

コロンビア共和国 林業資源調査

第一号レポート

昭和46年6月

林業調査

資源
調査
02-25

JICA LIBRARY



1098218(9)

24068

コロンビア共和国
林業資源調査

ファイナル・レポート

1992年6月

国際協力事業団

国際協力事業団

24068

序 文

日本国政府は、コロンビア国政府の要請に基づき、同国の林業資源管理計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成元年2月から平成4年5月までの間、6回にわたり日本林業技術協会の渡辺宏氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、コロンビア国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成4年6月

国際協力事業団

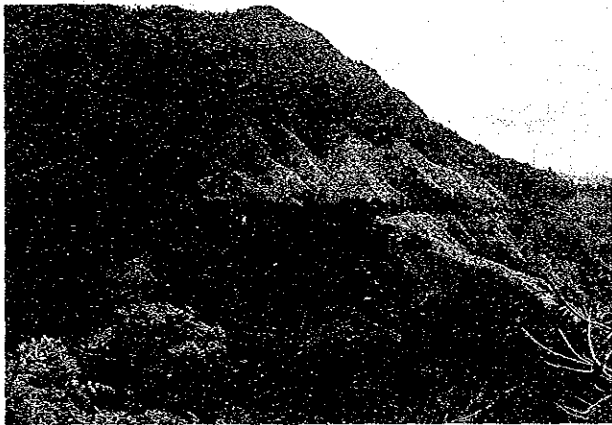
総裁 柳谷謙介



ミニユツの署名。
(1989年2月、於INDERENAボゴタ)



プロGRESS・レポートの報告。
(1990年2月、於INDERENAカルダス)



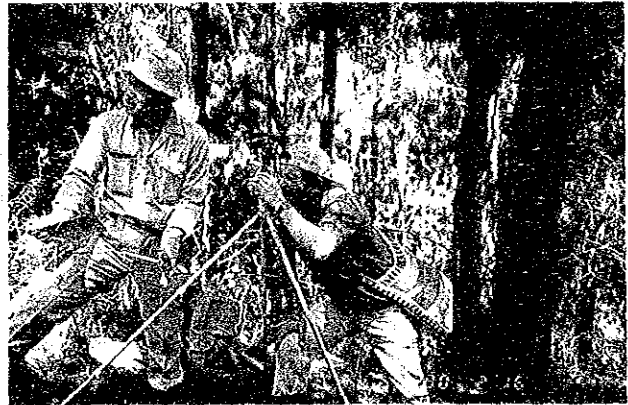
リオタピアス・モデルエリアの遠景。
(既設道路は傾斜変換点の上部を
通過・安定している)



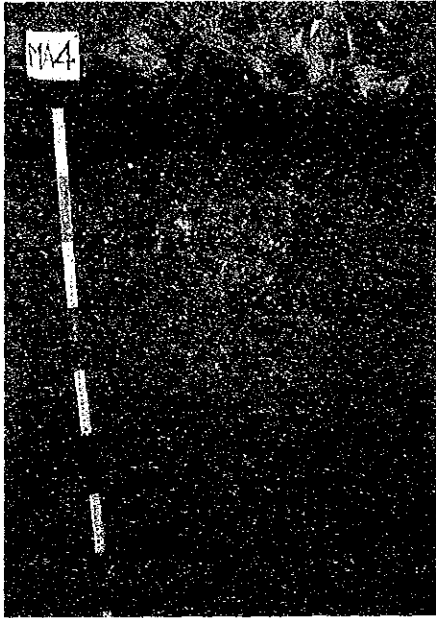
マニサレス・モデルエリアの遠景。
(水源林地帯の優良天然林、上部はパラモ)



ペンシルバニア・モデルエリアの遠景。
(市街地付近の緩斜地は牧草地が多い、
手前は優良人工林)



森林調査。(P. patula人工林)
(カウンターパートも測量技術を習得した)



土壤調査。(No.MA 4, Tm(モリック・アンドソル))



アグロフォレストリー状況調査、
於マニサレス市郊外。
(P. patulaと木トマトの混植)



崩壊の発生直後、付近のアリソ人工林も幼令木。
(1989年2月現在)



左の箇所3年経過後、植生回復状況顕著。
(1992年2月現在)



セミナー開講式。
(1992年5月6日、於サンタフェデボゴタ市)



セミナー開講式。
(1992年5月8日、於マニサレス市)

コロンビア共和国林業資源調査

ファイナル・レポート

目 次

| | |
|----------------------------|----|
| 要 約 | 1 |
| 1. 調査の背景と目的 | 1 |
| 2. 調査対象地域 | 1 |
| 3. リモートセンシング解析調査 | 2 |
| 4. 航空写真の撮影と森林基本図の作成 | 5 |
| 5. 基礎情報の分析 | 6 |
| 6. 基礎調査 | 9 |
| 7. 森林管理計画ガイドライン | 19 |
| 8. 森林管理モデル計画 | 23 |
| 9. 環境影響評価 | 32 |
| 10. 技術移転 | 36 |
| 勸 告 | 37 |
| 第1章 序論 | 41 |
| 1-1 調査の背景 | 41 |
| 1-2 調査の目的 | 42 |
| 1-3 調査対象地域 | 42 |
| 1-4 調査実施の基本方針 | 45 |
| 1-5 調査の内容 | 45 |
| 第2章 航空写真の撮影と森林基本図の作成 | 49 |
| 2-1 航空写真の撮影 | 49 |
| 2-2 基準点測量 | 49 |
| 2-2-1 基準点測量 | 49 |
| 2-2-2 水準測量 | 52 |

| | | |
|-------|----------------|-----|
| 2-3 | 空中三角測量 | 55 |
| 2-4 | 図化 | 55 |
| 第3章 | 基礎情報の分析 | 57 |
| 3-1 | コロンビア国の概況 | 57 |
| 3-1-1 | 一般概況 | 57 |
| 3-1-2 | 経済概況 | 58 |
| 3-1-3 | 産業概況 | 60 |
| 3-2 | カルダス州の概況 | 64 |
| 3-3 | インテンシブエリアの概況 | 66 |
| 第4章 | 基礎調査 | 81 |
| 4-1 | 社会経済条件調査 | 81 |
| 4-1-1 | 地域社会経済条件調査 | 81 |
| 4-1-2 | 土地利用状況調査 | 82 |
| 4-1-3 | 農牧地現況調査 | 85 |
| 4-1-4 | 林産物の需給調査 | 90 |
| 4-1-5 | 木材市場流通調査 | 91 |
| 4-1-6 | 地域住民と森林に係わる調査 | 94 |
| 4-2 | 自然環境条件調査 | 96 |
| 4-2-1 | 林相・植生調査 | 96 |
| 4-2-2 | 森林資源調査 | 101 |
| 4-2-3 | 土壌調査 | 114 |
| 4-2-4 | 造林適地調査 | 120 |
| 4-3 | 森林管理計画調査 | 128 |
| 4-3-1 | 森林保全調査 | 128 |
| 4-3-2 | 林相改良調査 | 133 |
| 4-3-3 | 荒廃地調査 | 136 |
| 4-3-4 | 森林経営調査 | 140 |
| 4-3-5 | 林道調査 | 144 |
| 4-4 | コンセッションの許可状況調査 | 147 |

| | | |
|------------------|------------------|-----|
| 4-4-1 | 伐採許可の制度 | 147 |
| 4-4-2 | 伐採許可の実態 | 147 |
| 4-4-3 | 伐採許可基準の検討 | 149 |
| 第5章 森林管理計画ガイドライン | | 153 |
| 5-1 | ガイドラインの内容 | 153 |
| 5-1-1 | ガイドライン策定の考え方 | 153 |
| 5-1-2 | 森林区分 | 153 |
| 5-1-3 | ガイドラインの内容および策定項目 | 153 |
| 5-1-4 | 森林施業区分 | 154 |
| 5-2 | 森林保全基準 | 154 |
| 5-2-1 | 基準の前提条件 | 154 |
| 5-2-2 | 保全森林の選定基準 | 156 |
| 5-2-3 | 森林保全基準 | 157 |
| 5-3 | 林相改良基準 | 158 |
| 5-3-1 | 基準の前提条件 | 158 |
| 5-3-2 | 林相改良林分の選定基準 | 158 |
| 5-3-3 | 林相改良基準 | 159 |
| 5-4 | 荒廃地復旧基準 | 160 |
| 5-4-1 | 基準の前提条件 | 160 |
| 5-4-2 | 要復旧地選定基準 | 160 |
| 5-4-3 | 荒廃地復旧基準 | 161 |
| 5-5 | 森林経営基準 | 162 |
| 5-5-1 | 基準の前提条件 | 162 |
| 5-5-2 | 森林施業区分の基準 | 163 |
| 5-5-3 | 施業方法の基準 | 163 |
| 5-5-4 | 苗木生産の基準 | 168 |
| 5-6 | 林道作設基準 | 170 |
| 5-6-1 | 基準の前提条件 | 170 |
| 5-6-2 | 林道作設基準 | 170 |
| 5-6-3 | モデル設計の仕様 | 172 |

| | |
|-----------------------|-----|
| 第6章 森林管理モデル計画 | 173 |
| 6-1 リオタピアス保存林地帯モデル計画 | 173 |
| 6-1-1 基本方針 | 173 |
| 6-1-2 モデルエリアの現況 | 173 |
| 6-1-3 森林区画 | 176 |
| 6-1-4 森林管理計画 | 176 |
| 6-2 マニサレス市水源林地帯モデル計画 | 190 |
| 6-2-1 基本方針 | 190 |
| 6-2-2 モデルエリアの現況 | 190 |
| 6-2-3 森林区画 | 192 |
| 6-2-4 森林管理計画 | 192 |
| 6-2-5 市民の森整備計画 | 203 |
| 6-3 ペンシルバニア人工林地帯モデル計画 | 207 |
| 6-3-1 基本方針 | 207 |
| 6-3-2 モデルエリアの現況 | 207 |
| 6-3-3 森林区画 | 209 |
| 6-3-4 森林管理計画 | 210 |
| 第7章 環境影響評価 | 231 |
| 7-1 評価の方法と手順 | 231 |
| 7-2 評価の実施 | 233 |
| 第8章 技術移転 | 249 |
| 卷末資料 | |
| 1 天然林出現樹種リスト | 251 |
| 2 標準地調査結果一覧表 | 254 |
| 3 天然林の樹種別・樹高階別本数分布 | 258 |
| 4 天然更新木の樹種別・樹高階別本数分布 | 261 |
| 5 土壌断面位置図 | 264 |
| 6 土壌断面の概要 | 267 |

| | | |
|----|------------------|-----|
| 7 | 簡易試孔点の概要 | 269 |
| 8 | 日本式による土壌分類 | 271 |
| 9 | モデルエリアにおける動物群 | 276 |
| 10 | 荒廃地の因子 | 279 |
| 11 | 伐採許可制度の内容 | 282 |
| 12 | 荒廃地復旧、モデル工法の標準仕様 | 286 |
| 13 | 林道作設モデル設計の仕様 | 293 |
| 14 | 「市民の森」整備計画 | 298 |
| 15 | 付属図簿類 | 320 |
| 16 | 調査団の構成等 | 321 |

関係機関略語表

(1)

| 略語 | 正式名称 | 和名 |
|------------|---|---------------------------|
| ACOFORE | Asociación Colombiana de Reforestadores | コロンビア造林業者協会 |
| CAR | Corporación Autónoma de las Cuencas de los Ríos Bogotá, Ubaté y Suarez | ボゴタ、ウバテ、スアレス川流域自治組合 |
| CENICAFE | Centro Nacional de Investigaciones del Café | 国立コーヒー研究所 |
| CHEC | Central Hidroeléctrica Nacional Oriente de Caldas | カルダス水力発電所 |
| CINOC | Colegio Integrado Nacional Oriente de Caldas | 国立東カルダス総合学校 |
| CONIF | Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal | 国立森林保護研究所 |
| GRAMSA | Corporación Regional Autónoma para la Defensa de las Ciudades de Manizales, Salamina y Aranzazu | マニサレス、サラミナ、アランサス市保護地域自治組合 |
| DANE | Departamento Administrativo Nacional de Estadística | 国家統計局 |
| DNP | Departamento Nacional de Planeación | 国家企画庁 |
| DRI | Fondo de Desarrollo Rural Integrado | 農村総合開発基金 |
| FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación | 国連食糧農業機関 |
| FEDERACAFE | Federación Nacional de Cafeteros | 全国コーヒー生産者連盟 |

| 略 語 | 正 式 名 称 | 和 名 |
|----------|---|--------------------------------------|
| HIMAT | Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras | 水文気象土地改良局 |
| IGAC | Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" | 国土地理院 |
| INCORA | Instituto Colombiano de la Reforma Agraria | 農地改革局 |
| INDERENA | Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente | 再生可能天然資源環境 庁 |
| JICA | Agencia de Cooperación Internacional del Japón | 国際協力事業団 |
| PAFC | Plan de Acción Forestal para Colombia | コロンビア林業行動計 画 |
| PROEXPO | Fondo de Promoción de Exportaciones de Colombia | 輸出奨励基金 |
| SENA | Servicio Nacional de Aprendizaje | 国家訓練局 |
| UNESCO | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura | 国連教育科学文化機関 |
| CITES | Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre | 絶滅のおそれのある野 生動植物の種の国際取 引きに関する条約 |

要 約

要 約

1. 調査の背景と目的

コロンビア共和国（以下コロンビア国とする）の中央アンデス地帯は、古くから開拓され、森林は人口増加に伴う生産活動によって破壊されてきた。このため、森林の持つ水源かん養、土砂流出防止等の機能が低下して下流域にさまざまな問題を引き起こし、森林の保全・造成等が緊急の課題となっている。このような実態からコロンビア国政府は我が国に対して森林管理のための技術協力を要請してきた。これを受け、1988年7月13日にコロンビア国の再生可能天然資源環境庁（INDERENA）と国際協力事業団（JICA）は本調査のS/Wを締結した。

S/Wに基づくこの調査は、コロンビア国の中央保存林地帯におけるランドサットデータの解析、ならびにカルダス州の森林地帯における航空写真からの森林基本図の作成、森林管理計画ガイドラインおよびモデル計画の策定等を行い、森林資源の適正管理システムの確立に資することを目的として、1989年2月に調査を開始し、1992年5月に終了した。本報告書はこの結果を取りまとめたものである。

2. 調査対象地域

調査対象地は、コロンビア国のアンデス地方にある中央保存林に係る地域に属し、この中には次の3つの区分がある。

- (1) 中央保存林は、ランドサットデータによって森林および土地利用状況の全体把握を行なった南北に長い160万haの範囲で、これを「スタディエリア」とした。
- (2) スタディエリアの中に、航空写真の撮影、地形図の作成、森林管理計画ガイドラインの策定等を行う、約20万haの「インテンシブエリア」を設けた。
- (3) インテンシブエリアの中には、森林調査、土壌調査、社会経済調査等を行い、森林管理計画ガイドラインをモデル的に具現化する約2万haの地域、「モデルエリア」が含まれる。このモデルエリアは、中央保存林の脊梁部国有林地帯のリオタピアス・モデルエリア、マニサレス市水源林地帯のマニサレス・モデルエリア、中央保存林裾野人工林地帯のペンシルバニア・モデルエリアの3箇所に設けた。

3. リモートセンシング解析調査

本調査は、すでに、リモートセンシング解析結果報告書として別途報告しているので、ここにその要約を記し本文への掲載は省略した。

1) 調査の目的

リモートセンシング解析調査は、スタディエリアにおける森林の分布、土地利用の現況とそれらの経年変化についてランドサットデータを用いて科学的に把握し、森林管理計画ガイドラインの基礎資料とし、あわせてコロンビア国側への技術移転を目的に実施した。

2) 調査の方法

(1) 調査範囲と使用データ

調査は、スタディエリアの周辺を含む範囲（解析区域は 1,918,800ha）について、表-1に示す4シーンのランドサットデータを用いた。このデータはコンピュータ処理可能な磁気テープに納められたもので、経年変化把握のため1970年代と1980年代の2時期について雲量の最も少ない最適のシーンを選定した。雲量を除いた実解析面積は、1970年代が 1,640,000ha、1980年代が 1,269,200haであった。

(2) 準備作業

表-1 使用したランドサットデータ

入手したランドサットデータは現地作業および解析に使用するため、画面の接合に当たり色調を合わせる輝度補正および画像と地形図との位置的な整合を図る幾何補正を行なった。次に植生調査、土地利用調査用に

| 時期 | センサー | LANDSAT No. | PATH-ROW | 観測年月日 | 雲量 |
|----|------|-------------|----------|--------------|-----|
| 旧 | MSS | L-2 | 9-56 | 1977. 9. 17 | 50% |
| | " | L-1 | 9-57 | 1976. 2. 1 | 20% |
| | " | L-1 | 9-58 | 1976. 2. 1 | 30% |
| | " | L-1 | 9-59 | 1976. 2. 1 | 30% |
| 新 | " | L-4 | 9-56 | 1987. 12. 24 | 30% |
| | " | L-4 | 9-57 | 1987. 12. 24 | 20% |
| | " | L-4 | 9-58 | 1987. 12. 24 | 20% |
| | " | L-4 | 9-59 | 1987. 12. 24 | 50% |

植生が赤く発色するフォルスカラー画像を作成、この画像の色調を基にして、土地被覆分類項目ごとに代表的な画像判別基準地点（トレーニングエリア）を選定

・入力し、コンピュータによって自動判読のうえ第1次土地被覆分類図を作成した。

(3) 現地調査

現地調査では、第2次土地被覆分類に用いるトレーニングエリアを設定し、その地点の土地利用、植生、土地条件等を調査記録した。トレーニングエリアは、観測点の周辺において代表的な判別項目の被覆面積が5 ha以上の広がりのあるものとし、高原草地、天然林、人工林、牧場・草地、農用林、農耕地の6項目に分け、合計で60箇所を設定した。

3) 調査の結果

(1) 土地利用・植生の状況

土地利用状況と植生分布状況は、スタディエリア全体とスタディエリアの中に含まれる10州別に分析した。

この結果をみると、1980年代のスタディエリアでは森林が40%を占め、次に牧場・草地が34%、高原草地が13%、農用林11%、裸地・耕地および雪氷原等が2%であった。

森林のうち天然林は、中央山脈の尾根部および東側斜面を中心に分布していた。また、スタディエリアの南部に多く見られ、カルダス州、アンティオキア州等の北部では天然林が比較的少なかった。この天然林の面積は約484千haと推計された。

人工林は、カルダス州、リサルダグ州、キンディオ州等の山脈の西側斜面上にわずかずつ分布し、カウカ州の北部にはやや広い範囲に展開していた。この人工林の面積は全体の約3%で47千ha程度と推計された。

なお、画像判読に用いた9項目と色調は表-2のとおりである。

表-2 画像判読基準と色調

| 区 分 | 色 調 | 特 徴 |
|-------------|-------------|---------------------------|
| 農 耕 地 | 淡 赤 色 | なめらかな形状で、水田は、水色のモザイク状を示す。 |
| 農 用 林 | 赤 色 ~ 濃 赤 色 | 緩斜面上のきめ細かい模様を示す。 |
| 森林 (人工林) | 赤褐色 ~ 明赤色 | 山地斜面のややきめのあらい模様。 |
| 森林 (天然林) | 赤褐色 ~ 暗赤色 | 山地斜面のきめのあらい模様。 |
| 牧 場 ・ 草 地 | 朱 色 | なめらかな形状を示す。 |
| 高 原 草 地 | 緑 ~ 淡 褐 色 | 山地尾根部にみられる不規則な形状。 |
| 裸 地 ・ 荒 地 | 淡 緑 ~ 淡 黄 色 | 斜面上の小さな点状あるいは線状模様。 |
| 都 市 ・ 市 街 地 | 水 色 | 不規則な形状を示す。 |
| 雪 水 原 | 白 色 ~ 水 色 | 山頂および尾根部にみられる。 |

注：本基準はフォールスカラー画像上に表れる色調と特徴を示したものである。

(2) 経年変化の状況

土地利用・植生の経年変化の状況は、雲量等を考慮した解析可能な面積約1,040千haについて調査した。

この結果から、1970年代と1980年代の2時期（約10年間）の変化を全般的に見ると、森林のうち天然林が牧場・草地や農用林に大きく変化していた。しかし一方では人工林の増加も若干見られた。この経年変化の認められた面積は約33千ha（経年変化解析範囲の3%）で、その変化地の76%に当たる約24,400haの森林が牧場・草地や農用林に変わっていた。

森林の変化の内容について見ると、天然林から牧場・草地へ約20,400haと農用林へ約4,000haと推計され、次に農用林から牧場・草地、農耕地、都市・市街地等へ変わったものが約5,000haあり経年変化地の15%に相当している。

また逆に、牧場・草地が人工林に変化した地域は約1,500haで変化地の5%に当たり、さらに、高原草地（パラモ）が牧場・草地に変化した地域が約1,300ha（4%）、人工林が牧場・草地に変化した地域が約400ha（1%）、農耕地が農用林に変化した地域が約100haとなっていた。

これらの変化の状況を指数で示すと図-1のとおりである。

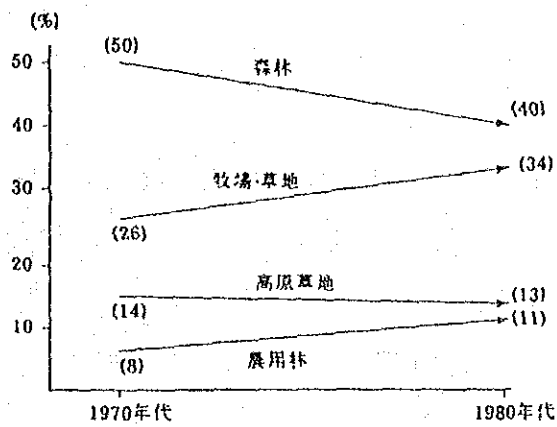


図-1 土地利用の経年変化状況

4. 航空写真の撮影と森林基本図の作成

1) 航空写真の撮影

インテンシブエリア内の最新情報を得ることと、森林基本図を作成するために、インテンシブエリアの約20万haを対象として航空写真を撮影した。

撮影した航空写真は、縮尺20,000分の1で557枚に及び、このうちモデルエリアについては縮尺10,000分の1に引伸して100枚の写真を作成した。

なお、撮影の諸元は表-3のとおりである。

表-3 撮影諸元

| 諸元 | 計画 | 実施 |
|--------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 撮影対象地域 | インテンシブエリア | 同左 |
| 撮影面積 | 2,000 km ² (20万ha) | 1,730 km ² (17.3万ha) |
| 撮影縮尺 | 1:20,000 | 同左 |
| 撮影コース数 | 17コース | 28コース |
| 撮影枚数 | 450枚 | 557枚 |
| 撮影機 | CBSSNA TU-260HK 144 (上昇可能 8,000m) | |
| 撮影カメラ | WILD RC-8 (レンズ AVIOGON f:150mm) | |

2) 基準点測量等

インテンシブエリア内の地形図作成は航空写真測量によった。この作業に必要な空中三角測量用の標定点として、インテンシブエリア内に10点存在しているコロンビア国の国家基準点(座標・標高の既知点)のうち、現地への到達および航空写真上への指針が可能な3点を採用し、測量精度の維持に必要な14点については、衛星観測法(GPS観測)によって標定点の新設を行い、17点の基準点を設けた。

水準測量は、マニサレスとフレスノ間の国道70kmおよびマニサレスとアグアダス間の約100kmの間で確認できた国家水準点25点を選定し、GPS観測点との間の水準測量を実施した。

基準点測量および水準測量の成果に基づき解析法によって空中三角測量を行い必要な数値を得た。

3) 森林基本図の作成

森林基本図は、空中三角測量の成果に基づき図化機を用いて作図した。作成した森林基本図の内容は次のとおりである。

(1) 縮尺および面積

- ・インテンシブエリア森林基本図 1:20,000 2,000km² (80cm×60cm図 19面)
- ・モデルエリア森林基本図 1:5,000 200km² (80cm×60cm図 37面)

(2) コンター間隔

- ・インテンシブエリア森林基本図 1:20,000 主曲線→20m、間曲線→10m
- ・モデルエリア森林基本図 1:5,000 主曲線→10m、間曲線→5m

5. 基礎情報の分析

1) コロンビア国の概況

コロンビア国は南米大陸の北西端に位置し、約114万km² (日本の約3.1倍)の国土面積と約32百万人の人口を持つが、国内に赤道が通過し、中央部に3列のアンデス山脈を抱えることから、地勢・気候等の影響によって、次の5地区に分けられ、森林・林業事情もこの地域ごとに特色を異にしている。

このなかで、生活条件に恵まれているため人口比率が最も高く、森林率が最も低いアンデス地域において、森林回復による環境条件の向上を図ることが緊急の課題となっている。(表-4を参照)

表-4 地域別主要指標

| 指標 \ 地域 | アマゾン流域 | オリノコ流域 | 太平洋岸 | カリブ海岸 | アンデス山地 |
|---------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 国土面積率 | 35.3% | 22.3% | 7.8% | 9.4% | 25.2% |
| 森林率 | 80.2% | 28.0% | 61.0% | 4.9% | 26.5% |
| 牧草地率 | 4.2% | 44.5% | 9.1% | 58.9% | 37.0% |
| 農地率 | 0.4% | 1.3% | 4.9% | 8.1% | 11.0% |
| 人口密度 | 1.49人/km ² | 3.75人/km ² | 33.16人/km ² | 53.23人/km ² | 76.81人/km ² |

2) カルダス州の概況

カルダス州は国土のやや西部に位置し、その大部分はマグダレナ川（国内最大）とカウカ川に挟まれたアンデス中央山脈地帯にあり、一般に急斜地が多く、7,888 km²の面積は国土の 0.7%に相当し、区域の小さな州である。

地形的に見ると、マグダレナ川・カウカ川の熱帯域から中央アンデス脊梁部の降雪帯に至る約 3,500mの標高差があり、気候、地質等の変化に富むが、全般に土壌の肥沃度は高い。しかしながら、開発進度が早いため森林率は20.9%と低く、急斜面にまで牧草地・耕地（総面積の約70%）が展開して環境悪化の要因をなしている。

一方当州は、人口密度が 116人/km²と国内の最高域にあり、発電力は 9 位、国道密度は12位、住宅の配電率は87.6%、水道の給水率は79.1%、下水道率は75.1%と高く、5歳以上の分盲率は15.4%と少なく、社会資本が比較的整備されているが、都市周辺にはスラム街が増加している。

3) インテンシブエリアの概況

(1) 位置

インテンシブエリアは、カルダス州の中央部に位置し、アンデス中央山脈を挟んで東西に約50km程度の広がりを持っている。

(2) 行政区分と面積

インテンシブエリアには、カルダス州の次表-5の9自治体が含まれ、その面積は 204,700haに及んでいる。（図-2参照）

表-5 市別面積

| 市名 | 面積 | 市町村名 | 面積 |
|--------|-----------|----------|-----------|
| マニサレス市 | 19,000 ha | アグアダス市 | 14,100 ha |
| ネイラ市 | 23,300 " | マルランダ市 | 40,400 " |
| アランサス市 | 12,900 " | マンサナレス市 | 10,900 " |
| サラミナ市 | 33,500 " | ペンシルバニア市 | 39,900 " |
| パコラ市 | 10,700 " | 計 | 204,700 " |

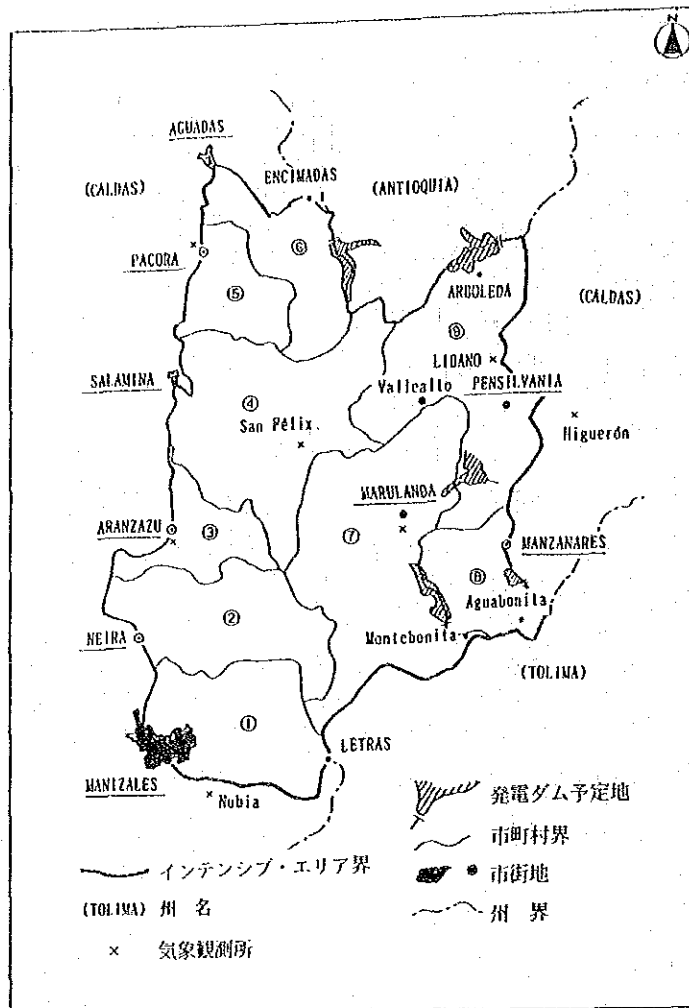


図-2 インテンシブ・エリア内の行政区分図

(3) 地形、地質

インテンシブエリア内の標高は、最低 750mから最高 3,850mの間にあり、うち、2,000mから 3,000mの間の面積割合が約60%を占め、平均標高は 2,780mを示している。

地形は、中央山脈を境にして東西に流下する河川に浸食された組織地形で、サラミナ、パコラを中心とした丘陵地・準平原を除くと急峻で複雑な地貌を呈し、河川のほとんどは欠床谷であることから、中腹から尾根筋に向って農耕地、牧草地、居住地が広がり、主要道路はスカイライン形式が多い。

地質は、エリアの南部にアンデス雲斑岩・アンデス溶岩が広く分布し、北東部に石英閃緑岩を主とした地質が分布し、北西側の丘陵地近辺は古生代の岩の上に礫岩・砂まじりの泥岩・粘土等の分布が見られる。また、全般的に火山堆積物に覆れている地層が散見される。

(4) 気象

インテンシブエリアの気温は、低緯度地帯の高原に属するため総じて年間の気温較差が小さく、最高気温は30℃を超えることはない。また、山脈稜線部の最低気温も-5℃程度と推定される。したがってエリア内に積雪帯は存在しない。

雨量は、H I M A Tの統計数値によると年平均で1,000~4,000 mm程度の範囲と推定され、日最大雨量は12.8mmから82.2mm（ただし80mm以上の記録はペンシルバニア地区で10年に1回しかない）で、共に中央山脈の東（マグダレナ）側で高い値を示している。しかし、降雨日数は西側が若干多いので、相対的に見ると降雨強度は東側の方が高いものと判断される。

いずれにしても、赤道無風地帯に属し、台風等の激しい変化のないことから見て「温和な気象状況」を示している。

(5) 人口

インテンシブエリアの中に居住する人口は最大5万人程度と推定され、人口密度はkm²あたり25人で「コロンビア」国の平均値に近い。

住民の主な職業は牧場の管理人か農業者で、ネイラ市内のカルダス・セメント会社が唯一の大企業である。

(6) 交通

インテンシブエリアの交通事情は、北側を除く三方向を国道に囲まれているが、エリアの内部はマンサナレスからサラミナに横断する砂利道の外は部分的に低規格の道があるのみで複雑な山岳地形に災いされ全般的に道路事情は良くない。

6. 基礎調査

1) 社会経済条件調査

インテンシブエリアの一般社会経済状況は、域内の公共機関、企業、住民等からの聴取調査を主体に把握した。その主なものは次のとおりである。

(1) 地域経済・産業調査

インテンシブエリア内の主要産業は農業、牧畜で人口の80%以上がこれらに従事している。しかし、近年エリアの周辺地域を含めて林業生産の活動も試みられ、従来の家内木工に加え、パルプ用材の産出、マニサレス市のパーティクルボード工場の操業開始などに伴う材料供給が始まっている。一方、地域経済の主体をなすコーヒー産業は今後もその地位を保つものと思われるが、粗放経営の牧畜業は

現状を維持するのが限度である。

これらの産業活動の影響を受けて人口の都市集中化は止まず、特にマニサレス市では激増を放置できず新市街の建設が活発である。また、都市部と農山村部では賃金、物価等の較差の増大がうかがえる。

(2) 土地利用現況調査

インテンシブエリアの1989年現在の土地利用現況は、パラモおよび牧場等の草地が最も多く49.7%を占め、次いで、森林は39.2%、コーヒー園 4.4%、農耕地 4.2%、その他 2.5%となっている。

また、モデルエリアの土地利用現況は、森林が53.4%で最も多く、次いで、草地は36.5%、農耕地 4.7%、コーヒー園 3.9%、その他10.5%である。

(3) 農牧地現況調査

インテンシブエリアの農牧地は、すべて個人所有であり、規模の大きなものは管理人、作業員等の労働力によって維持されている。現在までの利用原型は次のとおりにはほぼパターン化されている。したがって農牧地等の面積は常に変動している。

パラモ＝放牧→畑作（ジャガイモ）→放置→放牧……

森林Ⅰ＝伐採→焼畑→放牧→放置（植林）→伐採……

森林Ⅱ＝択伐（間伐）→放置→択伐……

牧草地Ⅰ＝放牧→植林（林間放牧）→伐採→放牧……

牧草地Ⅱ＝放牧→休閑（施肥）→放牧……（生産力により頭数調整）

農耕地Ⅰ＝コーヒー畑（施肥、改植、萌芽等の外、庇陰樹は漸減傾向）……

農耕地Ⅱ＝畑作（作目の変換、時には牧草地との循環もある）……

(4) 木材の需給調査

インテンシブエリア内の木材需給統計は見当たらない。

しかしながらコロンビア国全体の需要量を見ると、林産業用では年間 430万㎡で年率3%の伸びを示し、うち約4%を輸入に頼っている。薪炭材は、年間 980～1,270万㎡の需要を生じ、すべて国内生産で賄っている実態にある。一方、インテンシブエリア内の需給構造は明白でないものの今回の調査結果から判明した点は、薪炭材の域外との流通はない。マニサレス市等の木工用材は相当部分が太平洋岸産出の材を使用しており、逆にエリア内の人工林からはパルプ用材等の域外搬出がなされているなどの断片的な情報である。したがって、資源の有効利用、

林業政策立案の面から見ると流通市場のマーケットリサーチが課題である。

2) 自然環境条件調査

インテンシブエリアの自然環境を把握するために、航空写真判読と現地照合、現地調査、資料収集と分析等の手法を用いて必要なデータを得た。その主なものは次のとおりである。

(1) 林相・植生調査

モデルエリアの森林植生を見ると、天然林および二次林に出現した樹種は63科に及び、確認できなかったものも1種とした場合 146種を数えた。このうちリオタピアスでは69種、マニサレスでは68種、ペンシルバニアでは71種出現した。しかし、樹種別の出現頻度は各モデルエリアごとに大きく異なっていた。一方、人工林に出現した樹種は、7種類確認できたが、うち、*P. patula*が57.9%で最も多く、*Aliso* が26.8%、*Ciprés*が15.0%と続き、この3種以外は極めて少なかった。

また、林相別に見ると、森林面積11,236haの中で、天然林が77.6%、二次林が4.7%、竹林が0.3%あり、人工林は17.4%を占めていた。これらを取りまとめ林相図(1/20,000)を作成した。なお、航空写真判読の基準は表-6を用いた。

表-6 林相・植生判読基準

| 林 相 | | | 林 型 | | |
|------|----|------------------|--------------|-----------|------------|
| 森林区分 | 記号 | 樹種区分 | 林型区分 | 記号 | 区分内容 |
| 天然林 | N | 天然林 | 樹冠直径 (C) | 1 | 小 (~10m) |
| | | 二次林 | | 2 | 中 (11~15m) |
| | S | 二次林 | 樹冠疎密度 (D) | 3 | 大 (16m~) |
| 1 | | | | ~ 10 % | |
| | 2 | 11 ~ 40 % | | | |
| | 3 | 41 ~ 70 % | | | |
| | 4 | 71 %~ | | | |
| | B | 竹林 | — | — | — |
| 人口林 | P | <i>P. patula</i> | 樹高(A) | 1 | ~ 5 m |
| | | | | 2 | 6 ~ 10 m |
| | C | <i>Ciprés</i> | 樹高(A) | 3 | 11 ~ 15 m |
| | | | | 4 | 16 ~ 20 m |
| | A | <i>Aliso</i> | 樹高(A) | 5 | 21 ~ 25 m |
| | | | | 6 | 26 m~ |
| | E | <i>Eucalipto</i> | 樹冠疎密度 (D) | 1 | ~ 10 % |
| | | | | 2 | 11 ~ 40 % |
| 3 | | | | 41 ~ 70 % | |
| 4 | | | | 71 %~ | |

(2) 森林資源調査

モデルエリア内の森林資源量は、現地に設けた調査プロットのデータを基に航空写真林分材積表を作成して、これを用いて推計した。

① 現地調査

航空写真の判読結果から得られた林相、林型の標準的な箇所を選定し、そこに0.1haのプロットを設定して樹種、胸高直径、利用高、全樹高、形質等の毎木調査を行った。

また、プロット内には20㎡のサブ・プロットを3箇所設け、胸高直径10cm以下の樹木の毎木調査を行い林内の天然更新状況も調査した。なお、設置した調査プロットは、天然林32箇所、人工林48箇所である。

② プロット内の単木材積

プロット内の単木材積は、地域の現況に最も近い次の表-7の式を用いて算出した。

表-7 使用材積式

| 樹種 | 材積式 | 出典 |
|----------------------|--------------------------------------|--|
| 天然林およびAliso (人工材) | $0.0035 + 0.46 (D^2 \times A)$ | Tablas de volumen para árboles en pie (INDERENA) |
| P. Patula | $0.007799 + 0.474277 (D^2 \times A)$ | マデラス・デ・オリエンテ社資料 |
| Ciprés | $0.011704 + 0.394465 (D^2 \times A)$ | プロ・オリエンテ社資料 |

(注) D : 胸高直径, A : 樹高,

③ 林分材積

林分材積は航空写真の判読因子のうち、樹冠直径 (C : 天然林)、樹高階 (A : 人工林)、樹冠疎密度階 (D : 天然林・人工林) の3つを用い、回帰分析により材積 (V) を求めるもので、次の表-8の式を作成したが、相関係数も高く有意で、現実材積に近似すると推定できたので、この式を用いて航空写真林分材積表 (表-9) を作成し、適用した。

表-8 林分材積推定式

| 樹種 | 推定式 | 相関係数 |
|-----------|---|----------|
| 天然林 | $V = 19.7572 \times C \times D + 0.33561$ | 0.840132 |
| P. Patula | $V = 12.5174 \times A \times D + 7.58141$ | 0.739272 |
| Ciprés | $V = 13.0506 \times A \times D + 26.6422$ | 0.770764 |
| Aliso | $V = 11.8523 \times A \times D - 1.03723$ | 0.814847 |

(注) V:材積 A:樹高 C:樹冠直径 D:樹冠疎密度

表-9 航空写真材積表

(単位: m³)

| 林型 | | 樹種 | | | |
|-------------|---|-------|-----------|--------|-------|
| C D A | D | 天然林 | 人工林 | | |
| | | | P. patula | Ciprés | Aliso |
| 1 | 1 | 20.1 | 20.1 | 39.7 | 10.8 |
| 1 | 2 | 39.9 | 32.6 | 52.7 | 22.7 |
| 1 | 3 | 59.6 | 45.1 | 65.8 | 34.5 |
| 1 | 4 | 79.4 | 57.7 | 78.8 | 46.4 |
| 2 | 1 | 39.9 | 32.6 | 52.7 | 22.7 |
| 2 | 2 | 79.4 | 57.7 | 78.8 | 46.4 |
| 2 | 3 | 118.9 | 82.7 | 104.9 | 70.1 |
| 2 | 4 | 158.4 | 107.7 | 131.0 | 93.8 |
| 3 | 1 | 59.6 | 45.1 | 65.8 | 34.5 |
| 3 | 2 | 118.9 | 82.7 | 104.9 | 70.1 |
| 3 | 3 | 178.2 | 120.2 | 144.1 | 105.6 |
| 3 | 4 | 237.4 | 157.8 | 183.2 | 141.2 |
| 4 | 1 | | 57.7 | 78.8 | 46.4 |
| 4 | 2 | | 107.7 | 131.0 | 93.8 |
| 4 | 3 | | 157.8 | 183.2 | 141.2 |
| 4 | 4 | | 207.9 | 235.5 | 188.6 |
| 5 | 1 | | 70.2 | 91.9 | 58.2 |
| 5 | 2 | | 132.8 | 157.2 | 117.5 |
| 5 | 3 | | 195.3 | 222.4 | 176.7 |
| 5 | 4 | | 257.9 | 287.7 | 236.0 |

(注) A:樹高 (人工林) C:樹冠直径 (天然林) D:樹冠疎密度 (人・天とも)

④ 森林資源量

モデルエリアの森林蓄積は、林相図上の面積に航空写真林分材積表の数値を乗じて算出した。この結果3モデルエリアの天然林蓄積は約 1,215千 m^3 (ha当たり 139 m^3)、二次林蓄積は約36千 m^3 (ha当たり70 m^3)、人工林ではP. patula林蓄積は約 191千 m^3 (ha当たり 169 m^3)、Ciprés林蓄積は約47千 m^3 (ha当たり 160 m^3)、Aliso 林蓄積は約90千 m^3 (ha当たり 171 m^3)、Eucalipto 林蓄積 (Aliso の伐積表を用いた) は約 700 m^3 (ha当たり 176 m^3) で、全体蓄積は約 1,579千 m^3 と推定された。

また、各モデルエリアの林分状況は、リオタピアスは 136 m^3 /ha、マニサレスは 152 m^3 /ha、ペンシルバニアは 138 m^3 /haを示し、マニサレスの水源林が最も蓄積が多くなっていた。

(3) 森林土壌

モデルエリアに分布する森林土壌の種類と性質を把握し、土壌図を作成するため、次のとおり現地調査した。

まず、森林調査のプロットごとに土壌断面調査を52箇所行い、これを補完するため、地形変化に応じて簡易試孔点調査を52箇所行った。なお、簡易試孔点では土壌型の判別できる深さまでとしたので、平均掘削深度は60cmとなった。

調査項目は、土壌断面の位置、地形、方位、傾斜、標高、母材、断面形態、土壌型、堆積様式、植生、土壌緊密度、pHを対象とし、これらをスケッチ、写真撮影、野帳記録などの方法で収録した。

土壌の分類は、FAO/Unescoの方式で行ったところ、次表-10のような土壌型の出現が確認された。なお、これに併せ日本方式による土壌分類も実施した。

以上の結果、各モデルエリアとも比較的に生産力の高いTm、Tn、To、Bh型の土壌の分布する比率の大きいことが判明した。

(4) 造林適地と成長状況

人工林の造林適地と計画樹立に必要な成長予測を把握するため行った調査結果の主要点は、次のとおりである。

① 造林適地の選定

造林適地は、植栽する樹種によって異なるが、モデルエリアの実態から気温が成長条件の支配的要因と認め、気温を左右する標高をおおむね 3,000mの上下に分け、これに土壌要因の乾性と湿性を地形区分の斜面下部、斜面中腹部、斜面上

表-10 土壌型別面積

| FAO /Unesco の 方式による土壌単位 | 記号 | モデルエリア (ha) | | | 計 | |
|----------------------------|----|-------------|-------|---------|--------|------|
| | | リアビマス | マニラス | ペンシルバニア | 面積 | % |
| Mollic Andosols | Tm | 17 | 74 | 3,615 | 3,706 | 17.6 |
| Humic " | Th | 3,184 | 2,372 | 371 | 5,927 | 28.1 |
| Ochric " | To | 0 | 0 | 46 | 46 | 0.2 |
| Humic Cambisols | Bh | 7,546 | 1,992 | 933 | 10,471 | 49.7 |
| Gleyic " | Bg | 0 | 11 | 0 | 11 | 0.1 |
| Ferralic " | Bf | — | — | — | — | — |
| Mollic Gleysols | Gm | 0 | 0 | 620 | 620 | 2.9 |
| Humic " | Gh | 6 | 17 | 93 | 116 | 0.6 |
| Dystric Fluvisols | Jd | 0 | 0 | 69 | 69 | 0.3 |
| Dystric Regosols | Rd | 17 | 46 | 6 | 69 | 0.3 |
| Eutric " | Re | 0 | 0 | 23 | 23 | 0.1 |
| 計 | | 10,770 | 4,512 | 5,776 | 21,058 | 100 |

部に連動させ、それぞれの因子の組み合わせにより造林樹種を決定する方式を採用した。

② 植栽木の成長予測

植栽木の成長予測のため、まずペンシルバニア・モデルエリアにおいて P. patula と Ciprés の樹幹解析を行い、その平均値のデータを用いて、コンピュータ解析により次(表-11)のような理論成長曲線式を求めた。

表-11 理論成長曲線式

| 樹種 | 理論成長曲線式 | | |
|-----------|---------|--|------------------------------------|
| P. patula | 直径 | $D=42.6944-35.4238 \times 0.8068 \times ((T-5)/5)$ | D=胸高直径 H=樹高 T=樹齡 e=自然対数の底 |
| | 樹高 | $H=33.6046 \times e^{(-2.7081 \times e^{(-0.1175 \times T)})}$ | |
| Ciprés | 直径 | $D=24.7686 \times e^{(-3.9100 \times e^{(-0.1432 \times T)})}$ | |
| | 樹高 | $H=35.3150 \times (1 - e^{(0.0197 - 0.0428 \times T)})$ | |

次に、この理論式から得られた曲線図に森林資源調査で使用した単木材積表を当てはめて林齢別の成長予測数値を求めた。

3) 森林管理計画調査

森林管理計画ガイドラインの作成に必要な基礎資料を得るため、主にインテンシブエリア内において森林保全の実態、林相粗悪化林分の実態、荒廃地の分布実態、林業経営体の実態、林道と一般道の実態等を調査した。この結果は次のとおりである。

(1) 森林保全調査

インテンシブエリア内の森林に求められる、木材生産機能以外の効用を調査したところ、次の5点に問題があり、結論的には、現況天然林はそのまま維持保全し、必要箇所には積極的な森林化を図ることが考えられた。

- ① 高標高地の森林の保全（約 3,800m以上は復元困難）
- ② 生態上重要な動植物の賦存（動物は、ワシントン条約に含まれる貴重種が2種、重要種が7種生息している。植物は、貴重種が5種、重要種が7種生育している。）
- ③ 保健・文化・教育用の森林（皆無であるが、大都市を持つ周辺で民生安定上の必要性が叫ばれている。）
- ④ 地形・地質による荒廃危険（急傾斜地、河川の周辺地、現況崩壊地周辺等において危険が大きく、特に現況天然林はほとんどこれに含まれていた。）
- ⑤ 重要な水源（マニサレス市に代表される都市部の上流域に水源林の必要性がある。）

(2) 林相改良調査

インテンシブエリアで、林相が粗悪化しているために森林に求められる諸機能が発揮されていない森林を調査したところ、天然林に、高標高地の矮林化と林内崩壊地があるものの改良を要するような粗悪化林分は特に認められなかった。しかし人工林においては、害虫（*P. patula*に寄生したPhasmidae）と病菌（*Ciprés*に寄生した胴枯性の腐朽菌）および風害（強度間伐地の疎立木の折損）の被害がいずれもペンシルバニア市で発見された。

(3) 荒廃地調査

モデルエリア内の荒廃地を航空写真判読と現地確認によって調査したところ、発生している荒廃の形態は、野溪（縦侵食型崩壊）、溪岸浸食（横侵食型崩壊）、

山腹崩壊（表層剝離型崩壊）の3種であり、その分布はマニサレス・モデルエリアに最も多かった。しかし、全体の発生量は約20haで区域面積約21千haに対する荒廃率は0.095%と小さく、これを土地利用別にみると、天然林内に60%以上発生し、草地の約20%がこれに続いていた。

以上のとおり総体的には荒廃の少い安定した地域と認められた。

(4) 森林経営調査

インテンシブエリア周辺を含む林業企業体を主体に調査したところ、ペンシルバニア市、マニサレス市およびアルメニア市で活動している企業体の経営内容等の主なものは次のとおりであった。

- ・経営の対象林 — すべて人工林の育成・収穫のみを対象とし、天然林を扱っている会社はなかった。
- ・植栽地の取得 — 植栽地には牧場のみを購入していた。
- ・植栽樹種 ———— 主にP. patula, Ciprés, 等の中南米産外来種で、郷土種ではAlisoのみであった。
- ・植栽本数 ———— ha当たり700本から2,500本の間であり、現在は1,100本の箇所が圧倒的に多かった。しかし、樹種による差異はまったくない。
- ・植栽時期 ———— 雨期となる4～5月と9～11月の2期間であった。
- ・伐期齢 ———— 会社により異なるが、パルプ材は6年から15年の間にあり、牧場柵等の杭材もほぼ同じである。用材は12年から20年程度の間にあるが、用途や生産場所によっても異なっている。
- ・伐採方法 ———— すべてワンマンソー作業であった。
主伐はほとんど皆伐であった。
間伐はパルプ材・杭材等の生産が主体で保育間伐は行われていない。
- ・混牧林 ———— 計画的に造林している会社はマニサレス市の1社のみで、大部分は造林地内の自然放牧がなされていた。マニサレスの例は1ha当たり700本仕立てで成牛1頭の放牧であった。また、ある会社では造林木の損傷をおそれ放牧を禁止していた。
- ・混農林 ———— コーヒーの庇蔭樹にNogal等を植栽し、改植期に合わせて

販売したり、薪炭材に利用している例があった。また、植林の時に列間に木トマト、ルロ等の果実を植栽し、成林までの5年間程度間作利用しているアグロフォレストリーの実施箇所もあった。

(5) 林道調査

インテンシブエリアを中心として、林道作設に関する法令基準、林道の実態、林道計画上の制約要因について調査したところ、林道の作設に関する法令基準で整備されているものはなかった。また、インテンシブエリアの中には、一般生活道のほか農道、作業道はあるが、林道として作設されたものはない。なお、モデルエリア内の既設道路延長は、ペンシルバニアが最も多く11.4m/haで、リオタピアスが6.8m/ha、マニサレスは最も少なくて4.3m/haであった。次にモデルエリア内には林道作設上の制約となるような、地すべり地帯、破碎帯、湿原等の特殊なものは見当らなかった。しかし相対的に急傾斜面が多いので十分な留意を要するものと認められた。

4) コンセッションの許可状況調査

森林管理計画ガイドラインおよびモデル計画の手法を用いて森林資源の適正管理システムの確立を図る参考として、現在コロンビア国で施行されている「コンセッション等に対する森林伐採の許可基準」の適切性、問題点等について調査した。

調査検討の結果をみると、この基準は「総体的には適切に定められている」と認められた。したがって現状の基準を全面的に改訂するような審査基準は示し得ない。しかしながら、検討の過程において、「森林地域の所有権の確立」と「現地審査および指導体制」について若干問題点が所在した。

このことは審査基準の域を越えて法律行為の実効性を問う側面に属するが、基準解明の現地調査を通じコンセッション許可の根本問題と認識され、森林資源の適正管理のためにも改善を要するので、次のとおり提起した。

- ・森林地域の所有権の確立を図るべきである。

(現状では使用権が優先され統制がとれない。)

- ・伐採の現地審査は重点的に行うこと。

(環境影響の少ない小規模なものは書類審査のみでも良い。)

- ・伐採の現地指導体制の充実を図ること。

(特に大規模コンセッション等に対する技術的指導を増やす。)

7. 森林管理計画ガイドライン

1) ガイドライン策定の考え方

本ガイドラインは、コロンビア国の「環境保護と再生可能天然資源に関する国法」に即し、基礎調査や森林管理計画調査等の結果を勘案のうえ、モデル計画作成の指針として、森林管理に必要な5つの項目について策定した。

ガイドラインの森林区分は、取り扱いの違う森林ごとに保護林Ⅰ地域、保護林Ⅱ地域、生産林地域、混牧林地域、混農林地域の5つにグループ分けした。

策定するガイドライン（基準）の内容と適用する森林区分の関係は表-12に示すとおりである。

表-12 ガイドラインの策定項目

| 基準 | 策定内容 | 適用地域 |
|---------|----------------|-----------------------------|
| 森林保全基準 | 保全すべき森林に関すること | 保護林Ⅰ地域、保護林Ⅱ地域 |
| 林相改良基準 | 林相の改良に関すること | 保護林Ⅰ地域、保護林Ⅱ地域 生産林地域 |
| 荒廃地復旧基準 | 荒廃地の復旧に関すること | 全地域 |
| 森林経営基準 | 林業経営に関すること | 保護林Ⅱ地域、生産林地域 混牧林地域、混農林地域 |
| 林道作設基準 | 林道の作設・管理に関すること | 全地域に適用可能だが主に生産林地域 |

また、森林施業の取扱いは、土地利用現況と将来の目標を組み合わせ、次の12に区分した。（表-13を参照）

表-13 森林施業区分

| 森林区分 | 土地現況 | 将来目標 | 記号 | 取 り 扱 い 内 容 |
|------|-----------|------|----|---|
| 保護林Ⅰ | 天然林 | 天然林 | A | 保護機能の求められる安定した森林で自然の遷移にまかせる。 |
| 〃 | 人工林 | 天然林 | E | 同上。 |
| 〃 | 草地・農地 | 天然林 | F | 急斜・河岸等荒廃のおそれある箇所、植栽後は自然の遷移にまかせる。 |
| 〃 | 草地 | 天然林 | G | やや急斜で荒廃のおそれある箇所、一定期間は混牧林とし、その後自然の遷移にまかせる。 |
| 保護林Ⅱ | 天然林 | 天然林 | B | 市民の森と一体的に扱い、人工補正をする。 |
| 〃 | 人工林 | 天然林 | B' | 水源・河岸等保護を要する箇所、一定期間は植栽木を伐採しながら天然林へ誘導する。 |
| 生産林 | 人工林 | 人工林 | C | 将来とも木材生産を期待する森林。 |
| 〃 | 草地 | 人工林 | D | やや急斜の木材生産に適する箇所。 |
| 混牧林 | 草地 | 混牧林 | G' | 傾斜が中程度で林内放牧に適する箇所。 |
| 混農林 | 農地 | 混農林 | H | コーヒー畑等で混農林に適する箇所。 |
| 非森林 | 草地・農地・その他 | 非森林 | J | 現況のまま維持する箇所。 |
| 市民の森 | 天・人林他 | 森林公園 | K | 市民のための森林公園として整備・維持する箇所。 |

注：モデル計画の図簿類は記号を用いて表示した。

2) 森林保全基準

本基準は、森林の木材生産機能以外の効用を、その発揮される効用面にとらえ、それぞれの保全的取り扱い示したものである。

具体的には、保全すべき森林を効用ごとに5つに分けて、各森林の要保全因子を抽出し、次のとおりグループごとに取り扱いを定めた。

(1) 高標高等により森林生態系の維持が必要な地域の森林は、森林施業は行わず禁伐とし、次の行為も禁止する。

- ・開墾等の土地形質の変更、土石の採取
- ・建物等の設置・増設
- ・草本類、落枝・落葉の採集
- ・家畜の放牧

・火入れ等の行為

- (2) 生態上重要な動植物の賦存する地域の森林は、その施業の一部を制限し、(1)と同じ行為を禁止する。
- (3) 地形・地質により荒廃のおそれのある箇所の森林は、林木の保全による防止機能を期待し、無立木地には積極的な森林造成を行う。
- (4) 保健・文化・教育等に供される森林は、それぞれの要求される機能を充実させるため、修景伐採、花木・餌木の植栽等の必要施業を行う。
- (5) 重要水源地域の森林は、保水能力が高く、活力を維持できる天然の複層林化を目ざす施業を行う。

3) 林相改良基準

本基準は、林相の粗悪化した林分の改良方法を示したものである。

具体的には、改良を要する林相粗悪化現象を、疎林では全滅状、散生状（樹冠疎密度40%以下）、群状・列状欠損（約 0.5ha以上）の4種、過密林、生育不良林に大別し、林相改良の手法として改植、補植、林地改良、保育、施肥、特殊樹（肥料木・耐水木等）の植栽等を提示し、改良対象林分の実態に応じて必要な施業を組み合わせ実施し改良を図ることとした。

4) 荒廃地復旧基準

本基準は、現在発生している荒廃種に対し復旧に必要な条件の設定とモデル工法を示したものである。

復旧の対象となる荒廃地は、直接影響を受ける保全対象のあるものとし、その保全対象は人的被害の防止を優先するため、居住関連施設、生活関連施設、交通関連施設等を重点とした。また、復旧方法は次のなかから現地に適した環境に優しい工法を選択することとした。

① 山腹崩壊復旧工法（標準）

のり切工、土留工、階段工、山腹緑化工

② 溪岸浸食復旧工法（標準）

護岸工、のり切工、土留工、階段工、山腹緑化工

③ 野溪復旧工法（標準）

谷止工、護岸工、のり切工、土留工、階段工、山腹緑化工

5) 森林経営基準

本基準は、林業経営可能な森林を対象に、施業体系の確立による利用可能資源の

増殖手法を示したものである。

経営可能な森林は、前記1)項の生産林、保護林Ⅱ、混牧林、混農林の4種とし、その対象森林ごとの施業方法の標準を次の表-14のとおりに定めた。

表-14 森林区分別施業方法(標準)

| 施業方法 | 区分 | 生産林 C, D | 保護林Ⅱ B, E' | 混牧林 G | 混農林 H |
|------------------------|----|-------------------------------------|---------------|------------|---|
| 1. 伐採の方法 伐期齢 | | 10年(パルプ材) 20~30年(用材) | 10~20年 | 20年(標準) | 20年(標準) |
| 主伐 間伐 | | 皆伐 10年目に35% 最終本数700本に 仕立てる | 択伐 | 皆伐 | 皆伐 |
| 2. 更新の方法 更新法 | | 人工植栽 | 天然更新 | 人工植栽 | 人工植栽 |
| 植栽樹種 | | Pp, Ci, Al, Egl, Po, Pr | 人工補正 Al | 生産林に準ず | Nog, Oco, Ced, Gua, Cand, 200本/ha |
| 植栽本数 | | 用材 1,100本/ha パルプ材 1,600 " | --- | 400本/ha | 200本/ha |
| 地 植栽時期 | | 地表整理、位置決め 4~5月、9~10月 | --- | 生産林に準ず | 生産林に準ず |
| 施 肥 | | 40kg/ha | --- | " | " |
| 3. 改植の方法 | | 成林不能の場合 樹種変更も検討 | --- | 生産林に準ず | 生産林に準ず |
| 4. 補植の方法 | | 活着の悪い場合植栽 樹種を補う | --- | " | " |
| 5. 保育の方法 下刈 | | 2年間、2~3回/年 | 人工補正 必要に応じ | 必要に応じ | 必要に応じ |
| 除 枝 打 | | 3年目、6年目 5年目、10年目 地上5m | --- | " | " |
| 6. つる切 保護の方法 山火事 | | 3年目、6年目 | --- | " | " |
| 病虫害 | | 予消防体制の整備 | 生産林に 準ず | 生産林に 準ず | 生産林に 準ず |
| | | 防除体制の整備 | " | " | " |

また、苗木生産技術については良好な用地の選定、必要苗畑規模の算出、適切な種子の取り扱い、育苗作業工程等の方法について標準的なものを定めた。

6) 林道作設基準

本基準は、林業生産地帯を対象とした事業用林道の作設に関する内容を提示したものである。

具体的には、望ましい林道網の考え方、路線選定上の留意点を示すとともに、林業用使用車輛を4トトラックと仮定した場合の標準林道規格(設計速度、巾員、曲線半径、視距、勾配等)を定め、また、林道作設工法として：切取法面の安定工法：盛土法面の安定工法：残土処理の考え方：排水施設等の工法の標準を定め、そ

のモデル設計例を示した。

なお、林道路線選定上のポイントは次の4点である。

- (1) 尾根筋を優先し、山腹面では地形変換点の上部を通過させること。
- (2) 軟弱地盤等は避けること。
- (3) 切土、盛土量の減少に努め、可能な限り地山線に添った線形をとること。
- (4) 集材上の死角が生じないこと。

8. 森林管理モデル計画

森林管理のモデル計画は、リオタピアス（ネイラ市）、マニサレス、ペンシルバニアの3つのモデルエリアの特色を生かし、現地に密着した内容となるよう努めた。

具体的な計画内容は各エリアごとに示すが、今回のモデル計画を総括すると表-15のとおりで、施業区分別に見ると、保護林Ⅰは55.22%、保護林Ⅱは1.29%、生産林7.54%、混牧林2.53%、混農林0.60%、市民の森0.03%、非森林32.79%の面積割合を示している。

また、モデルエリアの森林分布の現況とモデル計画の終了する6年後とを比較すると、表-16のとおりで、3つのモデルエリアを通じて森林面積は27.1%の増加を示し、区域内の森林率は53.3%から67.8%に上昇することとなる。

したがって、この計画の実施により、地域の環境保全効果はより充実し、あわせて林業生産活動の助長による地場産業の活性化に十分寄与することができるものと期待される。

1) リオタピアスのモデル計画

現存天然林の保護と維持培養を図り、あわせて荒廃のおそれのある農牧地の森林復元を旨とした管理計画の作成を基本方針とした。

(1) モデルエリアの現況

当地方の土地利用現況は、長い歴史のある産業活動の結果、森林は開発障害物として伐採されてきて、現状のまま推移すれば開発はさらに伸展する可能性がある。

(2) 森林区画

森林の位置を明らかにしあわせて事業実行の便に供するため、林班区分を行い、林班の中で施業の異なる箇所を小班に区分した。（林班数は15、小班数は421で、それぞれ森林管理モデル計画図に位置を示した。）

表-15 モデル計画総括表

| 地域別 施業区分別 | | モデルエリア | | | 計 | |
|--------------|----|-------------------|----------------|-----------------------------|------------------------------|------|
| | | リオタピラス | マニサレス | ペンシルバニア | 面積 | % |
| 保護林 I | A | 5,274 | 2,352 | 1,630 | 9,256 | — |
| | E | — | 350 | — | 350 | — |
| | F | 578 (597) | 267 (272) | 559 (583) | 1,404 (1,452) | — |
| | G | 235 (243) | 237 (242) | 147 (153) | 619 (638) | — |
| | 計 | 6,087 (840) | 3,206 (514) | 2,336 (734) | 11,629 (2,088) | 55.2 |
| 保護林 II | B | — (—) | 24 (26) | — (—) | 24 (26) | — |
| | E' | — | — | 247 | 247 | — |
| | 計 | — (—) | 24 (26) | 247 (—) | 271 (26) | 1.3 |
| 生産林 | C | 136 (—) | 126 (—) | 1,098 (219) ((272)) | 1,360 (219) ((272)) | — |
| | D | 160 (167) | 7 (7) | 62 (64) | 229 (238) | — |
| | 計 | 296 (167) | 133 (7) | 1,160 (283) ((272)) | 1,589 (457) ((272)) | 7.5 |
| 混牧林 | G' | 122 (129) | 56 (59) | 355 (372) | 533 (560) | 2.5 |
| 混農林 | H | — (—) | — (—) | 127 (131) | 128 (131) | 0.6 |
| 市民の森 | K | — | 8 | — | 8 | 0 |
| 非森林 | J | 4,265 | 1,085 | 1,551 | 6905 | 32.8 |
| 合計 | | 10,770 (1,136) | 4,512 (606) | 5,776 (1,520) ((272)) | 21,058 (3,262) ((272)) | 100 |

注：() は5年間の植栽面積、(()) は6年目以降の植栽面積である。

単位はhaである。

表-16 モデルエリアの森林分布推移

| 地域別 森林内容 | モデルエリア | | | | | | 計 | |
|-----------------|--------|-------|-------|-------|---------|-------|--------|-------|
| | リオタピアス | | マニサレス | | ペンシルバニア | | 面積 | % |
| | 面積 | % | 面積 | % | 面積 | % | | |
| エリア全面積 | 10,770 | 100.0 | 4,512 | 100.0 | 5,776 | 100.0 | 21,058 | 100.0 |
| 現況森林 | | | | | | | | |
| 天然林 | 5,274 | | 2,376 | | 1,630 | | 9,280 | |
| 人工林 | 136 | | 476 | | 1,344 | | 1,956 | |
| 計 | 5,410 | 50.2 | 2,852 | 63.2 | 2,974 | 51.4 | 11,236 | 53.3 |
| モデル計画 | | | | | | | | |
| 新植林 | 1,136 | | 606 | | 1,301 | | 3,043 | |
| 再植林 | — | | — | | 491 | | 491 | |
| 計 | 1,136 | | 606 | | 1,792 | | 3,534 | |
| 6年後の | | | | | | | | |
| 森林面積 | 6,546 | 60.7 | 3,458 | 76.0 | 4,276 | 74.0 | 14,280 | 67.8 |
| 森林増加率 | 21.0% | | 21.2% | | 43.7% | | 27.1% | |
| 6年後の 木材生産林面積 | | | | | | | | |
| 保護林Ⅱ | — | | 24 | | 246 | | 270 | |
| 生産林 | 296 | | 133 | | 1,160 | | 1,589 | |
| 混牧林 | 122 | | 56 | | 355 | | 533 | |
| 混農林 | — | | — | | 127 | | 127 | |
| 計 | 418 | | 213 | | 1,888 | | 2,519 | |

注：単位はhaである。

6年目以降の施業計画は、ペンシルバニアの一部を除いて組んでないので、6年目以降の森林率・面積増加率は算出できない。

(3) 森林管理計画

① 森林区分別面積

森林区分および面積は総括表（表-15）に示したとおりである。なお、計画期間は5年間である。

② 施業方法

森林区分別の施業の仕組みは次表（表-17）のとおりである。

表-17 森林区分別施業仕組（標準）

| 方法 | 区分 | 保護林 I F, G | 生産林 D | 混牧林 G' |
|------------------------|----|----------------------------------|--|---------------------|
| 伐採（主伐） （間伐） | | 禁伐 — | 皆伐（20～30年生） 10年後、35% | 皆伐（20年生） — |
| 更新方法 | | 無立木地は人工更新 | 人工更新 | 同左 |
| 植栽（樹種） （本数） | | Pp, Ci, Al, Egl 625本/ha(4×4m) | 同左 1,100本/ha(3×3m) | 同左 400本/ha(5×5m) |
| 保育（下刈） （除伐） （枝打） | | 必要に応じ — — | 2年間、年3回 3・6年目 （つる切り併用） 地上5mまで | 必要に応じ " " |

なお、本計画期間中の伐採指定はない。

③ 植栽計画

森林区分別、樹種別植栽面積は次表（表-18）のとおりである。

表-18 森林区分別樹種別植栽面積

（単位：ha）

| 区分 | 樹種 | Aliso | Ciprés | E. globulus | P. patula | P. radiata | 計 |
|-----|-----|-------|--------|-------------|-----------|------------|-------|
| 生産林 | D | 11 | 47 | — | 109 | — | 167 |
| 保護林 | I F | 422 | 31 | 73 | 61 | 10 | 597 |
| " | G | 51 | — | 35 | 107 | 50 | 243 |
| 混牧林 | G' | 39 | — | 11 | 79 | — | 129 |
| | 計 | 523 | 78 | 119 | 356 | 60 | 1,136 |

④ 育苗計画

a. 固定苗畑の樹種別苗木生産本数は次のとおりで、これに要する苗畑面積は約 1,500㎡と見込まれる。

表-19 樹種別苗木生産本数(固定苗畑)

| | | | |
|-------------|----------|------------|----------|
| Aliso | 2, 391百本 | P. patula | 2, 124百本 |
| Ciprés | 599 " | P. radiata | 57 " |
| E. globulus | 402 " | 計 | 5, 573 " |

林間苗畑の樹種別苗木本数は次のとおりで、対象林班は6-9、11の5林班、必要苗畑面積は990㎡と見込まれる。

表-20 樹種別苗木生産本数(林間苗畑)

| | | | |
|-------------|-------|------------|----------|
| Aliso | 847百本 | P. patula | 447百本 |
| Ciprés | 114 " | P. radiata | 321 " |
| E. globulus | 322 " | 計 | 2, 051 " |

⑤ 林道計画

アクセスがなく生産林施業上支障をきたす、14林班に1,470m、15林班に800mの林道新設を計画した。

2) マニサレスのモデル計画

現存森林の保護と維持および荒廃のおそれのある農牧地の森林復元を核として、水源かん養効果の高い森林の整備を目指した森林管理計画を作成し、あわせて森林に親しむ場所を提供する市民の森整備計画を作成することを基本方針とした。

(1) モデルエリアの現況

当モデルエリアは森林率が63.2%と最も高く、大半がマニサレス市の水源林として、複層林型の天然林やAlisoの人工林が混交した良好な林分である。しかし

ながら中腹の天然林急斜地から上部のパラモを含む草地に至るまでに崩壊地が多く、荒廃率は0.25%とリオタピアス、マニサレスに比し2倍以上の値を示している。

(2) 森林区画

森林の位置を明らかにしあわせて事業実行の便に供するため、林班区分を行い、林班の中で施業の異なる箇所を小班に区分した。(林班数は8、小班数は183で、それぞれ森林管理モデル計画図にその位置を示した。)

(3) 森林管理計画

① 森林区分別面積

森林区分および面積は総括表(表-15)に示したとおりである。なお、計画期間は5年間である。

② 施業方法

森林区分別の施業の仕組みは次表(表-21)のとおりである。

なお、本計画期間中の伐採指定はない。

表-21 森林区分別施業仕組(標準)

| 方法 \ 区分 | 保護林 I F, G | 保護林 II B | 生産林 D | 混牧林 G' |
|---------|---------------------|--|---------------------|----------------|
| 伐採(主伐) | 禁伐 | 択伐(10年目 700本保残) (20年目 400本保残) | 皆伐(20~30年生) | 皆伐(20年生) |
| (間伐) | —— | —— | 10年後、35% | —— |
| 更新方法 | 無立木地 人工更新 | 人工補正 | 人工更新 | 同 左 |
| 植栽(樹種) | Pp, Ci, Al, Egl, Pr | 同 左 | 同 左 | 同 左 |
| (本数) | 625本/ha (4×4m) | 100本/ha, 疎開部 | 1,100本/ha (3×3m) | 400本/ha (5×5m) |
| 保育(下刈) | 必要に応じ | 同 左 | 2年間、年3回 | 必要に応じ |
| (除伐) | —— | —— | 3・6年目 | 〃 |
| (枝打) | —— | —— | (つる切併用) 地上5mまで | 〃 |

③ 植栽計画

森林区分別、樹種別植栽面積は次表（表-22）のとおりである。

表-22 森林区分別樹種別植栽面積

（単位：ha）

| 区分 | 樹種 | Aliso | Ciprés | E. globulus | P. patula | P. radiata | 計 |
|------|----|-------|--------|-------------|-----------|------------|------|
| 保護林Ⅱ | B | 2.6 | — | — | — | — | 2.6 |
| 生産林 | D | 2 | 2 | — | 3 | — | 7 |
| 保護林Ⅰ | F | 20.4 | — | 6.8 | — | — | 27.2 |
| " | G | 6.3 | — | 15.5 | 4 | 2.0 | 24.2 |
| 混牧林 | G' | 2.0 | — | — | 3.9 | — | 5.9 |
| 計 | | 31.5 | 2 | 22.3 | 4.6 | 2.0 | 60.6 |

④ 育苗計画

樹種別苗木生産本数は次のとおりで、これに要する苗畑面積は約 1,400㎡と見込まれる。

表-23 樹種別苗木生産本数

| | | | |
|-------------|---------|------------|---------|
| Aliso | 1,801百本 | P. patula | 214百本 |
| Ciprés | 22 " | P. radiata | 126 " |
| E. globulus | 1,396 " | 計 | 3,559 " |

⑤ 林道計画

本エリアは全域が水源林のため奥地から材の搬出はなく、新植の苗木運搬は馬背で行うことから、林道新設は計画しない。

なお、既設道路については、「市民の森」の管理運営上も必要なため十分な改良・補修を行わなければならない。

⑥ 「市民の森」整備計画

a. 構想の背景

人口32万余人を抱えるマニサレス市に森林公園は皆無である。最近、市当局が市民の文化的向上、自然環境保護意識の醸成等の社会教育を意図して、森林公園等の公共施設の拡充を考えているが、当モデルエリアの市有地内にこの適地があり要望を満たし得ることから、今回、森林管理計画の一環としてこの整備計画を策定したものである。

b. 基本構想のあらまし

- ・自然教育の場を提供する。(体験・観察コーナー設置)
- ・レクリエーション利用の拠点とする。(林内アスレチック等)
- ・地形を活かし景観・展望を提供する。
- ・遊歩道等を設置し林内いこいの場とする。
- ・森と水と牧場と子供の遊びの接点を提供する。
- ・林内動線は崩壊防止に配慮する。
- ・車輛乗り入れは中途(小学校)までとする。(駐車場整備)
- ・啓蒙・宣伝活動を進める。(シンボルマーク、森の歌の公募)

c. 主要施設計画

- ・展望の森、・教育の森、・野鳥の森、・川辺の森

3) ペンシルバニアのモデル計画

現況人工林の活用と農牧地への積極的植林により、人工林の経営管理を中心とした森林管理計画を作成し、あわせてペンシルバニア市街の上流水源林の施業の適正化を図ることを基本方針とした。

(1) モデルエリアの現況

当モデルエリアは、中央アンデス山脈の東山麓に位置し、古くからの天然林の伐採により大面積に農牧地へ変換したが、近時はそのピークを過ぎて、逆に低効率の牧草地への植林が約 1,340haも行われた。この結果、かつて70.3%もあった無立木地が47%に減少している。また、地域の自然環境が土層が厚くて雨量も多く人工造林の適地であることもこの誘引の一つとなっている。

(2) 森林区画

森林の位置を明らかにしあわせて事業実行の便に供するため、林班区分を行い、林班の中で施業の異なる箇所を小班に区分した。(林班数は23、小班数は608で、それぞれ森林管理モデル計画図にその位置を示した。)

(3) 森林管理計画

① 森林区分別面積

森林区分およびその面積は総括表(表-15)に示したとおりである。なお、計画期間は10年間である。

② 施業方法

森林区分別の施業の仕組みは次表(表-24)のとおりである。

表-24 森林区分別施業仕組み（標準）

| 方法 \ 区分 | 保護林 I F, G | 保護林 II E' | 生産林 C, D | 混牧林 G' | 混農林 H |
|------------------|-------------------|--------------------|----------------------|-------------------|--------------------|
| 伐採（主伐法） （伐期齡） | 禁 伐 | 択 伐 | 皆伐 | 皆 伐 | 皆 伐 |
| | —— | 1回目10年 （700保残） | 20~30年生 | 20年 | 20年 |
| | | 2回目20年 （400保残） | （20~30年生） | | |
| （期待径） | —— | 用材13cm上 用材20cm上 | 同 左 | 同 左 | 同 左 |
| （指定法） | —— | —— | 面積平分法 | ナ シ | ナ シ |
| （間伐法） | —— | —— | 10年後、35% | —— | —— |
| 更新方法 | 無立木地 人工更新 | 天然林誘導 | 人工更新 | 同 左 | 同 左 |
| 植栽（樹種） | Pp, Ci, Al, Egl | —— | Pp, Ci, Egl, Al | 同 左 | Nog |
| （本数） | 625本/ha （4×4m） | —— | 1, 100本/ha （3×3m） | 400本/ha （5×5m） | 200本/ha （10×5m） |
| 保育（下刈） | 必要に応じ | —— | 2年間、 年3回 | 必要に応じ | 同 左 |
| （除伐） | —— | —— | 3年目、 6年目 | ” | ” |
| （枝打） | —— | —— | 地上5mまで | ” | ” |

③ 伐採計画

伐採指定箇所は、人工林所有者との打ち合せと現地調査によって決定し、森林管理モデル計画図と森林管理計画簿に位置と量を明示した。

今回計画した10年間の伐採量は、皆伐が 531haで約 198千㎡、択伐が 193haで約13千㎡、間伐が 428haで約16千㎡となり、合計約 227千㎡が10年間に伐採されるため、年平均は22,700㎡となる。

なお、伐採対象の森林区分は、生産林と保護林Ⅱの地域のみであり、樹種は P. patulaとCiprésとなっている。

④ 植栽計画

森林区分別、樹種別植栽面積は次の表-25のとおりである。

表-25 森林区分別樹種別植栽面積

(単位: ha)

| 区分 | 樹種 | Aliso | Ciprés | E. globulus | P. patula | Nogal他 | 計 |
|-------|----|-------|--------|-------------|-----------|--------|-------|
| 生産林 | C | 16 | 97 | 12 | 363 | — | 488 |
| " | D | 2 | 10 | — | 52 | — | 64 |
| 保護林 I | F | 418 | — | 61 | 104 | — | 583 |
| " | G | 33 | 7 | 57 | 56 | — | 153 |
| 混牧林 | G' | 24 | 30 | 16 | 303 | — | 373 |
| 混農林 | H | — | — | — | — | 131 | 131 |
| 計 | | 493 | 144 | 146 | 878 | 131 | 1,792 |

⑤ 育苗計画

樹種別苗木生産本数は次のとおりで、これに要する苗畑面積は約 3,000m²と見込まれる。

表-26 樹種別苗木生産本数

| | | | |
|-------------|----------|------------|----------|
| Aliso | 3,120 百本 | P. patula | 6,793 百本 |
| Ciprés | 1,341 " | P. radiata | 262 " |
| E. globulus | 938 " | 計 | 12,454 " |

⑥ 林道計画

アクセスがなく生産林施業に支障をきたす、14林班に約 2,370mの新設林道を計画した。

9. 環境影響評価

本調査は、中央アンデスの森林減少地帯における森林資源の適正管理システムの確立を目的としたもので、この手法を明示するためにモデル計画を策定した。

このモデル計画は森林管理全般にかかわるものであることから、土地の形質変更や森林伐採等の施業も含まれるのでこれらが地域の環境に悪影響を及ぼさないよう環境影響評価を行い、地域環境の保全に配慮した。

1) 評価の方法と手順

今回実施した環境影響評価は、森林造成を主体としたモデル計画の環境へ及ぼす

影響に関して、その内容や軽重についての定性的な手法に基づく予測であって、評価に至る手順は図-3のフローチャートに示したとおりである。

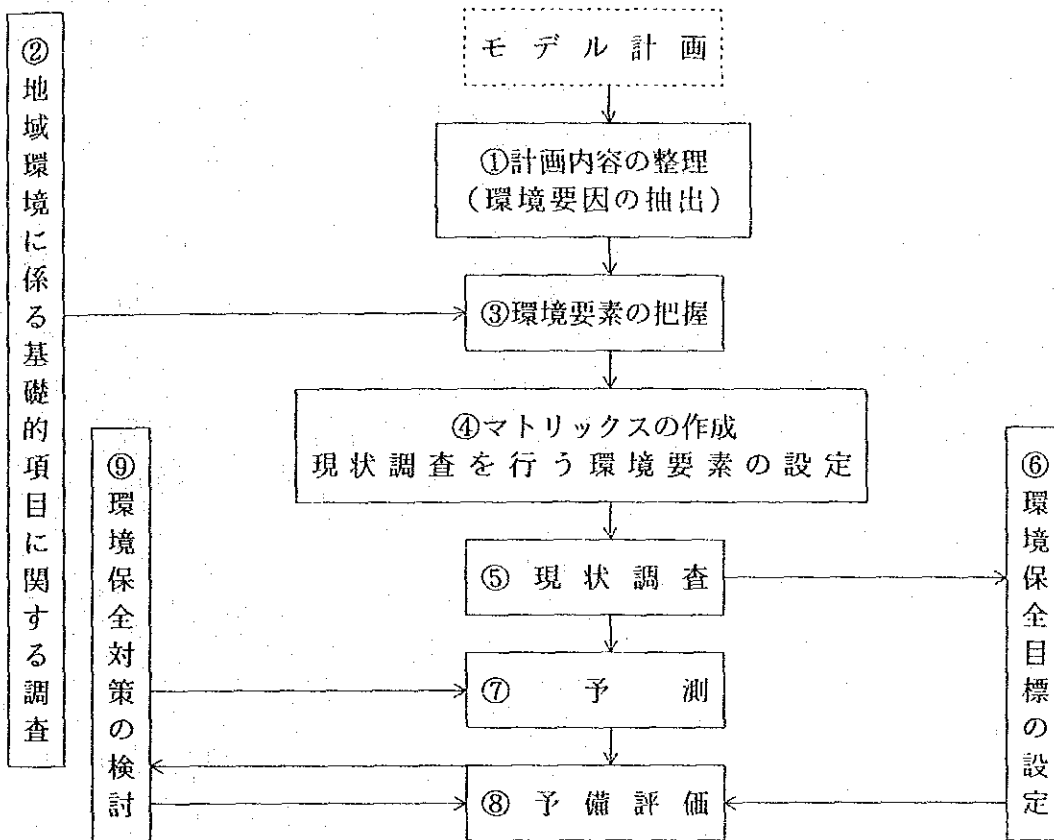


図-3 環境影響評価のフローチャート

2) 評価の内容

評価の手順にしたがって、各項目の概要を説明すると次のとおりである。

(1) 計画内容の整理

各モデル計画の内容に応じ、周辺の環境に悪影響を及ぼす要因を表-27のとおり抽出した。

(2) 地域環境に係る基礎的項目に関する調査

モデルエリアの包含されるインテンシブエリアを中心とした地域の基本的な特性は、森林管理計画策定のための基礎調査の内容で明らかであることから、この資料を基礎項目ごとに整理して使用した。(ここでは省略する。)

表-27 環境影響要因

| モデルエリア | | リオタピアス | マニサレス | ペンシルバニア |
|------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 森 林 施 業 | 保護林Ⅰ | ○伐採の見合せ ○植栽 林内放牧 保育 | ○伐採の見合せ ○植栽 林内放牧 保育 | ○伐採の見合せ ○植栽 林内放牧 保育 |
| | 保護林Ⅱ | — | ○植栽 保育 ○伐採 | ○植栽 保育 ○伐採 |
| | 生産林 | 植栽 保育 ○伐採 | 植栽 保育 ○伐採 | 植栽 保育 ○伐採 |
| | 混牧林 | 植栽 保育 伐採 林内放牧 | 植栽 保育 伐採 林内放牧 | 植栽 保育 伐採 林内放牧 |
| | 混農林 | — | — | 植栽 保育 伐採 |
| | 市民の森 | — | ○整理伐 植栽 保育 林内歩道 利用施設 | — |
| 育苗 | △苗畑施設 | △苗畑施設 | △苗畑施設 | |
| 林道 | ○林道開設 道路利用 | 道路利用 | ○林道開設 道路利用 | |
| 保護管理 | △境界の管理等 △防火対策 ○病虫害対策 | △境界の管理等 △防火対策 ○病虫害対策 | △境界の管理等 △防火対策 ○病虫害対策 | |

注・「○」は、多少は影響発生が予想される施業。
「△」は、きわめて軽微な影響発生が予想される施業。
「無」は、ほとんど影響発生の予想されない施業。

(3) 環境要素の把握

モデル計画の実行により影響を受ける地域の環境要素を把握し次のとおり整理した。

(自然環境要素・8種)

水質、気象、地形・地質・土壌、河川・湖沼、植物、動物、水生生物、景観

(社会環境要素・7種)

土地利用、土地所有、産業（農・林・水）、雇用、水利用、レクリエーション、遺跡・文化財

(4) マトリックスの作成

環境影響の授受について、計画内容から抽出された環境要因と計画地域の環境要素とのマトリックスを作成し、影響発生項目の絞り込みにより、現状調査項目を次のとおり設定した。

・地形・地質・土壌

林道開設、集材線の運行に伴う地表の改変。

・植物

林木の伐採、外来種の導入、林道作設、病虫害防除作業等に伴う植生の変化。

・景観

伐採に伴う森林景観の変化。

・土地所有

牧草地の森林化、林道開設等に伴う所有権の移動。

・産業・雇用

伐採の見合わせ、草地の森林化等に伴う産業構造、雇用形態の変動。

・水利用

林道の開設に伴う下流住民の生活阻害。

(5) 現状調査

現状調査は、マトリックスによって選定した7つの環境要素について、各モデルエリアの現地で影響を受けるであろう範囲について、その範囲と程度を調査した。その概要は予測に明らかなとおりである。

(6) 環境保全目標の設定

森林地帯における総合的な環境保全基準が確認されなかったため、INDERENA側と協議し、「現状より環境悪化をさせない」ことを目標設定の考え方とする点で一致し、この主旨で環境保全要素別の保全目標を定めた。

(7) 予 測

現状調査までの結果を踏まえ、計画が実行された場合の環境要素のうち地域環境に影響を及ぼすと認められたのは、地形・地質・土壌、景観の2項目を除いた次の5項目である。

- ・植 物 (植生の維持を図る)
- ・土地所有 (所有者の生活手段の変化)
- ・産 業 (構造的変化と禁伐の影響)
- ・雇 用 (職種間の移動)
- ・水利用 (土木工事下流域の水利用)

(8) 評 価

各評価項目について慎重に検討の結果、いずれもモデル計画および勧告の中で必要とされている措置を行えば、悪影響の回避または保全目標の達成は可能であると認められた。

10. 技術移転

本調査で行われた技術移転の主な内容は次のとおりである。

- ・リモートセンシングの解析手法
- ・森林基本図作成のための航空写真撮影・測量の手法
- ・森林管理計画策定のための基礎調査の手法。
- ・ガイドライン・モデル計画の作成手法
- ・管理図簿類の作成方法

また、技術移転はカウンターパートの来日時における基礎的な学科・技術の習得、ならびに、現地における調査グループごとの On the job trainingの二法を主体として実施した。

勸告

勸告

1) 勸告の要点

本調査結果が真にコロンビア国の森林、とりわけ中央保存林地帯の森林管理に役立つものとなるためには、今後次のような施策が必要であり、勸告する。

(1) インテンシブエリア全域の計画策定

コロンビア側が、本調査で行った各種調査の方法および結果、作成したガイドラインならびにモデル計画の内容を十分に理解し、モデルエリア以外の地域についても適正な森林管理計画を樹立すべきこと。

(2) 同類事業と連携したモデル計画の実行

目的を同じくする事業との連携を確実なものとし、モデル計画および同類事業を効果的に実行していくこと。

(3) 「森林回復推進センター」(仮称)の設立

上述の2点を実行していく上で必要な森林管理の技術が、真にコロンビア国側のものとなるためには、更に技術面、運営面を支える手段が必要であり、例えば「森林回復推進センター」のような機構の設立が必要であること。

2) 勸告の内容

(1) インテンシブエリア全域の計画策定

策定したモデル計画は合計で21,058haであり、対象地であるカルダス州のインテンシブエリアに対して約10%を占める部分的なものである。

森林管理計画がその実行を通して満身に効果を発揮するには、ある程度のまとまりを持つ地域が全体としてバランスのとれた形で計画を持ち、そして実施されることが必要である。更にいえば国全体としての計画を持ち、その全体計画に基づき細分された地域の実態に基づいた個々の森林を取り扱う適正な計画が存在して始めて、森林の保全と利用に関する森林管理が的確に実施されるものである。

本調査は、森林管理に関する諸基準を、現地の事情を勘案の上作成し、この基準を用いて属地的に計画を樹立する具体的な事例をモデル計画として示している。コロンビア国側が、これらを手本としてモデルエリア以外の地域についても適正な計画を策定するならば、カルダス州および中央アンデスの類似地帯の森林ならびに土地利用にとって、確実な森林保全と土地利用が保証されることになるであろう。