

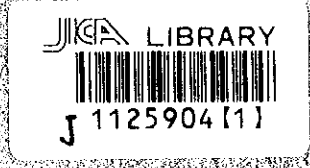
国際協力事業団
インドネシア国
林業省

インドネシア国

東ヌサテンガラ州半乾燥地森林復旧計画調査

ファイナルレポート

平成7年12月



インドネシア国東ヌサテンガラ州
半乾燥地森林復旧計画調査共同企業体

社団法人 日本林業技術協会
株式会社 パスコ・インターナショナル

農 林
J R
95-62

国際協力事業団
インドネシア国東ヌサテンガラ州半乾燥地森林復旧計画調査ファイナルレポート
平成7年12月
社団法人 日本林業技術協会
株式会社 パスコ・インターナショナル

JICA
108
88
AFF
BRARY

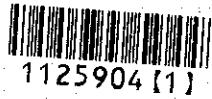
国際協力事業団
インドネシア国
林業省

インドネシア国
東ヌサテンガラ州半乾燥地森林復旧計画調査
ファイナルレポート

平成7年12月

インドネシア国東ヌサテンガラ州
半乾燥地森林復旧計画調査共同企業体

〔 社団法人 日本林業技術協会
株式会社 パスコ・インターナショナル 〕



1125904 [1]

序 文

日本国政府は、インドネシア国政府の要請に基づき、同国の東ヌサテンガラ州半乾燥地森林復旧計画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6年3月から平成7年10月までの間、5回にわたり、社団法人 日本林業技術協会と株式会社 パスコ・インターナショナルで構成した共同企業体の調査団（団長 蜂屋欣二氏）を現地に派遣しました。

調査団は、インドネシア国政府関係者と協議を行うとともに、調査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、心から感謝申し上げます。

平成7年12月

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 藤 田 公 郎 殿

今般「インドネシア国東ヌサテンガラ州半乾燥地森林復旧計画」にかかる調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本報告書は貴事業団との契約により、社団法人 日本林業技術協会と株式会社 パスコ・インターナショナルとで構成した共同企業体、インドネシア国東ヌサテンガラ州半乾燥地森林復旧計画調査団が平成6年3月7日から平成7年12月27日までの間に実施した調査とその分析結果、策定した計画等を取りまとめたものです。今回の調査におきましては、地勢、地力に応じた土地利用の適正化、地域住民の社会的、経済的状況に配慮した諸対策を含む森林復旧計画を策定いたしました。

本調査期間中は貴事業団を始め、外務省、農林水産省の関係者から多大のご協力とご指導を賜りましたことを厚くお礼申し上げます。また、インドネシア国におきましては貴事業団インドネシア事務所、在インドネシア国日本大使館、インドネシア林業省造林総局及び東ヌサテンガラ州地方林政局を始めとした関係機関から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ることを切に希望します。

平成7年12月

インドネシア国東ヌサテンガラ州
半乾燥地森林復旧計画調査団

団 長 蜂 屋 欣 二



オエベロ川 (ノエルバキ村、1994年12月撮影)



牧童と放牧 (ツアツカ村の国有林地にて、1995年6月撮影)



過放牧によって引き起こされた荒廃地 (ボコン村、1994年11月撮影)



崩壊地 (ボコン村、1994年11月撮影)



火入れ後の焼畑 (オエノニ村、1994年12月撮影)



伝統的テラス (コタベス村、1994年12月撮影)



チーク造林地（1976年12月植栽、ネクメセ村、1994年11月撮影）



天然資源保全事業モデルユニット（UP-UPSA）（ポナイン村、1994年11月撮影）



キンググラスの栽培（オエサオ村、1994年12月撮影）



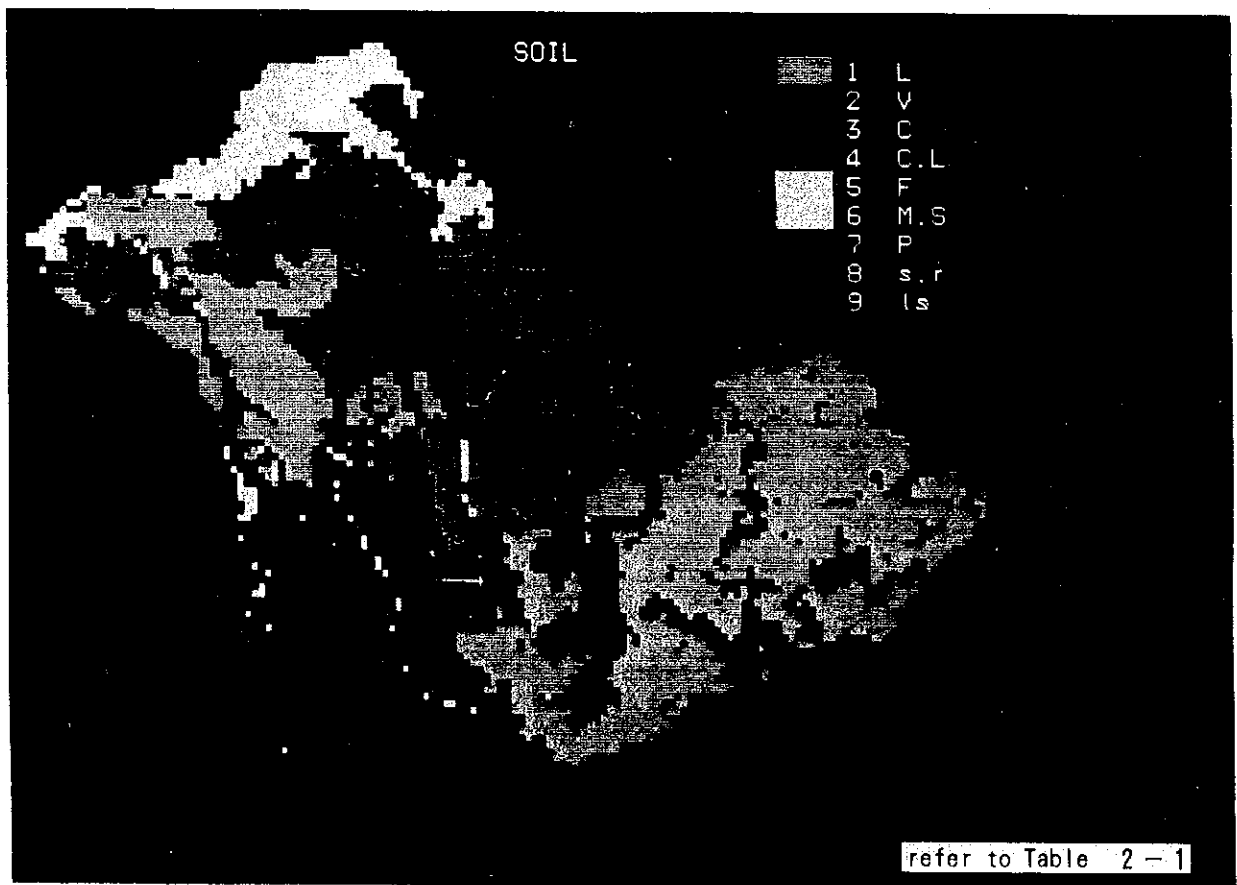
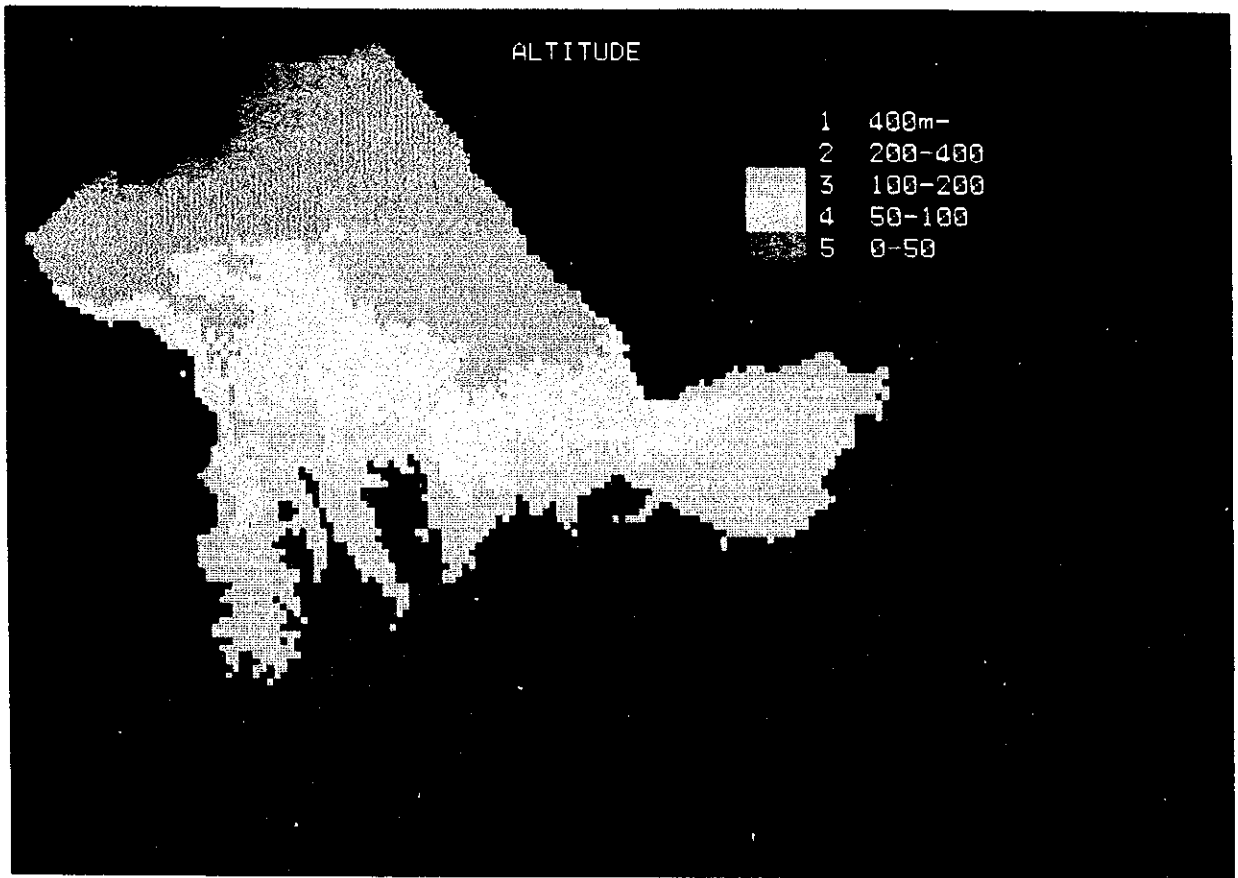
土チェックダム（ポナイン村、1994年7月撮影）



東ヌサテンガラ州林務部造成の林道（テスパタン村、1994年12月撮影）

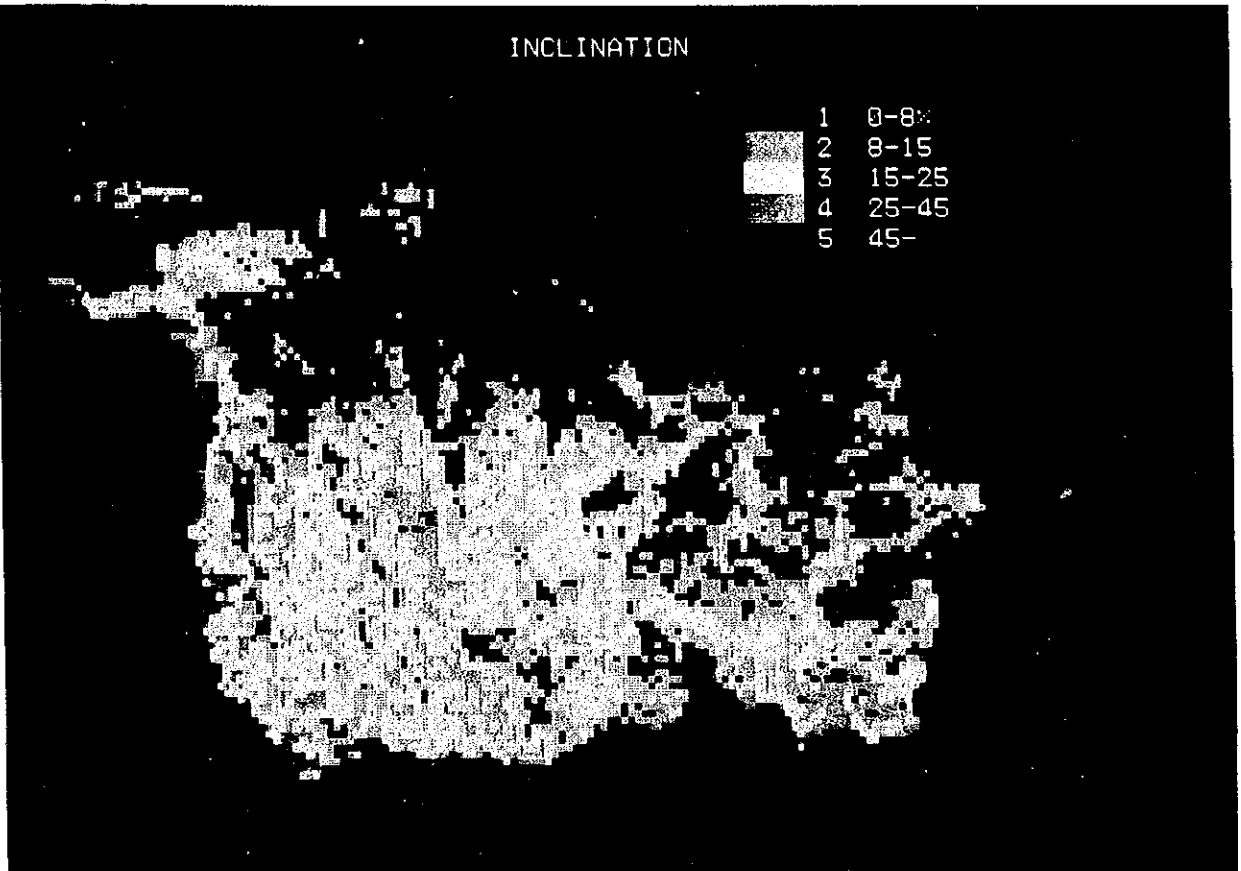


クパン県ネボナイクに造成中の苗畑（1995年6月撮影）



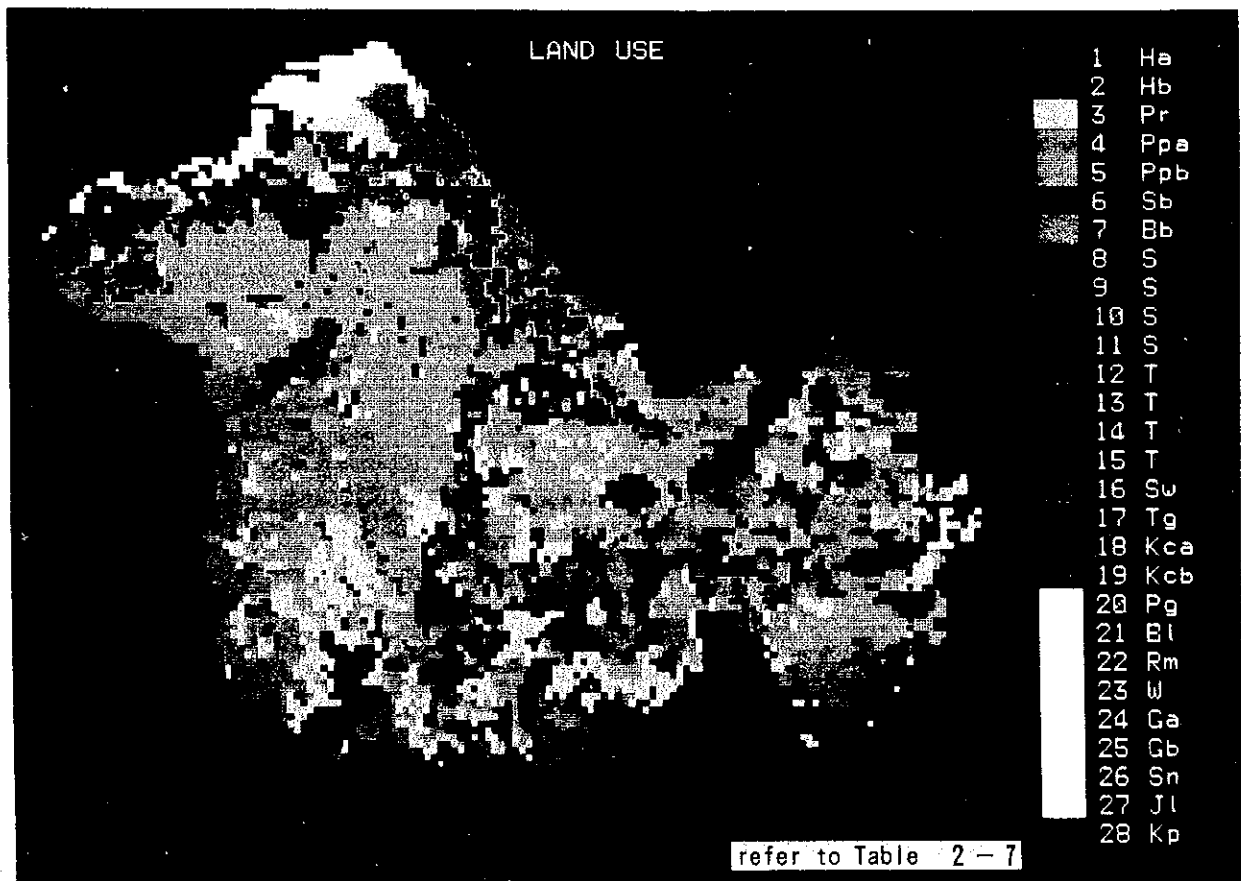
INCLINATION

| | |
|---|-------|
| 1 | 0-8% |
| 2 | 8-15 |
| 3 | 15-25 |
| 4 | 25-45 |
| 5 | 45- |



LAND USE

| | |
|----|-----|
| 1 | Ha |
| 2 | Hb |
| 3 | Pr |
| 4 | Ppa |
| 5 | Ppb |
| 6 | Sb |
| 7 | Bb |
| 8 | S |
| 9 | S |
| 10 | S |
| 11 | S |
| 12 | T |
| 13 | T |
| 14 | T |
| 15 | T |
| 16 | Sw |
| 17 | Tg |
| 18 | Kca |
| 19 | Kcb |
| 20 | Pg |
| 21 | Bl |
| 22 | Rm |
| 23 | W |
| 24 | Ga |
| 25 | Gb |
| 26 | Sn |
| 27 | Jl |
| 28 | Kp |



refer to Table 2-7

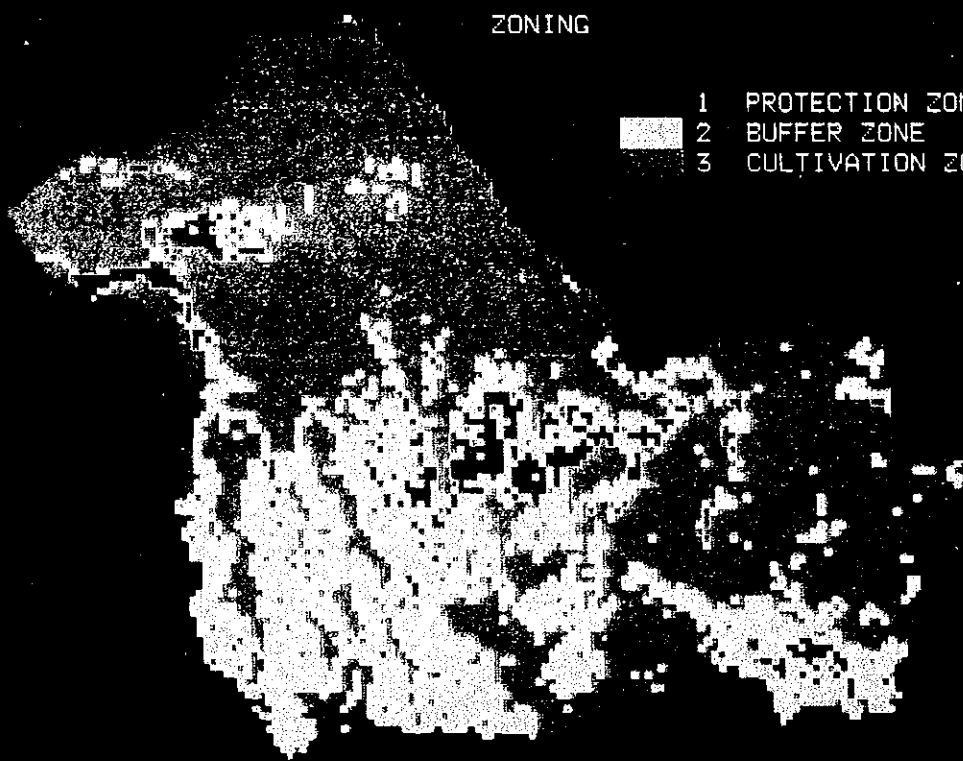
NATIONAL FOREST, ENCLAVE AND PRIVATE USE LAND

- 1 NATIONAL FOREST
- 2 ENCLAVE
- 3 PRIVATE USE LAND

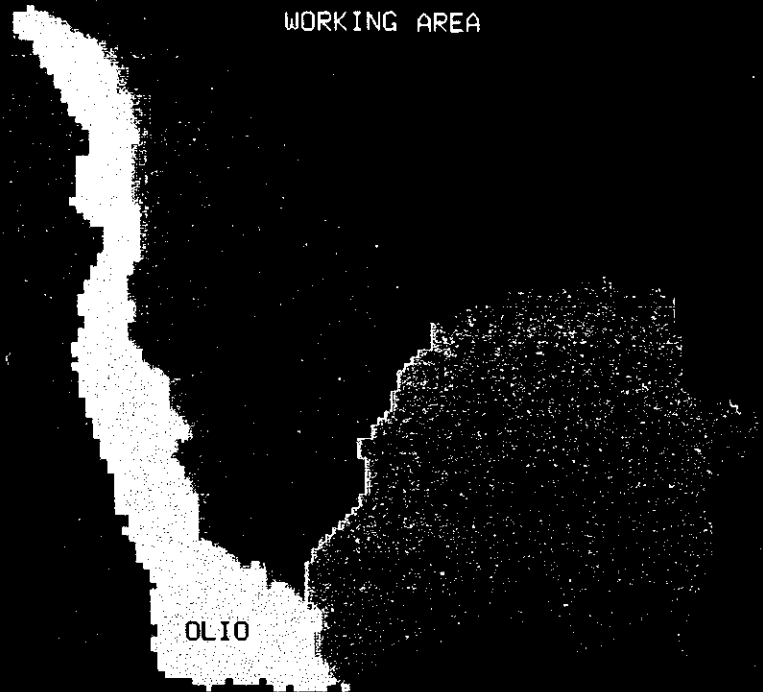


ZONING

- 1 PROTECTION ZONE
- 2 BUFFER ZONE
- 3 CULTIVATION ZONE

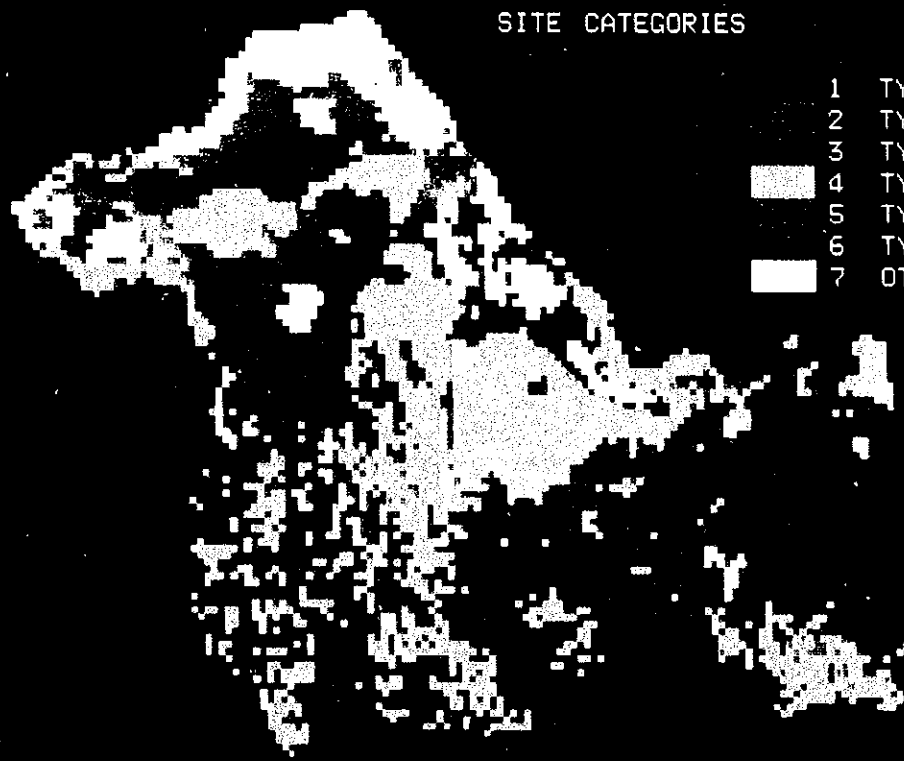


WORKING AREA



OLIO

SITE CATEGORIES



- 1 TYPE I
- 2 TYPE II
- 3 TYPE III
- 4 TYPE IV
- 5 TYPE V
- 6 TYPE VI
- 7 OTHERS

目 次

| | |
|--------------------------|-----|
| 図表一覧 | iv |
| 巻末資料一覧 | vii |
| 略語集 | x |
| 要 約 | xii |
| 第I章 調査の概要 | 1 |
| I-1 調査の背景 | 3 |
| I-2 調査の目的 | 3 |
| I-3 調査対象地域 | 3 |
| I-4 調査の概要 | 4 |
| 第II章 自然環境 | 9 |
| II-1 気 候 | 11 |
| II-2 地形及び地質 | 11 |
| II-3 土 壤 | 13 |
| II-4 水 系 | 19 |
| II-5 土地利用・植生 | 21 |
| 第III章 社会・経済環境 | 23 |
| III-1 地域社会の概況 | 25 |
| III-2 地域産業の概況 | 28 |
| 第IV章 林 業 | 37 |
| IV-1 林業概況 | 39 |
| IV-2 造林・産業造林・緑化・苗畑 | 43 |
| IV-3 社会林業 | 55 |
| IV-4 森林保護 | 58 |

| | | |
|--------------|------------------|-----|
| IV-5 | 林道 | 59 |
| IV-6 | 林産物 | 59 |
| IV-7 | 普及 | 63 |
| 第V章 流域保全 | | 67 |
| V-1 | 河川の流況 | 69 |
| V-2 | 水資源と水利用 | 70 |
| V-3 | 荒廃現況 | 72 |
| V-4 | 土砂流出量 | 74 |
| V-5 | 既設の水土保持施設 | 77 |
| V-6 | 既往災害と法的規制 | 79 |
| 第VI章 基本構想 | | 81 |
| VI-1 | 基本的な考え方 | 83 |
| VI-2 | 事業区の区分 | 86 |
| VI-3 | 土壌流出の抑止目標 | 89 |
| VI-4 | 国土保全地帯区分 | 90 |
| VI-5 | 立地区分 | 91 |
| VI-6 | 土地利用の判定基準 | 94 |
| 第VII章 森林復旧計画 | | 99 |
| VII-1 | 森林造成計画 | 102 |
| VII-2 | 農地改良計画 | 105 |
| VII-3 | 草地改良計画 | 113 |
| VII-4 | 森林復旧計画による土地利用の転換 | 117 |
| VII-5 | 表面侵食による土砂流出の抑止 | 119 |
| VII-6 | 水土保持計画 | 119 |
| VII-7 | 苗木生産計画 | 126 |
| VII-8 | 道路及び森林保護計画 | 128 |
| VII-9 | 普及計画 | 132 |
| VII-10 | 管理計画と実施計画 | 139 |

| | | |
|--------|------------------|-----|
| VII-11 | モニタリング | 143 |
| VII-12 | 事業費の概算 | 146 |
| 第VIII章 | 初期環境調査 | 149 |
| VIII-1 | 立地環境条件 | 151 |
| VIII-2 | 事業計画策定における環境配慮事項 | 152 |
| VIII-3 | 環境影響の予測および予備評価 | 154 |
| 第IX章 | 技術移転 | 163 |
| IX-1 | 現地における技術移転 | 165 |
| IX-2 | 日本における技術移転 | 166 |
| 第X章 | 提言 | 169 |

図 表 一 覧

1 表一覧

| | | |
|----------|--|----|
| 表 2 - 1 | 土壌の種類 | 14 |
| 表 2 - 2 | 土壌の粒径組成と土性 | 16 |
| 表 2 - 3 | 土壌の物理性 | 18 |
| 表 2 - 4 | 土壌の化学性 | 18 |
| 表 2 - 5 | 土壌の受食性指数 | 19 |
| 表 2 - 6 | 流域毎のいくつかのパラメーター | 20 |
| 表 2 - 7 | 土地利用・植生判読区分項目 | 22 |
| 表 2 - 8 | 調査対象地域における土地利用・植生区分面積 | 22 |
| 表 3 - 1 | 東ヌサテンガラ州・クパン県・調査対象地域の人口・面積・人口密度 | 26 |
| 表 3 - 2 | 病院数と保健所数 | 27 |
| 表 3 - 3 | 調査対象地域内区分別・事業区別道路延長 | 27 |
| 表 3 - 4 | クパン中部郡・クパン東部郡、アマラシ郡の 1 人当たりRGDP(1991) | 28 |
| 表 3 - 5 | 主要農作物の価格 | 31 |
| 表 3 - 6 | 住民一世帯当たりの平均総収入、生活費、現金収入、現金支出 | 31 |
| 表 3 - 7 | 調査対象地域における土地利用計画面積(概数) | 36 |
| 表 4 - 1 | 第 6 次国家開発 5 年計画主体プログラム | 39 |
| 表 4 - 2 | 第 6 次国家開発 5 年計画支援プログラム | 40 |
| 表 4 - 3 | クパン県と東ヌサテンガラ州における機能区分別森林区域面積 | 42 |
| 表 4 - 4 | 東ヌサテンガラ州とクパン県における年次別造林面積 | 44 |
| 表 4 - 5 | クパン県における造林成績 | 44 |
| 表 4 - 6 | 調査対象地域内の造林実施状況 | 46 |
| 表 4 - 7 | 東ヌサテンガラ州における産業造林の年度別樹種別植栽面積 | 47 |
| 表 4 - 8 | 東ヌサテンガラ州とクパン県とにおける緑化事業の年度別実績 | 49 |
| 表 4 - 9 | 調査対象地域内の天然資源保全事業モデルユニット (UP-UPSA) 及び 定住農業事業モデルユニット (UP-UPM) の実施状況 | 50 |
| 表 4 - 10 | 調査対象地域内の民有林造成事業の実施状況 | 52 |
| 表 4 - 11 | ファツカヌツ村にある国営林業公社の苗畑の苗木生産目標と現存苗木数 | 54 |

| | | |
|----------|----------------------------|-----|
| 表 4 - 12 | 対象 3 郡における年度別製材生産量 | 60 |
| 表 4 - 13 | 対象 3 郡におけるビャクダンの年度別生産量 | 60 |
| 表 4 - 14 | 薪炭材の収集 | 61 |
| 表 5 - 1 | オエサオ川の流況特性 | 69 |
| 表 5 - 2 | 調査対象地域内にある取水堰による灌漑面積 | 70 |
| 表 5 - 3 | チェックダム別及び事業区別の表面侵食からの土砂流出量 | 75 |
| 表 5 - 4 | 事業区別の表面侵食からの平均土砂流出量 | 76 |
| 表 5 - 5 | 事業区別の河岸侵食からの土砂流出量 | 76 |
| 表 5 - 6 | 事業区別、侵食型別平均土砂流出量及び全体土砂流出量 | 77 |
| 表 6 - 1 | インドネシアにおける土壌の流出許容量 | 89 |
| 表 6 - 2 | 事業区別の土砂流出の抑止対象 | 90 |
| 表 6 - 3 | 国土保全地帯区分の判定基準 | 91 |
| 表 6 - 4 | 調査対象地域における土壌図示単位別傾斜区分別面積 | 93 |
| 表 6 - 5 | 耕地・林地・草地の土地分級判定基準 | 94 |
| 表 6 - 6 | 土地利用の判定基準 | 97 |
| 表 7 - 1 | 森林造成計画の対象地の選定 | 102 |
| 表 7 - 2 | 事業区別森林造成計画数量 | 105 |
| 表 7 - 3 | 農地改良計画の対象地の選定 (その 1) | 106 |
| 表 7 - 4 | 農地改良計画の対象地の選定 (その 2) | 107 |
| 表 7 - 5 | 事業区別農地改良計画数量 | 112 |
| 表 7 - 6 | 草地改良計画の対象地の選定 | 113 |
| 表 7 - 7 | 草地改良計画・数量 | 114 |
| 表 7 - 8 | 草地改良と飼育可能頭数 | 117 |
| 表 7 - 9 | 計画前後の主な土地利用の変化 | 118 |
| 表 7 - 10 | 土地利用別の土砂流出量 | 119 |
| 表 7 - 11 | 溪流保全計画 | 120 |
| 表 7 - 12 | 崩壊地復旧計画 | 122 |
| 表 7 - 13 | ガリー侵食防止計画 | 123 |
| 表 7 - 14 | 護岸工計画 | 124 |
| 表 7 - 15 | 溪岸植栽計画 | 124 |
| 表 7 - 16 | 透水及び飲水井戸計画 | 125 |

| | | |
|--------|-------------------------|-----|
| 表 7-17 | 果樹植栽計画 | 125 |
| 表 7-18 | 生け垣植栽計画 | 126 |
| 表 7-19 | 事業区別苗木生産計画本数 | 127 |
| 表 7-20 | 道路改良計画 | 129 |
| 表 7-21 | 道路新設計画 | 130 |
| 表 7-22 | 森林火災防止施設計画 | 131 |
| 表 7-23 | 当面の研修計画 | 134 |
| 表 7-24 | デモプロ実施事業 | 135 |
| 表 7-25 | 年次計画 | 142 |
| 表 7-26 | 標準的な年間スケジュール | 143 |
| 表 7-27 | 年次別事業費 | 147 |
| 表 8-1 | 対象地域の立地環境条件 | 151 |
| 表 8-2 | 対象地域に生育する保護すべき野生動物リスト | 153 |
| 表 8-3 | 計画事業の開発行為 | 156 |
| 表 8-4 | 環境に影響を与える要因把握 | 156 |
| 表 8-5 | 事業計画における環境影響要因と環境要素との関係 | 157 |
| 表 8-6 | 森林復旧計画における環境保全目標 | 158 |
| 表 8-7 | 開発事業別の環境要素インパクト程度 | 159 |

2 図一覧

| | | |
|-------|----------------------|-----|
| 図 1-1 | 調査対象地域位置図 | 6 |
| 図 1-2 | 調査対象地域内の郡、村位置図 | 7 |
| 図 1-3 | 調査業務のフローチャート | 8 |
| 図 2-1 | 気象観測所位置と等雨量線 | 12 |
| 図 2-2 | 水系と流域区分 | 20 |
| 図 3-1 | 調査地域内の行政組織の例（ノエルバキ村） | 25 |
| 図 3-2 | 空間計画図 | 36 |
| 図 4-1 | 林業行政組織図 | 41 |
| 図 5-1 | オエサオ川のハイドログラフ | 69 |
| 図 6-1 | 事業区位置図 | 88 |
| 図 7-1 | 現在の伝統的なテラス | 109 |

| | | |
|-------|------------------|-----|
| 図7-2 | 改良テラス | 109 |
| 図7-3 | グルドテラス | 110 |
| 図7-4 | 水路工 | 110 |
| 図7-5 | 森林復旧計画による土地利用の転換 | 118 |
| 図7-6 | ふとんかご土留工断面図 | 121 |
| 図7-7 | 竹ガリープラグ平面図 | 123 |
| 図7-8 | 竹ガリープラグ断面図 | 123 |
| 図7-9 | 新設道路の標準断面図 | 130 |
| 図7-10 | 実施手順図 | 139 |
| 図7-11 | 実施体制 | 141 |
| 図8-1 | 環境影響評価手続き | 155 |

卷末資料一覧

| | |
|--|-----|
| A 調査団、作業管理委員会、カウンターパート | |
| A-1 調査団の派遣 | 175 |
| A-2 作業監理委員会 | 177 |
| A-3 カウンターパート | 177 |
| B 自然環境 | |
| B-1 事業区別土壌区分面積 | 179 |
| B-2 土壌断面記載 | 181 |
| B-3 事業区別土地利用・植生区分面積 | 187 |
| B-4 本文記載の樹木及び農作物のリスト | 189 |
| C 社会・経済環境 | |
| C-1 関係村の人口、面積等 | 190 |
| C-2 クバン県、東ヌサテンガラ州、インドネシア国のRGDP、人口 | 191 |
| C-3 クバン県、東ヌサテンガラ州のRGDPの農業部門の内訳 | 191 |
| C-4 クバン中部郡、クバン東部郡、アマラシ郡の主要農作物生産高 | 192 |
| C-5 クバン中部郡、クバン東部郡、アマラシ郡の野菜、果樹、林産物生産高 | 193 |
| C-6 地域住民調査 | 194 |
| C-7 クバン中部郡、クバン東部郡、アマラシ郡の家畜の頭数 | 209 |
| C-8 肉牛飼育頭数 | 210 |
| C-9 東ヌサテンガラ州の肉牛飼育規模 | 211 |
| C-10 自然草地の生産量と放牧可能頭数 | 211 |
| C-11 牛の体重推移 | 212 |
| C-12 空間計画 | 212 |
| D 林業 | |
| D-1 造林調査表 | 215 |
| D-2 UP-UPSA 調査表 | 216 |
| D-3 民有林(HUTAN RAKYAT)調査表 | 218 |
| D-4 苗畑調査表 | 220 |

| | | |
|------|---------------------------|-----|
| E | 流域保全 | |
| E-1 | 調査対象地域にある土チェックダムと溜池の仕様と水況 | 223 |
| E-2 | 水源としてのチェックダムの利用 | 224 |
| E-3 | 事業区別表面侵食の主たる発生源 | 226 |
| E-4 | 崩壊地状況 | 227 |
| E-5 | オエルプァ村ナベン集落で発生したガリー侵食の現状 | 228 |
| E-6 | 河岸侵食の状況 | 228 |
| E-7 | 溪流荒廃状況 | 229 |
| E-8 | 土砂流出量の測定・予測方法 | 231 |
| E-9 | 調査対象地域にある土チェックダムの堆砂状況 | 233 |
| E-10 | 調査対象地内及びその近傍における洪水発生状況 | 234 |
| F | 森林復旧計画 | |
| F-1 | 地種別ゾーン区分別立地区別土地利用区分面積 | 235 |
| F-2 | 草地改良タイプ1 模式図 | 239 |
| F-3 | 草地改良タイプ2 模式図 | 240 |
| F-4 | 飼料畑デモプロ模式図 | 241 |
| F-5 | 表面侵食抑止のための主な対策と土砂流出量の減少 | 242 |
| F-6 | 事業費積算資料 | 243 |

略語集

- AMDAL Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (Analysis concerning environmental impact)
- ANDAL Analisis Dampak Lingkungan (Environmental impact analysis)
- BAPPEDA I Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Tingkat I
(Provincial Development Planning Board)
- BAPPEDA II Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Tingkat II
(District Development Planning Board)
- BAPPENAS Badan Perencanaan Pembangunan Nasional
(National Development Planning Agency)
- BIPHUT Balai Inventarisasi dan Perpetaan Hutan (Forest Inventory Center)
- BKSDA Balai Konservasi Sumber Daya Alam (Natural Resources Conservation Center)
- BPK Balai Penelitian Kehutanan (Forestry Research Center)
- BPP Balai Penyuluhan Pertanian (Agriculture Extension Center)
- BPS Biro Pusat Statistik (Central Bureau of Statistics)
- BLK Balai Latihan Kehutanan (Forestry Training Center)
- BRLKT VII Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Wilayah VII
(Land Rehabilitation and Soil Conservation Center of Region 7)
- Cabang Dinas Branch Office of Dinas Kehutanan or Provincial Forestry Service.
One Cabang Dinas exists in each Kabupaten or District
- Cabang RlKT Branch Office of Sub-RLKT or Sub Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah. One Cabang RLKT exists in each Kabupaten or district.
- DJRRL Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan
(Directorate General of Reforestation and Land Rehabilitation)
- KRPB Kepala Resort Polisi Hutan (Forest Rangers Office)
- NTT Nusa Tenggara Timur (East Nusa Tenggara Province or NTT Province)
- PHPA Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan dan Pelestarian Alam
(Directorate General of Forest Protection and Nature Conservation)
- PELITA Pembangunan Lima Tahun (5 year development plan)

PILPenyajian Informasi Lingkungan (Preliminary Environmental Information Report)

PolaA 25 year land rehabilitation and Soil conservation master plan prepared by BRLKT on watershed basis

PLPPenyuluh Iapangian Pertanian (Forestry extention advisor)

PUPekerjaan Umum (Ministry of public works)

RKLRencana Penge Loloan Lingkungan (Environmental Management Plan)

RPLRencana Peman Tauan Lingkungan (Environmental Monitoring Plan)

RLKT..... 5 year Technical plan for Land Rehabilitation and soil conservation prepared by sub-RLKT on sub-watershed basis

RTTAnnual Technical Plan for Land Rehabilitation and soil conservation on sub watershed basis .

RancanganDesign for Land Rehabilitation and soil conservation

Sub-Dinas Pengairan, PuLrrigebon Division under Ministry of Public Work

Sub Balai RLKT Benain Noelmina.....Sub center for Land Rehabilitation and Soil Conservation Benain Noelmina

UP, UPSAUnit Percontohan Usaha Pelestarian Sumberdaya Alam (Demonstration Plot of Natural Resources Conservation)

UP, UPM.....Usaha Pertanian Mentap (Permanent Settlement Agriculture Plot)

要 約

1. 調査の概要

1-1 調査の目的

本調査は、インドネシア国東ヌサテンガラ州のチモール島西部に位置するオエサオ流域のうち、特に荒廃地が多く、林地保全の必要性の高いサブ流域を対象として、土地利用、植生等の現況を明らかにするとともに、当該半乾燥地域における森林復旧計画（マスタープラン）を作成することを目的として、平成5年度から調査を行ってきたものである。

1-2 調査対象地域

調査対象地域はクパン県に含まれ、クパン東部、アマラシ、クパン中部の3郡に分けられる。面積は33,180haで、オエサオ、オリオ、オエベロの各サブ流域から成り（以下の記述ではサブの名称を省き、オエサオ流域、オリオ流域、オエベロ流域とする）、標高500～600mの分水嶺から海浜に至るなだらかな地形である。

2. 自然環境

2-1 気候

調査対象地域の気候は低地部で年平均気温約27℃で、月平均気温の年較差は3～4℃で雨期に気温が高い熱帯気候を示す。雨期、乾期が明瞭で年間の降雨量（平均1,375mm）の93%以上が11月から4月の間に集中している。

2-2 地形及び地質

調査地域の地質は現世の河川堆積物、更新世のサンゴ石灰岩、鮮新世から更新世へかけでの堆積物とされている泥灰岩（一部に砂岩や凝灰岩を挟む。）、第三紀の頁岩からなり、比較的単純である。鉱物資源は乏しい。地形も単純で、沖積低地、隆起サンゴ礁台地、丘陵地、山地がほぼ規則的に配列している。

2-3 土壌

森林復旧計画策定に必要な土壌図を作成するため、土壌調査を行い、土壌図を作成した。調査区域には、水田、マングローブ、沼沢地、岩石地、砂浜、崩壊地などを除いて、Chromic Luvisols, Eutric Vertisols, Humic Cambisols, Eutric Cambisols, Lithic Leptosols, Rendzic Leptosols, Eutric Fluvisolsの7種の土壌単位が明らかになった。

2-4 水系

調査対象地域内の主要な河川は、西部にオエベロ川、中部にオリオ川及び東部にオエサオ川があり、それらの川は調査対象地域の南部の水源山地から北西のクパン湾に流れている。

2-5 土地利用・植生

本調査では、1991年撮影の航空写真（縮尺1/25,000）及び1993年撮影の航空写真（縮尺1/30,000）を用いて、縮尺1/10,000の土地利用・植生図を作成した。

この結果ヤシの疎林のある草地の面積が10,656haで最も大きく調査対象地全体の32.1%を占める。次いで灌木地が5,892haで17.8%、ヤシ以外の疎林のある草地が3,652haで11.0%、草地が3,428haで10.3%の順となり、以上4つの土地利用で調査対象地域の71.2%を占める。

3. 社会・経済環境

インドネシア国の行政区分は、州、県/市、郡、村となっており、調査対象地域に係わるのは、東ヌサテンガラ州クパン県の内、クパン中部郡、クパン東部郡、アマラシ郡の一部で、23村が関係する。

3-1 地域内総生産

東ヌサテンガラ州の経済を1人当たりのRGDPで見るとインドネシア国で最も貧しい州である。

調査対象地域の属する3郡の1人当たりRGDPでは、アマラシ郡が州の平均に近く、他の郡は僅かに上まわっている。

また、インドネシア国内における州外向け移出産品の主なものとしては、セメント、織物をのぞいては農産物が占め、コーヒーをはじめ、牛・水牛・馬、魚類、緑豆、コブラ、カシューなどがあげられる。

3-2 農業

主要農作物についてみると、調査対象地域に係る3郡の生産比率が比較的高いのは、水稲、トウモロコシ、キャッサバ、サツマイモである。

また農作の一形態として調査対象地域内のいずれの郡においても焼畑が行われている。

焼畑は1箇所当り 0.5～1 ha程度で1～2年耕作した後他の場所に移動するが、やがて元の場所に戻る。通常3～6箇所の異なる場所を順次移動して焼畑を行う。

3-3 畜産

調査対象地域が含まれる3郡では畜産のうち肉牛、鶏の飼育が盛んで、なかでも調査対象地域での肉牛の飼育頭数は約23,000頭(1993年)と推計され(巻末資料C-8)、69頭/km²の密度で3郡の平均密度32頭/km²の2倍に達する。

調査対象地域では、伝統的に放牧タイプが多く飼育頭数の約80%を占めており、残り20%が放牧によらない飼育と考えられている。

山地部の一般農家の飼育規模は小さく、低地部では大規模飼育者が多い。

3-4 土地利用計画

東ヌサテンガラ州の空間計画によれば、当地域は州内の15重点地域の一つとして灌漑施設の建設と復旧及び土壌侵食と崩壊の抑制の必要性が強調され、特に営農、プランテーション、畜産、観光等を重点振興部門として、地域の総合発展が計画されている。

4. 林業

4-1 林業概況

調査対象地域における森林区域は保安林と制限生産林であり、合計面積は12,824haで調査対象地域全体の38.6%を占め、東ヌサテンガラ州またはクバン県いずれの場合と比べても森林区域の面積率が大きい。森林区域全域が実際に森林植生で覆われているわけではなく、天然林・二次林、人工林、竹林、低地林を合わせた現実の森林面積は2,336haで、森林面積率は7.0%にすぎない。

4-2 造林・緑化・産業造林

調査対象地域においては、国有林地で実施される造林、民有林内に実施される緑化(デモンストレーションプロット、チェックダム、民有林造林、村落苗畑等)が行われているが、いずれも成績がよくない。

造林では、1984年から1993年までの10年間で調査対象地域内で約800haの植栽が行われ、カマバアカシア、タガヤサン、カポック、チーク、オオバマホガニー、キダチヨウラク、ククイノキ、カシュー等が植えられたが、その約7割が不成績である。

この不成績の原因として火災、乾燥害、家畜の食害、不良苗木等が挙げられ、とくに火災は毎年のように発生し、造林・緑化推進上の大きな障害となっているが、公的機関による正確な被害状況の把握は行われていない。火災の原因としては放牧の為の火入れや焼畑からの延焼、タバコの投げ捨て等があげられている。

東ヌサテンガラ州における産業造林事業は国営林業公社 (Perum Perhutani)により住民参加によって1987年度に始まり、1993年度までに約18,000haが実施された。

主な植栽樹種はチーク、オオバマホガニー、タガヤサン、インドシタン、キダチヨウラク、ウロフィラユーカーリ、ゲニゼロ、ビャクダン等である。

4-3 社会林業

調査対象地域でのいろいろな林業活動は前述のとおりであるが、そのほとんどは社会林業の視点にたって行われているが、まだ十分に地域に定着したとはいえぬ段階である。

当地域では畜産が産業や環境保全上重要な影響を地域に与えていることから、畜産を考慮した社会林業を地域に定着させてゆく必要がある。

4-4 森林保護

(1) 病虫害

1986年にキジラミ (*Heteropsylla cubana*) が東ヌサテンガラ州に襲来し、イピルイピルに大被害を与え、1986年8月末までに推定被害面積はイピルイピルの造林地の約5割に達した。キジラミの防除のため、枝落しと焼却、薬剤の地上・空中散布等が行われた。1992年末にキジラミの被害は終息に向かい、現在では大きな被害は出ていないが、イピルイピルと他の飼料木との混植等が進められている。

(2) 防火施設

州林務部または国営林業公社による防火施設としては防火帯、火の見櫓、消火器等があげられる。

4-5 林道

調査対象地域内の林道 (州林務部建設) は、1991年度にオエサオ東事業区、テスパタン村の人工造林地 (面積100ha)に人力で建設された幅員3m、延長1kmの道路がある。

4-6 林産物

クパン中部郡、クパン東部郡、アラマン郡における木材生産は活発ではなく、またビャクダンについては、今後当分の間生産の見込みは低いと思われる。

ほとんどの家庭の調理用燃料の薪についても、セイロンオーク、アカシア類、イピルイピル、チーク、タラパヤン、ウチワヤシ等の一部あるいは枝を伐り集めて使われているが、収集の難易度については調査住民の約75%の人が、数年前と比較して難しくなったとしている。

また建材の供給の不足を訴える住民も多く、国有林からの地域への供給の確保のためにも森林復旧が必要である。

4-7 普及

現在、実施されている普及活動の主要なものは、村営苗畑の管理及び育苗技術の指導、造林・緑化が行われるときにはその監督、指導、水土保持の必要性と技術的手法の理解の促進などである。

5. 流域保全

5-1 河川の流況

オエサオ川の月別流量は1月が最も大きく、次いで2月、3月となっている。3月中旬から12月までは極めて小さく、これは長期にわたって乾期が続くことを示している。

5-2 水資源と水利用

(1) 地表水

調査対象地域では河川水は主に畑及び水田の灌漑用水として利用され、その他、溜池、チェックダム、天水の貯水がある。

例えば天水を貯え生活用水として利用する施設がツンバウン村で86箇所あり、溜池は県の灌漑関連機関が、住民への飲料水の供給を主目的として建設するものであるが、実際には家畜の飲み水の供給や小規模家庭菜園への給水にも使用されている。

また土チェックダムは、土砂流出のコントロールが主目的であるが、同時に住民、家畜の飲用水の供給等も目指している。

(2) 地下水

地下水を利用する井戸は乾期には涸れることが多いが、泉水は乾期でも涸れることが少

く、河川基底流出の源ともなり、生活用水、家畜の飲み水、灌漑用水として利用されているため、地域の重要な水源の1つである。

5-3 荒廃現況

草原や疎林のある草原や灌木林では、過放牧による植生の劣化、火入れによる植生の焼失に加えて激しい表面侵食によって荒廃が発生している。

崩壊は、主に調査対象地の西部分のオエベロ川とオリオ川の上流の急傾斜地の頁岩及び泥灰岩の地域で発生し、ガリー侵食も数か所に見られる。

溪岸侵食は、調査対象地域内の水系のオエベロ川、オリオ川、オエサオ川とそれらの支流沿いで発生している。

5-4 土砂流出量

対象地域の土砂流出量は、本調査においては関連データの整備状況や調査期間等も考え、主としてダム堆砂量測定によって予測する方法によった。

表面侵食による土砂流出量に、別に推計したガリー侵食、河岸侵食等による土砂流出量を加えて、全体の土砂流出量を推計した。

崩壊地からの土砂流出量を除いた侵食型別及び事業区別の土砂流出量は表1のとおりである。

表1 事業区別、侵食型別平均土砂流出量及び全体土砂流出量

| 事業区名 | 平均土砂流出量 (t/ha/年) | | | 平均土砂流出量 (t/ha/年) | 全体土砂流出量 (千t/年) |
|-------|------------------|-------|------|---------------------|-------------------|
| | 表面侵食 | ガリー侵食 | 河岸侵食 | | |
| オエサオ東 | 12.53 | — | 0.2 | 12.7 | 135 |
| オエサオ西 | 36.50 | — | 1.1 | 37.6 | 362 |
| オ リ オ | 39.10 | — | 1.3 | 40.4 | 182 |
| オエベロ | 19.85 | 0.4 | 1.2 | 21.4 | 179 |
| 計 | — | — | — | — | 858 |

5-5 既設の水土保持施設

調査対象地域内の既設の水土保持施設としては、土チェックダム、蛇かご、伝統的なテラス等があげられる。

6. 基本構想

6-1 基本的な考え方

(1) 森林復旧計画と土地利用

- ① 土地の荒廃を抑止し、地域振興を図るため、合理的土地利用へ改善を進める森林復旧計画の策定が必要である。
- ② 計画の立案にあたっては、国土保全の地帯区分、土地利用判定の立地区分、さらに地域の土地利用状況や住民の意向等を考慮して、水土保全のための土地利用判定基準を作成し、これにより計画を策定する。
- ③ 土砂流出については農・畜産業への影響や事業経費を考慮して、現実的な抑止目標を定める。
- ④ 土砂流出の抑止は森林造成、農地改良、草地改良等の植生的対策を重視するが、あわせてテラス造成・改修や土チェックダムや護岸工等の土木的対策を実施する。
- ⑤ 本計画では森林造成を積極的に行うが、地域の農・畜産業にも配慮して、アグロフォレストリーやシルボパストラルの導入を拡大する。
- ⑥ 必要苗木は国営苗畑（建設中）より供給をうける。一部の果樹、飼料木等は村営苗畑より補充する。
- ⑦ 計画は、対象地域の既定の空間計画等の内容にそったものとする。

(2) 地域振興と住民参加

- ① 本計画は社会林業の視点にたち、森林復旧とともに地域振興に貢献する計画であるが、地域住民の積極的参加を得て実施することが不可欠である。
- ② 住民に対するインセンティブを提示するとともに、普及事業の充実として、普及員や住民への教育・訓練を積極的に行う。このため研修施設やデモンストレーション・プロットを設置する。
- ③ 住民のグループ活動を重視し、グループ形成の支援、リーダー養成、女性のグループ参加等を促進する他、地域内のNGO活動とも連携する。
- ④ 集落の生活基盤整備として、生活道路の新設・改修を進める他、集落環境保全として飲水井戸・透水井戸の掘削や生垣の設置等を計画する。
- ⑤ 計画にあたっては、現地に定着し、住民に受け入れられる技術を優先し労力、資料についても現地調達に努める。

(3) 環境影響への配慮

- ① 環境条件を調査し、環境影響の予測と評価を行う。

- ② 本計画は環境保全的内容であり、社会経済的にも地域振興に資するものである。
- ③ 計画実施にあたり、モニタリングを実施し、事業を評価し、計画の修正継続に反映させる。

(4) 計画実施体制の整備

- ① 住民参加を容易にする実施体制で、関係行政機関の調整も円滑に行われる体制を計画する。
- ② 地域内に管理事務所を設置し、事業の実施・調整・評価を行い、住民への研修・指導に当たる。
- ③ 計画実施の利便のため、対象地域を4事業区に分割する。また事業期間は10か年とする。

6-2 事業区の区分

調査対象地域をオエサオ東、オエサオ西、オリオ、オエベロの4事業区に分割した。

6-3 土壌流出の抑止目標

水土保持計画では 9.6 t/ha/年 を土壌流出許容量と想定し、それを超える土砂流出を抑止対象とすることとした。

6-4 国土保全地帯区分

インドネシア林業省は、国土保全のため土壌の受食性の視点から斜面傾斜、土壌、雨量強度の3つの因子を用いて、地域区分を行い流域管理計画の策定に用いている。この分類法を基に調査対象地域を保護ゾーン、緩衝ゾーン、耕作ゾーンに区分した。

6-5 立地区分

自然条件を基に、土地の適性な利用を図るための基準となる立地区分を行った。

タイプⅠ：耕地、林地、草地のいずれにも適する土地

タイプⅡ：林地、草地のいずれにも適し、地域によっては耕地として利用してもよい土地

タイプⅢ：林地、草地としての利用が望ましいが、地域によっては耕地としての利用が可能な土地

タイプⅣ：林地、草地として利用が可能な土地

タイプⅤ：林地として利用が可能な土地

タイプⅥ：耕地、林地、草地のいずれにも適さない土地

6-6 土地利用の判定基準

地帯区分、立地区分の結果及び現況の土地利用を考慮して、計画する土地利用の判定基準を表2のとおり作成した。

表2 土地利用の判定基準

| 地帯区分 | 計画前の土地利用区分 | 立地区分 | | | | | |
|-------|-------------------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|
| | | I | II | III | IV | V | VI |
| 保護ゾーン | マングローブ | — | — | — | — | — | — |
| | 低地林 (マングローブ除く) | — | — | — | — | — | — |
| | 草地 | 森林1 | 森林1 | 森林1 | 森林1 | 森林1 | 森林1 |
| | ヤシを含む草地 | 森林2 | 森林2 | 森林2 | 森林2 | 森林2 | 森林2 |
| | ヤシ以外の樹木を含む草地 | 森林2 | 森林2 | 森林2 | 森林2 | 森林2 | 森林2 |
| | 灌木地 | 森林3 | 森林3 | 森林3 | 森林3 | 森林3 | 森林3 |
| | 竹林 | — | — | — | — | — | — |
| | 天然林・二次林 | — | — | — | — | — | — |
| | 人工林 | — | — | — | — | — | — |
| | 水田 | — | — | — | — | — | — |
| | 畑 | 農改1 | 農改1 | 農改2 | 農改2 | 農改2 | 農改2 |
| | 混栽農園 (樹冠疎密度70%未満) | 農改2 | 農改2 | 農改2 | 農改2 | 農改2 | 農改2 |
| | 混栽農園 (樹冠疎密度70%以上) | — | — | — | — | — | — |
| その他 | — | — | — | — | — | — | |
| 緩衝ゾーン | マングローブ | — | — | — | — | — | — |
| | 低地林 (マングローブ除く) | — | — | — | — | — | — |
| | 草地 | 草改1・2 | 草改1・2 | — | 森林1 | 森林1 | 森林1 |
| | ヤシを含む草地 | 草改1・2 | 草改1・2 | — | 森林2 | 森林2 | 森林2 |
| | ヤシ以外の樹木を含む草地 | 草改1・2 | 草改1・2 | — | 森林2 | 森林2 | 森林2 |
| | 灌木地 | 農改2 | 農改2 | 農改2 | 農改2 | 森林3 | 森林3 |
| | 竹林 | — | — | — | — | — | — |
| | 天然林・二次林 | — | — | — | — | — | — |
| | 人工林 | — | — | — | — | — | — |
| | 水田 | — | — | — | — | — | — |
| | 畑 | — | — | 農改1 | 農改1 | 農改2 | 農改2 |
| | 混栽農園 (樹冠疎密度70%未満) | — | — | 農改2 | 農改2 | 農改2 | 農改2 |
| | 混栽農園 (樹冠疎密度70%以上) | — | — | — | — | — | — |
| その他 | — | — | — | — | — | — | |
| 耕作ゾーン | マングローブ | — | — | — | — | — | — |
| | 低地林 (マングローブ除く) | — | — | — | — | — | — |
| | 草地 | 草改1・2 | 草改1・2 | 草改2 | — | 森林1 | 森林1 |
| | ヤシを含む草地 | 草改1・2 | 草改1・2 | — | — | 森林2 | 森林2 |
| | ヤシ以外の樹木を含む草地 | 草改1・2 | 草改1・2 | 草改2 | — | 森林2 | 森林2 |
| | 灌木地 | 農改1 | 農改1 | 農改2 | 農改2 | 森林3 | 森林3 |
| | 竹林 | — | — | — | — | — | — |
| | 天然林・二次林 | — | — | — | — | — | — |
| | 人工林 | — | — | — | — | — | — |
| | 水田 | — | — | — | — | — | — |
| | 畑 | — | — | — | 農改1 | 農改1 | 農改1 |
| | 混栽農園 (樹冠疎密度70%未満) | — | — | — | 農改2 | 農改2 | 農改2 |
| | 混栽農園 (樹冠疎密度70%以上) | — | — | — | — | — | — |
| その他 | — | — | — | — | — | — | |

- 注) 森林1 : (森林造成・タイプ1) 全面的造林
 森林2 : (森林造成・タイプ2) 強度の植栽
 森林3 : (森林造成・タイプ3) 弱度の植栽
 農改1 : (農地改良・タイプ1) 果樹・樹木を導入した農作物栽培
 農改2 : (農地改良・タイプ2) 果樹・樹木の混栽農園
 草改1 : (草地改良・タイプ1) 牧草と飼料木の導入
 草改2 : (草地改良・タイプ2) 飼料木林造成
 — : 現状の土地利用を認める箇所

7. 森林復旧計画

7-1 森林造成計画

草地及びヤシやその他の疎林のある草地、灌木地において、土壌保全上の注意を要する箇所や土地生産力の低い箇所を中心に森林の造成を行う。

(1) 森林造成・タイプ1：全面的な造林

現状の草地の内、表2で森林1となる箇所において、保全上の重要性和緊急性から土地全面に一斉に造林を行う。

(2) 森林造成・タイプ2：強度の植え込み

現状のヤシやその他の樹木を伴う草地の内、表2で森林2となる箇所において、木本類の植え込みによる森林の造成を行う。

(3) 森林造成・タイプ3：弱度の植え込み

現状の灌木地の内、表2で森林3となる箇所において、樹木の植え込みにより薪炭林、飼料木林の造成を行う。

7-2 農地改良計画

現状の土地利用が畑、樹冠疎密度70%未満の混栽農園、灌木地において、木本類による地表被覆度を高めることにより、土壌保全に配慮した農地利用を行う。

(1) 農地改良・タイプ1：果樹・樹木を導入した農作物栽培

現状の土地利用が畑地または灌木地のうち、表2で農改1となる箇所において、果樹や樹木を植栽・導入した農作物栽培、飼料生産としての土地利用を行う。

(2) 農地改良・タイプ2：果樹・樹木の混栽農園

現状の土地利用が畑地、樹冠疎密度70%未満の混栽農園、灌木地のうち、表2で農改2となる箇所において、果樹を中心として木本類を植え込み、木本類の樹冠疎密度が70%以上の混栽農園を目標とする土地利用を行う。

(3) テラス造成

地域に存在している伝統的テラスの改良を計画し、新テラスを作る必要がある場合は改良したテラスやグルドテラスを導入する。

(4) マルチングと等高線沿い栽培

現状の灌木地のうち農地改良1または2を行う所で傾斜が0～8%の箇所、現状の畑において傾斜が0～8%の箇所、現状の混栽農園のうちテラスが現存していない箇所（混栽農園面積の約20%）については、農作物栽培に当たりマルチングと等高線栽培を行う。

(5) 植生遮断壁

現状の畑または灌木地のうち、傾斜が8～25%の箇所を対象に植生遮断壁を造成する。

7-3 草地改良計画

土壌保全とともに、乾期における粗飼料増産を目的として、民有地・エンクレイブにおける耕作ゾーンⅠ、Ⅱの全域については、牧草の導入と飼料木林を組合せた草地改良タイプ1を、また耕作ゾーンⅢのうち、樹木の入っていない草地については飼料木林を造成する草地改良タイプ2を計画した。

さらに、国有林地についても、地域の粗飼料生産に協力するため、現状草地であって耕作ゾーンⅠ、Ⅱと指定された全域及びⅢのうち、樹木の伴わない草地及びヤシ以外の樹木を含む草地については、草地改良タイプ2を計画し飼料木林の造成を行うこととした(表2)。

草地改良タイプⅠのなかで灌漑可能な箇所ではキンググラスによる飼料畑をデモンストラションプロット事業で実施する。

また、自然草地の改良のため、水飲場を計画するとともに水田地帯での牧草等の栽培により飼料不足を緩和するため、実施者に対して牧草種子の配布を行うこととしている。

7-4 水土保全計画

(1) 表面侵食による土砂流出量の抑止

計画実施後には、表面侵食が大きい土地利用と考えられる放牧、火入れの頻繁な自然草地や焼畑耕作等に利用される灌木地が大幅に減少し、逆に侵食が少ない土地利用といえる森林やテラスのある畑、混栽農園等が増加して、全体として表面侵食量は大きく減少すると予想される。

(2) 溪流保全計画

溪流に流入する土砂は、地域内に現存する、または計画する土、チェックダム及び小型チェックダムに堆積させ、保全対象となる地域内の取水堰や溜池、さらには河床、海岸での土砂堆積を抑止することとする。

(3) 崩壊復旧計画

崩壊跡地とその周辺での放牧・火入れのような植生侵入を妨げる行為を禁止し、植生の定着を促進させるとともに、必要に応じふとんかご土留工による土木的対策を講ずる。

(4) ガリー侵食防止計画

ガリー侵食に対しては、竹ガリープラグ、ふとんかごガリープラグ、浸透溝、土木や草木の植栽等の対策を講ずる。

(5) 溪岸侵食防止計画

溪岸侵食については流水による横浸食が特に激しい溪岸部分に護岸工を施工する。

溪岸の安定及び周辺の地域から河川への土砂流出を防ぐため、溪岸植栽を計画する。

(6) 集落用地環境保全計画

下流への土砂の流出を軽減し、集落環境を保全していくことが重要であり、地域住民の協力のもとに透水井戸、飲水井戸、果樹木の導入、生け垣等の対策を講ずる。

7-5 苗木生産計画

本計画に必要な苗木は、中央苗畑造成計画の一環としてフィンランドの援助によって現在クバン県ネボナイクに造成中の苗畑及び調査対象地域内に新たに計画する村落苗畑から供給するものとする。

7-6 道路及び森林保護計画

(1) 道路計画

① 道路改良計画

調査対象地域内の既設道路のうち、土壌の流出源となっている箇所については、舗装または敷砂利等の路面の改良を行うとともに、必要に応じて線型についても検討すべきである。

② 道路新設計画

造林・緑化および林業経営用の林道を計画し、それらの合計延長の平均は事業地 100 ha 当たり 300m とし、これらに造林地、緑化地の計画面積数量を乗じて計画する。

物資の運搬等の生活用道路については、比較的道路密度の低いオエサオ西(4.9m/ha)、オリオ(6.0m/ha)とオエベロ(7.8m/ha)事業区の道路密度をオエサオ東程度の10m/haを目標にふやす。

(2) 森林保護計画

森林保護の最大の課題である森林火災の予防と被害の軽減を図るため、防火帯の造成、防火監視・通報・消火体制の整備、地域住民への啓蒙活動等の対策を計画する。

7-7 普及計画

(1) 普及・指導及び協力体制の整備

森林復旧計画に係わる普及活動の主な内容は、社会林業の視点にたった森林造成、農地改良、草地改良等を通じての農村の発展と地域の水土保持をはかるため村及び集落リーダー、グループリーダー、普及員等に対して研修、普及を行う。また、普及設備・資機材の充実を図る。

(2) デモンストレーションプロットの造成

地域の住民が本事業計画へ参加し、森林復旧と土壌保全に係わる各種の技術・工法を修得していくために、生きた事例となるデモンストレーションプロットを造成し展示を図る。

(3) 住民への支援活動

調査地域の大部分が民有地であること、住民の大部分が農業、畜産を主な収入源としていていること等から、本事業は地域住民の理解と協力を得つつ実施することが不可欠である。

7-8 管理計画

本事業の管理運営を効率的に行うため、対象地域に管理事務所を設け、研修施設も附置する。

本事業は、着工から10年間で完成することとして計画した。

7-9 モニタリング

計画の実施にあたってモニタリングを行い、事業の評価、問題点の把握と対策を明らかにし、事業を継続していくなかで、計画の修正を行って新たな事業に反映させていくことが望ましい。

7-10 事業費の概算

森林復旧計画にかかる総事業費は概算で約 350億Rpである。

8. 初期環境調査

本森林復旧計画を地域の自然及び社会・経済環境に配慮して実施するため、対象地域の立地環境条件を調査し、事業計画策定における環境配慮事項の検討、計画内容について発生の可能性のある環境影響の予測及び予備評価を行った。

その結果、自然環境、社会環境とも環境保全目標は達成されるものと評価された。

9. 技術移転

ブナイン・ノエルミナ森林保全サブセンターの中から選抜されたカウンターパートに対し、現地調査での業務研修、日本での研修等を通じて技術移転を行った。

10. 提言

- (1) 本計画は、技術的及び社会的に妥当であると判断されるのですみやかな実施が望まれる。
- (2) 実施にあたっては計画・設計の準備段階から関連機関の協力調整が必要であり、特に適切な実施体制づくりが極めて重要である。
- (3) 国、州、県の実施方針を住民に徹底して、実施の準備段階からの住民参加を図り、地域の実態を十分考慮して住民に対するインセンティブを明確にすることが必要である。
- (4) 土砂流出、収穫量の変化、住民へのインパクト等についての住民参加による積極的なモニタリングの実施を提言する。
- (5) 森林機能を最も高度に発揮させる必要のある保安林や保護ゾーンの整備は最も優先していく必要がある。
- (6) 在来樹種の造成技術や樹木と農作物の組合せ技術、土壌侵食や水文の実態等について早急な調査研究の拡充が必要である。

第 I 章 調査の概要

第 I 章 調査の概要

I-1 調査の背景

調査対象地のある東ヌサテンガラ州はインドネシアの中でも開発の遅れた地域とされる東部インドネシアに位置し、インドネシア政府も国家開発第 5 次 5 年計画において同地域開発の重要性をうたっている。東ヌサテンガラ州は、チモール島の西半分、フローレス島、スンバ島等から構成され、年間降雨量期間が短い土地生産性の低い半乾燥地域であり、州人口の大部分は、農業に従事し、多くは移動耕作や放牧といった粗放な営農を行っている。

この地域では、不適正な土地利用のため、森林の減少に伴う裸地化が進んでおり、土壌侵食と下流域における堆砂や洪水の問題を顕在化させるなど森林の水源かん養機能が失われることが懸念されている。

このため、東ヌサテンガラ州のチモール島西部に位置するオエサオ流域を調査地域とし、地域住民の生活に充分配慮した森林復旧計画の策定が必要であり、また森林の復旧と生活環境の改善は、地域住民の福祉向上と当該地域の発展に広く寄与するものと期待されている。

このような状況に鑑み、インドネシア国政府は 1992 年 12 月に我が国政府に対し、上記計画の策定に係る技術協力を要請してきた。

これを受けて我が国政府は、1993 年 4 月に事前（予備）調査団を、同年 9 月に事前（S/W）調査団を派遣し S/W を締結した。

I-2 調査の目的

本調査は、インドネシア国東ヌサテンガラ州のチモール島西部に位置するオエサオ流域のうち、特に荒廃地が多く、林地保全の必要性の高いサブ流域を対象として、土地利用、植生等の現況を明らかにするとともに、当該半乾燥地域における森林復旧計画（マスタープラン）を作成することを目的とする。

I-3 調査対象地域

調査対象地域の位置するチモール島は環太平洋造山活動によるサンゴ礁の隆起によって形成された島とされており、石灰岩が随所に露出している。調査対象地域はクパン県に含

まれ、クパン東部、アマラシ、クパン中部の3郡に分けられる。面積は33,180haで、オエサオ、オリオ、オエベロの各サブ流域から成り（以下の記述ではサブの名称を省き、オエサオ流域、オエベロ流域とする）、標高500～600mの分水嶺から海浜に至るなだらかな地形である。年間降雨量の90%強が11～4月の雨期に集中し、5月～10月は長く厳しい乾期となる。森林は分水嶺周辺に天然生二次林が見られるものの多くは灌木林(Belukar)やサバンナ状の疎林である。（図1-1 調査対象地域位置図、図1-2 調査対象地域内の郡、村位置図参照）

I-4 調査の概要

本調査は、平成5年度から平成7年度の3か年度にわたって実施した。調査業務のフローチャートは図1-3に示すとおりであり、各年度の調査の概要は次のとおりである。

(1) 平成5年度（第1フェーズ前期）調査の内容

① 国内作業

- a. 全体調査の実施計画作成
- b. 地形図作成、土地利用・植生図作成、土壤図清絵、地域住民調査に係る現地再委託契約の準備
- c. インセプションレポートの作成

② 現地作業

- a. インセプションレポートの説明
- b. 初期環境調査の情報収集
- c. 現地再委託契約の準備

③ 現地踏査

(2) 平成6年度（第1フェーズ後期）調査

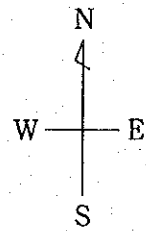
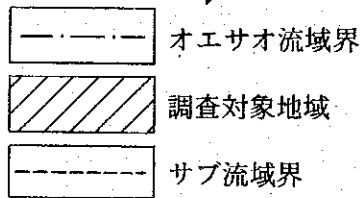
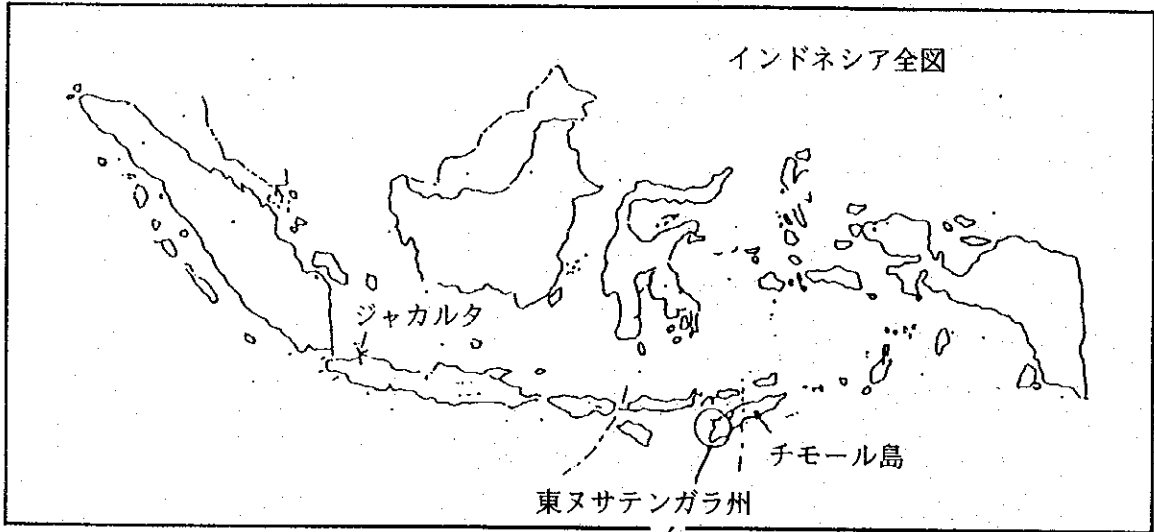
① 国内作業

- a. 資料の収集・解析
- b. 現地再委託契約の契約書（案）、仕様書（案）等の作成

② 現地作業

- a. 現地基礎調査
- b. 地形図の作成
- c. 土地利用・植生図の作成
- d. 土壤図の作成

- e. 地域住民調査
- ③ 国内作業
 - a. プロGRESSレポートの作成
- (3) 平成6年度(第2フェーズ)
 - ① 現地作業
 - a. プロGRESSレポートの説明
 - b. 現地本格調査
 - ② 国内作業
 - a. インテリムレポートの作成
- (4) 平成7年度(第3フェーズ)
 - ① 現地作業
 - a. インテリムレポートの説明・協議
 - b. 現地検証
 - ② 国内作業
 - a. ドラフトファイナルレポートの作成
 - b. 技術移転セミナー用原稿の作成
 - ③ 現地作業
 - a. ドラフトファイナルレポートの説明
 - b. 技術移転セミナー
 - ④ 国内作業
 - a. ファイナルレポートの作成
 - b. 森林復旧計画図の作成



1. ビポロ
2. ヌンクルス
3. プルカユ
4. オエサオ
5. オエベロ、オリオ
6. マニキン
7. オエサパベサール

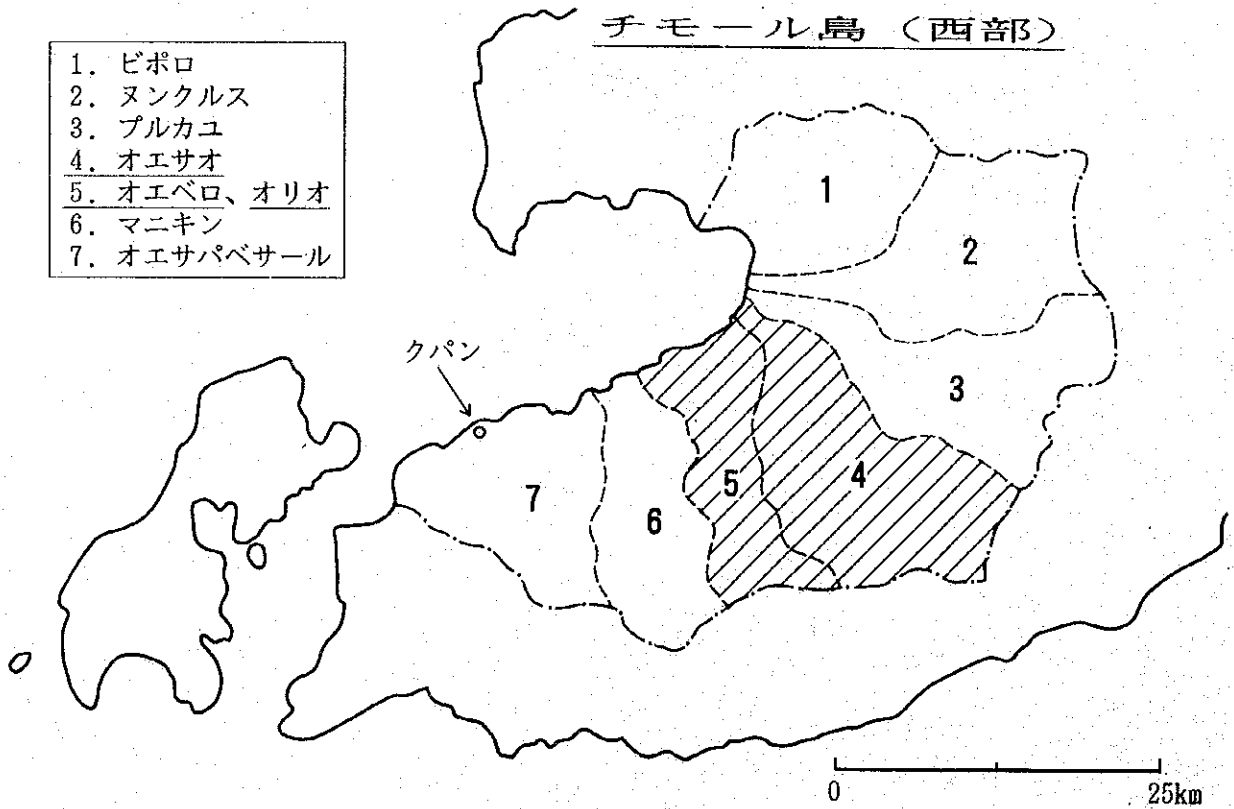


図1-1 調査対象地域位置図

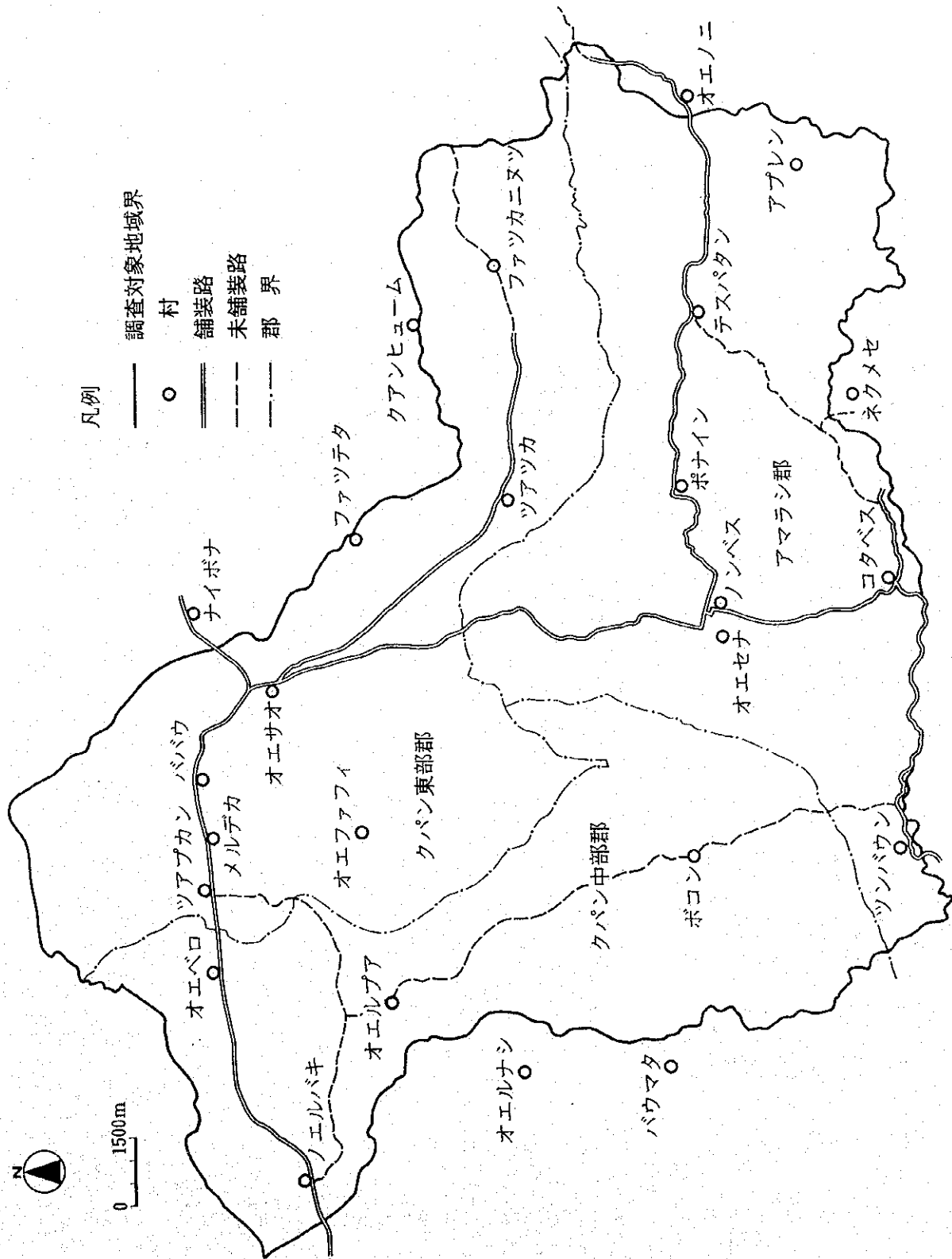
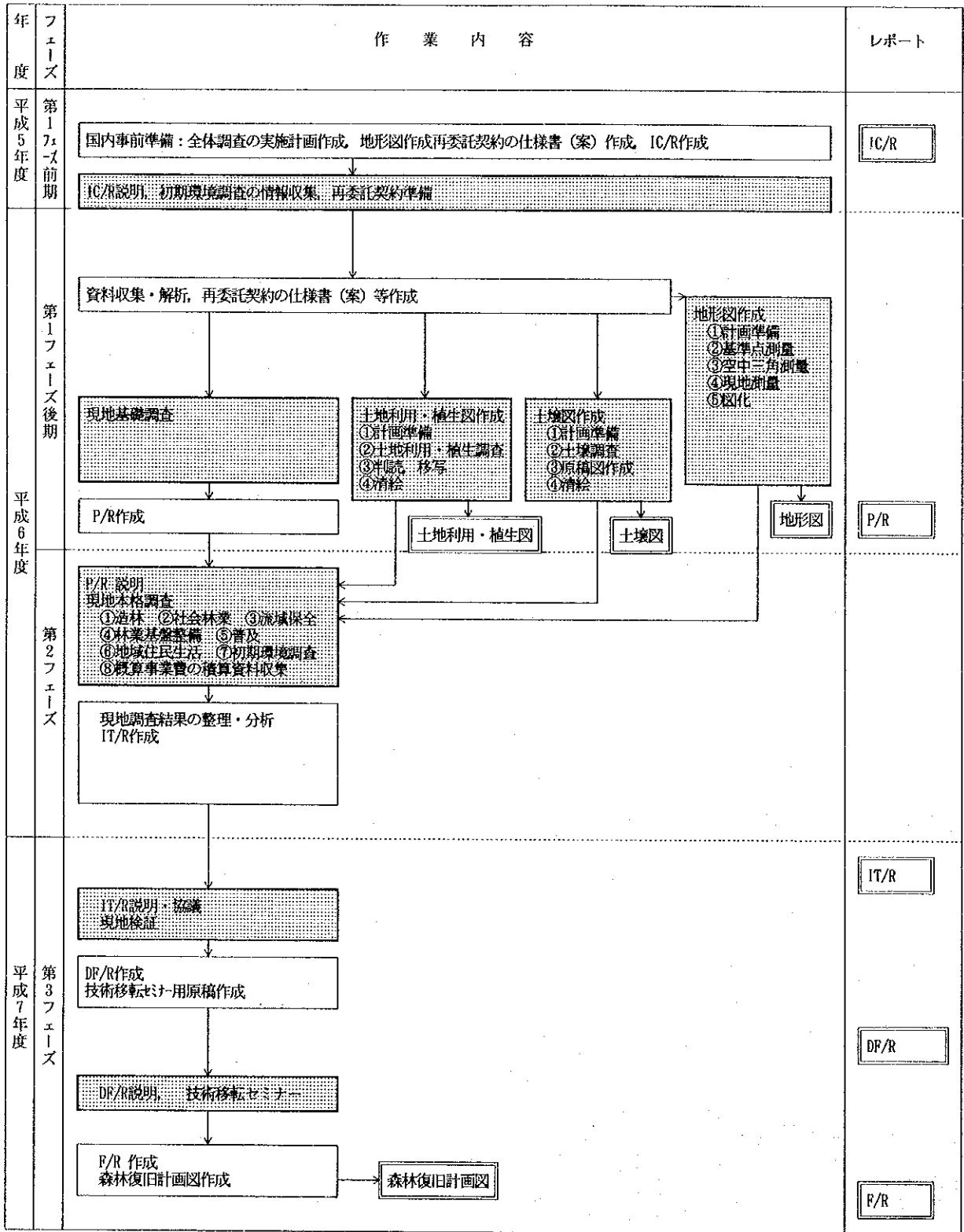


図1-2 調査対象地域内の郡、村位置図



注) IC/R：インタビューレポート P/R：フォトレポート IT/R：インタビューレポート DF/R：ドラフト・ファイナルレポート F/R：ファイナルレポート

□：国内作業 □：現地作業 □：成果品

図1-3 調査業務のフローチャート

第Ⅱ章 自然環境

第Ⅱ章 自然環境

Ⅱ-1 気候

調査対象地域の気候は低地部で年平均気温約27℃で、月平均気温の年較差は3～4℃で雨期に気温が高い熱帯気候を示す。山地部では観測値はないが、標高とともに気温も低下する。

降雨量については、調査対象地域内及びその周辺にある8観測所の年平均降雨量は1375mmであるが、地域的にも変動し、一般に山地に多い傾向がある。図2-1のように中央部の1500mm以上の地域、南部の1000～1500mmの地域、さらに北部の平地、海岸の1000mm以下の地域に分けられる。

年間の降雨量の93%以上が11月から4月の間に集中しており、なかでも、1、2月の降雨量が年間降雨量の50%、降雨日数の40%を占めるように、雨期、乾期が明瞭な気候である。また、各観測点ともに降雨量の年次変動が著しく、最近約10年間の観測でも年降雨量の最低値は最高値の1/2以下となる年も多く出現している。

Ⅱ-2 地形及び地質

調査地域の地質は現世の河川堆積物、更新世のサンゴ石灰岩、鮮新世から更新世へかけての堆積物とされている泥灰岩（一部に砂岩や凝灰岩を挟む。）、第三紀の頁岩からなり、比較的単純である。鉱物資源は乏しく、煉瓦材料や土木用の土砂採取が行われているに過ぎない。地形も単純で、下記のように、沖積低地、隆起サンゴ礁台地、丘陵地、山地がほぼ規則的に配列している。

(1) 沖積低地

沖積低地は、調査地域の東北部と西北部に規模の大きいのが分布しているほか、両地区を結んで海岸沿いに細長く連なっている。また、主要河川沿いには谷底低地が上流部に向かって細長く伸びており、さらに上流の山間部には規模の大きい谷底低地が数箇所見られる。堆積物は一般に細粒であるが、山間の谷底低地では下層に土石流堆積物らしい巨大円礫層を持っている。

(2) 隆起サンゴ礁台地

調査地域には、海岸から分水嶺にかけて数段の隆起サンゴ礁台地が認められる。

下位のものほど台地面の保存状況がよく平坦であるが、上位のものほど台地面に波状の

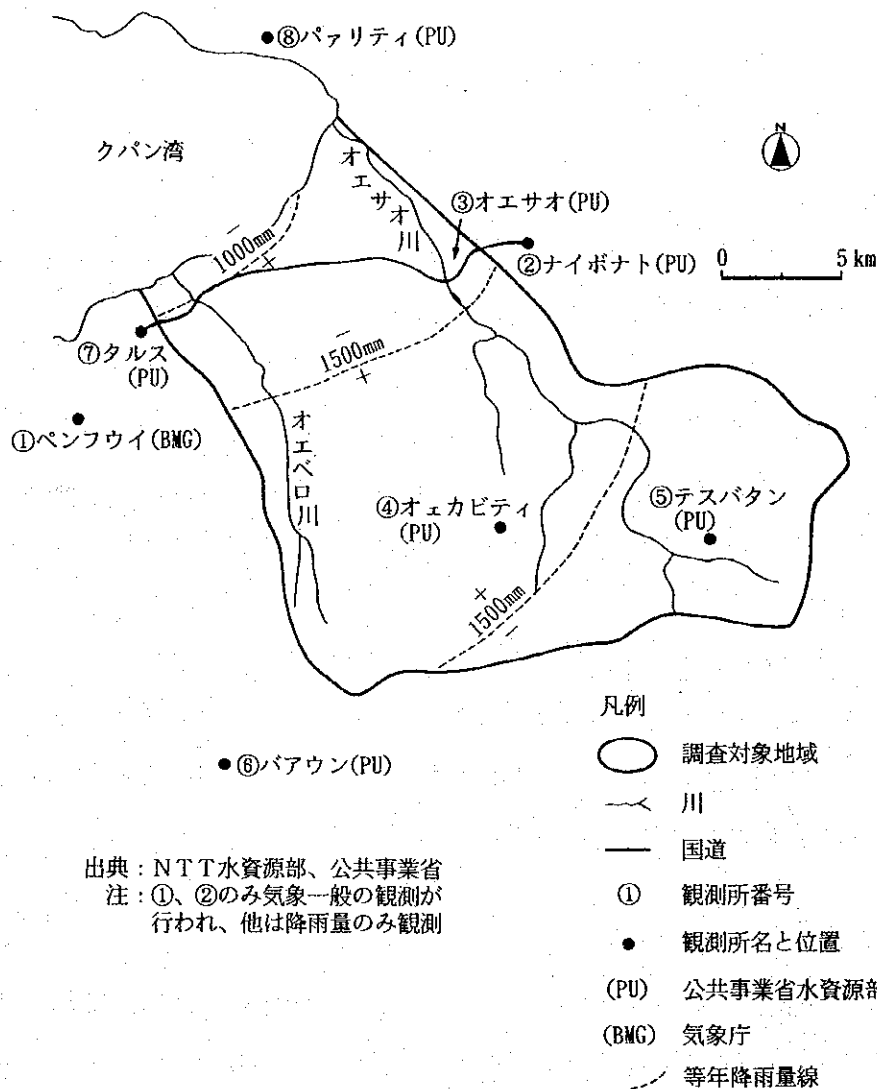


図2-1 気象観測所位置と等雨量線

微起伏が多くなる。これは、隆起後の経過時間の長短の反映と思われる。

さらに地域東南部のようにすでに台地としての性格を失っているものもある。（この部分は後述のように小起伏山地として扱った。）

(3) 丘陵地

丘陵地は、台地地帯の北縁に沿って東西に連っており、その北縁は低地地帯に接している。おもに泥灰岩からなり、丘頂部にサンゴ石灰岩を載せていることが多い。起伏量は小さく、斜面長は短く、傾斜は山地ほど急でない。小崩壊地が散在する。

(4) 山地

山地は調査地域の南部に広がっている。そのうち、サンゴ石灰岩からなる東半部と頁岩、泥灰岩からなる西半部とでは山容に極端な差がある。すなわち、西半部は開析が進み、尾

根と沢が明瞭に分かれ、起伏量や谷密度が大きく、長大な急斜面が発達している。また、大型の崩壊地が多い。これに対し、東半部では起伏量や谷密度が小さく、山腹の傾斜も緩く、全体に丸味を帯びている。また、カルスト地形が散在している。この様な違いは、溶蝕を主とする石灰岩地と、下刻作用を受けやすい軟質な頁岩地との地形発達特性の差によるものと思われる。なお、西半部においても主要な稜線はいまだ定高性を保持しており、そこにはサンゴ石灰岩のブロックが断片的に残されている。

II-3 土 壤

森林復旧計画策定に必要な土壌図を作成するため、下記の方法で土壌調査を行い、土壌図を作成した。

(1) 調査方法と土壌図作成

① 断面記載と土壌分類の方法

土壌断面の観察と記載は FAO:Guidelines for Soil Profile Description (Second edition 1977) に準拠し、土壌の類別は FAO-UNESCO:Soil Map of the World (Revised Legend 1990)に基づいて行った。なお、土層の堅密度を山中式土壌硬度計で測定した。また、水田土壌、マングローブ土壌、沼沢地土壌は、本プロジェクトの趣旨から判断して調査の対象からはずし、岩屑土についてはその記載を省略した（巻末資料 B-2 参照）。

② 土壌試料分析

代表断面で採取した土壌試料の理化学分析は、ポゴールの土壌・農業気候研究所 (Pusat Penelitian Tanah Dan Agroklimat) に依頼した。

③ 土壌図原図の作成

主として、道路沿いに各種土壌の分布状態を明らかにし、縮尺 1/10,000 の土壌図原図を作成した。使用した図示単位を下表に示す。

これらのうち、記号 C・L は Eutric Cambisols と Lithic Leptosols からなる土壌複合区である。ただし、両土壌は微地形に対応して必ずしも規則的に配列していないので、厳密には土壌モザイクと呼ぶべきであるが、便宜的に土壌複合区とした。調査区域の水田の土壌は Fluvisols, Vertisols, Cambisols に由来しているが、一括して水田土壌 (P) で示した。また、マングローブ土壌と沼沢地土壌については、空中写真判読によってその分布を一括図示した。

④ 土壌図の清絵

土壤図の清絵は、団員監督のもとでエアロカルトインドネシア社が行った。

表 2 - 1 土壤の種類

| 記号 | 土壤名 | 複合土壤 ※ | 含有土壤 ※※ |
|-----|---|------------------|---|
| L | Chromic Luvisols | | |
| V | Butric Vertisols | | |
| C | Humic Cambisols | | Butric Cambisols Rendzic Leptosols Lithic Leptosols |
| C・L | Butric Cambisols | Lithic Leptosols | Rendzic Leptosols |
| F | Butric Fluvisols | | Mollic Fluvisols |
| P | Paddy soils, derived from Fluvisols, Vertisols or Cambisols | | |
| M・S | Mangrove soils or Swamp soils | | |
| s・r | Sand, Stone or Rock | | |
| l s | Landslide | | |

注：※ : 20%以上を占める土壤
 ※※ : 20%未満で重要な土壤

(2) 土壤の種類、性質及び分布

調査区域には、水田、マングローブ、沼沢地、岩石地、砂浜、崩壊地などを除いて下記の7種の土壤単位が明らかになった。これらの理化学性を表2-2～表2-5に示し、以下、土壤単位ごとに、特徴、分布について概説する（巻末資料B-1参照）。

① Chromic Luvisols

Terra Rossa に相当するもので、インドネシアではMediteran と呼ばれている。石灰質母材に由来し、暗赤褐色ない赤褐色の土層が深い。微砂質で、B層に粘土集積が認められるが、代表断面3のように表面侵食によってその特徴を失っているものがある。

調査地域の他の土壤に比し、pHがやや低く、また塩基置換容量が小さく、塩基飽和度も低い。それでも50%以下ではない。

台地面、丘陵緩斜面、地域東南部の小起伏山地の緩斜面など、開析山地地帯を除いて調査地域全域に広く分布している。

② Butric Vertisols

インドネシアではGrumosolと呼ばれている。石灰質母材に由来し、埴質で黒色のA層が極めて厚い。調査が乾期に行われたため、亀裂が強度に発達し、その幅は表面で2～3cm、深さ数十cmにおいても約1cmもある。全孔隙量は大きい。透水性は低い。塩基

置換容量は大きい、塩基類に富むため塩基飽和度は 100%を超えている。pHはもちろん高い。

沖積低地のうち比較的古い堆積面、台地面、カルスト地帯の凹部など、Chromic Luvisolsの場合に比し、排水のやや劣る平坦面や緩斜面に分布している。

③ Humic Cambisols

主として頁岩に由来しているが、泥灰岩やサンゴ石灰岩に由来するものもある。

一般に埴質で礫に富んでおり、土層は比較的浅い。Mollic A層を持ち、Cambic B層は黄褐色を呈している。断面4の様にCambic B層の塩基飽和度が 100%を超し、Humic cambisols の定義を外れるものがあるが、この塩基状態は母材料の残留的性質と考えられるので、Mollic A層の存在を第一義とし、Humic cambisols に位置づけた。急斜面上部ではMollic A層が浅い。孔隙量は大きく、透水性は良い。塩基類に富み、pHは高く、日本の褐色森林土 (Cambisols の一種) に比し、化学性は優れている。

山地特に地域西南部の開析山地地帯に広く分布している。

④ Butric Cambisols

主として泥灰岩に由来し、礫に富み、土層は一般に薄い。灰褐色の薄いA層を持つ。礫質のため円筒試料は採取できなかったが、透水性は良いと思われる。調査地域の他の土壤に比し、塩基類が少ないが、置換容量も小さいため、塩基飽和度は高い。

低海拔の丘陵地にLithic Leptosolsを伴って分布している。形態や分布特性から見て、過放牧による表面侵食の結果、形成されたものと思われる。

⑤ Lithic Leptosols

日本の岩屑土に相当する。土層の深さ10cm未満の劣悪な土壤であり、礫に富んでいる。丘陵の急斜面にButric Cambisolsに混って小筒体が分布しており、山地でもHumic Cambisols に混って点在している。強度の表面侵食によって形成された土壤である。

⑥ Rendzic Leptosols

主としてサンゴ石灰岩に由来している。黒色ないし黒褐色のA層を持ち、極めて礫質である。土層は一般に薄い。円筒試料は採取できなかったが、透水性は良いと判断される。

塩基類に富み、塩基飽和度は高い。山地、丘陵地のHumic Cambisols や Butric Cambisolsに混って小筒体が点在している。

⑦ Butric Fluvisols

比較的新しい河川堆積物に由来した、やや未熟な土壤である。一般に壤土質であるが、

砂質のものある。土層は深く、土性を異にするいくつかの層理を持つことが多い。塩基置換容量は比較的小さく、塩基類に富み、塩基飽和度は 100%を超えており、pHはもちろん高い。また、透水性は良い。

主要河川の下流部に広く分布し、また河川沿いに細長く連なる低地に見られる。

(3) 土壤生産性及び受食性

土壤生産性を数量的に示すほどの調査プロットがないため、ここでは、土壤の諸性質から見た土地利用可能性と受食性について作図単位ごとに概説するにとどめる。

受食性指数 (K) は、Universal Soil Loss Equation (Wischmeier & Smith, 1978) によって算出した。

その計算根拠は表 2-5 に示す。

① Chromic Luvisols (L)

調査地域の他の土壤に比し、塩基類特に石灰が少なく、pHもやや低い。

他の土壤に比し土地生産性がやや低い。土地利用を強く制限する因子も認められず、耕地、草地、林地のいずれにも利用できる。しかし受食性が大きいため、傾斜地では土壤保全上、林地としての利用が無難であり、耕作や森林更新に当たっては、侵食防止の手段が必要である。

表 2-2 土壤の粒径組成と土性

| Soil unit | Profile No. | Horizon | Sand | | | Clay | Texture class |
|------------------|-------------|---------|-------|-------|----------|------|------------------------|
| | | | 2~0.1 | ~0.05 | >0.002mm | | |
| Chromic Luvisol | 5 | A | 5.4 | 14.3 | 61.1 | 19.2 | silt loam 微砂質壤土 |
| | | Bt1 | 3.3 | 9.4 | 63.1 | 24.2 | silt loam " |
| Chromic Luvisol | 7 | A | 35.6 | 10.7 | 26.6 | 27.1 | sandy clay loam 砂質埴壤土 |
| | | Bt1 | 0.7 | 1.8 | 58.2 | 39.3 | silty clay loam 微砂質埴壤土 |
| Chromic Luvisol | 3 | A | 5.5 | 8.8 | 75.9 | 9.8 | silt loam 微砂質壤土 |
| | | B | 6.1 | 10.4 | 75.3 | 8.2 | silt loam " |
| Eutric Vertisol | 2 | Au1 | 4.3 | 2.5 | 41.2 | 52.0 | silty clay 微砂質埴土 |
| | | Au2 | 7.1 | 2.5 | 36.5 | 53.9 | clay 埴土 |
| Humic Cambisol | 4 | A | 30.0 | 8.4 | 27.0 | 34.6 | clay loam 埴質壤土 |
| | | Bu1 | 1.5 | 1.0 | 38.6 | 58.9 | clay 埴土 |
| Eutric Cambisol | 8 | A | 8.3 | 13.0 | 58.0 | 20.7 | silt loam 微砂質壤土 |
| Rendzic Leptosol | 1 | A | 3.9 | 2.7 | 21.1 | 72.3 | clay 埴土 |
| Eutric Fluvisol | 6 | A | 26.7 | 10.8 | 40.9 | 21.6 | loam 壤土 |
| | | 2 B C | 1.4 | 4.7 | 62.4 | 31.5 | silty clay loam 微砂質埴壤土 |

② Butric Vertisols (V)

理化学性に優れており、土壤生産性は調査地域内で最も高いと判断される。また、受食性も小さい。耕地としての利用が最も有利である。しかし乾期の水分不足により栽培が制限されるので、積極的に灌漑施設の拡充を行い、土地利用の高度化を計ることが望ましい。

③ Humic Cambisols (C)

理化学性に優れており、土壤生産性は高いと思われる。しかし分布域のほとんどが急斜山腹であることが土地利用上の最大の制限因子となっており、耕地、草地は不適であって、現実にもほとんど林地である。しかし大径で形質の良い林木は少ない。現存する有用樹種の保育や造林によって土地生産性を高める必要がある。

pHが高いため針葉樹種の導入は不適と思われる。重要な水源地であることから一時に大面積の更新は避けなければならない。山腹上部や稜線沿いにLithic Leptosol Leptosols, Rendzic Leptosols, 土層の浅いButric Cambisolsなどの小個体が点在しているが、そこでは天然林を保全することが望ましい。

④ Butric Cambisols・Lithic Leptosols複合区 (C・L)

化学性には欠陥がないが、一般に礫質で土層が浅いことが、土地利用を大きく制限しており、耕地には不適である。現植生はほとんど草地、ユーカリやヤシ類の散生林で、粗悪な放牧地として利用されており、強度に荒廃した景観を呈している。造林は可能であるが、大きな収穫は期待できない。草種改良や飼料用低木類の導入などにより土地生産性の向上を計ることが望ましい。混在する Lithic Leptosols, Rendzic Leptosolsでは現植生の保全を計るべきである。

⑤ Butric Fluvisols (F)

理化学性に優れており、耕地、草地、林地のいずれにも適している。耕地の場合は、乾期の水分不足に対し、灌漑施設の拡充を行い、土地利用の高度化を計ることが望ましい。土壤の受食性が大きい、平坦面に分布しているため、土壤の侵食のおそれはほとんどない。

⑥ 水田土壤 (P)

土地利用上、特に問題はない。

⑦ マングローブ土壤・沼沢地土壤 (M・S)

現植生の保全を第一義とし、マングローブの破壊個所にはマングローブ類の再造林が必要である。

表 2 - 3 土壤の物理性

| Soil unit | Profile No. | Horizon | Bulk density (g/cc) | Total porosity (%vol) | Water content (% vol.) | | | | Drainable porosity (% vol.) | | Capillary ³⁾ water (% vol.) | Permeability (cm/h) |
|-----------------|-------------|---------|------------------------|--------------------------|---------------------------|------|--------|-------|--------------------------------|--------------------|--|------------------------|
| | | | | | pF 1 | pF 2 | pF2.54 | pF4.2 | Rapid ¹⁾ | Slow ²⁾ | | |
| Chromic Luvisol | 5 | A | 1.17 | 55.8 | 49.8 | 42.7 | 36.9 | 24.1 | 13.1 | 5.8 | 12.8 | 3.96 |
| | | Bt1 | 1.22 | 54.0 | 47.0 | 40.6 | 35.3 | 25.0 | 13.4 | 5.3 | 19.3 | 2.95 |
| Chromic Luvisol | 7 | A | 0.97 | 63.4 | 39.9 | 34.6 | 30.7 | 22.8 | 28.8 | 3.9 | 7.9 | 7.45 |
| | | Bt1 | 1.30 | 50.9 | 48.1 | 43.3 | 39.1 | 29.3 | 7.6 | 4.2 | 9.8 | 2.09 |
| Chromic Luvisol | 3 | A | 1.09 | 58.9 | 54.9 | 48.5 | 43.0 | 27.3 | 10.4 | 5.5 | 15.7 | 0.51 |
| | | B | 0.96 | 63.8 | 44.2 | 39.2 | 35.3 | 23.9 | 24.6 | 3.9 | 11.4 | 5.64 |
| Eutric Vertisol | 2 | Au1 | 0.97 | 63.4 | 58.0 | 50.9 | 45.4 | 35.3 | 12.5 | 5.5 | 10.1 | 0.15 |
| | | Au2 | 1.00 | 62.3 | 52.7 | 46.5 | 41.8 | 33.3 | 15.8 | 4.7 | 8.5 | 0.99 |
| Humic Cambisol | 4 | A | 0.83 | 68.7 | 45.8 | 44.7 | 40.7 | 27.8 | 24.0 | 4.0 | 12.9 | 5.77 |
| | | Bu1 | 0.98 | 63.0 | 55.7 | 48.8 | 43.4 | 33.9 | 14.2 | 5.4 | 9.5 | 3.00 |
| Eutric Fluvisol | 6 | A | 0.99 | 62.6 | 55.1 | 47.8 | 42.1 | 28.4 | 14.8 | 5.7 | 13.7 | 3.60 |
| | | 2BC | 1.16 | 56.2 | 52.1 | 46.8 | 42.3 | 30.6 | 9.4 | 4.5 | 11.7 | 6.93 |

- 1) =Total porosity-water content at pF2 =Gravitational running water
 2) =water content at pF 2--water content at pF 2.54=Available water
 3) =water content at pF pF2.54--water content at pF 4.2 =Capillary water

表 2 - 4 土壤の化学性

| Soil unit | Profile No. | Horizon | pH | | Cation exchange capacity (m.e./100g) | Exchangeable cation(m.e./100g) | | | | Base saturation (%) | C (%) | N (%) | C/N |
|------------------|-------------|---------|------------------|-----|---|--------------------------------|------|------|------|------------------------|----------|----------|-----|
| | | | H ₂ O | KCℓ | | Ca | Mg | K | Na | | | | |
| Chromic Luvisol | 5 | A | 5.9 | 5.0 | 21.91 | 10.18 | 3.35 | 0.52 | 0.07 | 64 | 1.90 | 0.19 | 10 |
| | | Bt1 | 5.7 | 4.7 | 18.50 | 8.45 | 2.36 | 0.09 | 0.09 | 59 | 0.84 | 0.12 | 7 |
| Chromic Luvisol | 7 | A | 6.2 | 5.4 | 30.68 | 15.90 | 3.31 | 0.67 | 0.10 | 65 | 3.07 | 0.29 | 11 |
| | | Bt1 | 5.8 | 4.6 | 20.78 | 10.37 | 1.57 | 0.15 | 0.09 | 59 | 0.78 | 0.13 | 6 |
| Chromic Luvisol | 3 | A | 6.6 | 5.9 | 35.34 | 24.21 | 2.00 | 0.32 | 0.16 | 76 | 2.22 | 0.25 | 9 |
| | | B | 6.8 | 6.0 | 34.26 | 24.75 | 0.81 | 0.17 | 0.12 | 75 | 1.21 | 0.17 | 7 |
| Eutric Vertisol | 2 | Au1 | 7.1 | 6.7 | 67.12 | 62.71 | 3.85 | 0.94 | 0.14 | > 100 | 2.10 | 0.18 | 12 |
| | | Au2 | 7.6 | 6.9 | 61.47 | 72.66 | 2.76 | 0.24 | 0.53 | > 100 | 0.78 | 0.04 | 20 |
| Humic Cambisol | 4 | A | 7.3 | 6.7 | 41.65 | 44.75 | 1.67 | 1.25 | 0.19 | > 100 | 4.16 | 0.36 | 12 |
| | | Bu1 | 7.7 | 7.0 | 41.11 | 66.99 | 1.09 | 0.53 | 0.31 | > 100 | 0.86 | 0.07 | 12 |
| Eutric Cambisol | 8 | A | 6.4 | 5.2 | 20.14 | 11.94 | 3.16 | 1.12 | 0.16 | 81 | 1.25 | 0.11 | 11 |
| Rendjic Leptosol | 1 | A | 7.2 | 6.6 | 57.29 | 62.36 | 3.30 | 1.07 | 0.21 | > 100 | 4.77 | 0.38 | 13 |
| Eutric Fluvisol | 6 | A | 7.6 | 6.8 | 33.88 | 58.52 | 1.58 | 1.43 | 0.18 | > 100 | 1.30 | 0.11 | 12 |
| | | 2BC | 7.9 | 7.0 | 24.60 | 51.14 | 1.38 | 1.48 | 0.19 | > 100 | 0.49 | 0.05 | 10 |

表 2 - 5 土壌の受食性指数

| Soil unit | Profile No. | Horizon | Silt & Very fine sand(%) | Sand (%) | Organic matter (%) | Soil structure | | Permeability | | Brodibility (K) |
|------------------|-------------|---------|--------------------------|----------|--------------------|------------------------|-------|--------------|-------|-----------------|
| | | | | | | Kind* | class | cm/h | class | |
| Chromic Luvisol | 5 | A | 75.4 | 5.4 | 3.27 | C. subangu. | 3 | 3.96 | 4) 4 | 0.37 |
| | | Bt1 | | | | | | 2.95 | 4 | |
| Chromic Luvisol | 7 | A | 37.3 | 35.6 | 5.28 | F. subangu. | 2 | 7.45 | 3) 3 | 0.10 |
| | | Bt1 | | | | | | 2.09 | 4 | |
| Chromic Luvisol | 3 | A | 84.7 | 5.5 | 3.82 | F. & M. angu. | 2 | 0.51 | 5) 4 | 0.35 |
| | | B | | | | | | 5.64 | 3 | |
| Eutric Vertisol | 2 | Au1 | 43.7 | 4.3 | 3.61 | M. angu. | 3 | 0.15 | 6) 6 | 0.15 |
| | | Au2 | | | | | | 0.99 | 5 | |
| Humic Cambisol | 4 | A | 35.4 | 30.0 | 7.16 | M. cvumb & F. subangu. | 2 | 5.77 | 3) 3 | 0.07 |
| | | Bu1 | | | | | | 3.00 | 4 | |
| Eutric Cambisol | 8 | A | 71.0 | 8.3 | 2.15 | M. angu. | 3 | — | — | |
| Rendjic Leptosol | 1 | A | 23.8 | 3.9 | 8.20 | F. & M. angu. | 2 | — | — | |
| Eutric Fluvisol | 6 | A | 51.7 | 26.7 | 2.24 | M. subangu. | 3 | 3.60 | 4) 4 | 0.32 |
| | | 2BC | | | | | | 6.93 | 3 | |

※ C. : Coarse, M. : Medium, F. : Fine

angu. : angular blocky structure, subangu. : subangular blocky structure

II - 4 水 系

調査対象地域内の主要な河川は、西部にオエベロ川、中部にオリオ川及び東部にオエサオ川であり、それらの川は調査対象地域の南部の水源山地から北西のクパン湾に流れている(図2-2)。これらの川の長さはそれぞれ30km、37kmと49kmである。水系は全体的にみて樹枝状水系を示し、上流部の山地と中流部では水系が地形図上明瞭であるが、下流部、とくに東西に走る国道の北にある平地では、水系は必ずしも明瞭でない。特にオエサオ川は自然地形による河川と灌漑用水路が交錯している。オエサオ川は、タクラレ支流の外は一年中水が流れている。またオリオ川とオエベロ川については、乾期には全般に流水が見られなくなるが、基底流出や中間流出によって、部分的にはあるが、一年中水がある。

オエベロ及びオエサオ流域の溪流はいくつかの主な支流に分けられるが、オリオ流域は細長い本流とそれに流れ込むいくつかの小さい支流を持つのみで、主流は認められない。オエベロとオエサオ流域の主流の内、マキアナ主流が流域面積で最も大きく、一方オエレロ主流は最も小さい。延長ではオエサオ川主流、マキアナ主流が長く、ノアビアナ主流は最も短い。

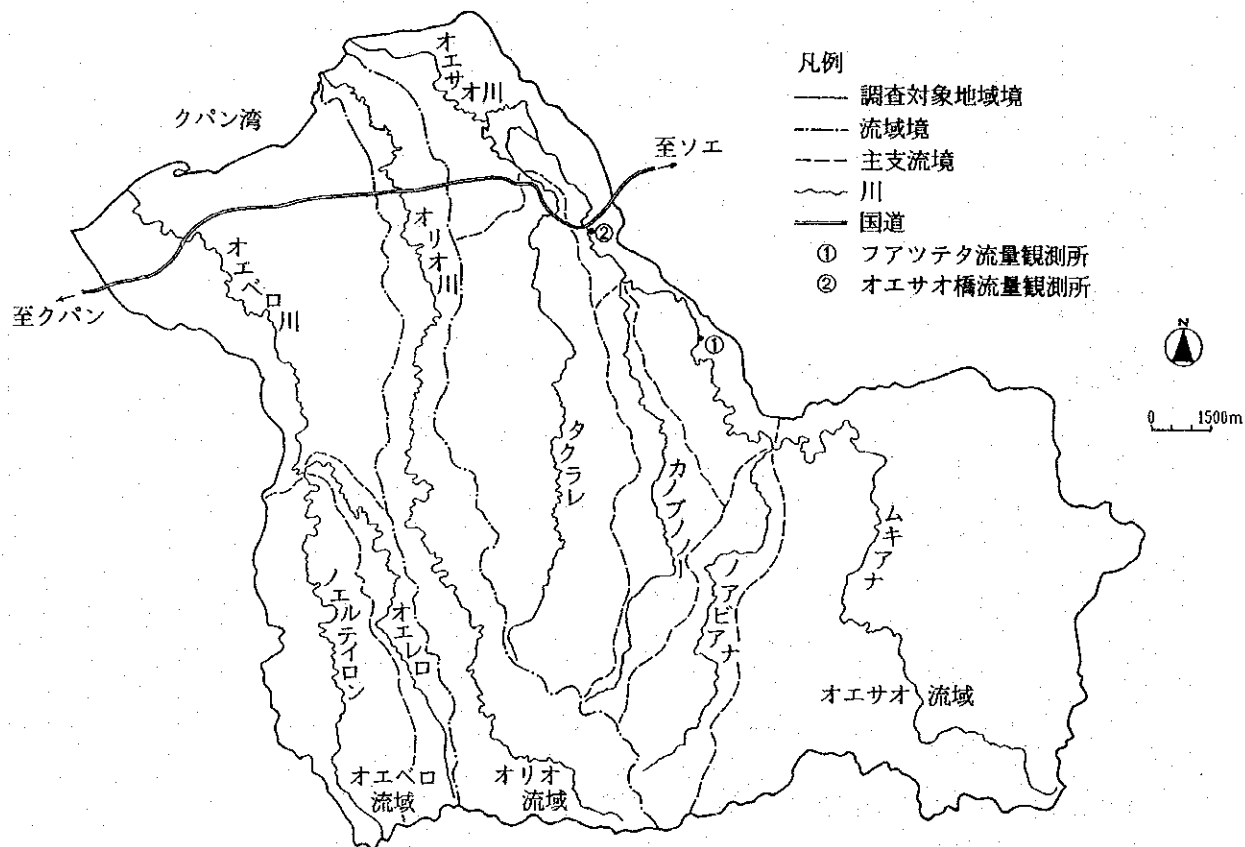


図 2 - 2 水系と流域区分

上記の 3 流域の特性は表 2 - 6 のとおりである。面積についてみるとオエサオ流域が最も大きく、一方オリオ流域は小さい。主溪流の延長をみると、一般的には、いずれも短い溪流といえるが、オエサオ主溪流が最も長く、オエペロ主溪流は短い。

表 2 - 6 流域毎のいくつかのパラメーター

| 流域名 | 面積 (ha) | 主溪流延長 (m) | フォームファクター | 谷延長 (m) | 谷密度 (m/ha) |
|------|------------|--------------|-----------|------------|---------------|
| オエペロ | 8,376 | 30,000 | 0.093 | 141,000 | 17.0 |
| オリオ | 4,512 | 37,000 | 0.033 | 86,000 | 19.0 |
| オエサオ | 20,292 | 49,000 | 0.084 | 327,000 | 16.1 |

注：主溪流延長と谷延長が地形図上（縮尺 1 / 10,000）上で計測

流域形状をフォームファクター（Form Factor、流域と同一面積の正方形の面積と水系主流長を一辺とした正方形の面積との比）でみるとオエペロとオエサオの流域がそれぞれ 0.093、0.084 と大きく、オリオ流域は 0.033 と小さい。上記の値は三つの流域の内オ

リオ流域が一ばん細長い形をしていることを示す。谷延長は、オエサオ、オエベロ、オリオ流域の順に短くなる。流路の発達程度を示す指標である谷密度はオリオ流域が面積が小さいため高く、オエサオ流域は低い。

II-5 土地利用・植生

本調査では、1991年撮影の航空写真（縮尺1/25,000）及び1993年撮影の航空写真（縮尺1/30,000）を用いて、縮尺1/10,000の土地利用・植生図を作成した。最小図示単位は、地形図（縮尺1/10,000）上5mm×5mm程度とした。判読区分項目は表2-7のとおりである。

作成した土地利用・植生図上を一辺が2cmの方形メッシュ（1メッシュは4haに相当）に区分し、各メッシュについて土地利用・植生を判定し、面積集計を行った。その結果は表2-8及び巻末資料B-3のとおりであり、ヤシの疎林のある草地の面積が10,656haで最も大きく調査対象地全体の32.1%を占める。次いで灌木地が5,892haで17.8%、ヤシ以外の疎林のある草地が3,652haで11.0%、草地が3,428haで10.3%の順となり、以上4つの土地利用で調査対象地域の71.2%を占める。特に草地及び疎林のある草地を合わせると17,736haで53.5%を占めている。これはこの地域において永年、放牧による土地利用が行われてきたことにより、草地化が進行したものと思われる。これらの疎林を構成するヤシの種類はタラパヤシとウチワヤシである。疎林を構成するヤシ以外の樹木としてはセイロンオーク、ポプラガム、ヤマモクマオウ、タマリンド、*Zizyphus* sp.等があげられる。灌木地はアセンヤクノキ、リウコフロエアアカシア、イピルイピル等の樹種から成り、海岸付近にはアセンヤクノキが多く分布する。灌木地では焼畑耕作が行われている所が多く、そこでは焼畑耕作の休閑期の土地利用形態として灌木地となっている。

なお、本文記載の樹木・農作物の種名、学名のリストは巻末資料B-4に示す。

以上の土地利用の他に調査対象域内に見られる主な土地利用について以下に記述する。

インドシタン、*Shorea* spp.をはじめとする天然林・二次林は1,768haで5.3%を占める。主として調査対象地域の南部の稜線部付近の他、常水のある溪流の溪岸周辺部に分布する。大部分が樹高15m以下の林分であるが、テスパタン村では樹高30m程度の林分が見られ、周辺には年間を通じ比較的水量の豊富な溪流が流れている。人工林は144haで0.4%を占めるにすぎない。植栽樹種はチーク、タガヤサン、ククイノキ等で、樹高は20m程度のものが多い。

水田は2,532haで7.6%を占める。オエサオ川の下流域周辺に広く分布するほか、オエベロ川河口部周辺やオリオ川中・下流周辺等に多く見られる。

畑地は1,572haで 4.7%を占め、集落用地の近辺に分布する。混栽農園は848haで 2.6%を占め、集落用地に隣接して分布する。

集落用地は 1,432haで 4.3%を占める。調査対象地域北部の標高50m以下の地域において国道に沿って東西に連なるように分布し、また南部の標高 200m以上の地域において東西に飛び石状に分布する。

表 2-7 土地利用・植生判読区分項目

| 区分項目 | 記号 | 区分項目 | 記号 |
|--------------|-----|-------------|-----|
| 低地林 | H | 水田 | Sw |
| マングローブ | Ha | 畑地 | Tg |
| その他 | Hb | 混栽農園 | Kc |
| 草地 | Pr | 疎密度 : < 70% | Kca |
| 疎林のある草地 | Pp | 疎密度 ≥ 70% | Kcb |
| ヤシ | Ppa | 塩田 | Pg |
| その他 | Ppb | 工場敷地 | Bi |
| 灌木地 | Sb | 季節的・一時的沼沢 | Rm |
| 竹林 | Bb | 水面(池・湖他) | W |
| 天然林・二次林 | S | 碎石・砂土場 | Ga |
| 樹高区分 : < 15m | H1 | 崩壊地 | Gb |
| ≥ 15m | H2 | 河川敷 | Sn |
| 疎密度 : < 70% | C1 | 道路敷 | J1 |
| ≥ 70% | C2 | 集落用地 | Kp |
| 人工林 | T | | |
| 樹高区分 : < 15m | H1 | | |
| ≥ 15m | H2 | | |
| 疎密度 : < 70% | C1 | | |
| ≥ 70% | C2 | | |

表 2-8 調査対象地域における土地利用・植生区分面積

| 区分項目 | 面積 (ha) | 割合 (%) |
|-------------------|---------|--------|
| 低地林 (マングローブ) | 200 | 0.60 |
| 低地林 (マングローブを除く) | 120 | 0.36 |
| 草地 | 3,428 | 10.33 |
| ヤシの疎林を伴う草地 | 10,656 | 32.12 |
| ヤシ以外の疎林を伴う草地 | 3,652 | 11.01 |
| 灌木地 | 5,892 | 17.76 |
| 竹林 | 104 | 0.31 |
| 天然林・二次林 | 1,768 | 5.33 |
| 人工林 | 144 | 0.43 |
| 水田 | 2,532 | 7.63 |
| 畑地 | 1,572 | 4.74 |
| 混栽農園 (樹冠疎密度70%未満) | 604 | 1.82 |
| 混栽農園 (樹冠疎密度70%以上) | 244 | 0.74 |
| 塩田 | 44 | 0.13 |
| 工場敷地 | 4 | 0.01 |
| 季節的・一時的沼沢 | 728 | 2.19 |
| 水面(池、湖等) | 28 | 0.08 |
| 崩壊地 | 4 | 0.01 |
| 河川敷 | 20 | 0.06 |
| 道路敷 | 4 | 0.01 |
| 集落用地 | 1,432 | 4.32 |
| 計 | 33,180 | 100.00 |

注) 割合の内訳の計が 100%にならないのは四捨五入によるものである。

第Ⅲ章 社会・経済環境

第Ⅲ章 社会・経済環境

Ⅲ-1 地域社会の概況

(1) 地域の行政組織

インドネシア国の行政区分は、州、県／市、郡、村によっているが、調査対象地域に係わるのは、東ヌサテンガラ州クパン県の内、クパン中部郡、クパン東部郡、アマラシ郡の一部であり、23村が関係する（村名は巻末資料C-1参照）。

州知事、県知事、郡長は任命制であるが、村長は公選制である。

図3-1は調査対象地域内の村の行政組織の事例である。

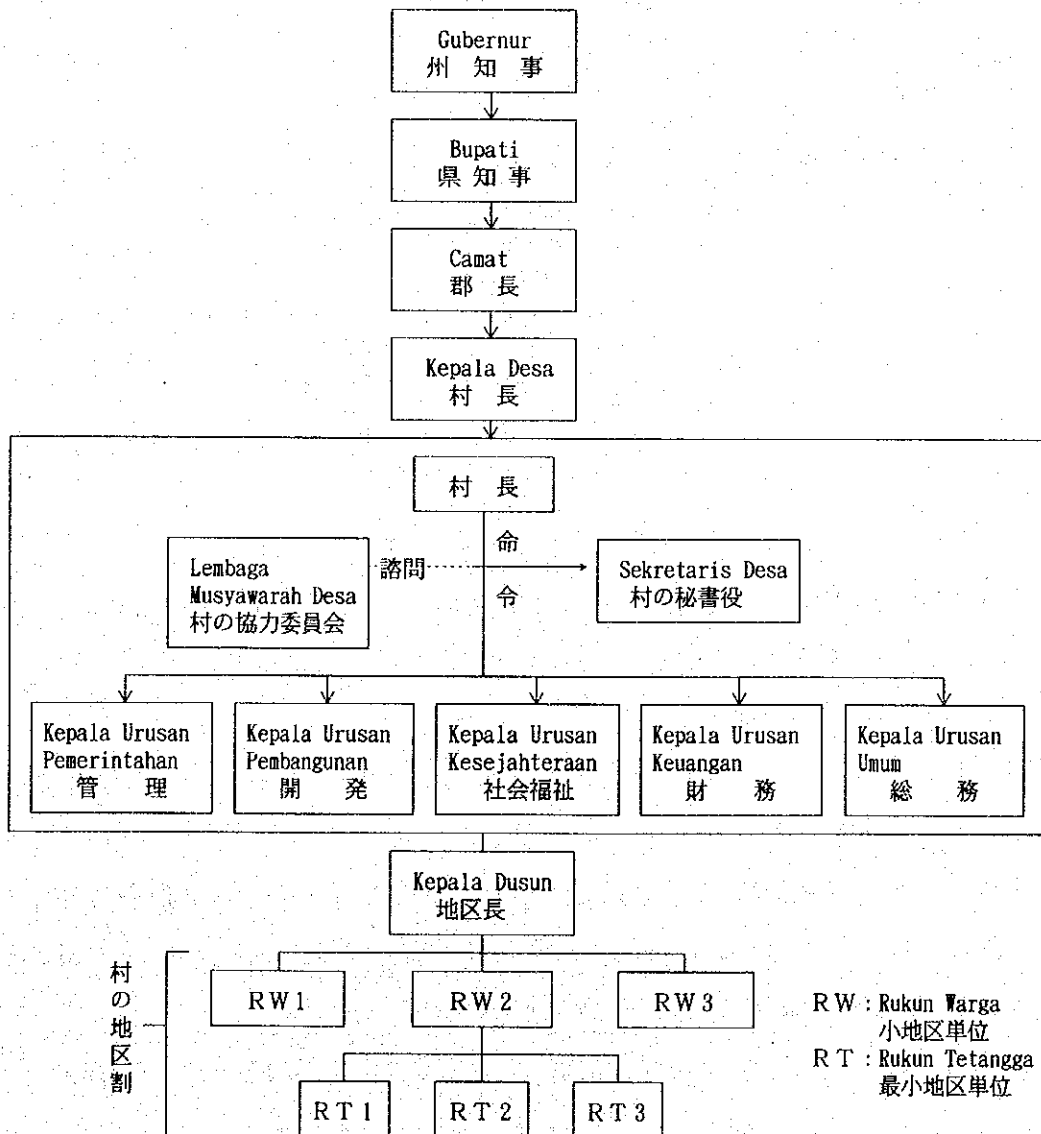


図3-1 調査地域内の行政組織の例（ノエルバキ村）

(2) 人口

東ヌサテンガラ州・クパン県及び調査対象地域の人口・面積・人口密度は表3-1のとおりである。調査対象地域は、クパン県の人口の約17分の1、同県面積の約22分の1を占めている。一方、クパン県は、東ヌサテンガラ州の人口・面積の約6分の1を占めている。また、調査対象地域内のクパン東部郡・アマラシ郡の人口密度はクパン県及び東ヌサテンガラ州の平均よりも高いが、クパン中部郡の人口密度はほぼ県、州の平均に近い。

表3-1 東ヌサテンガラ州・クパン県・調査対象地域の人口・面積・人口密度

| | 人口 | 面積 (km ²) | 人口密度 (km ² 当たり) |
|-----------------------|-----------|-----------------------|----------------------------|
| 調査対象地域 (クパン中部郡) | 6,665 | 96 | 69 |
| (クパン東部郡) | 13,453 | 115 | 117 |
| (アマラシ郡) | 10,882 | 121 | 90 |
| 調査対象地域 計 (1993) | 31,000 | 332 | 93 |
| クパン県 (1993) | 537,033 | 7,339 | 73 |
| 東ヌサテンガラ州 (1992) | 3,322,782 | 47,350 | 70 |
| インドネシア (1000人) (1990) | 179,379 | 1,919,317 | 93 |

(出典) 3郡並びにクパン県 : "Penduduk Kabupaten Kupang 1993"

(Hasil Registrasi, Kantor Statistik Kabupaten Kupang, 1994)

東ヌサテンガラ州 : "Nusa Tenggara Timur Dalam Angka 1992", Kantor Statistik Propinsi NTT

インドネシア国 : "Statistik Indonesia 1993", Biro Pusat Statistik, 1994

"World Resources 1994-95"
World Resource Institute

なお村別の人口・面積等の詳細は巻末資料C-1にまとめた。

また一世帯当たりの構成員数は5人程度であるが、15才以下の人口比率は約40%と高いこと、男性人口が女性人口を上廻ることなどもこの地域の特徴といえる。

(3) 宗教及び教育・保健

地域内住民の約92%がプロテスタントであり、カソリックも約6%でほとんどの住民がキリスト教徒である。

教育水準も比較的高く、10才以上の人口の文盲率は4.6%~6.8%と推計され(住民調査結果による)、東ヌサテンガラ州の21.9%(1992年統計)やインドネシア国全体15.9%(1993年統計)に比較して大分低い水準にある。

また、クパン県における医療機関数や医療関係者数などは表3-2のとおり。

表 3 - 2 病院数と保健所数

| 総合病院 | 保健所等 | 医 師 | 看 護 婦 | 産 婆 | ベット数 |
|------|------|-----|-------|-----|------|
| 3 | 171 | 37 | 157 | 51 | 307 |

(4) 交通・道路

地域内の交通は車両及び徒歩によっている。

1992年現在、クパン県における車両の登録台数は、17,496台で、うち、オートバイが61%、ワゴン、ジープが14%、トラックが15%、マイクロバス等が10%を占めている。しかし調査対象地域での車両の保有台数は極めて少ないものと考えられる。山地部では自転車も少ないようであった。

公道は、国道、州道、県道及び村道に分類され、いずれもが公共事業省の関連組織によって建設、維持されている。国道は、調査地域内の北部、ノエルバキ村とオエサオ村間を東西方向にとおり、アスファルト路面である。州道もアスファルト路面で対象地域内の北東のオエサオ村で国道から分岐し、南のノンベス村、コタベス村、ツンバウン村に至る。県道は部分的にアスファルト路面（オエサオ流域で34km、県道総延長の47%）で、対象地域内の東部、南部、中部及び西部に通じる。村道は、ほとんどが石敷か砂利敷である。これらの道路の現況を事業区別にみると表 3 - 3 のとおりである。また、道路密度については調査地域内全体で 7.5m/ha、事業区別にはオリオ 6.0m/ha、オエベロ 7.8m/ha、オエサオ西 4.9m/ha、オエサオ東10.3m/haである。

表 3 - 3 調査対象地域内区分別・事業区別道路延長

| 区 分 | 標準幅 (m) | 延 長 (km) | | | | 計 |
|-----|------------|----------|-------|------|------|-------|
| | | オエサオ東 | オエサオ西 | オリオ | オエベロ | |
| 公 道 | 国 道 | — | 5.0 | 2.0 | 8.0 | 15.0 |
| | 州 道 | 8 | 14.0 | 3.0 | 6.0 | 25.0 |
| | 県 道 | 6 | 32.0 | 8.0 | 11.0 | 72.0 |
| | 村 道 | 4以下 | 63.0 | 31.0 | 8.0 | 34.0 |
| 林 道 | 3 | 1.0 | — | — | — | 1.0 |
| 計 | | 110.0 | 47.0 | 27.0 | 65.0 | 249.0 |

注：① 道路延長：今回作成した地形図（1/10,000）による。
 ② 国有林地内の道路は、特にオエサオ東事業区では樹冠下に隠れて地形図に記載されなかった部分があるため、実際の道路延長は、表中の計測値よりも大きいと思われる。

路面状況を見ると、国道、州道及び県道のアスファルト部分は良好である。

オエベロ事業区の砂利路面の県道の大部分が尾根筋に開設されているため、縦断勾配の急なところがあり路面の状態が悪い箇所では雨期に侵食が発生し交通に支障をきたしてい