

NO. 2

国際協力事業団
中華人民共和国
国家林业局

中国四川省安寧河流域造林計画調査

2002年7月

JICA LIBRARY



J1169158(1)

中国四川省安寧河流域造林計画調査共同企業体

(社) 海外林業コンサルタント協会
朝日航洋株式会社

農 調 林

J R

02-45

国際協力事業団 中国四川省安寧河流域造林計画調査 平成十四年七月 共同企業体

(社) 海外林業コンサルタント協会
朝日航洋株式会社

105
883
AFF
BRARY

国際協力事業団
中華人民共和国
国家林业局

中国四川省安寧河流域造林計画調査

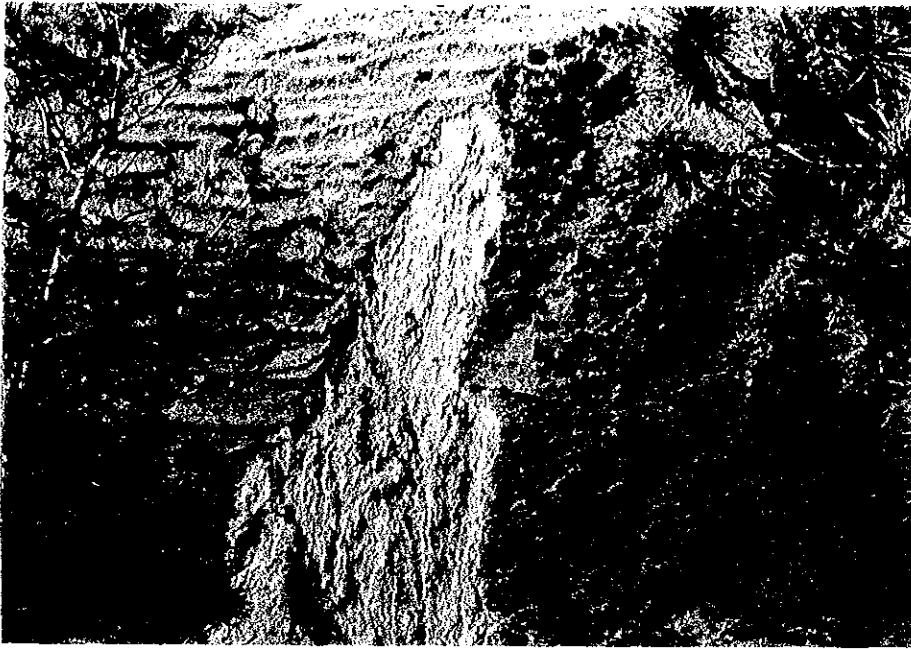
2002年7月

中国四川省安寧河流域造林計画調査共同企業体

(社) 海外林業コンサルタント協会
朝日航洋株式会社



1169158(1)

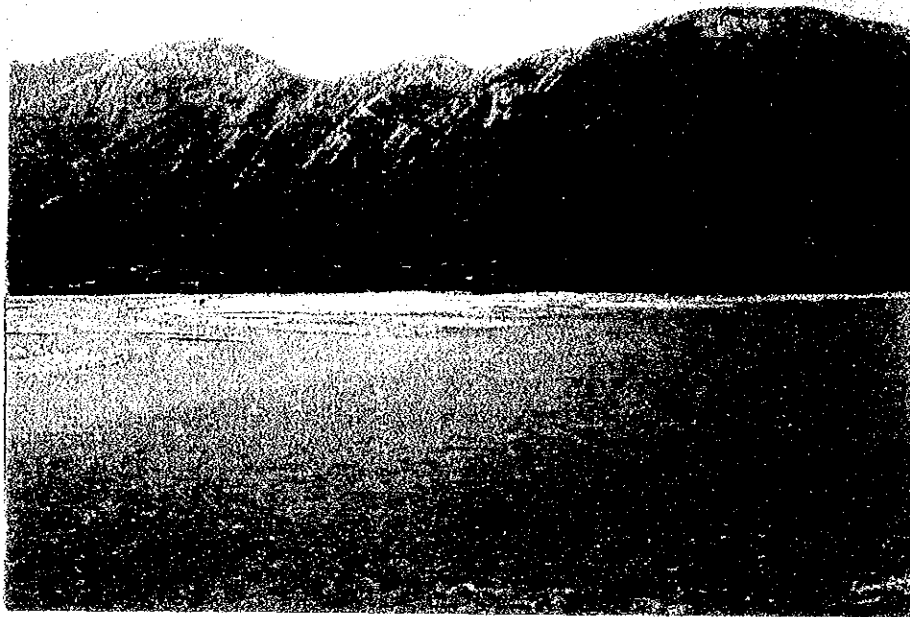


1. 高海拔地の崩壊地
(2,700m 位)
(喜徳県)

2. 高海拔地のガリー
(2,700m 位)
(昭覚県)

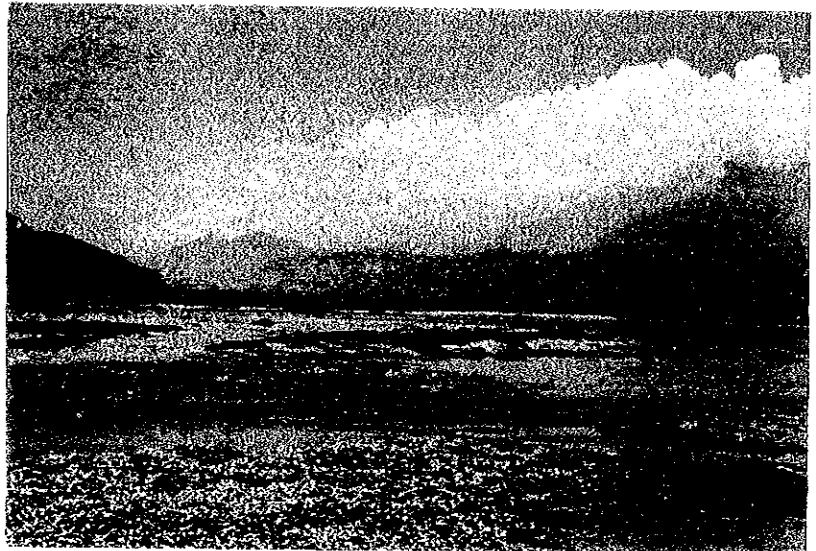


3. 小崩壊地の状況
(西昌市)



4. 安寧河の濁流
澄んでいる方が支流
(西昌市)

5. 安寧河の乱流
(西昌市)



6. 支流の堆砂の状況
(西昌市)



7. 高海拔地の天然疎林
(2,800m 位)
(喜徳県)

8. ウンナンマツの
航空機播種造林地
(昭覚県)

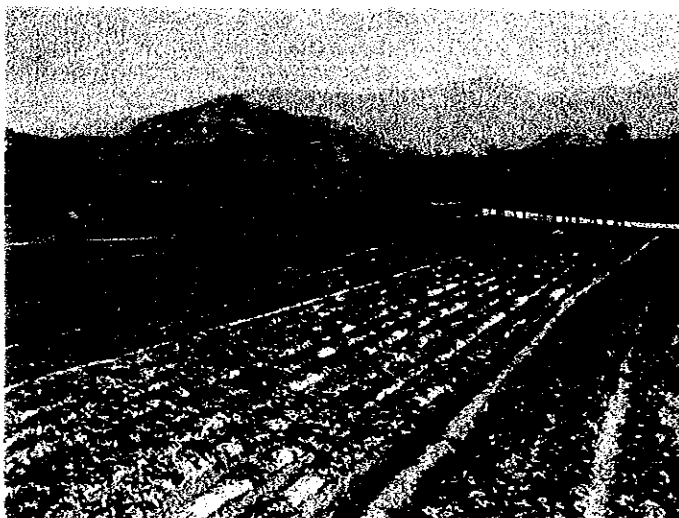


9. ユーカリオイル
生産用の林
(西昌市)



10. 高海拔地の農地
(3,000m位)
(喜徳県)

11. 薪を背負う親子
(ウンナンマツの枯れ木)
(昭覚県)

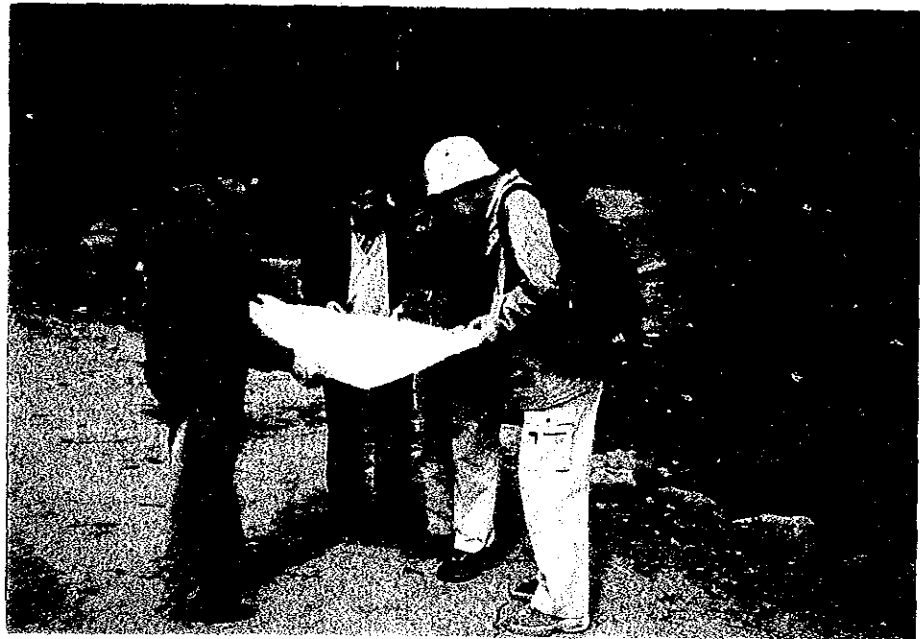


12. 河谷平地の農地
(徳昌県)



13. カウンターパート
とのミーティング
(事務所にて)

14. 現地調査での
位置確認
(徳昌県)



15. 試験造林地の状況
(米易県)

序 文

日本国政府は、中華人民共和国の要請に基づき、同国四川省安寧河流域造林計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は平成12年7月から平成14年6月までの間、4回にわたり、社団法人海外林業コンサルタント協会 岡部廣二氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。調査団は、中華人民共和国政府関係者との協議を行うと共に、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成14年7月

国際協力事業団
総裁 川上隆朗

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 川上 隆朗 殿

今般、「中国四川省安寧河流域造林計画」にかかる調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本件調査は、貴事業団との契約により、当協会が朝日航洋株式会社との共同企業によって、平成12年7月より平成14年7月までの間に実施した内容を取りまとめたものであります。

本件調査におきましては、中国四川省安寧河流域の一部の5市県を対象として、それぞれの市県に重点調査区域を設定し、荒廃した山地の森林を保全するため、簡易治山を含む造林計画策定のための調査を実施いたしました。

なお、調査期間中、貴事業団を始め、外務省、農林水産省関係者には多大のご理解及びご協力を賜り、厚くお礼申し上げます。また、中華人民共和国におきましては、同国科学技術部、国家林業局及び四川省政府関係各機関並びに在中華人民共和国日本大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことを付け加えさせていただきます。

貴事業団におかれましては、計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されますことを切望する次第です。

平成14年7月

中国四川省安寧河流域造林計画

調査共同企業体

代表 (社) 海外林業コンサルタント協会

総括 岡 部 廣 二

要 約

要 約

1. 調査の背景

中国の森林は、長い歴史の過程の中で過度に利用され、森林の減少・劣化が進み、大面積の荒廃裸地が発生した。現在、中国は世界第1位の人工造林面積を有するが、まだ、荒廃した大面積の林業用地が存在し、また、水土保持の上での問題を抱えている。さらに、改革開放政策による急激な中国の経済発展は、荒廃し、脆弱であった森林生態系に深刻な影響を与え、さらに森林に大きな負担をかける結果となった。

長江上流域には高山が多く、平地が少なく、生態環境は変化に富み、中国有数の森林地帯である。しかしながら、長期間にわたり森林の伐採や、急傾斜地での過剰な農耕、放牧による草地の劣化により土壌侵食が進んできている。また、中流域においても、森林・草地の農地化が進んだため、上流域と同様に土壌侵食が激しくなっている。この結果、雨季においては長江の中下流域で自然災害の発生頻度及び強度ともに高まっている。

このような長江の状況を改善するため中国政府は、「長江中上流防護林計画」を実施してきた。1998年の長江の大水害をうけて、「天然林保護国家プロジェクト」が同年9月から実施されるに至った。また1999年1月からは、これらの計画の上位計画として「全国生態環境建設計画」が実施され、四川省を含む長江上・中流地域は、全国で優先して生態環境整備を実施すべき地域に指定されている。これを受けて四川省は、同年3月に「四川省生態環境建設計画」を策定し、その中で安寧河流域を含む四川省西部地域を優先的に生態環境整備を実施する重要地区に指定している。

上述の背景のもとに、1999年12月中国政府は、我が国に対して、造林技術の開発・普及訓練を目的としたプロジェクトタイプ技術協力である「四川省森林造成モデル計画」（以下「プロ技」という）とともに、安寧河流域5市県を対象として、安寧河流域造林計画の策定に係る開発調査の実施を要請してきた。双方の要請の内プロ技は既に1999年7月から協力が開始されている。

なお、これらの協力は、1998年11月の小淵前首相と江沢民国家主席との首脳会談において、長江の洪水への対策として植林協力の必要性が認識された結果に基づく我が国からの技術協力である。

上述の要請を受けて、国際協力事業団は、2000年5月15日から同年6月3日までの間勝田幸秀氏を団長とする「中国四川省安寧河流域造林計画事前(S/W協議)調査団を、派遣し、要請の背景・内容について中国側の意向を確認するとともに、本格調査の方針を協議し、実施細則(S/W)を決定した。

2. 調査対象地

本件調査の対象地域は、四川省凉山彝族自治州喜徳県、昭覚県、西昌市及び徳昌県並びに攀枝花市米易県の各市・県に係る安寧河流域約50万haを対象とし、航空写真を撮影し

た。これらの5市・県に選定されたそれぞれ1万ha未満（重点調査区域の面積は以下1万haとするが、厳密には1万ha未満である。以下同じ）の重点調査区域を主たる調査対象区域とした。

3. 調査の目的

中国四川省安寧河流域造林計画調査は、安寧河流域を対象として、流域内の5市県にそれぞれ1万haの重点調査区域を選定し、森林を造成し水土保持機能の向上を図るための造林計画及び必要な簡易治山計画を策定することが本件調査の主目的である。

このために必要な具体的な業務は以下のとおりである。

- ① 安寧河流域約50.3万haを調査対象地域として、航空写真を撮影し、流域内の5市県に重点調査区域を選定し、その重点調査区域の地形図作成、土壌調査、土地利用植生調査、社会経済調査を行う。
- ② 重点調査区域ごとに、水土流出防止のための簡易な治山工作物の計画及び育苗計画等を含む造林計画を策定する。
- ③ 米易県の南向き斜面において、乾熱河谷での試験造林を実施し、植栽方法等の提案を行う。
- ④ 造林計画作成のためのガイドラインの作成とともに、個々の調査項目の調査手法及び計画立案手順等につき、OJTによりカウンターパートに技術移転を行う。

4. 本件調査の必要性

本件調査の対象地域である安寧河流域は、四川省の南西部に位置し、横断山脈中に位置し、断層が多く地質的に崩壊しやすい地域である。流域の平地部においては人口が多く開発が進み、山間部においては各種社会的設備の整備は遅れている。同流域は、急傾斜地までも農地化されており、崩壊地、地滑り及び土石流跡がいたるところに存在している。山地は荒廃裸地が多く、大面積の草地化、裸地、疎林が広がっている。したがって、強い降雨を受けると水土流出が発生し、斜面の土砂が激しく流出し、濁流となって流れ、下流の水害の原因となっている。

このような荒廃した林地を地域住民の生計に配慮しつつ造林することにより、地域の森林生態環境を改善するとともに、地域住民の森林生態環境の保全に対する協力を得ることは重要である。造林及び簡易治山の実施により、水土流出が防止でき、地域住民の福祉の向上が図られるとともに、下流域の水害の軽減に資することとなる。本件調査は造林及び簡易治山計画の策定が主目的であるが、この策定を通してこれらの計画の効用を明らかにすることは、四川省森林造成モデル計画による技術開発結果とあいまって、流域の森林環境保全のモデル計画として重要なものである。また、近い将来本件調査により策定された造林・簡易治山計画を実施するための重要な準備調査でもある。

5. 調査実施上の配慮事項

1) 重点調査区域の選定

本件調査は喜徳県、昭覚県、西昌市、徳昌県及び米易県の各市・県の安寧河流域部分に重点調査区域を選定し、これらの5市県の重点調査区域について、地形図作成、土壌調査、土地利用植生調査、社会経済調査等を行い、造林計画及び簡易治山計画を策定した。

なお、重点調査区域の設定に当たっては、調査対象5市県に1箇所ずつ設定し、中国側の意向を尊重しつつ、小流域単位で最も荒地、崩壊地が多く植生の緊急性の高い区域をそれぞれ1区域1万ha選定した。

2) 調査の基本方針

本件調査の実施に際しての基本的方針は次の通りであった。

- (1) 本件調査は、2000年5月30日に中国政府側と合意、署名、交換された実施細則(S/W)及び協議議事録(M/M)に基づき実施した。本件調査業務は国際協力事業団の業務指示書に即し、S/W調査団の調査結果及び「中国四川省森林造成モデル計画事前調査」等の関連する調査報告書等、また中国側の「全国生態環境建設計画」、「四川省生態環境建設計画」等を重要な参考資料とし、調査を進めた。「中国四川省森林造成モデル計画」とは専門家とも密接な連絡をとり、双方の成果の交換を行った。
- (2) 四川省林業庁及び涼山州林業局に設置された調査検討委員会との連携の下に調査を進めた。
- (3) 本件調査終了後、造林計画及び簡易治山計画の実施を念頭に置き、カウンターパートに積極的参画を求め、OJTによる技術移転を図った。
- (4) 造林計画策定に当たって、調査対象地域の社会経済状況、森林への依存度、地域住民の森林管理・保全に関する意向・ニーズ等を十分に把握し、造林計画に反映させた。
- (5) 傾斜地にある農地の森林化(退耕還林)は本件調査による造林計画策定外とし、放牧地の森林化を計画する場合には関係者の意向を十分参酌して計画した。
- (6) 造林計画策定に当たっては、その事業化を念頭に置き、具体的かつ実現性の高い計画とする必要があることから、事業化形態及び資金源について配慮した。

6. 四川省森林造成モデル計画との関連

1) 四川省森林造成モデル計画の概要

四川省森林造成モデル計画の目的は、「安寧河流域の西昌市、喜徳県及び昭覚県において、モデル苗畑の造成、モデル植林の実施を通じて、現地の自然条件及び社会条件に適した育苗・造林技術を、開発・実証するとともに、技術者の訓練、住民への技術の普及を行い、これらの地域において自立的な造林活動を実施する基盤形成を図る」ことにある。

る。

四川省森林造成モデル計画では、比較的低位の乾燥地、及び2,500m以上の高地で技術開発を実施することとしているため、その技術がカバーできる範囲は安寧河流域の広範囲に及ぶものである。さらに、苗畑で開発される育苗技術により、これまでの育苗体系の改善が図られ、優良な苗木の生産が行われることが期待できる。

森林造成モデルエリアが設定された昭覚県及び喜徳県の場合は、本件調査区域内の重点調査区域同様に彝族が多く、社会経済的条件は本件調査の山地の社会経済条件と類似している。

2) 本件調査と四川省森林造成モデル計画との関連

前項で述べた通り、造林技術の観点及び社会・経済的条件から見て、本件調査における造林計画、育苗計画、森林保護計画等は、安寧河流域の下流部にある乾熱河谷部分の造林計画を除き、プロ技により開発される技術を活用することが十分可能である。したがって、両計画の関連は、四川省森林造成モデル計画によって開発された技術を本件調査で活用するという関係にある。現実には造林が実際に実行される際には、四川省森林造成モデル計画の技術普及活動の成果が大きな意味を持つてくる。

四川省森林造成モデル計画の技術開発は始まったばかりであるが、開発途上であっても、本件調査においては乾熱河谷部分の造林計画を除き、同計画で開発した活用可能な技術を取り入れて造林計画の策定に努めた。

3) 重点調査区域とモデルエリア

本来本件調査の重点調査区域と、四川省森林造成モデル計画のモデルエリアとは重複することが望ましい。しかし、既に重点調査区域の選定には、中国側の意向を尊重する必要があること、要造林地面積が多いこと等の条件から両者は昭覚県を除き重複しなかった。しかし、四川省森林造成モデル計画で開発する技術は乾熱河谷部分を除き適応可能と考えられる。

7. 調査の実施経緯

1) 年次別調査の概要

第1年次調査は、国内準備作業を実施し、現地においてインセプション・レポートの説明後、概況調査の実施、航空写真撮影、重点調査地域の選定、地形図の作成、土壌調査、土地利用植生調査等の基礎的調査を実施した。これらの調査結果をプロGRESS・レポート(1)及び進捗状況報告に取りまとめた。

第2年調査は、2001年10月28日より2002年2月12日の間に、全て現地調査により実施した。調査は、まず、造林地の選定を行い、造林計画、簡易治山計画、評価、試験

造林管理等を実施し、これらの調査結果をプログレスレポート（2）に取りまとめた。

第3年次調査は、2002年4月以降に行い、試験造林のモニタリングの取りまとめを行った後、ドラフトファイナルレポートを作成した上で、同レポートを調査検討委員会に説明・協議した結果同意を得た。更に成都市において技術移転セミナーを実施した。その後、ドラフトファイナルレポートに対する中国政府のコメントは無く、ファイナルレポート等を作成し、本件調査を完了した。

2) 主要な調査活動

本件調査の主要な調査活動は次の通りである。

(1) 安寧河流域の概況調査

安寧河流域全体の把握のため、安寧河の水源地帯から安寧河が雅龍江に合流するまでの間の安寧河流域の概況調査を行った。この調査により山地の地形・地質、河川の状態、森林の状態、植生の分布状況、林地の荒廃状況、放牧の状況、村落の分布状況、農地の分布等の把握に努めた。

(2) 航空写真撮影・図化

調査対象区域の航空写真撮影を行い、各市県の重点調査区域の地上測量を実施後、縮尺1:25,000の地形図、約5万haの図化を現地再委託により実施した。

さらに再委託業務により、重点調査区域、約5万haについてコンピューター数値化ソフトにより、主題図数値化を行った。

(3) 重点調査区域の選定

前述の5.の1)により、各市県の重点調査区域を選定し、それぞれの重点調査区域の範囲を現地踏査し、重点調査区域の概要把握に努めた。

(4) 土地利用植生調査等

重点調査区域、約5万haの航空写真判読及び現地調査を行い、土地利用植生図、林小班図の作成、林小班別に面積の測定、森林概況を記載した森林面積簿を現地再委託により作成した。土地利用植生図、林小班図作成の基本図は本件調査により作成した縮尺1:25,000の地形図を用いた。

(5) 土壌調査

重点調査区域、約5万haに対して現地概況調査を実施し、土地類型区分後、土壌調査及び土壌分析資料収集、土壌室内分析の実施、本件調査により作成した縮尺1:25,000の地形図を用いた土壌図の作成、報告書作成を現地再委託により作成した。

(6) 社会経済調査

造林計画策定に当たり重要な地域住民の社会経済的状況の把握を目的として、地域住民の農牧業等の生業形態、住民の生活水準、薪炭材入手方法等を明らかにするために、社会経済調査を現地再委託により実施した。標本村落は各重点調査区域内2箇所とし、各標本村落から100戸の標本をランダムに抽出し、総標本数は1,000戸とした。

業務の概要は、重点調査区域、約5万haに対して、調査対象集落の選定を行った後、現地で調査表に基づきインタビュー方式により必要な資料の収集を実施し、得られたデータの入力・分析の後報告書を作成した。

(7) 造林計画策定

重点調査区域の造林計画は、海拔高に伴う気温の低下、降雨量、乾燥等の気象条件、土壌、社会的条件等を加味して、造林すべき林種の選択、樹種を選択を行い、植栽事業計画を作成した。造林対象地は荒廃裸地であるが、安寧河流域での造林の主目的は水土流出の防止にあり、このため、生態保全林造成が主である。計画造林総面積は10,550haであるが、そのうち生態保全林造成は8,220haに達した。

なお、現状が森林である箇所で、過密になっている林分等については、保育、保護必要性があることを指摘した。農地についても水土流出の観点から、生態農業、農地のテラス化の必要性を指摘した。

(8) 簡易治山計画策定

安寧河流域には、多数の大小の崩壊地及びガリー浸食溝があり、降雨により水土流出が発生している。これらの崩壊地及びガリー浸食溝全てに対しての治山計画は不可能であり今回は造林を実施する上で必要な簡易治山計画を策定した。

簡易治山計画としては、崩壊地、ガリーの現状を把握し、モデル的施工工法を想定し、各重点調査区域にあてはめ、土壌・地質・崩壊状況、緊急性等を加味した計画を策定した。簡易治山施工総面積は109haに達している。

(9) 事業評価

本件調査により造成される森林は、在来樹種及び既に導入されている樹種を用いての造林計画であり、かつまた、大面積の一斉造林でもなく、地域の生態系の保全に役立つものであり、生態環境評価上問題はない。

造林計画及び簡易治山計画の実施による費用と効用の経済評価についてみると、本件調査で計画した造林及び簡易治山の実施は、十分に費用対効果を償うものであるという結果を得た。

(10) 試験造林

安寧河下流の乾熱河谷は中国でも造林がもっとも困難な立地に分類されている。また、種々の原因でこのタイプの土地では水土流出が最も激しく、早急な防止対策が望まれている。しかし、乾熱河谷のある米易県、徳昌県は中国四川省森林造成モデル計画の対象区域に含まれていないため、プロジェクト方式技術協力での造林技術の開発は期待できない。したがって、本件調査の一環として、米易県における従来の造林方法、新たな造林技術開発について、実証も含めた造林試験を行うことを目的として試験造林を実施した。

8. 造林計画の概要

1) 造林計画策定基礎調査

中国では森林生態系の回復のために多くの努力が払われ、全国生態環境建設計画、長江中上流防護林体系建設計画、天然林国家保護計画等が実施され、本件調査対象地域では、この他に全国生態環境建設計画の四川省版とも言うべき生態環境建設計画が実施されている。しかし未だ森林の回復は十分でなく更なる造林が必要である。

安寧河流域は河谷平地から高山帯までの標高差は、2,000m 以上あり、河谷平地の亜熱帯的気候から高山帯の亜寒帯的気候までである。従って、同流域に生存する樹種は、平地における常緑亜熱帯性樹種から、山地の落葉広葉樹林帯の樹種、更に高山帯のトウヒ、ツガ類の亜寒帯性樹種まで変化する。

2) 造林計画策定手続き

(1) 造林予定地選定方針

現地住民の生計の維持に配慮して、造林を実施する必要がある。このため、涼山州林業局、国土局、農業局、牧畜局、水利局等の代表に参集願い、打ち合わせを行い、造林実行可能な箇所の選定方針案を作成し、これを四川省林業庁に説明し同意を得た。

(2) 造林予定地の確認

造林地選定に際し、標高の高い地帯では多くの家庭用燃料として薪柴を利用していること、また、放牧による畜産が重要な収入源となっていること等の土地利用の現状に対処する必要があるため、造林予定地を踏査した。

3) 造林地選定に係る考慮事項

造林対象となる森林面積簿上の荒廃裸地の管理は市県の行っているもの、集団が管理しているものと様々である。しかし、個人が管理経営しているものは少ない。

重点調査区域の土地利用の実体は様々であり、市県の管理している森林で放牧を行っている場合や、集団の管理している森林、草地等で放牧を行っている場合等がある。

森林面積簿上の荒廃裸地には、農地、輪耕地、放牧地等が含まれており、これらの土地を一律に造林地化することはできず、農家の生計の維持に必要な土地の確保が必要である。

4) 造林対象地の区分と対策

それぞれの重点調査区域の自然条件、社会的条件を考慮して造林計画策定基本方針を概ね次の通り確定した。

- ① 海拔 3,400m 以上の土地は、造林は困難であるので、放牧用草地として利用することと計画した。
- ② 3,400m 以下の造林すべき土地には、生態保全林、生態がた経済林、生態型用材林、生態型薪炭林及び生態型放牧林を計画した。
- ③ 高海拔では、家庭用燃料である薪柴の利用量が多いため、薪柴の採取可能箇所が少ない地区には薪炭林造成が必要と判断した。

- ④ 高海拔地では、放牧が住民の重要な現金収入源であるため、生態型放牧林造成を計画した。
- ⑤ 高海拔地では社会基盤整備もされていないため、経済林の造成は困難であると判断した。しかし海拔の低い部分には経済林の導入が可能であり、小面積の生態型経済林を計画した。
- ⑥ 乾熱河谷で造林は容易でなく、今回の試験造林の成果を生かした造林を進める必要がある。

5) 対策別造林技術

前項の造林計画策定基本方針に基づき重点調査区域別の造林計画策定方針を定め、造林の具体的計画を次の通り策定した。

(1) 植栽計画

① 造林対象地の造林方法

重点調査区域のゾーニング、土地利用方針及び重点調査区域別の造林計画策定基本方針に基づき、各重点調査区域ごとに、生態保全林、生態型経済林、生態型薪炭林、生態型用材林及び生態型放牧林の造林種別造林面積を確定した。

重点調査区域の造林対象地は、森林面積簿において荒廃裸地として区分された小班であるが、これらの小班には輪耕地が含まれているため、全ての荒廃裸地を造林対象とすることはできない。したがって、地域住民の農耕の状況を配慮しつつ、造林対象の小班を定め、造林種を決定した。

② 造林面積

重点調査区域別の造林面積は表1の通りである。

表1 重点調査区域別造林面積

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 | 222.7 |
| 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 |

(2) 造林技術

造林種が同一であっても、海拔高により造林樹種、植樹密度、植樹方法、その後の保育管理等は異なったものとなる。特に海拔高の差が大きく、乾熱河谷から高山帯までと変化に富む生態保全林の造林方法は変化に富むことになるので、ゾーニングを行い、ゾーンごとの標準造林方法を選定した。生態保全林におけるゾーニング及び主用

植栽樹種は表2のとおりとした。なお、生態保全林では ha 当たりの植栽本数は 3,300 本としたが、他の造林種ではそれぞれの目的に見合った植栽本数とした。

表2 生態保全林のゾーニング及び主要植栽樹種

| 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 | 台湾アカシア、ギンネム、ナンヨウアブラギリ、キワタノキ等の混植 |

6) 種苗計画

本造林計画において植えつける苗木は全て買い上げるものとして計画した。特にモミ、トウヒ等の暗色針葉樹は初期の生育が遅く、25cm 程度の苗高になる迄に 5 年程度を必要とするので、事業実施に当たっては早めに手配する必要がある。また、苗木の生理及び運搬を考慮すると苗木はできる限り植栽地の近くで育苗されることが望まれ、特に裸苗の場合は乾燥を考慮すると近くで育苗するのがよい。マツ類のポット苗の場合、100 日苗といわれるものを植栽するより、前年の蒔きつけ苗を使用することが望まれる。

暗色針葉樹の育苗には、高海拔地の農家による苗木の育成の協力が必要であり、特に最小は 2 年生の幼苗を他県から購入してきての育苗が望まれる。

7) 森林保護・管理計画

植栽直後の造林地を封山育林により家畜の被害から守り、また、火災を出さないようにする必要がある。これらの対策としては、造林地に監視人を配置し、巡回を行わせることとした。

過密林分は、病虫害、風害等に弱いので、著しく過密にならない内に保育間伐を行う必要がある。これにより下草が繁茂し、放牧する家畜の飼料になる。

8) 年次別造林実施計画

総植栽実施計画期間は 5 ヶ年間と計画したが、生態保全林の造成は 4 年間で造林を完

了するよう計画した。それぞれの造林地に対して、下刈りを実施する必要があり、その期間を2年、必要に応じ3年とした。植付け後それぞれの林分は5年間の封山育林を計画した。なお、重点調査区域により、他の造林対策では造林面積が小さくなる場合には、造林期間を短縮した。

9) 造林経費

① 造林単価

造林種別に、植栽樹種の組み合わせ、植栽方法、植栽密度、作業手順等を定め既存の工程、労賃単価、苗木単価、輸送費等の資料を収集し、各造林種別の単価を算出した。

② 事業費

事業費の積算は、それぞれの造林種別面積に上記の単価を乗じて算出した。なお、この事業費は直接事業費であり、間接費は含んでいない。

総造林面積は10,550ha、総事業費は198百万元となった。

1.0) 事業実施体制

中国の行政改革により、涼山州林業局での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。したがって、本計画による造林及び治山等の事業の実施主体は、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し、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。

1.1) 森林経営・利用計画

本計画による造林は生態保全林主体の造林計画であり、造林木の木材の利用を主目的とするものではない。生態型経済林でも、主林木を伐採することを目的とせず、果実、実、葉等の利用が主である。生態型放牧林の場合もその利用は下草を主とするものである。また、灌木の枝葉の利用を行っても下枝を対象としたものであり、主林木の伐採は行わない。生態型用材林、生態型薪炭林では、林木の伐採を行う場合には、ごく小面積づつの伐採を行い、伐区が連続しないよう伐採規制を行う必要がある。

1.2) 検討事項

高山地帯では造林の実績が少なく、気象条件も厳しい。このような箇所に対して、四川省森林造成モデル計画の成果の活用は重要である。また米易県での試験造林の成果の応用も乾熱河谷での造林に役立つ。更に針葉樹の苗木は100日苗ではなくより大きいものを植えることが望まれ、下刈りの実施が良い造林成績を得るためには重要である。造林地の保護の観点から、保育間伐の実施は必要であり、地域住民と一体となった森林の保護管理が望まれる。

9. 治山計画の概要

本件調査における治山計画は、造林の実施に必要な簡易の治山を計画することであり、大規模な崩壊地の復旧治山や地滑りに対する工事、溪間工等並びに農地内の崩壊地等の工事は計画していない。

1) 簡易治山実施箇所の選定

重点調査区域内の造林予定地内には多数の小崩壊地があり、これらの崩壊地及びガリーの全てに対して一つ一つに詳細な治山計画を立てることは、本件調査の期間内では不可能である。したがって、現地踏査及び航空写真判読により、崩壊地の大きさ、ガリーの長さに応じて類型区分し、簡易治山工事可能なものを選定した。簡易治山工事可能な箇所数等は表3の通りである。

表3 重点調査区域の崩壊地と工事対象箇所数

| 区分 | 表層崩壊地 | | ガリー浸食溝 | | 計 | |
|------|-------|---------|--------|---------|-------|---------|
| | 箇所数 | 面積 (ha) | 箇所数 | 面積 (ha) | 箇所数 | 面積 (ha) |
| 総数 | 2,081 | 277.21 | 671 | 329.78 | 2,752 | 606.99 |
| 工事対象 | 1,958 | 85.07 | 390 | 23.48 | 2,348 | 108.55 |

2) 箇所別工法

工法としては、崩壊地には法切り工、柵工、筋工、実播工、むしろ伏せ工、植栽工を用いることとした。ガリーの対策としては、土のう工、鉄線かご工、土のう水路工等を用いることとした。

これらの工法の施工材料としては、可能な限り地元で調達できる材料を用いることにした。柵工や筋工には木の杭と竹材を使用することにし、また、むしろ伏せ工には安寧河流域の藁を使用して作るむしろを使用することとした。

これらの工法の施工に当たっては、安寧河流域ではこの種の工事の実施経験が少ないので、現場技術者、工事実行者等に対して予め基礎的な技術研修の必要がある。

3) 単価

表層崩壊及びガリー浸食溝の規模をモデル化し、それぞれに必要な工法を確定した。次に各モデルの工法の必要工事数量を確定し、予め現地における資材費、労賃に基づき、単位当たりの単価を積算し、数量に乗じてモデル工法の単価を算出した。

モデル工法による規模別に5事例程度の工事費を算出し、これらの事例を用いて崩壊の大きさと工事費単価の関係をグラフ上にプロットする等により、面積の大きさに応じた工事費単価の違いの傾向を把握して、全体の工事費を求めるために最も適切な平均単価を決めた。

4) 全体の治山工事費の算出

(1) 直接工事費

3) で算出した崩壊類型別平均工事単価を林班毎の類型別崩壊地面積に乗じて林班別工事費を算出する。同様に崩壊地のある全林班について計算の上合計し、全体の工事費とする。この場合、算出した工事費は直接工事費である。

(2) 資材運搬費の算出

治山計画対象地はかなり遠隔地にあるため工事用資材の運搬に要する経費の算出が必要であり、次のようにして求めた。

- ① 車両及び人力による運搬とに分け崩壊地 ha 当りの平均的工事資材重量を求める。
- ② ①の平均的工事資材重量を各林班の崩壊地面積に乗じて運搬必要量を求める。
- ③ 一方、林班毎に必要な車両による運搬距離、人力による運搬距離を求めておき、 $\langle \text{資材重量} \times \text{運搬距離} \times \text{運搬単価} \rangle$ により車両による運搬経費、人力による運搬経費を算出して加え、集計する。さらに、全林班の分について集計する。

(3) その他の諸経費の算出

前記の(1)～(2)はいずれも直接工事費であるが、共通仮設費である技術管理費、安全費、営繕費、事業の実施に伴う濁水防止施設の設置などの経費を率又は積み上げで積算する。

10. 総事業費

造林計画及び簡易治山計画に要する事業費の総額は表4の通りである。なお、この額には、技術研修・普及、監督官庁費等の間接的な経費は含んでいない。

表4 重点調査区域別事業費 単位：千元

| 重点調査区域 | 造林費 | 治山費 | 計 |
|--------|---------|--------|---------|
| 喜徳県 | 51,826 | 6,864 | 58,690 |
| 昭覚県 | 56,528 | 7,911 | 64,439 |
| 西昌市 | 29,715 | 5,602 | 35,317 |
| 徳昌県 | 22,361 | 634 | 22,995 |
| 米易県 | 37,624 | 4,256 | 41,880 |
| 計 | 198,054 | 25,266 | 223,320 |

注：四捨五入のため計は必ずしも一致しない。

11. 造林・治山計画素案図作成

造林計画の素案図としては、造林計画の基となる土地の経営区分を示す土地経営区分素案図を作成し、これを基にしてそれぞれの土地の造林種を示す造林計画素案図を作成した。これらの図面を検討し、最終的には土地経営区分図及び造林計画図として完成させた。

一方、治山では、治山計画案を治山計画素案図として取りまとめ、計画の確定を待つ

て、治山計画図として完成させた。

1.2. 事業評価

本件調査により造成される森林は生態保全林を主としたものであり、地域の生態系の回復・保全に役立つものである。また、新たな外来樹種を導入するものではなく、生態環境評価上問題はない。

本件調査で計画した造林及び簡易治山の実施の結果、森林の保水機能が向上し、水土流出が軽減される。この結果、森林の水源涵養機能は向上し、渇水時の基底流量を増加させ、洪水時のピーク流量を下げる効果が発生する。また、土壌の流亡の軽減により、土壌中の肥料分の損失を防ぎ、森林の光合成による炭酸ガスの吸収効果等の外部経済効果がある。森林造成結果による家畜可食野草の増収、経済林からの収益、薪の収穫、用材林からの収益等もある。

以上の経済的効果と投資費用とを比較すると、本計画は実施可能な計画であると判断される。

1.3. 試験造林地モニタリング結果

試験造林地としては、乾熱河谷における一般的な技術を提示するのに適する次の2つの団地を選定した。即ち、第1団地（攀蓮鎮典苴村）5.70ha、第2団地（散蓮郷摩梭村）4.30haの2カ所に試験造林を設定した。試験に使用した樹種は、ギンネム (*Leucaena leucocaphara*)、タイワンアカシア (*Acacia confusa*)、キワタノキ (*Bombax marabaricum*)、ナンヨウアブラギリ (*Jatropha carcas*)、ハウチワノキ (*Dodonaea viscosa*) とした。

試験造林地は植栽後約1年であるが、従来乾熱河谷で行った造林より著しく良い成績を収めている。今回のモニタリングでも、植樹以来はじめての乾季を無事経過することができ、技術的に乾熱河谷での造林の実施方針が得られた。

昨年度は降雨量が多く雑草の伸びが旺盛であったので、造林樹種は陽樹であるため、雑草による被陰の害を受けた。2002年4月下旬現在で、残存率調査を実施したところ、雑草の繁茂の激しかった第1試験地では53.0%、雑草の少なかった第2試験地では73.0%となっていた。2002年4月現在の残存率は、前回モニタリング結果（2001年11月実施）に比較してやや下がっている程度である。

1.4. 造林計画策定ガイドライン作成方針協議

造林計画の策定作業がある程度進んだ段階で、ガイドライン作成要領案をカウンターパートとともにガイドライン作成方針を検討し、その結果に基づき「安寧河流域造林計画策定ガイドライン」の作成を行った。

1.5. ファイナルレポート作成等

ドラフトファイナルレポートに基づき、調査検討委員会での説明、検討を行い同報告書について基本的に同意を得た。最終的に中国側のドラフトファイナルレポートに対しては、調査団員と十分な協議を行っているのでコメントはない旨の通知を受けたうえで本件調査のファイナルレポート等を作成し、国際協力事業団に提出し、本件調査を完了した。

また、成都市において多数の関係者の出席を得て、プロ技からの報告を含む技術移転セミナーを盛大に実施した。

目 次

写真

序文

伝達状

要約

目次

外貨交換レート

略語一覧

| | |
|--------------------------|---|
| 第1章 緒論 | 1 |
| 1-1 調査の背景 | 1 |
| 1-2 本件調査の要請と事前調査 | 2 |
| 1-2-1 要請 | 2 |
| 1-2-2 事前調査 | 2 |
| 1-3 本件調査の目的等 | 2 |
| 1-3-1 本件調査の目的 | 2 |
| 1-3-2 本件調査の概要 | 3 |
| 1-3-3 調査の基本方針 | 3 |
| 1-4 中国四川省森林造成モデル計画との関連 | 4 |
| 1-4-1 中国四川省森林造成モデル計画との目的 | 4 |
| 1-4-2 関連 | 4 |
| 1-4-3 重点調査区域とモデルエリア | 5 |
| 1-5 調査の経緯 | 5 |
| 1-5-1 第1年次第1フェーズ調査の概況 | 5 |
| 1-5-1-1 国内準備作業 | 5 |
| 1-5-1-2 第1フェーズ現地調査の概況 | 6 |
| 1-5-1-3 第2フェーズ現地調査の概況 | 8 |

| | | |
|---------------|-------------------------|----|
| 1-5-2 | 第2年次調査の概況 | 11 |
| 1-5-3 | 第3年次調査の概況 | 14 |
| 第2章 調査対象地の概要 | | 17 |
| 2-1 | 中国、四川省の自然環境概況 | 17 |
| 2-2 | 中国、四川省の社会・経済の概況 | 20 |
| 2-3 | 中国、四川省の森林・林業の概況 | 21 |
| 2-3-1 | 中国の森林の現状と政策 | 21 |
| 2-3-2 | 四川省の森林・林業の現状と政策 | 22 |
| 2-4 | 安寧河流域の自然環境 | 23 |
| 2-5 | 安寧河流域の社会・経済の概況 | 26 |
| 2-6 | 安寧河流域の土地利用 | 27 |
| 2-7 | 安寧河流域の森林・林業 | 28 |
| 2-8 | 安寧河流域の類型区分 | 31 |
| 2-9 | 初期環境調査(IEE) | 33 |
| 第3章 重点調査区域の選定 | | 39 |
| 3-1 | 重点調査区域選定に当たっての基本的考え方 | 39 |
| 3-2 | 重点調査区域選定に当たって関係機関の意見調整等 | 39 |
| 3-3 | 重点調査区域の選定作業 | 40 |
| 3-4 | 市県別選定作業 | 41 |
| 3-5 | 市県別重点区域の総括表及び位置 | 45 |
| 第4章 基礎調査 | | 47 |
| 4-1 | 概況調査の実施 | 47 |
| 4-2 | 航空写真撮影、地形図作成及び密着写真複製 | 48 |
| 4-3 | 土地利用植生等調査 | 51 |
| 4-3-1 | 調査の目的等 | 51 |
| 4-3-2 | 調査方法等 | 51 |
| 4-3-3 | 航空写真判読 | 53 |
| 4-3-4 | 土地利用植生図及び林小班図の作成 | 54 |
| 4-3-5 | 涼山州の土地利用 | 55 |
| 4-3-6 | 重点調査区域における森林植生分布の現状 | 58 |
| 4-4 | 土壌調査 | 60 |

| | | |
|----------|------------------|-----|
| 4-4-1 | 調査の目的 | 60 |
| 4-4-2 | 調査方法等 | 60 |
| 4-4-3 | 調査結果 | 62 |
| 4-4-4 | 土壌室内分析結果 | 64 |
| 4-4-5 | 土壌図作成 | 70 |
| 4-5 | 社会・経済調査 | 70 |
| 4-5-1 | 調査の目的 | 70 |
| 4-5-2 | 調査方法 | 71 |
| 4-5-3 | 調査結果 | 73 |
| 4-5-4 | 考察 | 89 |
| 4-5-5 | 結論と提案 | 93 |
| 4-6 | 数値化業務 | 95 |
| 第5章 造林計画 | | 99 |
| 5-1 | 造林計画策定基礎調査 | 99 |
| 5-1-1 | 森林・林業関係既存計画 | 99 |
| 5-1-2 | 安寧河流域での造林事例 | 101 |
| 5-1-3 | 5市県における基礎調査 | 101 |
| 5-2 | 造林計画策定手続き | 105 |
| 5-3 | 造林地選定に係る考慮事項 | 106 |
| 5-4 | 造林対象地の区分と対策 | 108 |
| 5-5 | 対策別造林技術 | 123 |
| 5-6 | 種苗計画 | 131 |
| 5-7 | 森林保護・管理計画 | 136 |
| 5-8 | 年次別造林実施計画 | 139 |
| 5-9 | 造林経費 | 138 |
| 5-10 | 事業実施体制 | 142 |
| 5-11 | 森林経営・利用計画 | 144 |
| 5-12 | 検討事項 | 146 |
| 第6章 治山計画 | | 149 |
| 6-1 | 治山計画策定基礎調査 | 149 |
| 6-1-1 | 安寧河流域の概況 | 149 |
| 6-1-2 | 重点調査区域の荒廃状況と治山計画 | 151 |

| | | |
|------------------|----------------------|-----|
| 6-2 | 簡易治山工事実施箇所及び工法選定基本方針 | 156 |
| 6-3 | 選定方法と選定結果 | 160 |
| 6-4 | 事業計画 | 171 |
| 6-5 | 今後の課題 | 180 |
| 第7章 事業評価 | | 185 |
| 7-1 | 生態環境の評価方式 | 185 |
| 7-2 | 生態環境改善効果に関する評価結果 | 189 |
| 7-3 | 経済評価 | 194 |
| 第8章 試験造林 | | 199 |
| 8-1 | 試験造林の位置付け | 199 |
| 8-2 | 試験対象地域の制限的自然条件 | 200 |
| 8-3 | 試験造林設計 | 202 |
| 8-4 | 再委託先と試験造林業務実施状況 | 206 |
| 8-5 | 試験造林モニタリング結果 | 210 |
| 8-6 | 総括 | 223 |
| 第9章 造林計画策定ガイドライン | | 225 |
| 9-1 | 造林計画策定ガイドライン作成方針の骨子 | 225 |
| 9-2 | 造林計画策定調査の流れ | 225 |
| 9-3 | 基礎調査 | 225 |
| 9-3-1 | 航空写真撮影及び地形図作成 | 225 |
| 9-3-1-1 | 航空写真撮影 | 225 |
| 9-3-1-2 | 現地測量 | 230 |
| 9-3-1-3 | 地形図作成 | 231 |
| 9-3-1-4 | 数値編集 | 234 |
| 9-3-2 | 土地利用植生調査 | 234 |
| 9-3-3 | 林小班図等作成 | 236 |
| 9-3-4 | 土壌調査 | 238 |
| 9-3-5 | 自然条件調査 | 242 |
| 9-3-6 | 社会経済条件調査 | 243 |
| 9-4 | 造林計画策定 | 245 |

| | | |
|-------|------------------------|-----|
| 9-5 | 治山計画策定 | 256 |
| 9-6 | 関係行政機関との協議 | 264 |
| 9-7 | 評価 | 264 |
| | | |
| 第10章 | 結論 | 267 |
| | | |
| 謝辞 | | 271 |
| | | |
| 資料 | | |
| 1. | 調査団名簿 | 275 |
| 2. | 主要面会者名簿 | 277 |
| 3. | ドラフトファイナルレポートに関する協議議事録 | 281 |
| 4. | 調査日程表 | 289 |
| | | |
| 表 | | |
| 2-4-1 | 西昌市の気象データ | 25 |
| 2-4-2 | 米易県の気象データ | 25 |
| 2-7-1 | 安寧河流域6市県の林業組織 | 29 |
| 2-9-1 | スコーピングチェックリスト | 36 |
| | | |
| 3-5-1 | 重点調査区域総括表 | 45 |
| | | |
| 4-2-1 | 重点調査区域別図化面積 | 50 |
| 4-2-2 | 地形図作成仕様 | 50 |
| 4-2-3 | 作業数量 | 51 |
| 4-2-4 | 最終成果品 | 51 |
| 4-3-1 | 航空写真判読区分基準 | 55 |
| 4-3-2 | 森林面積簿(例) | 54 |
| 4-3-3 | 涼山州の市県別土地利用状況の割合 | 56 |
| 4-3-4 | 涼山州における土地利用分類の割合 | 57 |
| 4-3-5 | 重点調査区域の土地利用及び林地率 | 58 |
| 4-3-6 | 調査対象市県の森林被覆率 | 59 |
| 4-3-7 | 人工ウナンマツ林と天然常緑広葉樹林対比表 | 59 |
| 4-4-1 | 有機質含有量 | 69 |
| 4-4-2 | 可給態窒素含有量 | 70 |
| 4-4-3 | 可給態リン含有量 | 70 |

| | | |
|--------|------------------------------|-----|
| 4-4-4 | 可給態カリ含有量 | 70 |
| 4-5-1 | 海拔高区分別調査対象郷鎮 | 72 |
| 4-5-2 | 土地利用面積割合 | 73 |
| 4-5-3 | アンケート対象戸の利用区分別平均土地保有面積 | 74 |
| 4-5-4 | 業種別平均現金収入(2000年) | 76 |
| 4-5-5 | 作物別栽培農家数 | 77 |
| 4-5-6 | 1世帯平均主要農産物生産及び消費量 | 78 |
| 4-5-7 | 平均家畜保有数、販売数 | 79 |
| 4-5-8 | 飼料として利用される原料の種類 | 80 |
| 4-5-9 | 放牧利用主要樹種 | 81 |
| 4-5-10 | 主要食糧等食糧事情 | 83 |
| 4-5-11 | 燃料使用状況 | 83 |
| 4-5-12 | 薪柴採取 | 84 |
| 4-5-13 | 薪柴利用主要樹種 | 85 |
| 4-5-14 | 水利用の充足・不足と用途別水源 | 86 |
| 4-5-15 | 運輸及び交通手段 | 88 |
| 4-5-16 | 給電の有無及び家電製品保有率 | 89 |
| 4-5-17 | 傾斜耕地整備、造林経験 | 90 |
| 4-5-18 | 家族の平均教育年数と農業、生活作業分担 | 92 |
| 4-5-19 | 研修開催・参加率と荒廃地造林・林木所有権の知識 | 93 |
| 4-6-1 | 土壤図の数値化作業量 | 97 |
| 4-6-2 | 土地利用及び植生図の数値化作業量 | 97 |
| 4-6-3 | 林小班図 | 98 |
| 4-6-4 | 最終成果品 | 98 |
| 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 | 102 |
| 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 | 109 |
| 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 | 110 |
| 5-4-2 | 土地利用区分別水土保持対策 | 112 |
| 5-4-3 | 経済樹種の選定基準例 | 117 |
| 5-4-4 | 5市県の造林対策分類別面積 | 122 |
| 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 | 123 |
| 5-4-6 | ゾーン別造林対象面積 | 124 |
| 5-4-7 | 5市県別重点調査区域内の森林率 | 125 |
| 5-5-1 | 造林対照地のゾーニング | 125 |
| 5-6-1 | 年次別造林面積 | 132 |

| | | |
|-------|---------------------------------|-------|
| 5-6-3 | 5 市県別必要苗木本数 | 1 3 3 |
| 5-6-4 | 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 | 1 3 4 |
| 5-9-1 | 5 市県造林費積算総括表 | 1 4 1 |
| 6-1-1 | 安寧河の流域地形特性 | 1 4 9 |
| 6-1-2 | 安寧河流域の浸食土砂量（試算） | 1 5 0 |
| 6-3-1 | 喜徳県の崩壊地と治山計画箇所 | 1 6 1 |
| 6-3-2 | 昭覚県の崩壊地と治山計画箇所 | 1 6 2 |
| 6-3-3 | 西昌市の崩壊地と治山計画箇所 | 1 6 3 |
| 6-3-4 | 徳昌県の崩壊地と治山計画箇所 | 1 6 4 |
| 6-3-5 | 米易県の崩壊地と治山計画箇所 | 1 6 4 |
| 6-3-6 | 5 市県の崩壊地と治山計画箇所 | 1 6 5 |
| 6-3-7 | 山腹工法と使用する木本・草本 | 1 6 9 |
| 6-4-1 | 表層崩壊崩壊規模、工法別単価 | 1 7 4 |
| 6-4-2 | むしろ伏せ工単価表 | 1 7 5 |
| 6-4-3 | ガリ一浸食溝規模別工法別単価表 | 1 7 7 |
| 6-4-4 | 工事費算出に用いる工法別平均単価表 | 1 7 7 |
| 6-4-5 | 施工時期 | 1 8 0 |
| 7-1-1 | 重点調査区域内の水源涵養効果試算 | 1 8 6 |
| 7-1-2 | 西昌市の小売物価指数の変遷 | 1 8 8 |
| 7-1-3 | 評価項目 | 1 8 9 |
| 7-1-4 | 調査地域の林地面積及び蓄積の変遷 | 1 8 9 |
| 7-2-1 | 重点調査区域内の降雨流出及び土壌流亡状況 | 1 9 0 |
| 7-2-2 | 重点調査区域の土壌粒度組成 | 1 9 1 |
| 7-2-3 | 関連河川の土砂搬送、崩壊地からの流亡及び年間堆砂除去費用 | 1 9 1 |
| 7-2-4 | 重点調査区域における事業実施の有無による水土流出の差 | 1 9 1 |
| 7-3-1 | 造林事業面積及び造林費 | 1 9 4 |
| 7-3-2 | 治山事業面積及び治山費 | 1 9 5 |
| 7-3-3 | 財務費用計算 | 1 9 5 |
| 7-3-4 | 事業費用・便益の算定及び財務分析結果 | 1 9 6 |
| 7-3-5 | 算定事業費用便益に基づく感度分析の結果 | 1 9 6 |
| 7-3-6 | ha 当たり工事単価と全体の発生便益及び工事費の発生効果別比率 | 1 9 7 |
| 8-5-1 | 試験地1の活着状況調査結果 | 2 1 2 |

| | | |
|--------|----------------------|-----|
| 8-5-2 | 試験地1の活着状況調査結果 | 213 |
| 8-5-3 | 試験造林主用樹種の成長量調査結果 | 214 |
| 8-5-4 | 米易県の2001年における主要気象指標 | 215 |
| 9-3-1 | 航空写真判読区分基準 | 236 |
| 9-3-2 | 森林面積簿(例) | 238 |
| 9-4-1 | 経営区分と水土保持対策 | 246 |
| 9-4-2 | 地帯区分 | 248 |
| 9-4-3 | 年次別造林実施スケジュール例 | 254 |
| 9-5-1 | 調査対象崩壊地と治山計画対象崩壊地の区分 | 253 |
| 9-5-2 | 山腹工法と木本・草本との組み合わせ | 260 |
| 10-1-1 | 重点調査区域別造林面積 | 268 |
| 10-1-2 | 重点調査区域の崩壊地と工事対象箇所数 | 269 |
| 10-1-3 | 重点調査区域別事業費 | 261 |

図

| | | |
|--------|---------------------------------|-----|
| 3-5-1 | 調査対象区域及び重点調査区域位置図 | 38 |
| 4-5-1 | 化学肥料の使用開始年次と各村農家の年間支払い金額(2000年) | 79 |
| 4-5-2 | 飼料として利用される原料の割合 | 81 |
| 5-5-1 | 生態型放牧林のモデル図 | 130 |
| 5-9-1 | 5市県別森林率と造林費の関係 | 142 |
| 5-9-2 | 5市県別造林対策費の構成比 | 143 |
| 5-10-1 | 造林(簡易治山を含む)計画の実施体制図 | 145 |
| 6-4-1 | 山腹工法模式図(1) | 173 |
| 6-4-2 | 山腹工法模式図(2) | 174 |
| 6-4-3 | 山腹工法模式図(3) | 176 |
| 7-2-1 | 天然林の面積比率と水土流出の相対的關係 | 192 |
| 7-2-2 | 土地利用面積、雨水流出、表土流亡の比率の關係 | 193 |

| | | |
|-------|---------------------------|-----|
| 8-5-1 | 試験地別の造林各樹種の生存率 | 216 |
| 8-5-2 | 試験地1と試験地2における各樹種の活着立の変化 | 219 |
| 8-5-3 | 枯死したタイワンアカシア | 220 |
| 8-5-4 | ナンヨウアブラギリの根 | 221 |
| 8-6-1 | 試験造林地の一部 | 223 |
| 9-2-1 | 造林計画策定ガイドラインフローチャート | 226 |
| 9-3-1 | コース撮影 | 227 |
| 9-3-2 | 一般撮影 | 228 |
| 9-3-3 | 幹撮影 | 230 |
| 9-3-4 | 平均撮影高度 | 230 |
| 9-3-5 | パスインとタイポイント | 232 |
| 9-4-1 | 造林計画策定に係る作業のフローチャート | 251 |
| 9-5-1 | 治山計画に必要な調査とりまとめ項目とフローチャート | 257 |

別添資料

| | | | |
|------|----------|-------------------------|-----|
| 別添資料 | 4-4-1 | 喜徳県熱柯依達重点調査区域土壌分布図 | 307 |
| 別添資料 | 4-4-2 | 喜徳県熱柯依達重点調査区域土壌断面写真 | 308 |
| 別添資料 | 4-4-3 | 昭覚県東河・孫水河重点調査区域土壌分布図 | 309 |
| 別添資料 | 4-4-4 | 昭覚県東河・孫水河重点調査区域土壌断面写真 | 310 |
| 別添資料 | 4-4-5 | 西昌市佑君・中壩重点調査区域土壌分布図 | 311 |
| 別添資料 | 4-4-6 | 西昌市佑君・中壩重点調査区域土壌断面写真 | 312 |
| 別添資料 | 4-4-7 | 徳昌県角半溝・曾家堡子重点調査区域土壌分布図 | 313 |
| 別添資料 | 4-4-8 | 徳昌県角半溝・曾家堡子重点調査区域土壌断面写真 | 314 |
| 別添資料 | 4-4-9 | 撒蓮鎮・攀蓮鎮重点調査区域土壌分布図 | 315 |
| 別添資料 | 4-4-10 | 撒蓮鎮・攀蓮鎮重点調査区域土壌断面写真 | 316 |
| 別添資料 | 5-8-1 | 対策別造林実施計画 | 317 |
| 別添資料 | 6-1-1(1) | 崩壊の模式図(1) | 319 |
| 別添資料 | 6-1-1(2) | 崩壊の模式図(2) | 320 |
| 別添資料 | 6-3-1(1) | 簡易治山工作物の例(編柵工①) | 321 |
| 別添資料 | 6-3-1(2) | 簡易治山工作物の例(竹筋工①) | 322 |
| 別添資料 | 6-3-1(3) | 簡易治山工作物の例(むしろ伏せ工) | 323 |
| 別添資料 | 6-3-1(4) | 簡易治山工作物の例(土のう積工) | 324 |
| 別添資料 | 6-3-1(5) | 簡易治山工作物の例(土のう水路工) | 325 |

| | | | | |
|------|----------|----------------------|-----------|-------|
| 別添資料 | 6-3-1(5) | 簡易治山工作物の例（土のう水路工） | ・ ・ ・ ・ ・ | 3 2 3 |
| 別添資料 | 6-3-7(1) | 工事費算出に用いる資材の科学・労務費一覧 | ・ ・ ・ ・ ・ | 3 2 4 |
| 別添資料 | 6-3-7(2) | 工事費算出に用いる資材の科学・労務費一覧 | ・ ・ ・ ・ ・ | 3 2 5 |
| 別添資料 | 6-4-5(1) | 編柵工①の単価表 | ・ ・ ・ ・ ・ | 3 2 6 |
| 別添資料 | 6-4-5(2) | 竹筋工①の単価表 | ・ ・ ・ ・ ・ | 3 2 7 |
| 別添資料 | 6-4-5(3) | むしろ伏せ工の単価表 | ・ ・ ・ ・ ・ | 3 3 8 |
| 別添資料 | 6-4-5(4) | 土のう水路工の単価表 | ・ ・ ・ ・ ・ | 3 2 9 |

外貨交換レート

平成13年12月から平成14年5月現在の日本円と中国元との間の平均交換レートは次の通りである。

1元 = 15.73円

略語一覧

| | | |
|-------|--|-----------------|
| B/C | Cost Benefit Ratio | 費用便益率 |
| CAD | Computer-aided Design | 計算機援用設計 |
| cm | centimeter(s) | センチメートル |
| DEM | Digital Elevation Model | 数値標高モデル |
| g | gram(s) | グラム |
| GIS | Geographic Information Systems | 地理情報システム |
| GPS | Global Positioning System | 汎世界測位システム |
| IRR | Internal Rate of Return | 内部収益率 |
| JICA | Japan International Cooperatin Agency | 国際協力事業団 |
| km | kilometer(s) | キロメートル |
| m | meter(s) | メートル |
| mm | millimeter(s) | ミリメートル |
| M/M | Minutes of Meeting | 議事録 |
| OJT | On the Job Training | 日常の職務実施とともに行う訓練 |
| pH | potential of Hydrogen | 水素イオン濃度 |
| SIECC | Sichuan International Engineering Consulting Corporation | 四川省川協国際工程諮詢有限公司 |
| S/W | Scope of Work | 実施細則 |

第1章 緒論

1-1 調査の背景

中華人民共和国（以下「中国」という）は約 960 百万 ha の国土を持つ広大な国であり、かつ、人口も世界第一の 13 億人近くに達する（2000 年第 5 次全国人口普查主要数据広報、国家統計局発表による）人口大国でもある。改革開放政策の結果、沿岸地帯や主要工業大都市の経済発展は目覚ましいものがあるが、反面内陸部の山村の経済発展は遅れている。沿海部の発展にかかわらず、内陸部の経済開発の遅れから、全国民 1 人当たり GDP は 855US ドル（2000 年、「中国情報ハンドブック」2001 年版）と低水準にある。しかし、一部の地域・部門によっては人々の収入は急速に増大したが、収入の増加が緩慢な地域、部門が発生し、地域間の発展格差、国民の所得格差が発生し、しかもその拡大が続きそうである。この対策として西部地域の開発計画が国家事業として取り上げられ、西部開発は第 10 次 5 ヵ年計画（2001 年～2005 年）の柱の 1 つとなっている。

中国においては、長い歴史の過程の中で、中国の森林は過度に利用され、森林の減少・劣化が進み、大面積の荒廃地を残してきた。建国以来の生態環境建設の努力により、世界第 1 位の人工造林面積を有する国となってはいるが、まだ、荒廃した大面積の林業用地が存在している。さらに、改革開放政策による急激な中国の経済発展は、もともと荒廃し、脆弱であった生態系に深刻な影響を与えてきている。この結果、1998 年に長江、松花江等の大洪水をもたらし、大きな災害が発生している。一方、黄河では上流における農業用水の取水の結果、下流で断流が発生している。

長江は四川省、雲南省、貴州省、重慶市、湖北省等を流下し上海市で海に注ぐ、流域面積は約 170 百万 ha に及ぶ大河である。長江の流域、特に上流域は高山が多く、平地が少なく、生態環境は変化に富み、中国有数の森林地帯である。しかしながら、長期間にわたる森林の伐採、急傾斜地での過剰な農耕、放牧による草地の劣化により土壌侵食が進んできている。また、中流域においても、森林・草地の農地化が進んだため、上流域と同様に土壌侵食が激しくなっており、長江の上中流域合わせて 55 百万 ha もの土地が土壌侵食を受けている。この結果、雨季においては長江の中下流で洪水の危険性が高まっている。

このような状況を改善するため中国政府は、1994 年には「21 世紀議事白書」を發布し、環境保護と社会経済及び生態の持続可能な発展を国策の基本としてきた。また、「10 大林業生態工事」により植林・森林保全に務めてきたところであり、長江の関連では「10 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。その後 1998 年の長江の大水害をうけて、「天然林保護国家プロジェクト」が 1998 年 9 月から実施されるに至った。また 1999 年 1 月からは、これらの計画の上位計画として「全国生態環境建設計画」が実施され、四川省を含む長江上・中流地域は、全国で優先して生態環境整備を実施すべき地域に指定されている。これを受けて四川省は、同年 3 月に「四川省生態環境建設計画」を策定し、その中で安寧河流域を含む四川省西部地域は優先的に生態環境

整備を実施する重要地区に指定されている。

本中国四川省安寧河流域造林計画調査（以下「本件調査」という）の対象地域である安寧河流域は、四川省の南西部に位置し、平地部においては人口が多く開発が進み成都—昆明鉄道が通過しているが、山間部においては各種社会施設の整備は遅れている。同流域は、山地にはウンナンマツを航空機播種造林した個所、小団地の人工造林地もあるが、急傾斜地でも農地化されており、崩壊地、地滑り及び土石流跡がいたるところに存在し、草地化・裸地化している個所も少なくない。従って強い降雨を受けると土壌の浸透能が低いため水土流出が激しく、その結果、斜面の土砂が激しく流出し、濁流となって流出し、安寧河周辺の平野部での水害、安寧河下流部での水害の原因となっている。

1-2 本件調査の要請と事前調査

1-2-1 要請

1-1に述べた背景のもとに、1999年12月中国政府は、我が国に対して、造林技術の開発・普及訓練を目的としたプロジェクトタイプ技術協力である「四川省森林造成モデル計画」とともに、安寧河流域5市県を対象として、安寧河流域造林計画の策定に係る開発調査の実施を要請してきたものである。双方の要請の内「中国四川省森林造成モデル計画」は既に1999年7月から協力が開始されている。

なお、これらの協力は、1998年11月の小淵前首相と江沢民国家主席との首脳会談において、長江の洪水への対策として植林協力の必要性が認識された結果に基づくわが国からの技術協力である。

1-2-2 事前調査

上述の要請を受けて、国際協力事業団は、2000年5月15日から同年6月3日までの間勝田幸秀氏を団長とする「中国四川省安寧河流域造林計画事前(S/W協議)調査団を、派遣し、要請の背景・内容について中国側の意向を確認するとともに、本格調査の方針を協議し、実施細則(S/W)を決定した。

1-3 本件調査の目的等

1-3-1 本件調査の目的

本件調査は、森林が荒廃し、土砂流失が著しく、洪水、地滑り、土石流等の自然災害が頻発している安寧河流域を対象として、森林を造成し水土保持機能の向上を図るための造林治山計画の策定、及びこのために必要な地形図作成、土地利用植生調査、土壌調査、社会経済調査、試験造林を実施し、あわせて技術移転等の関連する業務を実行することにある。

具体的な業務は以下のとおりである。

- ① 安寧河流域約 50.3 万 ha を調査対象地域として、空中写真を撮影し、流域内の 5 市県にそれぞれ 1 万 ha 未満の重点調査区域を選定し、その重点調査区域に対して地形図を作成し、土地利用植生調査、土壌調査、社会経済調査を行う。
- ② 調査区域ごとに、森林復旧を図り、水土流出を防止するための簡易な治山工作物の設計計画及び育苗計画等を含む造林計画を策定する。
- ③ 米易県の南向き斜面での造林は、気象条件が厳しく、著しく困難であるため、中国側による航空機播種造林を中心とする造林事業実施にもかかわらず、未だ大面積の要造林地があるため、現地で造林試験を実施し、植栽方法等の提案を行う。
- ④ 本件調査終了後、カウンターパートが独自に造林計画を策定することが可能となるよう、造林計画作成のためのガイドラインの作成とともに、個々の調査項目の調査手法及び計画立案手順等につき、OJT によりカウンターパートに技術移転を行う。

1-3-2 本件調査の概要

本件調査は喜徳県、昭覚県、西昌市、徳昌県及び米易県の各市・県の安寧河流域に係る約 50 万 ha の空中写真を撮影し、これらの 5 市県の重点調査区域について、地形図を作成し、土壌調査、土地利用植生調査、社会・経済調査等を行い、造林計画及び簡易治山計画、安寧河流域についての造林計画策定ガイドラインを作成することになっている。また、米易県においては試験造林により、安寧河流域の乾熱河谷への造林技術の開発を目的としている。

なお、重点調査区域の設定に当たっては、調査対象 5 市県に 1 箇所ずつ設定することにし、中国側の意向を尊重しつつ、流域単位で最も荒廃地、崩壊地が多く植林の緊急性の高い区域とし、それぞれ 1 区域 1 万 ha の区域を選定した。

1-3-3 調査の基本方針

本件調査の基本方針は次の通とした。

- ① 本件調査は、2000 年 5 月 30 日に中国政府側（国家林業局及び四川省林業庁）と合意、署名、交換された実施細則（S/W）及び協議議事録（M/M）に基づき実施する。その際、本件調査業務は国際協力事業団の業務指示書に即し、S/W 調査団の調査結果及び「中国四川省森林造成モデル計画事前調査」等の関連する調査報告書等、また中国側の「全国生態環境建設計画」、「四川省生態環境建設計画」等を重要な参考資料とし、調査を進めるものとする。「中国四川省森林造成モデル計画」には調査の成果を提供するのみならず、プロジェクトの専門家とも密接な連絡をとることとする。
- ② 四川省林業庁及び涼山州林業局に設置された調査検討委員会との連携の下に調査を進める。
- ③ 本件調査終了後、カウンターパートによる造林計画、治山計画の実施を念頭に置き、カウンターパートに積極的参画を求め、OJT による技術移転を図る。

- ④ 造林計画策定に当たっては、調査対象地域の社会経済状況（国指定貧困県が存在する）、森林への依存度（薪炭材採取、放牧）、地域住民の森林管理・保全に関する意向・ニーズ等を十分に把握し、造林計画に反映させることとする。
- ⑤ 傾斜地にある農地の森林化（退耕還林）は造林計画策定外とし、放牧地の森林化を計画する場合には関係者の意向を十分参酌して計画する。
- ⑥ 造林計画策定に当たっては、その事業化を念頭に置き、具体的かつ実現性の高い計画とする必要があることから、事業化形態及び資金源についても計画策定段階から検討し、計画実現の目途をつけることとする。

1-4 中国四川省森林造成モデル計画との関連

1-4-1 中国四川省森林造成モデル計画の目的

中国四川省森林造成モデル計画（以下「プロ技」という）の目的は、「安寧河流域の西昌市、喜徳県及び昭覚県において、モデル苗畑の造成、モデル植林の実施を通じて、現地の自然条件及び社会条件に適した育苗・造林技術を、開発・実証するとともに、技術者の訓練、住民への技術の普及を行い、これらの地域において自立的な造林活動を実施する基盤形成を図る」ことにある。この目的を達成するための活動内容として、造林用苗木生産技術の開発、造林技術の開発、技術者の訓練、地域住民への普及等が計画されている。以下、プロ技によるモデル造林地をモデルエリアという。

プロ技では、比較的低地の造林困難地、及び3,000m前後の高地で技術開発を実施することとしているため、その技術がカバーできる範囲は安寧河流域の広範囲に及ぶものである。さらに、苗畑で開発される育苗技術により、これまでの育苗体系の改善が図られ、優良な苗木の生産が行われることが期待できる。これら造林技術及び育苗技術の普及により、安寧河流域の造林技術水準は大いに向上するものと期待される。

社会・経済的に概観すると、モデルエリアが設定された昭覚県及び喜徳県の場合は、本件調査区域内の重点調査区域同様に彝族が多く居住している。彝族の人々の生計は農業及び畜産に依存しており、所得水準は平地の漢族に比較して低く、重点調査区域の社会・経済条件と類似している。

1-4-2 関連

前項で述べた通り、造林技術の観点及び社会・経済的条件から見て、本件調査における造林計画、育苗計画、森林保護計画等は、安寧河流域の下流部にある米易県の安寧河に面した、いわゆる乾熱河谷部分の造林計画を除き、プロ技により開発される技術を活用することが十分可能である。この意味から両計画の関連は、プロ技による技術開発、本件調査によるその活用となり、現実に造林が実際に実行される際には、プロ技の普及活動の成果が大きな意味を持つてくる。

しかし、プロ技の技術開発は始まったばかりであり、本件調査は2002年7月には最終報告書を提出しなければならないということを考慮すると、プロ技の2001年度のまでの成果を活用し、造林計画を策定しなければならない。従って、本件調査においては、開発途上であっても、プロ技で開発する技術を取り入れて、造林計画を策定することになる。ここに、両計画の重要な関連が存在するため、情報の相互交換、利用が重要であると考えられる。

1-4-3 重点調査区域とモデルエリア

本来本件調査の重点調査区域と、プロ技のモデルエリアとは重複することが望ましい。しかし、重点調査区域の選定時点において、プロ技では昭覚県を除き、モデルエリアを決定し、2001年度の植栽準備作業を開始していた。これに対して、本件調査の重点調査区域は、プロ技との関連に配慮しつつ、中国側からもっとも強く重点調査区域に選定することを望む区域を候補地として提案願い、検討し四川省林業庁の了承を得て重点調査区域とした。この考え方にに基づき、5つの重点調査区域を選定したところであるが、西昌市、喜徳県の重点調査区域はモデルエリアとは重ならなかったが、昭覚県の重点調査区域は、プロ技のモデルエリアと重なる区域となった。

1-5 調査の経緯

調査の進捗状況の概要は次に述べる通りであり、調査はカウンターパートはじめ関係者の積極的協力の下に調査はおおむね順調に実施できた。

1-5-1 第1年次第1フェーズ調査の概況

第1年次調査は国内準備作業及び現地調査とからなり、現地調査は2つのフェーズに分割して実施した。

1-5-1-1 国内準備作業

現地調査の開始前に実施した国内準備作業の概要は次の通りである。

1. 関連既存資料の整理分析

本件調査に関連する既存資料の収集分析を行い、利用可能な資料及び収集の必要な資料を明確にした。

2. 調査全体計画の作成

全体調査の方針を明確にし、調査全体計画、調査手法・機材等を検討した。

3. インセプションレポートの作成

調査全体計画等をインセプションレポートにまとめた。

4. 技術移転計画案の作成

技術移転は OJT により実施するものとして、本件調査中に行うべき技術移転計画の案を作成した。

5. インセプションレポートの国内説明・協議

作業監理委員会に対するインセプションレポートの国内説明・協議を実施した。

6. 土地利用植生図・土壌図等及び航空写真撮影等再委託仕様書案作成

本件調査の基本的資料となる土地利用植生図、林小班図及び森林面積簿、土壌図作成航空写真撮影、現像及び密着写真作成等の再委託仕様書案を作成した。

1-5-1-2 第1フェーズ現地調査の概況

1. インセプションレポートの説明協議

中国側のカウンターパート機関等にインセプションレポートの説明を行い基本的な合意を得て協議議事録を作成し、双方の署名をすることができたが、涼山彝族自治州林業局（以下「涼山州林業局」という）から次のコメントが出された。

- ① 放牧地の森林化を計る際には、地域住民のみならず関係林業局の意向をふまえる必要がある。
- ② 土地利用植生図の植生区分には、森林の機能区分（公益林及び経済林の区分）を加え区分してほしい。
- ③ 地形図図化の過程で作成されるDMデータファイルの所有権及び利用権を明確にする必要がある。
- ④ 造林計画の中に種子計画を含めることが必要である。
- ⑤ 技術移転の実施の中に日本でのC/P研修も追記する必要がある。

以上の事項に対し、①については和文レポートでは「関係者」となっており、当然関係林業局を含んでいると説明した。②については植生図が複雑になり図示が困難であるため、森林面積簿で対応することで合意し、③については、再委託契約の際、中間成果品として調査団に提出することを明記し、調査団はそれを四川省林業庁に引き渡すことにし、その後の活用は中国側の方針に任せることで合意した。④については、苗木生産、航空機播種に必要な種子の量を計画するが、新しく制定された種子法の制約、種子産地、種子の豊凶等の問題があり、種子の供給方法までを含めることは著しく困難であることを説明し了解を得た。⑤については、国際協力事業団で実施するものであること、また、現時点ではカウンターパート研修の枠は確定していないのでインセプションレポートに

入れることはできない旨説明した。なお、この件については2002年3月に、2名の研修員受け入れができた。

2. 試験造林の実施について

実施細則中にはなかった米易県での試験造林の実施について、米易県林業局から再委託業者の監督及び本調査終了後の試験地の監理について全面的に協力することを確認した。造林試験候補地2カ所の現地踏査を行い、立地条件及び乾熱河谷における一般的な技術を提示するのに適した団地である第1団地（攀蓮鎮典苴村）5.70ha、第2団地（散蓮郷摩梭村）4.30haの2カ所に試験造林を設定した。

3. 航空写真撮影

航空写真撮影は安寧河流域における土砂流出、洪水、地滑り等の自然災害が顕著な地域、約50.3万haを対象とし、重点調査区域の決定、地形図作成を目的として実施した。

空中写真撮影は、撮影面積約50.3万ha、縮尺約1:25,000として実施した。

調査の結果、国家機密上、四川省測繪局のみが地形図作成を実施できることが確認された。同機関が保有する航空機、カメラ等の撮影用機材・施設及びパイロット、カメラマン等の人員の経験・能力を確認、評価し、同局を再委託機関として撮影業務が実施可能であることが判明した。一方、許認可等の諸手続き等もあり、四川省計画委員会傘下の企業である四川省国際工程諮詢公司との共同企業体と再委託契約を実施した。

撮影期間は平成12年10月16日～平成13年1月21日（98日間）として契約した。

航空写真撮影は2001年1月6日に全地域の撮影を無事終了した。

空中写真撮影の結果は、総コース数54コース、総写真枚数約1,200枚である。

4. 調査対象地の概況

1) 自然条件

安寧河の存在する地域は横断山脈の中にあり、主要な河川はほぼ北から南に向かって流れている。安寧河の流域には所々に盆地が発達しており、また、上流部には大規模な扇状地がみられ、扇状地を川が乱流している。

安寧河流域の自然環境を把握するため、安寧河本流、孫水河、熱水河、瑯環河、茨達河等の源流部を踏査し、河川の状況、地形、地質、土壌、植生、崩壊・地滑り等の自然条件の概況を調査し、重点調査区域の選定の準備を実施した。

2) 社会経済条件

調査対象地域の山地のほとんどは彝族の居住地であり、彝族の人々は高海拔の山腹まで畑にして農耕及び山羊・羊等を放牧して生計を営んでいる。代表的な農村において、家族構成、農家所得、農地保有状況と農業生産、放牧、家庭用の燃料、教育等について本格調査を実施するためのプレ調査を行い、調査表案の作成を実施した。

3) 森林・林業の概況

安寧河流域の一部には良好な天然林及び航空機播種造林によるウンナンマツの人工造林地が存在している。しかし、現時点においては用材の生産は行われておらず、森林はほとんど保全林である。但し標高の低い一部の土地ではユーカリの造林地があり、ユーカリオイルの生産が行われているのが目立つ。経済林としては、サンショ、クルミ、クリ、ザクロ等が存在する。

航空機播種造林によるウンナンマツの人工造林地には過密な林分があり、病虫害、気象害対策上保育間伐を必要とする林分が散見される。

5. 技術移転計画の作成

日本側で作成した移転計画案について、涼山州林業局の関係者と協議したところ、技術移転計画については日本側で作成した案で同意を得られた。なお、技術移転計画の内容は基本的には OJT により技術移転を実施することとしているが、治山は従来中国の林業局では実施していない部分であり、各市县林業局の関心が高い。

6. 中国側の調査受け入れ体制

中国川の調査団受け入れ体制は極めて協力的であり、涼山州林業局及び米易県林業局でのインセプションレポートの説明に当たっては積極的意見が出された。また、各市县の林業局ごとにプロジェクト対策室が設置された。なお、現地での協議の結果は確実に四川省林業庁、国家林業局に伝わっており、インセプションレポートに関する協議議事録は予定通り署名することができた。

本件調査の事務室は、事前調査時には涼山州林業局内に設置することを確認していたが、プロ技チームとの情報交換を円滑に行うために、プロ技と同一建物の中に確保された。同一建物内に双方の事務所が存在することにより、プロ技との意見交換、現地調査にあたっての各市县林業局カウンターパートとの連絡を円滑な実施に役立った。

1-5-1-3 第2フェーズ現地調査の概況

第1年次現地調査第2フェーズは、重点調査区域を選定し、その重点調査区域の地形図作成のための各種測量等の作業、図化を行い、社会・経済調査、土壌調査、土地利用・植生調査、及び数値化等の再委託を実施するほか、試験造林の再委託及び事業評価の基礎調査を実施した。

1. 重点調査区域の選定

重点調査区域選定に当たっては、各市县の意向を十分参酌して決定した。

重点調査区域の選定は次の通り実施した。各市县から出された3つの重点調査区域の候補地について、プロジェクト事務所において、調査団員、涼山州林業局員、プロ技主

席顧問及び専門家及び各市県林業局員が集合し、各市県からのそれぞれの候補地についての説明を受け、種々検討の結果、重点調査候補地を各市県1箇所にした上で、地形図に図示した。なお、この際各市県の森林・林業上の重要施策等にも配慮して選定に当たった。

上記により選定された重点調査区域の候補地を四川省林業庁に説明し、涼山州林業局を経由して、同庁の同意を得て正式に重点調査区域とした。

2. 再委託業務

本フェーズでは現地において6件の再委託業務が実施された。各再委託業務概要は次の通りである。

1) 造林試験の実施

安寧河の下流部の、いわゆる乾熱河谷の造林が容易でない地域に対して従来の造林技術と併せ新たな造林技術を導入し、乾熱河谷での造林可能な技術の試験を実施することが試験造林の目的である。

本フェーズでは、四川省攀枝花市米易県安寧造林部に再委託により、第1フェーズで設定された2箇所の試験地に造林を実施し、試験造林地の管理を実施した。造林樹種はキワタノキ(攀枝花、*Bombax malabaricum*)、ナンヨウアブラギリ(小桐子、*Jatropha curcas*)、タイワンアカシア(台湾相思、*Acacia confusa*)、ギンネム(新銀合欖、*Leucaena leucocephala*)、サイザル(劍麻、*Agave sisalana*)の植栽及びハウチワのキ(車桑子 *Dodonaea viscosa*)の直播を実施した。

2) 測量及び地形図図化等(1)

調査対象5市県の重点調査区域、約5万haの地形図を1:25,000の縮尺で、航空写真撮影と同一理由により、四川省測絵局と四川省国際工程諮詢公司との共同企業体との再委託契約により実施した。

再委託期間は2001年3月13日～同年7月5日とし、7月6日に成果品である地形図及び密着写真を四川省林業庁に納品した。納品した成果品は、現地測量成果1式、空中三角測量1式、地形図(原図2セット、複写2セット、CD-ROM1セット)、カラー写真3セットである。

再委託業務の概要は、重点調査区域、約5万haに対して、現地調査(基準点・水準測量及び現地調査)を実施し、1:25,000の地形図を数値図化方法(マップインフォ)により作成した。また、植生・林相判読、解析、社会経済調査等の調査に使用することを目的として、重点調査区域の密着写真を、フェーズ1で撮影した航空ネガフィルムから複製した。

3) 土地利用植生図等作成

重点調査区域の土地利用植生、林小班図及び森林面積簿の作成を四川省林業勘察設計研究院に現地再委託して実施した。

再委託期間は2001年3月28日～同年9月10日とし、9月6日に成果品である土地利用植生図（原図2セット、複写2セット）、林小班図（原図2セット、複写2セット）及び森林面積簿（3セット）、これらを記録したCD-ROM1枚を四川省林業庁に納品した。

再委託業務の概要は、重点調査区域、約5万haの航空写真判読及び現地調査を行い、土地利用植生図、林小班図の作成、林小班別に面積の測定、森林概況を記載した森林面積簿の作成である。基本図は本件調査により作成した縮尺1:25,000の地形図を用いた。

4) 土壌調査及び土壌図作成

造林計画策定に当たって重要な因子となる土壌の調査及びこれを図化した1:25,000の土壌図の作成を四川省林業勘察設計研究院に現地再委託して実施した。

再委託期間は2001年3月23日～同年9月10日とし、9月10日に成果品である土壌図（原図2セット、複写2セット）、CD-ROM1枚及び土壌調査報告書3部を四川省林業庁に納品した。

再委託業務の概要は、重点調査区域、約5万haに対して現地概況調査を実施し、土地類型区分後、土壌調査及び土壌分析資料収集、土壌分析、土壌図作成、報告書作成である。

5) 社会経済調査

造林計画策定に当たり重要な地域住民の社会経済的状況の把握を目的として、地域住民の農牧業等の生業形態、住民の生活水準、薪炭材入手方法等を明らかにするために実施した。標本村落は各重点調査区域内2箇所とし、各標本村落から100戸の標本をランダムに抽出し、総標本数は1,000戸とした。この調査は四川省国際工程諮詢会社に現地再委託して実施した。

再委託期間は2001年3月19日から同年9月10日とし、9月10日に成果品である報告書（和文、中文及び統計書各10部）を四川省林業庁に納品した。

再委託業務の概要は、重点調査区域、約5万haに対して、調査対象集落の選定を行った後、現地で調査表に基づきインタビュー方式により必要な資料の収集を実施し、得られたデータの入力・分析の後報告書を作成した。

6) 主題図数値化

土地利用植生図、林小班図及び土壌図を数値化データとし、数値化された基盤情報としての地形図データ上に、またはそのデータとともにデータの構造化を実施し、数値化されたそれぞれの属性を持った主題図を作成した。

四川省測繪局と四川省国際工程諮詢会社との共同企業体に現地再委託して実施した。

再委託期間は2001年6月11日から同年8月31日とし、8月21日に成果品である土地利用植生図、林小班図及び土壌図の数値化データ1式を四川省林業庁に納品した。

再委託業務の概要は、重点調査区域、約5万haについて次のとおり主題図数値化を行った。

土壌図 1式 : スキャンデータの管面数値化

- 土地利用植生図 1式 : 解析図化機または DPM を用いた航空写真 3 次元空間モデル観測による界線数値化
- 林小班図 1式 : 管面処理による属性データ等数値データ編集

3. プロGRESS・レポート(1)の作成及び説明

PROGRESS・レポート(1)を現地において作成し、調査検討委員会に説明、協議を行った。報告書は和文 25 部(先方政府へ 10 部)及び中文 23 部(先方政府へ 20 部)をそれぞれ提出した。

1-5-2 第2年次調査の概況

第2年次調査は、全て現地調査であり、その概要は次の通りである。

1. 森林・林業関係既存計画・事業のレビュー

1) 既存計画

既存の森林林業関係の計画として、最も上位の計画は全国生態環境建設計画であり、その下位計画として十大生態工事及び天然林国家保護計画とがある。

全国生態環境建設計画は 1999 年から 2050 年の長期計画であり、3 つに分けられ、現在は 2010 年までの短期の目標の達成に努めている。短期目標では、土壌流出対策、森林造成、退耕還林等を実施し、森林率を現状の 14% から 19% に引き上げることにしている。

十大生態工事の内、長江中上流地域は、全国生態環境建設計画の重点区域に指定され、長江中上流防護林体系建設計画が実施されている。四川省においては、森林率を 24% に回復させたが、まだ、水土保全機能は十分ではなく、自然災害が頻発しているため、四川省生態環境建設計画が策定された。

安寧河流域は長江中上流防護林体系建設計画の区域に属し、土砂流出の防止、洪水被害の減少のため、生態環境を保全するための対策が講じられている。四川省生態環境建設計画においても土壌流出対策、航空機播種造林、森林造成、封山育林等を実施することとしている。

天然林国家保護計画は、長江及び黄河の中上流の水土保全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。本件調査地域もこのプロジェクトの対象地域に入る。なお、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するなど生態環境保全に努めている。

2) 各種の事業

(1) 退耕還林

退耕還林は傾斜度 25 度以上の農耕地を対象にして、水土保全を目的としての農耕地の森林への転換である。安寧河流域の標高の低い地域で、市場条件に恵まれている地区では果樹等の経済林が、3,000m 前後の高海拔地ではカザンマツ、ニホンカラマツ等の針葉樹の混植が見られる。ニホンカラマツの初期成育は良好である。

(2) ユーカリ造林

1990年には会理県 93.1ha、西昌市 37.7ha の造林実績がある。1990年代には西昌市で世界銀行の融資によるユーカリの造林が行われ、葉を使用してユーカリオイルの蒸留を行っている。ユーカリオイルを生産・販売しているということは、ユーカリ林は経済林として機能していることになる。

(3) 天然林国家保護計画

本件調査対象区域内では、航空機播種造林が実施され、封山育林が実施されている。

(4) 治山事業

本件調査対象区域内では、ほとんど実施されていない。鉄道・道路の橋梁を守るために水路工、床固工、堰堤工等が建設されている。

2. 造林計画策定基礎調査

造林計画策定条件として特に配慮した事項は次の通りである。

- ① 造林対象地は、土地利用植生調査の結果により荒廃裸地として分類された土地であるが、社会経済調査でも指摘されている通り、荒廃裸地の中には農地として利用されている部分が少なくない。従って、荒廃裸地の造林計画に当たって、農地部分の現地再確認を必要とした。
- ② 経済林の造成を行う場合も、経済林造成可能な箇所を選定、樹種を選択等を行い比較的海拔が低く、社会基盤が整備され、市場へのアクセスのよい箇所を選別する必要があった。
- ③ 社会基盤が整っておらずしかも所得の低い地域では、家庭用の燃料として薪柴を森林に依存せざるを得ない。薪炭林の造成はその採取に当たっての労働を考えると、集落の近傍であることが望ましいので、集落の近くに薪炭林の造成ができるように計画することとした。
- ④ 用材林の造成も重要であるが、荒廃し地力の低い箇所や奥地には用材林の造成は不可能である。このため、地力があり、木材の利用に便利な箇所に用材林を造成するよう務めた。
- ⑤ 高海拔地においても造林が必要であるが、どの程度の海拔までは造林可能かについての検討を行い、現地の状況から見て、一般的に海拔 3,400m 以上では造林は不可能であろうと判断した。
- ⑥ 郷鎮等の造林に関連する土地利用計画等の説明の際、放牧林、薪炭林等に植栽すべき樹種についての地域住民の意見を努めて聴取した。

3. 造林計画策定

造林計画の策定は本件調査の主たる業務であり、これまで実施してきた各種の調査の結果を集約して策定に当たった。造林計画策定作業の概要は以下のとおりである。

1) 重点調査区域のゾーニング及び土地利用方針

造林計画には、植栽すべき樹種の決定が必要であり、樹種の決定には植栽場所の気温と水分条件が重要である。気温は、海拔高により変化するため海拔高により、造林樹種は規制される。以上から、造林計画策定に当たって主として海拔高によりゾーニングを行うこととした。

森林面積簿から得られた土地利用分類毎に、上記ゾーニングに配慮しつつ、土地利用の現状、傾斜度、海拔高等を考慮して、農地についてはその利用方法を、3,400m以上の高地の草地については牧草地として現状維持を、荒廃裸地については造成すべき林種を、森林については経営管理方法を、それぞれ策定した。

2) 重点調査区域別の造林策定基本方針

それぞれの重点調査区域の自然条件、社会的条件を考慮して造林策定基本方針を確定した。策定方針は各市県別に、要造林個所の海拔高による気象条件、土地の現状、社会的基盤の状況等住民のニーズに配慮し、造林の実施が円滑に行われるように配慮した。

3) 造林計画の概要

森林立地条件に配慮して、前項に述べた重点調査区域別の造林計画策定方針を定め、造林の具体的計画を作成した。その内容は次の通りである。

①造林計画策定基礎調査、②造林計画策定手順、③造林地選定に係る考慮事項、④造林対象地の区分と対策、⑤対策別造林技術、⑥種苗計画、⑦森林保護・管理計画、⑧年次別造林実施計画、⑨造林経費、⑩事業実施体制、⑪森林経営・利用計画、⑫検討事項

4) 治山計画の概要

本件調査における治山計画は、造林の実施に必要な簡易の治山を計画することであり、大規模な崩壊地の復旧治山や地滑りに対する工事、溪間工等並びに農地内の崩壊地等の工事は計画していない。

重点調査区域内の造林予定地内には多数の小崩壊地があり、これらの崩壊地及びガリーに対して、崩壊地の大きさ、ガリーの長さに応じて類型区分し、モデル化しての計画策定を行った。

工法としては、崩壊地には法切り工、柵工、筋工、実播工、むしろ伏せ工、植栽工を用いることとした。ガリーの対策としては、土のう工、鉄線かご工、土のう水路工等を用いることとした。

これらの工法の施工材料としては、可能な限り地元で調達できる材料を用いることにした。柵工や筋工には木の杭と竹材を使用することにし、また、むしろ伏せ工には安寧河流域の藁を使用して作るむしろを使用することとした。

4. 造林・治山計画素案図作成

第2年次現地調査において、造林計画の素案図としては、造林計画の基となる土地の経営区分を示す土地経営区分素案図を作成し、これを基にしてそれぞれの土地の造林種

を示す造林計画素案図を作成した。これらの図面を検討して最終的に、土地経営区分図及び造林計画図として完成させた。

一方、治山では、第2年次現地調査において、治山計画案を治山計画素案図として取り纏め、さらに治山計画を検討の上、治山計画図として完成させた。

5. 造林計画策定ガイドライン作成方針協議

第2年次現地調査において、造林計画の策定作業がある程度進んだ段階で、ガイドライン作成要領案を策定し、カウンターパートとともにガイドライン作成方針を検討し、その基本的骨子を定めた。同基本的骨子に基づき、ガイドラインを策定した。

6. 試験造林地モニタリング結果

試験造林地のモニタリングを実施した。昨年度は降雨量が多く雑草の伸びが旺盛であったので、造林樹種は陽樹であるため、雑草による被陰の害を受けた。2001年11月下旬現在で、残存率調査を実施したところ、雑草の繁茂の激しかった試験地1では53.8%、雑草の少なかった試験地2では79.0%となっていた。

7. プロGRESSレポート2作成及び説明

PROGRESSレポートを作成し、調査検討委員会に説明し、協議を行った。なお、次の報告書はドラフトファイナルレポートであるので、可能な限り本報告書を中間報告書に近づけるよう努めた。なお、報告書は和文25部（先方政府へ10部）及び中文23部（先方政府へ20部）をそれぞれ提出した。

1-5-3 第3年次調査の概況

1. 現地調査（1）

試験造林モニタリングを主目的とした現地調査を2002年4月15日から実施した。調査の結果、4月25日現在、厳しい乾季を経過した造林地の平均生存率は約68%と、植栽当年の1成長期間を経過した前年11月25日の調査結果と殆ど変わらず、安定した成績を示した。第1年目の乾季を乗り越えられた造林地の成林が期待される。

地元米易県において試験造林は技術の展示・普及の面ですでに成果を上げてきている。

なお、調査期間中、翌月に予定している技術移転セミナーの会場打診、参加者への案内等の準備作業も行った。

2. 国内作業（1）

1) ドラフトファイナルレポート作成及び説明

国内作業によりドラフトファイナルレポート案を作成し、国際協力事業団に提出し、

内容の説明・協議を実施した。同説明・協議において指摘を受けた事項の修正を行い、同報告書を完成した。

2) 技術移転セミナーの準備

成都市において実施する技術移転セミナーに必要なセミナー要旨、スライド等を作成し、同セミナーの実施に備えた。

3. 現地調査 (2)

1) ドラフトファイナルレポートの説明協議等

成都市において四川省林業庁、西昌市において涼山州林業局の調査検討委員会に対しての説明・協議を行った。この協議において、ドラフトファイナルレポートに対しての意見がある場合には、1ヶ月以内に国際協力事業団中国事務所に意見書を出すよう依頼しておいた。

上記のほか、米易県において、試験造林地の最終調査を行い、造林木の順調な生育を確認した。

2) 技術移転セミナーの開催

成都市において技術移転セミナーを、日中国交回復 30 周年記念及び国際協力事業団中国事務所開設 20 周年記念行事の一環と位置付け、プロ技からの参加を得て「造林技術交流セミナー」として、約 130 人の関係者の参加を得て盛大に実施した。

4. 国内作業 (2)

中国側のドラフトファイナルレポートに対する意見はない旨の通知を得て、ファイナルレポート等の作成し、提出して本件調査を完了した。

