

第5章 造林計画

5-1 造林計画策定基礎調査

5-1-1 森林・林業関係既存計画

既存の森林・林業関係の計画としては次のものがあり、現在事業が実施されている。最も上位の計画としては1999年より開始された全国生態環境建設計画があり、その下位計画として、1975年から順次開始された十大林業生態工事及び1998年9月に開始された天然林保護国家計画とがある。

全国生態環境建設計画は1999年から2050年にわたる長期の計画であり、短期、中・長期目標の数値目標が定められているが、短期目標は2010年までの期間に、森林目標率を現況の14%から19%に引き上げることを計画している。この期間に土壌流出防止対策を60百万ha、砂漠地の改良22百万ha、森林造成39百万ha、退耕還林5百万haをそれぞれ実施することとしている。

全国生態環境建設区域として優先的に実施される重点区域としては、黄河中上流、長江中上流地域、飛砂地域、草原地域が指定されている。

長江上流域においては、過剰な山腹の農地化、過放牧による草地の裸地及び森林の伐採が進み、中流域においては森林、草地の無理な農地化が行われてきた。このため流域の水土保持機能が著しく低下し、土壌侵食が深刻となり、河川には土砂が堆積し、河床の上昇をもたらし、大雨により洪水が頻発するようになってきていた。この対策として、十大林業生態工事の1つである長江中上流防護林体系建設計画が実施されてきている。1998年の雨季に発生した長江の大水害もこのような要因と、長江流域に異常な降雨があったために発生したものと考えられる。

四川省においては造林努力の結果により、森林面積率は24%強に回復したが、森林は単純林が多く、下層植生が貧弱など森林資源の内容に問題があること、さらに傾斜地の無秩序な農地化などから水土保持機能は十分ではなく、洪水などの災害の発生原因となっている。このような状況の中で四川省計画委員会主導により、関係部局の協力を得て四川省生態環境建設計画が策定された。

1) 全国生態環境建設計画

全国生態環境建設計画中の長江中上流域の土砂流出の防止、洪水被害の減少のため、嘉陵江流域、金沙江流域、洞庭湖区、四川省西部地域、三峡ダム区等の重点地域の生態環境を保全する対策が講じられている。全国生態環境建設計画における長江中上流域の整備計画の概要は次のとおりである。

- ① 丘陵の農耕地の改善を中心として山間地を総合的に改善し、森林と草原地を回復させての土壌侵食の制御

- ② 天然林を保護し、天然林の禁伐とそれに伴う伐採事業労働者の造林事業への転換
- ③ 土砂流出防備林、水源涵養林、人工草地の造成
- ④ 退耕還林（草）の実施
- ⑤ 25 度未満の傾斜地の段々畑への転換
- ⑥ 水・土・草資源等自然資源の活用のための森林の乱伐及び過剰開墾の禁止
- ⑦ 土壌保持耕作技術の普及

本件調査対象地域は、上記四川省西部地域に含まれ、いわゆる横断山脈中に含まれる地質構造的に脆弱な地域であり、崩壊地、地滑り等が多く森林も荒廃した地域の一部である。

2) 四川省生態環境建設計画

四川省生態環境建設計画は全国生態環境建設計画の四川省版とでもいうべき計画であり、次の7つを基本原則としている。

- ① 全体計画の策定に基づく、重点地域と重要工事の優先実施
- ② 植物の利用による措置、土木工事による措置、耕作手法の改善による措置
- ③ 小流域単位の整備
- ④ 法体系の整備と科学技術的な管理
- ⑤ 災害予防の重視
- ⑥ 生態環境の整備と貧困克服との連携
- ⑦ 住民参加

四川省生態環境建設計画においても全国生態環境建設計画に合わせて短期、中・長期目標の数値目標が定められている。この内、短期目標では2010年までの期間に、森林目標率を現況の24%から32%に引き上げることを計画している。この期間に土壌流出対策を850万ha、航空機播種造林44万ha、森林造成315万ha、封山育林998万haをそれぞれ実施することとしている。この計画の達成により、四川省の森林率を40%に高めることを目指している。

しかしながら、天然林国家保護プロジェクト及び2000年に発表された「西部大開発（東部沿岸地域に比較し開発の遅れている西部地域に国家予算を重点的に注入し、経済発展のみならず国土・環境保全や政治・社会的安定を図ることを目的とした国家計画で四川省もこの計画の対象地域に属する）」との整合性を取る必要がある。

3) 長江中上流防護林体系建設計画

長江中上流防護林体系建設計画は十大林業生態工事の1つである。

中国では人口の増加による農用地の拡大、大躍進のための森林資源の消費等により、森林資源の減少・劣化、砂漠化など自然環境の悪化が進んできた。これらの環境の悪化に対して、中国政府は、植生の回復を図り自然環境及び生活環境を改善するため、1970年代後期より、種々の森林・林業に関する対策を講じてきた。

上記のような背景により、中国政府は1978年に三北防護林造成事業を開始し、その後

1998年には長江中上流防護林体系建設計画が策定され、植林を目的とする林業生態計画は10個となったことから、これらの計画は十大林業生態工事とよばれている。これらの計画は実施期限と植林面積とを定めた基本計画であり実際にはそれぞれの実施計画に基づいて事業が実施される。

長江中上流防護林体系建設計画は、長江流域の水土保持を図るための植林事業を行い下流の洪水防止、三峡ダムの土砂の堆積防止を図るものである。事業は人工造林、航空機播種造林、封山育林等により森林の造成・回復を図るものである。

4) 天然林保護国家計画

天然林保護プロジェクトは1998年から開始されたプロジェクトであり、水土保持上重要な大河川の源流、ダム周辺、急傾斜地等にある天然林の保護を図ろうとするものである。プロジェクトの対象地は水土保持、生態環境保全上重要な長江及び黄河の中上流であり、本件調査地域もこのプロジェクトの対象地域に入る。

このプロジェクトでは流域内に禁伐区と緩和区からなる生態保護区を設けることになっている。禁伐区は、河川源流部や大型ダム・湖の周辺、高山の急傾斜地等の崩壊しやすく復旧の困難な地区で、天然林、人工林とも禁伐とし、傾斜地農地の林地への転換、封山育林等により森林の回復を図る区域である。緩和区は、禁伐区に隣接した地域で生態環境の脆弱な地区であるが、森林資源の状態を見ながら、適度な択伐や保育伐を実施することが可能な区域である。

プロジェクトは1998年から2000年までの第1期と、2001年から2010年までの第2期にわけられている。第1期では、天然林伐採の抑制、生態林の造成と保護、森林伐採に従事した労働者の造林事業への転換が主たる事業である。第2期では引き続き生態林の造成・保護を進めるとともに、森林資源の育成、木材供給能力の向上、経済の復興と発展を目指している。

四川省では1998年の大水害の直後、省独自でこのプロジェクトに先駆けて、天然林伐採を中止し、生態環境保全に努めている。

なお、本件調査対象地域では、大規模な天然林の伐採は行われておらず、従って、天然林保護プロジェクトによる大規模な造林の実施はない。

5-1-2 安寧河流域での造林事例

調査対象区域内で行われている各種の林業活動については、既に第2章の第7節「安寧河流域の森林・林業」で述べた通りである。

5-1-3 5市県における基礎調査

1. 造林樹種の検討

本件調査が対象とする造林は安寧河流域の水土流出を軽減させ、これによって下流への災害を防止するための造林計画を策定することにある。この目的に沿った造林樹種の

選定には、幾つかの観点からの検討が必要である。まず自然条件から見た場合、地形、斜面方位、土壌、標高、気象等の条件について検討されなければならない。前述したとおり、米易県では乾熱河谷地帯として位置付けられる地域があり、ここでの導入樹種は限定的にならざるを得ないであろう。現在導入可能と判断される樹種は次の8種類あり、これらが本件調査事業の一環である造林試験で詳細に研究分析された。

- ①タイワンアカシア (*Acacia confusa*)、②ギンネム (*Leucaena leucocephala*)
 ③ナンヨウアブラギリ (*Jatropha curcas*)、④ハウチワノキ (*Dodonaea viscosa*)、
 ⑤キワタ (*Bombax malabaricum*)、⑥サイザル (*Abave sisalana*)
 ⑦ユウカリ (*Eucalyptus camaldulensis*)、⑧コノテガシワ (*Thuja orientalis*)

林業生態工学の表 11-8 には四川、雲南金沙江高山峡谷区における水土保持目的に適った樹種が標高別に5段階に区分されてそれぞれ掲載されている。しかし、本件の調査対象地域についてみた場合、その海拔高度は1,200mから3,500m付近にまで至っており、2,000mを上回る標高差である点が特記される。この標高差及び気象条件等を勘案し、これまでの踏査結果をベースに大きく4段階に分け、地帯区別の導入可能な樹種の検討を行った。即ち、乾熱河谷地帯 (1,200m~1,600m)、低山帯 (1,600m~2,000m) 亜高山帯 (2,000m~2,600m)、高山帯 (2,600m以上) である。低山帯~高山帯のゾーニングごとに適応する生態保全林として導入可能な樹種について、中国側の知見を纏めたものを表 5-1-1 に示す。

表 5-1-1 生態保全林のゾーニング別導入可能主要植栽樹種

ゾーン	標高及び傾斜	造林樹種
①高山帯	標高 2600m~3400m	①もっとも高い箇所はハイマツ (爬地松) 及びコウザンナラの混植、②カザンマツ、ニホンカラマツとの混植とモミトウヒ類の植栽、③トウラシラカンバ、ツツジの混植等
②亜高山帯	標高 2000m~2600m	①カザンマツ、ニホンカラマツとの混植、②ウンナンマツとドクウツギの混植、③シキミ類の導入等
③低山帯 I	標高 1600m~2000m 北斜面	ウンナンマツ、シナハンノキ、イトスギ類、クヌギ類の等の混植等
④低山帯 II	標高 1600m~2000m 南斜面	ニセアカシア、トキワサンザシ、ウンナンマツ、ドクウツギ、ハウチワノキ、イトスギ類の単独又は混植
⑤乾熱河谷地帯 I	標高 1600m 以下 北斜面	低山帯 II に順ずる。
⑥乾熱河谷地帯 II	標高 1600m 以下 南斜面	タイワンアカシア、ギンネム、ナンヨウアブラギリ、キワタノキ等の混植

これ以外に更に検討されるべき造林樹種は、農民の現金収入源を確保する経済林、深根性でかつ早急な成育が期待でき治山工作物に導入可能な樹種、耕作地や休耕地からの表土流亡を抑える働きを持ち生垣として利用可能な灌木類、家畜の飼料用・堆肥用・燃材用としても利用可能な萌芽性の高い樹種等である。しかし、高海拔地帯では制約が大きいく、且つ原植生も消失して既に環境が変化した状態に置かれていることから、適応可能な樹種の選定は極めて限定的とならざるを得ないであろう。特に経済林造施の場合、高山帯に適応する樹種は無いと判断される。

2. 苗畑調査

苗畑は各市県林業局が直接運営するものと民間が経営するものがある。一般に民間が経営する苗畑では主に経済樹種が育苗されている。これは個人が林業局と契約を結び、個人の責任において苗木生産の全工程を管理することになるが、苗木の販売利益はそのまま個人のものとなる。各市県林業局の苗畑の場合、苗木生産の目的は水土保全のための生態林造成、経済林造成、都市緑化・景観保全林造成と多様である。

種子の供給先は涼山州の場合は地元調達又は州の種子センターからの供給でまかなっており、米易県では地元調達で賄っている。それぞれの苗畑から樹種別の発芽試験結果（発芽率）について十分な情報を入手することができなかったが、得苗率を検討する上で重要なデータとなることから、詳細調査が更に必要である。

灌水方法は個々の苗畑によって様々であるが、スプリンクラー方式はあまり多くの苗畑では採用されていない。現在稼働中の他の林業局苗畑では手撒き方式が一般的で、一部に自流灌漑方式が採用されている。平坦地における苗畑の場合、スプリンクラー方式が妥当と考えられるがポンプやノズル等のメンテナンスを整える体制が必要である。一方、手撒方式の場合は作業員が毎回苗木の状況をチェックすることができるが、作業量は多くなるため大規模苗畑では採用しがたい。

苗木の生産方式はポット苗が最近では一般的になっているが、トクショウスギでは裸苗植えを、キワタノキの場合はスタンプ苗植えを行っている。播種時季は一般的に12月~1月であり、6月~7月に山出しが行われる。乾熱河谷地帯に造林する場合は特に苗畑での硬化処理を十分施す必要がある。また、高海拔地域への造林では低温、乾燥に適応させておく必要がある。苗木の硬化処理や環境順化を促すためには、植栽場所の環境に近い場所に臨時苗畑を設置することが理想的である。

病虫害対策はそれぞれの苗畑で薬剤散布等によって講じられているが、昭覚県では苗畑の標高が2,000m以上に位置し、冬場の最低気温が氷点下になることから虫害の原因となる幼虫は越冬できず、これまで問題は発生していないようである。各市県の苗畑ではそれぞれの市県で必要な苗木の育苗を実施しており、ハンノキ、タイワンアカシア、ギンネム、ポプラ、サンショウ、クリ、クルミ等を育苗している。

2000年7月から始まったプロ技では、低地（西昌市）での育苗と高地（昭覚県）での

育苗を実施しており、貴重な技術的知見が獲得されつつある。これらの技術成果は広く地域に普及されることが重要であり、また今後の造林計画にも反映される必要がある。

3. 現地調査からのヒント

1) 下刈りの必要性

海拔 3,000m 程度の昭覚県酒拉地坡郷上遊村に 1996 年に造成された成績がきわめて良好なカザンマツ（ポット苗）、ウンナンマツ（直播）、カラマツ（裸苗）の混植造林地が約 40ha ある。この造林地は退耕還林の実施のための試験林として造成されたものであり、下刈りは、植栽の翌年から 2 年間、年間 2 回実施している。現在マツ類は平均樹高 1m 程度、ニホンカラマツは平均樹高 2m 程度に成長している。植栽密度が現在 6 千本前後となっているが、この造林地のよい成績をもたらしたものは初期の下刈りの成果に負うところが大きであろうと考えられる。

また、米易県の試験造林の結果でも、雑草の繁茂の激しかった第 1 試験地と雑草の少なかった第 2 造林地では平成 13 年 11 月下旬の残存率に大きな差が出ている。特に、直播によるハウチワノキは影響を強く受けている。このことは同じ第 1 試験地であっても土壌条件の不良なブロック C では草の繁茂が少ないため、残存率が 82.4% と高くなっているのに対し、他の試験樹種では 62.2% 以下の残存率となっている。

以上の 2 つの事例から造林地、特に植栽初期の造林については封山育林により家畜から造林木を保護するのみでなく、下刈りによって雑草による被陰の害、或いは蒸れの害を防止する必要がある、水土流出の危険がある場合には筋刈り又は坪刈りを実施することが必要である。

2) ポプラ造林

ポプラは挿し木で造林ができることから、ウンナンポプラを川沿いの土地或いは河川敷に造林しており、旺盛な成長をしている。この他に 2,500m 程度の斜面で水分条件、土壌条件のよい箇所にはポプラのごく小面積の造林が見られる。これらのポプラは用材として利用することを目的としており、地域住民は自ら木材を生産する必要があるものと考えられる。

4. 森林の管理・経営の概況

1) 森林の管理状況

個人が森林を所有することができるようになったのは森林法の改正があり、造林者が森林を所有することができるようになってからであり、まだ、多くの個人所有の森林があるわけではない。しかし、安寧河河谷平地近くの山麓一帯では経済的に余裕のある者により、ユーカリの造林が行われている。これに伴い個人により育苗が行われている。

経済林の造成は個人で行われているケースがあり、安寧河の流域の気象条件から、亜熱帯性の果樹の栽培が盛んである。免寧県においては個人により、胡桃、梨、ビワ等の

苗木の栽培を行っているケースがあり、これらの樹種の植栽が行われていることを示している。

2) 森林利用の実態

地域住民は放牧、家庭用燃料及び肥料の材料の採取等森林を利用することなく生計を維持することは不可能であるが、社会経済調査結果に見るとおり、住民個人の保有する森林はごく少なく、国有林又は集体有林を集団的に利用しているのが現実である。マツ類の人工林が多い地域では、マツの枯木、枯枝、松葉等を家庭用の燃料に使用している。一方高海拔のマツのない地域では、高山ナラ、シャクナゲ等を燃料に使用している。

3) 森林の保育

現在保育の必要な林分は天然林保全プロジェクトで行われているものが多く、造林後直ちに封山育林が実施され、下刈りは実施されていない。また、生態保全林の場合、過密林分であっても除間伐等の保育は行われていない。

4) 森林管理

森林管理についてみると、山火事対策が最も重要であり、特に乾季には米易県では山火事の発生が多く、対策が重要である。

5) 森林伐採

調査対象区域内では、天然林伐採は勿論行われていないが、人工林の伐採も大面積には行われてはいない。人工林の収穫を考える際、まず、過密な人工林の保育間伐が、林分の健全な生育に必要なではないかと考えられる。

5-2 造林計画策定手続き

1) 造林予定地選定方針

具体的にどこにどのような造林をするかということの基本は、土地利用計画に準拠して策定されなければならない。このため、第2年次現地調査開始に当って、まずの第1番目に土地利用計画の基本方針の検討を行った。この検討には、涼山州計画委員会、財務局、国土局、農業局、牧畜局、林業局、関係市・県林業局の代表等、プロ技代表、調査団員が涼山州林業局に集合して検討会を行い、農地、荒廃裸地については基本的に、農地は急傾斜農地を除き農業的土地利用を行い、荒廃裸地については、休閒耕地を除き森林に復旧することの了承を得た。また、経済林、放牧林、薪炭林の計画の必要性が認められた。一方、牧畜局からは、牧畜法上の大面積の草原は、造林対象からはずすようにとの要請があった。林地については、立木密度の低い林地に対しては補植の実施、過密林分の保育等の必要性が検討された。

上記の検討会の結果を踏まえて、涼山州林業局のカウターパートと検討を重ね、経済林、放牧林、薪炭林についても、水土保持効果があること、地域住民の生活維持のために造成を検討することとした。

以上の検討の結果を踏まえて、平成14年1月9日に四川省林業庁で重点調査区域の土

土地利用の基本方針についての検討打ち合わせを実施し、基本方針を決定した。

2) 造林予定地の確認

造林計画により造成されることになる森林は、環境公益林ばかりではなく、経済林及び兼用林をも必要とする。特に、標高の高い喜徳県及び昭覚県の重点調査区域に住む住民にとり、暖房及び調理用の薪柴の必要性は高く、西昌市、徳昌県及び米易県の安寧河河谷平地に居住する人々の需要量の6.7倍に及ぶ(本件調査の社会経済調査の結果)。この大きな差は、安寧河河谷平地では、薪柴以外の燃料の使用が可能であることと冬季の気温の差によるものと考えられる。従って、造林計画の策定に当って、標高の高い喜徳県及び昭覚県の重点調査区域においては、薪柴の採取に配慮した造林計画としなければならない。さらに、経済林、放牧林、可能なら用材林の造成についても検討しておく必要がある。

このため、造林計画作成に当たり、まず、現地住民の造林について意向の把握のため、現地において、集落の代表者等と面談を行った。

5-3 造林地選定に係る考慮事項

1. 土地の所有と土地利用

中国においては土地は全て国有であり、農地についても所有権は国に帰属している。ここにいう国有とは、全ての人民のものという意味である。土地に対しての利用権はそれぞれの土地に対して存在しているが、宅地、農地等は強い利用権が確立している。

林業に供すべき土地は種々あり、現在森林である土地、現在森林ではないが林業に使うこととされている土地等がある。これらの土地も全て国有であるが、現実の管理主体は、市県、郷鎮、村社等に区分することは可能である。従ってこれらの林業用地を、管理の都合により変更することは良く行われる。国有林場という場合には、林地の管理、経営は当該林場に帰属しているが、郷鎮、村社等の住民に近い集団が管理している場合には、より自由に住民は土地を放牧、薪柴の採取、落葉の採取等に使用している。

中国では、造林を行った者が、その森林の所有者となることが森林法第27条により認められている。従って、国有に対しても、地代を支払い個人が造林を行い、森林経営を行うことは可能であり既に多くの個人がそのようにして造林を行っている。

重点調査区域の中にも、市県管理の土地があり、また郷鎮、村社及び個人の管理する土地もある。市県管理の土地に対しての造林の場合には、本件調査により造林計画の実行は涼山州林業局により実施されるであろうから、基本的には造成された森林の所有権は国に帰属することとなる。しかし、生態型経済林、生態型用材林、生態型薪炭林、生態型放牧林等(これらの林型の説明は5-4で述べる)は地域住民の利用を目的としており、これらの生態型森林の管理は、管理の効率性からみても地域住民又は其の集団に請負管理させることになる。この場合も森林の管理主体が住民に近いほど、住民の意向が

反映し易くなることが考えられる。特に個人の管理している土地については、その個人に管理を請負わせることになる。

2. 土地利用の実態

第1年次現地調査第2フェーズにおいて、重点調査区域における土地利用植生図等が作成されたが、造林計画策定に当っては、この図化された基礎データを更に分析し、地域の土地利用の実態との整合性について検証しておく必要がある。本件の造林計画は、安寧河流域全体の水土流出防止を図り水土保全型の造林計画を策定することが目的であるが、この造林計画が実施された場合に、地域社会全体の利益と調和したものであることも不可欠要素であることはいうまでもない。このような視点に立って造林計画を策定することが、地域社会の理解と支持を得ることとなり、その計画は実行可能なものとして意味を持つことになる。特に本件造林計画の実行段階においては、実際の作業従事者は地元の農民であることから、農民の理解と協力を得ることは、基本的に重要なテーマである。

第2年次調査では、以上に述べた観点に基づき、社会経済調査の結果を踏まえながら再度重点調査区域内の現地調査を行い、時間の許す限り対象集落の農民や郷・鎮政府代表者、一部の村については村の代表者と直接意見交換の場を持ち、より正確な土地利用の実態把握を行った。

本件造林計画対象地域の特徴としてみられることは、米易県を除いた4市県の重点調査区域は、彝族の居住する地域と重なっている部分が多いことである。彝族社会の土地利用の実態や社会経済等の実態については、社会経済調査によってその詳細が報告されており、ここで改めて述べることは避けるが、一連の現地調査を通じて検討すべき主要な問題点は、輪耕地の耕作形態である。特に標高の高い居住区域では気象条件、水利条件等の自然条件が低地と比べて厳しい環境にあり、更に肥料等の物資の輸送にも長距離であり不利であるため、土地生産性を維持していくためには、輪耕地による土地利用形態をとることが基本条件となっている。休閑地は地力回復以外に放牧地として利用されており、時系列的な土地利用を行うことで持続的生産と生活基盤の維持を図ろうとする手法が彝族社会でとられている。このような土地利用の実態で水土保全の観点から見て問題とすべき点は、輪耕地の存在ではなく、傾斜耕作における土壌保全の問題である。つまり、表層土壌流亡を軽減させる対策を積極的に取り入れることが必要であり、表土の安定と地力維持を図った生態型農業を積極的に導入していくことが重要である。

土地利用植生図は、航空写真を判読基準に従って分類し作成したものであるが、航空写真の撮影時期は気象条件の安定する初冬季に実施されたため、輪耕地が荒廃裸地として分類されるケースも発生する場合がある。しかしながら、水土保全の観点から見て早急な対策を講じなければならない本来の荒廃裸地と、現状で輪耕地として農民に利用されている土地とは区別する必要がある。重点調査区域内に存在する代表集落について実

施された社会経済調査で得られた集落面積、人口、耕地面積、主食の単位面積当り収量、収穫物の販売率等のデータを基に、重点調査地域全体の推定人口を算出し、自給用農作物耕地面積、換金農作物耕地面積を計算して得られる農地として利用されるべき面積を算出した。この集計結果は表 5-3-1 に示したとおりである。この表で示された自給用農作物耕地面積と換金農作物耕地面積の合計面積は、いわば住民の生活基盤を支えるための必須耕地面積である。従って、この耕地面積は造林計画策定に当って考慮に入れておくべき事項であるが、航空写真判読によって作成された土地利用植生図から割りだされた耕地面積（森林面積簿に基づく）との間には大きな乖離がある。特に喜徳県、昭覚県、及び徳昌県においては、土地利用植生図が示す耕地面積は実質耕地面積より相当小さくなっている。この問題は前述したように、山間住民の土地利用の実態を正しく見極めながら、造林計画を策定する必要があることを示している。

地域住民の生活基盤である土地利用形態を尊重しながら水土保持対策を推し進め、更に保全林造成を展開していくためには、以上のような土地利用の現状把握を正しく行うことが第 1 ステップとなる。以上のことから、第 2 年次現地調査における第 1 課題は、造林対象地となるべき荒廃裸地の確定作業を行うことであり、これを行うための新たな基準作りが必要となった。またこの基準によって調整され農地として再編入された土地は、中国の現行政策の基本方針に従って傾斜角に基づいて再分類を行い、水土保持の観点からより理想的な経営区分の提案を行った。

5-4 造林対象地の区分と対策

1. 造林対象地

造林対象地となるのは荒廃裸地であるが、ここでいう荒廃裸地は前述したとおり、土地利用植生図で分類された場所が直接該当するのではない。造林計画で対象とする荒廃裸地とは、森林面積簿に分類されている荒廃裸地のうち、国有林地は全てを対象地とするが、農地である集体有地については、水土保持上の観点から農地として継続利用することに問題がないと判断される条件を満たした土地（小班）は造林対象地から除くものとする。農地として除外される土地は次の条件を全て満たすものとした。なお、農地以外の荒廃裸地は、大規模な放牧用草地を除き造林対象とする。

- ① 1 小班内に存在する崩壊地、ガリー等の侵食地形の占有面積が 5% 未満であること。その理由は、階段耕作や等高線沿いに生垣を植栽するなどの生態型農業を積極的に取り入れることによって、崩壊地形の発生を抑止することが可能であり、水土保持効果の高い手法を導入しながら持続的な農業活動を行うことが可能である。

しかし、1 小班内に存在する崩壊地形の占有面積が 5% を超えた場合はその土地が集体有地であっても造林することによって水土保持対策を早急に講じる必要がある。

表 5-3-1 生計に必要な耕地面積と森林面積簿の耕地面積との比較

重点地域	面積 (ha)	村落の 人口密度 (人/km ²)	重点調査 区域推定 人口 (人)	代表村の 面積 (ha)	代表村の 人口 (人)	主食単収 (Kg/ha)	販売率 (%)	自給用農地 面積 (A) (ha)	換金作物農 地面積 (B) (ha)	面積簿上農 地面積 (C) (ha)	過不足農地 面積 (D) (ha)
喜徳県	10,050	0.47	4,683	25,846	7,385	1,025	63.6	1,371	2,398	2,516	-1,253
昭覚県	9,500	0.34	3,196	18,612	6,042	950	59.7	1,009	1,495	2,141	-364
西昌市	9,912	0.63	6,219	19,925	20,147	2,274	64.0	821	1,459	2,569	290
徳昌県	10,201	1.07	10,883	11,692	11,607	3,212	61.7	1,016	1,638	2,244	-410
米易県	10,194	0.79	8,043	9,906	15,631	5,667	67.9	426	899	3,468	2,143
合 計	49,857	0.66	33,023	85,981	60,812	* 2625.6	* 63.4	4,643	7,889	12,938	406

1) *の値は平均値

2) $D = C - (A + B)$

3) 統計値の算出は社会経済調査の調査報告書の統計値に基づ

<

② 斜面の傾斜度が 25 度未満であること。

その理由は、階段耕作や等高線沿いに生垣を植栽するなどの生態型農業を積極的に取り入れることによって、崩壊地形の発生を抑止することが可能である。

しかし、現況が農地として利用されている土地であっても傾斜度が 25 度以上の小班については、現行の政策に従い退耕還林対象地となる。

③ 標高 3,000m 未満であること。

その理由は、海拔高は 3,000m 付近が燕麦の栽培限界と判断され、これを栽培しながら生計をたてている集落の存在がある。

しかし、これ以上の標高の高い土地では気象条件が更に厳しく、草木の育成にも多くの問題があり、一度植生が破壊された場合にはその回復は極めて困難を伴う。このような土地については早急な保全対策を講ずる必要があり、造林対象地となる。

また、標高 3,400m 以上の高海拔地については、生態系上最も厳しい環境下におかれた高山植物群生地であって、ここでの造林行為は不適切であることから、全面的に生態保全を目的とした高海拔草地として位置付け、造林対象地から除外する。

森林面積簿に荒廃裸地としてリストアップされている小班のうち、その属性データから上述の条件に基づいて農地として利用可能な部分を抽出し、これを農地として再調整して振り替える作業を行い、荒廃裸地からこれらを除いた部分が本計画の造林対象地となる。

安寧河流域 5 市県の造林対象地面積の総括表は表 5-4-1 に示したとおりであり、全造林地面積は 10,550.4 ha となる。この表に示された農地として利用される面積である 1,444.9 ha は、調整後の農地に修正した面積から退耕還林対象面積及びその候補地面積を差し引いた面積値であるが、この値は表 5-3-1 における過不足耕地面積をほぼ充当する値となっている。

表 5-4-1 重点調査区域における造林対象地面積（荒廃裸地）の調査結果

市・県	森林面積簿による荒廃裸地面積 (ha)	現地検証後の荒廃裸地面積 (ha)	高海拔草地面積 (ha)	農地として調整した面積 ()内の数値は退耕還林対象地面積 (ha)	農地として確保される面積 (ha)
喜徳県	4,277.8	2,708.9	61.5	1,507.4 (435.3)	1,072.1
昭覚県	3,898.0	2,923.0	426.0	549.0 (227.5)	321.5
西昌市	1,695.6	1,671.9	0	23.7 (8.5)	15.2
徳昌県	1,387.7	1,196.2	0	191.5 (155.4)	36.1
米易県	2,665.8	2,050.4	0	615.4 (615.4)	0
合計	13,924.9	10,550.4	487.5	2,887.0 (1,442.1)	1,444.9

2. 土地利用区分別水土保全対策

土地利用区分別水土保全対策は以下のとおりである。これらを総括したものを表 5-4-2 に示した。なお、以下に述べる個別の水土保全対策に与えた対策記号は造林計画図作成において対策区分を図上に明示させるための表示記号として活用されるものである。

1) 農地の区分

農地については耕作地の傾斜度によって、次のように3つのグループに分類した。

- ① 農地Ⅰ：傾斜6度未満
 - ② 農地Ⅱ：傾斜6度～25度
 - ③ 農地Ⅲ：傾斜25度～36度
- ① 農地Ⅰの場合はこれを安定農地とし、経営区分の分類では農地Ⅰとする。安寧河流域の低地平野部の平均傾斜度は5度前後であり、農地からの表土流出の問題は発生していないことから、水土保全上の問題はない安定した農地であるといえる。従って、特に対策を講じる必要はなく、現状維持で十分とし、この対策記号はAとする。
- ② 農地Ⅱの場合は水土流出の発生が懸念される農地であり、経営区分の分類では農地Ⅱとする。斜面の傾斜度の6度～25度とした理由は、低地平野部の農地が前述したとおり6度未満の傾斜度で安定していることから、これ以上で退耕環林の対象地とならない25度未満の傾斜度を範囲とする。ここでの対策は、傾斜度の低い農地（凡そ15度未満）においては水土安定を図った生垣を等高線沿いに植栽し、傾斜度がこれを超える場合には、階段耕作を取り入れて農地の安定化を図り、階段部の法面には灌木類や多年生草の草本類を植栽することによって土壌流亡の防止を図り、更にアグロフォレストリーの導入も併せて行うことによって、より効果的な土壌保全を目指した生態型農業の推進を図っていくことが求められる。この対策記号をBとする。
- ③ 農地Ⅲの場合は水土保全上問題が多い急傾斜地での耕作であることから、今後は耕作地として利用するのではなく、植生復帰を図るための林地転換を進めることが必要である。特に傾斜度が36度以上の砂・粘土の混合土壌質では安息角を超えたものであることが経験的に知られており、水土保全上早急な保全林造成が求められる地形である。現在の中国全土で進められている退耕還林政策は、傾斜度25度以上の農地を林地に転換して国土の水土保全を農業サイドからも進めていこうとするものであり、砂防工学上理に適った政策であるといえる。しかし、具体的な対策を実施する

表 5-4-2

土地利用区分別水土保全対策

類型区分	土地利用上の区分	経営区分	対 策	記号
農 地	安定農地(傾斜 6°未満)	農地 I (A)	現状維持	A
	水土流出がある農地 (傾斜 6°~25°) 休耕地を含む	農地 II (B)	生態農業	B
	傾斜 25°以上 36°未満の農地	農地 III (C)	退耕還林	C
高海拔草地	標高 3,400m 以上	高山植生 (D)	現植生維持	D
荒廃裸地	無立木林地(樹冠密度 0.2 未満)	荒廃裸地 (E)	生態保全林 (保護林)	E1
			生態型経済林	E2
			生態型薪炭林	E3
			生態型用材林	E4
			生態型放牧林	E5
林地	樹冠密度 0.20~0.39 の林地	疎林 (F)	封山育林 (ウンナンマツ)、 補植改良	F
	要改良林地	中密度林 (G)	保育管理	G
	高密度人工造林地 (ウンナンマツ)	高密度林 (H I)	密度管理、病虫害管理、防火	H 1
	高密度林 (H 1) 以外の密林	高密度林 (H II)	防火、病虫害管理	H 2

に当っては、対象となる地域の自然条件や経済条件等を勘案し、また地元農民の意向も参酌した方法を検討した上で、経済林造成が可能と判断される地域については、適正樹種を選びながらこれを導入することも地域産業の活性化と農家所得の向上を図る上から重要な対策である。この対策記号をCとする。

2) 高海拔草地の区分

土地利用区分別水土保全対策(表5-4-2)の類型区分にある高海拔草地は、標高3,400mの高海拔地域における高山植生地区を差す。このような標高の高い高山帯では、低温等自然環境が極めて厳しいことから、成育可能な木本としてはツツジ・シャクナゲ類(*Rhododendron spp.*)、コウザンナラ(*Quercus monimotricha*)等の低灌木林であり、稜線部位では高山植物のみ成育が可能な地域である。水分条件や日照条件等の林木の成育条件に比較的恵まれたごく一部分の斜面においては、暗色針葉樹林のシセンモミ(*Abies fabri*)や落葉広葉樹のトウシラカンバ(*Betula albo-sinensis*)が小群落を形成している箇所も散見されるが、この様な高海拔地域において造林を行うことは技術的に非常に困難であり、本件造林計画においては造林対象地とせず、現植生の維持を図ることが現実的な対策であるとする。この対策記号をDとする。

3) 林地の区分

林地については、林分の樹冠密度及び林相によってこれを以下の4種類に分類した。この分類化基準は土地利用植生図作成の際に用いられた中国側の林相区分基準に従ったものであり、類型化は森林面積簿に表記されている各林小班のデータを基にして振り分けた。

- ① 疎林 (F) : 樹冠密度が0.20~0.39の林地(人工林、天然林)
- ② 中密度林(G) : 樹冠密度が0.40~0.69の林地(人工林、天然林)
- ③ 高密度林(H I) : 樹冠密度が0.7以上の林地でウンナンマツ人工林
- ④ 高密度林(H II) : 樹冠密度が0.7以上の林地でウンナンマツ人工林以外の林地(天然林を含む)

- ① 疎林(F)は林地であっても水土保全機能が著しく低下した状態の林分であることから、林分構造を見極めながら、エンリッチメントプランティングの手法を導入する必要がある。即ち、立木密度の低い林分に対してはラインプランティングを行ない、大きなギャップがある場所へはギャッププランティングを導入するなどして早急に立木密度の回復を図る人工造林を行うことが求められる。ウンナンマツの林分では健全な母樹が残存している林地で天然下種更新による林地の回復が可能とみられる林分においては、封山育林を実施することで対応することが可能であるが、稚樹の成長を妨げ

る下草刈りが必要である。封山する期間は稚樹が樹高 1m 程度に達するまで (約 5 年) とする。対象地域における過去の封山育林の経験が、ここで再び活かされることになる。ここでは以上のように様々な造林手法が検討されるが、これら個別対策を一括して記号では F とする。

- ② 中密度林(G)は、a)人工林で齡級の低い成育途上の幼齡林分である場合、b)かつて高密度林であったものが人為的伐採によって又は森林火災や病虫害等の自然災害の被害を受けて立木密度が低下した林分の場合、c)人工林又は天然林の齡級の高い林分であっても、立地条件が悪い瘠悪地にあるため林分構造が貧弱である場合とがある。これらのうち a)の林分に対しては、造林木の成育を促進させるための保育管理を行う必要がある。b)の林分に対しては、天然下種更新が期待できない林分においてはギャッププランティングを行う必要もある。また、これ以上林分構造の低質化を引き起こさないために、保護管理を強化することも重要である。特に森林火災や違法伐採に対する取り締まり強化については、近隣集落の住民の理解と協力が必要であり、地域住民の参加による新しい森林管理システム建設について検討することも、今後の重要なテーマの 1 つであろう。c)の場合については、補植効果も期待できないことから保護管理の強化が対策の中心となる。以上の対策記号を G とする。
- ③ 高密度林(H I)はウナンマツの人工林であるが、これは主に航空機播種によって成林した林地である。西昌市東部の昭覚県に隣接する爾烏地区のウナンマツ造林地は、この範疇に属する林地である。この造林地は封山育林の成功例であるが、除間伐等の保育管理をしていないために立木密度は極めて高く、被圧木、劣性木、枯損木等が残存したままであるために、健全な林分成長が妨げられた状態に置かれている。これを放置し続けた場合、立木の正常な成長が妨げられ、自然災害に対する抵抗性も失われることになり、林分全体が共倒れする危険性も危惧される。造林目的が保全林造成であっても、林分の健全な成長を維持促進させるためには適正な密度管理を行う必要がある。そのためには保育間伐の実施は避けられない重要な施業である。造林地の立地条件によっても林分成長は異なるが、林分構造の変化に調和した保育を実施する必要がある。また単一樹種による大面積造林の場合では、病虫害の発生に対してこれを放置した場合に被害の一斉拡大もありうることから、常に病虫害対策を立てておく必要がある。更に防火対策も重要である。特にマツは樹脂分を多く含み森林火災の被害を受け易いことから、万全の対策を講じる必要がある。以上の対策記号を H I とする。
- ④ 高密度林(H II)は主に天然林であるが、天然林の極相林はそれ自体が自然淘汰によって成立したいわばバランスのとれた林分であるといえる。従って、人工的な密度管理を行う必要はないが、防火対策や防虫対策等の森林保護施業を実施する必要がある。

この対策記号をH2とする。

4) 荒廃裸地の区分

(1) 自然条件からみた対策

荒廃裸地に対する水土保持対策を検討する際に、その地域の自然条件、社会経済条件等を調査分析し、荒廃の原因について様々の角度からこれを考察する必要がある。重点調査区域の地質・土壌条件については第1年次現地調査第2フェーズで詳しく調査し、その結果については、4-4土壌調査で述べた通りであるが、喜徳県、昭覚県には流出し易い風化の進んだ酸性紫色土壌が標高3,000m以下の場所に広く分布している。また、昭覚県の高海拔地帯では、亜高山草原土壌が広く分布しており、この土壌が冬季に凍土現象を引き起こすことによって地表植生の根茎が切断され、植生の成育が妨げられる。これらの結果が水土流出を加速させる原因ともなっている。西昌市には乾燥時に亀裂が生じ易い黄紅土壌が分布していること、米易県には植物の生育に不利な乾燥紅土壌が低地に分布していること等が確認されている。これに加えて安寧河流域一帯の気象は、雨季に降雨が集中する傾向が顕著であり(5~9月で年間降雨量の92%)、これが傾斜地形における表土流出やガリ一侵食等の崩壊地形の形成を更に加速している。

このような厳しい自然環境を背景にした荒廃裸地の存在は、このまま放置すれば益々拡大する危険性がある。もし豊かな森林が地表を覆っていれば、降雨量は森林の遮断効果と土中への雨水の浸透能の増大によって地表水は大幅に減少し、表土侵食の問題は大幅に減少することが期待され、更に森林による水源涵養機能が図られる。これらの理由から早急な植生回復を行う必要があり、この対策として生態保全林の造成が求められる。この保全林造成は、水土保持を目指しながら地域の自然生態系に適合した樹種を導入することによって、生態環境の回復を進めていくことが、安寧河流域全体の生態系保全に寄与するものである。この対策記号をB1とする。この造林は、いわば環境造林としての役割を担うものである。

(2) 社会条件からみた対策

この様な自然条件に加えて、荒廃裸地の成因に大きく働きかける人為的因子の存在があることについても考察する必要がある。この人為的なメカニズムを把握することによって、より具体的でかつ地域住民の理解と支持を得る効果的な水土保持対策を打ち出すことが求められる。社会経済調査の結果、高山地区に居住する住民の燃料は薪柴に大幅に頼っていることが明らかにされている。この年間消費量は膨大であるが、集落の周辺に薪柴の供給源となる良好な森林資源が存在している場合では問題ないが、例えば喜徳県の場合、重点調査区域の上流域の集落周辺では、薪柴の調達に多くの労働時間を割かなければならない実態が在る。薪炭材造成は、このような地域にとって大きな期待が持たれており、水土保持に対しても寄与するものである。この場合

でも、地域の生態系を勘案した樹種選定を行い、生態型薪炭林造成を進めていくことが求められる。この対策記号をE3とする。

高地地区の住民の現金収入源は、牧畜に大きく依存していることも社会経済調査で明らかにされた。ここでの牧畜形態は既に述べたとおり、休閑地が利用されているが、これだけでは家畜の餌は十分でないことから、林地・草地に家畜を移動して放牧を行っている。放牧の在り方が森林植生の現状維持を保ったレベル以下であれば問題とならないが、過放牧状態になると森林植生が維持されなくなる。また家畜の通り道から表土侵食が拡大するという問題も発生する。この様な放牧がもたらす問題についても、効果的な対策を打ち出すことが重要であり、これが生態型放牧林造成である。導入樹種は現植生を主体に選ぶ必要があるが、更に家畜の餌として相応しい樹種を住民からの聞き取りによって選択することとした。この対策記号をE5とする。

これらの対策以外に、自然条件（標高、気温、土壌等）、社会経済条件（市場へのアクセス、生産物の市場性、管理体制等）が満たされた場所においては、経済林造成の導入も検討すべきであり、地域の農民に現金収入の場を提供していく考え方は、農民の支持を得ることとなる。この場合でも、地域の生態系に配慮した樹種選定を行い、水土保持に寄与するような植栽方法を検討しながら生態型経済林として造成でなければならない。この対策記号はE2とする。同様に、地域の条件を勘案しながら生態型用材林造成が可能な地域においては、この導入を進めていくことが重要である。この対策記号はE4とする。

以上の対策は、地域における需要と供給のバランスを勘案し、農民の持続的生産活動の基盤を維持させながら、水土保持を図っていく手法であり、いわば社会林業的なコンセプトからアプローチした対策として位置づけることができる。

(3) 各対策適応地の選定基準

① 生態保全林 (E1)

国有林では、優先的に生態保全林の森林造成を行うこととする。集体有林の場合では、1林小班内に崩壊地形が5%以上存在するところや、斜面の傾斜度が36度を超えるような急傾斜地、及び標高が3,000mを超える自然環境の厳しい高山帯地区が適応地の対象となる。本件造林計画の対象地域は標高差が大きく(1,200m~3,400m)、生態保全林の施業計画を立てるに当たっては、標高による地帯区分(低山帯、亜高山帯、高山帯)に加え、乾熱河谷地帯を含めたゾーニングを行い、夫々の地帯の自然条件に適合性した造林樹種の検討と、造林手法の検討を行う必要がある。この詳細については、5-5の対策別造林技術の節で述べることとする。

② 生態型経済林 (E2)

経済林の導入については、樹種別に導入可能な条件を見極め、これを満たす地区でなければならず、検討すべき条件には自然的条件、経済的条件、社会的条件がある。それぞれの条件は以下のとおり。

自然条件：樹種別生育可能な標高限界、年間最低気温、年間最高気温、年間降雨量、年間日照量、土壌タイプ等

経済条件：市場性（需要）の有無、市場からの距離、輸送コスト

社会条件：労働集約型である場合に集約的作業を必要とする時期の雇用環境、農民の栽培技術の有無、農民の経済林造成に対する関心の有無

地域の代表的経済樹種についての個別の条件は以下のとおりである。

表 5-4-3 経済樹種の選定基準例

樹種	サンショウ	ユーカリ	桜桃	ライチー	オレンジ
自然条件	海拔2,500m以下の肥沃な土地、傾斜は20度以下。	1,700m以下の土壌の深い箇所。	海拔1,500m以下の農地にできる肥沃な土地、緩傾斜地（10度以下）が望ましいが、霜穴は避けること。	海拔1,300m以下の肥沃な土地、傾斜は15度以下。	海拔1,500m以下のやや乾燥した箇所、肥沃な土地、傾斜は15度以下。
経済的条件	農業と共存することが望ましい。	下草は放牧に供することが可能。	桜桃林は其の所有者の近くにあること。	農業と共存することが望ましい。	農業と共存することが望ましい。
社会的条件	自動車の通行可能な道路から5km以内とする。	葉を輸送可能な自動車道が林分に接していること。	自動車の通行可能な道路から1km以内、道路は舗装されていることが望ましい。	自動車の通行可能な道路から2km以内とする。	自動車の通行可能な道路から2km以内とする。

③ 生態型薪炭林 (E3)

集落の周辺に良好な森林が存在して薪炭材の調達に問題がない地区は対象外となる。これは現地踏査によって確認されるが、土地利用植生図からも概況把握をすることは可能である。薪炭林造成は集落の周辺で行うことが望ましいが、このような場所は一般的に農地として利用されている場合が多いことから、適地の選定は直接村人から情報を得ることが重要である。集落が集中している地区で且つ周囲の森林資源が乏しい地区を潜在的に家庭用燃材の不足地区とし、適地地の選定は出来る限り集落からの距離が近い位置の荒廃裸地とする。本来ならば、地域の需要量と供給量のバランス、立地評価に基づく林木のバイオマス成長量を換算し、これらのデータをベースにして薪炭林造成の必要面積を割り出していくことが基本であるが、現在の知見では薪炭材用樹

種の成長量データがない。適応地の選定については、社会経済条件調査の結果を踏まえ検討することとする。即ち、薪炭材の採集に費やされる平均的距離は集落から凡そ2 kmであるという調査結果に基づき、薪炭林造成を図る場所の選定を代表的集落の中心から半径2 kmの圏内にすることとした。このようにして薪炭林造成の適応地として割り当てた各小班の面積は、定量的判断に基づいたものではなく、周辺地域の造林対策のバランスを勘案した上で選定した定性的判断によるものである。

④ 生態型用材林 (E4)

上述した生態型経済林の適応地の選定条件と異なる点は、用材林の収穫物は市場性を追求したものではなく、地域内で住宅用建設部材として消費されるものである。従って、自然条件が選定条件となるが、例としては、昭覚県においてはポプラ (*Populus davidiana*) の導入があり、その適応地は最も標高の低い場所(2,500m 付近)で且つポプラの生育条件に適した河川敷が選定される。

⑤ 生態型放牧林 (E5)

標高の高い場所で、なるべく緩傾斜地形の斜面で1 小班の中に崩壊地形が可能な限り5%未満の場所を選定候補地とする。社会経済調査の結果、放牧地への移動距離は平均で2kmとあることから、代表集落の中心点から半径2 kmの円を描き、この同心円内で適地を選定することで、地元のニーズに対応できる。最終的には、更にこれに現地調査で確認した現状での放牧利用地と重ね合わせた場所を優先するものとする。

3. 選定結果

5 市県の重点調査区域別に造林対策別適応地を選定した結果は以下の通りである。

1) 喜徳県

- a) 最高標高が3,520m、最低標高が2,040mの範囲にある標高の高い地区である。
- b) 3,400m以上の高海拔地域は高山植生地帯であり、農地、林地には属さない牧草地である。この草地面積は61.5 haで、対策は現状維持とする。
- c) 造林対象地となる荒廃裸地面積は2,708.9 haである。
- d) 生態保全林の対象面積は1,647 haであるが、これらは全て高山帯(ゾーニングについては表5-5-1による。以下同じ)に属する。
- e) 集落周辺に導入される生態型薪炭林の対象面積は509.5 haである。また標高が高い位置に導入される生態型放牧林の対象面積は551.7 haである。
- f) 生態型経済林は、標高が高いこと、市場からの距離が遠く、社会基盤の整備も不十分であることから計画しない。
- g) 生態型用材林は、既に地域で実施されていて新たに導入可能な場所は存在しないことから計画しない。
- h) 農地面積は4,023.3 haあるが、この地域は酸性紫色土が多く、水食を受け易いこ

とから、傾斜度 6 度以上 25 度未満の経営区分で農地Ⅱとした農地は 3,479.0 ha あるが、ここでは生態型農業を進め、土壌流亡防止を図ることとする。農地Ⅲとした傾斜度 25 度以上の農地は退耕還林対象地であり、この面積は 544.3 ha である。傾斜度 6 度未満の農地Ⅰは喜徳県重点調査区域内には存在しない。

- i) 林地は全体で 3,217.1 ha である。森林率は区域全体の 32% であり、5 市県では最も低い水準である。このうち高密度林 (H₂) は 1,932.0 ha で林地の 60% を占めるが、ここでは病虫害や山火事防止等森林保護のための必要な管理に努める。高密度ウナンマツ人工造林 (H₁) 面積は 415.0 ha で林地の 12.9% を占めており、ここでは密度管理の実施と併せて、病虫害や山火事防止の森林管理を行う。中密度林は 683.3 ha で林地の 21.2% を占めており、ここでは保育管理を行う。疎林は 186.8 ha で林地の 5.8% を占めており補植改良を行うが、ウナンマツの場合は封山育林を行う。

2) 昭覚県

- a) 最高標高が 3,630m、最低標高が 2,350m の範囲にあり、5 市県の重点調査区域の中では最も標高の高い地区である。
- b) 3,400m 以上の高海拔地域の面積は 426 ha あり、ここでは現植生を維持する。
- c) 造林林対象地となる荒廃裸地面積は 2,923 ha である。
- d) 生態保全林の対象面積は 2,132.4 ha であるが、このうち高山帯は 2,123.4 ha で亜高山帯は 9.0 ha とごく僅かである。
- e) 集落周辺に導入される生態型薪炭林の対象面積は 452.8 ha である。生態型用材林の対象地は標高の低い河川敷でのポプラの造林となり、その面積は 36.7 ha である。標高が高い位置に導入される生態型放牧林の対象面積は 301.1 ha である。
- f) 生態型経済林は、標高が高いこと、市場からの距離が遠く、社会基盤の整備も不十分であることから計画しない。
- g) 農地面積は 2,690.1 ha ある。この地域は酸性紫色土が多く、水食を受け易い。傾斜度 6 度以上 25 度未満の経営区分で農地Ⅱとした農地は 2,372.6 ha ある。ここでは生態型農業を進め、土壌流亡防止を図ることとする。農地Ⅲとした傾斜度 25 度以上の農地は退耕還林対象地であり、この面積は 296.3 ha である。傾斜度 6 度未満の農地Ⅰは僅か 21.2 ha である。
- h) 林地は全体で 3,338.0 ha あり、森林率は区域全体の 35.1% である。このうち高密度林 (H₂) は 1,263.9 ha で林地の 37.9% を占めるが、ここでは病虫害や山火事防止等森林保護のための必要な管理に努める。高密度ウナンマツ人工造林 (H₁) 面積は 1,228.5 ha で比較的多く、林地の 36.8% を占めているが、ここでは密度管理の実施と併せて、病虫害や山火事防止の森林管理を行う。中密度林は 785.5 ha で林地の 23.5% を占めており、ここでは保育管理を行う。疎林は 60.1 ha で林地の 1.8%

を占めており、補植改良を行うが、ウナンマツの場合は封山育林を行う。

3) 西昌市

- a) 最高標高は 2,940m、最低標高が 1,560m の範囲にある。従って 3,400m 以上の高海拔地域の高山植生地帯は存在しない。
- b) 造林対象地となる荒廃裸地面積は 1,671.9 ha である。
- c) 生態保全林の対象面積は 1,647.5 ha であり、このうち高山帯は 7.5 ha と僅かである。亜高山帯は 385.7 ha、低山帯は 1,245.5 ha で、乾熱河谷該当地区(標高 1,600 m 以下の南斜面)は 8.8 ha である。
- d) 亜高山地帯の集落周辺は森林資源に恵まれ、薪炭材の調達は問題ないことから、生態型薪炭林造成は計画しない。
- e) 重点調査区域の中で最も標高が低く、道路条件、市場条件に恵まれた場所には生態型経済林を計画する。この面積は 24.4 ha である。
- f) 農地面積は 2,523.9 ha あるが、この地域は乾燥時に亀裂が生じ易く、表層崩壊の発生し易い黄紅壤土が広い範囲に分布していることから、生態型農業(傾斜度 6 度以上 25 度未満の農地Ⅱ)や退耕還林(傾斜度 25 度以上の農地Ⅲ)を積極的に進める必要がある。農地Ⅱの面積は 2,060.1 ha で、農地Ⅲの面積は 209.5 ha である。傾斜度 6 度未満の安定農地Ⅰは 254.3 ha ある。
- g) 林地は全体で 5,582.7 ha あり、森林率は区域全体の 56.3% である。このうち高密度林(H₂)は 3,604.1 ha で林地の 64.6% を占めており、比較的森林に恵まれた地区である。H₂では病虫害や山火事防止等森林保護のための必要な管理に努める。高密度ウナンマツ人工造林(H₁)面積は 1,207.1 ha で林地の 21.6% を占めているが、ここでは密度管理の実施と併せて、病虫害や山火事防止の森林管理を行う。中密度林は 502.1 ha で林地の 9.0% を占めており、ここでは保育管理を行う。疎林は 269.4 ha で林地の 4.8% を占めており、補植改良を行うが、ウナンマツの場合は封山育林を行う。

4) 徳昌県

- a) 最高標高が 3,440m、最低標高が 1,540m の範囲にある。
- b) 3,400m 以上の高海拔地域は少なく、類型区分上の高海拔草地は存在しない。
- c) 造林対象地となる荒廃裸地面積は 1,196.2 ha である。
- d) 生態保全林の対象面積は 960.8 ha であるが、このうち高山帯(2,600m 以上)は 823.1 ha で保全林全体の 85.7% を占め、亜高山帯(2,000m~2,600m)は 132.1 ha で、低山帯は 5.6 ha とごく僅かである。
- e) 本県は比較的森林資源に恵まれていることから、集落周辺に導入される生態型薪炭林の対象面積は僅か 2.1 ha である。標高が低く、道路沿いで市場にも近い場所に

は生態型経済林造成が可能であるため計画する。この対象面積は 99.4 ha である。標高の高い部分には生態型放牧林を造成する。この対象面積は 133.9 ha である。

- f) 農地面積は 2,364.7 ha あるが、この地域は西昌市の重点調査区域と同様の黄紅壤土が広く分布していることから、生態型農業、退耕還林を積極的に進める必要がある。農地Ⅱの面積は 1,854.6 ha、農地Ⅲの面積は 444.2 ha である。傾斜度 6 度未満の農地Ⅰは存在しない。
- g) 林地は全体で 6,509.7 ha あり、森林率は区域全体の 63.8% で 5 市県では最も高い森林率である。このうち高密度林 (H₂) は 5,021.6 ha で林地の 77.1% を占める。ここでは病虫害や山火事防止等森林保護のための必要な管理に努める。高密度ウナンマツ人工造林 (H₁) の面積は僅か 42.2 ha で林地の 0.6% に過ぎないが、ここでは密度管理の実施と併せて病虫害や山火事防止の森林管理を行う。中密度林は 1,247.1 ha で林地の 19.2% を占めており、ここでは保育管理を行う。疎林は 198.8 ha で林地の 3.1% を占めており補植改良を行うが、ウナンマツの場合は封山育林を行う。

5) 米易県

- a) 最高標高が 2,480m、最低標高が 1,150m の範囲にあり、5 市県では標高が最も低い地区であるので高山帯は存在しない。
- b) 造林対象地となる荒廃裸地面積は 1,130 ha である。
- c) 生態保全林の対象面積は 1,831.5 ha であるが、このうち亜高山帯は 68.8 ha で、低山帯は 391.2 ha である。この地域の特徴は 1,600m 以下の乾熱河谷地帯の存在であり、その面積は 1,371.5 ha で荒廃裸地の 74.9% を占めている。
- d) この地区は標高が低く、集落の集まる地域は流通の便が良いこととあって、エネルギー源を薪炭材に求める比重が高山地区と比べて小さいことから、生態型薪炭林の計画は立てない。亜熱帯性モンスーン気候であることや、市場条件、輸送条件等が満たされる場所に対しては、生態型経済林造成が可能であるため計画する。この対象面積は 98.95 ha である。また、地域のニーズに答えるべく、低山帯北面では生態型用材林の造成計画を立てる。この対象面積は 62.8 ha である。標高の高い部分には生態型放牧林を造成する。この対象面積は 57.2 ha である。
- e) 農地面積は 4,083.7 ha ある。この地域の土壌は土壌養分の貯留能力の高い黄褐色土壌が低山帯から亜高山帯にかけて広がって耕作地として利用されているが、標高の低い地域では水食を受け易い黄紅壤が出現する。農地Ⅱの面積は 2,493.1 ha で農地面積の 61.1% あるが、ここでは生態型農業を進め、土壌流亡防止を図ることとする。農地Ⅲは退耕還林対象地であり、この面積は 774.9 ha である。傾斜度 6 度未満の農地Ⅰは 815.7 ha あり、現状維持とする。
- f) 林地面積は 3,702.3 ha であり、森林率は 36.3% である。このうち高密度林 (H₂)

は1,549.5 haで林地の41.9%を占める。ここでは病虫害や山火事防止等森林保護のための必要な管理に努める。高密度ウナンマツ人工造林(H1)面積は214.5 haで、林地の5.8%に過ぎないが、ここでは密度管理の実施と併せて、病虫害や山火事防止の森林管理を行う。中密度林は1,563.3 haで林地の42.2%を占めており、ここでは保育管理を行う。疎林は375.0 haで林地の10.1%を占めており、補植改良を行うが、ウナンマツの場合は封山育林を行う。

5市県の対策別造林面積は表5-4-4に示したとおりである。また5市県の重点調査区域における対策別造林面積の総括表は表5-4-5に示したとおりである。表5-4-6にゾーン別造林対策面積を示した。

表5-4-4 5市県の造林対策分類別面積

単位：ha

類型区分	経営区分	分類記号	喜徳県	昭覚県	西昌市	徳昌県	米易県
農地	I	A	0.0	21.2	254.3	0.0	815.7
	II	B	3,479.0	2,372.6	2,060.1	1,854.6	2,493.1
	III	C	544.3	296.3	209.5	444.2	774.9
	小計		4,023.3	2,690.1	2,523.9	2,298.8	4,083.7
高海拔草地	D	D	61.5	426.0	0.0	0.0	0.0
	小計		61.5	426.0	0.0	0.0	0.0
荒廃裸地	E	E 1	1,647.7	2,132.4	1,647.5	960.8	1,831.5
		E 2	0.0	0.0	24.4	99.4	98.9
		E 3	509.5	452.8	0.0	2.1	0.0
		E 4	0.0	36.7	0.0	0.0	62.8
		E 5	551.7	301.1	0.0	133.9	57.2
	小計		2,708.9	2,923.0	1,671.9	1,196.2	2,50.4
林地	F	F	186.8	60.1	269.4	198.8	375.0
	G	G	683.3	785.5	502.1	1,247.1	1,563.3
	H I	H 1	415.0	1,228.5	1,207.1	42.2	214.5
	H II	H 2	1,932.0	1,263.9	3,604.1	5,021.6	1,549.5
	小計		3,217.1	3,338.0	5,582.7	6,509.7	3,702.3
その他用地	I I	I 1	0.9	17.0	22.8	39.0	79.2
		I 2	0.0	0.0	42.1	0.0	161.7
		I 3	24.1	95.6	0.0	3.1	113.5
		I 4	0.0	0.0	68.5	136.8	0.0
		I 5	14.0	10.6	0.0	17.5	3.3
	小計		39.0	123.2	133.4	196.4	357.7
総計			10,049.8	9,500.3	9,911.9	10,201.1	10,194.1

表 5-4-5 5 市県別重点調査区域における対策別造林面積の総括表

単位：ha

区 分	喜徳県	昭覚県	西昌市	徳昌県	米易県	計
生態保全林	1,647.7	2,132.4	1,647.5	960.8	1,831.5	8,219.9
生態型経済林			24.4	99.4	98.9	220.7
生態型薪炭林	509.5	452.8		2.1		964.4
生態型用材林		36.7			62.8	99.5
生態型放牧林	551.7	301.1		133.9	57.2	1,043.9
計	2,708.9	2,923.0	1,671.9	1,196.2	2,050.4	10,550.4

以上の結果、本件造林計画が実施された場合に 5 市県の重点調査区域における森林率の上昇への寄与は表 5-4-6 に示したとおりである。喜徳県では 27.0% 上昇して全体で 59.0% となる。昭覚県では 30.8% 上昇して全体で 65.9% となる。西昌市では 16.9% 上昇して全体で 73.2% となる。徳昌県では 11.7% 上昇して全体で 75.5% となる。米易県では 20.1% 上昇して全体で 56.4% となり、このように大幅な森林率の上昇によって、より高い水土保持の確保が期待される。

5-5 対策別造林技術

対策別の造林計画策定に当って、造林地のゾーン区分、植栽すべき樹種、植栽方法等の技術は以下の通りとした。

1. ゾーニングと植栽方法

1) ゾーニング

生態保全林造成の計画面積は、造林対策別では最も面積の大きい部分 (77.9%) を占めている。導入樹種を検討する際には、気象条件、土壌条件、水分条件等の造林地の環境に適合する樹種を選定する必要がある。本件造林計画対象地域は標高差が大きいことから、標高別に高山帯、亜高山帯、低山帯のゾーンに区分する。また、夏季における高温と乾燥は低山地帯の植生や造林成績にも影響を与えていることから、低山帯では南斜面と北斜面を別途区分する必要がある。特に乾熱河谷地帯の南斜面ではこの問題が更に顕在化してくることから、この地域も別途区分することとするが、乾熱河谷の北斜面については、造林技術上低山帯北斜面とほぼ同等の取り扱いが可能とみられる。以上の結果、生態保全林のゾーンニング (標高帯、地域)、およびゾーン毎の占有面積は、表 5-5-1 に示した通りである。

表 5-4-6 ゾーン別造林対策面積

市・県	ゾーン 造林対策	高山帯	亜高山帯	低山帯	乾熱河谷	総計
		面積 (ha)	面積 (ha)	面積 (ha)	面積 (ha)	面積 (ha)
喜徳県	生態保全林	1647.7				1647.7
	生態型経済林					0
	生態型薪炭林	509.5				509.5
	生態型用材林					0
	生態型放牧林	551.7				551.7
	小計	2708.9	0	0	0	2708.9
昭覚県	生態保全林	2123.4	9			2132.4
	生態型経済林					0
	生態型薪炭林	452.8				452.8
	生態型用材林		36.7			36.7
	生態型放牧林	301.1				301.1
	小計	2877.3	45.7	0	0	2923.0
西昌市	生態保全林	7.5	385.7	1245.5	8.8	1647.5
	生態型経済林		0.6	23.8		24.4
	生態型薪炭林					0
	生態型用材林					0
	生態型放牧林					0
	小計	7.5	386.3	1269.3	8.8	1671.9
徳昌県	生態保全林	823.1	132.1	5.6		960.8
	生態型経済林		10.6	88.8		99.4
	生態型薪炭林	2.1				2.1
	生態型用材林					0
	生態型放牧林	127.5	6.4			133.9
	小計	952.7	149.1	94.4	0	1196.2
米易県	生態保全林		68.8	391.2	1371.5	1831.5
	生態型経済林				98.9	98.9
	生態型薪炭林					0
	生態型用材林		17.1	15.9	29.8	62.8
	生態型放牧林		19.3		37.9	57.2
	小計	0	105.2	407.1	1538.1	2050.4
総計		6546.4	686.3	1770.8	1546.9	10550.4

表5-4-7

5市県別重点調査区域内の森林率

	喜徳県	昭覚県	西昌市	徳昌県	米易県
重点区域の面積	10,049.8 ha	9,500.3 ha	9,911.9 ha	10,201.1 ha	10,194.1 ha
区域内の荒廃裸地面積	2,708.9 ha	2,923.0 ha	1,671.9 ha	1,196.2 ha	2,050.4 ha
区域内の林地面積	3,217.1 ha	3,338.0 ha	5,582.7 ha	6,509.7 ha	3,702.3 ha
現状の森林率	32.0%	35.1%	56.3%	63.8%	36.3%
造林計画実施後の森林率	59.0%	65.9%	73.2%	75.5%	56.4%
上昇した森林率	27.0%	30.8%	16.9%	11.7%	20.1%

表5-5-1 生態保全林造成対象地域のゾーニング

ゾーン	標高及び斜面	面積 (ha)	面積比率 (%)
①高山帯	標高 2600m~3400m	4,601.7	56.0
②亜高山帯	標高 2000m~2600m	595.6	7.3
③低山帯 I	標高 1600m~2000m 北斜面	233.4	2.8
④低山帯 II	標高 1600m~2000m 南斜面	1,408.9	17.1
⑤乾熱河谷地帯 I	標高 1600m 以下 北斜面	96.0	1.2
⑥乾熱河谷地帯 II	標高 1600m 以下 南斜面	1,284.3	15.6
合計		8,219.9	100.0

2) 植栽方法

生態保全林では、植栽間隔、植付け穴のサイズについては、以下の基本形をとることとする。

植栽間隔： 1.5 m×2 m、1 ha 当りの植栽本数は 3,300 本

植付け穴： (縦) 50cm×(横) 50 cm×(深さ) 40 cm

*但し急傾斜地においては表土保全の観点からサイズは若干小さくする必要がある。

2. ゾーン別導入樹種、造林法

1) 生態保全林

- ① 高山帯： 最も標高の高い場所や尾根筋では、強風に耐え得る灌木系統の導入を検討しなければならない。ここではハイマツ (*Pinus yunnanensis* var. *pygmaea*)、コウザンナラ (*Quercus monimotricha*) が自生していることから、本来の生態系に従ってこれらの樹種の導入を図ることとする。植栽間隔、植付け穴は基本形をとる。2 樹種は

帯状に交互に植栽し、ハイマツは種子の直播き造林とする。ハイマツの種子の播種量は1畝(1/15 ha) 当り1斤(500g)とし、コウザンナラはポット苗(1年生)による造林とする。

斜面では暗色針葉樹系統のチュウゴクトウヒ(*Picea complanata*)、シセンモミ(*Abies fabri*)が原植生樹種であり、導入が可能である。また強風の影響が少ない場所では混交林仕立てによるカザンマツ、ニホンカラマツの導入が可能である。いずれも植栽間隔、1 ha 当りの植栽本数、植付け穴は基本形をとる。初期成長の比較的早いニホンカラマツは1年生の裸苗を使用し、カザンマツはポット苗を使用して造林するが、モミ、トウヒ類は5年生までの成長が遅く、4年生以下の苗を植栽した場合には下草との競合に負けることから、5年生苗(苗高25 cm以上)を用いる。

谷間の土壌水分に恵まれた平坦部位には、ポプラ類(*Populus yunnanensis*)が導入でき、植栽間隔、1 ha 当りの植栽本数は基本形をとる。ポプラは挿し木し立てによる造林を行う。沢筋斜面には、トウシラカンバ(*Betula albo-sinensis*)、ツツジの一種(*Rhododendron pulescens*)を導入する。植栽間隔、1 ha 当りの植栽本数は基本形をとるが、高木であるカンバ類と灌木のツツジ類の植栽比は7対3として高木比率を高め、森林の立体構造化を図ることで水土保持効果を高める。

下刈りは植栽後の初年度に筋刈りを1回行い、翌年には坪刈りを2回実施することとする。3年目には植栽木の成長とその周囲の下草との競合を見ながら、補植の実施時期と併せて必要と判断した場合に再度坪刈りを実施する。補植は高い活着率を維持するために、植林後2年目と3年目の2回に亘って実施し、高山帯での補植率を40%とする。

- ② 亜高山帯： 高山帯に準じる標高の高い部位には高山帯と同様に、カザンマツ、ニホンカラマツの混合林造成を実施し、植栽方法は基本形をとる。これより標高がやや低くなると、郷土樹種であるウンナンマツの導入が可能である。灌木類のドクウツギ(*Coriaria sinica*)と混植し、植栽比率を1対1にすることによって早期に林地表土の植生被覆を実現し、水土保持効果を発揮させることとする。沢筋には平坦地では高山帯と同様にポプラの植栽を実施する。また、喜徳県、昭覚県に多い酸性紫色土では崩壊地形が発達しているが、この土壌地帯にシキミ類(*Ilicium simonsii*)は適合する灌木であるので導入を図る。毒性を有することから家畜は採食しないので、放牧による食害から免れることから、水土保持効果が期待できる。亜高山帯では植林後の下刈り回数は高山帯と同様であるが、補植率は30%とする。

- ③ 低山帯Ⅰ： 低山帯の北斜面は土壌水分条件が比較的良好であることから、植栽方法は標準形をとる。水土保持効果を求めると共に生態系とのバランスを考慮して、針葉樹、広葉樹を列状に混交して造林することとする。組合せはウンナンマツとシナハン

ノキ (*Alnus cremastogyne*)、またはシダレイトスギ (*Cupressus funebris*) とシナハ
ンノキで行う。この他広葉樹系樹種の導入では郷土樹種のクヌギの 1 種 (*Quercus
acutissima*)、アベマキ (*Q. variabilis*)、ナラガシワ (*Q. aliena*) 等であるが、これ
らの植付け穴のサイズはやや大きめとし、縦 60 cm×横 60 cm×深さ 45 cm とする。
低山帯北斜面では植林後の下刈り回数は亜高山帯と同様であるが、施肥を 1 回行う。
補植率については同様に 30% とする。

- ④ 低山帯Ⅱ： 低山帯の南斜面は乾季に土壤の乾燥がすすむことから、旱害に耐え得
る樹種の選択が重要となる。例えば、ニセアカシア (*Robinia pseudoacacia*) とトキハ
サンザシ (*Pyracantha fortuneana*) の導入を図る。また、土壤水分の保全対策を講じ
た

植栽方法の導入は効果的であり、高木と灌木の組合せを行う。例えば、ウンナンマツ
とドクウツギ (*Coriaria sinica*) を 1 対 1 で、ウンナンマツとハウチワノキ (*Dodonaea
viscosa*) を 7 対 3 で、シダレイトスギとドクウツギを 7 対 3 で植栽する。亜高山帯に
近い地域では徳昌杉 (*Cunninghamia lanceolata* var. *corticosa*) や雲南油杉
(*Keteleeria evelyniana*) の導入も可能であるが、植栽に当っては少なくとも 2 年生
苗以上の苗木を使用する。

植栽方法は標準形をとるが、下刈り回数は低山帯Ⅰより更に多く、下草の繁茂状況を見
極めながら適宜実施する必要がある。低山帯Ⅰと同様に施肥を 1 度実施する。

補植率は 40% とする。

- ⑤ 乾熱河谷地帯Ⅰ： 乾熱河谷地帯の北斜面は気象条件や土壤条件共に低山帯北斜面と
ほぼ同様と見なすことができることから、導入すべき造林技術基準は低山帯北斜面に
準ずるものとする。

- ⑥ 乾熱河谷地帯Ⅱ： 低山帯の南斜面より気温は高く、乾季における土壤の乾燥や硬
化現象は植物の生育に厳しい環境を与えていることから、これらの条件に耐え得る樹
種適正を見極め、自然条件に適した保育内容やスケジュールの組立てを検討しなけれ
ばならない。本件調査で実施中の試験造林の中間結果から、タイワンアカシア (*Acacia
confusa*)、ギンネム (*Leucaena leucocephala*)、ナンヨウアブラギリ (*Jatropha curcas*)
は広く導入が可能であると判断され、キワタノキ (*Bombax malabaricum*) は斜面沢筋
が適地と判断される。ハウチワノキは先駆樹種として導入が可能と判断される。

地拵えは等高線上に 2m 間隔で幅 80 cm の段切りを行い、植栽穴の土壤の水分浸透能
を高め、通気性を高めるために、縦 60 cm×横 60 cm×深さ 40 cm の規格で耕耘する必
要がある。更に植栽時の直前に、植付け穴 (縦 40 cm×横 40 cm×深さ 40 cm) の掘り
取りを行い、1 穴当たり 150 g の化学施肥混合の堆肥をいれる。植栽密度は 4,950 本 (1 m

×2 m) とする。植栽時期は雨季の5月下旬から6月初旬とし、下刈りは2ヵ月後に坪刈りを行い、更に2ヵ月後に全狩りを実施し、この時点で追肥を行う。また乾季の野火対策として2回目の下刈り後に防火帯を作設する必要がある。2年次には下草の状況をみながら1回坪刈りを実施するが、その後は造林木と下草との競合を見極めながら必要と判断されれば追加の下刈りを行うこととする。

補植率は、その厳しい自然条件を勘案して40%とする。

2) 生態型経済林

西昌市ではユーカリの葉から抽出されるユーカリオイルが高い市場性を有することから、既に地域で広く造林されているユーカリ (*Eucalyptus maidenii*) を経済林樹種として導入する。地拵えの方法、植栽密度は生態保全林の基本形をとる。対象地域は僅かな地域が亜高山帯に属することから、ここでの保育、補植率は亜高山帯の基準を採用する。他は低山帯南斜面に属することから補植率は40%とする。

徳昌県では対象地は亜高山帯、低山帯に属し、亜高山帯では山椒、クルミを、低山帯では栗、桜桃を導入する。苗木は大苗を使用することから植付け穴は大きく(縦80 cm×横80 cm×深さ60 cm)し、植栽時に施肥を行う。植栽密度は山椒では1,650本/ha(2 m×3 m)、クルミでは840本/ha(3 m×4 m)とし、栗では840本/ha(3 m×4 m)、桜桃では1,650本/ha(2 m×3 m)とする。山椒、クルミ、栗の場合、下刈りは植栽後当年次に2度実施し、2回目に追肥を行う。次年度も下刈りを1度行う。桜桃の場合には、毎年除草、施肥が必要である。補植率はそれぞれ40%とする。

米易県では対象地は乾熱河谷地帯となり、マンゴー、ピワ、ライチーを導入する。いずれも大苗を使用することから植付け穴は大きく(縦80 cm×横80 cm×深さ60 cm)し、植栽時に施肥を行う。植栽密度はそれぞれ630本/ha(4 m×4 m)とする。毎年除草及び施肥が必要である。補植率は40%とする。

3) 生態型薪炭林

喜徳県、昭覚県、徳昌県で実施するが、この森林造成は高山地区居住者の需要を満たすことによって現在の森林植生の維持を図ろうとするものである。導入樹種としては、燃焼カロリーが高く火持ちのよいことと、萌芽更新が優れたものであることから、比重の高い広葉樹類が最も適している。しかし造林対象地は高山帯に属し、土壌条件等を勘案すれば導入可能な樹種は限定的とならざるを得ない。郷土樹種の中から標高の高い場所にはコウザンナラ (*Quercus monimotricha*) を、やや低い場所にはカシ類の1種 (*Cyclobalanopsis glaucoides*) を導入することとする。その他の郷土樹種ではシャクナゲ類、カンバ類の導入が可能であるが、これらの樹種選定は造林対象地周辺の原植生を見極め、生態系のバランスを考慮して行うこととする。灌木類が主体となり早期に樹冠密閉させて水土保持を図る必要があることから、植栽密度は生態保全林の基本形より

やや高くし、4,950本/ha(1m×2m)とする。

保育内容及び補植率については生態保全林の高山帯に準ずるものとする。

4) 生態型用材林

昭覚県の生態型用材林造成は、沢筋の水分条件の良い河川敷でのポプラの造林である。苗木は地域で広く用いられている挿し木苗を使用し、植栽密度は生態保全林の基本形をとる。造林対象地は亜高山帯に属することから、保育スケジュール、補植率は生態保全林の亜高山帯に準じるものとする。

米易県では、標高1,600m以下の北斜面においてウンナンマツを導入し、これ以上の標高では雲南油杉を導入する。植栽密度は生態保全林の基本形をとる。対象地域は1部亜高山帯に属しているが大部分は低山帯北斜面に属することから、保育スケジュール、補植率は亜高山帯の基準に準ずるものとする。

5) 生態型放牧林

喜徳県、昭覚県では対象地は全て高山帯に属し、徳昌県では1部亜高山帯に属する。また米易県では亜高山帯に属する地区と低山帯南斜面に属する地区とがある。無秩序な放牧や過放牧が地表植生の劣化や裸地化を招く大きな要因と見なすことができることから、正しく管理されたシステムの中で放牧を行うことは、高地地区の水土流出防止に大きな貢献をするものである。本件造林計画で組まれた生態型放牧林の造成は、地域住民の生計維持を図るとともに、水土保全対策としての役割をも担うものであり、安寧河流域の造林対策別造林手法の中では、混牧林業の手法を導入した新しい対策として重要な意味をもつ。

放牧林の構成要素は、飼料木となる灌木類の導入、傾斜地への高木類の導入、及び空隙への牧草の播種の3つから構成される。灌木類は対象地域の30%を占め、高木林の占有率は地形によって変動はあるものの凡そ30%とし、残りの40%が牧草地となる。灌木林は家畜の好む樹種を等高線上に2列植栽し、その内外側に家畜の好まない樹種を植栽する。植栽間隔は1m×1mとし、水土流出防止を図るために千鳥植えとする。具体的には高山帯での飼料木はバラ科の1種(*Cotoneaster dielsianus*)を導入し、忌避植物としてツツジの1種(*Rhododendron pulscens*)を導入する。傾斜地の土壌保全として導入する樹種は、低木類でコウザンナラの1種(*Quercus aquifolioides*)が挙げられ、この枝条は家畜の飼料として利用できる。またシキミの1種(*Ilicium simonsii*)は家畜の忌避植物であることからこれを混植することで土壌保全を図ることとする。これらの植栽密度も灌木類と同様とし、保育内容、補植率は生態保全林の高山帯に準じる。

牧草地となる空隙地へは、イネ科のペレニアルライグラス(*Lolium perenne*)とマメ科のアルファルファ(*Medicago sativa*)を導入する。これらは高地寒冷地に適応可能な牧草であり、イネ科は葡萄性があるため表土流亡を押さえる効果があり、科の異なる2種の

牧草を混植することで牧草地の安定が図れる。

亜高山帯での灌木帯の造成では、オトギリソウ科の (*Hypericum patulum*) とハウチワノキによる列間混交を行い、傾斜地への低木類の植栽ではドクウツギを導入する。牧草地の仕立て方は高山帯と同様とする。

低山帯南面での灌木帯の造成では、マメ科の1種 (*Bauhinia brachycarpa*) とドクウツギの列状混交を行い、傾斜地へもドクウツギの植栽を行う。牧草は亜熱帯性に適するイネ科とマメ科の2種混合で草地造成を行う。導入種はイネ科では既に地域に広く分布しているパンゴラグラス (*Digitaria decumbens*) とマメ科では亜熱帯地方にも適するシロクローバー (*Trifolium repens*) を導入する。

生態型放牧林をモデル化した概念図を図5-5-1に示した。

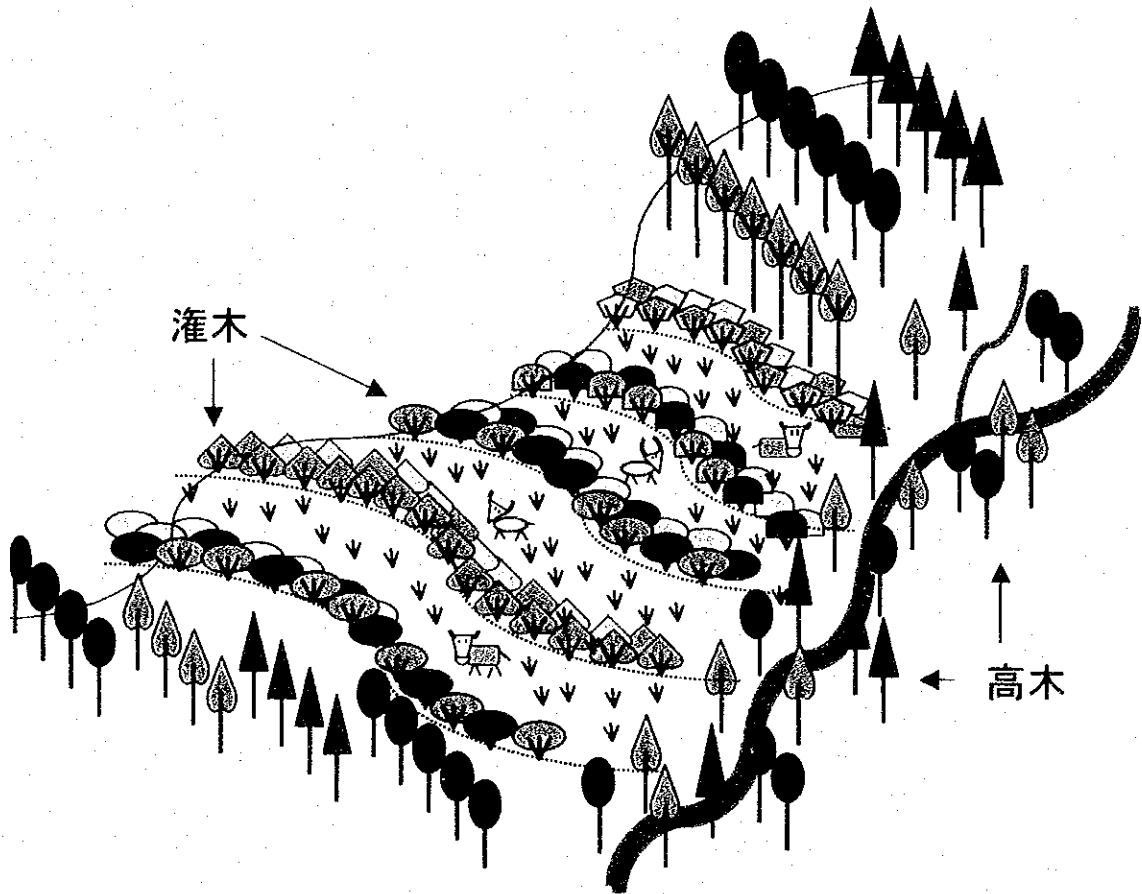


図 5-5-1 生態型放牧林のモデル図

5-6 種苗計画

本件造林計画で組まれている各種の造林で用いる苗木（ポット苗、挿し木苗、スタンプ苗、裸苗）及び直播き用種子の調達は、地元または近隣の既存苗畑から調達が可能との前提に立っている。従って、5市県の重点調査区域内に新たに苗畑を建設し、育苗計画を立てることは、本件造林計画では含めていない。

本造林計画では、一部の樹種を除き殆どの樹種においてポット苗仕立てを用いて造林することとしている。その理由は、「四川省森林造成モデル計画」のモデル林造成での生存率調査結果からも指摘されているとおり、土壌条件が悪い造林地はポット苗を用いた植栽がより高い生存率を示していること、重点調査区域の造林対象地は全てが荒廃裸地であり、土壌条件の悪い場所であることによる。

1) 必要種苗生産量

造林計画の各年次別に必要な樹種別苗木本数または種子量について、5市県別に年次毎に計画した造林面積に基づいて算出する。年次別造林面積は表5-6-1に示した通りである。

造林面積の占有率が最も高い生態保全林では、苗木の調達問題、雇用の均等化等を鑑み、造林を4地区に分割して年次毎の事業量の平準化を図ることを目途として計画しているが、それでも苗木の必要本数を十分満たすだけの生産量の確保は大きな課題であり、周辺地域の苗畑から毎年確実に調達する体制を作る必要がある。特に高山帯及び亜高山帯に導入される樹種の苗木の調達については、低山帯の樹種と比較して苗木の養苗条件が厳しく、大量の苗木を調達することは容易ではないことから、十分な造林計画の下で調達計画を立てる必要がある。本件造林計画に基づく5市県別の各造林対策別必要苗木本数（補植を含む）は表5-6-2に示したとおりである。

喜徳県、昭覚県の造林対象地は高山帯・亜高山帯に属していることから、暗色針葉樹で郷土樹種のチュウゴクトウヒやシセンモミの導入がより多くなっている。年間の必要苗木本数はそれぞれの樹種について、喜徳県で322千本（第2年次～4年次）、328千本（第5年次）、昭覚県も同様322千本（第2年次～4年次）、328千本（第5年次）、西昌市で11千本（第2年次～4年次）、12千本（第5年次）、徳昌県で138千本（第2年次～4年次）、139千本（第5年次）である。これらトウヒ・モミ類の苗木の育苗期間は長期（5年間）にわたることに留意する必要がある。「四川省森林造成モデル計画」での知見によると、西昌市林家所実験結果ではチュウゴクトウヒの発芽率は20%であり、シセンモミの発芽率は5%と非常に低い値を示していることは、苗畑における得苗率にも影響を与えるものであり、これらの樹種について供給体制をどう確立させるか今後の課題となる。

重点調査区域及びその周辺地域において、これまで暗色針葉樹を用いた大面積造林を実施した経験はなく、これらの地域で多量の暗色針葉樹系統の苗木を生産した実績も無

表5-6-1 年次別造林面積

單位：ha

地域	年次	第1年次		第2年次		第3年次		第4年次		第5年次		第6年次		合計
		造林地測量												
喜德縣	造林地測量	2,708.9	E1第1地区	410	E1第2地区	410	E1第3地区	410	E1第4地区	417.7				1647.7
					E3第1地区	125	E3第2地区	125	E3第3地区	125	E3第4地区	134.5		509.5
					E5第1地区	140	E5第2地区	140	E5第3地区	140	E5第4地区	131.7		551.7
昭覺縣	造林地測量	2,923.0	E1第1地区1年次	530	E1第2地区	530	E1第3地区	530	E1第4地区	542.4				2132.4
					E3第1地区	110	E3第2地区	110	E3第3地区	110	E3第4地区	122.8		452.8
							E4	36.7						36.7
西昌市	造林地測量	1,671.9	E1第1地区1年次	410	E1第2地区	410	E1第3地区	410	E1第4地区	417.5				1647.5
											E2	24.4		24.4
德昌縣	造林地測量	1,196.2	E1第1地区1年次	240	E1第2地区	240	E1第3地区	240	E1第4地区	240.8				960.8
											E2	99.4		99.4
						E3	2.1							2.1
米易縣	造林地測量	2,050.4	E1第1地区1年次	450	E1第2地区	450	E1第3地区	450	E1第4地区	481.5				1831.5
											E2	98.9		98.9
								E4	62.8					62.8
面積合計		10,550.4		2,040		2614.3		2589.5		2549.9		756.7		10550.4

- E 1 : 生態保全林
- E 2 : 生態型經濟林
- E 3 : 生態型薪炭林
- E 4 : 生態型用材林
- E 5 : 生態型放牧林

いことから、近隣県の苗畑からの供給に当面依存することが1つの対処法ではあるが、

表 5-6-2 5 市県別造林対策別必要苗木本数

単位：千本

地 域	生態保全林	生態型経済林	生態型薪炭林	生態型用材林	生態型放牧林	合 計
喜徳県	6,966		3,531		4,634	15,131
昭覚県	8,307		3,138	158	2,529	14,132
西昌市	6,516	113				6,629
徳昌県	3,798	172	689		1,121	5,780
米易県	9,514	87		269	469	10,339
合 計	35,101	372	7,358	427	8,753	52,011

注：種子の直播き植栽による必要種子量は含まず。

昭覚県では標高の高い高山帯・亜高山帯に既存の苗畑が存在しており、ここでの育苗は可能であると判断される。しかし喜徳県の場合では、既存苗畑は孫水河周辺の標高の低い位置に存在していることから、これらの樹種の育苗には適さない。必要数の健全かつ苗高の揃った優良苗を各年次の植栽前に確実に調達するためにも、出来る限り重点調査地域周辺の苗畑において育苗体制を整え、新しい技術を導入しながら組織的・計画的な生産体制を確立させることが望まれる。ウンナンマツの造林については造林計画対象地域では、これまで航空機播種造林の実績はあるが、ポット苗仕立てによる造林の実績はない。カザンマツについても植穴への種子の直播きによる造林が主体であったことから、ポット苗の生産実績は殆どなく、これらの樹種についてもポット苗の大量生産体制の確立を早急に図る必要がある。なお、高山帯及び亜高山帯の造林に必要な種苗の量は表 5-6-3 の通りとなる。

広葉樹類の導入計画では、流域上流部の河川周囲の低地にポプラ類(*Populus davidiana*)が計画されているが、この苗木は地元でよく利用されている挿し穂苗である。しかし造林面積から算出される必要苗木総数は、喜徳県で 1,144 千本、昭覚県で 997 千本、徳昌県で 518 千本となり、これについても地元の協力を得ながら生産計画を立てる必要がある。この他にもポット仕立てによる多量の広葉樹の苗木を調達する必要があり、これについても5市県の林業セクターにおける技術的蓄積は未知の部分が多いとみられる。従って、これらの樹種についての育苗技術は現在成果が挙がりつつある「四川省森林造成モデル計画」で獲得された知見を活用し、更にこれを普及していくことが重要である。

表 5-6-3 5 市県別生態保全林高山帯・亜高山帯導入樹種の必要種苗総数

単位： 千本

市・県	喜徳県	昭覚県	西昌市	徳昌県	米易県	合計
樹種						
チュウゴクトウヒ	1,294	1,387	46	554	-	3,281
シセンモミ	1,294	1,387	46	554	-	3,281
カザンマツ	647	693	23	277	-	1,640
ニホンカラマツ	647	693	23	277	-	1,640
ハイマツ	2940kg	3,150kg	3,150kg	1,260kg	-	10,500kg
コナラの1種	647	693	693	277	-	2,310
トウシラカンバ	906	970	65	388	-	2,329
ツツジの1種	388	416	27	166	-	977
ポプラの1種	1,144	997	57	518	-	2,716
ウンナンマツ		644	43	257	86	1,030
ドクウツギ		14,820kg	988kg	5,928kg	1,976kg	23,712kg
シキミ類		429	43	515	-	987

2) 苗木の調達

これまで5市県では苗木仕立てによる大面積造林を実施した経緯がない。従って、本件造林計画で必要とする量の苗木は、現存する各市県の民間苗畑及び政府直営の苗畑の生産規模を上回ったものである。しかし、郷土樹種を中心とする代表的造林樹種の育苗技術については、これまでの経験と実績が十分蓄積されており、またプロ技で開発中の育苗技術も今後地域に広く普及されることが期待されることから、技術上の問題はないと判断される。

検討すべき問題点は、年次別に必要な量の苗木の生産体制である。しかし、これについても本件造林計画の実施の方向性が明らかにされた段階で、各市県担当機関が年次計画に即した苗木の生産・供給が地域内で確保できるよう、民間苗畑の拡充及び再開発を指導していくことにより、徐々に体制の確立が図られることとなる。一方、地元農民にとって苗木の生産・販売は新たな現金収入源となることから、地域住民の協力を得ることについては問題はないとみられる。問題とすべき点は、前述した暗色針葉樹の苗木生産である。これらの育苗期間は5年程度を要すること、これまで地元での育苗経験が殆ど無いことから、年次毎の必要苗木量の生産体制をどのように確立させるかである。この点について、当面の対策として提案されることは、2年生の苗木を近隣の他県から購入

し、これを以下に述べる簡易苗畑に移植して造林地に最も近い場所での育苗を図ることである。

いずれにせよ暗色針葉樹の育苗期間が長いことは、大量の苗木調達に困難を伴うことから造林の実施に当っては、なるべく標高の低いところから植栽を行い、暗色針葉樹の導入時期を後半の年次に遅らせることが現実手段として有効である。この間に地元での育苗技術は向上し、やがて地元の農民自らの手による暗色広葉樹類の苗木の生産体制が確立され、高山帯への大面積造林が十分可能となることが期待される。

3) 簡易苗畑の設置

調達した苗木は、造林地内または出来る限り近い場所で、かつ集落に近く、灌水等の管理が可能な場所において、一時的にストックする必要がある。植栽前に苗木の環境順化を狙う効果も期待できるが、周辺住民の協力を得ながら、苗木の適切な仮置き場を選定し、臨時の苗木管理を行う必要がある。

更に望まれることは、この様な場所を整備して簡易苗畑を設置し、ここで造林樹種の苗木の生産を行うことである。これは農民の理解と協力により、農民自身のイニシアティブによって管理・運営していくものであって、造林の実行体が直営で行うものではない。造林の実行体は農民から苗木を買い取るシステムである。しかし、農民には育苗技術の蓄積がないことから、林業局の技術指導が前提となる。特に高山帯・亜高山帯の造林地が広い面積を占める地域では、大量の苗木を遠隔地の苗畑から長距離輸送する必要があり、この間に苗木の多くは損傷する危険をはらんでいる。ポット土の飛散、苗木の乾燥、根茎の破損等による苗木の損傷は造林後の活着率にも大きな影響を与える。また、遠隔地の苗畑の自然環境と実際の造林地のそれとの間には差異があることも苗木の成長に影響を与える可能性があるといえる。標高の高い位置での育苗で注意を要する点は、冬季の低温乾燥問題である。プロ技では昭覚県の高地において苗畑を設置し、高海拔地域に適した樹種の育苗試験を通じて貴重な技術情報が蓄積されている。当地では降雪が殆ど無く空気は非常に乾燥していることから、特に1年生の小苗では冬の厳しい気象条件下から保護する必要がある。その方法として苗床をビニルシートで覆い、苗を乾燥と凍結から守ることであり、更にビニルシートだけでは晴天時には苗床の温度が上昇しすぎて苗が休眠できず、生長開始の問題が発生することから、ムシロを併用して温度管理をすることとしている。このような技術的ノウハウは簡易苗畑における育苗においても活用されなければならない。

以上の点から、簡易苗畑による苗木生産を行う場合のメリットは以下の点が挙げられる。

- ① 造林地の自然環境に近い条件下で育苗を行うことから、苗木の順化が容易である。
- ② 苗木の移送距離が少なく苗木の損傷が殆ど無くなる。
- ③ 導入樹種の天然林は種子源にもなることからこれを守る機運が高まる。
- ④ 地域周辺から収集された種子からなる苗木は地域の環境に強いことから病虫害や気

象害にも抵抗性があることが期待される。

- ⑤ 農民に副収入源の機会を与える。
- ⑥ 農民の造林事業への興味が高まり、水土保持への関心が高まることが期待される。

反対にデメリットとして考えられる懸念材料は以下の点である。

- ① 育苗知識の低さや誤解等によって、得苗率が低い。十分な苗木生産量の達成が困難である。
- ② 育苗過程において病虫害等の問題点が発生した場合に臨機応変の対応が困難である。
- ③ 運営上の計画性に欠ける場合、植栽時に必要量の苗木の出荷が困難である。
- ④ 育苗に参加する者とならない者との間で村内にグループ化が発生する。

想定されるデメリット部分は、林業技術の普及員による技術指導がどれほど行き届いたものであるかによって左右される問題といえ、この意味から各林業当局側の村人へのきめ細かい支援体制の有無が要となるであろう。

4) 簡易苗畑設置場所の選定条件

簡易苗畑の設置場所を選定する際に考慮されるべき点は以下の通りである。

- ① 乾季においても水の枯渇が発生しない水流の豊富な沢または泉の周囲であること。
- ② 集落周辺で管理の行き届き易い場所であること。
- ③ 平坦地が得られること。まとまった平坦地が得られない地形では、階段状に整地して十分な面積の確保を図ること。

実際に集落周辺で利用されていない平坦地を求めることは容易ではないが、場所の選定に当っては村人間で調整し、住民同士の理解と合意を得た上で選定する必要がある。1簡易苗畑から生産される苗木の数量はその苗畑面積の容量、稼働人員、育苗技術等に左右されるが、3畝～4畝の土地を利用することによって、10万本以上の苗木を生産することは十分可能と考えられる。例えば高山帯が保全林造成対象地である喜徳県の場合、トウヒ、モミ類の年間必要苗木量は合計644千本～656千本であることから、この様な簡易苗畑を6箇所設置することで、この2樹種についての苗木供給量を現地で補完できることになり、その果たす意義は大きい。

5-7 森林保護・管理計画

本件造林計画対象地域で最も懸念される造林木への被害について、自然的条件からみて問題となるのは野火の発生である。特に乾季においては林内の乾燥化が進み下層植生の乾燥は野火の発生、拡大を招く原因となる。森林火災の発生から造林木を守る対策として、防火帯の作設が挙げられるが、本件造林計画対象地の多くはガリー侵食等の崩壊地形が筋

状に発達しており、また耕作地や輪耕地も入り組んで存在していることから、これらは自然防火帯の役割を果たしているともみることができる。また、本件造林対象地の地形及び地質的特性に鑑みた場合、裸地状態の傾斜地に防火帯を設けることは水土流亡の発生も懸念されることから、その対策としてマツを導入した造林では1団地をマツの一斉林とせず、野火の被害を受けにくい照葉樹系統の導入も併せて行うなど多様な樹種構成からなる造林形態を採ることが野火対策として有効な手段である。特に尾根筋には、天然のシャクナゲ、コウザンナラ、シキミ等の広葉樹が自生していることが多いのでその活用を図る。

更に山火事に強い林分とするため、この造林計画では、ウンナンマツ等のマツの植林の際には、ドクウツギ、ハウチワノキ、ニセアカシア、トキワサンザシ等を1：1または7：3の割合で混植する計画としている。

また農家及び農地の周辺にはできるかぎりマツの造林を避けることも重要である。本来野火の発生は焼畑耕作での飛び火や失火等人的要因に基づくものが殆どであることから、これを防止するためには地域住民への啓蒙活動も重要であり、これについては林業局や郷・鎮政府等関係各当局による普及活動や学校等での啓蒙活動の努力に負うところが多い。

病虫害の問題ではマツノザイセンチュウ病がこの地域での今後の懸念材料であり、ウンナンマツの造林地では注意を要する。この対策としては野火対策でも提案しているように、マツの一斉造林を避け、多様な樹種構成による造林を実施することが重要である。被害の拡大を避ける最も有効な手段は、マツノザイセンチュウを運ぶマツノマダラカミキリの防除である。また健全なマツの造林地を仕立てるためにも、除伐や保育間伐は必要である。更にマツ枯れ病に強い品種改良や造林樹種の育種技術の開発は今後の大きな課題として重要である。

マツカレハ（鱗翅目、カレハガ類）が大発生した場合、当年葉を全部食害された場合に枯損する可能性がある。対策としては、マツ林の生物相を複雑にし、マツカレハの捕食者を増加させることが重要である。この点からもマツ林の造成には広葉樹の混植が望まれる。

カラマツについてみると、我が国では先枯れ病が当年生苗から数10年生の林木で発生しているが、この防除法は、汚染地域からの苗木の移入を絶対に禁止することである。風衝地形で発生が甚だしいので、このような場所での造林を避けることも対策となる。

社会経済条件から見た場合の問題点として挙げられることは、家畜の放牧による造林木の食害である。この対策として植栽培後5年間は造林地を封山育林とすることで、5年を経過した造林木は伸長成長が十分であることから、家畜による頂芽の食害は避けられる。また、造林地内の地上植生も封山によって回復されていることから、家畜の飼料は得られることとなる。封山育林が完全に実施されるかどうかは地域住民の理解と協力が必要となるが、これについては各市県の林業当局のこれまでの指導の下で多くの成功例があり、地域には十分浸透している手法である。

森林管理については、本件造林計画では植栽後5年間（封山育林期間）巡視員を置くこととするが、これを過ぎた時点から実際の保護の担い手は地元住民に委ねられること

になる。従って、住民の積極的な森林管理への参加を導くシステム作りが求められるが、住民によって守られた森林造成を図っていくことは、森林管理の運営上最も効果的手法であるといえる。過剰な下草の利用、薪柴の過剰採取を割けるためにも、地域住民で構成する「森林管理組合」を組織し、地域の森林の自主的管理が行われるよう行政による指導が必要である。

5-8 年次別造林実施計画

初年度は、5 市県それぞれ計画した対策別造林予定地の全域について、測量を実施する。第 2 年次に地拵え、植栽を行い、下刈りについては植栽実施後にその年内に筋刈りを 1 度実施し、翌年には坪刈りを 2 度行うこととする。また、植栽後は 5 年間封山育林による保護・管理を実施する。対策別の造林計画面積が広い場合は分割して年次を分けて造林を実施することで事業量を平準化させ、苗木の調達問題や雇用の均等化を図ることによってより実効性の高い事業計画の策定を目指す。100ha 未満の面積の場合は 1 年間で造林を実施する。

以下に対策別造林実施時期について述べる。

1) 生態保全林

生態保全林の造成面積は、5 市県それぞれの対策別造林面積のなかで最も広い面積を占めているが、これを 1 ヶ年で造林することは、苗木の調達や作業員の確保等に支障を来しかねないことから、造林対象区域を各市県 4 地区に面積を分割し、年次をずらせながら造林を行うこととする。分割は毎年の作業量がほぼ均等になるようにする。即ち、第 1 地区は第 2 年次に造林して下刈りを 2 年次と 3 年次に行い、封山育林の最終年は第 6 年次とするが、第 4 地区では第 5 年次に造林し、下刈りは第 5 年次と第 6 年次で行い、封山育林は第 9 年次で終了する。

2) 生態型経済林

生態型経済林の導入が可能な地区は限定的であり、西昌市、徳昌県、米易県で実施することとする。西昌市では 24.4 ha、徳昌県では 99.4 ha、米易県では 98.9 ha とそれぞれ面積は広くないことから 1 年間で造林を完了することとする。また、実施年は各市県第 6 年次とする。この理由は、生態型経済林造成も水土保持を図ることが目的ではあるが、生態保全林造成と異なり、緊急性はやや低いものと判断され、年次別造林面積を平準化するためにも年次を遅らせて実施することとする。この結果、生態型経済林の保護管理の最終年は第 10 年次となる。

3) 生態型薪炭林

生態型薪炭林造成を計画した地区は、集落の周辺に大面積の森林が無く、薪柴の採集現

場が集落から遠く離れているため毎日多くの労力を割かなければならない地区を選んでいく。この造林は地域住民から強い関心が示されていることから、第3年次から実施することとする。喜徳県、昭覚県では計画面積が広いことから4地区に面積を分割し、年次をずらせながら造林を行うこととする。分割はほぼ均等になるようにする。従って、第1地区での造林は3年次で実施し、保護・管理が終了する最終年は第7年次となる。第4地区での造林は6年次で実施され、保護・管理の最終年は10年次となる。徳昌県では計画面積が僅かな(2.1 ha)であるため、1年間で実施するが、西昌市、米易県では導入の必要性が無いと判断し、計画しない。

4) 生態型用材林

生態型用材林の導入を計画する地区は、昭覚県と米易県のみである。両県の計画面積はそれぞれ36.7 ha、62.8 haと広くないことから、1年間で実施することとする。この森林造成は水土保全機能を高めるために実施するものではあるが、生態保全林造成と比較して緊急性は若干下がるものであることから、第4年次に実施する。

5) 生態型放牧林

生態型放牧林の導入を計画する地区は、西昌市を除く4県であるが、喜徳県、昭覚県では計画面積が広いことから対象地区を4分割し、年次をずらせながら実施することとする。第1地区の実施は第3年次とし、保護・管理の最終年は第7年次とする。第4地区の実施年は第10年次とし、保護・管理の最終年は第10年次とする。徳昌県の計画面積は133.9 haと広くないことから、第3年次と第6年次に造林を実施することとする。第1地区の保護・管理の最終年は7年次となるため、第6年次と第7年次の2年間は両地区への入山ができないことから、放牧が行える場所は輪耕地に限定されるが、それまでの期間に囲い飼いを普及させることも対策として検討すべきである。

以上の対策別造林実施計画を表5-8-1に示す。

5-9 造林経費

生態保全林、生態型薪炭林、生態型経済林等の造林対策別造林費の単価計算は、ゾーン別に造林樹種が異なることから次によって算出した。①まず、それぞれのゾーンについて造林対策別平均ha当たり単価を算出する。②その単価にそれぞれのゾーンの造林面積を乗じ、各市県の対策別造林費合計を求め、③対策別造林費合計をゾーンの造林面積合計で除し、その商を小数点以下1桁で四捨五入して元単位とし、各市県の対策別造林費単価とした。

対策別造林費の積算を行う際に必要となる個別単価については、涼山州林業局カウンターパートの調査・検討の結果得たものである。ここで示す費用は、直接経費のみを計上したものであって、管理費、予備費等の間接経費は含んでいない。単価算出に当たっての前提

条件は以下の通りである。

- ① 作業員の日当は、5 市県とも一律に 1 日 40 元とする。
- ② 造林地の測量経費は涼山州林業局の積算に基づき、ha 当り一律 1,200 元とする。
- ③ 苗木、種子の価格は 2002 年 1 月の調査時点で得たものを基準とする。
- ④ 造林地の地拵えのうち、草刈費用を涼山州林業局の積算に基づき、ha 当り一律 300 元とする。
- ⑤ 穴掘り作業では、樹種により穴のサイズは多少異なるが、これによる作業量の多少は無視することとする。高山帯、亜高山帯、低山帯北斜面での 1 穴の労賃単価は一律 3 元とし、低山帯南面は作業が若干厳しくなることから 1 穴の労賃単価は 4 元とする。乾熱河谷地帯南斜面での地拵え費用は、米易県での試験造林の結果を参考にして算出した。
- ⑥ 苗木の輸送経費は平均的ポットサイズ（直径 6.3 cm×高さ 12 cm）の苗木輸送コストを一律 1 本当り 0.3 元とし、樹種によるサイズの違いを勘案して割り出した。種子の輸送経費は重量に基づいて計算した。
- ⑦ 植付け費用は、基本形の植栽密度でポット苗造林の場合、1 畝（1/15 ha）当りの作業量が 2 人日を基準とする。従って、1 畝当り 80 元となり、1 ha では 1,200 元とする。基本形の植栽密度で植付け穴への直播造林では、1 ha 当り 600 元とする。また、種子の播種造林では、1 ha 当り 300 元とする。
- ⑧ 保育費は、基本形の植栽密度では 1 ha 当り一律 1,200 元とする。その内訳は、植栽後の当年度中に筋刈りを 1 回実施し（600 元）、次年度に坪刈りを 2 度（300 元×2）実施する。低山帯では更に追肥が 1 度必要となる。植林木 1 本に対し 150 g の堆肥（化学肥料混合）を与えるので、1 ha では 330 kg の費用が必要となり、肥料代は 2 元/kg として 660 元となる。また肥料の輸送単価は 0.25 元/kg・km で、1 人 40 kg の肥料を 1 日平均 4 km 運ぶこととし、330 元となることから、保育費は下刈り費用との合計（1,200 元+660 元+330 元）で 2,190 元となる。
- ⑨ 補植費は、③+⑥+⑦の合計値に補植率を積したものである。補植率は、高山帯では 40%、亜高山帯及び低山帯北面では 30%、低山帯南面と乾熱河谷（南面）では 40%とする。
- ⑩ 保護・管理費は、1 人毎年 50 ha を管理する。作業員の年間雇用費は 10,000 元となり、1ha の年間管理保護費用は 200 元となるから、5 年間の 1 ha 当りの保護・管理費総額は 1,000 元となる。

以上の前提条件に基づいて算出した 5 市県別造林費（直接費のみ）の積算結果は、次ページの表 5-9-1 に示した通りである。5 市県全体の造林費総合計は、198,054 千元となる。市県別にみると、昭覚県の造林費総額が最も高く、56,529 千元であるのに対して、徳昌県の場合は 22,361 千元と最も低い。それぞれの市県で計画される造林の内容は一律ではない

が、この差異は各市県の重点調査区域内に占める荒廃裸地面積の差異を反映したものである。即ち、徳昌県は5市県中最も森林率が高いこと（63.8%）に基づくものであり、荒廃裸地面積（造林計画面積）が昭覚県の2,923.0 haに対して徳昌県のそれは1,196.2 haと昭覚県の40.9%でしかないことが数字からも明らかに示されている。5市県別森林率と造林費の関係（図5-9-1）、及び5市県別造林対策の構成比（図5-9-2）を示す。

表5-9-1 5市県造林費積算総括表

地域	造林タイプ	概算単価（元/ha）	面積（ha）	造林費（元）
喜徳県	生態保全林	19,477	1,647.7	32,092,252.9
	生態型薪炭林	20,195	509.5	10,289,352.5
	生態型放牧林	17,118	551.7	9,444,000.6
	小計		2,708.9	51,825,606.0
昭覚県	生態保全林	19,467	2,132.4	41,511,430.8
	生態型薪炭林	20,195	452.8	9,144,296.0
	生態型用材林	19,582	36.7	718,659.4
	生態型放牧林	17,118	301.1	5,154,229.8
	小計		2,923.0	56,528,616.0
西昌市	生態保全林	17,728	1,647.5	29,206,880.0
	生態型経済林	20,845	24.4	508,618.0
	小計		1,671.9	29,715,498.0
徳昌県	生態保全林	19,140	960.8	18,389,712.0
	生態型経済林	16,688	99.4	1,658,787.2
	生態型薪炭林	20,195	2.1	42,409.5
	生態型放牧林	16,952	133.9	2,269,872.8
	小計		1,196.2	22,360,781.5
米易県	生態保全林	18,576	1,831.5	34,021,944.0
	生態型経済林	17,725	98.9	1,753,002.5
	生態型用材林	17,226	62.8	1,081,792.8
	生態型放牧林	13,405	57.2	766,766.0
	小計		2,050.4	37,623,505.3
総合計			10,550.4	198,054,006.8

*間接経費を含まず直接経費のみで計算

*苗木は全て購入した場合として計算

*経済林は西昌市ではユーカリ林、徳昌県の亜高山帯では山椒、桜桃、低山帯は栗、桜桃、米易県ではマンゴー、ピワ、ライチーを植栽

*用材林は昭覚県ではポプラ、米易県では標高1600m以上の陰面に雲南松、1600m以下の陰面に雲南油杉を植栽

*放牧林は対象地内30%の急傾斜地に低木林、30%に灌木林の列状植栽を行い、残り40%に牧草を播種

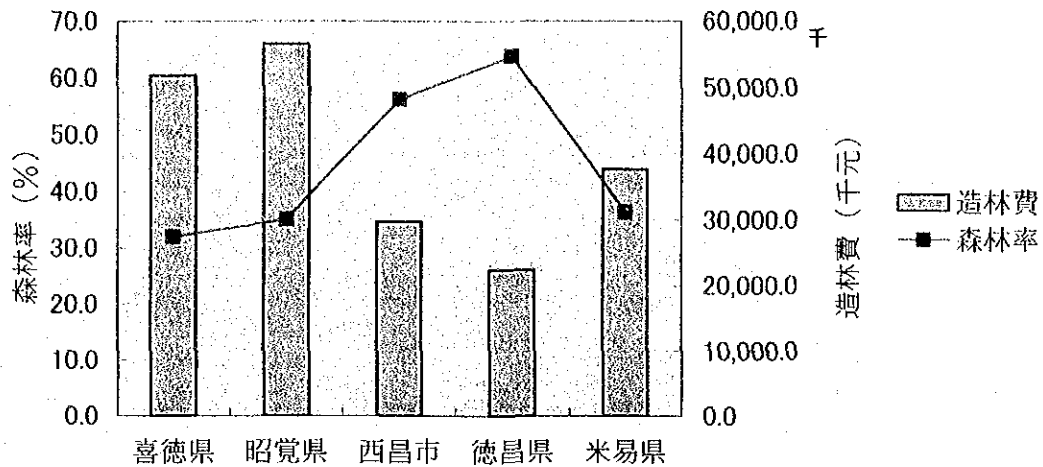


図 5-9-1 5 市県別森林率と造林費の関係

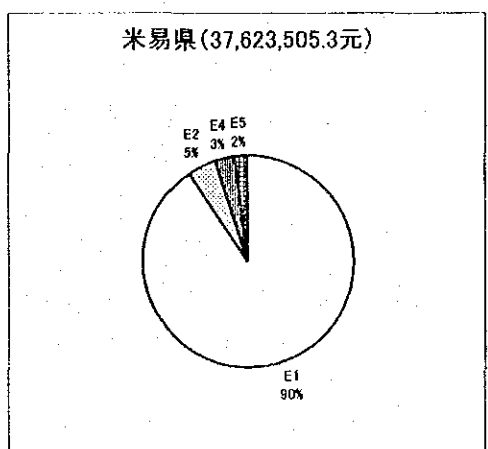
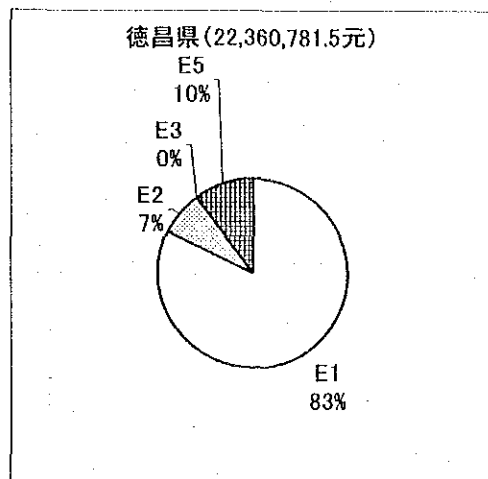
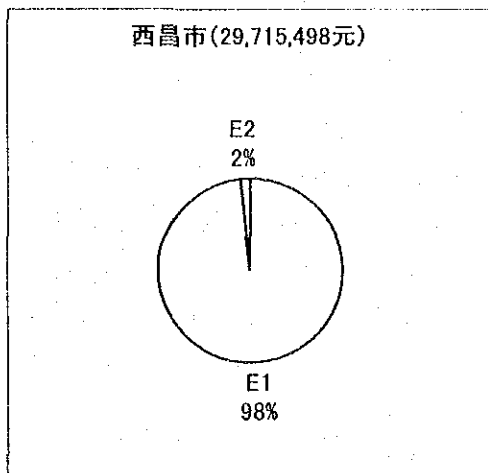
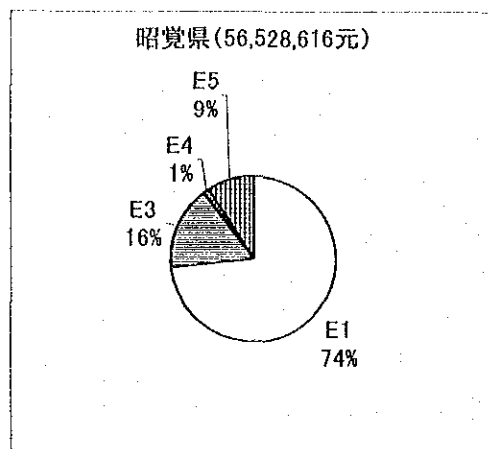
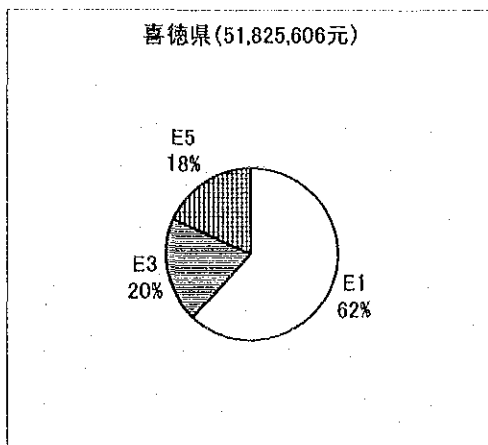
5-10 事業実施体制

本件調査の結果による簡易治山計画を含む造林計画の実施には、多数の労働力と大量の種苗とを必要とする。また、簡易治山の実施には大量の資材と、治山技術を習得した熟練労働力が必要である。

これらの大量の資材、労働力等を動員可能で、かつ、関係の行政機関との事業実施上の各種の調整、地域住民の各種の協力を取り付けることが可能なものでないと本件調査による造林計画の実施主体となることはできない。従って、涼山州の範囲においては、全責任を有する実行主体は涼山州林業局となる。しかし、米易県においては、実施箇所が攀枝花市 1 つの県であるため、攀枝花市林業局の指導の下に米易県林業局が実施主体となることが望ましい。

最近中国の行政改革により、州市レベル的林業局において、行政事務・指導と事業実行が分離されており、涼山州林業局においては外国と関係ある林業関係事業は、新たに同局の中に外国プロジェクト実施事務所（対外交流合作弁公室）を設置し、同事務所が所管することになった。従って、本計画による造林及び治山等の事業、プロ技の各種の事業の実施主体は、同実施事務所が実施することになる。また、これに併せて涼山州において、林業関係の事業が外国或いは国際機関の支援による場合には、外国プロジェクト実施事務所が事業主体となる。但し、中国国内の資金により事業が実施されるとすれば、涼山州林業局の関係係が所管することとされている。

造林の実施には、各市県の林業局にも小規模な外国プロジェクト実施事務所の設置が予定されているので、その事務所が事業実施に当り実質的な現地管理事務所の機能を発揮することになる。



- E1/生態保全林
- ▨ E2/生態型経済林
- ▧ E3/生態型薪炭林
- ▩ E4/生態型用材林
- E5/生態型放牧林

図 5-9-2 5 市県別造林対策費の構成比

本件調査が外国からの資金により実施されるとした場合、作業の実施体制について述べると次の通りとなる。

本件調査の造林計画の実施は、前述の外国プロジェクト実施事務所の直営では実施は困難であり、各種の作業は、地元の企業体による請負で実施することになるが、涼山州内に造林実行可能な請負事業体は存在する。しかし、簡易治山については、今までこの涼山州での山腹工事の施工経験が無いので、業者の育成、あるいは成都盆地内の業者の活用が必要である。

実際の造林、治山の工事に従事する作業員は地元の農民である。造林についてはある程度の作業経験があるが、治山については経験が無いので、指導的立場の者に対する技術訓練が必要である。なお、労働力の確保には、安寧河流域には多数の農民が居住しており、現金収入を求めての就労が見こまれ問題無い。

具体的な造林（簡易治山を含む）事業実施体制を図示すると、図 5-10-1 の通りとなる。

5-11 森林経営・利用計画

本件造林計画は安寧河流域における荒廃裸地の水土保持を図ることを最大の目的としたモデル的保全林造成計画であり、同時に地域の生態系の維持・回復を図ることによって環境建設の一役を担おうとするものでもある。このことは、森林造成の目的が地域内外に対する林産物資源の生産・供給を目的とする産業造林の経営システムとは異なるものである。従って、本件造林計画により造成される森林については、林業経営的観点に立った伐採計画は組まれない。しかし、除伐及び保育間伐の実施によって造林木の密度管理を図ることは健全な森林を仕立てるための重要な施業システムである。本件調査の土壤調査と同時に実施した小面積のウンナンマツ林の林分調査結果によると、35 年生以上の林分の場合、ヘクタール当たり立木本数が多い場合は、形状比（樹高（m 単位）／胸高直径（cm 単位））が大きくなり、1 に近いものもあり、樹形が細すぎ気象害を受ける可能性が大きい。また、過密のため林床の植生は少なく水土保持上望ましいことではない。しかし、土壤条件のよい箇所では、成長が良く樹高が高いため間伐が行われていても、形状比が大きいものがある。若い樹齢のウンナンマツの場合でも土壤条件がよいと形状比は大きくなる傾向がある。

もし全面的禁伐とすると、密度過剰による造林木同士の水分・栄養空間競合が発生し、造林木の正常な成長は妨げられる。また、光合成不良によって風水害に弱い林相が形成されることになる。特に林床部に光が入らないことは下草植生の発達を妨げ、降雨時には表土流亡が発生し易い状況を導くことから、水土保持上問題となる。

本件造林計画では 1 造林地区についての事業計画年は 6 年間であり、植栽後 5 年間封山育林を実施する期間までが計画の範囲であることから、その後の除伐及び保育間伐のスケジュールについては造林計画の中には含まれていない。しかし以上に述べたとおり、健全

な森林造成を図ることから保全林造成が目的であっても除伐計画及び保育間伐計画を組む

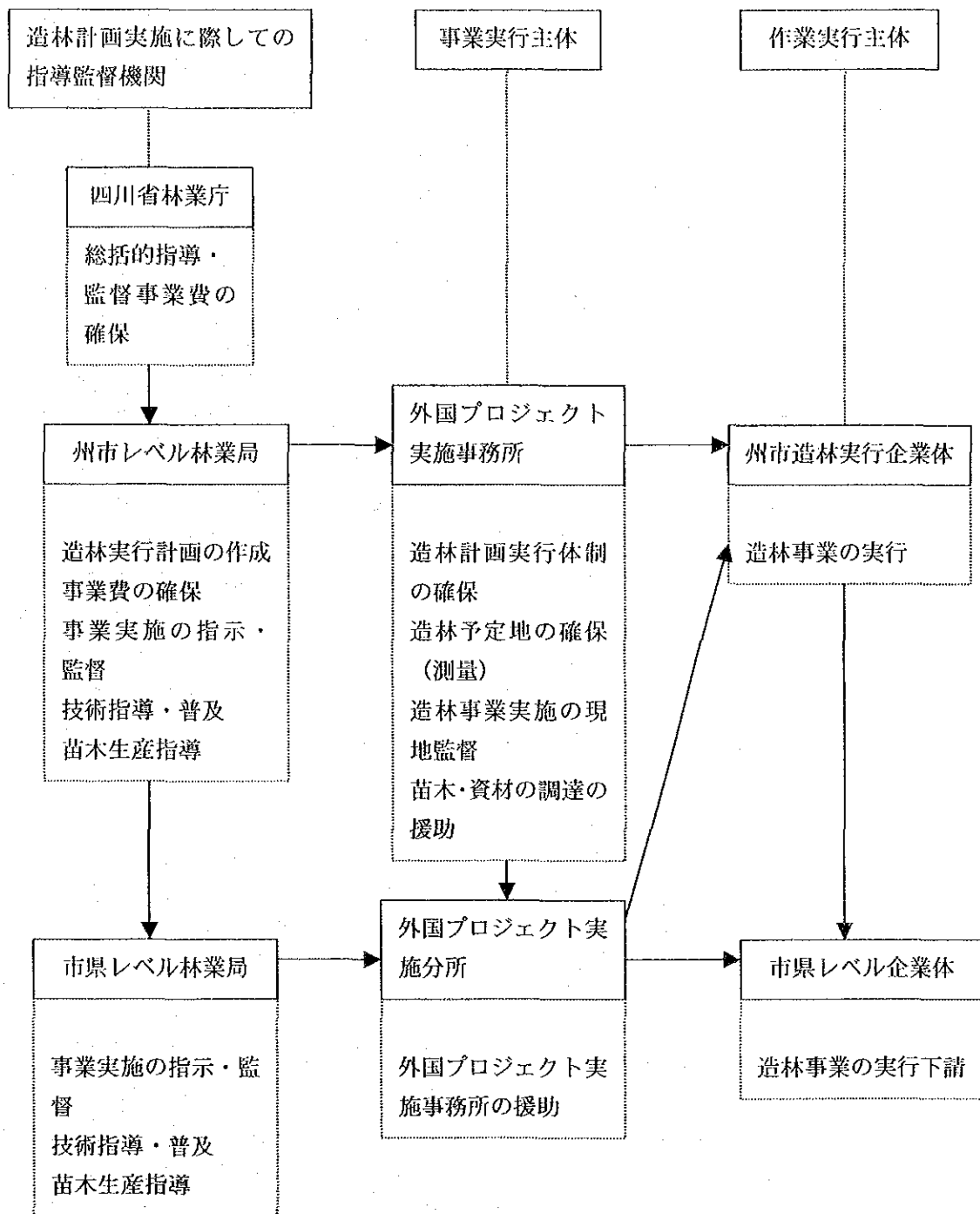


図 5-10-1 造林（簡易治山を含む）計画の実施体制図

必要がある。除伐については、植栽後 10 年以内に劣勢木や病虫害等の被害木の選抜・除去を実施する必要がある。

その後は林木の生育状況を見ながら、造林木同士の競合が起こらないような密度管理を行うための保育間伐を順次実施する必要があるが、この時期については立地条件に基づき、定性的に判断する必要がある。具体的には本件調査により計画した ha 当たりの植栽本数は概ね 3,300 本であり、広葉樹と混植する場合の針葉樹では 1,650 本となっている。樹種及び地位により差があるが、前述のウンナンマツ調査結果から見て、20 年生前後で第 1 回間伐を実施し、その後、10 年に 1 回程度の間伐実施することが望まれる。間伐強度は下草の繁茂が可能な程度の強度とする

広葉樹特に生態型用材林、生態型薪炭林の場合には、伐区を小さく（例えば 1 伐区は 1ha）し、しかも伐区は連続させないようにすることが水土保全上重要である。

造林木の利用については、封山育林の期間を経過した後に実施される除伐木については、林地外に除去することが理想的である。これを地元住民の燃材としての利用を認めることは住民の利益にもなり、資源の有効活用を図るとともに燃材採集のための天然林伐採の圧力を軽減する効果を持つものである。また間伐材は簡易建築資材としての有効利用が可能であることから、これも地元住民による利用を認めることによって木材需要を賄うことへの貢献を果たすものとなり、地域住民の造林事業に対する理解と関心を高める効果が期待される。

生態型経済林、生態型放牧林の場合には、経営主体が重要であり、封山育林等の森林造成の期間が終了すると利用できる。利用に当っては地域の住民の利益と、水土保全の確保を図り、堅実に森林を管理するものに請負経営を任せることになる。

5-12 検討事項

本件造林計画が実施される場合、計画どおりの年次別事業量を確実に達成していくためには、幾つかの点について更に検討を加えておく必要があり、将来問題が発生しないような対策を講じておくことが望まれる。これまでの調査の過程で確認された点、や将来検討を要する事項等について、以下に述べる。

1. 本件造林計画対象地域は高山帯が多く、これまでこの地域での造林実績は限られたものであることから、造林技術に関する情報は多くない。自然環境が厳しく、様々の制限条件がある高山帯で、地域の自然条件に適った水土保全型生態保全林造成技術の開発とその応用が求められる。これについては現在、日本の技術協力プロジェクトである「四川省森林造成モデル計画」が、昭覚県の高海拔地帯で育苗技術開発、造林技術開発を進めており、ここでの技術成果が待たれるところである。ここで開発された最新の技術情報を本件造林計画に反映させ、普及していくことが重要である。

2. 本件調査では、乾熱河谷地帯での造林技術情報を獲得し、これを造林計画に反映するために試験造林を実施し、これまで3回のモニタリングが実施されたが、より広い造林技術の知見を得るためには、更にモニタリングを継続する必要がある。このためには、米易県林業局が本件調査終了後も試験地の管理を引き継ぐと共に、定期的なモニタリングを実施し、将来技術情報の取り纏めを行うことになっている。しかし、信頼性の高い試験結果を得るためには、少なくとも植栽後2年間の成長経過を追跡する必要がある。試験造林を通じて得られるデータや技術的知見は、安寧河下流域の低山帯南斜面でこれまで困難とされてきた造林を成功に導く貴重な材料となる。
3. 造林地調査で確認された造林技術に関連する事項として、百日苗を用いた場合において発生している問題点がある。マツの百日苗の場合、植栽時での苗高が小さいために、その後発生する下草との競合に負け、活着率に悪い影響を与えていることが多く見られる点である。百日苗ではなく前年播種の苗木を使用すると、この問題は改善されるものと考えられる。このような苗を調達するには、苗畑での育苗体制を再整備する必要もあり得るが、是非検討すべき事項であると思われる。
4. 上述の事項に加え、下刈りの在り方についても検討すべき点が見られる。下刈りのスケジュールは造林地の土壌条件や年毎に変化する気象条件、周囲の植生状況等によって柔軟な組み方をする必要がある。本件造林計画の保育計画では、下刈りの標準的スケジュールとして、造林後その当年次に1回筋刈りを行い、翌年には2回坪刈りを行うこととした。この下刈りの回数については、本件対象地域でこれまで各林業局が保育計画において適応してきた基準と比較し、若干多いとの指摘もあるが、造林地の下草の状況を見た場合、1回または2回程程度の坪刈りでは不十分であると見られ、その結果活着率の低下を招いている不成績造林地の存在がある。活着率の向上を補植に頼るのではなく、周囲の下草の生長状況を見極めながら下刈りを実施することが求められる。
5. 本件造林計画は、水土保持を主目的とする保全林造成が大きな面積を占め、これは原則として禁伐であり、具体的には封山育林を実施することによって森林の維持管理を図ることとしている。しかし林地対策において、高密度ウナンマツ人工林(H2)について既に言及したように、封山育林の造林地であっても保育間伐を実施しなければ林分の健全な成長は期待できない。この問題は本件造林計画の生態保全林においても適応されるべき事項であるが、生態保全林の目的に即した保育間伐のスケジュールをどのように組み立てるべきか、検討する必要があると考える。また、この保育間伐で伐採され出される材の処分等利用の仕組みについては、地域住民の需要にも答えていくことが求められる。

6. 造林地の保護管理は単に作業員を雇用しただけで全うされるものではない。森林の保護では山火事防止が重要な位置を占める。これは野焼きの延焼や失火等、人為的原因によって発生する機会が多いことから、山火事防止対策の基本は地域住民の理解と協力である。病虫害の発生についても、早期発見早期対策が最も効果的であるが、これについても住民の協力は大きな力となる。住民による森林保全への積極的な参加協力が実現できるかどうか、本件造林計画が実行に移された時点で大きな課題となるが、これを支援するためにも住民側のニーズを取り入れた造林手法の現地適応と森林整備の仕組みについて検討し、これを地域全体に普及していく必要がある。
7. 本件造林計画対象地域の土地利用の実態把握は、航空写真の写真判読をベースとしながら、更に現地確認調査を行ってより精度を高める努力を試みたが、情報の基となる写真撮影は2000年10月16日～2001年1月21日にかけて実施されたものである。地域内の社会経済条件が変化する過程で、それぞれの地域における土地利用の実態もこれを反映して変化していくことは自然の流れである。造林計画が具体的に実行に移される段階までには更なる状況の変化が予想され、対策別造林面積の地域毎の造林可能面積は変化するものと考えられる。従って、実施設計の段階では個別の面積確認を「地押し調査」の手法を中心としながら、より正確で最新の実態把握を行う必要がある。また個々の地域の実態によっては、小班の細分化を行うことも十分検討されるべき課題となろう。