

パラグアイ国北東部林業資源調査

事前調査報告書

昭和56年3月

国際協力事業団

708
88
FDD

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 30	708
	88
登録No. 02208	FDD

ま え が き

パラグアイ国においては、近年、農業及び牧畜業の拡大発展に伴って森林の伐採が急速に進んでいることから、「森林の秩序ある管理」に対する関心が高まっている。このような事情を受けて、パラグアイ国から我が国に対して森林計画に関する技術協力の要請がなされた。

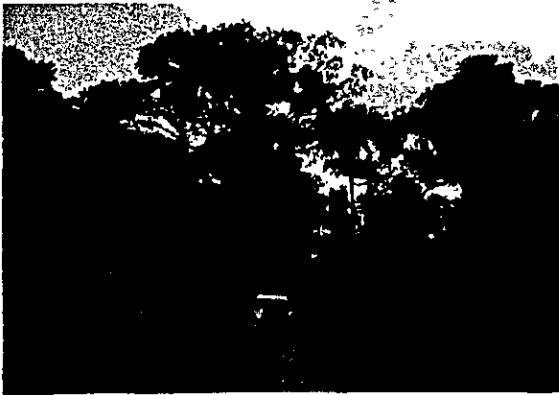
この要請に基づき、堀健治国際協力事業団林業開発協力部長を団長とする林業資源調査団を54年11月同国に派遣し、同国政府が林業の開発に大きな関心を有している北東部の森林地域における林業資源調査の方法等を検討した。本報告書はその調査結果をとりまとめたものである。この報告書が今後のパラグアイ国の林業の開発に寄与することを願うものである。

調査の実施にあたり、各種の便宜を供されたパラグアイ国農牧省及び林野庁の関係官、在パラグアイ日本国大使館、派遣専門家、並びに外務省、農林水産省の関係官に深く謝意を表する次第である。

昭和56年3月

国際協力事業団

理事 松山良三



林縁の状況



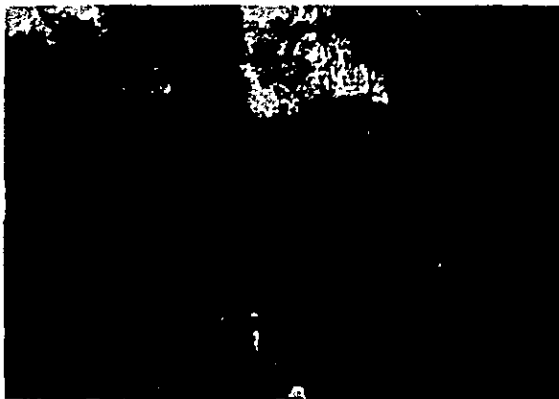
樹冠の状況



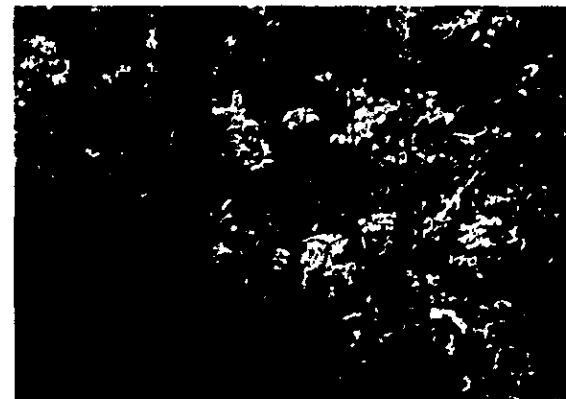
有用樹を択伐した後の森林



林内の状況

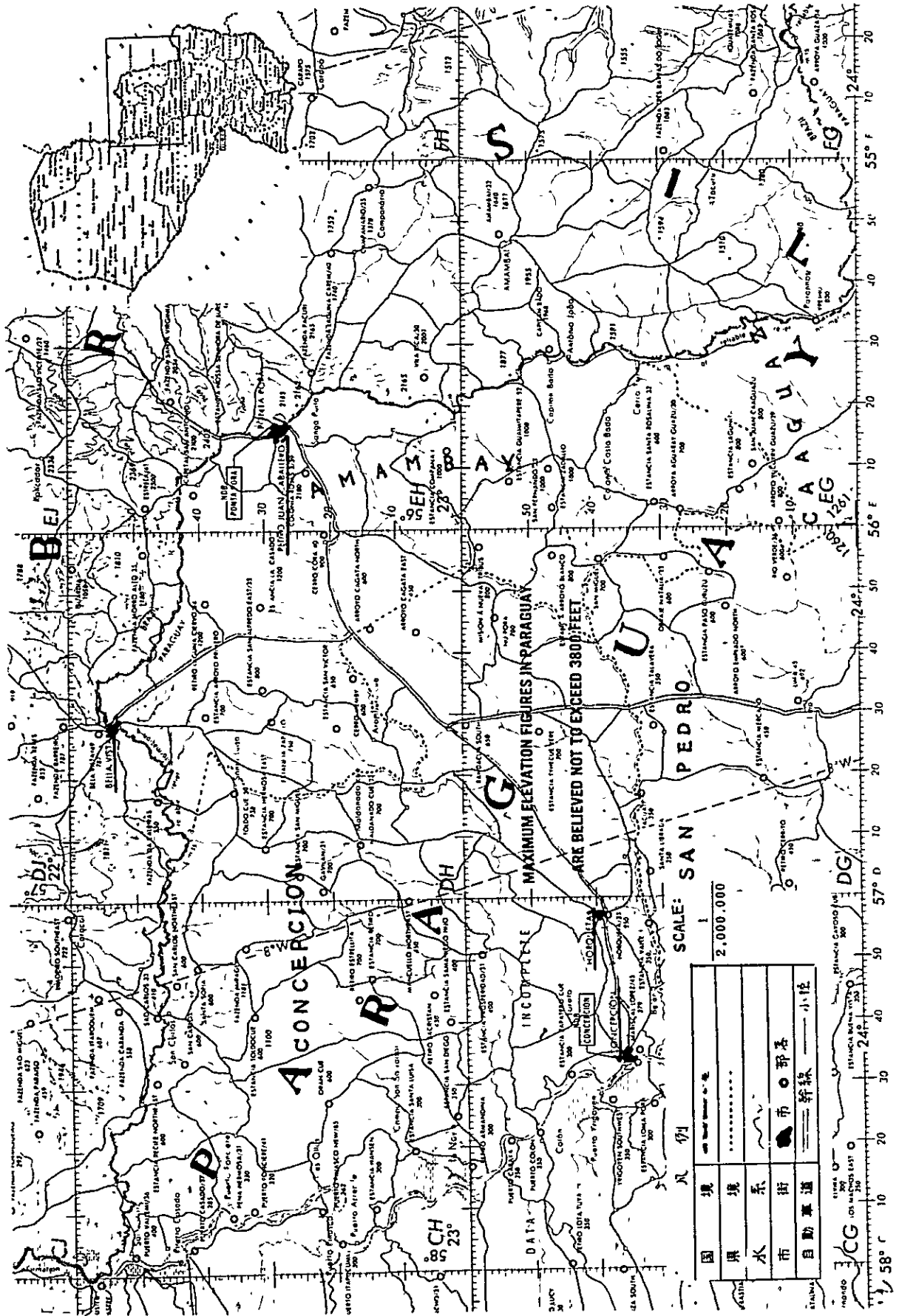


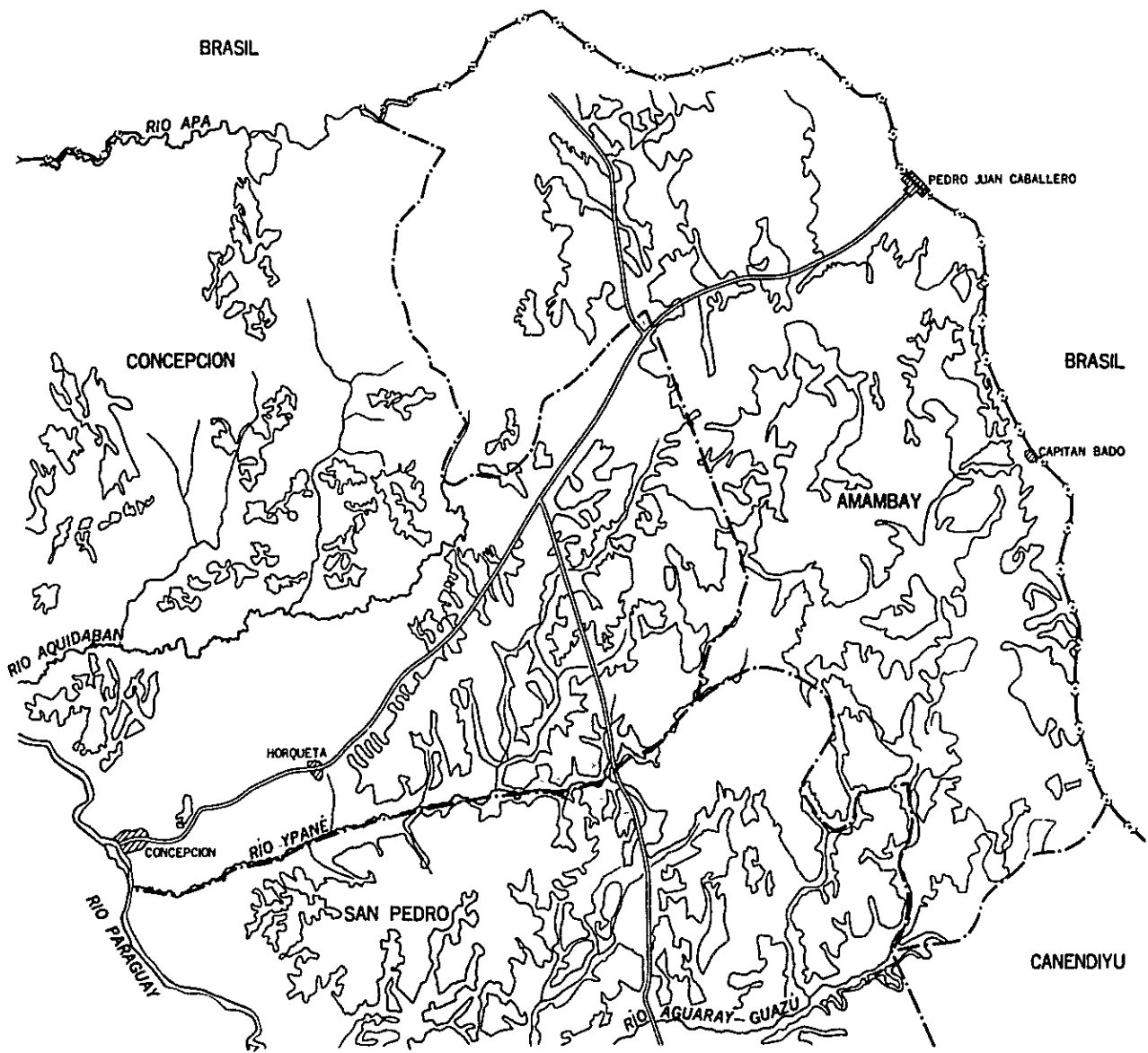
林内の着生植物の状況



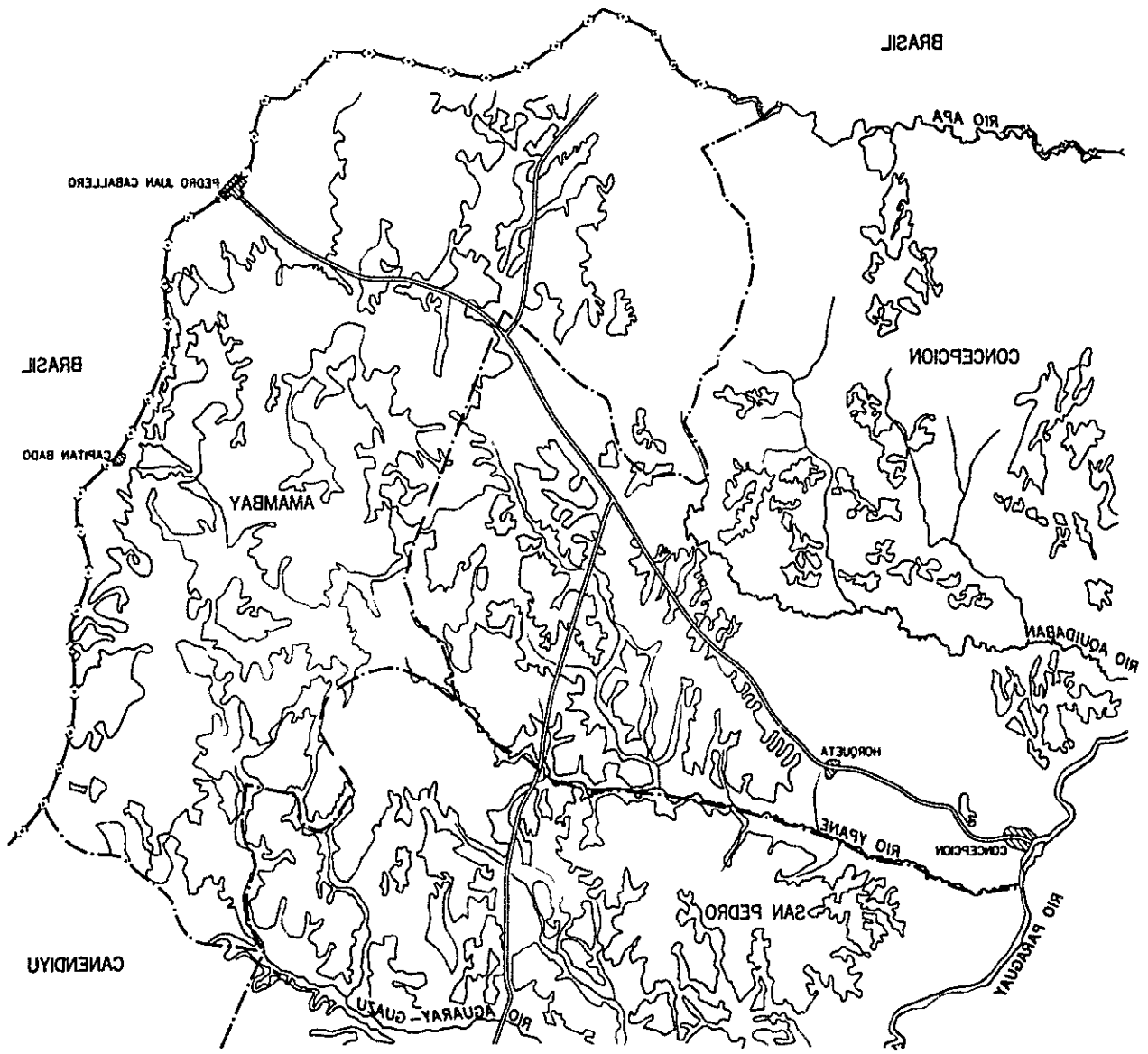
林内の状況

パラグアイ東北部概念図



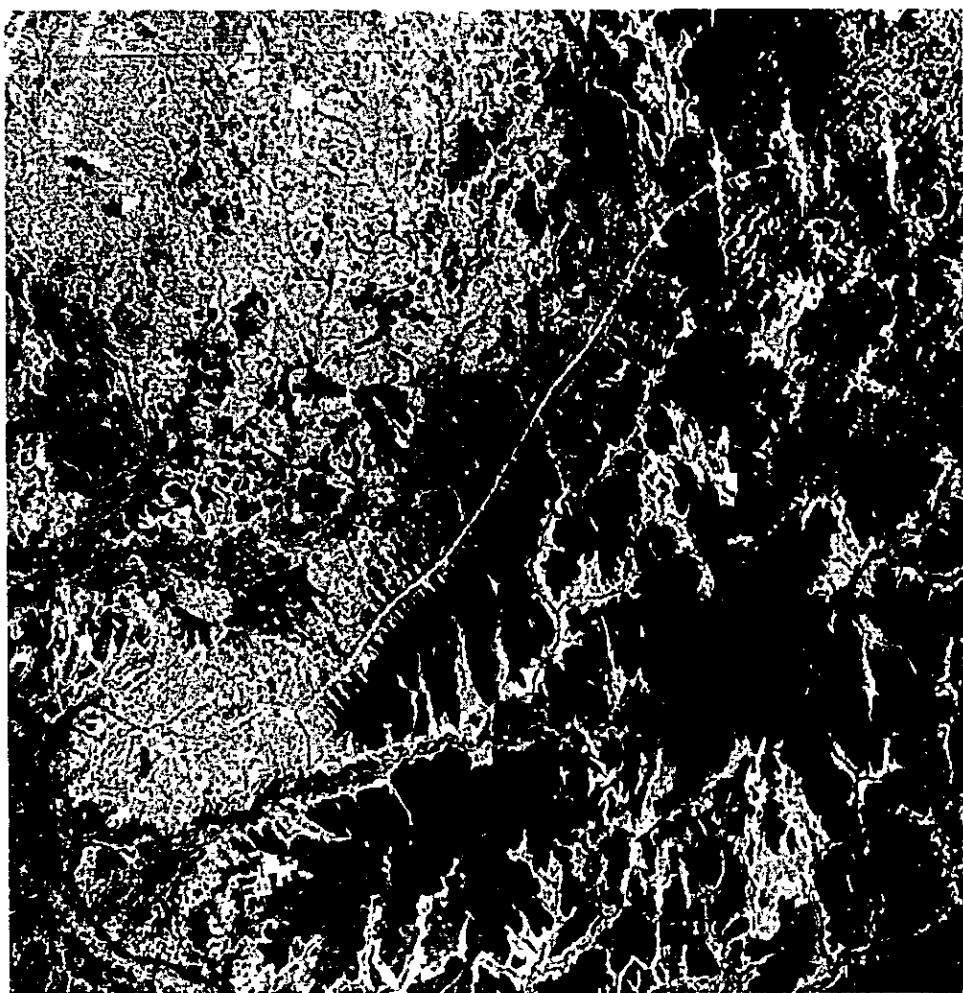


凡		国 境
		県 境
例		森 林
		市 街
		自 動 車 道



界	国	———	凡
界	县	- - - - -	
林	森	☁	内
街	市	▨	
版	车	———	

ランドサット(アーツ)衛星によるパラグアイ北東部 赤外カラー写真



1975年11月3日撮影
ID番号 8228513005500

目 次

1. 序 説	1
1-1 調査の背景と目的	1
1-2 調査団の構成, 日程, 相手側関係者, 日本側協力者	2
2. Scope of Works の協議	4
3. 東北部林業資源調査方針の策定	16
3-1 調査対象地域の特性と対処すべき課題	16
3-2 調査のアウトプット案	17
3-3 各調査ステージでの検討事項	18
4. 調査方法	21
4-1 ランドサットデータ解析	21
4-1-1 作業目標	21
4-1-2 現存データ	24
4-1-3 解析手法	24
4-1-4 ランドサットデータ利用に期待される効果	27
4-2 空中写真撮影と判読	27
4-2-1 撮影の諸元と期間	27
4-2-2 写真判読	27
4-2-3 林相図の作成と重点地区の抽出	29
4-3 標本調査法の設計	34
4-3-1 標本点の数と抽出率	34
4-3-2 層別標本点の配分と設定	34
4-4 現地調査	35
4-4-1 現地予備調査	35
4-4-2 現地本調査	41
4-4-3 計算処理	46
4-5 判読基準カードの作成	46
4-6 ランドサットデータによる現地調査結果の経年変化補正	46
4-7 取りまとめ成果品	46
5. 結 言	47
FAO 調査 (1967 ~ 1971) の概要	48

1 序 説

1-1. 調査の背景と目的

パラグアイ国は、国土面積の約42%が森林におおわれ、森林生産物が主要輸出商品の一つとなっている森林国である。同国の重要森林地帯は大別して南東部、北東部の2地帯に分れる。両者ともそれぞれ5万haの区域の中に優良な森林資源を有し、約350の製材工場が稼働し、その製品を国内に供給するほかブラジル・アルゼンチン等への木材輸出を行っており、同国の外貨獲得の10~20%を占めている。

南東部森林地帯に関しては、1967年~71年の間にFAOによる森林資源調査が行われ、この地域における森林、林業の実態が明らかにされたことも一つの誘因となり、近年急速な農林業分野での開発投資が行われることとなった。

一方東北部は森林・林業に関する調査計画が行われないうまま、森林伐開による農牧地への転換がなされつつあり、特にアマンバイ県を主体とする優良森林団地の約1万5千haは南東部と並んで主要林業生産団地となっているが、最近に至り木材生産の継続、資源の将来見通し、乱開発の防止等に不安を生じてきたため、パラグアイ国は我が国に対して当該地方の林業資源調査の要請をしてきたものである。その経過、概要は次の如くである。

昭和52年1月外務省が派遣したプロファイ調査団（谷田団長）に対して本件に関する技術者派遣要請があり、その後昭和52年10月パラグアイ・イタプア県農林業開発技術協力事前調査団（飯島団長）に対して重ねて要請があった後、昭和53年正式の要請書が提出された。

その後、昭和54年3月、パラグアイ国林業開発協力基礎一次調査団（名村団長）が幅広く同国の林業及び林産業に対する民間資金の導入可能性に関する調査を行った際、それらの前提としての基礎調査の必要性が強調され、この調査団により北東部地域林業資源調査立案に関するかなりのデータが収集され、帰国後協力の可能性についてさまざまな観点から検討がなされた。

今回の事前調査は、それらの結果を踏え、「パラグアイ国北東部林業資源調査」に関し、①我が国の用意したS/Wのドラフトに基づき実施方針と方法の調査概要、双方の協力条件等につき、関連機関と十分打合せを行った上で合意を得ること。②今後の本調査の詳細を設計する上で必要な資料および情報の収集を行うこと。の2点を目的として行われたものである。

1-2 調査団の構成，日程，相手側関係者，日本側協力関係者

1-2-1 調査団の構成は下記の通りである。

団長	堀	健	治	総括	国際協力事業団林業開発協力部長
団員	中	島	巖	森林航測	林業試験場経営部経営第二科長
団員	富	村	周	森林調査	海外林業コンサルタント協会技術嘱託
団員	藤	原	敬	業務調整	国際協力事業団林業投融资課

1-2-2

調査日程は下記の通りである。

1	11/28	水	東京 — RG 8 3 1	
2	29	木		→リオデジャネイロ
3	30	金	リオデジャネイロ — RG 9 0 0	→アスンシオン 大使館表敬・JICA支部訪問
4	12/1	土	団員打合せ	
5	2	日		
6	3	月	農牧大臣表敬，林野庁打合せ	
7	4	火	アスンシオン → エンカルナシオン	} FAOの調査森林地帯視察 CEDEFI関連地区視察
8	5	水	エンカルナシオン → アスンシオン	
9	6	木	林野庁打合せ MEMORANDUM署名	
10	7	金	軍地理院と打合せ，大使館中間報告，JICA支部中間報告	
11	8	土	団員打合せ	
12	9	日	団長帰国 RG 9 0 1	
13	10	月	アスンシオン → ペドロファンカバジェロ	
14	11	火		
15	12	水		調査対象地域現地調査
16	13	木	ペドロファンカバジェロ → アスンシオン	
17	14	金	林野庁と最終打合せ，大使館及びJICA支部帰国挨拶	
18	15	土	帰国準備	
19	16	日	アスンシオン — AR 2 1 7 → ブエノスアイレス — LA 1 2 8 → サンチャゴ	
20	17	月	FAO中南米事務所との意見交換	
21	18	火	チリ大学関係者との意見交換	
22	19	水	FAO関係者との意見交換	
23	20	木	サンチャゴ — AV 0 8 0 → ロスアンゼルス	
24	21	金	ロスアンゼルス — JL 0 6 1	
25	22	土		→東京

1 - 2 - 3. 相手方調査関係者は下記の如くである。

Ministerio de Agricultura y Ganaderia

Ing. Agr. Don Hernado Bertoni
Ministro de Agricultura y Ganaderia

Sr. Shinichi Maezono

Servicio Forestal National

Ing. Agr. y Ftal. Pedro F. Calabrese
Director

Ing. Ftal. Remy Delpin
Asistencia Tecnica FAO

Ing. Agr. y Ftal. Hilario Moreno
Jefe, Departamento de Bosques, Parques,
Nacionales y Vide Silvestre

Ing. Agr. Hugo Huespe
Encar. Divis. Inventarios For. y Manejo

Ing. Agr. Luis Pereira
Jefe, Distrito Forestal Itapua

Ing. Agr. Cesar Gennaro
Jefe, Distrito Forestal Amambay

Ing. Agr. Dionicio Gonzalez
Jefe, Sub-Distrito Forestal de Capitan Bado

Sr. Carmelo Rodriguez
Jefe, P.N. Cerro Cora

Ing. Victor Bullen
Peace Corp Volunteer

Instituto Geografico Militar

Gral. de Brig. Abraham Abed

Santiago

Dr. Helmut Haufe
Burean Regional FAO

Dr. Sergio Salcedo
Oficial Forestal Regional
Oficina Regional De La FAO
Prouidencia 871 Casilla10095
Santiago-Chile

Dr. Burt Husch
Director Project CHI/76/003

Ing. Jaime Latorre
Profesor
Facultad de Ciencias Forestales
Universidad de Chile

2. Scope of Works (S/W)の協議

既往の各調査団の資料，検討結果等に基づきあらかじめ本調査団が用意したスコープオブワークス(S/W)ドラフトに関し，パ国林野庁カラプレッセ長官と協議を行った結果，この調査がパラグアイ国における林業及び林産業の計画的発展，土地利用，社会資本投資の合理化等に寄与する極めて重要な計画であり，早期の実行が望ましいことを確認した上で12月9日メモランダムを取り交した。

メモランダムの要旨は，①パラグアイ側は日本側の今までの林業分野での協力を高く評価し今回の調査への準備を感謝した。②調査対象面積に関し，パ側は北東部5百万ha全域を対象とするよう希望したが，調査団側は調査効率よりみて重点区域を定める必要があること，本調査によって得られたデータ及び衛星データ等の組合せにより他の地域の森林資源を推定することが可能であることを説明し，パ側もドラフト線で同意した。③パ側は調査実施にあたって，研修員の我が国への受入れを強く要望し，調査団としてその主旨を理解し，関係機関に対し要望をつたえる旨約束した。

メモランダム及びS/Wドラフトは次に付す。



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

M E M O R A N D U M

1. At the request of the Government of the Republic of Paraguay, a mission was sent in November 1979 by the Government of Japan to carry out preliminary survey for the Forest Inventory in Northeastern Region of Paraguay (hereinafter referred to as the Inventory). The mission was headed by Mr. Kenji Hori, Director of Department of Forestry Development Cooperation of the Japan International Cooperation Agency.
2. The mission and the staff of National Forest Service directed by Mr. Pedro F. Calabrese discussed and exchanged their views concerning the draft of the Scope of Works for the Inventory (hereinafter referred to as the Draft) prepared by the Mission (refer to the Attachment).
3. Paraguayan side expressed its appreciation for the cooperation in the field of forestry extended so far by the Japanese Government, and the preparation for the Inventory program made this time by the Japanese side.
4. With respect to the inventory area, the Paraguayan side expressed its desire that it should be expanded from the area stated in the Draft (hereinafter referred to as the Draft area) into the whole Northeastern Region of Paraguay, which covers about 50 thousand Km², in order that together with the forest inventory in Southern Region done by FAO in 1971, the Inventory may cover throughout Paraguay except Chaco Region. Japanese side expressed its view that the emphasis should be placed on the most importante part of forest resources in the Northeastern Region which is stated in the Draft. Japanese side further explained that the data collected through the forest Inventory in the Draft area will help the estimation of the forest resources not only in the Draft area but also in the whole Northeastern Region, therefore the request of Paraguayan side could be met through the stage of data processing. Paraguayan side accepted this view.

K.H.



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

5. With regard to Japanese side contribution stated in the Draft, Paraguayan side expressed their hope that Japanese side receive Paraguayan counterparts for technical training in Japan, related to the Inventory. Japanese mission fully understood the Paraguayan request in this point and promised to convey this request to the Japanese Government.
6. Through series of discussion, the draft of Scope of Work attached hereto was agreed by both sides. It was understood that the Scope of Work should be confirmed between the competent authorities of the two countries.

Done on December 6, 1979 in Asunción, Paraguay

Kenji Hori

Kenji Hori
For the Japanese Mission


Pedro A. Calabrese
For the National Forest Service

DRAFT

SCOPE OF WORKS ON FOREST INVENTORY IN
NORTHEASTERN REGION OF PARAGUAY

I. INTRODUCTION:

In response to the request from the Government of Paraguay, the Government of Japan has decided to undertake Forest Inventory in Northeastern Region of Paraguay (herein after referred to as "the Inventory"), in accordance with laws and regulations in force in Japan.


Under the assignment by Japanese Government, the Japan International Cooperation Agency, the official agency responsible for implementation of technical cooperation program of the Government, has decided to carry out this survey, which should be conducted in collaboration with the Government of Paraguay.

The Inventory, through providing necessary data and information for exploitation of forest resources in the inventory area, is expected to contribute to the systematization of management of forestry and forest industries, the revision of the land use, and the rationalization of the investment of social capital therein.

II: OBJECTIVES:

The objectives of the Inventory will be:

- (1) to prepare a forests distribution map with a classification by different forest types
- (2) to estimate total growing stock of forest
- (3) to establish guideline of forest exploitation



K.H.

III. LOCATION

The Inventory covers the part of each department of Amambay, Concepcion, San Pedro, and Ganendiya, which amounts to approximately 15 thousand Km².

(See Appendix I.)

IV. OUTLINE OF THE WORK:

1. Aerial Photographing

- 1.1 Planning, including selection of flight course and work schedule.
- 1.2 Photographing on a scale 1:20,000 which covers the area of approximately 15,000 Km².
- 1.3 Developing films and printing.
- 1.4 Orientation of aerial photographs.

(See Appendix II.)

2. Field Survey

- 2.1 Collection of necessary data for the design of the sampling survey.
- 2.2 Examining ways and means to estimate the growing stock of forests.
- 2.3 Selecting sample plots.
- 2.4 Measuring tree volume of sample plots.

3. Photograph Analysis

3.1 Analysis on LANDSAT's data

- 3.1.1 Geodetic analysis of LANDSAT photographs.
- 3.1.2 Classification of land use.
- 3.1.3 Classification of forest types.
- 3.1.4 Mapping.

3.2 Analysis on aerial photograph



K.H.

3.2.1 Making a map of forests distribution
with a classification by different
forest types.

e.g.) high forest, low forest,
regenerating forest, etc.

3.2.2 Making photointerpretation card.

3.2.3 Estimation of total growing stock of
forests.

4. Study of Forestry Development-plan

4.1 Evaluation of Forest Exploitation.

4.2 Establishment of a guideline of forest exploi-
tation

5. Report

JICA will submit the report (30 copies) and the
following data to the Government of Paraguay.

a) LANDSAT photograph

positive films 1 set

printed maps 1 set

b) Aerial photograph

negative films 1 set

contact prints 1 set

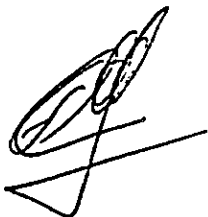
index map 1 set

uncontrolled mosaic 1 set

c) A distribution map of forests 1 set

d) Standard photointerpretation card

e) The detailed data of estimation of
total growing stock 1 set



KH.

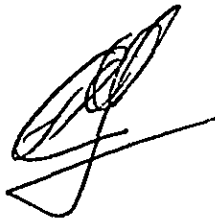
V. CONTRIBUTION

1. Japanese Side

- 1.1 To dispatch a Japanese expert team to conduct the work mentioned in Paragraph IV.
- 1.2 To provide the services, materials and equipments required for the work.

2. Paraguayan Side

- 2.1 To provide data and information required for the work.
- 2.2 To make necessary arrangement for the aerial photographing and the field work.
- 2.3 To permit the team to take out the films, contact prints, and other data required for the survey from Paraguay.
- 2.4 To exempt from taxes and duties for materials and equipments necessary for the work.
- 2.5 To allow the team free movement.
- 2.6 To provide trees for test, if necessary, and to permit cutting hindering trees.
- 2.7 To arrange vehicles, interpreters, guides, labourers, lodging, and an office for the team, if required.
- 2.8 To assign Paraguayan counterparts to the Japanese team during the working period without charging any cost to the team.
- 2.9 To provide medical services for the team during their stay in Paraguay.
- 2.10 To undertake to bear claims, if any arises, against the Japanese team members engaged in



K.H.

the survey resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their official functions in Paraguay except for those claims arising from the willful misconduct or gross negligence of the Japanese team members.

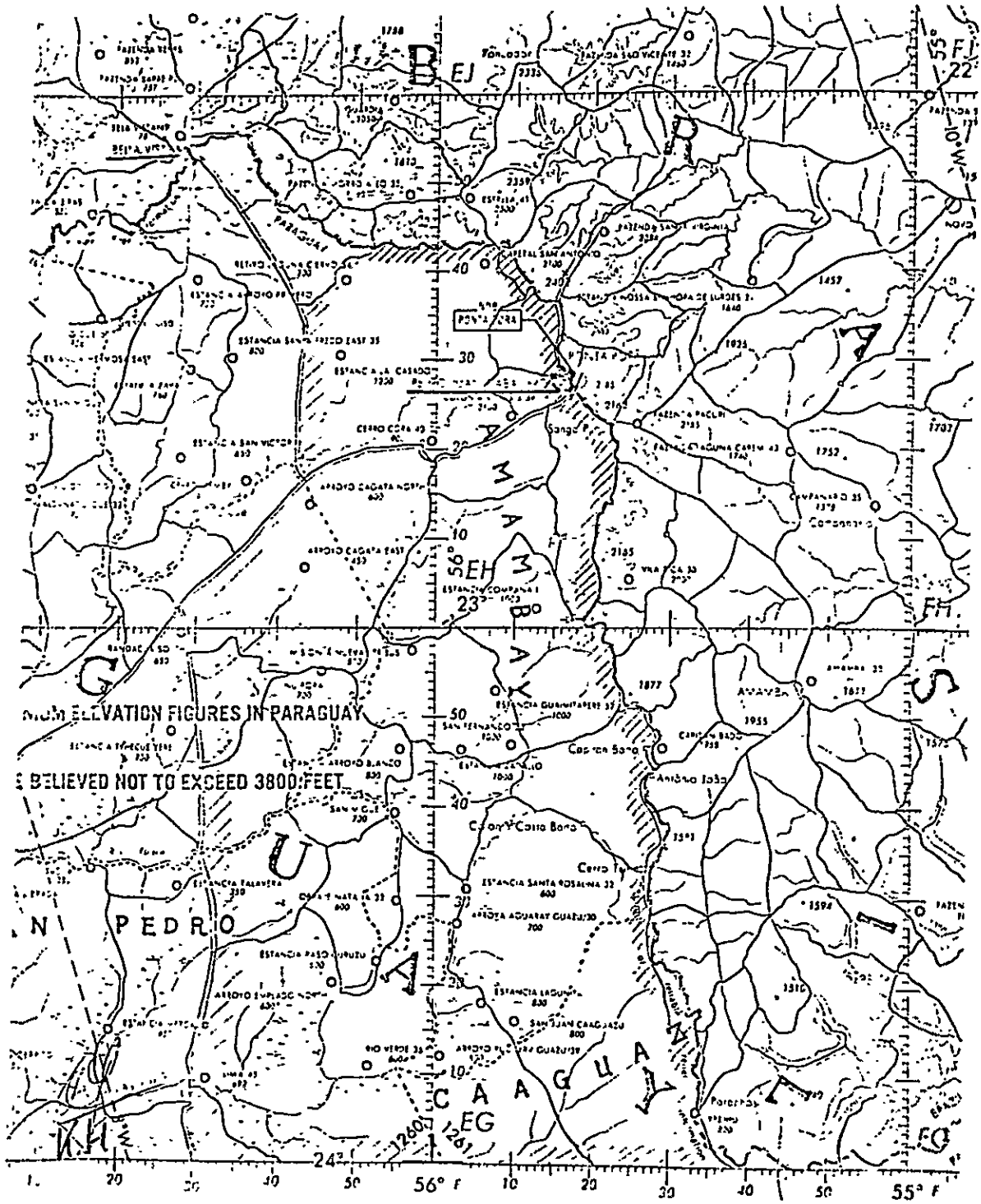


VI. WORKING SCHEDULE:

See Appendix III

K.H.

Appendix I. Location Map



Appendix II. Detail of Aerial Photography

1. Aerial Photography:

1.1 Planning, comprises selecting flying courses and making work schedule. Flying courses should be arranged and selected on the following basis.

- a. Flying courses be straight.
- b. Flying courses be arranged in such a way to cover prospected areas with the minimum number of photos.
- c. Flying programs be arranged so as to facilitate such works as the orientation of control points needed for aerial triangulation imaging the requirement of it in the future.

1.2 Aerial Photo Taking.

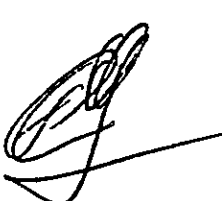
Aerial photographing will be carried out to cover the area of approximately 15,000 Km².

- Aerial photo scale : 1/20,000
- Photo overlap : 60% ± 5%
- Photo sidelap : 30% ± 5%
- Type : vertical, black & white panchromatic.

1.3 Development and Printing.

Development of panchromatic films should be processed in the following manner.

- a. Fixation be conducted perfectly so as to avoid exposing.
- b. Films be sufficiently washed so that no chemi-



K.H.

cals will remain.

- c. Films be dried quickly and both end of films shall remain more than 1 m before cutting.
- d. Special care be given against shrinkage of films.
- e. Marks of indicators be printed clearly.
- f. The print size be 23 cm x 23 cm.

1.4 Orientation of Aerial Photos.

Aerial photos will be inspected based on the technical specification.

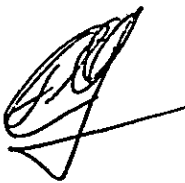
Special attention shall be given to the following items.

- Sidelap and overlap
- Cloud coverage
- Scale/flight height
- Tilt and grabbing

Each principal point of the aerial photos shall be plotted on the index map.

If the sidelap is less than 25%, an additional flight run shall be done as an insertion of the aerialphoto strip.

If every 5 serial photos are covered with cloud more than 3%, reflight shall be done.



K.H.R.

Appendix III

	1st year 79/80	2nd year 80/81	3rd year 81/82	4th year 82/83	5th year 83/84
Analysis on LANDSAT's data		↔ in Japan			
Aerial Photograph		↔ in Paraguay	↔ in Paraguay		
Field Survey					
{ Preparatory Survey		↔ in Paraguay			
{ Sampling Survey				↔ in Paraguay	
Data Processing					↔ in Japan
Development Plan					↔ in Paraguay and Japan

K.H.

3. 北東部林業資源調査方法の策定

FAOは10年前(1967~71年)にパラグアイ南東部約640万haを対象とする森林資源調査を実施した。今回実施しようとする資源調査は同国北東部の森林資源の状況を明らかにし、また今後の森林開発のガイドラインを提示することを主眼とし、併せて南東部と北東部との比較をも可能とすることを考慮してS/Wドラフトに示される調査の骨組みが構想された。本調査はさらに詳細な調査設計に必要なデータを収集するため、ブラジル隣接地帯及び南東部既調査地帯の開発進行状況を視察し、またサンチャゴFAO中南米事務局、チリ大学関係者等と原生林調査法について意見を交換した。

以下それらのデータにもとづきパラグアイ北東部の地域森林特性とその上に到来しつつある諸種の実態を示しこれらを勘案した調査方針および手法の検討結果を述べる。

3-1. 調査対象地域の特性と対処すべき課題

パラグアイ北東部に位置する調査対象地域の森林は、つぎのような林業、森林管理上の特性を有している。

- (1) 調査区域全体に亘り未利用の原生林が成立しているが本地域の北東部ブラジル国境に隣接する地帯では森林は急速に伐採され農・牧用地化されつつあり、すでに農・牧用に開発された面積はブラジルとの国境に沿って幅広く拡っている。

ちなみにブラジル国側では、農・牧用地が広く展開し、森林地帯は残存していない。(衛星写真例参照)

- (2) 開発が促進される理由としては、パラグアイでの地価が低く、ブラジルから土地所有を目的とした侵入が容易であること、および国際的に販売市場の確立した樹種(ペローパー *Aspidosperma Polyneuron*)の大径木がかなりの高蓄積で分布しており、ブラジルを中心とする木材消費圏に隣接していること、かつ運搬路網も存在することなどがあげられる。

このようにブラジル国境側から急速な森林伐採が進んでいることは、パラグアイ全体の森林地域の中で本地域が今後の林業資源調査の対象として極めて重要な地域であり、森林現況の早急な把握を要する地域であるとともに、パラグアイ国の森林管理体制の現況より見てつぎの課題を提起している。

すなわち、近代における森林伐採は機械化の進歩により過去とは比較しえぬ急速さをもって進行するものがあり、利用可能蓄積量が明らかとなれば直ちに伐採目的の作業が侵入し広

域の森林が消失する傾向がある。

このために、森林資源調査にあっても有用材蓄積調査のみでは将来の適正な資源保続、環境管理等を可能とする施策を導くことが出来ず、ともすれば乱開発を助長する結果に終る可能性がある。

このことは、過去における未開発林の調査のほとんどに見られた現象であり、F A O関係者も強くその失点を意識し、今回の調査に対してより大きな観点よりの森林資源施策の展開を将来可能とする調査法の実施を期待するところであった。これはいうまでもなく、有用材資源量とともに、適正な森林利用計画、土地利用地帯区分、経営計画、環境保全計画等の立案を可能とする資料、情報の整備が調査結果の上に要請されるものであることを示す。

これを裏付ける大きな理由として、パラグアイ林野庁は、当談の北東部森林地域の私有地における乱開発を規制する手段を持たぬことがあげられる。それは森林の総合的管理の組織また管理基準等にも未確立の点が多く、その能力が発展途上にあるためである。ちなみに本地域においても、林野庁地域機関の主要な任務は、伐採許可証の発行、運材量の監視にあり、他の業務実施への余裕は人的、経済的に極めて限られている模様である。これらの実態より見て、調査方針と手法の決定にあたっては開発進度の現況と予測の上に立ち、今後の森林計画策定に効率が高く期待しうる手法を現実的に講ずる必要があることが認識された。

また、この調査成果の活用を期待する上では、パラグアイ国林野庁の技術、行政両面での機構の整備を期待する必要がある、またそれを促がす取りまとめ方法が要望される。

これは、とりまとめられるべきガイドラインを実現すべきマニュアル等の作成を含み、さらにはパラグアイ国自体での調査、計画技術、実行能力の飛躍的向上を可能とする人材養成にまで至ることが望ましいであろう。

3-2. 調査のアウトプット案

上記調査方針および手法の検討に基づき本調査では調査対象地域全体の林業資源を明らかにすることを第一義の目的とし、パラグアイの地域の特徴・行政機構の現状をも考慮し下記の取りまとめ成果類が要求されるであろう。

- ①森林の大項目区分による分布図および経年変化（ランドサットデータによる広域解析と経年変化追跡）
- ②蓄積分布（各カテゴリー毎、地域、流域区分、林型、主要樹種等）
- ③有用樹種の分布利用材積量、生長量
- ④有用樹種材積表
- ⑤樹種のリスト作り

- ⑥土地利用図・森林施業指針・収獲予想表
- ⑦将来予測
- ⑧調査マニュアル，他

3-3. 各調査ステージでの検討事項

成果取りまとめのために各作業の段階で実行上検討すべき事項には次のものがある。

(1) ランドサットデータの解析

調査の全体計画，空中写真撮影の指針及び現地調査計画立案の基準図として，森林の林型大区分とその分布を明らかにする。また，過去から加えられてきた開発の進行度を求め，同時に調査終了時点での森林現況を調査対象地域全体に亘って求めておく必要がある。このために

- 1) 森林の大区分とその分布の判別，図化表示は，できるだけ早く実行する必要がある。
- 2) 本解析による判別図の作成データ計測のために写真判読と現地調査による Training Data を集積する必要がある。
- 3) 経時的变化を把らえる作業は過去，現在データの比較判別により現在までの変化を求めるとともに調査終了時点での状況を明らかにする必要がある。

(2) 空中写真撮影

冬期を中心とした季節の方が天候の安定性は高いと思われる。このため来年度早期より撮影準備を開始する必要がある。

※この準備段階は撮影基準点の設定と確認，撮影基地連絡，資材運搬等のために車輛類が必要であるので，できるだけ早期にこれら等の配備が望まれる。

(3) 写真判読と林相区分

調査対象地は大きく北部のペローバ生育地域と南部の混交林成立地域とに2大区分される。これらはそれぞれ立地条件と蓄積量により3区分程度の小区分は可能と見られる。ペローバがどの程度空中写真判読ができるかどうかはその後の調査効率および調査成果に影響を及ぼす可能性が大きく，同地域森林判読基準の早期確立が望まれる。

(4) 現地予備調査

予備調査では本調査における標本点数，位置の選定，工程予測等立案に必要なデータ収集を可能とせねばならぬために特に現地での樹種判別のトレーニングと写真判読技術の確保，現地調査班の編成と調査員の技術トレーニングの成果を期待しなければならない。これにはかなりの期間をもつてかつ早期着手がのぞましい。

(5) 本 調 査

地上現地調査の検討事項としてまず、

- 1) 多雨期，猛暑期等をさけた調査最適期の選定
- 2) 調査技術員の常駐の可否

の2条件がある。これによって調査の効率が大きく左右される。

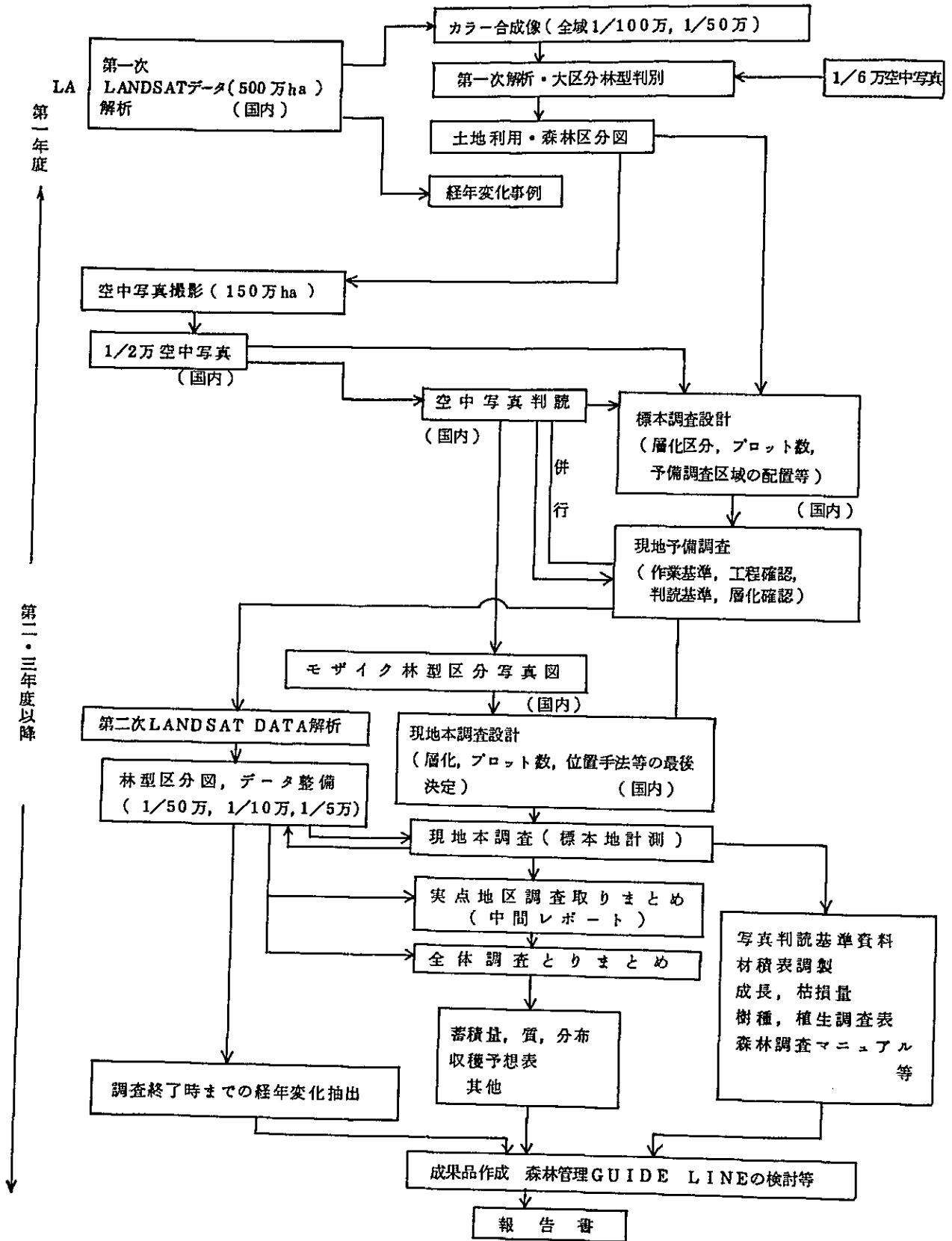
次いで標本地測定其他に関して下記の各項目の作業を出来るだけ基準化し効率化せねばならない。

- 1) 材積表調製のための資料収集
- 2) 材質検査の実施
- 3) 樹皮厚の測定
- 4) 生長量の測定
- 5) 土 調査（土地生産性の把握とそれによる地帯区分のため）
- 6) 地形調査（開路の難易度の検定のためと調査面積の計算及び土壌分布を規定する地形要因の抽出のため）
- 7) 調査重点地区を設定した集約調査の実施法

これらを勘案して次の調査方法が考察された。

そのフローの概要を図1に示す。

図-1 パラグアイ北東部森林調査計画フロー(案)



4. 調査方法

調査は前提として原則的にパラグアイ側の技術者が理解できるような簡明なもの、またFAOが実施した南東部地域の調査結果と比較できるような調査内容とすることが必要であり、また開発の進行状況をモニタリングできるようなシステムも加えることを考察し、以下に述べる調査方法が検討された。なお、FAOのサンプリング手法は、写真、林相区分を用いた最適配分法による標本点の設定を基調としているが、今回実施する調査では林相区分ごとの単純サンプリング、ないし林相別比例配分法を用い、有用林分である高木林相により多くのサンプルプロットが落ちるように配慮する。

4-1. ランドサットデータ解析

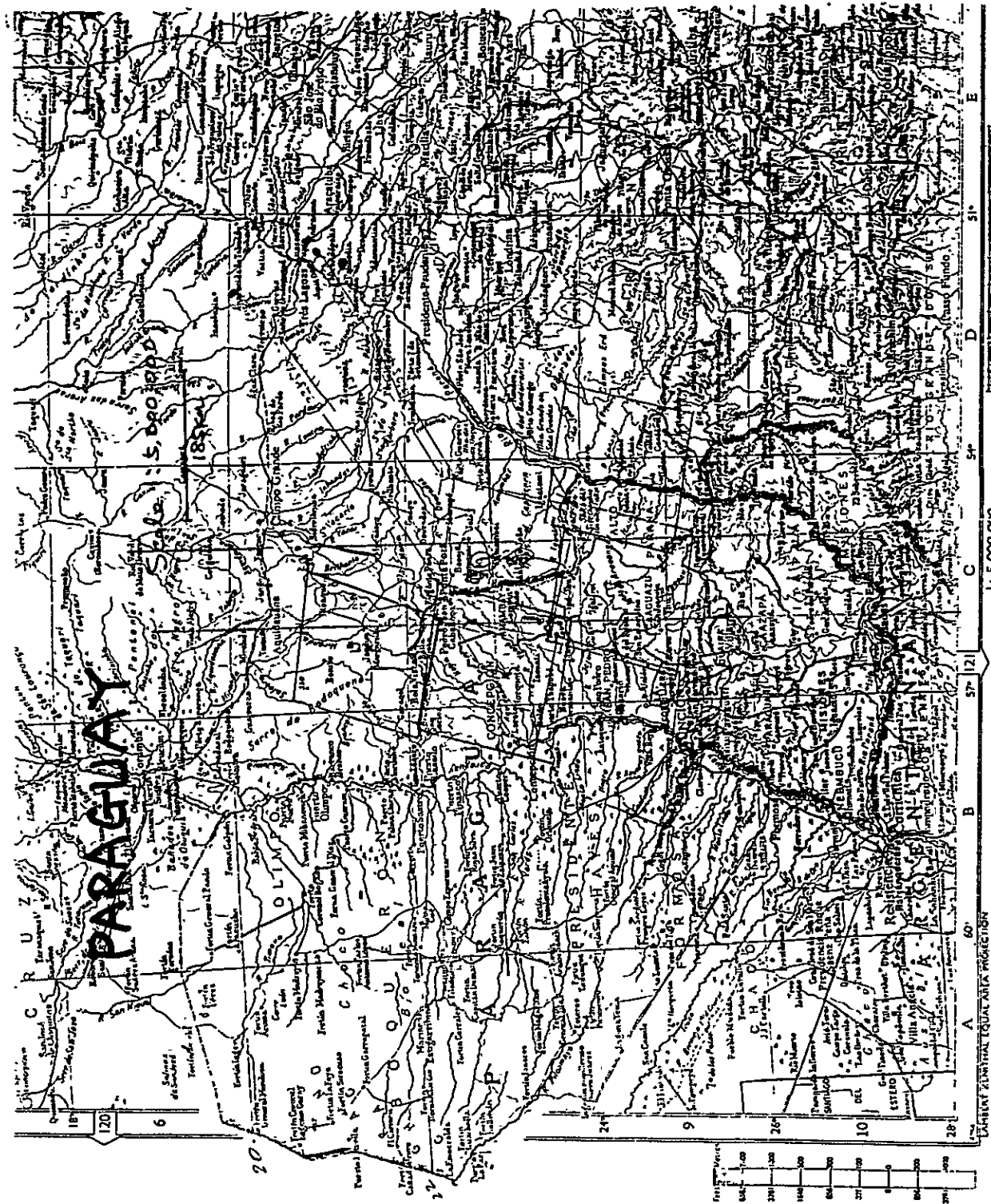
4-1-1. 作業目標

ランドサットデータは、高度約900kmの上空より、緑色光、赤色光、および近赤外2バンドの計4波長帯に区分して地表の現況を捕えているものであり、1観測面積は185kmを一辺とするほぼ正方形に近い約10°の傾斜をもった平行四辺形の広域を被覆している。また地表は約70m×80m毎の観測最小単位面積ごとに区分されて、それぞれの地表被覆状態による反射光の質、量の差が記録されている。またこの衛星は反復観測を行なっているためこのデータを解析し、地表記録を画像化、また数値化することにより、迅速、適確に地域情報を収集することができると同時に、地表被覆の変化をも追跡することが可能となる。

この調査ではこの特性を利用して

- 1) 迅速に調査対象の概況を把握し、その土地利用現況、森林分布とその基本的森林型種別分類ならびに地勢、水系、土壌等の土地条件を明らかにし、空中写真撮影、判読、地上調査を効率的に実施する基本資料を整備する。
- 2) 年次を異にする観測データの重ね合せ解析により森林地帯の伐採、農用地化等のこれまでの変化現象を明らかにし今後の森林開発動向を予察するとともに、また調査終了時点での現況を明らかにする。
- 3) 空中写真判読、および地上調査データと組合せることにより、将来に亘るパラグアイ国北東部500万ha地区の森林情報整備のシステム化を可能とするデータバンク開発の資料とする。

の3項目を目的として実施するものとする。



1:5,000,000

LAMBERT ZONITHAL TRUSCAL ANIK PROJECTION

PATH-ROW	OBSERVATION ID	DATE	% CLD COVER	QUALITY 4567	PICTURE CNTR LAT	PICTURE CNTR LONG
* 241-75	1054-13073	09.15.72	00	8888	S 21° 45	W 54° 56
"	1216-13083		40	8888	21° 29	55° 02
"	1486-13053		00	2	21° 38	54° 59
"	1234-13083		10	8888	21° 30	55° 05
241-76	1054-13075	09.15.72	00	8888	23° 11	55° 18
"	1216-13085	02.24.73	00	8888	22° 55	55° 24
"	1486-13055	11.21.73	00	2	23° 02	55° 27
"	2842-12374	05.13.77			23° 06	55° 10
241-77	1486-13062	11.21.73	00	2	24° 32	55° 45
"	1216-13092	02.24.73	10	8888	24° 21	55° 47
"	1054-13082	09.15.73	10	8888	24° 36	55° 42
"	1234-13092	03.14.73	00	8888	24° 22	55° 50
* 242-75	1235-13142	03.15.73	00	8888	21° 28	56° 33
242-76	1235-13144	03.15.73	00	8888	22° 54	56° 55
* 242-77	1235-13151	03.15.73	00	8888	24° 22	57° 17

* 2123-1301550 75
 * 2285-1300550 75
 * 2100-421390 77
 * 2100-412292 77
 * 2091-1312285 77

* 既に入手済フィルム

なおランドサットデータの利用は、現在多くの開発途上国において地域現況の早急な把握、小縮尺地図作成、鉱物資源調査等に利用されており、米国、日本等においては集約な土地資源利用管理計画への情報整備手法としての技術開発が進められているが、これらを総合的に活用して系統的に森林情報収集ならびに大面積森林調査の効率化を図る実用利用は本調査をこう矢とするものである。

特に、このデータを活用することにより地上調査の実施対象地域外における森林基本情報の予察を行うことがS/Wにおいて合意されている事項である。

4-1-2 現存データ

パラグアイ国北東部を含むW 25°～22°、S 54°～57°50'の地域はランドサット・6シーンで被覆され、主要部分はほぼ3シーン内に含まれる。

現在入手可能なこの地域の観測データは別紙の如くであり、このうち7シーンのフィルムデータが既に入手されている。

上記データにより、対象地域はすべてカバーされているが、一部雲被覆を有するものがあり、なお電算用電磁テープ(CCT)入手の可能性の検討の要がある。

今後観測のデータ入手の可能性については本地域はブラジル国に設置されているランドサット受信局の直接受信範囲にあるので、米国航空宇宙局ランドサット運行機関にパラグアイ国より本調査目的への協力依頼を申し入れることにより観測データの入手が可能になるものと思われる。

4-1-3 解析手法

ランドサットデータは画像フィルム、およびCCTで入手される。

画像データは各バンドでのモノクロームC白黒プリント画像、およびカラー合成像の目視判読により迅速、概括的な地域観測圏の作成を可能とし、電磁テープ(CCT)データは最小地表判別面積単位(画素)の集合として全域、あるいは局地の判別を可能とするものである。

画像データは従来経験により1/50万～1/20万縮尺図の作成を最適とし、また他に1/5万地形図等が存在する場合は、これを重ね合わせるにより、その精度を向上することができる。

CCTデータは、地理補正補充データの存在とその適否により500m、100m、50m等所要の地図投影メッシュデータを作成しうるものである。

本調査においては、先づ概況の迅速な把握と基本的森林型分布の確認のため画像データの活用を行ない、それにもとづくCCTデータによる色別表現による区分図を作成するこ

とを第一次作業とし、第二次作業としてCCT解析を主体とする細密調査を実施するものとする。また、経年変化例を画像および特定地についてのCCTにより作成する。

(1) 画像データ利用

1) 合成像作成

各観測シーン画像データより、下記の合成像を作成する。

1. 赤外カラー合成 プリント、(ボヂ、インターネガ)
2. 天然色合成 (ボヂ、インターネガ)

縮尺1/100万(23×23cm) 1/50万、部分的に1/20万

既存図案に基づく縮尺補正を行なう。

2) 判読項目

1. 森林地帯

高木林 (2タイプ)

低木林 (2タイプ)

二次林

伐採地、湿性林

2. 草地、農地、湿地

農用地、牧用地、湿地、自然草地、荒地、ヤシ林

3. 都市、集落、主要道路

4. 湖沼、河川、洪水域、湛水域

3) 作成成果図彙

1. 1/50万～1/20万 写真図

2. 主題図(植生、森林区分図)

(土地利用図)

(土地・土壌条件図)

3. 経年変化図例(代表的地域 1/50万～1/20万)

これらによって空中写真撮影、設計ならびに現地予備調査地域の選定資料、調査基本計画策定の資料を作成する。

(2) 電磁テープデータ(CCT)利用

CCTデータは、1) 前期画像データの判別結果に基づく土地利用、土地条件、および森林大区分のカラー図彙化と計測、および経年変化追跡事例作成。2) 空中写真判読地上調査資料を組合せた詳細解析の2者に大別される。

前者は空中写真撮影開始に先立ち、着手されるのが望ましく、現地予備調査の設計もこれに基づいて効果的な立案が可能になるものと思われる。

後者は、写真判読結果ならびに現地調査に基づき確実なデータの判別基準が集積された段階に至って実施され、最後報告に取りまとめられるべきパラグアイ国森林管理経営計画ガイドライン策定の情報ならびに将来に亘る森林基本情報システムの基準を作成するものである。その内容は下記の如くが適切である。

1) 第一次CCTデータ解析

1. 地理補正

既存空中写真 1/100万地図を用いて緯、経度の明確な投影基準点を各シーン内出来るだけ均等に10～30点程度選定することにより、原データから地理、投影補正データを再編成する。これにより地図ならびに観測日を異にするデータの相互重ね合せを可能とする。

2. データ判別

既往空中写真判読、ならびに画像データ判別に基づき、選定した地上区分項目に準じ判別基準域(Training Area)を設定し、これを規範とするスペクトルデータ判別を行なう。Training Areaは各判別項目毎に100～300画素以上を選定することが望ましい。

判別に用いる演算は、区分が大区分であること、判別基準が空中写真および画像データ判別による予想地域であることから、詳細性よりも経済ならびに迅速性を主体とした手法を選定するのが適切である。

3. 出力

画像出力は観測項目別色区分(基準は別に定める)による1/50万および、指定地域についての1/20万、ならびに予備現地調査地域における局地的画素単位表現図とする。

なお各項目別に面積計測を行なうが、可能であれば緯経度方眼による各項目別面積比率計測が望ましい。

2) 第二次CCTデータ解析

1. 地理補正

第一次データ編成の際に終了

2. データ判別

空中写真判読ならびに地上調査データにより編成される判別区分項目に基づき、地上調査により確認された判別基準域(Training Area)データの組み込みによる最尤法判別を行なう。

3. 出力

第一次データ解析に準ずる。

4-1-1. ランドサットデータ解析に期待される効果

本解析効果により総合的森林現況情報および経年変化事例の早期情報収集が期待される。

これは、地上現地調査、空中写真判読等の効率を著しく高めることが期待される。

なお、地上調査データ等を組合せた詳細調査の成果は、将来のブラダァイ国森林開発ならびに保全計画の基本情報収集システムの開発を可能とすることが期待される。

なお、調査の効率化・迅速化を期する点では第2次解析を現地予備調査資料を Training Dataとして活用しうるよう実行し、現地本調査においてこれを確認、補正することが望ましい。

4-2. 空中写真撮影（対象面積：150万 ha）

空中写真は地域の森林の構成とその分布状況を表わす資料として不可欠であり、現地調査前には調査計画の策定用、現地調査時は案内図として、せた、最終的な蓄積把握のための各林相毎の面積計測用としても大きな役割を担っている。写真図は地形の状況、土地利用状況など森林を取り巻く自然環境の状況などが即地的に把握でき、他地域との比較を行なうにも極めて有用な資料である。

ブラダァイではすでに1/60,000パンクロマティック写真が撮影されており、この写真を使ってFAOは調査域全域の蓄積量の推定を行った。しかし、写真が小縮尺のために森林は高木林と低木林に区分した程度の判別であり、森林経営計画などの立案の資料とはなり得なかった。また図葉も一部地域において集成写真図が作成されたにすぎない。

今回の調査では写真撮影縮尺をより大きなものとし、全調査対象地域のうち主要森林を含む150万haについてはより集約な調査を実施し林相区分図を作成することを狙いとしている。

4-2-1. 撮影の諸元と期間

空中写真撮影の諸元は以下に示すとおりである。

写真種類：パンクロマティック

撮影縮尺：1/20,000

撮影高度：約3,400m（基準面：約400m）

カメラ諸元：焦点距離15cm，画角23cm

使用フィルター：500又は450（B，Dフィルター）

撮影コース：東西コース

オーバーラップ：約60%

サイドラップ：約30%

撮影枚数：約3,300枚

この他、可能ならば1/8,000～1/10,000の大縮尺の写真を樹種判読精度向上のための調査地を縦断又は横断するような任意のコース若干をとりだし撮影する。

先の基準一次調査団の報告書に述べられているところであるが、撮影許可を得るための手続きをここに繰り返して載せておく。

- パラグアイ農牧省（Ministerio de Agricultura y Ganaderia）に撮影区域および撮影諸元、その他所定の事項を記入し申請する。
- 国防省の許可ならびに、地理局（I.G.M.）の許可をとる。この際に許可条件を確認する必要がある。
- 航空局の許可をとる。
- 監視員1名同乗のもとに撮影実施する。

① 最適撮影時期

夏期は天候が比較的不順といわれており、冬期（6～8月）を中心として秋期（4～5月）から春期（9～10月）にかけての撮影実施が望ましいであろう。

② 撮影期間

天候その他の条件に恵まれれば一年以内に終了すると思われるが、安全期間を見込んで2年間を撮影期間として割り当てる。実行上は来年度から早期に撮影することが望まれる。

③ 撮影基地・補給連絡等

ペドロファンカバジェロを主要基地と設定し、写真処理も当地の施設を利用する。燃料補給としては、ペドロファンカバジェロを中心にしてカピタンバード、コンセプシオン、サンペドロの各飛行場をこれに当てる。

④ モザイク写真・引伸し写真の作製

1/20,000の無修正モザイク写真を作製し、現地調査用地図及び、1/50,000の地形図未完の場合の林相図用基図とする。

また、現地調査地域および特定重要地域には、林相判読用に2倍伸し写真を作製する。

4-2-2. 写真判読

林相の判読は原撮影縮尺1/20,000の写真およびこれを2倍伸しにしたものを使用し衛星写真判読現地予備調査（後述）の結果に基づいて林相層化区分を行なう。

写真判読は撮影、写真処理の済み次第順次行うものとし、現地調査時に携行できるように準備することが望ましい。

判読作業は日本国内で行う方が都合がよく、現地経験者との共同作業として進める。

原縮尺 1/20,000 の写真からは植生地域、林型、分布形、等が示す各判読要素により次のように林相区分ができると予想される。

○ 全林相層化区分数は 8 ~ 10 区分とするが判別林相区分の実行は下記を基準とする。

○ 高木林 5 ~ 8 区分

北部域：ペローバの混交渉合により 2 ~ 3 区分

南部域：竹林、他樹種の混合状況により 2 ~ 3 区分

全 域：樹冠疎密度により 2 ~ 3 区分

○ 低木林 2 ~ 3 区分

湿地性低木林

開発二次低木林

他

○ 無立木他

すなわち既存の 1/6 写真の試験的判読によっても森林形態としては、湿地林、河岸林、低地林、丘陵林、山地林の差が明瞭にあり、それぞれの高木・低木の生産、混交状況および樹冠層構成の差が見られる。なお、土壌・地質条件による林型の差と見られるものも存在する。林業試験場、航測研究室において試験的に判読区分した例を図 2 ~ 5 に示す。

この区分は、上記各森林形に樹冠層樹高階の差を加えたものである。

なお、タケと思われる植生が、低地中、低木林型に出現する。

4 - 2 - 3. 林相図の作成と重点地区の抽出

(1) 林相図の作成

写真上で層化された林相を 1/50,000 地形図上に移写転開し林相図を作成する。

ただし、1/50,000 地形図が未だ作成されていない地域についてはモザイク写真上にオーバーレイとして林相表現することを検討する。

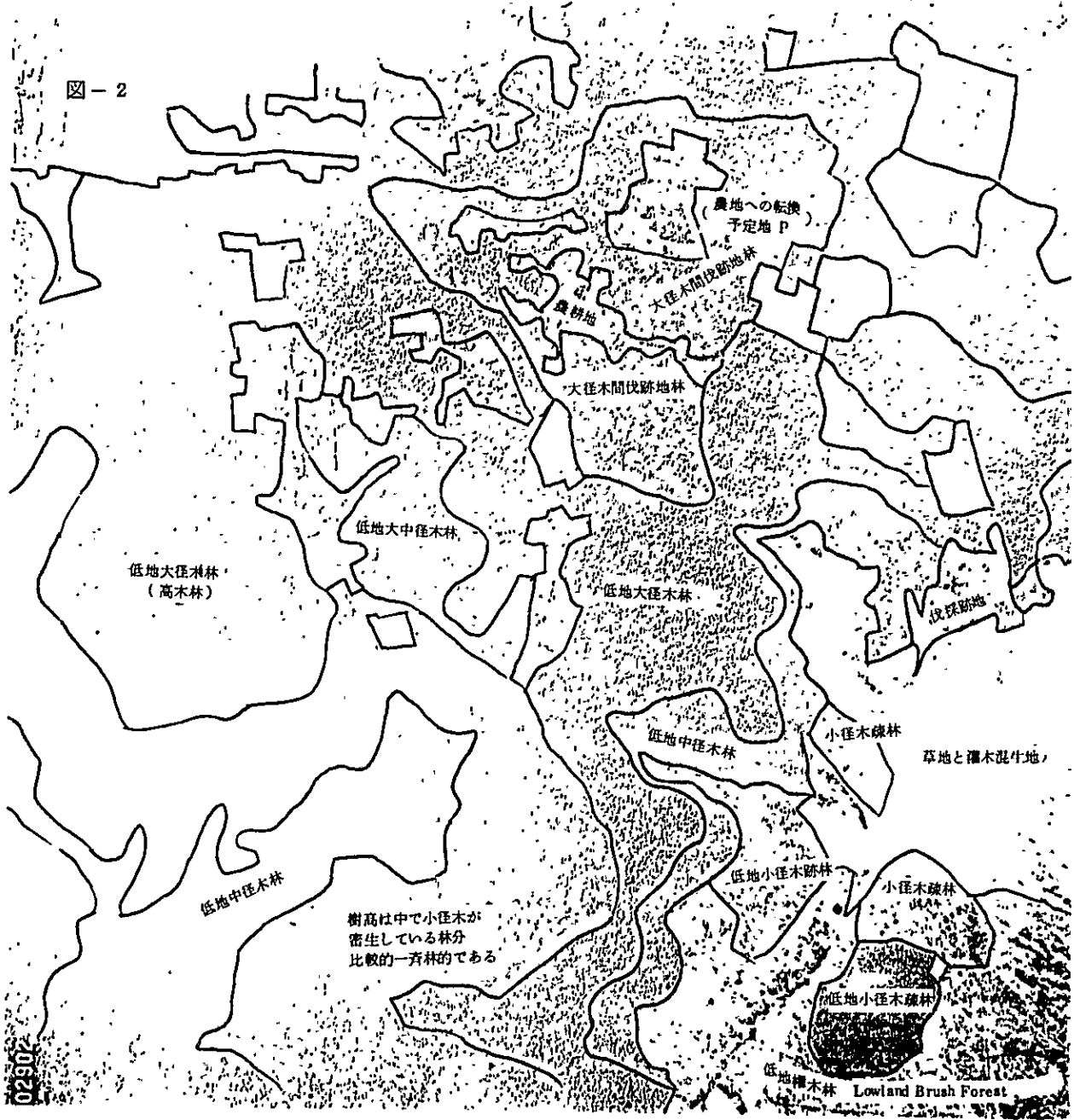
この林相図を用いて各林相別面積を測定計算する。

(2) 重点地区の抽出

優良な森林の分布する地域で今後急速な開発の予測される地域、森林管理計画の立案を必要とする地域を抽出し作業重点地区に設定することが適切である。これは空中写真の判読結果に基づいて行うが現地の予備調査の結果及びランドサットデータによるモニタリング結果も合わせて考慮する。

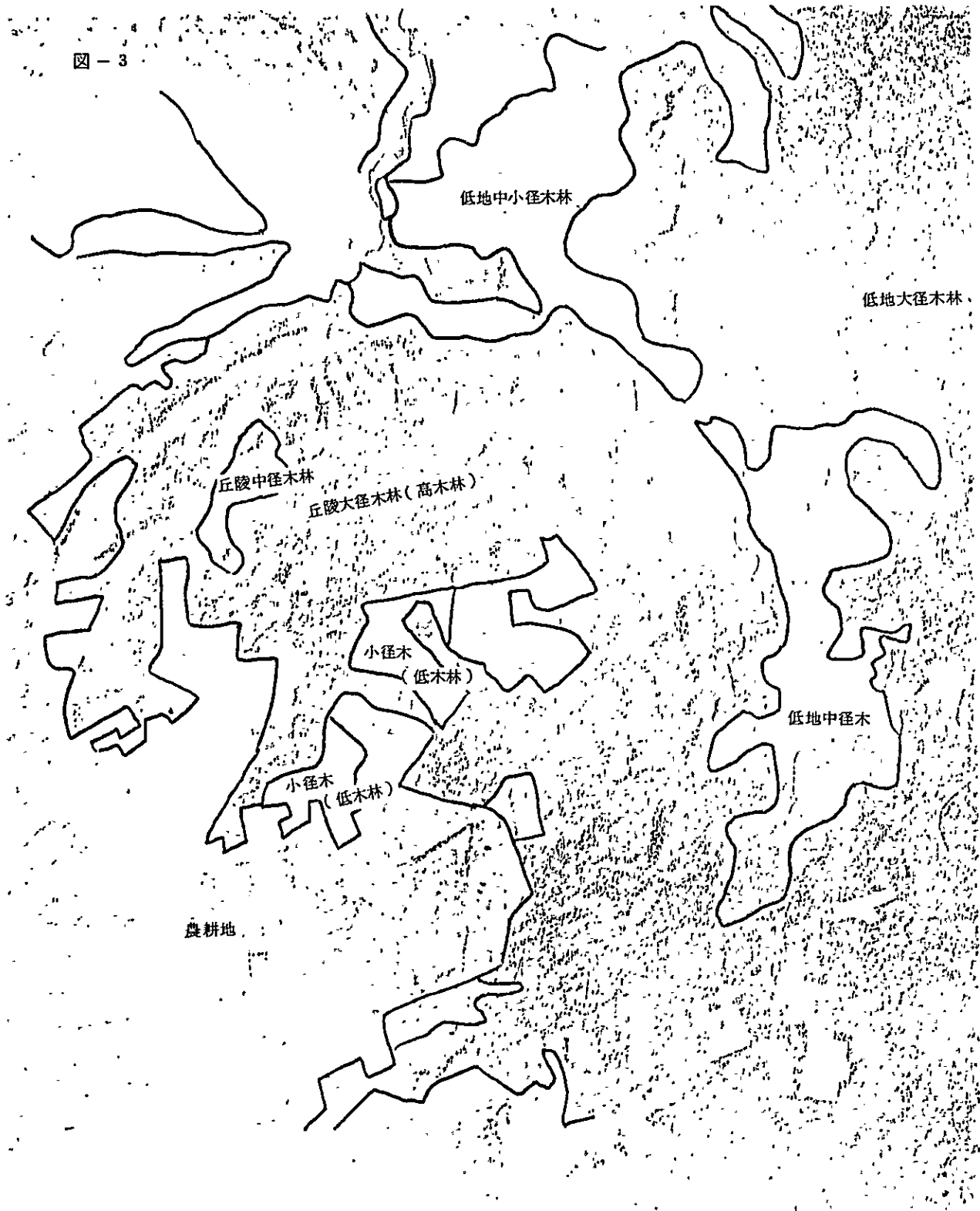
この重点地区の開発がパラグエイの林業資源の将来に及ぼす影響が非常に大きいものと判断した場合には重点地区を早期に集約調査しその結果を順次取りまとめることが要望されよう。

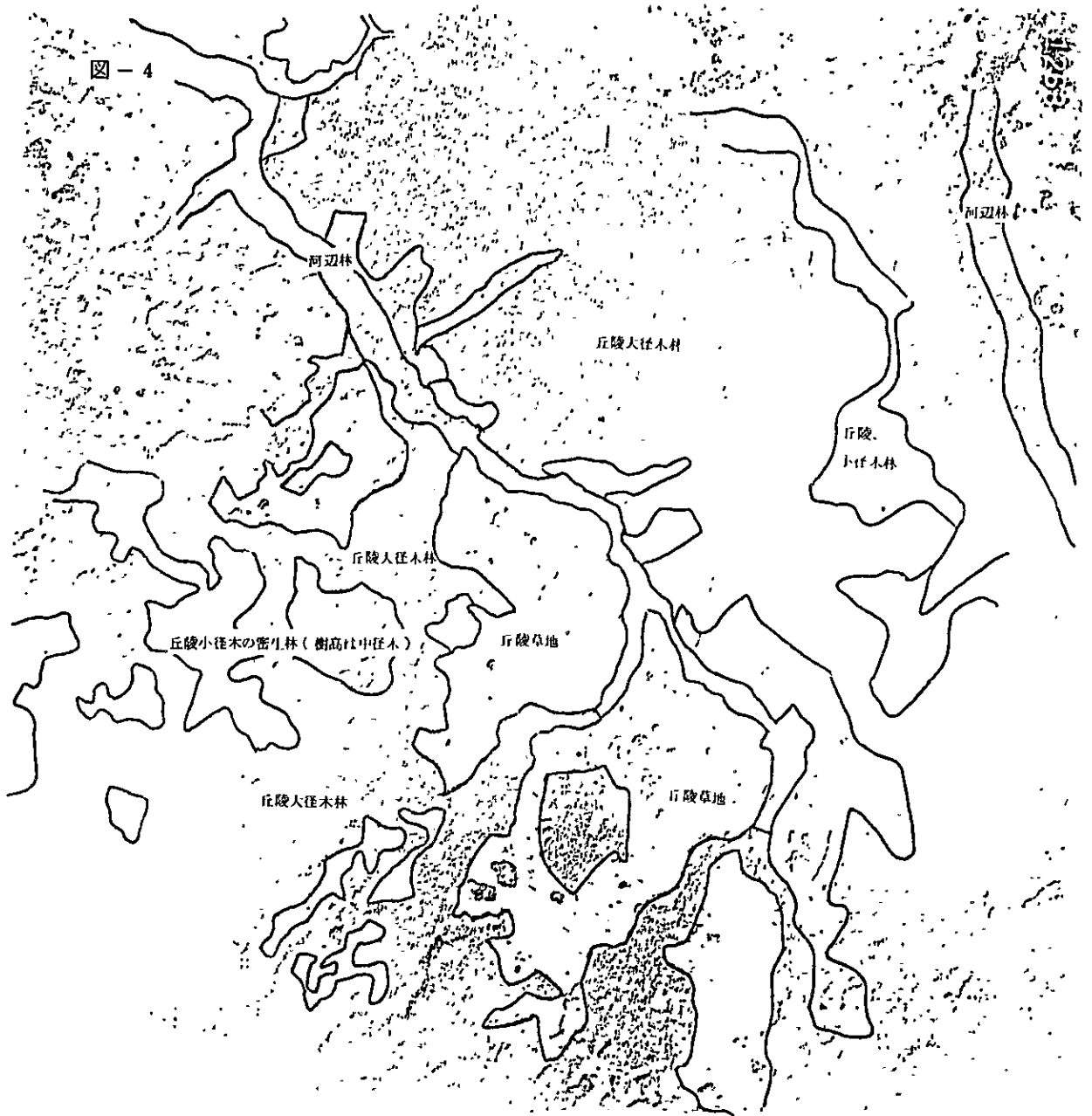
図-2



02902

图 - 3







これは今後の土地利用計画や森林施業計画指針及び開発の規制の順位決定など、調査の成果品に加えてパラグエイ政府に対するガイドラインの提示に含まれるものである。

4-3. 標本調査法の設計

FAOが標本点の設定に採用した方法は各林相の利用材積分散値を用いた最適配分法であり（巻末付参照）

これにより現地調査標本点（以下サンプルと称す）総数と各林相別のサンプル数を決定している。この方法は利用材積全体推定の誤差率を少なくし、効率の良い調査へと導びくが、他の要因、たとえば相別の平均材積、断面積合計、直径、樹高、立木本数などを推計するためには、各林相毎のサンプル数の偏りがさまたげになる。実際、FAOが行なった調査での各林相別サンプル数は、高木林に85、再生林2、低木林3、無立木地2、境界高木林36と各相間のサンプル配分の差が著しい。

また、推計学的な理解がないと成果の性格を理解し、また、後日追跡することも難しく、一般的な成果の活用にはより平易な理論の手法に基づく調査が望ましいと思われる。

今回実施を予定する方法としては、従来よりよく利用されているより基本的な方法である層化単純標本抽出法、もしくは各林相の面積の比によるサンプリング抽出率を効率と目的により若干補正するという比例配分法を採用するのが適切であろう。

ただし、低木林には有用樹種の少ないこと及び調査した結果を直接施業上に反映させる場の少ないことなどから、高木林を主な対象として、標本調査の設計を行なうことが考えられる。

4-3-1. 標本点の数と抽出率の決定

標本調査における標本点（サンプル）数は調査対象集団（母集団）内の変動（バリエーション）の多少と、各サンプルの大きさより集計される母集団からの抽出率、および調査結果に期待される精度（信頼度）によって規定される。したがって、未調査森林を対象とする場合の如く、あらかじめ変動の知られていない時には、概査や既往の経験、参考資料等によりこれを想定して期待される信頼度に応じた抽出率、ならびにサンプル数と工程経費を勘案の上決定して実施し、後に適否の確認を行ない、特に補足調査が加えられる。または予備調査をもって、これらを確認した上、本調査が設計される。元来、標本調査は限られた経費、労力の中で調査効率を高めるために用いられる手法であって、推定項目とともに調査に投入しうる労力、期間、経費等の面より可能なプロット数、抽出率等が想定され、その条件で期待精度を満した結果を、どのようにしてうるかが手法の検討となる。

空中写真判読による林型区分結果を利用した森林層化は、母集団を森型の区分により均一性の高い集団群に分割することによって、層内変動を少なくしプロット数を減少して調査効率を高め、またプロット位置の設定、現地確認を可能とするために用いられる。

今回の調査にあつては、ランドサットデータでの判別により、あらかじめ大区分森林層化を行ない、基本的な林型の面積比率を求め、高木林調査を主体としたプロット数をあらかじめ配分することが考慮される。

いま高木林々型がさらに空中写真判読により5内至6の主要タイプに層化されるとし、各層の内容を明らかにする上で層毎に約20点のサンプルが望ましいとすれば、その数は100～120点となる。高木林以外の層に計30点を用意すれば、総点数は約130～150点となり、サンプル面積を1haとして計150ha、この場合の150万haに対する抽出率は、ほぼ0.01%となる。高木林が全体面積の約50%と想定すればその抽出率は0.02%である。なお、南東部FAO調査における抽出率は、640万haに対して128ha、すなわち、0.002%であった。

このプロット数と配置は、ランドサットデータ判別、空中写真判読、ならびに予備調査による代表的林型の測定結果によって最終的に決定されるものである。

4-3-2. 層(林相)別標本点の配分と設定

単純サンプリングの場合は上記の想定により各20点程度に均等配分されるが、層毎の面種、または利用度に大きな差があつた場合面積率、利用率等による重みづけを加えた比例配分法が適切である。この決定は、ランドサットおよび空中写真判読、現地予備調査の結果により最終的に決定する。

なお、標本点の配置は、層別にランダムとするが、予備調査、本調査を通じて一貫性のあるものとするのが望ましく、予備調査の際にはさらに調査難易性による区分を加えて点を選定する必要がある。

4-4. 現地調査

現地サンプリング調査は前述の如く予備調査および本調査の二段階によって実施する。

4-4-1. 現地予備調査

パラグアイ北東部という南米亜熱帯地域で林業資源調査を実施するのは我々にとって未経験であり、この方面の情報は不足している。

また、パラグアイ側でのかつてのFAO調査経験者も南東部とは樹種構成、土地条件が異なる森林を対象にすることから多くの情報を有しているとは考えられない。

このため、本調査に先立つ予備調査は、その後の調査の工程および効果向上に重要であり、相当期間に亘りトレーニングを含めた基礎資料の収集をこれにあてる必要がある。予備調査で特に期待されるものは下記である。

(1) 現地予備調査項目

- 樹種判別のトレーニング
- 現地調査工程の把握
- 調査班の編成と調査トレーニング
- 各種調査，測定法の検討→現場で行える簡易法を採用
- 森林のタイプ分けと層間層内変動の概要
- 材の利用率の測定法
- サンプル点へのアクセスの難易分け基準
- キャンピングのトレーニングと経費の算出
- 現地最適プロットの決定（ライン，方形，H型，円形など）

(2) 現地予備調査期間

現地でのスケジュール（案）は以下のとおりである。

この所要期間は約8週間と設定される。

表一 現地予備調査スケジュール

期 間	項 目	内 容
1～2週	打合せ,準備	パラグアイ政府及び関係機関との打合せ，技術者，作業員の招集，調査班の編成，車輛機材の準備，現地調査地点の決定
3～4週	現 地 調 査	キャンピングのトレーニング，調査トレーニング，アクセスの検定，未知樹種葉の採集，森林タイプ分けなど。
5 週	樹種の同定	ブラジルの植物研究所へ標本持参。
6～7週	現 地 調 査	樹種判別を中心とした調査トレーニング，測定誤差率の検定，など。
8 週	整理・打合せ	計算，表組みなど調査結果の整理，パラグアイ政府及びその他，関係機関との打合せ。

この調査には日本人技術者3～4人を割り当てることが望ましい。

図一 現地調査票 I

地域

ゾーン

行政単位

流域

区画番号

標高

植生の概況：

当該森林のより有益な利用はあるか？	はい	現在	将来
1. 林産物生産			
2. 土壌及び水資源の保全			
3. 自然景観及び観光資源			
4. その他			

調査地域の位置クラス

土色	表層				第二層				水系	
	OXIDADO		REDUCIPO		OXIDADO		MQTEALO			REDUCIPO
土性	砂土質	埴土質	壤土質	砂質埴土質	腐植	砂土質	埴土質	壤土質	砂質埴土質	腐植
過湿	PEGAJOSO	NOPEGAJOSO	PLASTICO	NOPLASTICO	PEGAJOSO	NOPEGAJOSO	PLASTICO	NOPLASTICO	地下水層深：	
湿	SUELTO		FRIABLE	FIRME	SUELTO		FRIABLE	FIRME	土壌深	表層
乾	SUELTO		COMPACTO		SUELTO		COMPACTO		母岩	50 cm 以下
有機質カーボン	有		無		有		無		風倒木	多
									土壤動物	有
										無

写真上林相区分

写真判読結果

地上再確認

判読結果が現場と異なる理由：

土地利用変化

区画は周辺の森林を代表するものか、でなければ何故か：

1		2		3		4		5	
16	17	16	17	16	17	16	17	16	17
18	19	18	19	18	19	18	19	18	19

20 21

接近性：

開発性：

所有形態：

森林の履歴：

風雪状況

土壌型

洪水地域		表層流	
永久的	一時的	表面流	覆流
土壌深	AFLORAM	FRAGMENT	無
母岩	母岩	FRAGMENT	無
風倒木	多	有	無
土壤動物			

図一 現地調査票Ⅱ (総算用)

区画番号 7 8 9 10 11 12 13 14

小区画番号 27

ページ

観 察 事 項		小 区 画 の 主 要 樹 種		開 発 ク ラ ス :		接 近 性 :																			
小区画種 メーター	0-20 20-40 40-60 60-80 80-100	種 名	コード番号	PALMAS		BAMBUES																			
森林クラス分け	28 29 30 31 32 33 34 35 36 37		40 41 42	PALMITO		TAKUARE																			
傾 斜 度 %				PINDO		CAMILLAS																			
調 査 者 :				JATAI		TAKUAPI																			
				UBOKAJA		TAKUARUEV																			
						TAKUARA																			
樹 木 番 号	11cm~42cm(小区画1,2,3,4,5)	x	x																						
	42cm以上 (区画全体)	x	x																						
	材質クラス	樹木名のコード番号	胸高直径	樹皮厚 (x2)	5m 樹幹	利 用 材 積				樹 高															
	樹 木 名				使用可	不可	材質	樹幹長	下部直径	上部直径	材質	樹幹長	下部直径	上部直径	材質	樹幹長	下部直径	上部直径	材質	樹幹長	下部直径	上部直径	材質	樹高	全樹高
38 39		40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80																							

4-4-2. 現地本調査

写真上に層化ランダムに配置したサンプルプロットで現地測定を行なうが現地調査実行順位としては緊急な資料取りまとめが要求される重点地区から始めるのが適切であろう。

現地調査の項目は後に述べるとおりでありその調査方法はFAOの調査例を基準にして組み立てたものである。

現地調査票案の例は図 〇〇 〇〇 に示す。

なお現地調査の基地はアスンシオンに置くが実際的には調査区域に含まれるペドロファンカバジェロを中心として活動することとなる。

(1) 現地調査期間

1プロットを調査する日数は約3日間と見積られ、現地には1ヶ月のうち3週間滞在し常時2班で作業するものとするれば計約14ヶ月が現地本調査の期間と推定される。

野外での労働条件から夏期を避けて調査するならば現地調査に要する期間は延2ケ年となる。ちなみに同国の慣習として夏期(12, 1, 2月)の官庁、一般商社での勤務は午前半日であり、また、長期休暇が組み入れられている。ただし、現地での3週間は天候障害以外は継続するものとし、この間の日、祝日は振りかえてアスンシオン(又はペドロファンカバジェロ)での滞在1週間内にそれをとることとする。

(2) アスンシオン(又はペドロファンカバジェロ)にての準備

- 調査作業員の招集と調査班の編成
- 車輛・機材の整備
- 林野庁、其他関係機関との打合せ折渉、大使館、JICAとの連絡協議報告、等の打合せ
- その他

(3) 調査班の編成

アスンシオン又はペドロファンカバジェロに統轄責任者をおき、現地では日本人技術者2人がリーダーとなる。

各調査班にはパラグアイ林野庁の技術者をグループ長とし、その他ガイド、伐採夫2人(×2)、測定者2人(×2)、樹種判定者1人(×2)、炊事担当2人の一班計7名の人的組織とする。

(4) キャンピング

ベースキャンプは地利の良い所を選び、マイクロバスの進入可能域にとどめておくものとする。できれば集落の近い所が都合が良い。

各調査班は各プロットの調査終了時又はサンプル点調査作業上区切りの良い時期にベースキャンプに戻り、休養及び機材の修理、現地状況の報告などを行うものとする。

原則としては毎日ベースキャンプへ戻るものとするが、現地プロットがベースキャンプより遠隔地である場合などは調査班単独でキャンピングを要するであろう。ただし、この場合ベースキャンプとは常に交信できるようにすることが必要である。

(5) 現地プロットへの接近

ベースキャンプからは四輪駆動車輛等悪路に耐える車で接近し、車が侵入不可に至り徒歩で進行する。

写真上に落されたサンプルプロット位置に到達するには、写真上明瞭な点2点で基準線を引き、基点からプロットまでの角度と距離を写真上の測定結果に従って地上測量により到達する。測量は伐採夫とポールマンが先行し、測線上を伐り開いて進む。

到達地点で周囲の森林状況を観察し、写真上指定されたプロット点であるかの確認、また写真に現われている林相と同様な材型を有しているかどうかを確認し、プロット原点を定める。

(6) 現地プロットの設定

到達したプロット原点を中心とし現地プロットを設定する。ある一定の手続に従い（ラインプロットの場合は南北方向、又はH型の場合は主軸を最大傾斜方向というような）プロットの形に応じて測量し、プロット内での林木計測が容易なように伐開する。

ただし、植生調査のために5m×5mの広さをもつ地域だけは手つかずのまま現状を残存させておく。

(7) 林木計測

プロットでの調査項目ならびに手法の概要は次の如くである。

1) 樹冠直径の測定

プロット面積の半分0.5ha（プロット中心を含む）については胸高直径11cmの樹木を対象とし、他0.5haについては胸高直径42cm以上の樹木を対象とする。

胸高直径の測定には輪尺又は直径巻尺を用いるか、それらがスケールオーバーするような大径木に対しては定角測定する。板根を有する樹木に対してはその上部の直径を測定するものとする。

上部直径（枝下高位）は定角測定器（シュピーゲルレラスコープ）を用いて測定する。

胸高直径の測定について樹木の性状とその測定方法を図 にあげる。

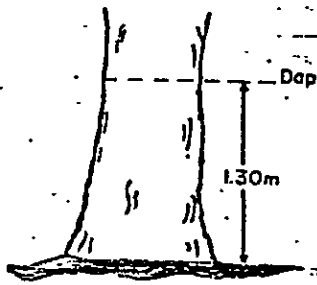
2) 樹幹長の測定

胸高直径測定位置と上部直径測定位置との間の樹幹長を測定する。

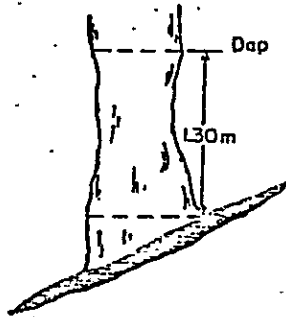
測定には測高器（ブルーメライスなど）を用いてその高さを求める。ただし、樹幹が垂直でなく傾いているような場合には樹幹（枝）の傾いた投影線分のほぼ垂直二等

図一 胸高直径の測定

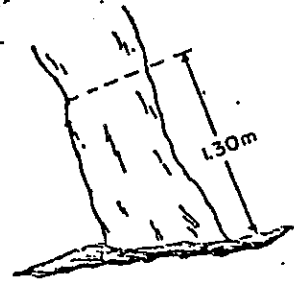
LA MEDICION DEL DIAMETRO A LA ALTURA DE PECHO (DAP)
EN DIFERENTES SITUACIONES



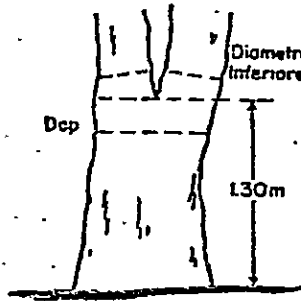
Sobre terreno plano.
(平地)



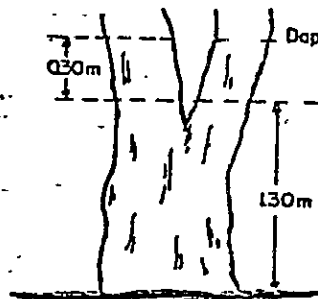
Sobre terrenos inclinados
(傾斜地)



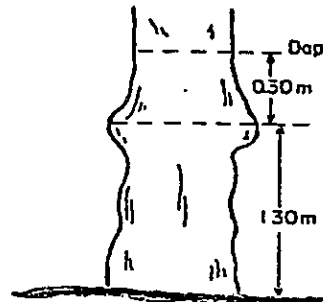
Arboles inclinados.
(傾斜木)



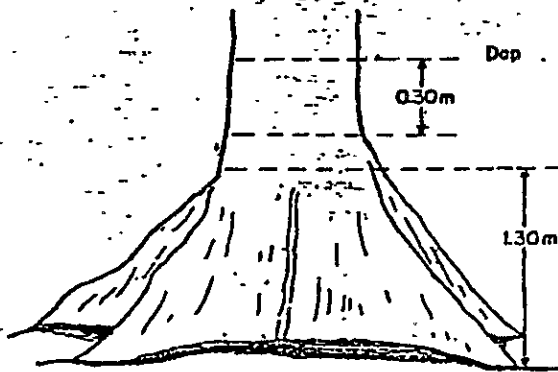
Horqueta sobre el Dap. se lo considera como un solo árbol.
(木が二段に分かれていても)
(一本とみなす)



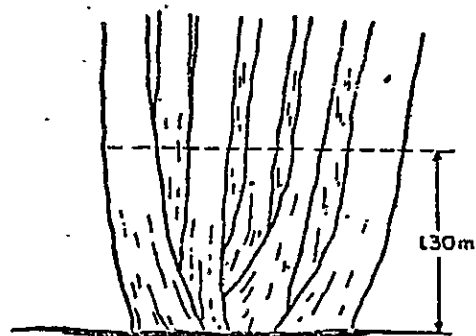
Horqueta abajo del Dap. se lo considera como dos árboles.
(二本とみなす)



Fusta deformada.
(変形木)



Arbol con pencas.
(板根を有する木)

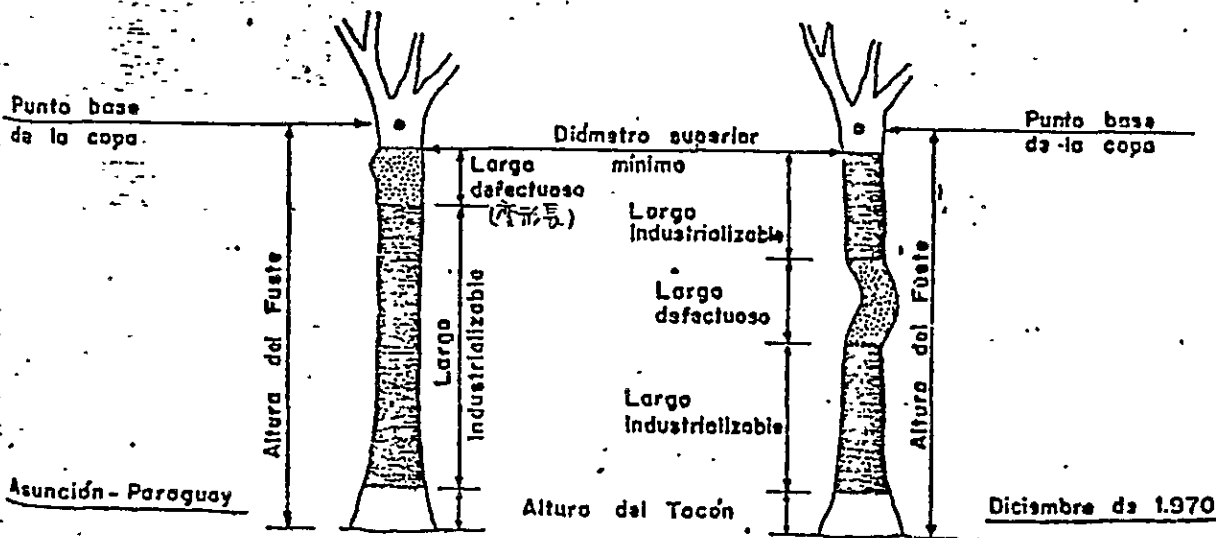
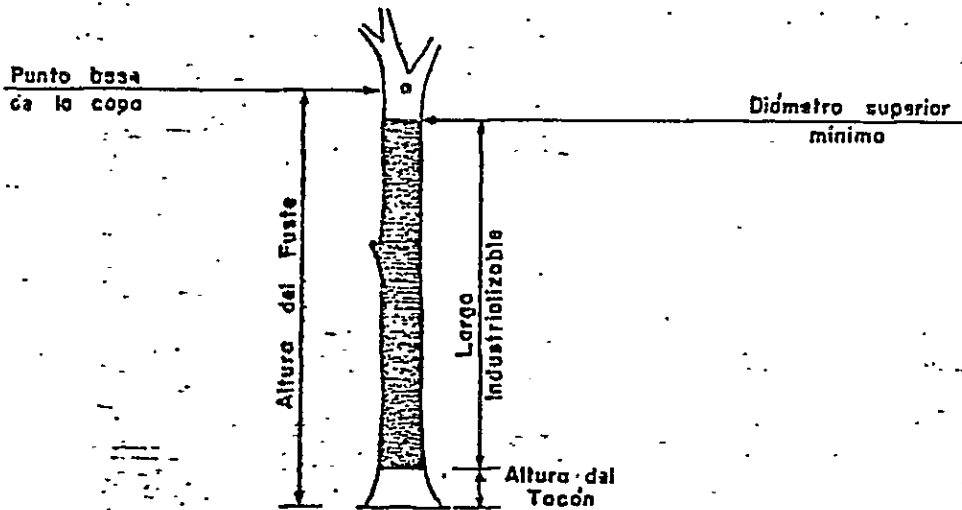
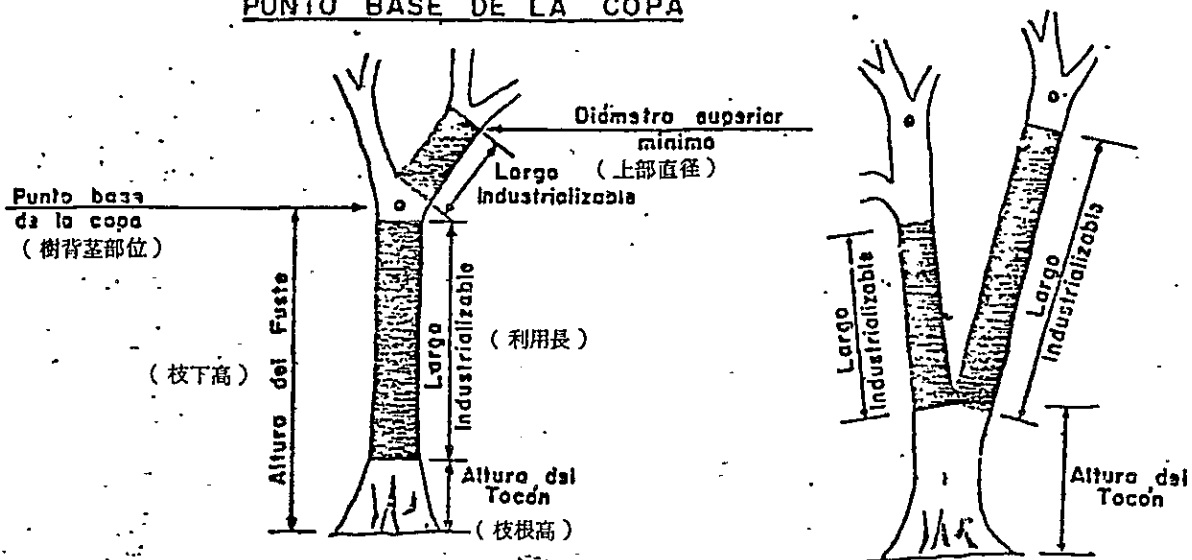


"Un grupo denso de árboles germinados de las semillas de una misma vaina que crecen juntos de tal manera que sus copas se unieran en una sola copa y sus troncos están tan apretados que resulta imposible pasar la cinta de diámetro por cada tronco individual"

樹冠が一つとみなされる株立ちの木は一本一本の測定は困難であり、全体を一本として株の直径を測定

図一 樹幹長の測定

PUNTO BASE DE LA CÔPA



分線上に立ち、上、下部直径測定位置の高さの差とその傾斜角を測定して樹幹長を算出する。

3) 全樹高・枝下高・樹冠直径の測定

4) 上層木、平均高、および被層林の場合は各樹冠層平均高を測定する。

(上の2項は材積表調製用及び林分の構造解析用に測定する。)

5) 樹皮厚の測定

測定対象樹木の樹皮厚を測定する。計測はナタで樹幹に傷をつけて行うものとする。

6) 樹幹解析資料

若干の試験木を選定し、日本人技術者による樹幹解析資料を得ることが工程上可能であれば実行する。

7) 樹種の判定

測定対象樹木の樹種を記録する。未知の樹木に関しては樹幹形、樹皮色、材色、葉形、樹冠形など簡単に観察できるものを記録し、後日の判定の資料とする。また、できるならば小枝葉を採集し標本とする。

8) 材質の検定

樹幹の変形、腐れの状況を記録する。材質の評価は3～5段階に分けて行う。ただし、材の機械的性質などの材質試験は本調査内では行わない。

9) 土壌調査

調査対象地域全体の土壌図の作成は、森林構成、地形条件等と合わせて、その関連性を明らかにする資料となる。

とくに、重点地区では土壌調査は重要であり、土地の生産性を明らかにするものであり必要の実施が望ましい土壌調査の項目は以下のとおりである。

- 土色
- 土性
- A層の状況
- 水湿
- カーボン、泥炭
- 地下水層深
- 土壌深
- 風倒木
- 土壌動物

10) 地形調査(傾斜度の測定)

調査プロットの水面積換算及び開発の難易性を把握するために傾斜度を測定する。

プロット中心線方向とそれの直角方向、(一定間隔毎)の傾斜度を測定する。

4-4-3. 計算処理

プロット番号, 座標, 樹種, 胸高直径, 上部直径, 樹幹長, 樹皮厚, 材質級, 土壌, 流域, 地域, 土地利用などすべて電算機に入力できるように記号, 数値化しておき, 各カテゴリー別の蓄積, 胸高断面積合計及び樹種別年生長量などを計算するのに既往調査での演算プログラムに準じた入力法を用いるが, さらに今回に適用のためのプログラム開発が必要である。

4-5. 写真判読標準カードの作成

調査地域でみられる代表的な区分林型を表わす森林群落の立体空中写真像を収録し, 地上測定値(主要樹種, 平均樹高, 平均直径, 胸高断面積合計, 利用材積など)と写真撮影の諸表を添えたカード(ステレオグラム)を作成する。なお現地調査の際, 地上写真を撮影しておくことも必要である。

この写真判読カードは, 今後同地域での写真判読基準となり, パラグアイ側で独自に空中写真を使用する場合も有用な教材となるものであり, 代表材型と写真上で求められる場合でも, また, 写真判読技術修得用にも有用な資料である。併せて南米亜熱帯林の貴重な資料となる。

4-6. ランドサットデータによる現地調査取りまとめ結果の経年変化補正

本調査の取りまとめ結果では, 報告時の森林現況を明確に把握することが必要であり, 地上調査, 空中写真判読等各調査レベルの結果を調査終了時のランドサットデータを用いて広域に拡げて表現するものとする。

4-7. 調査取りまとめ成果品

- 林相図(1/50,000 対象面積150万ha)
- 森林分布図(約1/50,000 Land Satによる対象面積500ha)
- 蓄積分布図および表(地域, 流域, 林型区分等 カテゴリー別)
- 有用樹種分布地帯等重点地帯(前記)についての中間的, 又は概況レポート
- 材積表 ○ 写真判読カード ○ 調査マニュアル

以上の成果品をとりまとめて報告書を作成する。

5. 結 言

この調査は前述の如く、パラグアイ国北東部森林について、森林型の区分ごとに、その分布を明確にする図葉の作成、蓄積量の把握および、適正な森林開発ガイドラインの確立を目的として実行されるものである。しかしながら近代における急速な天然林資源開発の動勢、将来に亘る木材、林産物資源の保続、国土環境保全施策の立案に資するためには、より多くの努力を適切な森林経営、管理計画資料の整備に向ける必要があることが認識される。この視点を導入して前記の調査方針と方法が検討されたものであるが、さらにこれを契期としてパラグアイ国における森林行政機能の近代的発展が促進されることが期待されよう。

この調査結果は直接的に北東部森林現況の資料をととのえると共に、将来におけるパラグアイ国の体系的森林管理情報整備の基盤となることが望ましい。

その可能とするところは、

- ① 森林生物資源量の種別分布、利用可能量、未利用資源量、再生産可能量等の地域別評価情報。
- ② 地域森林の機能種別地帯分級評価による開発、規制等地区別施業指針の判定情報。
- ③ 伐採、造林、成長等原材料資源量変化動勢ならびに事業実行評価の情報。
- ④ 気象災害、土地侵蝕、病虫害等ネガティブ現象の早期把握と影響判定情報。
- ⑤ 国土生物生態系バランスの維持に対する地域森林の環境緩衝機能評価、および生物資源適正分布ゾーニング判定情報。

などの全国的また地域的整備である。欧州、日本等における、いわば先進的林業国にあつては過去からの管理形態、また情報収集システムの存化のため、その近代化には多大の障害があるものであるが、今後それぞれの機構を確立すべきパラグアイ国においてこれらの実現の可能性が期待されるものである。

FDA調査(1967年～1971年)の概要

(1) 調査地域

パラグアイ南東部に位置する面積64,000 ha(640 km²)地域はI II III IVと4区分された。

(2) 調査地域

① 写真判読

写真は既撮影後の1/60,000のパンクロマティックを使用, これを利用して林相区分する。

5区分:高木林, 更新高木林, 低木林, 無立木地, 末端高木林, 林相を層化するための資料として, パラグアイ東部地域(1966)・アルゼンチンMisiones地方(1966)の調査報告書を利用した。

② サンプルプロットの設定

写真プロット数2,985プロット, この数字は, 一枚おきの写真に4点ランダム, 配置させ, 上記5区分内に落ちたサンプル数の合計である。

そして, 各林相の写真プロット数から林相別の面積を計算した。

林相毎の材積平均値, 分散値は, イタルコンサルタント報告書(1966)を利用し, またモンドイ河流域207 km²では67現地プロットの調査より求められた。この数値を利用し, 最適配分法によりサンプル総数を決定した。

$$M: (1/e^2) \{ (\sum W_h S_h)^2 + (\sum W_h S_h) \sqrt{\sum W_h (Y_h - \bar{Y})^2 (1/1,000)} \}$$

M: サンプル総数

e: 材積推定誤差(10%と設定)

W_h : h層の面積率

S_h : h層の材積標準偏差

Y_h : h層の材積平均値

\bar{Y} : 全平均材積

1/1,000: 写真と現地の調査費用比

各相へのサンプル配分は

$$M_h = \frac{M \cdot W_h \cdot S_h}{\sum W_h \cdot S_h}$$

全域で128現地プロットをランダムに選び出した。

③ 現地調査

1/60,000 空中写真から現地調査可能域を選定し、2,985の写真プロットからランダムに選出した128サンプルプロットの現地調査を実施した。

現地プロットの接近は、車と徒歩で行い写真上明瞭な地点から測量してプロットへ到着した。

現地調査は20日間行い、他10日間をアスンシオンでの準備、整理、休養にあてた。

プロット面積は1haであり、プロットの形はH型の変形である。

主軸(幅10m、長さ500m)で胸高直径11cm以上の樹木を対象とし、他の5ha域では胸高直径42cm以上の樹木を対象にして測定した。

直径の測定は樹幹利用部位の上下で行い、下部は輪尺、上部は定角測定した。幹材積の計算はこの上部の断面積を使用し、スマリアン式を用いた。

この他、標高、傾斜、土壌、植物種、材質なども同時に調査しており、調査結果は電算用シートにコードナンバーをつけて記録した。芯ぐされ調査及びプロットの現場検査(プロット位置の確認と面積測定)、そして測定精度の検証は経済的な理由で断念した。

現地プロットをテストプロットとして恒久づけるよう試みるが、現地でのマーキングは今後の開発のさまたげになるという理由で、空中写真上に刺針するにとどめた。

④ データの解析

手計算が現地サンプリング結果と選択地域調査結果の予測・見積り段階で行われた他、すべて電算処理した。プログラムは米国林野庁北東林業試験場のK.W.ウィルソンとR.C.ピーターズによって1967年開発されたものを使用した。

⑤ 生産量調査

製材工場にて樹幹直径を測定し、その年輪数を数えた。両者の関係から年成長量を予測し、林分の生長量を推定した。

⑥ 特別調査

- G. Mainieri (サンパウロ技術調査研究所) によって樹種の判定と分類が行われた。
- P. B. Griggs が担当して植物検索が作成された。
- L. Cadogan によって特定樹種の植物地誌「パラグアイ東部地方の若干の樹種の植物地誌」が執筆された。
- 樹皮厚はHamill (1955) が約2,000回測定し、今回の調査では $D \geq 4.2$ cmの樹木に対して3,000回測定された。

(3) 成果品

- 各カテゴリー(地域、県、土地利用、開発クラス、土壌条件、直径階、樹高階、パルプ

用樹種)別蓄積

- 上記の成果に加え、森林開発の影響、将来の収穫量の可能性、パルミットについての提言を行っており、推定生長量と伐採量の関係なども求め施業方法に対する提言も行っている。
- 報告書

JICA