

巻 末 資 料

FAO 森村調査報告書

パラグアイ東南部地方におけるFAOの森林調査報告書(1974年)の一部を記載する。

当調査の主な調査員は次の通りである。

調査員リスト

C. Allen Bickford : ニューヨーク, シラキュース大学 林学部 統計学教授

Dr. Calviro Nainieri : ブラジルサンパウロ 調査技術研究所 木材解剖学専門家

I. E. Barnard }
D. R. Dickson } : ペンシルバニア Upper Dorby 林野庁, 北東部林業試験場 コンピューター主任

国家顧問弁護士

Sr. León Cadogan : 人類学, グアラニー語, 言語学の専門家

プロジェクトチーム

a) 現地チーム

Eugenio Caceres : 林業Per. 国家カウンターパート主任(1967~72)

Johan Edens : 林業技師, オランダ政府専門家主任(1968~69)

David B. Griggs : 林業技師, 平和部隊主任(1970~72)

Ian D. Hutchinson : 林業技師, チームリーダー, 主任(1967~72)

Juan Goday : 農業技師, 国家カウンターパート, 主任(1968)

Hilario Mereno : 林業技師, 国家カウンターパート

Daniel J. Nolan : 林業技師, 平和部隊, 主任(1968~72)

Donald Wood : 現地監督

b) 政府職員

Bento Alegre : 写真判読と地図調整(1967~72)

Jalia Meza : 整図工(1968~72)

Pedro E. Meza : 整図工

目 次

第1章 序 論	105
1-1 森林資源調査(I, F)の必要性	} 省略
1-2 IFのデータの利用方法	
1-3 国家経済の中での木材工業の位置づけ	
1-4 調査地域	105
1-5 調査地域の特徴	105
1-6 土地の来歴と利用	省略
1-7 林業活動の歴史	106
1-8 林業労働人口	} 省略
1-9 森林の概要	
1-10 植林適地	
1-11 林業に対する自覚と林業教育	
1-12 針葉樹天然林	
第2章 調査の方法	107
2-1 計画の概要	107
2-2 屋内作業手順	112
2-3 屋外作業手順	113
2-4 データの解析	116
2-5 技術研修	118
第3章 地域-森林資源の配置と広がり	119
3-1 全体の地域	119
3-2 地理的区分による資源の配分	120
3-3 行政的区分による資源の配分	121
3-4 アクセス難易区分による資源の配分	121
3-5 土壌区分による資源の配分	122
3-6 高木林の植生構造	122
3-7 森林の状態	123
3-8 土壌の特性	124
3-9 土壌特性と森林の状態	125
3-10 土地利用の変化	126
第4章 立木本数-森林の構造	126
4-1 データの利用方法	126

4 - 2	森林地域の影響	126
4 - 3	森林開発の影響	127
4 - 4	将来の収穫量の可能性	130
4 - 5	パルミット (<i>Euterpe edulis</i>)	131
4 - 6	結 論	132
4 - 7	提 言	132
4 - 8	最小伐採径級	132
第5章	現存の経済林蓄積-資源の経済価値	
5 - 1	Zona と fotoestrato 別蓄積	
5 - 2	河岸地域への分布	
5 - 3	県 別 蓄 積	
5 - 4	土地所有別蓄積	
5 - 5	開発クラス別蓄積	
5 - 6	土壌条件別蓄積	
5 - 7	直 径 別 蓄 積	
5 - 8	樹 高 別 蓄 積	
5 - 9	パーティクルボード, パルプ用樹種の蓄積	
5 - 10	蓄積推定の確度	
5 - 11	結 論 と 提 言	
第6章	胸高断面積	
第7章	在来樹種の成長量	133
7 - 1	成長量調査の方法	133
7 - 2	期待年成長率	134
7 - 3	植林用樹種の成長量	134
7 - 4	推定成長量と伐採量の関係	135
7 - 5	提 言	136
第8章	特別の調査	136
8 - 1	樹木の種類の分類と判定	136
8 - 2	植物検索表の作成	137
8 - 3	地形による樹種分布	138
8 - 4	樹種の ETNOBOTANICA	138
8 - 5	樹皮の厚さの測定	138
8 - 6	立木の品等区分に関する2つの方法の比較	139
第9章	参 考 文 献	省略

省略

付 録

1	調査員と組織の概要	} 省略
2	標本の大きさ	
3	現地調査の手順	
4	現地調査のためのコード番号	
5	公 式	
6	データー処理手順	
7	樹 種 分 類	
8	育 林	
9	現 地 調 査 費	

第1章 序 論

1-1~1-3 省 略

1-4 調 査 地 域

1537年、スペイン人がAsuncionに入港した頃の附近の森林状況は、今日のAlto Paraná州の森林状況と非常に似ていた。

植民地時代から木材がたき木、建築材、農牧用材としてAsuncionをはじめ、Paraguay川周辺の町で使用され、森林の伐採が始った。

現在においても、国の供給市場にて重要なたき木、木炭、木材等の確保のために開発されるべき有用樹種に関する資料は乏しい。

そこで、土地問題、土地利用あるいは造林地や農地集落のもつ木材生産に対する経済的効率実験等のための調査が必要となってくる。

これには、1967年に行われた三角地帯開発計画(Plan Triángulo)での研究地域の調査も含まれることになるだろう。なぜなら、国の森林政策を決定するうえで、第一に重要と思われる地域であるからである。

調査地域は、Paraguay川とParaná川との間のうちの東側である。すなわち、南緯24°以南、EncarnacionよりUillarica間の鉄道より東、UillaricaよりJujui Guasú川に至る道路より東となり、全面積は6,400,000 haである。

この地域を(I), (II), (III), (IV)の地区に分け、北と南の境は、ルート7号線道路とし、IとIIIの境は、San JoaquinからKaguasúまでの道路に続いて砂岩土と泥炭土とに区分したラインで分かれ、IIとIVは、San Rafael山脈で分けることとする。

1-5 調査地域の特徴

1-5-1 地 形

本調査地域は、やや海拔高の高いところを含み、Yvytyrusú山脈の頂点は1,000 mを越えてはいるが、その他にあっては、450 mを越えることはめったにない。

この地域は、Paraguay川とParaná川にはさまれた、いわゆる“脊柱(columna vertebral)”の形をしており、1つの山岳地帯は、Paraná支流域に円柱を投射したような形にある。

一般的に、地形は波状であり、たびたび急傾斜の流域が存在する。記述すべき特徴は、

2つの主流域によって標高差が異なることであろう。すなわちParaguay川に流れ出る流域は、Paraná川のそれよりは低い位置にある。しかし、Paraguay川の傾斜はより急である。

林業技術者が現地調査する場合の林内踏査が困難な地域は多いが、高木林にかぎっては比較的容易と思われる地域が88%、やや難しいが9%、難しいが3%であろう。

1-5-2 地質と土壌

東部地域の高木林には、2つの土壌タイプがある。1つは砂岩によるもので、Paraguay川流域に多く、他は玄武岩の風化(derrame)によるもので、粘土質でParaná川流域の肥沃な地帯となっている。また一方の土壌タイプの森林は、他方とは林相が異なっている。(4.2参照)

土壌の排水は、森林植生に明らかな影響をもつ。高木林は、例外なく、水分が流通するに障害とならない比較的高い所に有する。他の森林型、すなわち、かん木林や、原野は明らかに排水不良地である。これらは、排水が遅く、所々に水たまりのあることが特徴である。

1-5-3 および 1-6 は省略

1-7 林業活動の歴史

Paraguayの林業活動は、KáaguasúのCoronel Oviedoの高木林の収穫が始めとされているが、さらに以前に、かん木林の山岳地帯でマテ、茶の収穫があった。アルゼンチンの記録によると、17・18世紀にMisionesイエズス派入植者(civilización jesuitica)がすでにその頃から、森林開発を行っていると記されている。しかし、規模は小さい。また今日、森林地帯に住む原住民が、かん木地帯でマテの葉を取っていたといわれている。

文献によると、イエズス派入植時代に材木の売買があったかどうかは、はっきりしないが、Arnold(1970)は、こう書いている。「イエズス派入植者は1767年に年間24,000頭の牛と3,500頭の馬やらばと3,500 arrobas(11,502 kg×3,500)の綿と28000 arrobasのマテ茶を生産していた」。

Furlong(1969)は、次のように書いている。「植民地時代、イカダや荷車を作るために材木は使われていた。もっともよく使用された材は、角のようにかたく、それが色々なものに使われた。この材を扱った中心は、Tucumán, Paraguayなどで、次にCorrien-

tés, misiones, Santa Fe などである。またこれらに住む人々は、算術にたけ、造船技術を持っており、16世紀の終りには、Brazil だけでなく、ヨーロッパにも行った。」

以下1-8～1-12省略

第2章 調査の方法

以下パラグアイの森林調査を理解し、将来の施業の方針を決めるための調査手順を説明する。

2-1 計画の概要

2-1-1 調査の指針

この指針は、この森林調査結果がこの地域の東北部でくり返し利用されんがために適用されるものである。なお、この手法は、合衆国林野庁、林業試験場が開発したものである。

これまでにこの手法は、台湾やギリシアにおいてFAOによる森林調査のために採用されたが、亜熱帯地域で採用されるのはこれが最初である。この計画にあたってニューヨーク、Syracuse大学の林学部、統計学のA. Allen Bickford博士に相談した。

国の林業政策の方針となる森林調査表は重要であり、利用材の開発に役だつものである。まず、地図上や写真上の全区画プロセス及びコストの削減のため写真上の数プロットを判読し、確実に現地調査可能地域を選び出す。現地調査には各現地人が最適と思われる。

この計画の求めるものは、全体はさておいて写真対象地域の写真判読が先決であるが、パラグアイの場合、この種の技術者が不足していることは、樹種判読において一つの困難性となっている。

とにかく、この手法を応用して全域に広げるものとする。

最初に全体についての森林区分を行ない、各地域別に層化する。

ここで全面積に対しては2,985のサンプルプロットとなる。

上記の層化の修正には、次の二つの場合がある。すなわち、写真判読によるデータが現地と不一致である場合と、プロットそのものの位置に疑いがある場合とに分けられる。

いずれにせよ、この点についての混乱を避けるために、そのつどチェックすることにする。

2-1-2 林相区分

判読後、以前にこの東部地域とアルゼンチンの Misiones 地方について層化されたものと比較する。なぜなら、それは、1966年に行なわれたものであり、信頼性があるからである。

ともかく、4地域について判読されたわけであるが、写真は、1:50,000 を使用したが、林相が事前に知られていなかったことから、結論としては、樹高や、樹冠直径、あるいは樹冠疎密度といったものから、材積推定のための方程式作成は不可能ということになる。したがって、写真による ha 当たりの総平均材積推定は試みないこととした。

林相区分は次のようになる。

(1) 高木林

判読はほとんど間違えることはない。というのは高地や排水のよい所にあらわれるからである。将来判読技術が高まれば過熟木の樹冠の被ふく率によって、二、三段階に分けることも可能である。

(2) 更新高木林

この判読はむずかしく、しばしばかん木と間違える。しかし、農業跡地や被害跡地では簡単である。

(3) 低木林

この層は明確であり、判読が容易で、樹種判読も可能である。これは一般的に低地で土壌水分の多い所に多い。

また、平均樹高が15 m以下のものをかん木とすることもよいが、特殊な地域での測定は高木と間違える可能性もある。すなわち、それらの誤判読は、川岸や森林の空間地において更新途上のものであるか、限定された経済林である場合に起り得る。将来この問題を解決するにあたって、他の要因、すなわち樹冠直径をもとにして考えるのが良いかも知れない。

(4) 無立木地

今回、森林だけを対象とするために、他のプロジェクトなどにより土地利用などに干渉することなく、また土地利用区分を考えることなく、一括して無立木地とする。将来は土地利用別も考えてゆきたい。

(5) 末端高木林

この計画は、サンプルプロットの位置の変更を認めないので、プロットが森林地帯をはずす場合も多く出てくるが、その場合の高木林の散在的なもの、もしくは、森林の末端がプロット内に出現したもの。

2-1-3 写真プロット対写真層区分

平均、分散（イタルコンサルト，1966）及び関連費用に関する手持資料を用い、航空写真と地図上に全階層の境界を完全に設定して「最適配分による二重標本抽出」用合計プロット数を計算した。結果、プロット数は108であった。同一資料を用い、航空写真の各地区を基礎にして層形成に必要なプロット合計数は111と計算した。

層境界線の完全製図は各写真層の正確な位置と面積を示すためである。これが正しく行われると、各層が構成する全域面積の誤まりがすべて矯正される（"stratum weight"）。この方法は極めて有能で且つ森林に深い造詣ある通訳団を調査全期間に亘って必要とし、緩慢で費用のかかるやり方のため正確を期すためには現場での管理が大変である。

森林資源調査に就ては、商用樹群区々の地理的位置よりも全体の有用樹木量推定の方が森林政策決定に重要であると考えられた。更に、踏査地域に就て信頼し得る地図が何も存在しなかったため、層図表に基づく正しい各地域の数値が得られなかった。Bickford（1952）は次の如く記している、「かかる地図が有用であるためには、単純な構成で大体同じ樹齢の樹木を含む各地域より成る比較的広大な地域に於ける森林を示さなければならない。東北部に於ける一般森林は一ダース以上の樹種より成るタイプで、種々雑多の樹令のものが小さく不規則な斑点模様をなして同一個所に混在し、その境界が定かでなく層の線引きを困難にしている。こういう森林では我々の採った計画が森林資源調査に功を奏した」。

かくして、航空写真の地区別に基づく層化システムが現地調査に最適にして最も経済的な方法として選択された。然し、地域の南部に一部修正航空写真モザイクが在ったので一部地域を選んで集約的調査を行なうために層線を引き、プランニメーターを使って各地域の面積を測定した。

2-1-4 サンプルング誤差

2-1-4-1 許容誤差

全量の許容誤差は標準偏差レベルで平均値の10%と定められた。すなわち、信頼レベル67%。他の種類のデータに就ては他に資料が無いので誤差限界を明示せぬ事に決定した。

全層の1ヘクタール当り合計量（16.07）の10%許容誤差は1.607と計算されたが現地調査結果の標準誤差は1.009、すなわち実際の標準誤差が予想誤差を下廻った。

2-1-4-2

或る層に於けるサンプルング誤差はその層に対する分散の平方根である。各層の区画

及び「ダブルサンプリング」システムに対するサンプリング誤差計算の適当な公式が付録に記載してある。「ダブルサンプリング」の場合、適当な公式は各写真層中のプロット数計算方式による。1写真層当りのプロット数算定には比例配分法をとるか最適なプロット配分法をとるかの事前選択が必要である。

比例配分法では各層に於て一定割合の地区数を現場調査する。例えば各層の合計プロット数の8%を現地調査プロットとして選定し得る。

現地調査プロットの最適配分乃至「不均衡」配分は、森林サンプリングではより有用な方法である。何故なれば、一般に主要な変数（例えば、1ヘクタール当り合計量）は全層に亘って均等に配分されているものではないからである。例えば、低木林の1ヘクタール当り平均合計量は高木林の1ヘクタール当り平均合計量よりも常に少ない。

最適配分方法を適用する前に、各層の平均と分散のための数値を得るため前の諸調査の資料と現地調査地区の位置探索と測樹コストの情報が必要である。地区毎コスト計算には最適配分法は平均推定標準誤差が最も少ない。

規定の正確さを得るための現地プロット数が少なくすむので最適配分法が踏査調査に採用された。平均と分散に関するデータはイタルコンサルト（1966）の調査報告書からとられる。

2-1-5 標本のサイズ

2-1-5-1 航空写真プロット

航空写真の任意の位置のプロット数を計算する公式は付録に記してある。

2-1-5-2 現地プロット

a) 現地調査。現地のプロット数計算、測定の公式は付録書に示されている。

各層("stratum weight")が構成する現地調査全域面積見積りは最初イタルコンサルタント(1966)の報告書からとられた。平均数値と標準偏差値はモンダイ河流域207haの69現地プロットのデータより得たものである。

航空写真中の一プロット判読のコストと現地のプロットの位置探策と樹木数測定のコストとの比率は1:1,000と見積られたが実地調査作業の経験では1:500の比率である。

航空写真の各プロット判読の後、全地域の各層、夫々の正しい比率を用いて現地の必要地区数を計算し直した。各層のプロット数は下記一覧表に記した通り。各地区の位置は地図2.1に示されている。

要 約 № 2 a

<u>層</u>	<u>テスト地区数</u>	<u>写真</u>	<u>現地測定</u>
	サンプリング プランの見 積数 1967	判読後 1968	プロット数 1968~71
<u>写真地区数：</u>			
1 高 木 林		1,241	
2 再 生 林		44	
3 低 木 林		218	
4 無 森 林		471	
5 境界高木林		<u>1,011</u>	
合 計	<u>2,920</u>	<u>2,985</u>	
<u>現地地区数：</u>			
1 高 木 林	95	76	85
2 再 生 林	44	2	2
3 低 木 林	3	2	3
4 無 森 林	3	2	2
5 境界高木林	<u>6</u>	<u>45</u>	<u>36</u>
合 計	<u>111</u>	<u>126</u>	<u>128</u>

上記の128地区で19,000本の樹木数が測定され、更に、三地域を選んで集中調査を行なった所13,000本が追加計算された。

将来の類似調査には上記のプロット数計算法が適当と考えられる。プロジェクト室森林検数課が行なった実地検数計算に基づく、各層の平均合計量と標準偏値の数値は第2.2表に示されている。

- b) 集約調査。一部の選択地域調査では、「高木林」層のみに、一定量のテストプロットが航空写真で任意に(手当たり次第に)選定され、プランメーター又はミリドット板を使って航空写真モザイクでこの層の面積が測定された。

上記調査のプロット数計算にはフリーズ(1962)公式が採用された。次の通り：

$$n = \frac{t^2 S^2 y}{E^2}$$

ここに：n = 任意で選定される現地地区数

t = 抽出確率レベルに対する Student's t test

S²y = 「高木林」層の推定分散

E² = 1ヘクタール当り商用材積合計に対する抽出変数の許容誤差。

信頼し得る地図又はモザイク（航空写真を継ぎ合わせて作った連続写真）が有って高木林面積の資料が得られる時、上記方法は選定地域の単純調査に於ける現地の単純任意抽出プロット数計算に適當と思われる。

プロジェクト室森林検数課が行なった三件の集約調査－イマーサ（^ラ）所有地，ストロエスネル大統領港植民特別区，及びアマンバイ州イパニエミ川近辺の処女林保有地－結果は他の報告書（付録書 1.2）に記載された。その報告書の一部は踏査インベントリー結果との比較資料としてこの報告書にも含まれている。是等の調査地位置は地図 2.1 に示されている。

2-1-6 森林資源調査計画要素

第 2.2 表は調査地区の森林資源調査計画の基本資料を示す。このデータは個々のプロットの測定資料に基づいて計算されたものである。

2-2 室内作業のやり方

2-2-1 地図の作成

写真プロットの位置づけと判読を開始する前に航空写真の準備作業に多大の労を費やした。次々と提出される各写真に有用地域が印づけられ、州境と水路流域の境界（付録書 4.2）が写真判読に基づき描かれた。各州と流域にはコードナンバーがつけられ、是等データは森林検数課が作成した地図に転記された。

適当な地図が無いため検数課自身の使用のための森林図と、また林業開発に適した地方の地図作成が必要であった。付録書 1.3 には同課がその作業期間中に作成した地図のリストが含まれている。

同課は米州測地部（IAGS）と密接な関係を保ち、同部はプロジェクト室に対し、その写真判読と現地管理に関する全資料を提供した。またプロジェクト室は IAGS に対して通信と地名に関する収集データを供与した。作成した地図の写しは公共事業通信省に納入された。

調査全域の唯一地図は米軍空軍作成になる航空図のみで、同図から現地調査全域面積がプランメーターで計算された。

2-3 現地作業のやり方

2-3-1 現地プロットの型

森林調査の設計は航空写真プロットと現地プロットの完全な組み合わせであるため、この両者の各種地区がお互いに合致する事が必要であった。

現地プロットは写真プロットの標準本であり、その中心は写真プロットの中心と可能な限り一致する。

現地プロットの型を決定するために最も費用がかかるのはプロット間の交通であろうと推測されたので、プロット到着に費やされる時間に比例するだけの量の資料が入手し得るようなサイズのプロットを持つ必要があった。

また、林内各所に繁茂する竹叢を考慮せねばならなかった。「Bitterlich's point」及び Bitterlich's point 時代以前広く用いられた同心円システムは、林内の視界が限られているためと測定すべき立木をどれにするか見当をつけるために叢を切払う必要があった事、また、各地区境界の立木位置を検査したために、何れも適当でないと考えられた。

上述の諸問題を解決するために熱帯森林資源調査によく見られる10m巾のベルト地帯を設ける事に決定した。このベルト帯は1haの面積を形成するよう配置され(第2.2図)、各地区では同寸法の10個の「要素」に分割された。各要素のデータは個別に記録されたが、この記録を基礎にして現地プロットの理想的サイズが将来決定出来るのである。

すべての要素で42cm DBH以上の樹木が測定された。プロットの主軸を構成する5個の要素では11乃至41cm DBHの樹木も測定された。

各樹木のデータは個別に記録され、各樹木の幹材積の直接計算が可能となった。大直径は光学鉗子「車つき五角プリズム」で計測したため、材積表作成は必要なかった。

第2.3図は、現地調査隊が如何にして現地プロットの中心へ到着したかを示す。

2-3-2 現地に於ける観察

現場作業のやり方は本報告書の付属書に説明されている。

現地で記録された観察事項は量に関するものと質に関するものの二種に分けられる。

2-3-2-1 量的観察

量的観察は各樹木を単位として基礎にする。次の通り：

書式№4

海拔標高等級

傾斜：プロットの軸に沿って傾斜計で測定、道路の建設や伐採の際利用し得る局所地形を森林技術班に連絡する。

書式 Ⅱ 5 又は 5 a

1 1 cm DBH 以上の樹木すべてにつき下記計測。

1 ヘクタール当り樹木本数；

1 プロット当りの数；

胸高の皮つき直径。

4 2 cm DBH 以上の樹木につき下記計測。

皮なし胸高直径；

各幹の丸太となる部分の材の、長さ、元口、直径及び末口直径。

上記のデータは各樹幹の丸太となる部分の丸太材積に関するスマリアン公式による計算に必要である。最初はニュートン (Chepman & Meyer, 1949) 公式を使う計画であったが、丸太の観察作業量を削減するため、また、丸太が余り長くないのが観察されたので変更になった。

この報告書に記載された材積のデータは第 5 . 1 と 5 . 2 表に説明してある規則に従って商品化が可能な立木量 (一種の正味量) を見積ったものである。

本森林資源調査の間、ヘクターリ当りの推定材積量と通俗的な方法による伐採で実際に切り出された材積の間の関係に関する調査は実施し得なかった。この調査は樹幹解析の要素の計算を可能にし、工業及び経済企画に極めて重要なもので将来の森林資源調査に採用が望まれる。

2-3-2-2 質的観察

質的観察は主としてプロットを単位として基礎にする。森林の林相に関する観察は要素 (プロットの 10 分の 1) を単位とし、樹高が 5 m 以下の樹木に関する観察は樹木数だけをカウントする。

書式 Ⅱ 4 (付録書 5.3)

地帯

州

水路流域

写真層

現地調査した写真層

土地使用の変更

接近難易

開発林の種類

土地所有数の種類

場所の種類

土壌の種類

書式 № 5 又は 5 a (付録書 5.2 と 5.4)

林相，プロットの主軸の 20 m 間隔に植物もコードナンバーによって分類した。このデータから，各写真層の各森林草木の全体の % と面積を計算した。この分類法は生態学と地理学の最近の研究 (ニュルソン，1972) に応用された方法に類似している。5 m 以下の幹の木材の種類。

要素 (プロットの 10 分の 1) の範囲外の樹種。このデータは調査地域の樹種の地理的分布を示す地図作成に有用であった。

書式 № 6

現地の特徴。プトキスト (IUFRO，1967) の調査方式にしたがい，現地プロットの性質に関する観察を行なった。

2-3-3 心ぐされ調査

視覚観察の正確度を検査して林木の腐朽発生率につき，より完全な観念を得るため樹幹の腐朽調査を行なう意図があったが，経済的な理由で断念せざるを得なかった。この調査のために考えられた書式は付録書 5.5 に載せた。

2-3-4 プロットの現場検査

エンカルナシオン地帯で 1 ダース程のプロットを視察後，各プロットの位置と面積計測の正確度を現場で検査するシステムの計画があったが，経済的な理由で断念した。

また，森林実習センターに於て数本の樹木を切倒した前後に一連の計測を実施した以外，立木の現地計測に就ては，同一理由により何等の検査も行われなかった。

2-3-5 森林資源継続調査

森林資源継続調査に於ては，現地の各テストプロットは恒久的に印づけられ，何回も計測するためにこれを訪づれる事が可能になる。こうして森林の林相変化と土地利用変化が継続的に観察し得る。この計測の周期は事情によって異なる。例えば，カナダのブリチッシュ・コロンビヤ州森林局の現地テストプロット計測は 10 年毎である (BCFS，1957)。また米国の計測周期は次の通り (USFS，1967)：

南部及び南東部の諸州	8 年毎
アラスカ及びハワイ	15 年毎
其他の諸州	10 年毎

各プロットは現地では明示されていない。何故なれば明示により現場での森林伐採が影響を受ける恐れあるためである。爾後の計測のためには航空写真で確認出来る地点から開いた進入小道により各地区に到達する。パラグアイに於ける将来の森林資源継続調査に具えて出発諸点と各プロットの中心に関する必要情報がファイルの航空写真上に在る。

2-3-6 森林資源調査の実施組織

現場作業の期間中に得た経験に基づく時間、コスト及び人員に関するデータが付録書中に在る。機器、食糧品、救急薬品などに関するデータはこの報告書に添付した特別付録書（付録書9）の中に入っている。一べつただけでは明かでないが、是等のデータは4年間に亘る多大の調査、テスト及び評価の結果なのである。この組織が賢明で堅実になされていたため、現地作業すべてが低コストで達成出来、課内部の原因による混乱がなく、大きな事故もなく、僅かに軽微な疾病のケースが出たのみであった。

この資料はパラグアイに於てのみならず類似の森林問題に直面する他のラテンアメリカ諸国に於ても亦将来の森林資源調査の方向づけに役立つであろう。

2-4 データの解析

2-4-1 手作業による計算

森林資源調査計画の都合上、すべての現地作業をコンピューターによる計算開始前に終らせてしまう必要があったので、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要求はすべて手作業で計算された。これには書式5a（付録書5.4）が使われた。

こうして計算された結果はコンピューターがハジき出した数値の合理性検査に必要な重要データであった。

2-4-2 電子計算機による計算

踏査インベントリーの資料は、米国林野庁北東林業試験場のR.W.ウイルソンとR.C.ピーターズによって1967年に開発されてフォートランIVで書かれた既存のコンピュータープログラムにより計算された。

このプログラムは米国北東部18州の森林資源継続調査から得られたデータを処理し、これを他の全国現場データと比較するため不断に使用されているものである。

このように同一の繰返し計算で常に均一なデータを均一な表に仕上げ、これまた均一な

過去及び将来のデータと比較する場合、電子計算機を使用する事は当然且つ肝要な事である。

然し乍ら、最近森林技術化を開始したばかりの国で、同一手法による調査が短期間内に繰返される確率が少ない所では、初期の森林資源調査にコンピューターを使う事は或る場合その効用が疑わしく見える。

コンピューターによる計算には、データと、結果として出てくる諸表の様式、サイズの「編纂」と制御の各段階を初めて且つ唯一回作成するために、多大な時間、集中的な作業投入が必要である。森林資源調査には、未知の地帯が扱かわれるので、コンピューターによる処理結果が上手にプログラムされたものかどうか、また許容限度内に在るかどうか検査するために、ヘクタール当りの商品化可能材積とヘクタール当りの樹木本数を手作業で計算することが常に必要である。この事実に鑑みれば、或る種の事情の下では全森林資源調査を完了するまで手作業計算を続ける事が好都合な場合も有り得る。

コンピューターの持つ大きな利点は時間のかかる面倒な準備作業を一端終えてしまうと、大量で種々多様なデータや表を即座に作り出し、それまでの苦勞を補って余り有る作業をなし得る事である。

現地調査から由来せるデータ処理の場合には有利な要素と不利な要素の双方が存在した。次の通り：

有利な要素：

- a) 実証済みのプログラムが存在した。
- b) 熱帯森林資源調査から出て来るデータ群、例えばヘクタール当りの樹木本数と樹種数、造出する諸表のラインとコラムの種類などを収納するに丁度よいサイズのコンピューターがペンシルバニア大学に存在していた。
- c) 前述試験場の直接援助でカードの様式が作成され、アスンシオンで印刷に付された。
- d) データ処理は米園林野庁に勤務する極めて有能な林業技師である二名のプログラムアナリストが専らこれに当たった。
- e) アスンシオンにカードパンチ並びに大きな誤謬を発見するための「カード分類器」による編集用設備が在った。
- f) コンピューター使用によって、調査結果の手作業計算人員を雇備するためのカウンターパート用費用一部が削減出来た。

不利な要素：

- a) 森林資源調査の企画と設計の段階でパンチカード編集用の「副プログラム」が詳細に作成されていなかった。これは試験場のプログラム・アナリストによってパラグアイで作成されるべきものであった。
- b) 森林資源継続調査のデータ処理ではもはや余り見られない樹皮の厚さとか、これに類

似の調査のような必要補助調査の数や性質を試験場側によく説明出来なかった。

- c) 最終処理を開始する前にテスト処理が何も出来なかった。将来はこれを行ない漸進処理を考える迄に到らなければならない。但しこれで処理用予算が増加し、恐らくは森林資源調査の設計を変更する事になろう。
- d) 試験場はその通常業務以外の作業に当てる時間を少ししか持っていなかった。
- e) 処理作業中の造成諸表の調整や誤謬に関する試験場との連絡は郵便による以外無かった。このため最終報告の作成作業が遅れた。

2-5 技術移転

現場作業は1968年8月、イタプア県、カタピン・ミランダ近辺のロシア人移民が所有する地区№48-2126-4の計測から始まった。この作業は1971年6月に終わったが、その時セシリオ・バエス南方の地区№19-3818-2に入る計画が取消された。理由は開拓の進行で追いつめられたグワヤキー族がこの地区に住みついていたためである。

現場作業の最初には検数課全員が数週間一諸に作業して作業手法の均一化を徹底させ、作業上の諸問題に対する共通の対処法を確認した。その後、全員が作業の各面を習得し得た時、独立の現場作業隊（複数）が形成された。

この方式が新たに課に編入された全員に対し行われ、新参の各技術員は最初、新人の教育指導を担当するベテラン課員の側で作業した。こうして現地で行われた観察や計測、並びに室内作業も均一化が達成された。更に、作業隊の組織内部で作業隊間の隊員移換が行われ、現地の技術的観察レベルの均一性維持が常に図られた。

作業手法と教育に関し下記の実習マニュアルが作成された。

1968. 「写真プロットの任意抽出」

1968. 「航空写真判読技術」

1968. 「現場作業必携」

森林検数課全員が下記の講習会、集会、又は実習コースに参加した。

1968. 「立木の腐朽」, 講師アスンシオン駐在USAIDロバート・キャメル森林技師。

1969. 「熱帯樹木学と生態学」, 講師, レスリー・ホールドリッジ博士。コンサルタント。

1969. 「熱帯造林」, 講師・フランク・ワズワース博士。コンサルタント。

1969. 「国立公園, 野生生物及び公共のレクリエーション」, 講師・ローレンス・メリアム博士。コンサルタント。

1969.「木材の解剖組織による樹種の植物学的同定」, 講師: カルビーノ・マニエリ博士。コンサルタント。

1970.「熱帯の製材」, 講師: アントワヌ教授。アスンシオン国立技芸院顧問。プロジェクトの最後の年には森林検数課員二名がFAOの給費生となって次のような技術研習コース受講に海外へ留学した:

1971. 航空写真判読者はメキシコ林野庁で写真判読と地図作成技術の実地習練のため7ヶ月の給費を受けた。

1971. 技術員助手は森林鑑定士のタイトルを得るため, 森林研習センター(エクアドル共和国, コノコートに於けるPNUD/FE/FAOのプロジェクト)に15ヶ月留学の給費を受けた。

第3章 森林資源の配置とひろがり

3-1 全体の地域(第3.1図)

航空写真判読に基づく第3.1図は森林資源調査地域, 各地帯の各写真層(乃ち, 森林型)が占める地域を示している。

「高木林」写真層は全地帯に亘って見られるが, 第Iと第II地帯よりも第IIIと第IV地帯の方が多。

「更新高木林」は従来採用されて来た択伐方式のため, また, 自然に森林となるであろう放棄農地が点々と分散散在するため, 各地帯で微小な部分となっている。

「低木林」は全地帯に亘り, 主として散発洪水にさらされている場所に多く見られる。第I地帯の低木林はこの地帯の特徴である深い地下水層と排水自由の軽質土壌の作用を反映している。

「無立木地」写真層の開墾地は調査地域の森林に典型的な現象であり, 各地帯の『末端高木材』が構成する部分により示されている。殆んどすべての場合, 高木林の低木林野や農作物野原との境界は, 推移帯なくはっきりとした輪郭を示している。

「末端高木林」写真層(第2.1表)の明確化に基づき, この層の面積の半分は高木林を有していると推測された。層に在る樹木種とその層中の相対的な割合は末端高木林層と高木林層の間に大きな差異はない。この仮説を以て, 調査地域内の高木林分布が下記の要約3aに示されている。ヘクタール当り平均材積の数字は「高木林」層のみのデータから計算された。

要約 3 a 高木林の分布

地帯	地帯の全面積 (ha)	全面積に対する高木林%	高木林ha当りの平均全材積 (m^3 実数)
I	1,191,000	57	25.5
II	1,043,000	37	16.7
III	2,157,000	64	36.6
IV	2,010,000	64	32.2
合計	<u>6,401,000</u>	<u>59</u>	

3-2 地理区分による資源の分布 (第 3.2 図及び第 3.1 表)

「高木林」写真層の面積を「境界」層面積の 2 分ノ 1 に加算すれば各流域当りの高木林面積は下記の如くなる。

要約 3 b . 水路流域当り高木林面積

水路流域	流域全面積 (ha)	全面積に対する高木林%	高木林ha当りの平均全材積 (m^3 実数)
パラナ河:			
アラカイ	1,004,000	57	37.8
モンダイ	692,000	61	37.1
ニヤクンダイ	261,000	72	24.2
北東部流域	1,103,000	70	41.7
南東部流域	1,107,000	68	37.9
パラグアイ河:			
テビクワリ	1,066,000	38	10.8
ヘフイ・グワス	938,000	56	20.3
マンドウビーラ	230,000	60	14.4
合計	<u>6,401,000</u>	<u>59</u>	<u>18.6</u>

上掲のデータは、パラグアイ河支流とパラナ河支流間の生態学的構成、森林の質、及び過去の開拓歴史に関する相異を明白に示している。また、北部諸流域（第 I 及び III 地帯）は南部地域よりも開拓と伐採による被害が少ない。

ニヤクンダイを除きすべての流域に『無立木地』写真層がある。これはテビクワリ、アラカイ、及びモンダイの自然原野で土壌の排水が遅いため特に目立って居り、南東部流域の伐採地でも明かに見られる。

是等の各流域別の資料は、政府森林政策の産業、管理面企画に対する重要性もさる事ながら、下記のような事項に大きな意味を有している。

- 1 アラカイ地域には二つの水力発電所が在り、国家的に重要な地域である。この流域を森林で被覆して地下水層の水準を保ち、水路やダム自身への水量を分散させて発電機を害する土壌侵食を防止することが肝要であろう。
- 2 南部流域はしいら（魚、Dovado、ピラ・フー）のパラナ河最後の逃避場であるピラファイのような諸川を包含している。他のパラナ河支流には滝があるので、この魚は産卵のためピラファイより上流には昇らない。しいらはもう下流の小川には見られない。ダイナマイト漁者もたらした被害のためと、農地の降雨で大量の土壌が押流され水流が既にきれいではなくなったためである。ピラファイ沿岸森林の植民者が無差別伐採をこのまま続けると、しいらが絶滅し、この地帯の強力な観光資源から生ずる外貨が失われるであろう。

要約 3 e . 県別高木林面積

県名	県の全面積 (ha)	全面積に対する高木林%	高木林面積 (ha)
サン・ペドロ	319,000	65	218,000
グワイラ	146,000	21	31,000
カアグワス	1,859,000	55	1,012,000
カアサパ	788,000	45	346,000
イタプア	1,146,000	57	662,000
アルト・パラナ	2,148,000	68	1,467,000
合計	6,401,000	59	3,748,000

上掲の要約は、アルト・パラナ、カアグワス、イタプア及びカアサパの諸県が国の森林経済に重要な位置を占めている事を明白に示している。是等各州の経済政策は林産業の方へ強く指向されなければならない。

グワイラのような県の場合は、その林産業の原材は他の諸県から移入しなければならない、或は再植林に依るしかないであろう。

3-4 アクセス難易区分による資源の分布

森林資源調査全地域の88%はアクセス容易であり、僅か3%の局限された地帯がアクセス極めて困難として区分された。

要約 № 3 d アクセス難易

アクセス難易	調査全域に占める割合(%)	高林地帯(高林+½境界地)に占める割合(%)
容 易	88	84
困 難	9	13
極めて困難	3	3
	<u>100</u>	<u>100</u>

3-5 土壌区分による資源の分布 (第 3.4 図と第 3.3 表)

現地プロットの調査によれば、「赤粘土」質土壌が森林資源調査地域の 50% を占め、砂岩から派生し粘土分を包含する土壌で「赤砂」と呼ばれるものが同じく 30% を占める。

散発的な洪水にさらされ、衰弱した土壌がパラグワイ河流域地の特徴である。

土壌の種類は森林地の質を部分的に示す。これはこの報告書の他の部分で扱われる主題となっている。

3-6 高木林の植生構成 (第 3.4 表)

現地の各プロットで地表植物の分類が行われた。表は高木林中の各種植物の分布を示す。

現地調査の結果によれば、高木林地帯 (3,748,000 ha) の 73% は現在商品化可能の森林で構成され、他の 10% は潜在的な生産性を有している。また 7.5% は森林中の開豁地となって居り、開拓の結果樹冠の被覆が切払われた影響で竹が圧倒的に繁茂しているため樹木の再生が無い。唯「A」級樹種を選択伐採する理由のみでそのままにされているものである。森林から切出される材積が増加すればすぐこれに相応した比率で、潜在的な生産性を有するが荒廃している地域が増加するであろう (復活している高木林 2.7% と生産的であるが荒廃している森林内地帯 7.4% を比較せよ)。

要約 № 8 e 高木林の植生構成

植生の種類	高木林全地域に対する比率
1 森林中の荒廃地域：	
生産能力なし	0.5
潜在的な生産性有り	7.4
2 森林中の入植地域：	
商業高木林	72.9
復活高木林	2.7
生産性見込みなき高木林	10.4
低木林	1.9
3 他の森林内地域：	
農地	1.2
自然の原野	0.1
合 計	<u>100.0</u>

3-7 森林の状態（第 3.5 図と第 3.5 表）

現地調査全地域の 88% は現在伐採状態に在るか、又は以前伐採された事がある。原始林は全面積の僅々 12% に過ぎず、一般に第 I、II 及び IV 地帯の隔離された場所、アクセス困難な地に在る。森林調査全地域に於て原始林は専ら個人の地所にのみ存在する。

原始林はアルト・パラナ地方の山人夫や山師の伝統的方法に従って評価された。この格付け評価の基礎は次の樹種のヘクタール当り丸太数であった：セドロ、ラパーチョ、ペテレウイ及びイウイラ・ロー。各丸太は輸出に適する材質で長さは 5 m 以上でなければならない（地図 4.3）。現地のプロットを調査させる所によれば、高木林地域の 51% は開発に対する将来性が無いか、又はやっと引き合う程度の土地である。残余は引合う程度の将来性から有望までの区分であった。

地図 4.3 は森林資源の現在位置とその質を示している。この地図では最も豊かな森林はパラナ河から撤退し、西と南からの植民進出から引っこんだ地域に在り、主要な両河流域間の分水嶺に沿っている事が分る。

同地図はまた個別プロットのデータを基にして、ヘクタール当り平均 75 本以上の商品可能品種「A」プラス「B」の若木（11~41cm dap cc）が有る約 340,000ha の地域の境界を示している。この本数は自然の再植林による森林の経済的管理を考え得る適当な数値と見做されている。その地域の土地占有者は大体次の通りである：

要約 № 3 f 土地の所有者

土地占有者の区分	75本以上/ha以上の若木を持つ全面積に対する割合
国有林	8
森林企業有	23
その他企業有	8
個人有	46
個人植民地有	15
合計	100

上記の地帯以外ではヘクタール当りの若木数は少ない。結局、高木林地域(3,748,000 ha)の37%はヘクタール当り樹木数50本以下である。こういう森林で考え得る事は、開拓伐採、次いで全面伐採、そしてこれを植林地に転換すること以外にない。

3-8 土地の所有数 (第3.6図と第3.6表)

調査地域内の高木林面積の23%は国に属し、77%は個人に属することは要約 № 3 g の示す通りである。

要約 № 3 g は国で始まる林業活動すべてに民間部門が重要な比重を占めている事を示している。国の森林政策には土地所有権者の分布状態を充分考慮に入れ、且つ、諸問題の核心をとらえ、また国民の世襲財産を生産的な形で保存して行くよう産業界と個人にインセンチヴを与えるために土地所有権の問題をよく顧慮することが肝要であろう。

民間の最良の森林の一つが牧場に属する土地に見られた事は興味深い。この事実の理由は次の引用(リュービック, 1965)に説明されている:「土地は三つの要素で構成されるべきである。すなわち、原野或は牧草地; 山或は森林の有る高地; 及び湿地感は沼沢の多い低地の三要素である。この条件は牧場の成功には不可欠のものである野原に於て家畜は日常の食物を見出し、豪雨と酷暑の季節には高木林の被覆下に避難する事が出来、最後に湿地は干ばつの時でも豊富な水を家畜に確保してくれるのである」

今この状況は変わりつつある。牧場主は牧草の播種のために高木林や森林を伐採しつつあり、このため森林資源の一部が救いようなく失われて行くと思われる。

森林資源調査実施の間に、一部の牧場主達は森林調査隊員が伝えた次のような勧告を試験的に実施し始めた: 山の峯や水源及び水路の岸に森林の点と線を置くだけでなく、播種した牧草地にも価値有る種類の若木や壮合木を残して置くこと。これは次のような役に立つであろう。

a) 家畜に木陰を与える。パラグワイの夏の暑さには必要且つ有益な事である。

b) 余分の努力なしに牧場の収入を多様化する。地主は事実、同じ土地から二種の産物を得る事になる。一方の産物の価格変動が有っても他方の産物が牧場主を保護する。また、木材はその土地の価値を高める。

要約 № 3 g 土地所有権区分による高木林地域の分布

<u>所有権区分</u>	<u>高木林+末端高木林½ (ha)</u>	<u>%</u>	<u>毎ha平均合計林積(m³)(写真層, 高木林)</u>
<u>公有地:</u>			
国の土地	651,000	17	38.0
その他公有地	31,000	1	27.9
国の拓植地	186,000	5	24.9
自然発生の拓植地	—	—	—
<u>民間の土地:</u>			
森林企業	1,145,000	31	37.2
非森林企業	93,000	2	28.1
個人	1,177,000	32	28.1
個人入植地	465,000	12	28.4
自然発生の入植地	—	—	—
合計	<u>3,748,000</u>	<u>100</u>	<u>32.8</u>

3-9 土地所有者別の森林の状態 (第 3.6 図と第 3.7 表)

国有林地は原生林を一片も有しない。既に開拓済か或は調査実施時に活潑に開拓中であった。この状況は国有地に於ける国有林の造成に関する政府施策すべてに直接影響する。すなわち、公有土地に関する国の施策の方向は国有林から出来るだけ収穫を回収しておいて、その後広く植林に手をつけるであろうという事である。

原生林は森林企業と全地域各所に散在している多数の個人地主の手に集中している。森林企業の場合、この事は当然で、且つ必要なことであり、一部の人が森林資源に対するその責任を真剣にとり上げた事を示す。国の林業行政当局はパラグワイの高級木材資源(現在国民に就労の職場を与え、またその取扱いは国に永続的な外貨収入をもたらす木材)が民間の土地に存する事を考え、その保護と取扱いのためにあらゆる便宜とインセンチヴを与えなければならない。このような施策がとられない限り資源は数年を出でずして絶滅するであろう。

3-10 土地利用の変化 (第3.8表)

1965年の航空写真に見られる土地利用と現在現地で見られる現実との相異は1965~70年間の土地の植生と土地利用の変化に関するデータを提供してくれた。このデータは、伐採が家族のメンバーにより手動具で小さな区画で行われるため開拓の進捗が緩慢な事をはっきり示している。調査では牧草地造成のための大規模伐採の効果が余りなかった事が記録されている。これは森林資源調査の後半に大規模伐採が始まったばかりの故である。また、開拓の伸長も多数の伝統的作物の取引上に各種支障が出て数年間は進捗しなかった。

85%のプロットには何の変化も見られず、2%すなわち年当りにすると約12,000 haに相応する森林が大規模作業により全面伐採されていた。

4%は小規模植民の作業で所々伐採された。これは年当りにすると約25,000 haの伐採に相当する。この現象は現在迄続いている。特に開発拠点として選ばれた個所がそうである。自然発生的な開拓の例は極めて少ない。

全プロットの3%は森林開発の効果で再生高木林に変えられた高木林が見られた。これは年当りにすると約25,000 haの変化に相当する。

毎年約6,000 haの放棄農地が再生して高木林に変わっている。

第4章 立木本数 — 森林の構造

4-1 データの利用方法

1ヘクタールの立木本数(立木)を分析することにより、森林の構造が明らかになり、樹種とその相対的な位置、更に開発の森林に及ぼす影響、材質及び種子源(母樹)の概略、森林から得られる丸太のサイズも知ることが出来る。

4-2 森林地域の影響

調査地区内では、主として2種類の土壌、即ち、赤色砂土と赤色粘土の上に高木林が存在していた。(図表3.4) 要約4.2に示す如く、各土壌の森林は異っている。

土壌層のうすい地域の高木材は、品質が劣っている。単位面積当りの立木本数は多く、平均直径は小さい。単位面積当りの立木本数は多く、平均直径は小さい。樹種A+Bの平均立木本数はha当り32本であり、そのうちの7%が稚樹、10%が老合木となっている。

結論として、林分の生育に最適の土壌は赤色粘土であると思われる。赤色粘土は、有用材を経済的に産出するのに、砂質土壌よりすぐれた力を持っている。

要約 Ⅵ 4 2 砂質地域と、粘土質地域による森林の差異（人工林）

砂 質 地 域	粘 土 質 地 域
1 優勢樹木の平均樹高低い。	1 優勢樹木の平均樹高高い。
2 ヘクタール当りの立木総本数は多い。	2 ヘクタール当りの立木総本数は少ない。
3 やどり木の数はまさっている。	3 やどり木の数は劣っている。
4 樹種 A+B の若木（11-41cm）数はまさっているが、その若木総本数の百分率は劣っている。	4 樹種 A+B の若木（11-41cm）数はまさっているが、その若木総本数の百分率はまさっている。
5 樹種 A+B の大木（42+cm）数は劣っている。	5 樹種 A+B の大木（42+cm）数はまさっている。
6 樹種 A+B の利用材積及び樹種数は少ない。	6 樹種 A+B の利用材積及び樹種数は多い。
7 1本当り平均材積は劣る。	7 1本当り平均材積は勝る。

4-3 森林開発の影響（図表 4.1 及び 4.2）

4-3-1 樹種における変化

原生林においては、樹種 A+B の百分率は開発林のそれよりもまさっている。

森林の状態 (砂質地域)	樹 種	直径グループ (胸高直径)	直径グループ、ヘクタール 当り総立木本数の百分率
原 生 林	A+B	11-41cm	20
	A+B	42 以上	78
開 発 林	A+B	11-41	15
	A+B	42 以上	40

上記の摘要並に図表 4.1 及び 4.2 は開発林における資源の減少を明白に示している。同時にそれは樹種 A+B の顕著な再生力を示しており、そのことは天然林の施業を成功させるのに希望を与えるものである。

4-3-2 直径クラス別の分布

図表 4.1 及び 4.2 は胸高直径 42cm 以上の樹木の分布を示している。人工林には大径木は少ない。大径木でのやどり木の発生は原生林におけるよりも多い。

4-3-3 種子源の減少

無計画な開発が続けば、採取可能な有用樹種の種子の量は減少し、一方で非有用樹種の種子量が増加するであろう。

4-3-4 材 質

当初は、択伐作業は、間伐と同様の効果があると思われていたが（森林の保全を考えない）、極端なりやく奪的な方法で択伐作業が行れるときは、それは森林の建設的取扱とは言えない。例えば、長期間大木の陰になっていた樹木が択伐によって開放されても、成林するのに必要な樹冠を急速に形成する力をもっていない（Wodsmorth 1958）。

開発の手の及んだ森林では、有用種の老令木には不良形のもの、病樹が現われる。その比率は年々増加している。病樹には茸類の群生が見られ、不良形樹からの種子からは不良形樹が生ずる。

図表4.8には、原生林におけるやどり木の%と開発林におけるそれとを比較し、森林の漸進的退化の傾向が示されている。

要約表4c ha当り立木本数に対する%（樹種A+Bのやどり木数）

森林の状態	立木総本数に対する%（A+Bやどり木数）
原生林	
イパネミ（アマンバイ県）	9
開発林	
地域Ⅲ	15
地域Ⅳ	23
地域Ⅰ	24
地域Ⅱ	3

現在、これ等すべての木は、有用種の種子の産出に必要であり、又、森林が（開発による）虐待から生き残るのを手助けする上で重要な役割を演じているが、しかし、やがて、森林が林業の場として経営され、天然更新が確実に行われる様になったときは、復元伐採 *corte de recuperacion* 又は *corte simple* による *anillar* 作業で、それ等の木は除去されなければならない。その際、できれば枯殺剤の併用が望ましい。

胸高直径42cm以上の樹木は、その樹幹に良質の丸太がどの程度含まれるかによって分類される。

立木の品等の分類は以下の通り。

図表 4.1

品 等	摘 要
1	少くとも品質 1 クラスの丸太 1 本を含む。
2	品質 1 クラスの丸太は含まないが、少くとも品質 2 クラスの丸太 1 本は含む。
3	品質 1 又は 2 クラスの可能性ある丸太は含まない。健全な林木だが、小さかったり、変形していたり、或いはやどり木に影響されているため受納できないもの、Ysyppó'を含む。
4	腐蝕する可能性のある丸太、又は腐蝕しかかっている程に損傷を受けている丸太が樹幹に含まれていない。

4-3-5 森林の物理的損害

森林開発のため、立木は損害を受け天然更新は阻害される。かかる損害は、道路、橋、舟着場の建設、森林中の宿舍の建設等のほか立木伐倒に起因するものである。

ヤシ採取人の立入る地域では、いまだにその影響は顕著である。

図表 4.1 及び 4.2 には開発林の歴史の長い N 地域では、胸高直径 11~41cm の階層が 108 本しか存在しないことを示す。原生林では同階層が 180~200 本存在する。

成木の伐倒によって生じる天然更新の阻害に関し、Wadsworth (1965) は Dowkins (1958) を次の様に引用している。

伐倒中の損害は、伐倒木 1 本当り 0.002 ha に達し得る；それは稚樹のあるところで連年伐採の計画期間中に、極めて頻繁に発生する。将来の収穫は稚樹に依存するものであり、かくして実質の生産面積が大巾に低下してしまう……

“マレーシアに於ける経験によれば、ha 当り基準面積 3.50 m² の伐倒により 55% が損傷を受け、或は倒される。これは Dawkins の説を裏書きしている様に思われる”

“もう一つの方法は（連年伐採計画でその様な大きな損害を蒙るかわりに）天然更新を達成するための方法・技術と関係なく、樹冠の被覆を早急、完全に除去し、しかる後最終的多収穫を目標にした経営システムを続けることである。

4-3-6 森林内の伐開地

成木の伐採によって、生産能力を有しながら、空いている土地が森林の中につくり出される。その伐開地が Krundig, Fumobravo, Pyuó guasú の様な生長の早い樹種で満たすと、森林は植生遷移で早く復元される。

しかし、その場所をタラ又は竹が占有すると、森林が復元されるまでに長年月が必要である。

天然更新調査期間中に行われた調査によれば、タクアビの繁茂地で、全樹種の稚樹の発生が見られたが、その大部分は枯死してしまった。残った稚樹は、竹が枯死し茎が虫により朽ちると、5~10年の短期間に竹に打ち勝つことが出来るようになる。既存の若木や稚樹は、急速に生長する場合は、充分成長するチャンスを持ち、竹と競合するようになる。

今後の林業経営としては、枯殺剤を使ってタクアビ及びタクアレノボの除去を考えることが必要である。

4-3-7 結 論

現行の様な森林保護の点に全く考慮を払わないタイプの開発が度重なると、森林が質、経済性の両面で漸進的に退廃してしまうことは明白である。

4-4 将来の収穫量の可能性

開発による種子源の損傷及び減少の結果、大部分の森林では、単位面積当たり適正な収穫をもたらすのに必要な樹種は、今や、十分な量は存在しない。

Wadsworth (1968) は、森林資源調査地域の森林に関して、次の様に記載した。

“森林が将来の木材需要をカバーするに足る材積を有するかどうかの問題は未解決である。択伐作業から通常生まれる森林のタイプは、収穫時に困難を伴うことから保ち難い。大木が小木を支配し、伐倒時に小木を損傷する。

そのため、将来の生産は、有用樹種でかつ全部が大体同サイズでありかつ、主伐の際適正な収穫をもたらすだけの立木本数のある森林にたよらなければならない。

“パラグアイ国外の森林における測定によって、その成熟に達する迄(成熟とは、胸高直径60cmのものと仮定して)十分な生長を示す。樹木の最大密度はha当り約100本であることが判った。若し100本/haが受け入れ得る最大であるとすれば、それより若干低い値が、受け入れ得る最小と考え得る。特に林木が成熟間近の林分で十分に大径木である場合は、

そうである。

“測定によって決定する立木度は、どのような樹種であっても、成熟に至る年数によって変わってくる。

附表 8.1 には Wadsworth が支持した林業施業の詳細が示されている。本報告書 7 章では在来樹種の成長についての記載がある。

現在及び将来の展望、並に図表 4.9 には、75 本又はそれ以上の品等 “A+B” の樹種の稚樹のある現地のテストプロットは、高木林地域 (8,748,000 ha) の約 18% しかないことが示されている。勿論、他の地帯に適当な地区が点在している。

Puerto Presidente Stroessner 植民特別区に於ける調査数字は、全ては開発の所有者及び歴史によることを示しているが、又大きい生産力を有する森林は、第Ⅲ地域にあることも示している。

第Ⅲ地域には、全調査地域の中で最も高率の ha 当り平均材積量を示す地区がある。樹種 A+B の平均 ha 当り材積 19 m³ である。稚種のうち A+B は約 24% を占めている。これ等の数字は、第Ⅳ区域の数字、ha 当り平均 11 m³、21% と比較出来る。

この数字から第Ⅳ区域は、その収益の一部を天然林の経営、改良に再投資しうる区域であることを示す。又、第Ⅲ区域中には 50 万 ha 以上の国有地を含んでいるが、その中に、林業生産を目的とする国有林を設定することが強く要請されている。国有林では、最終主伐一回の収穫のために、稚樹を育て成熟させるために Wadsworth のシステムが適用されよう。そしてその後、連年作業システムが選ばれよう。

Wadsworth 法に適した地区が、孤立して点在している場合は別として、高木の保護の下に有用樹の稚樹を植えること、或は前生樹を除去して、植林を行うことが最も経済的であろう。Wadsworth は次の様に記している。“天然更新が十分に有望と思われる条件が揃っているのでなければ、他の 2 つの方法、即ち、上層植生の下での植林又は、前生樹除去のあとの植林が好ましい。”

ha 当り最小 75 本の数値はまだ下げ得る数値であると了解しなければならない。それは Wadsworth システムのコスト及び、立地条件によってきまる。経済的に引き合う地域を増やす一番たやすい方法は、等級 C、D の樹種に市場を開拓することである。このことにより ha 当り 75~100 本という要件の一部を決定することが可能となる。そのことは Lero Blanco, Pera paráy 及び Yváis の各樹種が調査期間中に開発されている。

4-5 パルミート (*Euterpe edulis*)

パルミートのある地区の概略面積は添付の地図シリーズ “若干の樹種の地理的分布” 中に

示されている。(図表8・1)

ha当りパルミート(高さ1.30 m以上)の類は現地プロットにおいて記録された。パルミートはいずれの場合にも伐採されて来たが、あるプロットではha当り1,000本伐採され、21プロットの平均は190本であった。

林業経営におけるパルミートの重要性は、材が道路や橋梁の構造材として使われること並びに加入金の収入をもたらすことにある。その加入金の収入の一部は、林業収獲の質・量の向上のための保有改良に投資されうるものである。

4-6 結 論

森林資源が、現在の開発の性格により、今まで大きい損害を蒙って来たし、又、現に蒙り続けていることは明白である。しかも、今まで、この損害を防止する対策は何もとられていなかったし、又、森林の保続的生産力を維持するための何らの投資もなされていないのである。

4-7 提 言

上記の要因に基づき、次の事項が勧告される。

- a) 全国的に、又特定樹種につき、最小伐採直径が設定されること(下記説明事項参照)
- b) 科学的経営により林業生産を行い、特に、高級有用材の生産を指向する国有林を設定すること。
- c) 森林所有者が、その土地を合理的経営による生産林として維持することに関心が持てる様、補助金及び必要な保障が拡大されること。
- d) パルミートが、少くとも一度の結実に十分な高さに達するまで禁伐とすること。
- e) パルミート林業が経済的に成立するかどうかの試験的植付けを始めること。

4-8 最小伐採直径

現在、すべての林業問題が解決されている訳ではない。林野庁並びに林業界が、林業技術を開発するまで、森林資源を保護しうる手段は、最小伐採直径の設定であろう。

輸出目的のためにのみ材木が伐採されていた当時、ブエノス・アイレスの買手が指定した最小直径は、森林に対し、最少伐採直径規定と同様の効果をもたらしたが、その場合、ここに述べる様な有害な結果が出た。

小丸太がブエノス・アイレスで売れる可能性は全く無かったため、小丸太は伐採されなかった。現在は、国内で製材が盛となったため、国内需要向けに多数の小径木が伐採されている。このことは、森林資源の利用が有害な形で行われることを意味し、且つ、林業経営を困難なものにしている。

最小伐採直径規定は、林業の良い方向への発展に遂行する重大な障害要因を持っている。それは次に示す (Trimble 1971)。

最小伐採直径の規定をすれば、間伐を実施した結果より、更に生長が落ちる (“選択システム”)。

- 間伐は若木の点在地では行われない。
- 大径木の点在地はなくなって来ている。
- 枯死寸前の若木が除去されていない。
- 最も活力のある木が最初に伐採される反面、活力のない木が残されている。
- 生長の遅い木が残される一方、生長の良い木が伐られる。
- 低品質の小径木が残される。
- 再生の構想に関し、コントロールは何も存在しない。

しかし、パラグアイの現状より見て、かかる規定の利点は、欠点を上廻る。

監督事項を最小限に押えた規定を適用し、有用種は収益のあるサイズに達するまで保存し、且つ、期待される樹種の種子源を保存することが出来る。

第5章～6章 省略

第7章 在来樹種の成長量

7-1 成長量調査の方法

東部地域の製材、製板工場で丸太の樹幹直径と年輪数との関連により、パラグアイの落葉樹の成長量調査が行われた。その方法は E. Hutchinson (1926) が使用した方法から派生したものであり、附表 7.4 に述べてある。

低生長期間に形成された年輪は、活発な生長期に形成された年輪に比べ緻密でより暗い色の材質を構成する。パラグアイ産の樹種の年輪は、より温暖な地域の樹種程、顕著ではなく、夏期の干ばつ期間中に生長が止まることによる偽年輪がいつも生ずる。偽年輪は、特に落葉樹で顕著である。

調査結果は図表 7.1 及び 7.2 に示す。図表 7.1 には各径級別の年平均成長量及び測定回数が記してある。最も早い生長を5回測定した結果の平均に基づき、最大生長予測も示されている。図表 7.2 には各径級に達するための平均予想年数が示されている。又、最も早い成長を5回測定した結果の平均を基に、各径級に達する最小年数の予想も示されている。

7-2 予想年成長率

森林の概算年数を計算するため、A級材の品種の成長測定結果がコンピューター処理された。

計算の基礎数字は次の通りである。

高木林におけるテストプロット	88ヶ所
商品可能材積	731 m ³
胸高直径42cm以上の木	522本
樹種Aのha当り平均蓄積	8.8 m ³
ha当り平均商品可能材積合計量	31 m ³

ha当り年平均生長量は0.45 m³と計算された。樹種Aのha当り平均蓄積8.8 m³の5%に当る。

高木林におけるha当り平均蓄積31 m³に同一の%を乗じてha当り約1.6 m³の年合計生長量が予想された。

樹種Aの1つAlto Paraná(10×10)の立木がm³当り40グララニで現地で売買されているので、ha当り年平均生長量0.45 m³の立木は、約270グララニの価値を有する。即ち、人工林1haの年収は、天然牧畜原野1haの収入の約1/6に過ぎない。

このような状況の解決策は、樹種Aのha当りの生長量を増やすため、現存森林を改良することであり、更に樹種B、Cの商品化を推進することである。上記の価格は、等級Aに適した在来種の植林1haの収入が牧畜による現収入を上廻ることは難事でない事を示している。

7-3 植林用樹種の成長量

上記の平均生長量の数字は予想であるが、調査地区内の森林にとっては重大な意味をもっている。天然林経営の方法決定の原則を方向づけるのに効果がある。平均年成長量と、添付の年想定伐採量との関連を計算するのに使用された。最高生長量の数字は、在来種の植林計画で、各樹種の優先順位を決めるのに有効である。大きな可能性を秘めた樹種は、セドロ、ローレル、guaicá, Peterewý, Ywyrá pyta 及び Ywyrá ró である。又、将来の成長量調査によって、成長が良くかつ良材のその他の樹種が見出されるであろう。

ラパーチョも含め、調査樹種の成長は、温暖地帯の多くの重要な樹種の成長よりも大きいことが判明した。このことは、パラグアイが有する、世界の他の国と比べてより有利である。数多い林業上の利点の1つである。

要約 № 72 胸高直径 40 cm まで生長するに要する年数

樹種	平均	最短
セドロ (Cedrela sp.)	57年	25年
ラパーチョ (Tabelnia sp.)	84	68
Laurel guaica (Hectandra sp.)	41	
Peterewy (Cordia trichotona)	56	34
Ywyrá pyta (Peltophorum sp.)	63	
Ywyrá ró (Peteroggnenitens)	52	31

7-4 予想年成長量と年伐採量の関係

予想年成長量と年伐採量との関係に関して、森林の現状並びに将来の状態を予想するために、高木林のテストプロット 83ヶ所の計測結果がコンピューターで分析され、そして、1971~1981の期間予測が行われた。このプロジェクト期間中、高木林の面積が毎年 40,000 ha 減少したが、このことは、開拓の進捗効果を示している。

森林開発の現状及び年間伐採が法定樹種へ集中している点を考慮して、長さ 5 m 又はそれ以上の丸太を少なくとも 1 本包含し、且つベニヤ、三分板及び挽き材の製造に適した "A" 材質の樹種即ち樹幹等級 1 と 2 の樹木に対してのみ、専ら分析が行われた。

図表 7.2 に示されている平均生長量のデータにより、各径級における各樹木がコンピューターで成長量が仮定された。1,400,000 m³ の予想年伐採量が各径級に、その各々の量に比例して適用された。

調査期間中で予想された立木の商品化可能材積が全部伐り出される（それは疑わしいことであるが）ものと仮定すれば、分析結果（図表 7.3）は予想生長率と年間伐採量との関係は、現在、危険な状態であることを示している。全調査地域の平均で見れば、年伐採量を僅かに超える実質生長量がある。しかしながら、年伐採量が、法定樹種の年生長量を超えている調査地域が多数存在していることは確かである。

これ等のデータを基に、次の結論に達することができる。

- a) 法定樹種を対象として計画される新規事業に対しては、もはや余地は残されていない。年間伐採量をよりよく利用する問題、即ち、長さ 3~4 m の丸太をも伐り出す可能性と、Guatambú 並びに Ywyrá ró mi の現在蓄積の問題は別としても、調査地域に設立を希望する新規製材所は、従来使われて来た樹種以外の新しい樹種にその原料を求めざるを得ないだろう。
- b) 年間 ha 当り実質生長量が徐々に減少していることを考えれば、森林は現在の開発条件下

では、十分に機能を回復することは出来ない。国の林業政策の方針を確立して、法定樹種の立木の商品可能量をより多く利用すること、等級B及びOの樹種の高度利用、更に国産材をより多く産業界で使用する等、多面的に考えることが出来る。

c) 国有林及び再植林の指定地域での林業経営の面での施策が実行されることが必要である。

7-5 提 言

上記の状況に基き、次の事項が提言される。

a) 在来種の成長に関するデータの研究及び検討が続行されるべきである。このことは東部地方の各地帯の森林内に実験プロットを設定し、最善の方法で、非合法伐採に対しては常に監視しながら、種々の場所で、種々な施業方法による在来種の成長に関するデータを入手すべきである。次の点を考慮すべきである。即ち“個々の樹木の生長量の測定はしばしば恒久的テストプロットで実施されるが、それ等のプロットでは、特別な保育施業が行なわれることが多い。”(Carron 1968)

b) セドロ、Peterewy及びYuyrá ró の様な成長の良い樹種による林業を起こすための積極的な実験が開始されるべきである。

第8章 特別調査

8-1 樹種の判定と分類

森林資源調査が開始される前に植物学的調査が数多く行われたが、通称名にも、又、学術名にもかなりの混乱があった。又、その特性に準拠した東部地方の木材の分類もなかった。

森林資源調査のそれらの面の確実な基礎を設定するため、プロジェクト室はブラジル・サンパウロの技術調査研究所、木材組織学の専門家 Galuino Mainieri 博士の協力を求めた。同博士は1969年末の3ヶ月を同プロジェクト室顧問としてパラグアイで過したが、その間調査作業中現場で採集された約250のサンプルを判定した(附表7.1)。同博士は木材の構造により、属までの判定を定め、かつ木材を5品種に分類した(図表1.1)。

ブラジルに帰国後、Mainieri 博士は、彼の研究所で調査現地グループが採集し、プロジェクト室がサンパウロに送った約600の見本を判定した。その作業の結果は、同じく附表7.1に発表されている。

森林調査には不可欠な事である樹種の判定及び分類は別としても、Mainieri 博士の調査は Aratiku, Ñuati, Burro Ka'a, Mbaury, Mborew Ka'a, Myrtaceae, Jagwaratay, Ysapyy 及び Pykasu rembiu 等のような、ある樹種又はそのグループについての混乱を取り除くのに多大の貢献をした。その結果、現在ではそれぞれの同一性を決定する

ための補足の植物学的調査は、より迅速に、より容易に実行されることとなった。

更に、Mainieri 博士の調査によって、パラグアイにいくつかの新しい樹種が存在することが判明した。Clethraceae 科及び8つの属 *Tetrorchidium*, *Calubrina* 及び *Oythaerexylum* の存在が初めて記録された。

上記の樹種に関する詳細は要約 № 82 に見出される。

要約 № 82 科及び属 (パラグアイで初めて公表され、記録された)

1	Clethraceae, <i>Olethra</i> sp.	Monday 河, Puerto Golondrina 地帯の低木林で採集された見本一種
2	Euphorbiaceae, <i>Tetrorchidium</i> spp.	Akaráy, Monday 及び Yñaro 盆地の各地区で採集された見本6種。これらの樹木に対する通称名は一つも見出されなかった。
3	Rhamnaceae, <i>Clubrina rufa</i>	Agwara pokái, Palo Brasil, Pedro Juan の南方 50 km の地帯の見本2種。ブラジルでは市場に出ているが、パラグアイでは利用されていない一樹種。
4	Verbenaceae, <i>Cithrarexylum</i> sp.	Tavaí 及び Enramada 間の Ywyró で採取された見本一種。

このシステムで効率良く、迅速に実施された植物判定のお陰で：

新しく発見された樹種の見本が採取され、そして植物判定の大問題並びにその通称名との関係が解決されるまでは、San Pedro, Concepción 及び Amambái の各県における将来の森林調査では、木材の解剖学的構造による樹種の判定システムが継続して使用されるべきである。

顧問はその調査結果を技術パンフレットの形で発表すべきである。その様なパンフレットは未知の樹種の工業化又は販売促進にとって非常に有益であろう。

8-2 植物検索表の作成

森林検数課との作業中、米軍平和部隊の隊員である森林技師 David B. Griggs は現地において樹種を便利に、かつ実用的に判定するため、植物検索表の作成に従事した。同検索表により 850 以上の品種と種々の変種の判定ができるようになった。

同検索表は各樹種の独特な樹木学的特徴を考慮に入れたが、葉の特徴が他の樹木学的特徴に比し、変化が少ないという理由から、主として葉の特徴に基礎を置いている。花及び果実は必ずしも森林内で入手できず、あるいは樹木の場合にその顕著な特徴を発見、入手かつ調査することができないので、花及び果実の特徴は近似群又は近似種を区別するためにのみ使用された。各樹種の植物学的説明は検索表に附されている。

検索表が基礎を置いている植物見本及び樹木の特徴に関する所見は、プロジェクト室職員の協力を得てGriggs 技師並びにインベントリーの実現に手助けした現場スタッフにより、現地で採取された。

プロジェクト室はSantísima Trinidad 植物園の職員の協力に感謝し、且検索表の作成、特に植物学的情報での援助に対し、アスンシオン市の化学薬学部、植物学の教授 Eugenia Bardas 博士に感謝する。

同検索表は国連食料農業委員会により、公刊される予定である。

8-3 樹種の地理的分布

現地におけるテストプロットで記録された樹種の発見を基に図表 8.1 が作成された。この図表は限られた区域に分布する樹種の調査地域内における地理的分布の概略を示している。

将来の調査結果によって、この一連の図表を詳細にし、或は修正することができるだろう。

8-4 樹種の植物地誌

我國の著名な人類学者 León Cadogan 氏は、森林樹木のグアラニ語通称名の意味の研究をした。その研究は“パラグアイ東部地方の若干の樹種の植物地誌”という表題で国連食料農業委員会から公刊された。

又 Cadogan 氏は森林検数課の職員がもたらしたGwajaki 及びPáiのような現住民言語の色々な樹木名を記録し、それをある人類学雑誌に発表した。

8-5 樹皮の厚さの測定 (附表 7.3)

Smalian 方式によって、光学的直径測定器で計られた各樹幹の材積計算のためには、樹

幹の直径と樹皮の厚さの関係を知らなければならない。

Hamill (1955) の調査ではアルト・パラナ県の多数の樹種の樹皮の厚さが約 2,000 回測定された。現場野帖は林業技師 Juan Alberto López が個人的に管理し、同人はそれを検数課に提出した。

現地調査期間中、主として胸高直径 4.2 cm 以上の樹木の追加測定が約 3,000 回実施された。

胸高で樹皮に山刀で切り口がつけられ、そして金属製巻尺で樹幹直径と樹皮の厚さが測定された。病材又は変形材の樹皮は測定されなかった。又、Ywyrá pepê 又は Ywyrá più のような、特徴として縦みぞのある樹幹の樹種も測定されなかった。

これらのデータは全て IBM 整理カードで整理され、殆んど各樹種の退行誤差がコンピューターで計算された。皮なしの材積を楽に計算できるよう、後刻、それらの樹種は樹皮の厚さによって 4 つの群に分けられた。誤差の要素及びその結果は符表 7.3 に示されている。

8-6 立木の品等区分に関する 2 つの方法の比較

本研究は 1967 年ドイツのミュンヘン市での国際森林調査機構連合の会議でなされた提案から発している。その目的はパラグアイと他の類似した森林での調査を容易にすることにある。

樹幹の下部 5 m の品質が、その樹幹に含まれる最上質の丸太の品質と比較された。(附表 3.4) 2 つの品質の間にわずかな差しかないということは、下部 5 m の品質を基にして全樹幹の品質を分類しうることを意味するであろう。このようにして、つた及び Takwarembó に近接した樹木の樹冠のために樹幹上部の視界が制限されるという問題がさけられる。

この調査のために、総計 6,444 件の観察が行われた。本現地調査 3,442 件、Puerto Presidente Stroessner 保有林の 759 件、Jmasa 調査 2,002 件及び Ypanè mí 河地域の 241 件(図表 8.1)。

算術百分率だけに基いて、6,444 件の観察の内、約 98.4% が樹幹の下部 5 m の品質が、その樹幹に含まれる最良の丸太の品質に等しいことを示している。

これらの結果を統計的に解釈するため、カイ自乗による分析("Chi square test")が、樹幹の下部 5 m の品質が、その樹幹の最良の丸太の品質に等しいという仮説に対して、現地観察結果の "goodness of fit" を証明するために使用された。この仮説は "null hypothesis" として採用された。

8-6-1 X^2 による統計分析

$$\text{公式: } X^2 = \frac{(f-h)^2}{h}$$

f = 観察又は発見された頻度

h = 仮定又は希望頻度

要約 86 踏査インベントリー調査結果のカイによる分析

	品質等級による観察数				計	確率
	1	2	3	4		
h	1.033	937	1.116	356	3.442	
f	1.033	924	1.087	351	3.395	
f-h	0	13	29	5	47	
$(f-h)^2$	0	169	841	25		
X^2	0					
$= \frac{(f-h)^2}{h}$ の値		0.180	0.774	0.070	1.024	0.80

X^2 は 1.024 である。確率は 3 自由度で 0.80 又は $n - (4-1)(2-1)$ である。

これ等調査の結果は、次に要約されている。全調査を併せた分析はこれら調査の各等級の X^2 値の合計である。計 16。

要約 8 c 全調査結果のカイ乗による分析

	各調査による各等級の X^2 値				計	確率
	1	2	3	4		
現地調査		0.180	0.774	0.070	1.024	0.80
PPS 保有林			0.195		0.195	0.98
Imasa 調査			1.000		1.000	0.80
Ypone mi 河			0.033	0.062	0.095	0.99
計		0.180	2.002	0.132	2.314	0.98

一般の研究の場合の X^2 は 2.314 である。n は $(4-1)(4-1) = 9$ 自由度に等しい。その確率は 0.98 である。

そこで、 X^2 は重要ではなく、その仮説が保留されなければならない。仮説の保留又は棄却は一定の“自由度”を持つ X^2 値の結果である確率による。この種の統計分析では仮説

を保留するためには、0.0600 又はそれ以上の確率が、普通許容される。

換言すれば、 X^2 (“Chi Square Test”)による統計分析の結果は、仮説の棄却にとって重要ではない。その理由は観察された頻度と希望頻度との間に現われる差は、偶然によって出現し得たことで見本のバラツキによるものでなかったという100に対し98の確率であることを示しているからである。

上記の結果に基づき、樹幹の下部5 mの品質がその樹幹の品質に等しいと言うことに、95%以上の確率で結論を下すことができる。

この結論は下部5 mの品質によって樹幹の品質を分類する可能性に関し、調査が続行される価値があることを示している。

JICA

11