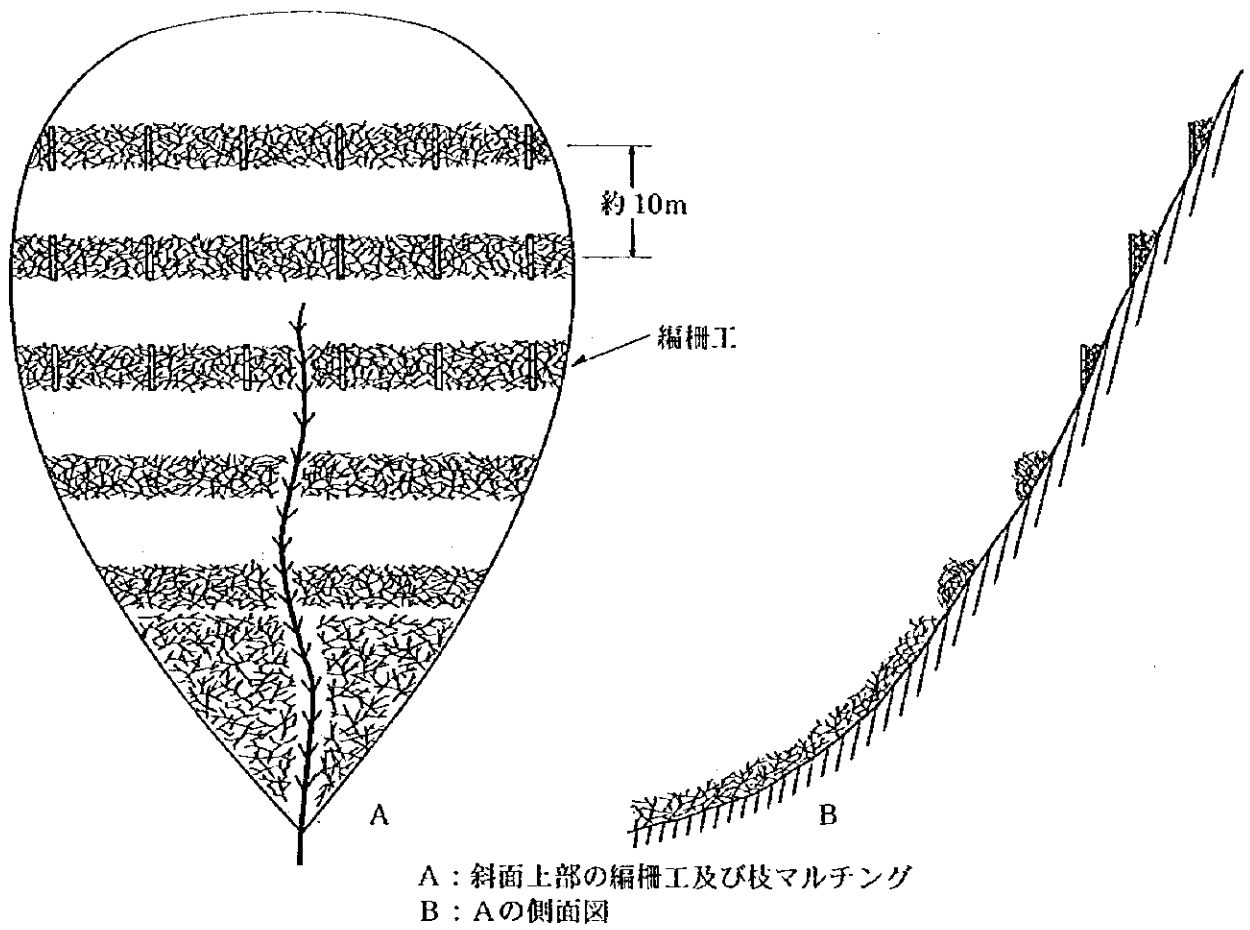


図 Bu-10 ガリー侵食対策案の第一ステップ

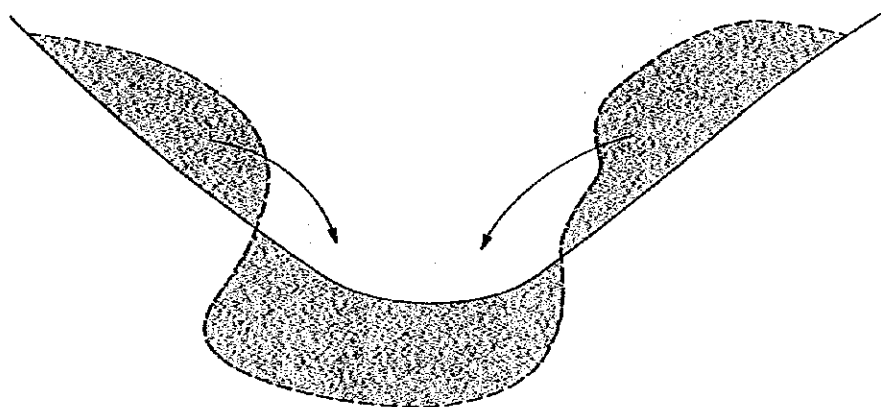


図 Bu-11 崩壊したガリー両岸の勾配の作り直し以前並びに以後 (re-sloping)

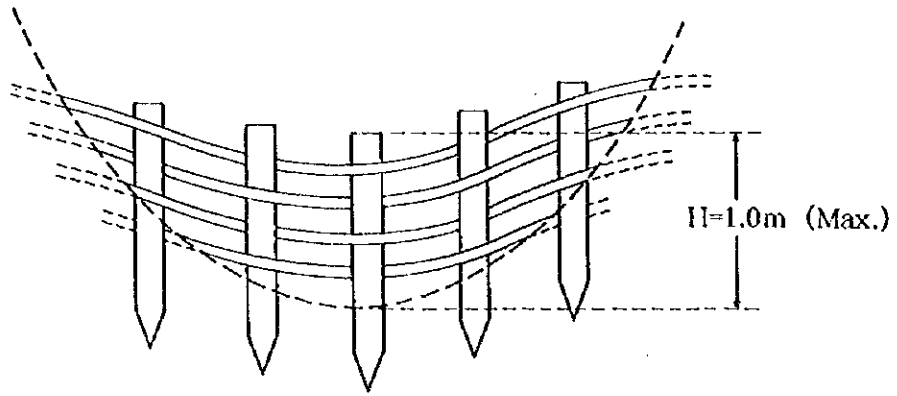


図 Bu-12 丸太チェックダム正面図

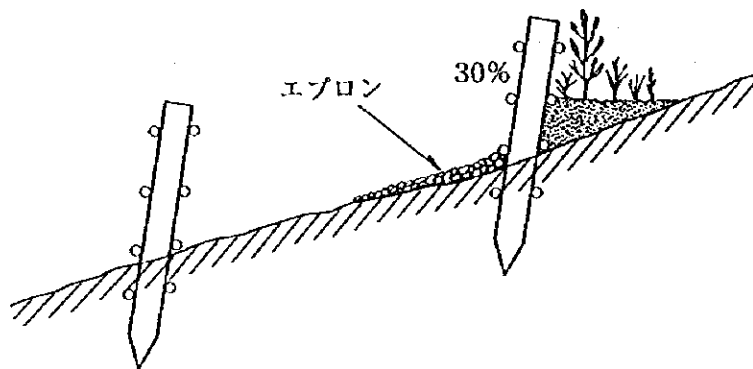


図 Bu-13 丸太チェックダム側面図

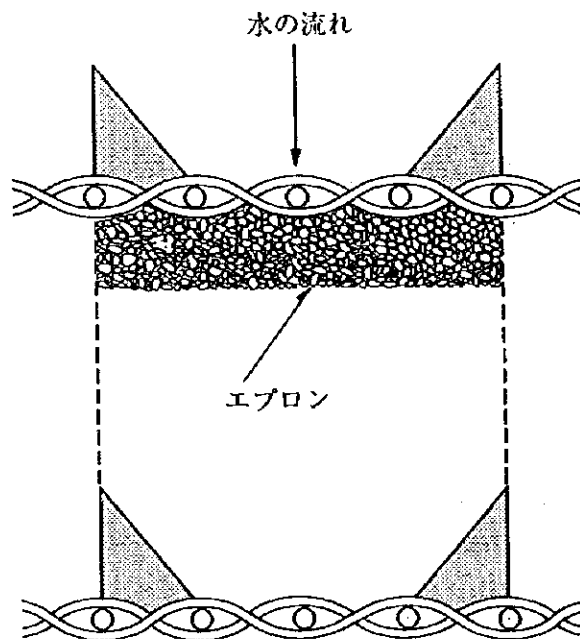


図 Bu-14 丸太チェックダム平面図



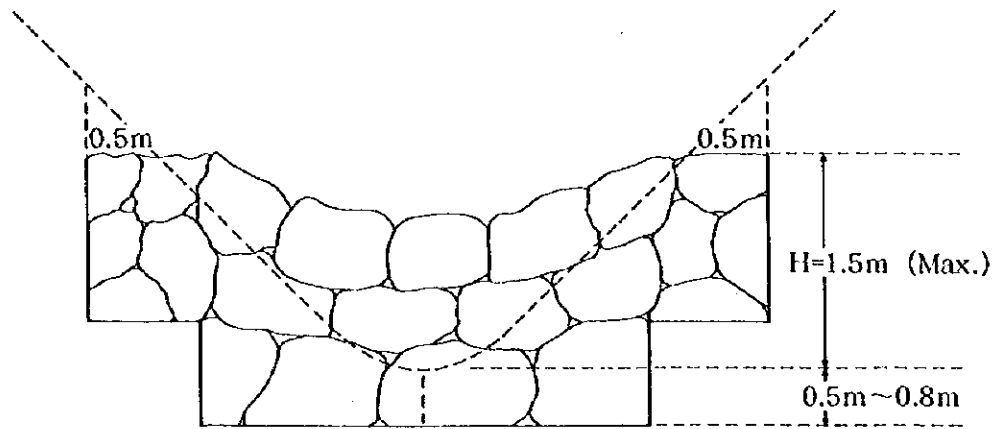


図 Bu-15 石積チェックダム正面図

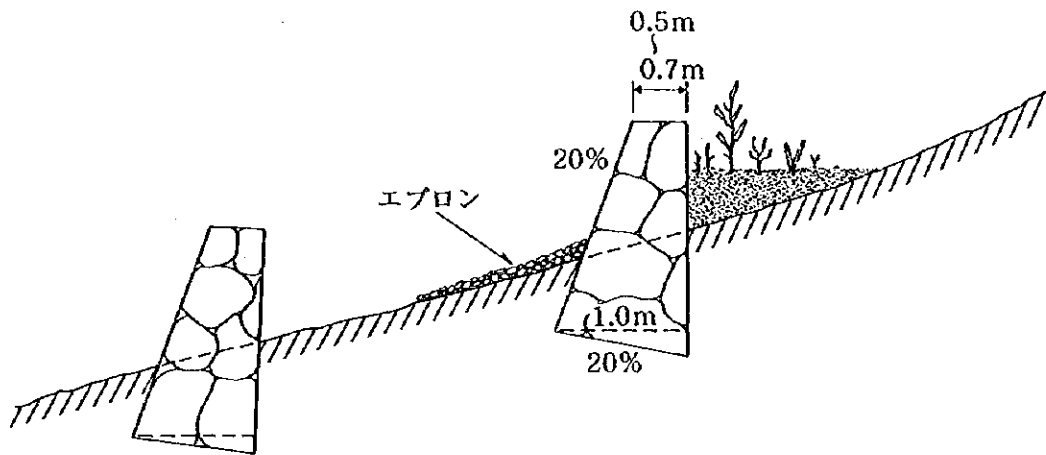


図 Bu-16 石積チェックダム側面図

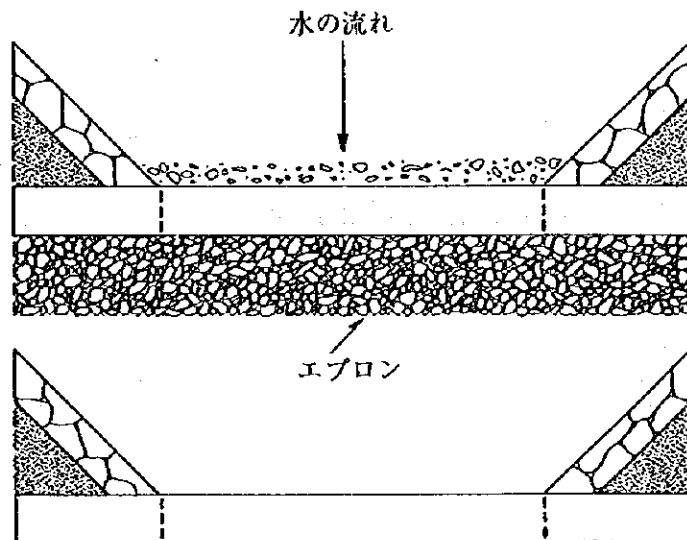


図 Bu-17 石積チェックダム平面図

農業に支障を及ぼしている。

農地を回復させるには、まず第一ステップ及び第二ステップの作業を行わなければならない。その後は、現地のガリー口が大きいので（最大のもは幅4m、深さ2m）、石積ダムをガリー口に作り、その背後にさらに二つか三つダムを作る。この建設には、扇状地の大型及び中型の石を使う。

## (b) 斜面崩壊対策

### i. 現 状

森林火災後、コムニダ内の数か所で斜面崩壊が起った。最大の崩壊は、コムニダ北部の La Escopeta 川上流の激害地の林内で発生した。崩壊は深い非固結土で起り、崩壊地の頭部(crown)付近及び内部にいくつかの引っぱり亀裂が見られ、下部(toe)には浸出水(seepage)が見られる地点があり、地下水が、この崩壊に大きく関わっている可能性がある。この崩壊地の周辺及び下流には保全対象がない。

また、激害地の森林や、排水施設が不適當またはない道路からの表面流出が多く発生したため、深い非固結土の地点で小規模崩壊（幅 12~15m、深さ 0.5~4.0 m、推定長 50~120m）が発生している箇所がある。これらの崩壊は森林内で起っているもので、付近に保全対象はない。

しかし、コムニダから Río Grande 川へ下る幹線道路から Río San Martín 川へ下る支線の取り付け部に発生している崩壊は、対策が採られなければ、幹線道路を破壊する恐れがある。さらに、Río San Martín 川沿いの果樹園に崩壊土砂堆積の被害を与えた。

### ii. 対策案

コムニダでの有効な小規模崩壊コントロールのため、次の三ステップの対策を提案する。

#### 第一ステップ：崩壊地頭部（crown）からの表面流出水の分水

- 表面流出水の源が崩壊地の上にある道路である場合、道路の既存の排水施設を改善する。そのような施設がない場合、新しく設置する。道路の排水の改善については、(d) ii を参照。
- 崩壊地頭部（crown）付近に引っぱり亀裂がある場合は、表面流出の浸透を防ぐため、粘土性の土壌で埋める。

#### 第二ステップ：崩壊地全体の安定

- 土留め用の石積の擁壁（soil retaining wall）を、崩壊地の下部（toe）に作

設する。擁壁の仕様は、放水路を設けないこと以外は、ガリー対策用の石積ダムと同様とする。しかし、崩壊の規模が大きい（深さ1m以上）場合、練積堰堤が好まれる。練積堰堤を作設できない場合、より大型の石を使って擁壁を作る。

### 第三ステップ：崩壊跡地表面の安定

普通、新たに崩壊が起きた後、跡地に新しくリルやガリーができる。これらのリルやガリーを除去し、跡地をならさなければならない。丸太及び枝を使って跡地に編柵工を施す（図 Bu-18）。その仕様は下記のとおり。

- ・丸太の頂端部の直径は、約10cmとし、一列に0.3mから0.4m間隔で設置する
- ・丸太の長さは1.5mとする（内、約0.5mは地面に埋め込む）
- ・列の間の距離は3～5mとする
- ・枝で作った連結材で、丸太同士を縛る。連結材の端は、最低30cm崩壊面に食い込ませる

第一ステップから第三ステップまでの対策の機能は、崩壊の拡大を防止し、安定させることにあり、これによって植生の侵入を可能とする。植生は、構造的対策とともに斜面崩壊の回復に必要である。これらの対策が施された後、二つの選択肢がある。

オプション1：対策の施された斜面への人及び動物の侵入を禁止し、植生の自然回復を待つ

オプション2：植生の回復を早めるため、Palo de Aguila (*Alnus* spp.) や Guaje (*Leucaena* spp.) の種子を編柵工の列の間に播種する。両者とも肥料木で土壌を改良し、崩壊地跡などの厳しい環境でも成長する。

## (c) 溪岸侵食

### i. 現 状

溪岸侵食は、主に La Escopeta 川及びその支流と Río San Martín 川の支流で発生している。ガリー侵食及び斜面崩壊の部分で触れたのと同じ理由で発生した大量の表面流出水が溪流に流入し、溪床及び兩岸をえぐり、溪岸侵食が発生した。

溪岸侵食地の大きさは、小規模崩壊地とほぼ同じであった。La Escopeta 川上流の支流においては、洪水及び溪岸侵食（溪岸崩壊）によって、コムニダの飲料水取

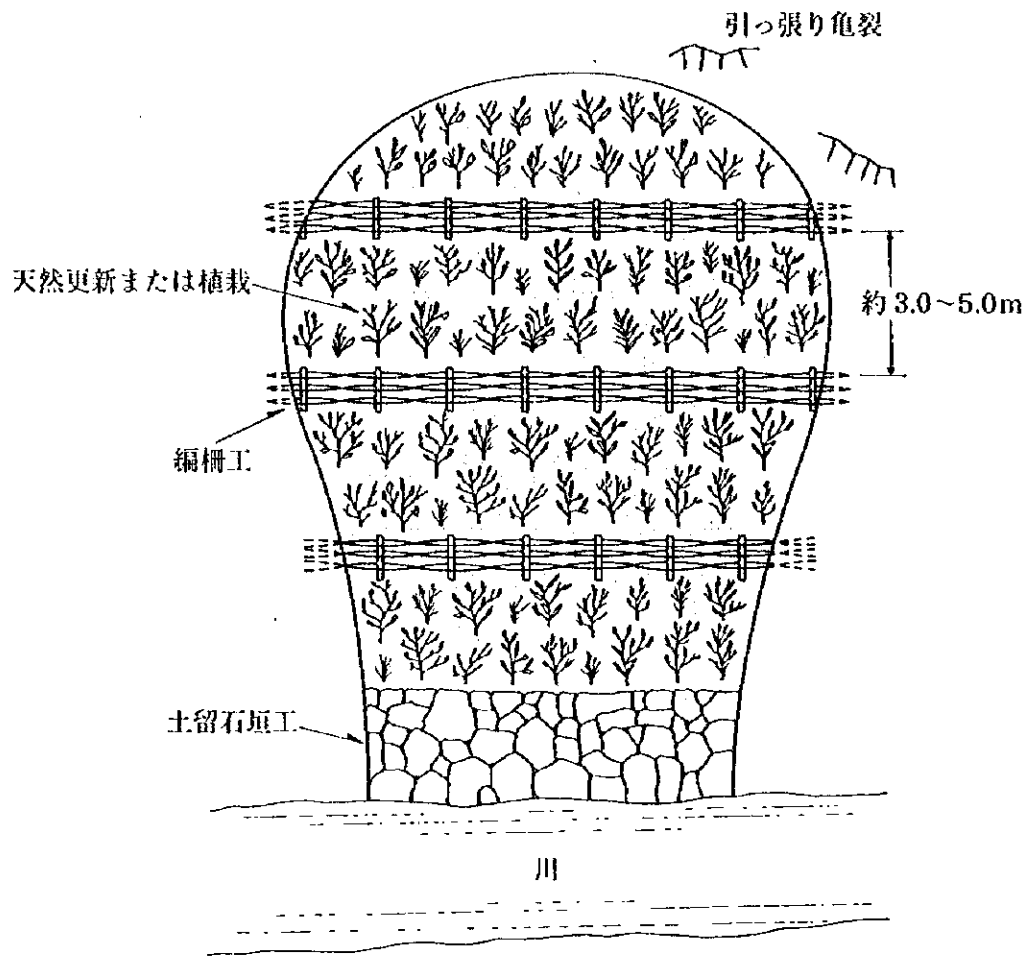


図 Bu-18 斜面崩壊・溪岸侵食対策案の第二第三ステップ

水施設(取水堰及び水槽)が完全に破壊された。また、取水堰の上流の農地も溪岸侵食によって斜面崩壊が発生している。

ii. 対策案

取水施設が破壊されたところでは、溪岸が急で深い非固結土より成り、雨期になると、洪水によりさらに拡大する可能性が極めて高い。したがって、取水堰の完全な回復には、コンクリートダムやコンクリート擁壁 (retaining wall) のような大規模な土木作業が必要であることから、経費面からも、水質が極めて悪化していることから、この箇所にと取水施設を復旧することは考えられない。このほかのコムニダ内の保全対象のある所の溪岸侵食を緩和するため、次の対策を提案する。

- 溪流に流れる表面流出水を抑制するため、ガリー侵食対策の第一及び第二ステ

ップを溪流の上流斜面に適用し、かつ、森林保護を通じて森林の回復を促進する。

- 例えば、深さ1m、幅10m程度の小規模溪岸侵食地では、崩壊地対策の第二、第三ステップを、引っぱり亀裂があればそれを埋める方策を適用する。(図 Bu-18)

#### (d) 道路侵食対策

##### i. 現 状

森林火災の後、雨期の表面流出量の増加は、整備の行き届かないかまたはそれが無い道路排水溝では処理し切れず、幹線及び支線道路の一部で次のような侵食を起した。

- 切削法面と盛り土法面でのガリー侵食及び崩壊
- 排水溝のガリー化

##### ii. 対 策

道路の侵食対策については、次のものを提案する。

- 雨期の前に、既存の横断溝から堆積物などを取り除いて溝つまりを防止して、表面流出水の流れを容易にする。
- 排水溝がないか、破壊されている道路では、幅0.5m、深さ0.3mの排水溝を作る。排水溝の底部及び側面の侵食が進行しているか、予想される場所では、石または丸太を使った階段構造(drop structure)を作る。排水溝で、水流の集中が予想される場所には、丸太を使って、幅0.3m、深さ0.3mの横断溝を作る。横断溝からの水流は、安定した溪流(兩岸に植生があり、進行中の侵食の兆候が見られない溪流)か尾根筋または岩石が露頭している所に流す。(図 Bu-19)
- ガリーエロージョン対策の第一及び第二ステップを使い、盛り土法面または切削法面でのガリーを安定させる。
- 斜面崩壊対策の第一及び第二ステップを使い、崩壊した盛り土法面及び切削法面を安定させる。

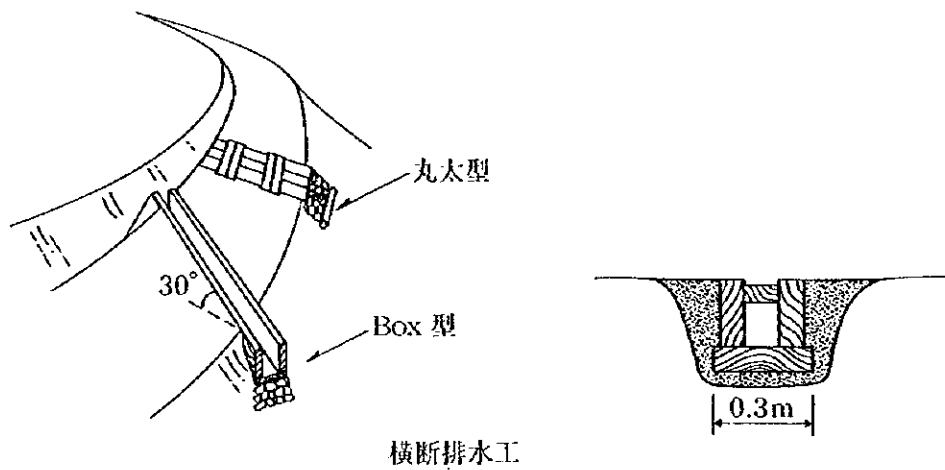
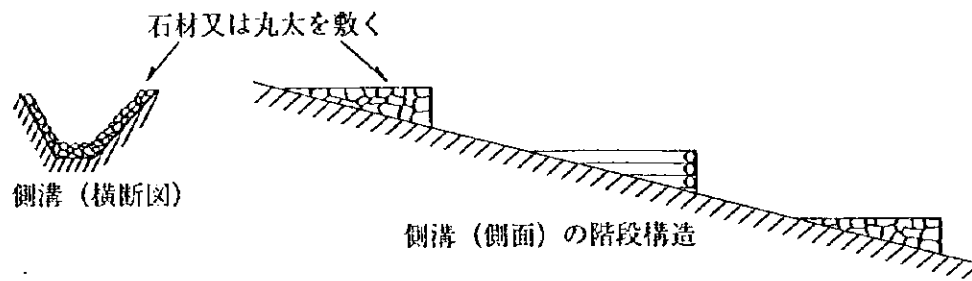
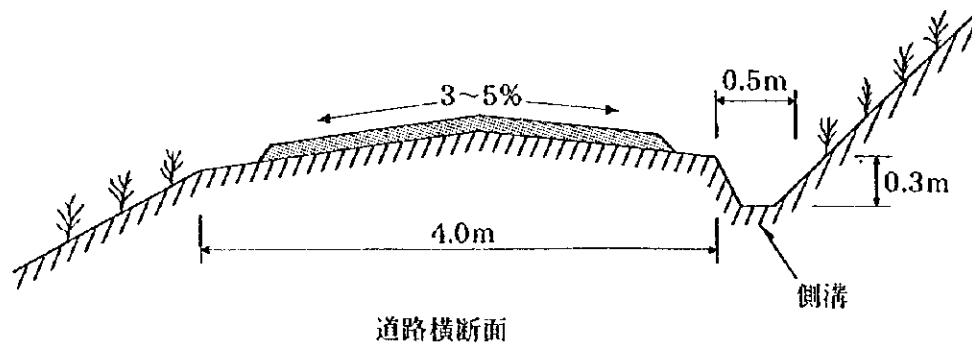


図 Bu-19 道路の断面図及び排水施設の実例

## 付 属 資 料





付属資料1. 作業監理委員会

国際協力事業団は、本件調査を実施するにあたり、作業監理委員会を設置した。作業監理委員会は、委員長他2名の専門家で構成されている。

作業監理委員会は、国内外において調査団に対して技術的な側面から助言を与え、本調査が円滑に進むよう取り計らうことを任務とする。

作業監理委員会の構成は次のとおりである。

氏名	担当	所属	備考
増子 博	総括/社会林業	国際協力事業団 国際協力専門員	
井上 幹博	森林管理計画	林野庁 研究普及課 研究企画官	
山田 泰造	山村社会地域振興	国際協力事業団 国際協力専門員	1998.2.28まで
小山 良夫	"	"	1998.3.1から

付属資料2. 調査団の構成

(1) 調査団

氏名	担当	現地調査期間	日数	所属
安養寺 紀幸	総括/ 森林管理計画	1997. 1. 9~1997. 2. 1	24	(社)日本林業技業協会
		1997. 2. 26~1997. 3. 24	27	
		1997. 7. 24~1997. 8. 2	10	
		1997. 10. 8~1997. 11. 6	30	
		1997. 11. 13~1997. 11. 30	18	
		1998. 1. 21~1998. 2. 28	39	
		1998. 6. 16~1998. 7. 18	33	
増井 博明	社会林業/ 林業経営	1997. 1. 9~1997. 3. 24	75	"
		1997. 7. 24~1997. 8. 2	10	
		1997. 10. 8~1997. 11. 30	54	
		1998. 1. 21~1998. 2. 28	39	
		1998. 6. 16~1998. 7. 18	33	
鈴木 淳	森林施業/ 森林調査	1997. 1. 9~1997. 3. 9	60	"
		1997. 10. 8~1997. 11. 26	50	
		1998. 1. 21~1998. 2. 27	38	
		1998. 6. 16~1998. 7. 17	32	
高澤 佐紀子	山村社会	1998. 10. 6~1998. 10. 27	22	IC Net 株式会社
		1997. 1. 9~1997. 3. 9	60	
		1997. 7. 24~1997. 8. 2	10	
		1997. 10. 8~1997. 11. 29	53	
持田 智男	事業評価 (財務、経済)	1998. 2. 1~1998. 2. 5	5	(株)オーバ-シズ・プロジェクト・ マネジメント・コンサルティング
		1998. 6. 16~1998. 7. 15	30	
		1998. 10. 6~1998. 10. 17	12	
小林 周一	土地利用植生 /森林調査	1997. 10. 8~1997. 11. 27	51	(社)日本林業技業協会
		1997. 1. 9~1997. 3. 24	75	
		1998. 1. 21~1998. 2. 28	39	
		1998. 6. 16~1998. 7. 18	33	
中村 輝司	土壌調査/ 環境影響	1998. 10. 9~1998. 10. 28	20	"
		1997. 10. 8~1997. 11. 27	51	
		1998. 1. 21~1998. 2. 28	39	



Ing. Lorenzo Arzate Faurrieta	Jefe del Departamento de Aprovechamiento de Recursos Forestales Maderables (特用林産利用課長)
Ing. Cuauhtémoc Tejeda Godínez	Jefe del Departamento de Aprovechamiento de Recursos Forestales No Maderables (特用林産利用課長)
Ing. Iván López Cartes	Encargado de Subdirección de Política Internacional (国際政策担当者)

③ オアハカ地方局 (Delegación en Oaxaca, SEMARNAP)

Biól. Salvador Anta Fonseca	Delegado Federal (地方局長)
Ing. Antonio Plancarte Barrera	Subdelegado de Recursos Naturales (天然資源部長)
Biól. Ignacio Piña Espallargas	Subdelegado de Medio Ambiente (環境部長)
Ing. Mauricio Soberanes H.	Subdelegado de Planeación (計画部長)
Ing. Juan Carlos Lpez Bacerra	Jefe de Programa de Protección Forestal (森林保護課長)
Ing. Juan Manuel Barrera Teherán	Jefe de Programa de Regulación y Manejo Forestal (森林管理調整課長)
Ing. Pedro Vidal García	Enlace Regional en Sierra Juárez (シエラファレス地域担当官)
Lic. David Melendez	Sub-Coordinador Regional de la Sierra Juárez ( " )
Ing. Samuel Caudillo	Técnico de Enlace (技官)
Ing. Carlos Ramón López	Técnico de Enlace (技官)
Ing. Miguel Angel Galeote Ruíz	Técnico de Enlace (技官)
Ing. Armando Vargas Ruíz	Auxiliar Regional de la Sierra Juárez (シエラファレス地域担当官)

④ オアハカ州政府(Gobierno del Estado de Oaxaca)  
農牧森林開発局(Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Forestal:SEDAF)

Ing. Raúl Alvarez Castillo	Director de Desarrollo Forestal (森林開発部長)
Ing. Wilfrido Ruiz Pérez	Jefe de Departamento de Promoción Forestal (森林振興課長)
T.F. Angel Matus Martínez	Responsable del Area Productos No Maderables (特用林産担当)
T.F. Fortunato Hernández Martínez	Responsable del Area de Silvicultura (林業担当)

(2) 日本側関係者

① 在メキシコ日本国大使館

丸井 康順	書記官
-------	-----

② 国際協力事業団メキシコ事務所

山口 三郎	所長
木下 建	前所長
半谷 良三	次長
三牧 純子	職員

③ 国際協力事業団個別派遣専門家

小出 岳司	SEMARNAP 派遣 (林業計画)
-------	--------------------







JICA