

17

# ブラジル連邦共和国 サンパウロ州森林・環境保全研究計画 終了時評価報告書

ブラジル連邦共和国サンパウロ州森林・環境保全研究計画終了時評価報告書

平成10年6月  
(1998年6月)

LIBRARY  
J1149843(3)

国際協力事業団  
林業水産開発協力部

|        |
|--------|
| 林業     |
| J R    |
| 98-011 |

平成10年6月

0132



ブラジル連邦共和国  
サンパウロ州森林・環境保全研究計画  
終了時評価報告書

平成10年6月  
(1998年6月)

国際協力事業団  
林業水産開発協力部



1149843 (3)

## 序 文

国際協力事業団は、ブラジル政府の技術協力の要請を受け、サンパウロ州森林・環境保全研究計画を平成5年2月1日より計5年間にわたり実施してきました。

当事業団は、本計画の協力実績の把握や協力効果の測定を行うとともに、今後両国がとるべき措置を両国政府に勧告することを目的として、平成9年12月1日から12月18日まで、農林水産省森林総合研究所次長 井上敏雄氏を団長とする評価調査団を現地に派遣しました。調査団はブラジル政府関係者と共同で本計画の評価を行うとともに、プロジェクト・サイトでの現地調査を実施し、成果の確認を行いました。そして帰国後の国内作業を経て、調査結果を本報告書に取りまとめました。

この報告書が今後の協力のさらなる発展のための指針となるとともに、本計画により達成された成果が同国の発展に役立つことを期待いたします。

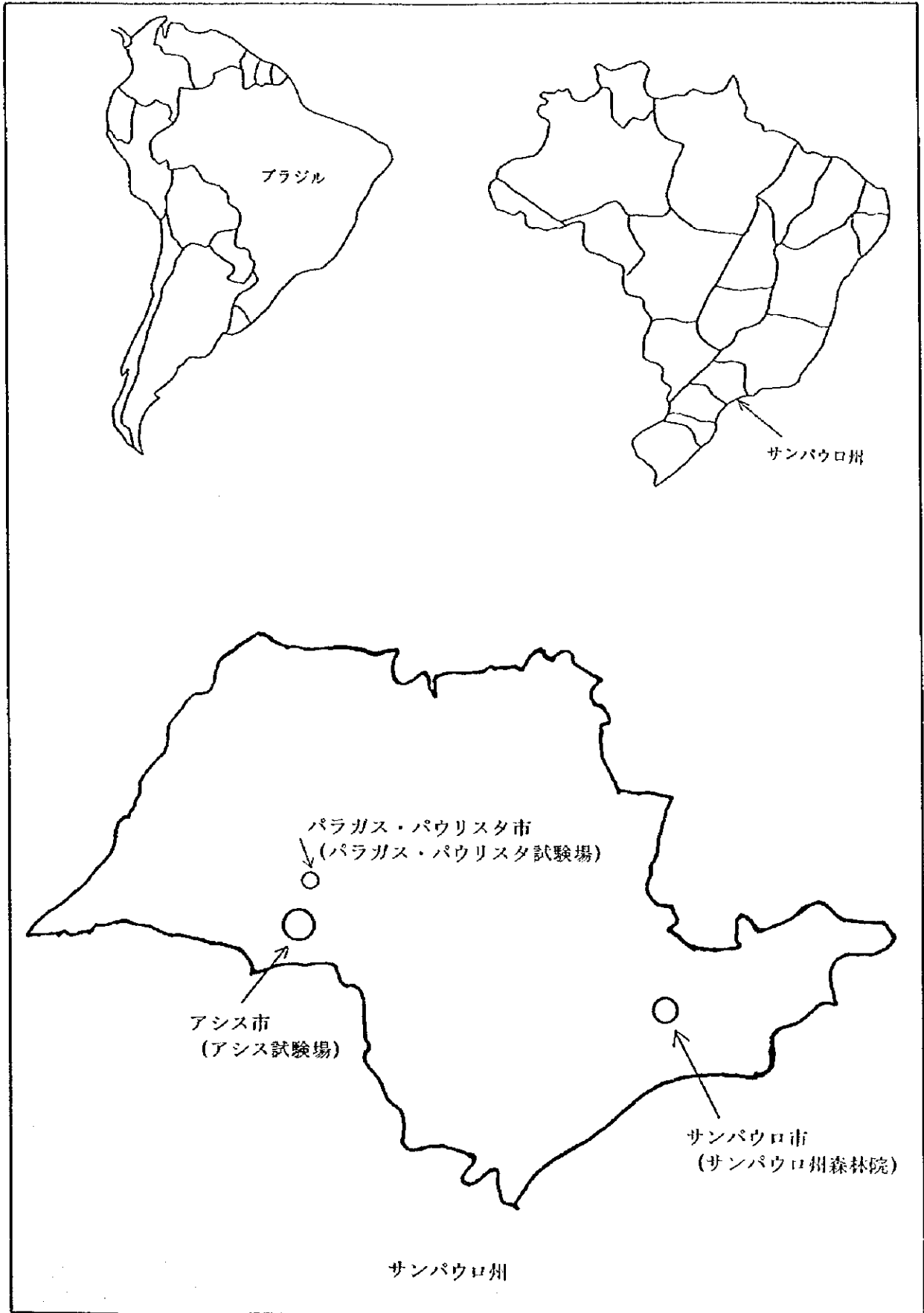
終わりにプロジェクトの実施にご協力とご支援をくださった両国の関係者の皆様に、心から感謝の意を表します。

平成10年4月

国際協力事業団  
理事 亀若 誠



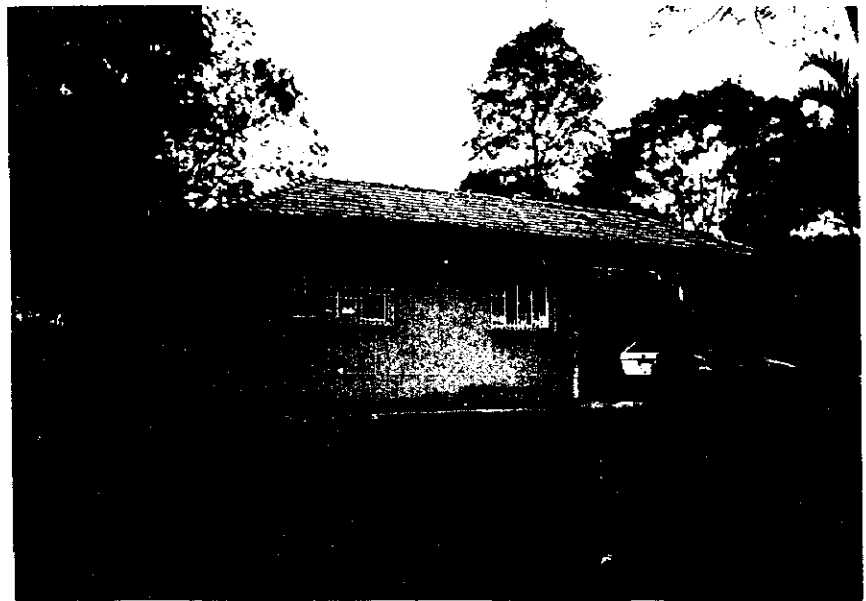
# プロジェクト位置図



▶  
サンパウロ州森林院本部  
(サンパウロ市内)



▶  
アシス試験場内の  
プロジェクト・オフィス



▶  
種子乾燥庫  
屋根がスライド式に移動する





▶  
アシス試験場内苗畑  
中央にスプリンクラーを設置し、灌水を行っている

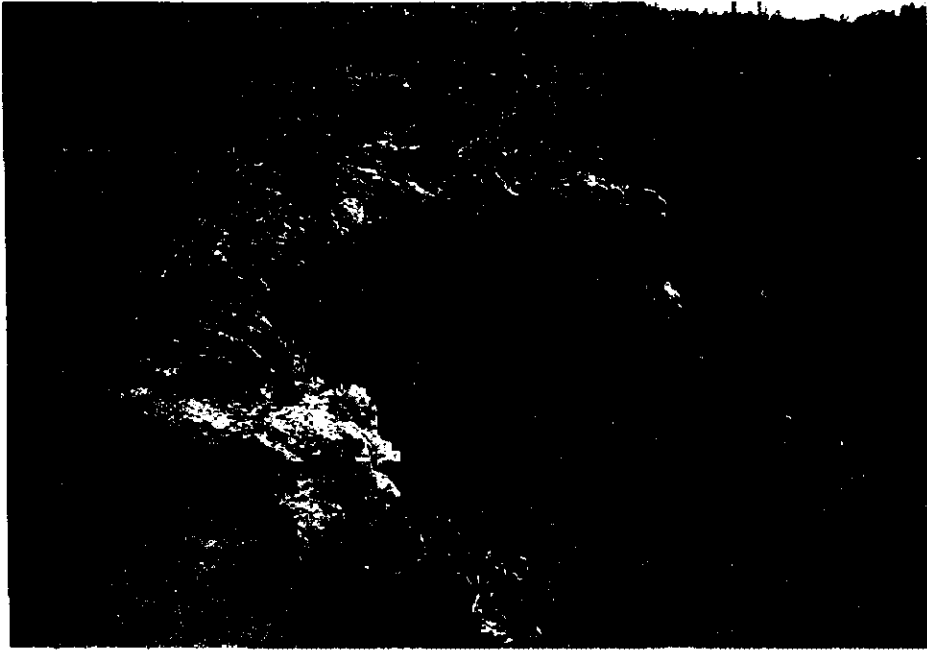


▶  
天然更新試験地  
周辺の天然林から種子が飛来し、更新している

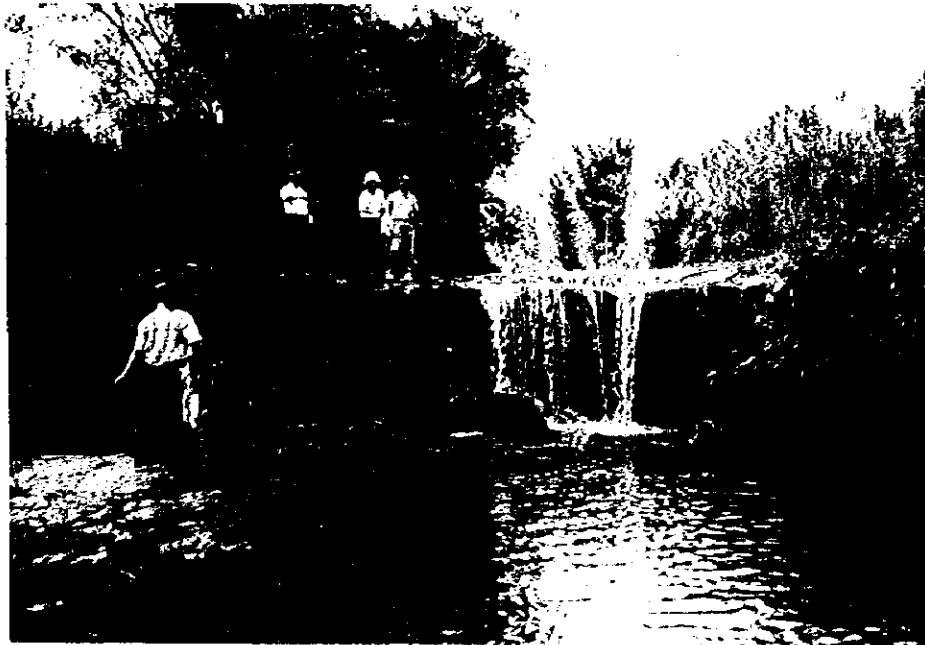


▶  
気象観測装置



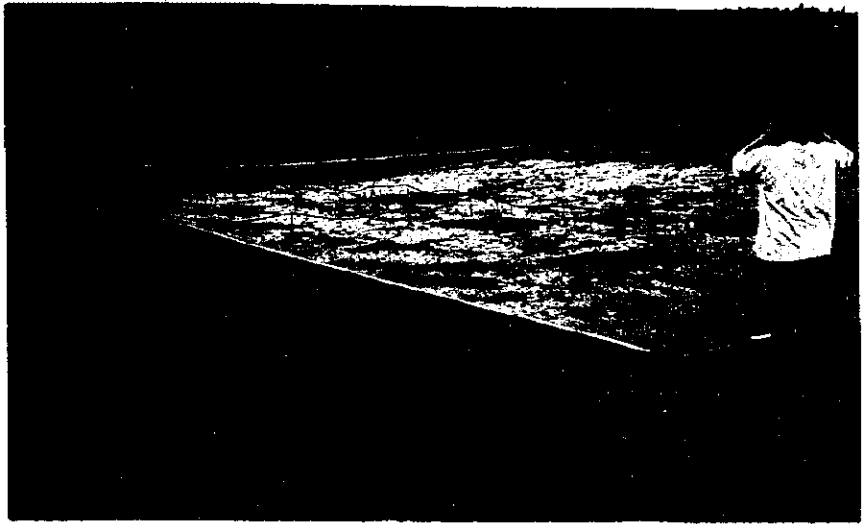


▲アグア・ダ・カシヨエイラ流域  
ボソロカ（崩壊）地への河畔林植栽



▲アグア・ダ・カシヨエイラ川の滝  
量水観測施設の下流に位置し、各種工法の結果、堆積土砂量も減り、滝が高くなったとのこと

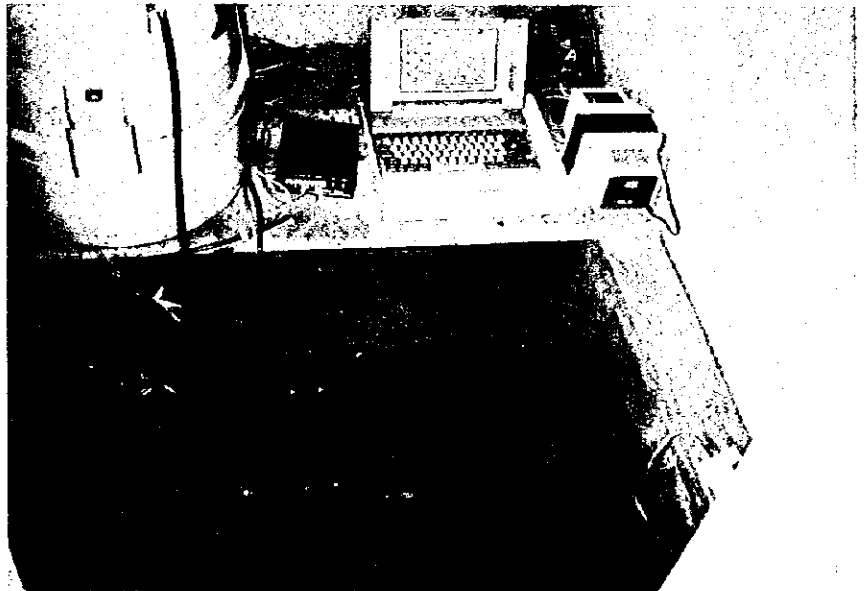
▶  
流出水土量測定プロット  
(裸地区)  
降雨量、地表流出水量、流出  
土砂量、浮遊土砂量、土壤水  
分量の観測

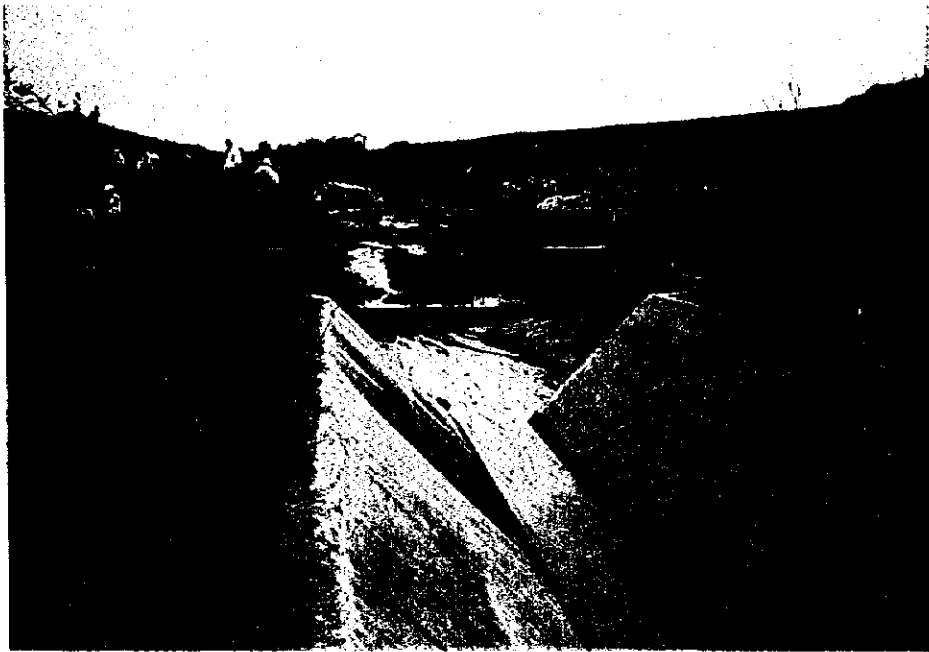


▶  
流出水土量測定プロット  
(サトウキビ作付地)



▶  
上記プロットに設置された  
観測施設

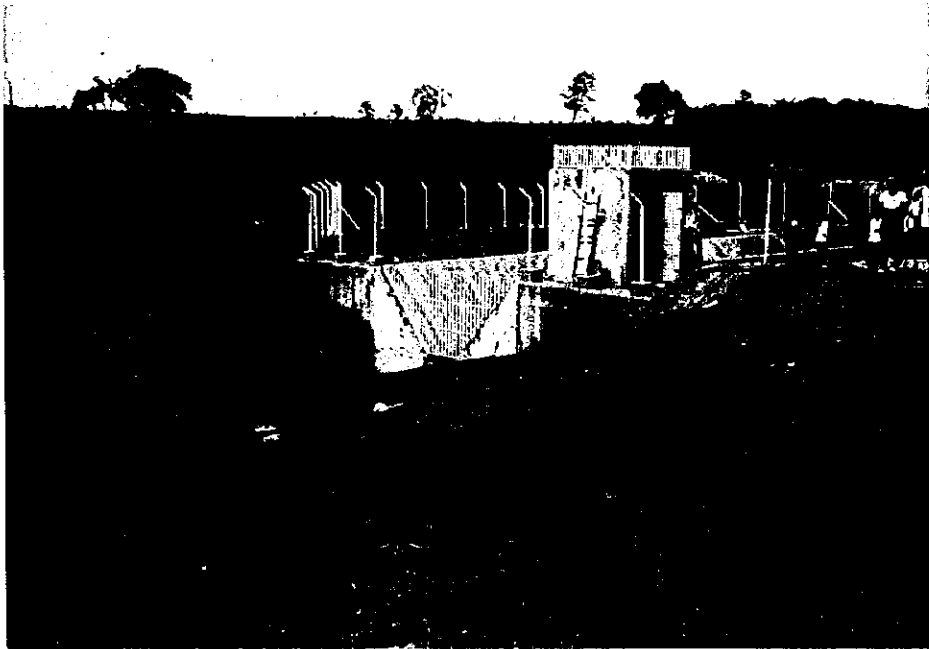




▲A流域（処理区）量水堰堤  
上流が山腹工事のため、貯水槽が土砂で埋まっている。  
3月の完工時には除去された



▲A流域溪間および山腹工事  
引き続き、張り芝、樹木の植栽が行われる（1998年3月完工）



▲B流域（無処理区）堰堤  
保安用の金網フェンスを設置した



▲B流域堰堤下流の状況  
カウンターパートが日本での研修を受け護岸工、  
張り芝工などを施工



# 目 次

|                  |    |
|------------------|----|
| 序文               |    |
| プロジェクト位置図        |    |
| 写真               |    |
| 第1章 終了時評価調査団の派遣  | 1  |
| 1-1 プロジェクト要請の背景  | 1  |
| 1-2 現在までの経緯      | 1  |
| 1-3 協力内容         | 1  |
| 1-4 終了時評価調査団派遣目的 | 2  |
| 1-5 終了時評価の方法     | 3  |
| 1-6 調査団の構成       | 3  |
| 1-7 調査日程         | 4  |
| 1-8 主要面会者        | 4  |
| 第2章 プロジェクト全体評価   | 7  |
| 2-1 計画達成度        | 7  |
| 2-2 評価結果の分析      | 8  |
| 第3章 分野別評価        | 10 |
| 3-1 侵食防止の研究      | 10 |
| 3-2 森林回復の研究      | 28 |
| 第4章 評価結果の総括      | 34 |
| 4-1 結論           | 34 |
| 4-2 提言           | 34 |
| 資料               |    |
| 1 終了時評価調査表       | 39 |
| 2 終了時評価時のPDM     | 58 |
| 3 合同評価報告書        | 59 |
| 4 サンパウロ州環境局組織図   | 72 |
| 5 サンパウロ州森林院組織図   | 73 |

|    |                  |    |
|----|------------------|----|
| 6  | プロジェクト実施体制       | 74 |
| 7  | カウンターパートの配置      | 75 |
| 8  | 専門家派遣実績          | 79 |
| 9  | プロジェクト終了後の研究活動計画 | 80 |
|    | (1) 侵食防止分野       | 80 |
|    | (2) 森林回復分野       | 84 |
| 10 | 供与機材配備状況表        | 87 |



## 第1章 終了時評価調査団の派遣

### 1-1 プロジェクト要請の背景

ブラジルのサンパウロ州では、今世紀初めごろから農業・牧畜開発が急激に進められ、それに伴って森林消失も激しく進行した。森林面積は1885年の80%から1990年にはわずか6%に減少したと見積もられている。このように農地化・放牧地化された地域は土壌侵食によって地力が著しく低下し、河川への土砂流失は毎年2億トンに及ぶとされている。こうした地域では、土壌侵食と森林回復が緊急な課題となっている。

こうしたことから、ブラジル政府は日本政府に対して、森林消失に起因する土壌侵食の防止のために、侵食発生やそのメカニズムなどの研究および侵食防止対策に関する研究技術の援助を要請してきた。

これを受けてわが国は、1992年11月にプロジェクト実施にかかる討議議事録（R/D）の署名・交換をし、1993年2月から5年間の予定で協力が開始された。

### 1-2 現在までの経緯

本協力に関するわが国の対応は以下のとおりである。

|          |                               |
|----------|-------------------------------|
| 1990年9月  | 「サンパウロ州森林管理環境保全研究計画」正式要請      |
| 1991年1月  | 環境分野プロジェクト形成調査団派遣             |
| 1991年11月 | 「サンパウロ州森林環境保全研究計画」のための事前調査団派遣 |
| 1992年4月  | 具体的な試験項目の策定のための長期調査員派遣        |
| 1992年11月 | 実施協議調査団派遣                     |
| 1993年7月  | 計画打合せ調査団派遣                    |
| 1993年10月 | 造林対策事業実施設計調査団派遣               |
| 1995年11月 | 巡回指導（中間評価）調査団派遣               |

### 1-3 協力内容

R/Dおよび暫定実施計画（T S I）で定められたプロジェクト目標、成果および活動内容は以下のとおりである。

#### 1-3-1 プロジェクト目標

サンパウロ州のセラード地域の荒廃地における植生回復と侵食防止に関する研究能力を向上すること。これにより環境保全に資すること。

### 1-3-2 成果

- a 侵食防止の研究
  - a-1 侵食地の実態および機構が解明される
  - a-2 森林の侵食防止効果が解明される
  - a-3 侵食防止法が開発される
- b 森林回復の研究
  - b-1 森林造成法が開発される
  - b-2 環境保全効果が検討される

### 1-3-3 活動

- a 侵食防止の研究
  - a-1 侵食地の実態および機構の解明
    - a-1-1 侵食地の実態解析
  - a-2 森林の侵食防止効果の判明
    - a-2-1 土地利用別流出水土量のプロット試験
    - a-2-2 荒廃流域における流出水土量の流域試験ならびに侵食防止対策の効果判定
  - a-3 侵食防止法の開発
    - a-3-1 治山工法の開発と侵食防止林の配置
- b 森林回復の研究
  - b-1 森林造成法の開発
    - b-1-1 残存植生および立地条件の調査
    - b-1-2 郷土樹種育苗技術の開発
    - b-1-3 森林造成技術の開発
  - b-2 環境保全効果の検討
    - b-2-1 造成した森林における環境要因の調査

### 1-4 終了時評価調査団派遣目的

これまで実施した協力活動を当初計画に照らし、プロジェクトの活動実績、管理運営状況、カウンターパートへの技術移転状況などについて評価・分析し、計画達成度を判定したうえでJPCM（JICA Project Cycle Management）手法を用いた評価を行う。

さらに、今後の協力方針について相手国評価チームと協議を行ったうえで、評価結果をもとに今後の協力のあり方や実施方法の改善に資するための教訓および提言を導くことを

目的とする。

#### 1-5 終了時評価の方法

終了時評価は、JPCM手法に基づいて実施した。JPCM手法は、プロジェクト・デザイン・マトリックス(PDM)に照らして評価時点での計画達成度を確認したうえで、評価の5項目、すなわち目標達成度、効果、効率性、計画の妥当性、自立発展性の観点から評価を行う手法である。

今回の評価は、終了時評価調査団派遣に伴って見直された修正PDM(資料2参照)をもとに実施された。

#### 1-6 調査団の構成

|         |       |                                   |
|---------|-------|-----------------------------------|
| 団長      | 井上 敏雄 | 農林水産省森林総合研究所次長                    |
| 協力評価    | 早川 雄司 | 農林水産省経済局技術協力課海外協力官                |
| 侵食機構    | 真島 征夫 | 農林水産省森林総合研究所森林環境部水土保持科<br>科長      |
| 造林・森林生態 | 竹内 郁雄 | 農林水産省森林総合研究所生産技術部育林技術科<br>植生制御研究室 |
| 計画評価    | 滝 勝也  | 国際協力事業団林業水産開発協力部林業技術協力課           |
| 評価分析    | 高田 亘  | CRC海外協力(株)業務一部上席研究員               |

1-7 調査日程

| 月日(曜日)   |   |
|----------|---|
| 12月1日(月) | 移動(東京発)                                       |
| 2日(火)    | 移動(サンパウロ着)、JICAサンパウロ事務所打合せ                    |
| 3日(水)    | サンパウロ州環境局表敬、森林院表敬および調査打合せ                     |
| 4日(木)    | 移動(サンパウロ→アシス)                                 |
| 5日(金)    | アシス造林試験地および侵食試験地の調査                           |
| 6日(土)    | パラガス・パウリスタ侵食試験地および造林試験地の調査                    |
| 7日(日)    | 移動(アシス→サンパウロ) 団内打合せ                           |
| 8日(月)    | 森林院で協議  |
| 9日(火)    | 森林院で協議  |
| 10日(水)   | 森林院で合同評価会議                                    |
| 11日(木)   | 森林院で合同評価会議                                    |
| 12日(金)   | 合同評価議事録署名、JICAサンパウロ事務所・在サンパウロ<br>日本総領事館へ調査報告  |
| 13日(土)   | 資料整理、真島団員サンパウロ発                               |
| 14日(日)   | 移動(サンパウロ→ブラジリア)                               |
| 15日(月)   | JICAブラジル事務所、在ブラジル日本大使館へ報告、移動<br>(ブラジリア→サンパウロ) |
| 16日(火)   | 移動(サンパウロ発)                                    |
| 17日(水)   | 移動  |
| 18日(木)   | 移動(東京着)                                       |

1-8 主要面会者

〈ブラジル側評価委員〉

|                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| Oswald Poffo Ferreira | 森林院総裁                    |
| Marco A. O. Garrido   | 試験地管理部長(プロジェクトマネージャー)    |
| Guenji Yamazoe        | 造林科研究員(プロジェクトコーディネーター)   |
| Joao Batista Baitello | 研究部部長(技術アドバイザー)          |
| Giselda Durigan       | アシス試験場長(造林生態分野コーディネーター)  |
| Sebastion F. Cesar    | 林業機械科研究員(侵食防止分野コーディネーター) |
| Elvira Domingues      | 森林生態科研究員                 |
| Vera Lucia R. Bononi  | 環境局                      |

〈ABC (Agencia Brasileira de Cooperaçao : ブラジル協力事業団) 〉

Mariza C. S. Graca                      プロジェクト担当

〈環境局〉

Ana Lucia Segamarchi                  特別プロジェクト担当

Celia Gnojny Castello

〈森林院〉

Osmar V. Boas                          アシス試験地主任

Helder Faria                            パラガス・パウリスタ試験地主任

Alceu J. Faria

Eliane A. Honda

Wilson Contiere

Alberto Francisco

Edison A. Berto

〈日本人長期専門家〉

梁瀬 秀雄                              リーダー・侵食防止

松田潤治郎                              業務調整

川畑 充郎                              造林・森林生態

落合 博貴                              侵食機構

〈在サンパウロ日本総領事館〉

渡辺 健治                              領事

〈在ブラジル日本大使館〉

水谷 周                                公使

川名 健雄                              一等書記官

〈JICAサンパウロ事務所〉

林 典伸                                所長

池城 直                                次長

黒田 真                                技術協力班職員

〈JICAブラジル事務所〉

松本 宣彦                              所長

吾郷 珠子                              担当職員

〈パラガス・パウリスタ市〉

Carlos Arrudia Garims                  パラガス・パウリスタ市長

白川 光次

パラガス・パウリスタ在住日系二世

(量水観測施設工事監督代行)

〈通訳〉

コマガタ エリオ

イソダ ユタカ

## 第2章 プロジェクト全体評価

### 2-1 計画達成度

#### (1) プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) の見直し

本プロジェクト計画時点ではPDMは作成されておらず、1995年11月に派遣された巡回指導調査団により暫定PDMが作成されているが、ブラジル側の合意を得ておらず、また、各項目の記述が必ずしも終了時評価の基準とするには適切なものではなかったため、今回の調査にあたって、新たに日本側評価メンバーによりR/D、TSIをもとに終了時評価時点での修正PDM案を作成した。

なお、ブラジル側評価メンバーには、評価前の打合せで、JPCM手法の解説および修正PDM案の説明を行い、このPDMを評価の基準とすることに合意を得た。

表 1

| 暫定 P D M   |  | 評価時 P D M   |   |
|--|--|---|---|
| プロジェクト目標   | 成 果  | プロジェクト目標  | 成 果   |
| サンパウロ州のセラード地域の荒廃地における植生回復と侵食防止に関する研究能力を向上すること。これにより環境保全に資すること。 | a. 侵食防止の研究<br>(a) 侵食地の実態および機構が解明される<br>(b) 森林の侵食防止効果が解明される<br>(c) 侵食防止法が開発される<br>b. 森林回復の研究<br>(a) 森林造成法が開発される<br>(b) 環境保全効果が検討される | サンパウロ州森林院の荒廃地における土壌侵食防止および森林回復に関する研究を自立発展的に行う能力を向上する。 | 1. 侵食防止の研究結果<br>(1) 侵食地の実態および機構が解明される<br>(2) 森林の侵食防止効果が解明される<br>(3) 侵食防止法が開発される<br>2. 森林回復の研究結果<br>(1) 森林造成法が開発される<br>(2) 環境保全効果が検討される<br>3. 上記研究に必要な機材・施設が維持管理、利用される |

評価時PDMは資料2のとおりである。

#### (2) 計画達成度

PDMを基準とした計画の達成度を調査した結果、資料1 (終了時評価調査表) のと

おり投入、活動は計画どおり実施され、計画された成果と目標が達成されたと判断される。

## 2-2 評価結果の分析

JPCM手法により、PDMを基準とした評価分析を行った。評価5項目を資料1のとおり取りまとめたが、その要約は以下のとおりである。

### (1) 実施効率性

専門家派遣、研修員受入、機材供与、ブラジル側投入など、本プロジェクトのインプットは量・質・タイミングともに適切であった。しかしながら、侵食防止分野で試験地へのカウンターパートの配置が十分でなかったこと、一部工事が遅れたことが効率性を阻害した。しかし、日本側技術支援委員会から適切な支援が得られたこと、他の活動（第三国研修）との連携も適切に行われたこと、実施機関が過去に日本の技術協力による研究プロジェクトを実施した経験があったこと、実施機関内外の日系人の協力があつたことなどによりインプットが効果的に成果につながつた。

### (2) 目標達成度

サンパウロ州の荒廃地における土壌侵食防止および森林回復に関する森林院の研究能力は大幅に向上した。プロジェクトで計画されたとおり研究活動が実施され、十分な成果が得られた。また、活動を通して移転された技術と機材・施設の整備により、森林院の研究スタッフの研究能力と活動範囲は大幅に向上し、自立発展的に研究を行う体制が整つたと判断される。

### (3) 案件の効果

土壌侵食防止および森林回復に関する森林院の研究体制が整備されるとともに、職員の研究、調査、解析手法が向上した。また、研究成果が地域住民に対する環境教育に活用されており、学会、シンポジウムおよび第三国研修などでの発表により普及されている。具体的な効果の一例として、プロジェクト・サイト近隣の市町村が、本プロジェクトをモデルとしてパラナパネマ川中流域管理プロジェクトを開始し、溪畔林造成を推進している。

### (4) 当初計画の妥当性

上位目標、プロジェクト目標は妥当であり、投入、成果およびそれらの関連性は適切に設定された。サンパウロ州では、主として農牧畜業の開発に伴い森林の破壊と減少が急激に進行し、農用地の粗放な管理に伴う土壌侵食などの土地保全問題が顕在化している。森林院は、土壌侵食防止、森林回復に関する実用技術の開発という任務を担っており、本プロジェクトの研究活動には高いニーズが認められる。



## (5) 自立発展の見通し

組織的、財政的、技術的各側面でプロジェクトの自立発展性が認められる。サンパウロ州の環境政策のなかで土壌侵食防止と森林資源の保全は特に重要なもので、引き続き政策的・財政的支援が期待される。森林院の研究スタッフは本プロジェクトの研究活動を通じ研究手法、資機材の使用・管理方法などの技術を習得し、協力期間終了後も独自に研究活動を継続できるものと判断される。また、研究成果が学会、シンポジウム、第三国研修などで発表されており、ブラジル国内および周辺国への波及も期待できる。ただし、今後の課題として、侵食防止分野の試験地への安定的な研究員配置、私有地の借地継続などによる試験地の確保が指摘される。また、観測機器は今後の保守を考慮し、逐次ブラジルで入手容易なものに交換していく必要がある。

### [補足説明]

#### (1) 予算措置について

森林院の予算は年々減少してきているなかで、1997年度にプロジェクト予算としてサンパウロ州政府から受け取った金額は10万3897USドルであった。今後についてはこれまで以上の予算措置の可能性は少ないが、森林院幹部と環境局企画室との話し合いの結果、プロジェクトの最低限の活動が継続できるための予算措置計画が維持されることが決定されたとのことである。

#### (2) 侵食分野の実施体制について

プロジェクト実施期間を通じて、試験地には森林院正職員のカウンターパートが配置されなかったが、今後も正職員の配置は期待できない。しかしながら森林院では、現在のカウンターパートで今後も侵食分野の活動を実施していく予定である。また、関連する分野の他の機関（カンピーナス農業研究所など）や大学と連携して実施する予定もある。

## 第3章 分野別報告

### 3-1 侵食防止の研究

#### 3-1-1 プロジェクト目標、上位目標との関係

ブラジルのサンパウロ州では、今世紀初めごろからの急速な農業開発により森林面積が急減し、また、その粗放な営農管理と相まって土壌侵食が急増して、地力の低下・土砂流出の増大と洪水の頻発や水資源の枯渇などの水土保持上の社会問題が顕在化してきた。

森林の減少とそれに伴う土壌侵食の進行は、サンパウロ州のみならずブラジル全土で深刻化しており、早急な対策が求められている。

本プロジェクトにおいては、土壌侵食と森林回復に関する基礎的な研究の実施と日本からの両分野に関する技術導入により、森林植生の土壌侵食防止効果やこれらを補完する治山技術の開発に関する実証的研究を行い、これまで荒廃地の防止・復旧技術に関する研究技術の乏しかったカウンターパート機関の研究能力を向上させ、今後、それらを自立発展させていくことが可能となるような研究技術の移転が目的であった。また、それらの研究成果が、サンパウロ州の広範な荒廃地の復旧と予防のための森林回復をはじめとした、今後の土壌侵食対策技術に活用されることが上位目標であり、プロジェクト目標は両国から投入された実績を通じ、実行されたプロジェクト活動によって、一部遅れている課題もみられたが、今後のカウンターパート機関の活動継続が期待されることから、ほぼその目標が達成されたものと判断された。なお、上位目標も本プロジェクトに対する試験地域周辺自治体関係者、土地所有者のきわめて高い関心と積極的な実行力が実証されていることなどからも、研究成果の普及をはじめ、所期の上位目標についても大いに期待できるものと確信される。

#### 3-1-2 インプットの達成状況

侵食防止分野では、日本側において、長期専門家5名（リーダー兼務含む）の派遣に加え、適宜課題別に短期専門家が施工管理を含め延べ13名が計画的にタイミングよく派遣され、施設の設定やデータ収集・解析手法などの調査研究技術の移転がカウンターパートに効率的に行われた。

また、3名のカウンターパートが日本における研修を受け、高度な研究手法や現地に適応可能な治山技術を習得し、学会・シンポジウム発表や試験流域の荒廃防止技術として現地調達資材による治山工法を開発・施工したことは特筆できる成果であろう。

機材施設については、侵食防止分野では、2基の量水施設、6基の表面流出水土量試験プロット、気象観測装置、量水観測機器類、土壌水分観測装置、水質観測機器類などがア

シス試験地、パラガス・パウリスタ試験地アグア・ダ・カショエイラ川試験流域などに建設・配備された。これらはよく維持・管理されて、データ収集・整理、解析に供せられ、十分に利活用されている。また、このほかにローカルコストの一部負担として、造林推進対策費による苗木生産・造林や前述の観測施設の整備など、プロジェクト支援費の拠出もこのプロジェクトの成果達成に大きな役割を果たし、成果をあげることに貢献した。

ブラジル側も、行財政改革が進行中の厳しい財政下であったが、カウンターパートおよび補助員の配置、プロジェクト・サイト等の土地、建物、施設などの提供と機材の提供、62万USドルのローカルコスト負担を実行した。

これらの両国のインプットは、当初計画より一部遅延した部分もあったが、ほぼ順当に計画どおり実行され、プロジェクト目標を達成するために、順当に投入されたものとみなせる。

### 3-1-3 活動・成果の達成状況

#### (1) 活動状況

侵食防止の研究分野においては、3つの研究課題があり、それぞれ以下のとおりである。

##### ① 侵食地の実態とメカニズムの解明

研究対象地のアシス、パラガス・パウリスタ周辺地区で、侵食の形態、規模、分布などの実態とその経時変化を空中写真や現地調査によって、その特性解明が行われた。また、土壌侵食のメカニズムに関連する地形、地質、植生などの素因や降雨特性や土地利用形態などの誘因と関連解析が行われた。

##### ② 森林の侵食防止効果の解明

アシス試験地に土地利用別表面流出水土量測定プロットが6基建設され、森林が持つ水土保持効果の有効性を検証する比較試験が実施された。このほか、溪間工、山腹工などの治山工事や樹木の植栽による流域処理が流出水土量などに及ぼす効果を解明するために、アグア・ダ・カショエイラ川試験流域の2荒廃流域（A、B流域）に量水堰を建設し、流出水量、水質、流出土砂量などの観測が計画された。なお、A流域において無処理の基準期間の観測は実施されたが、その後の流域処理工事などが未完成（1998年3月に完工）であり、処理期間の観測開始が遅れている。また、無処理流域のB流域の量水堰の完成も遅れたが、現在データの収集・解析が行われつつある。

##### ③ 侵食防止法の開発

アグア・ダ・カショエイラ川流域のA流域に、日本で研修を受けたカウンターパートにより、現地入手資材を利活用した各種の溪間、山腹工種が、荒廃状況に適応すべ

く検討された。また、森林回復分野の事業として、アグア・ダ・カショエイラ川沿いに、溪岸保全林として郷土樹種が植栽・造成された。

## (2) 成果の達成状況

侵食防止の研究においては、以下の3つの中課題、それに付随して合計4つの研究小課題が設定されている。以下、中課題に沿ってこれまでの活動の達成状況についてまとめる。

### ① 侵食地の実態とメカニズムの解明

森林地の開発による各種農用地利用とその粗放な営農管理によって、サンパウロ州内はもちろん、本研究サイトのアシス周辺地域のセラード地帯でも、各種の侵食荒廃形態が認められる。プロジェクト初期の研究課題として、まずそれらの侵食形態の種類、規模、分布などの特徴や土地利用との関係、またその発生機構について、素因の土質・地形・地被条件や誘因としての降雨特性などとの諸関連を解明し、研究対象地域の侵食発生特性を把握し、侵食防止対策のための基礎資料を得ることを目的に、本中課題が進められた。

#### (i) 侵食地の実態解析

本課題は、アシス周辺地区における侵食の実態（形態、規模、分布など）を空中写真および現地調査などによって把握するとともに、土壌侵食の発生メカニズムに関する調査地区の地形、地質、土壌、植生などの素因や降雨などの誘因の特性を解明することを目的としている。これまで得られた成果は以下のとおりである。

##### (a) 降雨特性の実態

本研究課題の研究対象地であるアシス周辺地の気象条件をまず把握することが基本となることから、付近の気象官署の気象資料の収集とあわせて、アシス、パラガス・パウリスタ試験地や試験流域のアグア・ダ・カショエイラ川流域内に総合気象装置が6カ所設置されて、雨量、気温、風向、風速、湿度、日射量の各気象要素が観測され、データが蓄積されている。既存データの収集解析から、当地域の年平均雨量は1400mmで、雨の降り方をみると11～3月に雨量が多く約140～210mm/月、7、8月に少なく30～40mm/月となっている（表2）。年最大日雨量は168.3mm、100年確率の最大日雨量は178.45mmで比較的小さい値を示している。また、観測データの整理から、降雨分布にバラツキがあることや降雨時間が短い降雨強度が大きいという降雨特性が認められた（図1）。

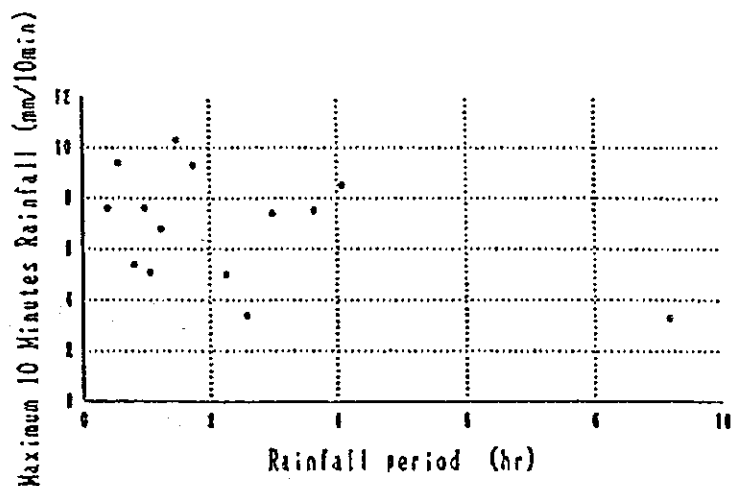
##### (b) 土地利用と侵食の実態

土地利用と侵食形態の変遷について、空中写真を用いて経時的に解析され、表面侵食は過放牧による踏圧草地、サトウキビ、トウモロコシ、マンジョカ、コー

表2 パラガス・パウリスタにおける年および月平均降雨量 (mm)

|          | JAN   | FEB   | MAR   | APR   | MAY   | JUN   | JUL   | AUG   | SEP   | OCT   | NOV   | DEC   | YEAR   | MAX DAY<br>RAINFALL |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------------------|
| 1979     | 50.3  | 97.1  | 132.4 | 61.8  | 164.5 | 0.0   | 76.2  | 40.6  | 183.6 | 117.0 | 127.1 | 172.0 | 1230.6 | 73.8                |
| 1980     | 129.1 | 291.0 | 49.8  | 58.8  | 54.3  | 61.6  | 7.9   | 18.2  | 120.3 | 103.8 | 105.3 | 167.1 | 1167.2 | 76.4                |
| 1981     | 152.2 | 127.3 | 57.1  | 132.5 | 0.0   | 105.6 | 11.6  | 3.9   | 4.5   | 242.2 | 199.0 | 136.6 | 1172.5 | 77.6                |
| 1982     | 202.6 | 182.5 | 251.3 | 63.4  | 69.0  | 196.7 | 63.6  | 30.3  | 9.3   | 194.7 | 211.7 | 307.6 | 1782.7 | 87.5                |
| 1983     | 249.8 | 132.4 | 190.9 | 103.2 | 259.4 | 155.9 | 13.4  | 0.0   | 286.8 | 161.8 | 151.7 | 197.6 | 1833.9 | 100.3               |
| 1984     | 167.7 | 69.2  | 102.4 | 76.2  | 60.9  | 1.8   | 3.0   | 92.9  | 119.6 | 97.2  | 173.2 | 309.3 | 1273.4 | 64.5                |
| 1985     | 237.2 | 139.4 | 158.8 | 128.3 | 65.3  | 15.5  | 23.8  | 6.8   | 39.4  | 15.0  | 122.6 | 102.0 | 1055.1 | 74.4                |
| 1986     | 191.5 | 202.9 | 151.7 | 49.6  | 141.9 | 0.0   | 30.7  | 151.6 | 45.9  | 40.2  | 126.0 | 342.3 | 1474.3 | 50.3                |
| 1987     | 127.6 | 179.2 | 50.7  | 20.3  | 168.4 | 78.1  | 28.5  | 12.0  | 81.5  | 79.7  | 132.2 | 163.5 | 1113.7 | 55.0                |
| 1988     | 169.7 | 107.5 | 111.2 | 126.3 | 98.0  | 35.7  | 0.0   | 0.0   | 30.7  | 254.8 | 140.4 | 140.1 | 1215.4 | 98.5                |
| 1989     | 258.7 | 201.5 | 265.1 | 3.4   | 31.6  | 88.0  | 102.3 | 44.8  | 144.9 | 92.6  | 189.4 | 283.8 | 1712.2 | 111.8               |
| 1990     | 375.8 | 53.0  | 96.4  | 65.2  | 42.8  | 9.5   | 50.5  | 105.5 | 180.7 | 133.3 | 409.6 | 184.8 | 1706.1 | 80.2                |
| 1991     | 241.5 | 151.5 | 194.0 | 155.8 | 14.0  | 71.6  | 7.5   | 0.0   | 21.2  | 73.6  | 52.9  | 305.3 | 1283.9 | 79.0                |
| 1992     | 51.0  | 104.6 | 243.2 | 152.4 | 225.8 | 15.5  | 15.0  | 21.4  | 198.2 | 120.4 | 255.5 | 94.7  | 1507.7 | 72.0                |
| AVERAGE  | 166   | 146   | 147   | 86    | 99    | 60    | 30    | 38    | 105   | 124   | 172   | 208   | 1400   | 79                  |
| STANDARD | 83    | 60    | 71    | 46    | 76    | 59    | 30    | 45    | 83    | 67    | 83    | 81    | 267    | 16                  |

図1 サベザル流域における最大10分間降雨量と  
その降雨量継続時間との関係 (1994年10~12月)



ヒーなどの農耕地に発生すること、リル侵食は長大斜面の下部や河道沿いの傾斜 $10\sim 15^\circ$ 以上の斜面や農作物収穫後の裸地に発達すること、ガリー侵食は河道沿谷頭部の地表流が集中するところや牛道の発達拡大から転化したものなど種々認められ、ボソロカ（崩壊地）はその典型的な大規模のもので、また、溪岸が大規模に崩壊するバハンカンメントといわれる現象も当地域に特徴的な侵食荒廃形態で、地質、土中水移動、河川水位変化などとの関連で、その発生機構が推定された。

アグア・ダ・カショエイラ川流域においては、1962年には森林面積率がわずか8%しか残存せず、90%以上が各種農地として開発され、面積的に多かった放牧草地がその後減少して、サトウキビ畑へ転用された変化を示している（表3）。

土地利用と侵食の関係においては、表面侵食、リル侵食は草地に多く発生し、サトウキビ畑の造成法の改良が普及した1980年代後半に入るとリル侵食面積が減少してくることが、1993年の空中写真から読み取れた。しかし、ボソロカは河畔林のない、1次谷の最上流部での発達が顕著で、増加傾向が続いている。

#### (c) 表面侵食に対する実態把握

表層土壌の透水性の良否は表面侵食の発生の難易に関連する重要な因子であることから、土地利用形態別にみた表層土壌の浸透性に関する検討がなされた。シリンダー式インテークレート測定器を用いて試験流域内の天然2次林、ユーカリ林、サトウキビ畑、放牧草地、ボソロカ発生跡地などでインテークレートを比較測定した。最終浸透レート（Basic Intake Rate: BI）や初期インテークレート（C）、積算インテークレート曲線のこう配（N）が比較され、天然2次林の表層土壌の浸透性の非常に良好なこと、ユーカリ林でも高い浸透性を示すこと、サトウキビ畑では森林地に比べきわめて低い浸透性ととどまること、同様に放牧草地でも家畜の踏圧による土壌の緊密・固結化で、浸透性が天然2次林の14%にすぎないこと、ボソロカ発生跡地の下層土の浸透性不良の結果などが明らかになり、ボソロカ発生に不透水層の形成として下層土の透水性不良が機能している可能性が示唆された。

このほかに、土地利用の異なる現地斜面で水理実験を行い、斜面地被形態の差異による、表面侵食に関連する表面流下水の流れにくさを示す粗度係数（ $n$ ）と浸透強度（ $s$ ）、実験時の侵食土砂量（ $E$ ）が比較測定された。結果は図2に示され、林地の粗度の高いこと、浸透強度の高いこと、侵食土砂量の少ないこと、逆に農地、放牧草地などの侵食作用に対する弱点が示される結果になった。すなわち粗度係数については、天然2次林、エリオッティマツ林地の値が大きく、林

表3 土地利用と侵食形態の経年変化 (%)

| YESR | LANDUSES |             |        | EROSION TYPES |                     |           |
|------|----------|-------------|--------|---------------|---------------------|-----------|
|      | PASTURE  | AGRICULTURE | FOREST | SURFACE RILL  | GULLY<br>(Yocoroca) |           |
| 1962 | 79       | 13          | 8      | 4             | 15                  | a few     |
| 1972 | 77       | 16          | 7      | 9             | 9                   | Increment |
| 1984 | 55       | 41          | 4      | 9             | 17                  | Increment |
| 1993 | 32       | 63          | 5      | 5             | 3                   | Increment |

表4 地質分布の相違による地形解析結果の比較

|                        | ADAMANTINA FORMATION     | MALIRIA FORMATION        | EXPERIMENTAL BASIN       |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| INVESTIGATED AREA      | 69.5 km <sup>2</sup>     | 21.2 km <sup>2</sup>     | 35.7 km <sup>2</sup>     |
| LENGTH OF RIVER        | 47.8 km                  | 48.5 km                  | 36.0 km                  |
| DENSITY OF RIVER       | 0.69 km/km <sup>2</sup>  | 2.29 km/km <sup>2</sup>  | 1.01 km/km <sup>2</sup>  |
| FIRST ORDER BASIN AREA |                          |                          |                          |
| AVERAGE                | 204 ha                   | 17 ha                    | 100 ha                   |
| STANDARD DEVIATION     | 156 ha                   | 15 ha                    | 102 ha                   |
| DENSITY OF GULLY       | 0.085 km/km <sup>2</sup> | 1.395 km/km <sup>2</sup> | 0.070 km/km <sup>2</sup> |

図2 土地利用別粗度係数、浸透強度、侵食土量の比較

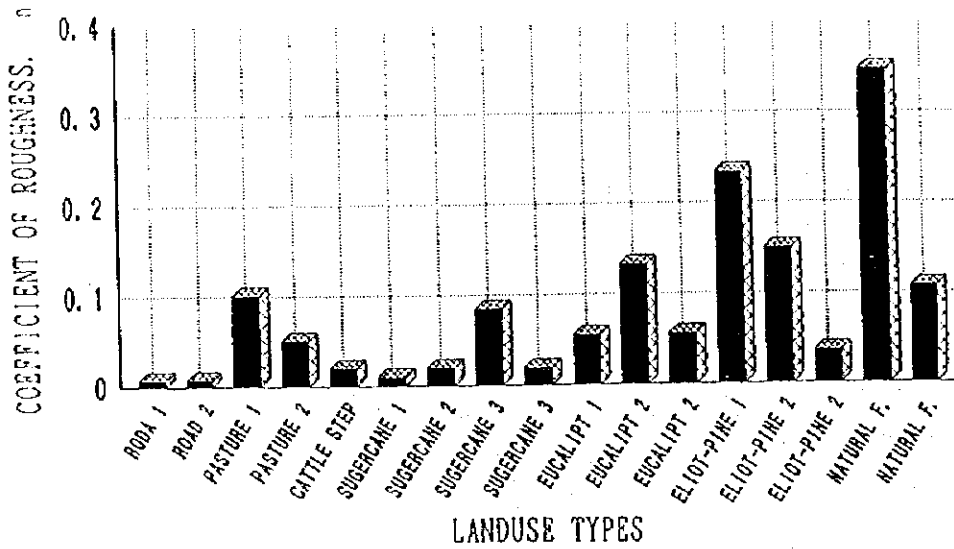


FIG. 7 ROUGHNESS IN EACH LANDUSE TYPE

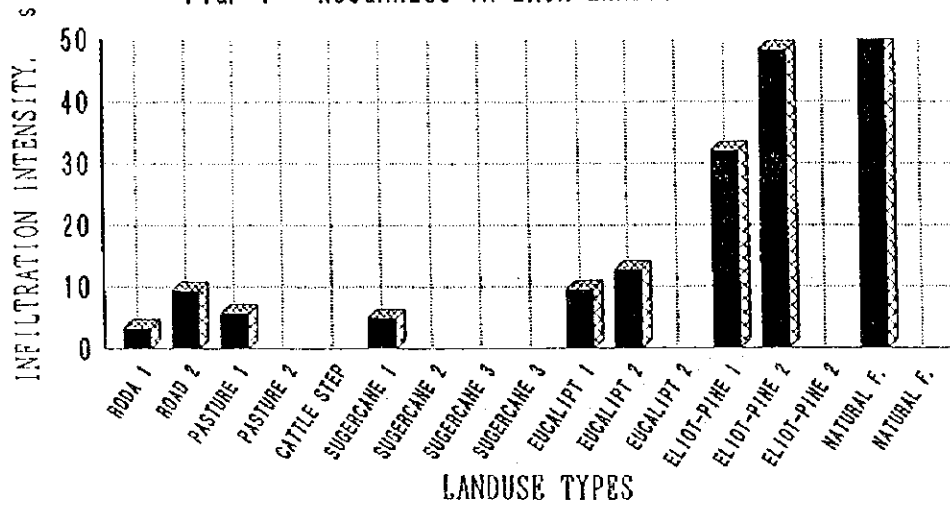
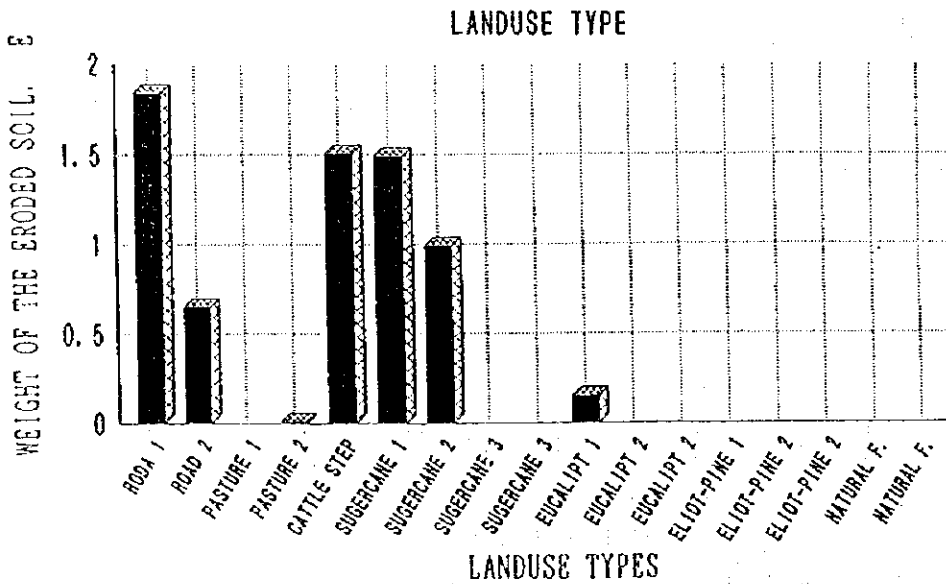


FIG. 8 INFILTRATION INTENSITY IN EACH LANDUSE TYPE





道やサトウキビ畑が小さく、ユーカリ林地が放牧草地や収穫直前のサトウキビ畑地と同等の値であったことから、管理の重要性が指摘された。粗度係数値が小さいことは地表水の集中流下が起こりやすく、リルやガリーが発生しやすくなる。

一方、粗度の大きい森林などの植生被覆の大きいところは流水が分散されて集中流下が起こりにくく、特に天然2次林地やエリオッティマツ林地は流速も侵食を発生させる限界流速以下に抑制させる値となっていた。浸透強度においては、林道や放牧草地、サトウキビ畑、ユーカリ林地では降雨強度に換算して50mm/h以下で、試験流域では雷雨生の降雨強度の高い降雨特性を持つことから、頻繁な地表流の発生が予想される値であった。しかし、エリオッティマツ林地や天然2次林地では、地表流の発生の心配のない値が得られ、侵食防止に対する森林の有効性を裏づける結果が示された。侵食土砂量については、林道、キャトルステップ、サトウキビ畑などでは高い侵食土砂量を示し、ユーカリ林地では管理が不十分な場合は、裸地の1/10程度の侵食量が発生する可能性が推定された。

#### (d) ガリー侵食に対する実態把握

アグア・ダ・カショエイラ川試験流域近郊には、ガリーが非常に多く発達している地域、ほとんど発達していない地域、その中間的な地域が存在する。それぞれの地域にみられるガリーは形状や発達密度に違いがあり、ガリー防止対策を実施する場合には、それぞれの地域に合った方法を適用する必要がある。その基礎としてガリーと地質、地形、土質などの関係の実態調査が行われた。その結果、表層地質は中世層のパウルー層群に属するマリリア層とアダマンチーナ層、サンベント層群のセハジェラウ層で構成されていることが判明し、セハジェラウ層にはガリーの発達はほとんどみられない。

マリリア層とアダマンチーナ層はともに未固結の砂層を中心に構成されている。マリリア層のほうが形成年代が新しく、この層が出現する地域が標高が高く、また、層構造が多くて土粒子の粒径が小さい。土の粒度分析結果からは、粘土分が非常に少なく、特に地表部では数%しかなく、深さを増すにつれ、20%程度になる。アダマンチーナ層とアグア・ダ・カショエイラ川流域ではシルトもきわめて少なく、90数%~80数%は砂である。マリリア層はこれに比べてシルト分が多く、深さ7.7mでは50~60%もシルトが占めており、これが原因となって毛管孔隙が多く、透水性も悪くなっていると推察された。

アグア・ダ・カショエイラ川流域は地質的にはマリリア層とアダマンチーナ層との境界に位置していることが知れた。表4にもあるようにマリリア層とアダマンチーナ層では地形的にも明瞭な違いがあり、マリリア層のほうが地形の解析が

進んでいて谷密度が大きく、急な斜面が多い。このため集水面積が小さく、流両は少ないが地表流による掃流力は大きく、したがって、ガリーの発展が進んでいると考えられた。ガリーの形状はマリリア層のほうが深く、幅が狭い傾向を示している。この原因はp F水分曲線や透水係数の測定値にみられるように、深度が深くなるにつれて土中水の流れが悪く、また少なくなるために、地表流や飽和側方流が容易に発生し、流水がガリーに多く集水するためと考えられた。

アグア・ダ・カショエイラ川試験流域はマリリア層とアダマンチーナ層との境界に位置しているが、地形的、土質的には、よりアダマンチーナ層の性質が強い。ただ、A流域のp F水分曲線やガリーの形状などはマリリア層に近い点とみられた。

以上、プロジェクト初期段階に行われた侵食荒地の実態とそのメカニズムの解明に関する本研究課題は、日本人長期専門家とそれを支援する短期専門家の協力によって、カウンターパートとともに進められ、目的とする多くの成果が前述のようにあげられている。そして本課題に関する研究手法や得られたデータの解析と解釈あるいは今後の研究展開方法など、基本となるべき諸点が技術移転されたと判断される。したがって本中課題のねらいはほとんど達成されたとみなせる。今後は、これらの経験を生かしてカウンターパート機関が、調査対象を州内など、より広域に、また、より広範な侵食形態とその発生機構を把握するための調査研究を蓄積し、それらの実績を通じてより適格な、きめの細かい侵食防止対策樹立に向かって、特にカウンターパートは受け継いだ研究技術・手法を生かし、成果を積み重ねていくことを期待する。なお、前述の成果の一部は日本・ブラジル双方とも、関連シンポジウム発表や学会誌に投稿された。

## (ii) 森林の侵食防止効果の解明

本中課題においては、アシス周辺地区の森林地を含む主な土地利用種別の放牧草地、農用地（サトウキビ、トウモロコシ、コーヒー、マンジョウカ、マメ類）、森林地などにおいて、土壌侵食量や流出水量を比較観測し、土地利用種別の水土保持機能の差異を把握し、森林の持つ水土保持効果に果たす有効性を明らかにすることを目的としている。

なお、本中課題は以下の2つの小課題で構成され、それぞれ研究が展開された。

### (a) 土地利用別流出水土量のプロット試験

アシス試験地に地被条件の異なる流出水土量測定プロット（米国USLE方式に準じて幅15m×長さ22.17m）が、アシス試験地内と周辺民有地を借用して、6プロット（裸地区、荒廃放牧草地区-民有地借用地内、郷土樹種植栽区、農耕

地-サトウキビ作付け、マツ林区、広葉樹の天然2次林区)が建設され(図3)、降雨量、地表流出水量、流出土砂量、流出水に含まれる浮遊土砂量、プロット斜面の上、中、下部の各位置での土層深20、40、70、100cmぐらいの土壤水分を観測している。

これまで得られた観測結果の整理が進んでいるが、荒廃草地プロットにおける地表流出水量と浮遊土砂量と関係解析の一例を示すと、図4の左下図のようになり、浮遊土砂量が地表流出水の流量の増加に従って増加することが認められた。また、同図左上図のように1降水量の増加に従って荒廃草地からの直接流出量が増加する関係が示された。加えて、土地利用別試験プロットからの降雨による表面流出ハイドログラフの違いを示したものが図5で、裸地区からの流出量は急激でピークが高く、荒廃草地がそれに次いで多い流出態様を示し、サトウキビ区が前2者より少ない流出変化ハイドログラフを示しており、郷土樹種植栽区からの流出はごく微量でかつきわめて遅く流出するという結果が示されて、森林の表面流出水抑制効果を裏づける成果として評価してよい。

プロット試験の土壤水分計の観測データからは、表層ほど乾燥していて、より明確な日周変化を示しており、日変化の程度も大きいというような経時変化態様を示している。

#### (b) 荒廃流域における治山施工前・後の流出水土量流域試験

パラガス・パウリスタ試験流域内のA、B2つの荒廃流域に量水施設を建設し、流出水量、水質、流出土砂量などを観測して、両流域の相違を比較解析するとともに、1つの荒廃流域Aに侵食防止のための治山工事、土壌侵食防止林の造成を行って、これらの施工や森林造成の効果を上記測定要素の変化から検証する。

本研究課題の推進にあたっては、量水観測施設の整備が前提であり、造林対策費によってアグア・ダ・カショエイラ川流域内の荒廃小流域のA流域、B流域に1994年5月より量水施設の建設が始まった(図6)。A流域の量水施設は1995年3月に完成し、流量、水質(水温、pF、DO、濁度、電気伝導度)、浮遊土砂量、流出土砂量などの観測が実施された。A流域では治山工事や侵食防止林の植栽前の無処理期間(基準期間)の観測データがこれまで得られている。1水年などの観測期間経過して、当初の計画に沿って、量水施設上流部に侵食防止のための治山工事や森林造成を行って、その影響の検出のための観測をまた継続することになっていたが、その治山工事が異常豪雨などの影響もあって、現在まだ施工中で、流域処理後の影響検出のための観測ができない状況下にあった。一方、荒廃流域のまま、流域に何の処理もせずに流域からの水土流出量やその水質など

図3 アシス試験地内における土地利用別流出水土量  
試験プロットおよび試験林造成地位置図

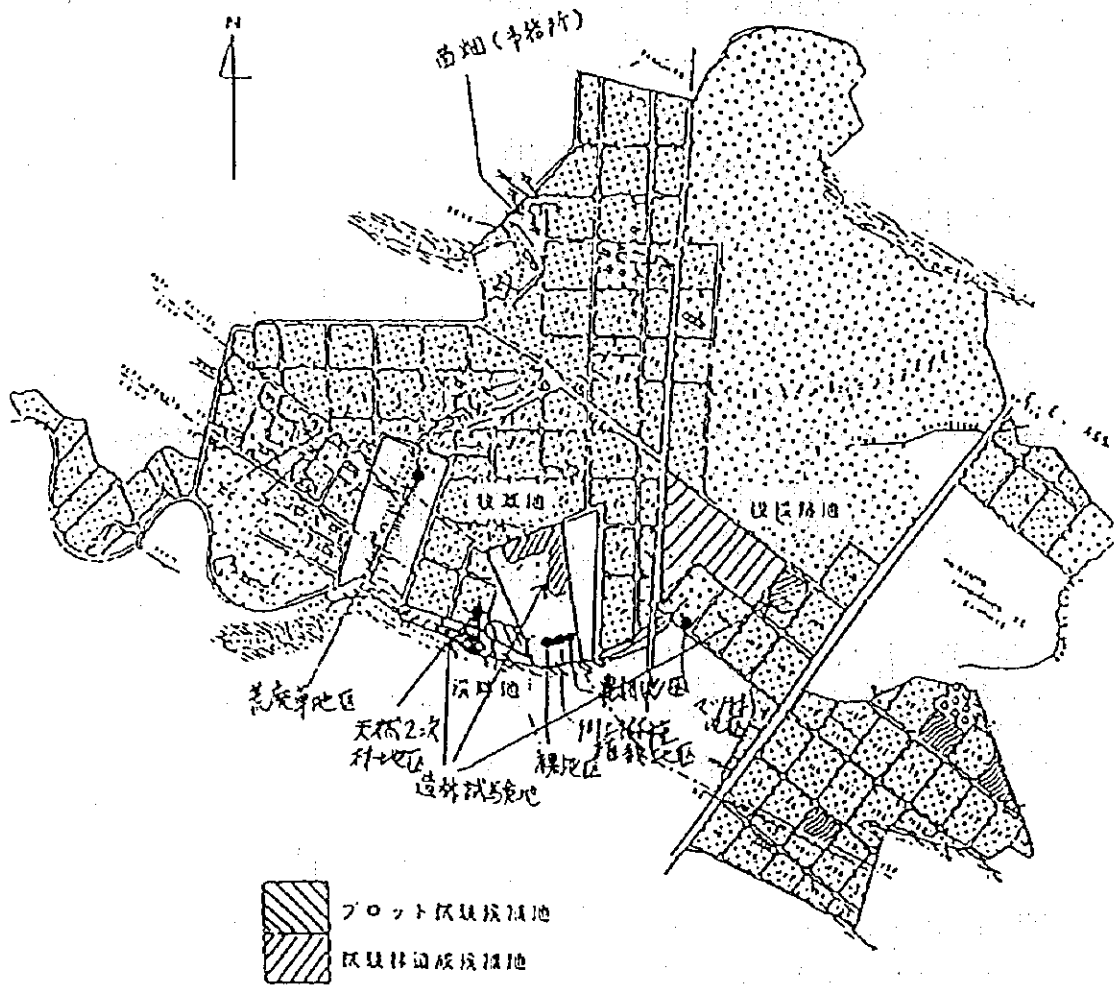
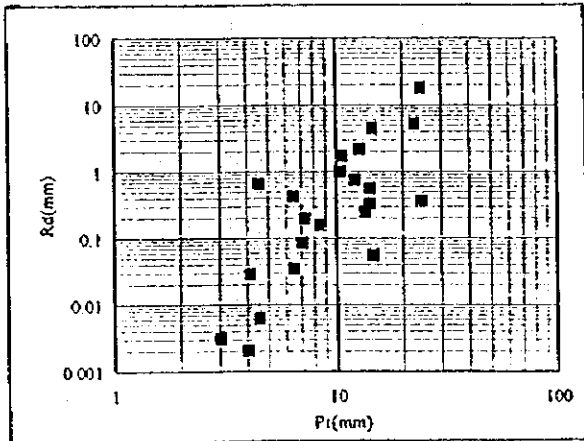
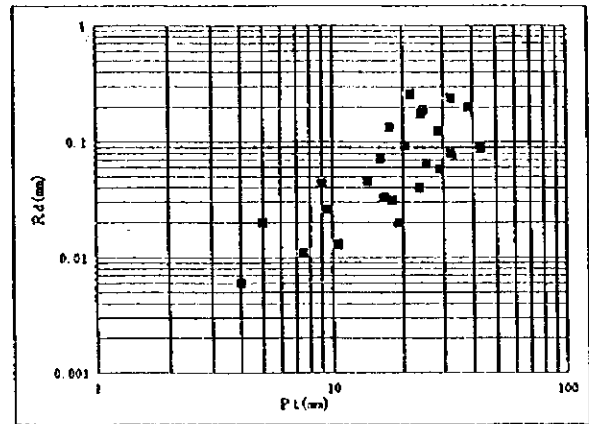


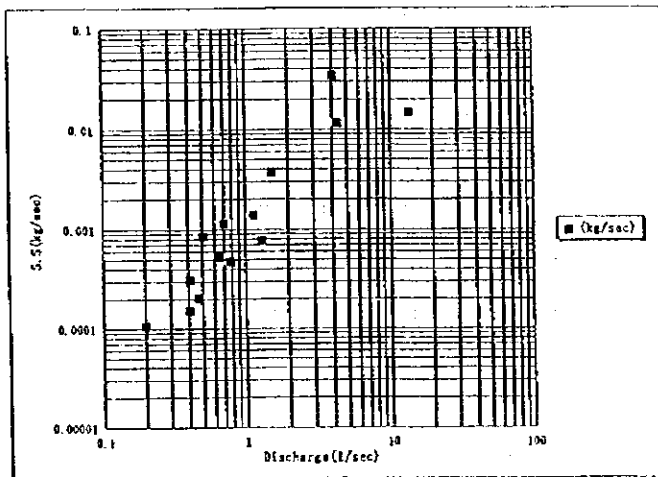
図4 荒廃草地試験プロットおよび流域処理前A流域における  
1 降水量と直接流出量の関係、流量と浮遊土砂量の関係



—降水量と直接流出量との関係

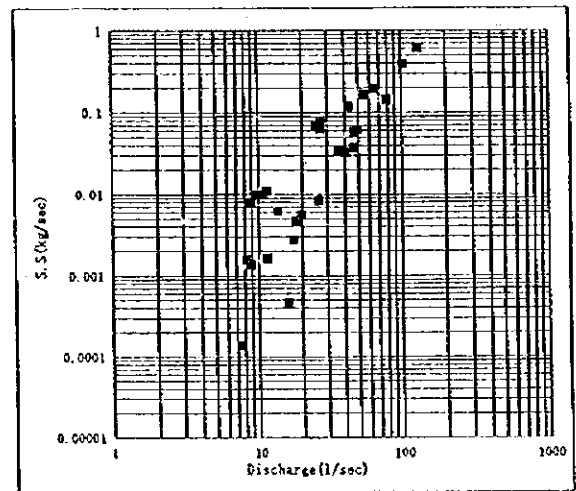


—降水量と直接流出量との関係



流量と浮遊土砂量との関係 (ガリープロット)

(荒廃草地プロット)



流量と浮遊土砂量との関係

(A流域：処理前)

図5 土地利用別試験プロットにおける流出ハイドログラフの比較

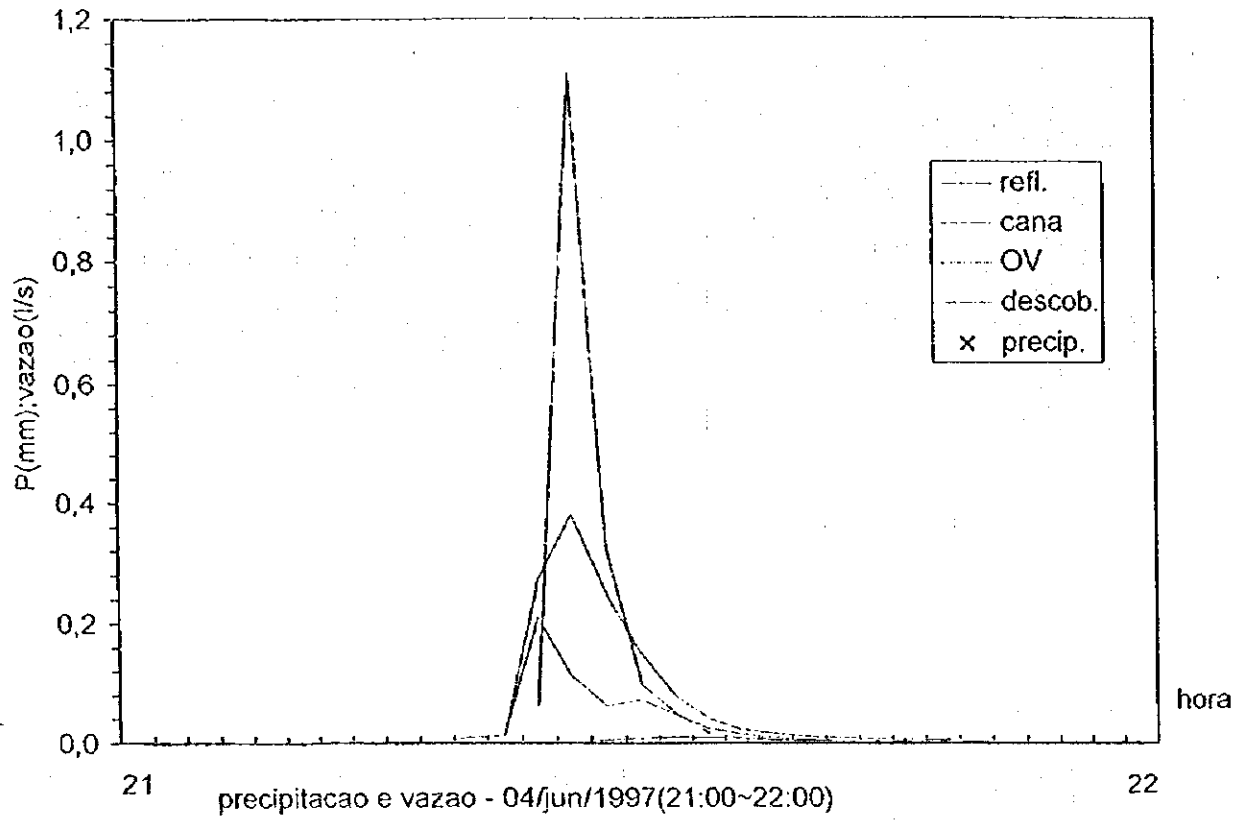
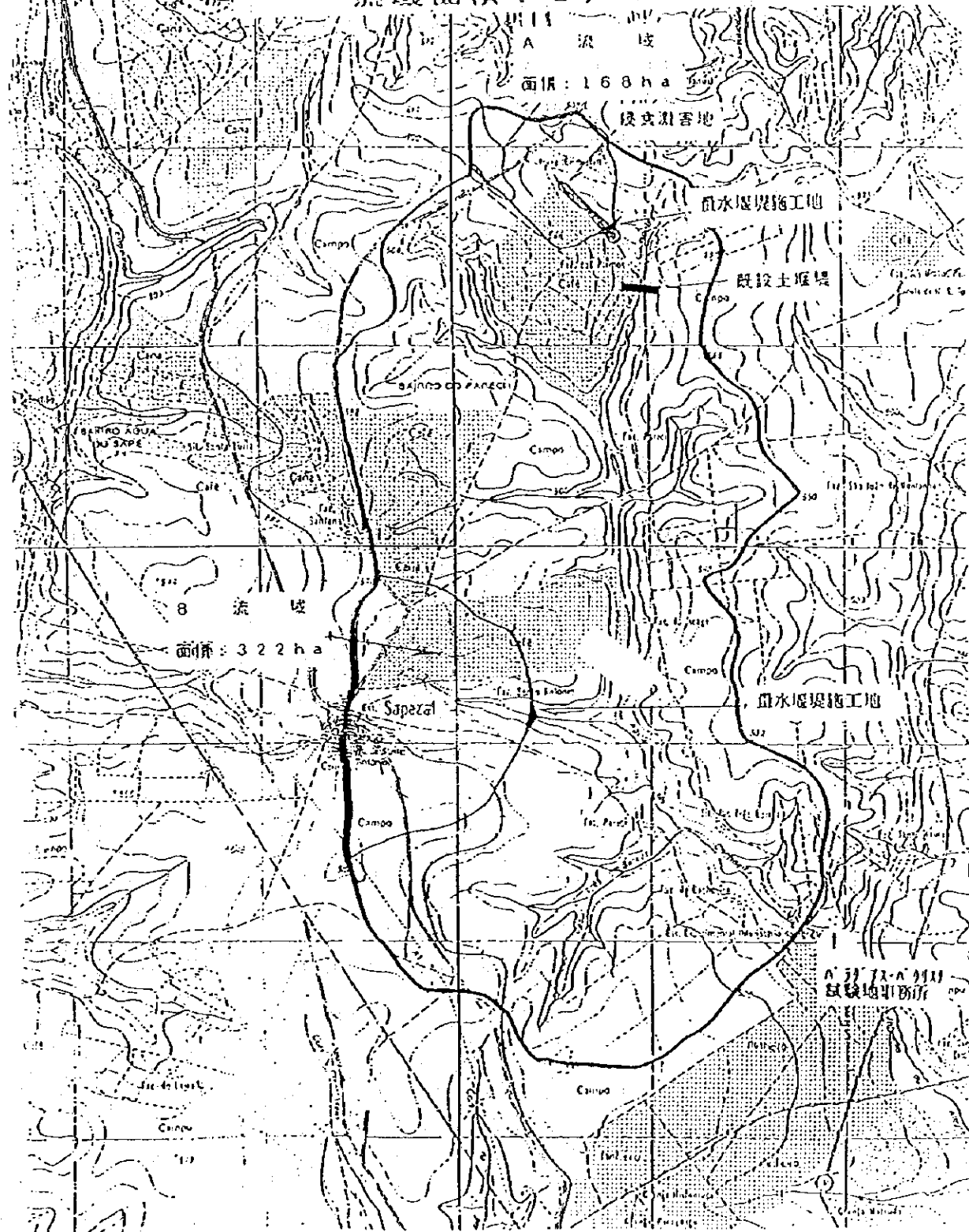


図6 試験流域と量水施設位置図

(バラガス・パウリストア地区)

流域面積 : 3,760 ha

S =



を観測することを目的に計画された対照試験流域としてのB流域では、量水施設本体の建設および関連付帯工事が遅れ、調査時点では流量観測などの諸観測が開始されたばかりであった。

A流域の流域処理については、現在は雨期ということもあって、日本人長期専門家の帰任までに治山工事とそれに続く植栽事業の完了は望めない現況下から、カウンターパート機関は責任を持って工事・植栽を継続完了させ、観測を再開継続しデータを収集し、A、B両流域データの比較から、侵食防止工や森林造成が果たす、侵食荒廃防止効果の有効性を裏づける実証的データが数多く蓄積されることが望まれる。

これまでにA流域の自動流量観測システムにより得られた流出ハイドログラフをみると、一般に厚くて、多孔隙な土層を有する森林流域で得られるハイドログラフと違って、本試験流域のハイドログラフは、流域の土質的特性を備えたサトウキビ畑流域の特徴からか、降雨に鋭敏に反応し、きわめて短時間に水位が上下する形状のハイドログラフを示している。また、降雨-流量解析の結果から、A流域の流域処理前の基準期間の1降水量と直接流出量の関係を示すと図4右上図のようになり、降水量の増加に伴い直接流出量も増加する関係が明らかにされた。なお、同図の荒廃草地プロットの同様の関係図と比較すると、A流域の浸透性が良好なためか、基底流出量分にまわることが多いことを示す、直接流出量がオーダー的に低い値がプロットされた関係図が示されている。

流量と流出浮遊土砂量の関係はA流域での観測結果でも、荒廃草地のプロット試験結果と同様に、流量の増加に従って浮遊土砂量が増加する傾向を示した(図4右下図)。A流域と荒廃草地のプロット試験の結果を比較すると、今後はA流域からの浮遊土砂量が同一流量でも1オーダー多い関係が図に示されている。

自動水質観測装置によるデータの解析結果からは、水温の日周変化や降雨による水温の低下、濁度の上昇など、注目すべき点も検出されている。今後のデータの集積による詳細な検討が望まれる。当初計画のとおり、A流域に治山工事や侵食防止林の・施工造成で、どう流量変化や水質などが変化するか、今後の研究の継続に委ねなければならない。

このほかに、プロジェクト期間中に州の雇用政策の影響で解雇されたカウンターパートが中心になって、アグア・ダ・カショエイラ川試験流域では、本流沿いの数地点で、定期的に流量や水質観測が実施され、それぞれの地点での流量の占める割合や水質の変化態様のデータが蓄積された。

以上、本中課題では、研究推進の基本である観測施設整備やプロジェクト後半



に計画されたA流域の流域処理としての治山工事・樹木植栽が自然災害の影響から当初予定より遅れ、プロジェクト終了後のカウンターパート機関の精力的な研究推進に期待せざるを得ない。プロジェクト終了後は現地スタッフとサンパウロ森林院研究スタッフが意思疎通の再構築を図り、調査研究推進体制を堅固なものにし、研究推進にあたっては、これまでよりも、より計画的に進める必要がある。

本中課題が侵食防止の研究分野にとって根幹をなす研究課題であることから、特に強調しておく必要がある研究推進上の課題・問題点は、書類上のサンパウロ森林院本院のカウンターパートが、サンパウロ州森林院の財政上の問題もあって巡回指導調査以後も機能していなかった点である。今後も急激な改善が期待薄と思われることから、現在の臨時雇用員も含めた3名のカウンターパート体制は、最低限のだけ一人欠けても研究推進が困難な状態である。幸い現地カウンターパートは、調査研究内容の重要性とみずからの研究的興味を、これまでの経験のなかから取得・高揚させるとともに前向きに取り組んでおり、研究技術の移転対象者として期待できる。したがって現地スタッフの安定的な雇用体系を確保する必要がある。

### (iii) 侵食防止法の開発

本中課題の研究目的は、侵食荒廃流域において、現地の荒廃状況に応じた侵食防止林の配置や各種の現地資材を活用した簡易な治山工事を施工して、適切な侵食防止法を開発整備すること。また、これらの樹林帯の配備や簡易な治山工事の施工による荒廃流域の復旧効果を明らかにすることである。小課題は次の1課題である。

#### (a) 治山工法の開発と侵食防止林の配置

パラガス・パウリスタ試験流域内の荒廃流域に、侵食防止対策として各種の簡易な治山工事を試験施工し、適地適工種・工法を開発するとともに、荒廃地の侵食・土砂流出防止のための森林樹林帯の適切な配置、必要林帯幅などを検討する。

本課題に関しては、A流域で、量水堰上流の荒廃溪流とその兩岸部に、現地の材料を活用した、日本の治山工事という各種の溪間工と山腹工を施工し、侵食防止林植栽の基礎を確保し、安定的で、生育可能な植栽基盤を整備・造成する。そこに森林回復の研究分野の研究成果から抽出された樹種を植栽・造成して、有効で総合的な侵食防止法を開発を行う計画のものであった。研究対象流域のA流域では、工事や植栽を行わないときの基準データを集積する未処理基準期間の観測を終え、溪間・山腹工などの治山工事とその後の植栽を行う流域処理作業が遅れながら現在実行中であつた。したがって侵食防止工の開発・適用は今後ブラジルの森林院によって行われる。

これまで、量水堰工事時の土砂流出防止を兼ねて、堰下流兩岸の保護・護岸工として古タイヤ護岸工や現地草本を用いた筋工、張り芝工、本柵排水水路工などが日本研修の成果を生かしてカウンターパートが施工し、法面保護・安定、溪岸保護に効果をあげている実績を積んでいた。なお、この治山技術を身に着けつつあったカウンターパートが、プロジェクト期間中に解雇され転職したことは遺憾である。

なお、森林回復分野の事業として、アグア・ダ・カショエイラ川の本支流沿いに広範な溪岸侵食防止林として郷土樹種が植栽造成され、今後の生育・林帯形成が期待される。

なお、これまで侵食分野においても、研究成果が取りまとめられ、各種学会などで成果の発表やセミナーなどでも公表され、普及活動も活発に実施されており、調査研究用機器、施設の整備利用状況も良好で、森林院の研究能力は大幅にレベルアップして、プロジェクト目標はほぼ達成されたと判断される。

#### 3-1-4 今後の課題と展望

カウンターパート機関の森林院が本プロジェクトを引き継ぎ、研究活動を継続して成果をあげていくことは、単に森林回復やその補完土木技術による荒廃地の復旧技術の会得ということにとどまらず、ブラジルの環境政策を推進するうえでも重要である。したがって本プロジェクトの意義を再認識して、カウンターパート機関は責任ある推進体制を再構築して、技術の裏づけとなる調査研究を継続し、実証的成果を提示することが必要である。それには以下の課題の遂行が望まれる。

- (1) 未完成のA処理流域の治山工事、樹木植栽を責任を持って監督完工させること(1998年3月に完工確認済み)。そして諸観測を再開し、流域処理の影響評価のためのデータを確実に収集し、これまで移転した解析手法などに基づき、治山工事の施工、森林造成の効果判定解析を実施していく必要がある。
- (2) 調査研究の継続にあたっては、現地スタッフのみに任せずに、前プロジェクト(サンパウロ林業研究協力計画:1979~1984)での実績のある森林院本院関連スタッフの積極的な参加が必要で、そのための財政的裏づけなどの体制整備が必要である。
- (3) 本プロジェクトにおいて実行された荒廃地の侵食防止技術としての治山工法、植栽は、展示的な限られた工種・工法、造成法にすぎない。したがって、より現地の立地条件に適応したものにしていくためには、現地入手可能な資材の選抜、加工、施工法などをはじめとしたいっそうの技術開発研究の深化が必要であろう。

なお、これらの課題について、一定の前進が図られれば、現地スタッフ、本院スタッフの調査研究ポテンシャルは前回および今回のプロジェクトで高まっているので、成果達成は期待でき、行われてきている第三国研修などを通じ、国内や周辺国、アフリカなどへも普及・伝達されることが期待できる。

### 3-1-5 教訓および提言

#### (1) 教訓

本プロジェクトを通じ、得られた教訓として以下のことが指摘される。

- ① 本研究プロジェクトにおいては、観測施設が必須のものであり、今回この整備の遅れが、以後の研究推進に影響した。なお、施設建設の遅れには、自然災害による影響に加え、建設業者の経験不足、その労務体制の不備、それに前プロジェクト経験者の森林院本院メンバーの支援体制の不足などが相乗しており、途上国における共通した原因と考えられる。
- ② プロジェクト成果の進捗には、カウンターパート機関の財政基盤や人的配置をはじめとした組織体制の健全性が大きく左右する。侵食分野ではプロジェクト開始時にはサイトとなったアシス、パラガス・パウリスタ両試験地には専門研究者らがおらず、プロジェクトのための臨時雇用者が配置され、それも途中解雇される事態となり、推進上支障を来した面もある。また、財政的要素や本来業務もあってサンパウロ本院研究者もプロジェクト・サイトに出向く機会が少なく、カウンターパート機関内部の現地と本院関係者のコミュニケーション不足が、推進上も成果達成の遅れにつながったように考えられた。
- ③ 一方で、プロジェクト・サイトの地元民や自治体関係者においては、このプロジェクトの意義・重要性が理解されており、近隣市町村では世界銀行からの融資で溪畔林造成プロジェクトが実際に本プロジェクトをモデルに実行されており、その効果として高く評価される。

なお、この背景には、カウンターパート機関のプロジェクト・サイト関係者および日本人スタッフの協力のもとで数次にわたって実施された地元民説明会、セミナー、植樹祭、その他の環境教育プログラムなどがきわめて有効に機能していたことがあげられる。こうした地道な日常的活動を実施してきているカウンターパート機関の能力も高く評価してよいと思われる。

#### (2) 提言

プロジェクト協力終了後も研究活動を継続して、カウンターパート機関の森林院が本プロジェクト成果を最大限に活用し、研究能力を向上させ、研究成果を生かした森林回

復による侵食荒廃防止対策を確立することは、サンパウロ州のみならずブラジルの環境政策を推進するうえでも重要である。確実な研究の継続のためには、以下のようないくつかの解決すべき課題と検討すべき事項があり、これらの解消・改善のためにカウンターパート機関の体制整備などが必要と思われる。

- ① 侵食分野において、アシス、パラガス両試験地に協力期間を通じカウンターパート配置が不備で、今後も好転の兆しがみえない情勢である。これまでの研究手法・成果を確実に引き継ぐためにも、身分の安定した森林院職員の配置や現在の臨時雇用職員を協力期間終了後も継続して雇用する必要がある。
- ② 森林院は厳しい財政状況のなかで、相応の負担をしてきたが、協力期間終了後も継続した研究活動のために確実な予算措置を図る必要がある。
- ③ アグア・ダ・カショエイラ川試験流域の私有地の借地権の更新問題などをはじめ、既設試験地の確保が研究継続に必須の条件である。
- ④ A処理流域に実施される溪間、山腹工などの治山工事およびその後の樹木植栽実施エリアは、研究的側面のみだけでなく、侵食荒廃地の復旧対策のモデル展示的要素もきわめて大きい。したがって技術の普及という点からもサンプル流域となることから、維持管理に努め、研究の場だけでなく、技術研修の場、教育の場、普及の場などとしても利活用すべきと思われる。
- ⑤ 試験地に設置されている各種観測機器は研究の特殊性から日本製のものが多い。メンテナンスおよびスペアパーツの入手などを容易にするためには、逐次ブラジル国内で入手容易なものに交換していく必要がある。

以上の課題を踏まえながら、本プロジェクトの成果を発展させ、いっそうの研究の自立発展・定着化を図るうえでも、協力期間終了後も森林院は継続した調査研究が必要であり、そのためには今後の研究活動計画を策定し、それに沿った体系的・計画的実行が望まれる。

さらに、効率的な研究推進とその成果の普及のためには、他の研究機関や普及機関との連携を図っていくことも考慮されるべき事項と思われる。

## 3-2 森林回復の研究

### 3-2-1 プロジェクト目標、上位目標との関係

本課題の目標は、サンパウロ州森林院が当地域の荒廃地や溪畔地などの森林を回復する研究を自立発展的に行える能力を獲得することである。そして、研究成果が実用技術として普及、利活用されることが上位目標となる。これらの目標を達成するため、森林回復の研究は、アシス地域とパラガス・パウリスタ地域の荒廃地や溪畔地を中心に、きわめて系

統的に実施された。

まず、残存する森林の植生、群落構造と立地条件の調査から森林造成に適した郷土樹種の選抜が行われ、選抜された郷土樹種の苗木生産技術を開発するための調査研究が行われた。そして、生産された苗木を用いて立地条件を考慮した各種試験林を造成し、森林造成技術の開発が行われた。

一方、森林の発達過程による環境要因の変化を解明する目的で、造成した郷土樹種人工林と当地域の残存林で林内気象や土壌などが調査された。

これらの調査、研究を通じて、森林回復に関する研究計画、データの取り方、解析方法、研究機材の利用、管理方法、取りまとめ方法など研究を自立して行うための知識や技術がブラジル側に移転され、十分習得できたと考えられる。

### 3-2-2 インプットの達成状況

当課題には、長期専門家1名(延べ2名)、短期専門家5名(延べ7名)が派遣された。派遣は計画的でそのタイミングもよく、研究計画の樹立から試験林の設定、試験地調査やデータ解析を通じてカウンターパートを指導するとともに技術開発を行った。また、7名(今後の予定1名を含む)のカウンターパートが日本での研修を受け、現場で研究を行うための知識や技術の習得を行った。カウンターパート研修では、1996年にブラジル側の理由で計画に比べ一時的な遅れが生じたが、大きなマイナスにはならなかった。

機材・施設については、苗木生産のための散水施設などの苗畑整備が行われ、種子貯蔵施設、種子貯蔵のための低温恒温器、トラクタ、森林の環境調査のための総合気象観測装置などの機器が配備された。このなかで、総合気象観測装置の配備がやや遅くなったことを除けば、ほぼ計画に沿って行われたといえよう。これらの施設や配備された機器などは、十分利用されている。

### 3-2-3 活動・成果の達成状況

#### (1) 森林造成法の開発

##### ① 残存植生および立地条件の調査

当課題は、サンパウロ州の荒廃地や溪畔地など立地条件の異なる地域に導入可能な郷土樹種の選定、森林再生過程を明らかにすることを目的として行った。植生調査は、アシス試験地、アグア・ダ・カショエイラ流域、マリリア試験地内、カエテス保存林内の20カ所で行い、残存林の樹種構成や植生遷移を植物社会学的な手法で明らかにし、当地域では過去にどのような森林があったのか、森林がほとんどなくなった現状から、過去に存在した森林を復元するにはどのような方法があるのかを検討した。

植生調査で出現した樹種は451種で、当地域では種の多様性が非常に高いことが認められた。これらの樹種を、調査箇所の環境条件を考慮して種組成によるグルーピングを行い、立地条件ごとに生育に適した郷土樹種を14のグループに区分した。そして、荒廃地や溪畔地、湿地などの試験林に導入可能な郷土樹種を選定した。

また、植生調査から当地域における森林の遷移の予測が不可能となり、森林の発達過程推定ができるようになった。一方、アシス試験地内のセラードに生育する樹種290種について、樹種の同定調査を行い、標本を採集し標本室に保管するとともに、各樹種の写真や生態的情報をパソコンに入れ、インターネット上でみられるようにして普及した。

地質や土壌調査は、アシス試験地内、アグア・ダ・カショエイラ流域、マリリア試験地で行った。地質は、アグア・ダ・カショエイラ流域では本流を境に上流と左岸側ではマリリア・フォーメーションに、右岸側はアダマンチナ・フォーメーションに、アシス試験地はアダマンチナ・フォーメーションに属していた。セラード地域の土壌は、いずれも貧栄養で強酸性の砂状構造であった。

これらの結果から、試験林造成箇所の地質や土壌条件を考慮して、荒廃地や溪畔地、湿地などに植栽する郷土樹種を選抜する資料とした。また、試験林造成にあたり、将来形成される森林を想定し混交させる樹種や混交度合い決定の資料とした。

## ② 郷土樹種育苗技術の開発

森林造成を行うために人工植栽が必要か、天然更新が可能か否かを検討するため、アグア・ダ・カショエイラ流域にある溪畔林内とそれに隣接した樹木のない場所で埋土種子の種類や量の調査を雨期と乾期に行った。埋土種子は、樹種数、数量とも林内が林外よりも格段に多かった。林外土壌に含まれる埋土種子の発芽試験では、森林を構成する高木性樹種の発芽が少なく、天然更新による森林再生は困難であることが認められた。このため、近くに種子供給源のない地域で森林を回復するためには、造林を行うことが必要であることが明らかになった。

森林造成のために残存植生調査結果から選抜された郷土樹種について、開花・結実、採取時期、選果方法、種子特性などが明らかにされた。これらの樹種の発芽試験や苗木生産技術を確立するため、アシス、パラガス・パウリスタの両苗畑が整備された。挿し木試験では、郷土樹種4種が挿し木による繁殖が可能であることが確かめられた。また、育苗に使用するポット容器やサイズの異なる試験では、成長の早いパイオニア樹種などでは容器の大きさに成長が比例し、容器の容量が大きいほど成長がよいことが確かめられた。このようにして開発された苗木生産技術を用いて、当プロジェクトで実施する試験林造成に必要な郷土樹種を中心とした約70種について、年間約2万本

の苗木を生産し供給した。

当課題の成果として、従来育苗や造林がほとんど行われていなかった郷土樹種60種についての種苗技術を「熱帯樹木の種苗」として刊行し、技術の普及を図った。また、生産した苗木を地域の植栽団体に供給し、緑化に協力している。

### ③ 森林造成技術の開発

森林回復を行うため、荒廃状況や立地環境を考慮して天然更新、エンリッチメント、新植試験などを行った。天然更新が行われている場所で更新を促進する処理方法は、当地域で最も優勢な植生である *Brachiaria decumbens* を除草剤で枯死させることであり、レーキ処理や地表の耕耘などによる地表の攪乱はマイナス効果がみられた。まだ結論は得られていないが、上層植生やその密度が異なる森林での天然更新試験、セラーード林内や溪畔林内で天然更新促進を兼ねたエンリッチメント試験も実行している。

新植による森林回復試験は、立地条件ごとに選抜された郷土樹種を用いて計画どおり試験林311haを造成した。これら試験林の造成に際しては、地ごしらえ法、セラーードや湿地、溪畔地などの立地条件の違い、植栽密度の違い、異齢苗の混植、有用樹種とパイオニア樹種との混植、大苗植栽、施肥試験など多くの試験地が設定され、環境条件に適する造林技術と樹種選択のためのデータが順調に収集されている。これら新植試験地は、設定されてから古いものでも3年、新しいものは設定されたばかりであり、古い試験地では樹種ごとの活着率や初期成長などの成果が得られている。

溪畔林の造成は、付近の農家から借地して実施している。このため、森林回復について農家の意見を調査し、溪畔林造成を普及するためには、今後どのようなことが必要であるかについて検討を行った。ほとんどの農家は、溪畔林造成に対してよい印象を持っており、農家自身が溪畔林造成を行うためには、苗木の援助と技術的な指導が必要であることがわかった。

当課題の成果には、除草剤を使用する造林法が、従来の造林方法よりも低コストで行えることが明らかとなり、マツやユーカリなどの造林法として採用され普及されるようになってきた。また、第三国研修がアシスで行われるようになり、カウンターパートが森林回復や溪畔林造成の講師として出席するようになり、得られた技術の普及を行っている。さらに、近くの市町村が世界銀行の融資を受けて、本プロジェクトをモデルにした溪畔林造成を行うようになり、造成技術の相談に応じている。

## (2) 環境保全効果の検討

### ① 造成した森林における環境要因の調査

森林が生育するに従い、林内の気象環境がどのように変化するか、植生が変化することで土壌条件がどのように変化するかを把握する目的で行った。郷土樹種人工林お

よび残存林などのタイプの異なる林内に、総合気象観測装置を設置して林内環境を観測するとともに、土壌の物理性や化学性についても調査を行った。

林内の最高、最低温度は、森林が発達するに従い両者の差が小さくなり、気温が安定することが確かめられた。また、土壌は、森林が発達するに従いA0層のリターが厚くなるとともに堅密度が低くpHは中性に近づくことが明らかになった。総合気象観測装置の供与は、1996年と遅かったため長期の観測データは得られていないが、これまでの測定結果では、林内環境は極相林、溪畔林、セラード、植栽地、牧場の順に安定化し、森林の発達状況に応じて好ましい環境が創られることが明らかにされた。これらの成果は、森林造成の成果を含めて地域の住民に対する環境教育に活用されている。

#### 3-2-4 今後の課題と展望

森林造成技術の開発についてみると、造成初期段階の苗木の活着率や成長が少しわかったにすぎない段階でプロジェクトが終了することになる。森林造成技術の開発を行うには、植栽後の長期にわたる成長経過や樹種間の競争を解明するための継続研究が必要であることはいうまでもない。終了段階は、それらを解明するための材料が揃った段階であるといえる。設定された試験地は、今後の成長状況や林分構造の変化を明らかにすることで、立地条件に適する郷土樹種の再選抜を行うことができ、当地域の森林再造成に適する樹種と森林造成技術が確立されることが考えられる。

環境保全効果の検討では、このテーマにとって主要な観測機器である総合気象観測装置の配備を行った。新植地の環境変化を明らかにすることがひとつの目的であることから、観測装置の配備に先立ち、新植地の造成を行った。現在のところ、装置は設置されて1年を経過しておらず、データの収集段階である。現場見学の際には、土壌水分がうまく測定できていないようであり、早急に業者を呼び検討するよう要請し、解決を図った。この機器はブラジルで購入したものであり、メンテナンスに大きな障害はないと考えられる。森林が発達するに従い、森林の環境がどのように変化し、環境を形成するかは、地域住民などに対し森林造成の効用をわかりやすく普及するよい材料となる。そのためにも、長期の継続観測を行うことによって、森林の環境保全効果を解明することが望まれる。

ブラジル側は、終了後独自で研究する26課題を資料9(2)のように決め、継続して調査研究を行う計画である。カウンターパートもぜひ継続して調査を行い、将来は「溪畔林の造成マニュアル」を刊行したいという意向であった。ただ、問題は、政策により研究費が左右されることで、今後も日本にぜひ協力してほしいと強く要望された。



### 3-2-5 教訓および提言

当課題の成果には、主要な郷土樹種60種について開花・結実、採取時期、選果方法、育苗方法、それに生態的特性までを含めて解説した「熱帯樹木の種苗」を刊行し、普及したことがあげられる。森林院は、これまで単行本を出したことがなく、ブラジル側自身も大きな成果として評価していた。このほかの研究業績としては、プロジェクト期間中に11編の論文が発表され、このなかにはトルコで開催された国際林学会大会での発表も含まれている。論文発表は、プロジェクト前に比べ格段に多くなっている。また、得られた技術を積極的に普及するなど順調に成果があがっており、プロジェクトの目標であった研究能力の向上、さらにはその技術の普及が果たしているといえる。

また、当課題は系統的に計画され、その計画に沿って実行されており未発表の研究成果も蓄積されている。これは、日本側長期・短期専門家、およびブラジル側カウンターパートの双方が一致協力した成果と考えられる。このように双方が協力した背景には、ブラジル側森林院に日系の研究者がいて、双方の意見の違いをうまく調整したこと、プロジェクト期間中にカウンターパートの移動がほとんどなく継続して課題を担当したことも見逃せない点と思われる。また、適切な試験計画の樹立とともに、それらを実行する日本・ブラジル双方の研究者の能力が高かったことも大きな要因であろう。

一方、溪畔林造成地は、私有地で5年間の契約期間で借地したものである。プロジェクト終了時には、この契約が切れることとなる。これら借地を今後も継続し、試験地を破壊することなく現状を維持し研究を継続することが重要である。借地を将来にわたって維持することを、ブラジル側に強く要請した。

## 第4章 評価結果の総括

### 4-1 結論

本プロジェクトにおいて実施された侵食防止および森林回復分野の研究は、サンパウロ州の環境保全に大いに貢献できるものである。

森林回復分野においては、特に大きな問題もなく、順調にプロジェクト活動が実施され、満足な成果が得られている。

一方、侵食防止分野においては、侵食機構の解明など、基礎的・先導的成果は得られているが、プロジェクト期間後半に計画された課題については、自然災害の影響による観測施設やその付帯工事の遅れおよび各試験地へのカウンターパートの配置不足により、当初計画していた成果を十分達成するまでには至らなかった。しかしながら、試験研究の企画、立案、実施方法、データ収集方法および研究機材の利用・管理方法などの基礎的研究技術は習得できたと考える。

なお、プロジェクト終了後は両分野において、継続したデータ収集およびその解析・評価、さらに研究成果の公表、普及を実施していくことが肝要である。

### 4-2 提言

森林院がこれまでの本プロジェクト成果を最大限に活用し、侵食防止および森林回復分野の研究を継続して実施していくことは、ブラジルの環境政策を推進するうえで重要である。

本プロジェクトの成果を発展させ、両分野の研究の自立定着化を図るためには、継続した研究が必要であり、このためには、森林院は協力終了後に独自で展開する研究活動を明確にし、少なくとも今後数年間の研究活動計画を策定することが必要であり、その研究活動計画に沿って体系的・計画的に実施していくことが重要である。

両国政府は、この研究活動計画の進捗状況のモニタリングによって、活動計画の実施に日本の協力の必要性が認められる場合には、ブラジルの要請に基づく、JICAによるアフターケアなどによる協力実施の可能性について検討することが望まれる。したがって、森林院は、上述の研究活動計画の進捗状況について毎年、JICAサンパウロ事務所に報告書を提出することが望まれる。

今後両分野の研究を継続して実施するためには、侵食防止分野の各試験地への適切な研究員の配置を含む、研究体制を強化する必要がある。また、私有地の借地権の更新など既設定試験地の確保および今後の研究活動計画に対応した予算を確保していかなければならない。

また、効率よく研究を推進し、その成果を普及するためには、他の研究機関および普及機関との連携を図っていくことが必要である。



# 資 料



1 終了時評価調査表

作成日：平成 10年 3月 30日

担当：林業技術協力課

滝 勝也

|                           |  |       |  |
|---------------------------|--|-------|--|
| 案件名                       | (和)ブラジル国 サンパウロ州森林・環境保全研究計画協力事業<br>(英) The Forest and Environment Conservation Research Project in the State of São Paulo |       |  |
| 供与国                       | ブラジル国  |       |  |
| 協力期間(R/D協定上)              | 1993年2月1日～1998年1月31日(5年間)  |       |  |
| 事業分野                      | 社会開発/保健医療/人口家族/農林水産業/産業開発  |       |  |
| 技術協力分野                    | 研究開発/技術普及/人材育成   |       |  |
| 相手国実施機関<br>EVALUATION 調査団 | サンパウロ州環境局森林院<br>(担当)   | (氏名)  | (所属)                                       |
|                           | 統括   | 井上 敏雄 | 農林水産省 森林総合研究所<br>次長                        |
|                           | 協力評価   | 早川 雄司 | 農林水産省 経済局 国際部<br>技術協力課 海外技術協力官             |
|                           | 侵食機構   | 真島 征夫 | 農林水産省 森林総合研究所<br>森林環境部 水土保持科 科長            |
|                           | 造林/森林生態  | 竹内 郁雄 | 農林水産省 森林総合研究所<br>生産技術部 育林技術科<br>植生制御研究室 室長 |
|                           | 計画評価   | 滝 勝也  | 国際協力事業団 林業水産開発協力<br>部 林業技術協力課              |
|                           | 評価分析   | 高田 亘  | CRC海外協力株式会社<br>業務1部 主席研究員                  |
| EVALUATION 調査実施日          | 1997年12月1日～1997年12月18日(18日間)   |       |  |
| プロジェクトアザインマトリックス (PDM)    | 添付資料 (評価時点におけるPDMを添付)  |       |  |
| 活動計画書 (PO)                | なし   |       |  |
| 実績記入表                     | あり   |       |  |

| 評価結果総括        |   |
|---------------|---|
| (1) 総論        | 本プロジェクトは、1997年1月末の技術協力期間終了時にはプロジェクトの所期の目的を概ね達成できる見込みである。本プロジェクトにおいては、その実施過程においていくつかの困難に直面したが、その都度、両国関係者の努力と適切な実施計画の調整によりプロジェクト目的が達成された。また、本プロジェクトは、世界的な関心の中、荒廃地の回復を急務とするサンパウロ州の森林・環境保全に資するものであり、時宜を得た計画であった。協力期間終了後は森林院が独自に研究活動を継続することが求められるが、その過程で日本の協力の必要性が認められる場合、アフターケア等の協力の検討が求められる。   |
| (2) 実施効率性     | 専門家派遣、研修員受入、機材供与、ラジカル側投入等、本プロジェクトのインプットは量・質・タイミングともに適切であった。ただ、侵食防止分野で試験地へのC/Pの配置が十分でなかったこと、試験施設の一部工事が遅れたことが効率性を阻害した。しかし、日本側技術支援委員会から適切な支援が得られたこと、他の活動(第三国研修)との連携も適切に行われたこと、実施機関が過去に日本の技術協力による研究プロジェクトを実施した経験があったこと、実施機関内外の日系スタッフの協力があったこと等によりインプットが効果的に成果につながった。  |
| (3) 目標達成度     | サンパウロ州の荒廃地における土壌侵食防止および森林回復に関する森林院の研究能力は大幅に向上した。プロジェクトで計画された通り研究活動が実施され、十分な成果が得られた。また、活動を通して移転された技術と機材・施設の整備により森林院の研究スタッフの研究能力と活動範囲は大幅に向上し自立発展的に研究を行う体制が整ったと判断される。  |
| (4) 案件の効果     | 土壌侵食防止及び森林回復に関する森林院の研究体制が整備されるとともに、職員の研究、調査、解析手法が向上した。また、研究成果が地域住民に対する環境教育に活用されており、学会、シンポジウム及び第三国研修等での発表により普及されている。具体的効果の一例として、プロジェクトサイト近隣の市町村が、本プロジェクトをモデルとしてパラナバネマ川中流域管理プロジェクトを開始し、溪畔林造成を推進している。  |
| (5) 当初計画の妥当性  | 上位目標、プロジェクト目標は妥当であり、投入、成果及びそれらの関連性は適切に設定された。サンパウロ州では、主として農牧畜業の開発に伴い森林の破壊と減少が急激に進行し、農用地の粗放な管理に伴う土壌侵食等の土地保全問題が顕在化している。森林院は、土壌侵食防止、森林回復に関する実用技術の開発という任務を担っており、本プロジェクトの研究活動には高いニーズが認められる。   |
| (6) 自立発展性の見通し | 組織的、財政的、技術的各側面でプロジェクトの自立発展性が認められる。サンパウロ州の環境政策の中で土壌侵食防止と森林資源の保全は特に重要なもので引続き政策的・財政的支援が期待される。森林院の研究スタッフは本プロジェクトの研究活動を通じ研究手法、資機材の使用・管理方法等の技術を習得し、協力期間終了後も独自に研究活動を継続できるものと判断される。また、研究成果が学会、シンポジウム、第三国研修等で発表されており、ブラジル国内及び周辺国への波及も期待できる。ただし、今後の課題として、侵食防止分野の試験地への安定的な研究員配置、私有地の借地継続等による試験地の確保が指摘される。また、観測機器は今後の保守を考慮し、逐次ブラジルで入手容易なものに交換していく必要がある。 |



## 1. 協力実施のプロセス

|  |   |
|--|---|
| <p>1. 要請の内容と背景</p> <p>(1) 要請発出</p> <p>(2) 内容と背景</p>      | <p>1990年9月</p> <p>ブラジル連邦共和国サンパウロ州では、農業、牧畜開発に伴って森林の破壊と焼失が急激に進行し、1850年頃には森林面積は州面積の80%を占めていたのに対して、1990年には6%にまで減少したと見積られている。残されている森林の多くは二次林であるが、一部には原生林もあり、生物の多様性と貴重な生物種の保全のために、また地域の環境保全のために残存する森林の保全と適切な管理が求められている。一方、農地化・放牧地化された地域は土壌侵食によって地力の低下は著しく、河川への土砂流出は毎年2億立方メートルに及ぶとされている。こうした地域では、植生回復によって侵食をくい止めることが緊急の課題となっている。</p> <p>こうした背景を踏まえて提案されている要請課題は「森林管理による環境保全の研究」で、内容は以下のように2つの部分から構成されている。</p> <p>1. 大西洋岸林の保全と多目的利用のための経営管理研究</p> <p>東海岸の大西洋岸沿いには、一部原生林を含む森林（マタ・アトランチカ）が残されており、アマゾンと並んで貴重な森林資源となっている。</p> <p>サンパウロ州南東の海岸に沿ったジュレイア地区には原生林を含む森林が残されており、当該地域において、農業開発にともなう森林消失に歯止めをかけ、かつ地域住民の生活の安定性を確保するために、森林生態系の保全とそこから生産される野生動物等の有効な利用を含む森林の持続的経営管理に関する研究について要請された。</p> <p>2. 保護林の設定による土壌保全の研究</p> <p>農地化・放牧地化された広大なセラード地域の土壌侵食を防止し、水源かん養を図るために、保護林の造成による土壌保全技術の開発に関する研究が要請された。</p> |
| <p>2. 協力実施プロセス</p> <p>&lt;計画立案段階&gt;</p> <p>(1) 事前調査</p> | <p>1991年11月（18日間）</p>   |

(調査内容／調査結果に  
基づく決定事項)

ブラジル連邦政府から要請されている「森林管理による環境保全研究」について、要請内容、伯側の実施体制、プロジェクトサイトの生活環境等について調査し、我国の協力実施妥当性を検討し、プロジェクト実施の基本方針、協力内容の具体的な枠組について、相手国の実施機関及び関係機関と協議することを目的として事前調査団が派遣された。

調査内容は次のとおり

#### 1. 要請内容の検討

要請されている「森林管理による環境保全研究」は2つの内容から構成されている。それぞれの課題、対象地とも重要であるが、「研究対象がかなり異なること」「対象地を2カ所とした場合のプロジェクト運営の困難性」「また、ジュレイアでのテーマは限られた期間で成果を出すことが困難」等からアシス(サンパウロの西450 km)を中心としてアグアダカシヨエイラ川において「土壌保全の研究」を行うこととした。

#### 2. 研究協力課題

当初、ブラジル側は物理的な侵食防止分野の必要性の認識が薄く、天然植生の回復によるものみに重きを置いていたようだったが、大筋としては最終的に日本側の提案である以下の研究に内容で合意した。

##### 1) 侵食防止の研究

- ① 侵食地の実態及び機構の解明
- ② 土地利用形態による侵食への影響調査
- ③ 侵食防止法の開発と実証

##### 2) 森林回復の研究

- ① 森林造成法の開発
- ② 環境保全効果の検討

#### 3. ローカルコスト負担について

プロジェクトの実施機関である森林院は日本に対しローカルコスト負担を要請しているが、援助窓口であるブラジル協力事業団(ABC)は、実施機関が負担すべきであるとの原則論を崩さず、現在までのところ口上書の交換を必要とする形でのローカルコスト負担が認められた事例はない。R/D締結以前に、ABCの了解を取付ける必要がある。

(2)長期調査

1992年3月～1992年5月(40日間)

(調査内容／調査結果に基づく決定事項)

1991年11月に派遣された事前調査団の報告に基づいて、研究計画の具体的な内容(研究項目、研究手法、研究サイト、必要な資機材等)と両国のとるべき措置等について、現地調査を含めて協議し、協力計画の基本線を双方でまとめるために長期調査員が派遣された。

調査結果は以下のとおり。

#### 1. プロジェクトの役割

森林の減少とそれに伴った土壌侵食の進行は、サンパウロ州のみならずブラジル全土、また周辺各国においても深刻化しており、早急な対策を求められている。本計画では土壌侵食と森林に関する基礎的な研究を行うとともに、日本からの技術を導入し実証的な研究を行うことで、今後の土壌侵食対策に用いる技術を開発する。

#### 2. プロジェクト・サイト

プロジェクト・サイトは、アシス試験場及びその管轄下のパラガスパウリスタ試験地とアグアダカシヨエイラ流域が中心となる。一部の試験研究は、サンパウロ市内の森林院本部にある研究施設を用いて行う。

3. 派遣専門家専門家の分野としては、侵食機構、侵食防止、造林・森林生態が考えられ、そのうち1名がチーフアドバイザー(またはチームリーダー)を兼任する。また、この他に調整員を派遣し、計4名とするのが適当であろう。

#### 4. ローカルコスト負担

プロジェクトの研究内容を基礎研究だけにとどめず、実証的なものにするためには日本側のローカルコスト負担が望まれ、このための費目としては造林対策費が適当である。

#### 5. プロジェクトの組織

プロジェクトの最高機関として合同委員会を設置するが、その他に日常的な問題処理にあたるための月例会議、及び研究の進捗状況を確認するための会議を少なくとも3ヶ月に一度開くことが望ましい。

#### 6. 社会科学的な面からの研究

現在予定されている研究内容は、自然科学的(物理的、生態的)なアプローチに限られているが、将来の普及を念頭に置くと、対象が私有の農地であることもあり、土壌保全林の造成が農家経営に及ぼす影響を調べ、林地と農牧地との共有共存を図っていく必要性が考えられる。技術の普及を図っていくためには、農家側の視点から技術を受入れるための条件等を考えるべきであり、社会科学的なアプローチが不可欠である。

(3)実施協議

1992年11月～12月(20日間)

|  |  |
|--|--|
| <p>(調査内容／調査結果に基づく決定事項)</p>   | <p>これまでの日伯の協議結果を踏まえ、プロジェクト協力の基本計画、相手国のプロジェクト実施体制、協力専門家別の技術移転課題及び専門家の生活環境等を調査するとともに日伯実施機関とR/Dの協議・締結を行うことを目的として、実施協議調査団が派遣された。</p> <p>調査結果は以下のとおり。</p> <p>1. 協力の基本計画</p> <p>プロジェクトの基本計画については、1) 協力の目的、課題、場所 2) 専門家の派遣 3) 機材供与計画 4) カウンターパートの配置計画 5) ブラジル側の施設等整備計画 6) 合同委員会の構成について、R/DのANNEXのように合意した。</p> <p>また、ローカルコスト負担割合についても、M/Mのとおり合意した。しかし、ブラジル協力事業団の今回のローカルコスト負担問題に対する措置は、ローカルコストは原則的にブラジル側要請機関が負担するべきものであるというこれまでのブラジルの考え方を変えるものではない。要請機関と日本側がローカルコストを折半することを条件に例外的措置として認められたものである。</p> <p>2. 協力実施の留意事項</p> <p>協力実施にあたっては、暫定実施計画の早期作成とともに、ローカルコスト負担比率の問題もあることから、ブラジル側の負担分も含めて造林対策費等の管理を適正に行う体制を整える必要がある。</p> <p>また、本件は、協力の成果がプロジェクトサイトやサンパウロ州にとどまらず、広くブラジル国内の財政的に困難な各州、さらには同様の条件下にあり、農地の土壌侵食の問題を抱えている他の途上国にも普及されるよう配慮する必要がある。</p> |
| <p>3. 実施協議のプロセス<br/>       &lt;実施段階&gt;<br/>       (1) 計画打合せ<br/>       (担当/氏名/所属)</p> | <p>1993年7月～8月 (16日間)</p>   |

(調査内容／調査結果に  
基づく決定事項)

1992年12月に締結したR/Dにより合意された協力課題に対し、現在までの進捗状況、実施体制整備状況及び問題点を把握し、今後の残された協力期間中に実施する具体的内容について先方政府及びプロジェクトと協議し、暫定実施計画(TSI)を策定することを目的として、計画打ち合せ調査団が派遣された。

調査結果は以下のとおりある。

1. TSI上のプロジェクト活動については、大課題、中課題、小課題の3区分とし、大課題、中課題については、R/DのANNEXのとおりとし、新たに、TSIに取入れるものは小課題のみとした。

小課題については、日伯双方のプロジェクト関係者が参加する全体会議で検討し、課題名の確定を行った。さらに小課題の具体的内容について、双方が理解を同じくするため、侵食防止と森林回復の両グループに分かれて意見交換を行った。

このようにして作成されたTSI(案)は、第1回合同委員会で審議・承認され、関係者が署名した。

2. ミニッツについての合意

TSI署名に至る過程や現地調査の中で、日伯双方が記録にとどめるべきであるとの合意に達したものについては、ミニッツとして取りまとめた。

1) 本プロジェクトが研究プロジェクトであることの確認。

プロジェクトの成果がブラジル側の普及活動に有効な形で取りまとめられることの重要性。

2) プロジェクトが主にアシスとパラガスパウリスタで実施されることの再確認。

3) プロジェクトが各種会議を持つこと。

4) 十分なC/P配置についての再確認。

5) ブラジル側のコントリビューション確保についての再確認。これに関し森林院と州環境局が州予算の中に必要な予算額を確保することの記載。

6) 郷土樹種による森林回復に、有効な場合、いくらかの外來樹種の使用も行うこと。

7) 植生回復と侵食防止の統合効果モニターの重要性につき意見があったことの記載、併せてこのことはプロジェクト期間中には困難であろうことの記載。

(2)巡回指導、中間評価

1995年11月(18日間)

|  |   |
|--|---|
| <p>(調査内容／調査結果に基づく決定事項)</p>   | <p>R/D及びT S Iの内容に基づくこれまでのプロジェクト活動の実績を把握し、協力期間前半の活動に対する中間評価を行い、その結果に基づいて、今後残された協力期間のプロジェクト活動に対する指導・助言を行う。また、プロジェクトの実施体制及び運営状況について現状を確認し、必要な助言を行うことを目的として巡回指導調査団が派遣された。</p> <p>調査結果は以下のとおり。</p> <p>1. 事業の進捗状況</p> <p>1) 侵食防止</p> <p>侵食防止研究分野では、空中写真により侵食実態が把握されるとともに総合気象装置及び数台の雨量計による気象条件の観測が開始されている。また、土地利用形態別流出土砂量測定プロットが6ヶ所に設定され、1ヶ所で観測が開始されている。流出土砂量の観測のために、量水堰堤がA・B流域に建設され、A流域では観測が開始されている。</p> <p>このように、これまでは研究の基盤整備であったが、それがほぼ整い、今後多くのデータが得られその解析が進むと判断され、今後の成果が期待される。ただし、B流域量水堰堤の周辺工事を早急に行うことと、多数の観測を行うためのすみやかな人員補充（C/Pの配置など）が望まれる。</p> <p>2) 造林分野</p> <p>森林回復分野では、アシス及びパラガスパウリスタ両苗畑が整備され、郷土樹種を含む苗木が順調に生産されている。苗木の生産技術では、種子採取とその保存、苗木ポットの大きさとその生長及びその植栽後のデータが順調に収集されている。この分野はC/Pの配置も適切であり特段問題はないと考えられた。</p> <p>2. その他個別協議事項</p> <p>プロジェクトの運営に関連して、いくつかの項目について協議し、対応策等を要望した。</p> <p>1) C/Pの適切な配置 2) 日伯双方のコミュニケーション 3) 成果（普及用パンフレットも含めて）の発行 4) 自動車の効率的利用 5) B流域の量水堰堤工事 6) 長期専門家間の情報交換及び意思統一</p> |
| <p>4. 協力実施過程における特記事</p> <p>(1) 実施中当初計画の変更はあったか</p> <p>(2) 実施中にプロジェクト実施体制の変更はあったか</p> | <p>量水施設関連工事の遅延に伴い、当初計画していた研究スケジュールの調整を行った。</p> <p>実施機関である森林院の総裁が3回交代したが、組織及び運営体制の変更はなかった。</p>   |

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <p>5. 他の協力事業との<br/>関連性</p> | <p>1) 実施機関である森林院は過去に「サンパウロ林業研究計画（1978～1986）」を実施しており、その経験がJICA専門家とのコミュニケーションに役立つなど本プロジェクトの実施に有効に作用した。</p> <p>2) また、森林院は上記の成果をもとに「第三国研修」を実施しているが、本プロジェクトの試験地が実習に使用された他、カウンターパートが講師を勤め成果がこの研修を通じて近隣国への伝播されるなど、相互に効果的な連携が保たれた。</p> |
|----------------------------|--|

II. 計画達成度

| プロジェクトの要約  | 指標   | 実績  | 外部条件   |
|--|--|---|--|
| <p>上位目標</p> <p>サンパウロ州森林院による土壌侵食防止及び森林回復に関する研究成果が実用技術開発に活用される。</p>  | <p>土壌侵食防止及び森林回復に関する森林院研究成果活用の実行例</p>   | <p>郷土樹種による森林再生技術が開発され溪畔林の造成に活用されたが、全般的には実用技術開発までの段階に至っていない。</p>   | <p>1. 森林政策に変化はない。<br/>2. 地域社会への受入可能性は十分に認められる。</p>   |
| <p>プロジェクト目標</p> <p>サンパウロ州森林院の荒地における土壌侵食防止及び森林回復に関する研究を自立発展的に行う能力が向上する。</p>   | <p>1. 研究成果のとりまとめ状況<br/>2. 研究用機材の維持・管理・利用状況<br/>3. 技術移転を受けた研究スタッフの研究能力向上度</p>   | <p>侵食防止及び森林回復両分野における研究成果が取りまとめられ、学会等で発表された。機材・施設は良好に整備利用されている。研究スタッフは研究能力は大幅に向上している。</p>  | <p>1. 州の財政政策により研究員の確保に不安がある。<br/>2. 森林員の基盤は強固で研究活動の自発的な展開、継続は可能である。<br/>3. 州の政策的・財政的支援継続は可能と判断される。</p> |
| <p>成果</p> <p>1. 侵食防止の研究<br/>(1) 侵食地の実態及び機構の解明<br/>(2) 森林の侵食防止効果の解明<br/>(3) 侵食防止法の開発</p> <p>2. 森林回復の研究<br/>(1) 森林造成法の開発<br/>(2) 環境保全効果の検討</p> <p>3. 上記研究に必要な機材・施設が維持管理、利用される。</p>     | <p>1. 侵食防止の研究での、<br/>(1) 侵食地の実態及び機構の解明状況<br/>(2) 森林の侵食防止効果の解明状況<br/>(3) 侵食防止法の開発状況</p> <p>2. 森林回復の研究での、<br/>(1) 森林造成法の開発状況<br/>(2) 環境保全効果の検討状況</p> <p>3. 研究機材、苗畑、試験林、施設の整備利用状況</p> | <p>1. 侵食防止研究<br/>カショエラ川流域の侵食の実態と侵食発生機構が解明された。森林の侵食防止効果については一部工事の遅れにより期間内での全容の立証は困難だが、データの解析技術は移転されている。侵食防止法に関しては現地入手可能な資料を活用した溪間工、山腹工が開発施工された。</p> <p>2. 森林回復研究<br/>主要な郷土樹種の発芽特性が解明され各種育苗法が開発された。試験林、溪畔林の造成により、郷土樹種による森林再生技術が開発された。また、気象観測等により、森林の環境保全効果が確認された。</p> <p>3. 両分野において施設、機材共に有効に活用され、保守管理状況も良好である。</p> |  |
| <p>活動</p> <p>1. 上述の各研究分野 (2 分野、5 中課題)において以下の活動を行う。<br/>1-1 試験の企画、計画、立案<br/>1-2 試験の実施<br/>1-3 データ整理、分析<br/>1-4 技術報告書、論文へのとりまとめ<br/>1-5 学会等での発表</p> <p>2. 研究用機材・施設の維持管理、利用体制を構築する。</p> | <p>投入<br/>(日本側)<br/>1. 専門家派遣<br/>2. 研修員受入<br/>3. 機材供与<br/>4. ローカルコスト負担<br/>(造林プロジェクト推進対策費他)<br/>(ブラジル側)<br/>1. カウンターパート<br/>2. 土地、建物、付帯施設<br/>3. 機械、器具、車両、資材<br/>4. ローカルコスト</p>    | <p>投入<br/>(日本側)<br/>1. 専門家派遣<br/>長期専門家：9名<br/>短期専門家：20名<br/>2. 研修員受入：11名<br/>3. 機材供与：約217百万円<br/>4. 造林プロジェクト推進対策費：141百万円<br/>(ブラジル側)<br/>1. カウンターパート：22名<br/>2. 土地、建物、付帯施設<br/>3. 機械、器具、車両、資材<br/>4. 造林プロジェクト推進対策費(ローカルコスト)：約620千米ドル</p>  | <p>州の財政事情による雇用政策の影響で、侵食防止分野における現場の研究員の安定した配置がなかった。</p>   |



|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  |  |  | <p>前提条件</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 森林院の努力により、必要最低限のコストが確保された。</li><li>2. 森林院の研究員の基礎的な研究能力は確保されている。</li><li>3. 土地所有者の理解と協力により試験地の確保に問題はなかった。</li></ol> |
|--|--|--|---|

III. 評価結果要約

1. 目標達成度

|   | 成果の達成度   | プロジェクト目標達成を促進／阻害する要因 |
|---|--|----------------------|
| <p>(1) プロジェクトの各「成果」が「プロジェクト目標」達成につながったその度合い</p> | <p>成果 1.(1) 侵食地の実態とメカニズムの解明<br/>                     アグア・ダ・カショエイラ川流域の侵食形態、規模、分布等の特徴や土地利用との関係、また、土質、地形、地被条件等の素因や降雨特性等の誘因との関係など、侵食発生機構が明らかにされた。</p> <p>成果 1.(2) 森林の侵食防止効果の解明<br/>                     異常な豪雨による工事中断等により観測施設が遅れ、試験流域の流域処理としてのA流域の各種治山工事や植栽事業が施工中であり、各種治山工の施工や森林造成の効果を立証する観測データが入手できていないが、データ入手方法、解析手法等の技術は森林院研究員に移転された。</p> <p>成果 1.(3) 侵食防止法の開発<br/>                     アグア・ダ・カショエイラ川流域のA、B両処理比較流域にて、日本で研修を受けたカウンターパートにより現地の荒廃状況に適應し、現地入手資材を利活用した各種の溪間工、山腹工の治山工法が開発施工された。</p> <p>成果 2.(1) 森林造成法の開発<br/>                     立地環境条件ごとに植栽適正樹種のリストが作成された。主要な郷土樹種について発芽特性が明らかにされ、挿し木育苗法、ポット育苗法等が開発され、その成果は「熱帯樹種の種苗」として刊行された。開発された育苗法で生産された苗を用い試験林及び溪畔林を造成し、苗の活着・成長に効果の大きい地寄せ法、植栽間隔、混栽方法及び天然更新を誘導するための地表処理方法等、郷土樹種による森林再生技術が開発された。</p> <p>成果 2.(2) 環境保全効果の検討<br/>                     森林内外の気象観測及び土壌の深さ、硬度、pH等から、森林の発達に応じて気象条件、土壌条件とも安定し、良好な環境を創り出すことが明らかにされた。</p> <p>成果 3 研究機材・施設の維持管理、利用<br/>                     侵食防止分野及び森林回復分野で建設・配備された研究用施設・機材は有効に利用され、良好な状態に整備されている。</p> |                      |

|                            | 活動の状況  | 成果達成を促進／阻害した要因   |
|----------------------------|--|--|
| (2) プロジェクトの各活動が成果につながった度合い | <p>1.(2) 森林の防止効果の解明</p> <p>a. 土地利用別流出土壌量のプロット試験<br/>アシス試験地に土地利用条件の異なる表面流出土壌量測定プロットが6箇所建設され、森林の持つ水土保全に果たす有効性を検証する比較試験が実施された。試験プロットでは流出水量、流出土砂量、流出水中の浮遊土砂量、土壌水分等を比較検討中である。プロット試験とは別に、侵食荒廃地における森林復元の有効性の解明のため、同様に各土地利用別に簡易な現地水利実験が行われた。</p> <p>b. 荒廃流域における治山施工前・後の流出土壌量流域試験<br/>溪間工、山腹工の治山工事や樹木の植栽による流域処理の効果を解明するため、アグア・ダ・カショエイラ川流域の2つの荒廃流域(A、B流域)に量水堰を建設が建設され、流出水量、水質、流出土砂量等の観測が計画された。A流域において無処理の基準期間の観測が実施されたが、その後の流域処理が未完成(1998年3月完工済)のため処理期間の観測が遅れている。無処理流域であるB流域では、量水堰の完成が遅れ(1997年12月完工済)、現在データの収集・解析が行われつつある。</p> <p>1.(3) 侵食防止法の開発<br/>アグア・ダ・カショエイラ川流域のA、B両流域に、日本で研修を受けたカウンターパートにより、現地の荒廃状況に適応し、かつ現地入手資材を利活用した各種の溪間工、山腹工等の治山工法が検討された。また、森林回復分野により溪岸保全林としてアグア・ダ・カショエイラ川沿いに侵食防止林が広範に造成された。</p> | <p>促進要因</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 森林院の人材を含む研究実施体制が整備されていたこと</li> <li>・ 第三国研修との有機的な連携があったこと</li> <li>・ 日本側支援機関の適切で継続的な支援があり、現地に適応できる専門家が派遣されたこと</li> <li>・ 実施機関に日本の協力受入の実績があり、双方のコミュニケーションが良かったこと</li> <li>・ 工事の進捗状況に応じ柔軟かつ適切にスケジュールの調整が行われたこと</li> <li>・ 土地所有者を含む地域社会の協力があつたこと</li> </ul> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>2.(1) 森林造成法の開発</p> <p>サンパウロ州セラード地域の荒廃地及び溪畔地域における森林造成に適した郷土樹種の選定及び造成法の開発を行うため、アシス、パラグアス・パウリスタ地域を中心に多くの調査、試験が実施された。セラード地域の残存林で立地環境と樹種構成、植生遷移が調査され試験林造成個所の地質や土壌調査が行われた。森林造成のために選抜された郷土樹種について、種子特性の解明、育苗された苗木を用いた試験林及び溪畔林の造成による、立地条件に適した森林造成法の検討が行われた。</p> <p>2.(2) 環境保全効果の検討</p> <p>森林による環境保全効果を検討するため、造成した試験林やタイプの異なる森林内の気象環境、土壌の変化の調査が行われた。</p> <p>活動2 研究用機材・施設の維持管理、利用体制の構築</p> <p>侵食防止分野においては、2基の量水施設、6基の表面流出土量試験プロット及び実験室が両試験地に建設されたほか、気象観測装置、量水観測機器類、水質観測機器類がそれぞれ試験地並びに試験流域に配備された。また、森林回復分野においては、苗木生産のための散水施設等の苗畑整備が行われ、種子貯蔵装置、低温恒温器、トラクター、森林の環境調査のための気象観測装置等の機器が配備された。各機器について、管理台帳、管理ラベル、車両運転記録簿が作成された。</p> | <p><b>阻害要因</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 侵食分野の各試験地への安定した研究員の配置がなかったこと</li> <li>・ 自然災害に起因する工事遅延があったこと</li> <li>・ 森林院に大規模土木工事にかかるノウハウの蓄積が少なかったこと</li> </ul> |
|--|--|--|

## 2. 効果

|                      |  |
|----------------------|--|
| <p>1. セクター開発への寄与</p> | <p>土壌侵食防止及び森林回復に関して、森林院の研究体制が整備されるとともに、森林院研究員の研究、調査、解析手法が向上した。プロジェクト活動の実施の結果既に多くの研究成果を得ておりその一部は研究書として刊行されている。また、研究成果を学会、シンポジウム、第三国研修等での発表により普及に努めている。今後の自主的な研究活動の継続により両分野における実用技術が開発され、サンパウロ州の環境行政に寄与することが期待される。</p> <p>促進要因：<br/>- 第三国研修事業との連携</p>  |
| <p>2. 地域開発への寄与</p>   | <p>プロジェクトで得られた成果が地域住民に対する環境教育に活用されている。また、サンパウロ大学や近隣の大学の学生が試験地を見学に訪れている。プロジェクトは地域住民にたいしても、大きなインパクトを与え造成された試験林や溪畔林は今後の造林モデルとなるものと考えられる。さらに、近隣の市町村がプロジェクトをモデルとした「パラナバネマ川中流域管理プロジェクト」を開始し溪畔林を造成している。世銀は植栽樹種や方法について相談にきている。また、プロジェクトで生産された苗木が地域の植栽団体に提供されている。</p> <p>促進要因：<br/>- 地域社会の理解と協力</p> |
| <p>3. その他の効果</p>     | <p>試験流域において、土砂流出が減少し川床が低下するという効果が発現している。</p> <p>サンパウロ州環境局及び森林院ではプロジェクトの成果をもとに、情報交換を目的としたカンピーナス農業研究所等の研究機関や教育機関との提携、大学、大学院における養成訓練コースの創設、荒廃地における森林回復マニュアルの作成等を計画している。</p>   |

### 3. 効率性

|  |  |
|--|--|
| <p>1. 開発目標、案件目的</p> <p>(1) 専門家の人数及び期間</p> <p>(2) 機材の品目、数量、金額及び修理状況</p> <p>(3) 研修員の数及び期間</p> <p>(4) プロジェクトの運営</p> <p>(5) 造林プロジェクト推進対策費</p> <p>(6) カウンターパートの配置</p> | <p>長期専門家延べ9名、短期専門家20名が派遣されたが、派遣期間、分野、人数いずれも適切であった。</p> <p>供与額約2.2億円の研究用機材が供与されたが、品目、数量ともに妥当であった。一部のパソコンでIBMとの互換性のない機種があった。なお、今後の保守管理上、現地で入手可能なものに逐次交換してゆくことが望ましい。</p> <p>延べ11名の研修員が受入れられた。一時ブラジル側の事情で中断したが人数、期間、内容ともに概ね妥当であった。</p> <p>専門家の派遣、研修員の受入、機器の配備は順調に行われたが、量水施設の建設並びに付帯工事が遅れた。このため研究スケジュールの調整を余儀なくされ効率的な運営が阻害された。</p> <p>日本側：1.41億円<br/>ブラジル側：約620千米ドル</p> <p>延べ22名配置されたが、うち2名が退職した。侵食防止分野において現場に配置されたカウンターパートは臨時雇用された職員で、身分の安定した森林院の職員がすくなかった。さらに、臨時雇用された職員のなかには州の財政事情により途中解雇された者もいて効率性を阻害した。</p> |
| <p>2. 協力実施のタイミング</p> <p>(1) 専門家の派遣時期</p> <p>(2) 機材の供与時期</p> <p>(3) 研修員を受入れ時期</p> <p>(4) プロジェクト実施時期</p>   | <p>長期、短期ともにタイムリーに派遣された。持続的な短期専門家の派遣が効果的であった。</p> <p>概ねタイムリーに供与された。</p> <p>タイミング良く研修員を受け入れた。</p> <p>ほぼ計画通りに実施された。<br/>サンパウロ州で土壌侵食等の土地保全問題が顕在化している時期にタイミング良く実施された。</p>   |
| <p>3. 他の協力形態との連携</p> <p>(1) 第三国研修</p> <p>(2) 国際機関</p>  | <p>森林院は過去に実施した「サンパウロ林業研究計画」の成果をもとに第三国研修を実施しているが、本プロジェクトのカウンターパートが講師を勤めて、研究成果を教材として使用するなど連携が持たれた。</p> <p>試験地の近隣市町村が世銀の資金により本プロジェクトをモデルとした「パラナバナマ川中流域管理プロジェクト」を実施している。このプロジェクトに対し植栽樹種、植栽方法に関する相談に応じている。</p>  |

4. 計画の妥当性

|   |   |
|---|---|
| <p>1. 上位目標の妥当性</p>  | <p>本プロジェクトは、ブラジル連邦国政府が、サンパウロ州において主として農牧業開発に伴う森林の破壊と減少が急激に進み、また、農用地の粗放な管理に伴う土壌侵食等の土地保全問題が顕在化するなか、森林消失に起因する土壌侵食を防止するため、日本政府に対し、侵食の発生やそのプロセスの等の研究と、その防止対策に関する研究の技術協力の要請を行ったのを受けて開始されたものである。この状況は現在も変わっておらず、これらの実用技術の開発はサンパウロ州政府にとって重要課題である。したがって、上位目標は適切かつ時宜を得たものと考えられる。</p> |
| <p>2. プロジェクト目標の妥当性</p>  | <p>土壌侵食防止及び森林回復に関する研究を推進することは、それらの実用技術を開発する上で、科学的知見の提供等、重要かつ不可欠なものである。サンパウロ州においてこれらの研究を担っているのが森林院であり、森林院の研究能力の向上を目指すプロジェクト目標は極めて妥当なものと考えられる。</p>  |
| <p>3. 計画設定の妥当性<br/>         &lt;目標設定、プロジェクト目標／成果／投入の関連性、実施スケジュール等&gt;</p> | <p>サンパウロ州森林院の土壌侵食防止及び森林回復に関する研究能力の向上は重要かつ緊急の課題であり案件目標の設定は適切なものであった。また、設定された成果はいずれもプロジェクト目標を構成する具体的な項目といえるものである。投入も成果に対し量、質ともに適切に設定された。計画された実施スケジュールは適切で、かつ状況の変化に応じて柔軟かつタイムリーな調整が行われた。</p>   |

5. 自立発展の見通し

|                    |  |
|--------------------|--|
| <p>1. 組織・制度的側面</p> | <p>環境保護への社会的関心が高まりつつある中、国内環境政策において、土壌侵食防止及び森林資源の保全・回復等が推進されており、本プロジェクトにおいて実施されている研究は行政ニーズに合致したものであることから政策的支援が継続されることは明白である。また、森林院はサンパウロ州環境局に所属する機関で森林保全に関する研究ではJICAの「サンパウロ林業研究計画」をはじめ多くの実績を有しており、人的資源にもめぐまれ、組織、運営基盤も強固であり組織・制度的側面での自立発展は可能と判断される。</p>  |
| <p>2. 財政的側面</p>    | <p>計画実施期間中、森林院は厳しい財政状況の中で造林推進対策費の一部負担、各種建物等の作設が行われており相応の努力を払っているが、協力期間終了後も本プロジェクトで実施されている研究に対する行政ニーズから判断し、州政府の財政的支援が継続され、引続き実施される活動計画に相応した予算措置が可能になるものと考えられる。また、森林院には森林財団を通じた自主財源もあり財政的側面からも自立発展性があると判断される。</p>  |
| <p>3. 技術的側面</p>    | <p>カウンターパートは計画期間中に移転された研究手法、研究資機材の使用・管理方法等の技術を十分習得し、計画期間終了後も森林院独自で研究活動を実施できるものと考えられ、その結果、森林院での研究成果に基づく実用技術が開発され、その技術がプロジェクトサイト周辺及びサンパウロ州の他の地域に波及していくことが期待される。また、カウンターパートは学会、シンポジウム及び第三国研修等でこれまでの研究成果を発表しており、森林院の研究成果がブラジル国内はもとより、周辺諸国へ波及することが期待される。ただし、森林院独自の研究活動をより確実にするために、侵食防止分野において、アシス及びパラグァス・パウリスタの両試験地に身分の安定した研究員を配置し、これまでの研究成果・手法を確実に引き継いでいくこと、また、プロジェクト開始の前提条件であった私有地の借地を継続することが必要である。さらに試験地に設置されている日本製の各種観測機器を保守管理の観点から逐次ブラジル国内で入手可能なものに交換していくことが望ましい。</p> |



IV. プロジェクトの展望および提言

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <p>1. 延長またはフォローアップの必要性</p> | <p>要/不要<br/>(理由)</p> <p>計画期間内に所期の目標が達成される見込みであり、森林院独自の研究体制が整っていると判断されることから、延長あるいはフォローアップといった形での協力は必要性はないものと判断される。</p> <p>ただし、本プロジェクトの成果を発展させ、研究活動の自立定着化を図るためには、継続し研究が必要である。このためには、森林院は協力終了後に独自に展開する研究活動を明確にし、少なくとも今後数年間の研究活動計画（資料9）を策定することが必要であり、その研究活動計画に沿って体系的・計画的に実施していくことが重要である。この研究活動計画の実施において、日本の協力の必要性が認められる場合には、ブラジル国の要請に基づき、今後の森林院の研究活動実施状況及びその評価を踏まえ、アフターケア等による協力実施の可能性について検討することが望まれる。したがって、森林院は上述の研究活動計画の進捗状況について定期的（毎年）にJICAサンパウロ事務所に報告書を提出することが望まれる。</p>                             |
| <p>2. 教訓</p>               | <p>本プロジェクトは計画期間内に所期の目標を達成できる見込みであるが、これを可能とした主たる要因として以下の点があり、今後の類似プロジェクトの計画に参考にできる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プロジェクトに対するニーズが高く行政レベルのみならず地域社会レベルでも理解と協力が得られたこと</li> <li>・実施機関の協力受入の基盤が強固であったこと</li> <li>・日本側支援機関の継続的かつ適切なサポートがあったこと</li> </ul>   |
| <p>3. 提言</p>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・侵食防止分野の各試験地への適切な研究員の配置を含む研究体制の強化が必要である。アシス及びパラグァス・パウリスタに配置された侵食防止分野の研究員は臨時雇用の研究員が多く、かつ途中で州の財政政策により解雇されたものもある。研究成果と移転された技術の継続には、身分の安定した森林院の職員の配置または、現在の臨時雇用職員を協力期間終了後も継続して雇用することが必要である。また、森林院本部と各試験地のコミュニケーションに改善の必要性が認められる。</li> <li>・プロジェクトの前提条件であった私有地の借地に関し、借地期間が協力期間の5年間となっているため、現状を維持して継続研究できるのか懸念される。借地契約の更新等により既設定試験地を確保しておく必要がある。</li> <li>・試験地に設置されている各種観測機器は日本製のものが多く、協力期間終了後の部品の入手等に不安がある。保守管理を容易にするため、逐次ブラジル国内で入手可能なものに交換していく必要がある。</li> </ul> |

2 終了時評価時のPDM

1997 年 12 月 12 日

| プロジェクトの要約   | 内容  | 評価測定方法  | 重要な外部関係   |
|---|---|---|---|
| <p>&lt;主要目的&gt;<br/>サンパウロ州森林法による土壌侵食防止及び森林回復に関する研究が早期段階開始に活用される。</p>  | <p>侵食防止及び森林回復に関する森林研究結果活用の実行例</p>   | <p>先進機関、土壌専門家へのヒアリング</p>  | <p>1. 現在の森林復元が継続される。<br/>2. 森林法の研究結果に基づき開発された技術が地産地消に受け入れられる。</p>                                   |
| <p>&lt;プロジェクトの目的&gt;<br/>サンパウロ州森林法の実施地における土壌侵食防止及び森林回復に関する研究を自主発動的に行う能力が向上する。</p>   | <p>1. 研究結果のとりまとめ状況<br/>2. 研究用機材の維持・管理・利用状況<br/>3. 技術移転を受けた研究スタッフの研究能力向上状況</p>   | <p>(1) 森林記録<br/>(2) プロジェクト活動報告<br/>(3) 専門家、C/Pへのヒアリング調査<br/>(4) 学術会議、学会等出席報告</p>  | <p>1. C/Pが定評し研究体制が維持される。<br/>2. 研究活動が自主的に展開でき、継続される。<br/>3. 土壌侵食防止及び森林回復分野において研究交流が継続される。</p>       |
| <p>&lt;プロジェクトの成果&gt;<br/>1. 侵食防止の研究結果。<br/>(1) 侵食地の実態及び機構が解明される。<br/>(2) 森林の侵食防止効果の解明がされる。<br/>(3) 侵食防止法が開発される。</p>                                       | <p>1. 侵食防止の研究分野での。<br/>(1) 侵食地の実態及び機構が解明状況<br/>(2) 森林の侵食防止効果の解明状況<br/>(3) 侵食防止法が開発状況</p>  | <p>(1) 以下の研究論文、技術報告等の内容分析<br/>・侵食地の実態及び機構<br/>・森林の侵食防止機能<br/>・侵食防止法<br/>・森林造成法<br/>・環境保全効果<br/>(2) 専門家、C/Pへのヒアリング調査<br/>(3) 学術会議、学会等出席報告<br/>(4) 現地調査</p> |   |
| <p>2. 森林回復の研究結果。<br/>(1) 森林造成法が開発される。<br/>(2) 環境保全効果の検討がされる。</p>  | <p>2. 森林回復の研究分野での。<br/>(1) 森林造成法が開発状況<br/>(2) 環境保全効果の検討状況</p>   |   |   |
| <p>3. 上記研究に必要な機材・施設が維持管理、利用される。</p>   | <p>3. 研究機材、前庭、記録簿、施設の整備利用状況</p>   |   |   |
| <p>&lt;プロジェクトの活動&gt;<br/>1. 上述の各研究分野（分野、5中課題）において以下の活動を行う。<br/>1-1 試験の企画、計画、実施<br/>1-2 試験の実施<br/>1-3 データ整理、分析<br/>1-4 技術報告書、論文へのとりまとめ<br/>1-5 学会等での発表</p> | <p>&lt;投入&gt;日本側<br/>1. 専門派遣<br/>長期専門家<br/>チームリーダー 2名<br/>投資機材 3名<br/>侵食防止 リーダー兼任 2名<br/>造林/法理 2名<br/>実務調整 2名<br/>短期専門家 20名<br/>2. 研究員本人 11名<br/>3. 研究機材 約217万円<br/>4. ローカルコスト負担（造林プロジェクト推進計画費 141万円円地）</p> | <p>プロジェクト<br/>1. カウンターパート22名（2名が専攻含む）<br/>2. 土地、建物及び設備施設<br/>3. 機材、器具、車両、燃料...<br/>4. 造林プロジェクト推進計画費の交付（ローカルコスト）：約650千米ドル</p>                              | <p>CPが異動しない。</p>  |
| <p>2. 研究用機材、施設の維持管理、利用体制を構築する。</p>  |   |   | <p>(前提条件)<br/>1. ローカルコストが確保されている。<br/>2. 基礎的研究能力を持った研究員が確保される。<br/>3. 土地所有者の理解が得られプロジェクトが確保される。</p> |