

No. 3

国際協力事業団  
パラグアイ国  
農 牧 省

パラグアイ国ローアチャコ地域  
農牧業総合開発計画  
最終報告書  
(付 属 書)

パラグアイ国  
農牧業総合開発計画  
(付属書)  
パラグアイ国ローアチャコ地域  
最終報告書  
(付属書)

平成 6 年 3 月

農用地整備公団(JALDA)

農 調 農  
J R  
94-16

平成 6 年 3 月

国際協力事業団





JICA LIBRARY



1116450(6)

国際協力事業団

26930

## 付属書

### 目 次

第1章 調査の概要	1
1. 1 水文・気象・水資源	3
1. 2 地質・地下水	14
1. 3 土壌・土地利用	19
1. 4 環境・農地保全	30
1. 5 かんがい・排水	31
1. 6 栽培・営農	36
1. 7 草地・飼料作物	52
1. 8 畜産	61
1. 9 試験研究・農業支援	77
1. 10 地域開発	78
1. 11 施設計画・設計積算	95
1. 12 経済・市場流通・事業評価	101
第2章 名簿および調査スケジュール	131
2. 1 日本側調査団名簿	133
2. 2 パラグアイ国カウンターパート名簿	134
2. 3 パラグアイ国ローアチャコ地域農牧業総合開発計画調査 ネットワークプラン	135
第3章 図	137
第4章 表	239



# 第1章 調査の概要





## 第1章 調査の概要

### 1.1 水文・気象・水資源

#### 1.1.1 気象

##### 1) 調査内容

- (1) 気象データの収集を民間航空庁(DINCA)の気象・水文局(DMH)を通じて行うとともに、同局管轄外の観測ステーションの記録については、既存報告書のレビューを行った。
- (2) 既存資料の補足及び継続した気象データの収集に資するため、DINCA-DMHの協力を得て、気象観測機器を次のとおり設置した。(図4.1.1参照)

区分	設置場所	観測計器/項目
既設 観測 所へ 補充	マニラ・マニラ試験場(MAG) (320Km,R-9) マニラ・マニラ気象観測所(DINAC) シビオ・アティン国際空港(DINAC)	自記温湿度計、自記雨量計、地中温度計、自記気圧計 自記風向・風速計 蒸発計
自動 観測 施設	ラ・コンセプション農場 (140Km,R-9) 国道管理事務所No.5 (公共事業省,275.5Km,R-9)	雨量、温度、湿度、風向、風速 雨量、温度、湿度、風向、風速

##### (3) 自動気象観測データ処理に係る技術移転

自動気象観測機器で観測されたデータは、計器メモリーに記録され、それをハンディーカードにより回収し、コンピュータに転送するシステムになっており、この操作、データ処理等の技術移転を行った。

##### 2) 調査結果

###### (1) 気温

調査地域の年間平均気温は23℃～24℃であり、夏期(10月から4月)は23～30℃、冬期(5月から9月)は17～23℃で南東から北西に向かって上昇する。高温期は11月～2月であり、低温期は6月～7月である。月平均最高気温は、28℃～31℃、月平均最低気温は18℃～19℃となっている。絶対高気温は39℃～41℃であ

り、ローマ・プラタにおいて1985年11月、87年10月および88年1月にそれぞれ、43.0℃を記録した。また、絶対最低気温は-1.8~2.9℃であり、ボソ・コロラドで1988年7月、-4.0℃を記録した。

#### (2) 相対湿度

相対湿度の年間平均は65%~75%であり、降雨の多い夏期より降雨の少ない冬期の方が気温の低下の影響をより強く受けて高い湿度となっている。

#### (3) 降雨量

調査地区における年間降雨分布により、乾期は6月から8月、雨期は11月から4月に区分できる。

年間降雨量はアスンシオンで1,300mm、北西部マリスカル・エステイガリピア付近では800mm、ボソ・コロラドで1,100mmである。概ねkm当たり1mmの割合で南東部から北西部に向かって減少する。降雨の60~80%は雨期に集中しており、また、50%は11月から1月までの四半期に集中している。雨の降り方は非常にバラツキがあり、1日の降雨量が半月の降雨量に至ることもある。1982年3月1日から8日までの連続降雨によりローマ・プラタで、年降水量の27%に相当する259.4mm(当該月の降雨量377.2mm、当該年降雨量1,381mm)を記録している。月平均降雨日数は雨期で6~9日、乾期で2~5日となっている。

#### (4) 蒸発量

蒸発量のデータは非常に少ないが、等蒸発量図によれば、ボソ・コロラド付近で年間1,400mmとなっており、西北部に向かって増加する。各観測所の年間蒸発量(仏製ピッチェによる観測値)は、アスンシオン1,012mm(降雨量1,317mm)、マリスカル・エステイガリピアで1,973mm(降雨量795mm)である。

なお、DESARROLLO REGIONAL INTEGRADO DEL CHACO PARAGUAY(1982,CNDCH/OEA)では2,123mmとしている。

#### (5) 日照時間

年間日照時間はアスンシオンで2,670時間、その他の地域では概ね2,400~2,460時間である。夏期は降雨が多いものの晴天の日も多く230時間/月であるのに対し、冬期は概ね110~160時間/月となっている。

#### (6) 降霜

降霜についてみると、年間平均ではラ・ビクトリアの0.3日/年からボソ・コロラドの2.8日/年の発生率である。最も降霜の多いボソ・コロラドについてみると、1985年に最多の7回を記録している。降霜の発生は6月から7月に集中しており他の月の発生はない。

#### (7) 風向・風速

最多風向は北及び南であり、東西方向は少なく、概ね25%は無風である。年間平均風速は、ボソ・コロラドで2.3m/s(計算値)である。

ローマプラタにおける観測値によれば、風食の危険性のある6.1m/s以上の風のある日数は月平均4日間であり、5月から11月まで強い風が吹き、8月がピーク

(9日間、6.1m/s以上の平均風速：10.9m/s)となる。この期間は土壌の乾燥する乾期にあたり、何らかの風食対策が必要である。

## 1. 1. 2 水文

### 1) 調査内容

- (1) 耕種農業適地近傍を流れるアグアライ・グアス川、モンテリンド川、ベルデ川（いずれも国道9号線横断部）にDINAC-DNHの協力を得て自動水位観測所を設置した。
- (2) 水門解析を行い、地域全体の水文ポテンシャルの把握および主要河川の流量解析をおこなった。

### 2) 調査結果

#### (1) 地形と地区内河川の概況

地形は概ね平坦である。地区全体の平均勾配は1/5,000できわめて緩やかな勾配で西から東に傾斜している。

地区南西部のアルゼンチンとの国境付近にはアグアライ・グアス川、ネグロ川、モンテリンド川の水源となるといわれているEstero Patinoと呼ばれる湿地帯があり、また、雨期の間だけ水のある多くの枯れ川がある。

地区内にはパラグアイ河に注ぐ8つの支流域（SUB CUENCA）があり（1991年、DINAC-DNHでは、流域区分の見直しを行った）、これらの総流域は約109,000Km<sup>2</sup>である（以下、流域面積には地区外も含む）。また、これらの流域は国道9号線によっても流域が分けられる。

主な地区内河川の概況は次の通りである。

#### a) パラグアイ河

全流域面積1,095,000Km<sup>2</sup>、南緯14度20分、西経56度25分、標高300m、シエラス・デパレシスに源を発する。

パラグアイ河は広大なブラジル湿原の水を集めながら南下し、増水期には沿岸の低地帯を広範囲にわたり湛水させる。年間平均流量はコンセプション地点で3,580m<sup>3</sup>/sであり、アスンシオン地点で4,050m<sup>3</sup>/sである。水質は良質な軟水で利用に適しており、その利用についてこれまでも種々開発案が検討されているが、チャコ地域の低位部を流れているため自然取水が難しいこと、地形条件および経済条件などの要因により具体的利用計画の策定には至っていない。

#### b) ビルコマーヨ河

ビルコマーヨ河は遠くポリビア・アンデスに源を発し、トラカパ・セラニアからの水を集めながら南下し、首都アスンシオンでパラグアイ河と合流している。

ピリャ・モンテ（ポリビア）での平均流量は200m<sup>3</sup>/sであり、堆砂量は1億トン/年に達する。

この河川の影響を受ける平原は降雨水、河川水、排水不良により季節的に水過剰となり湛水する地域が多い。洪水によるエロージョンと堆積が繰り返され、その植生は雑草、土地は荒地が支配的で、表土の定着がなく荒地にはほとんど植生がない場合もある。多量の水が蒸発によって失われ、表流水及び地下水及び地下浸透水は南部チャコのモンテリンド川、ネグロ川、アグアライ・グアス川等の水源となっている（1992年まで）。

増水期には洪水となり被害を及ぼすが、水の地下浸透及び周辺河川並びに沼沢地への水供給の面からは有益である。洪水時の水はパラグアイ国側に多く流れアルゼンチン国側へ少ない。両国間の水の配分は水の流れにまかせ人為的には何ら手が加えられていない。

この河川については「ピルコマーヨ河流域の多目的利用」においてフィラデルフィア地域のかんがいの可能性についての検討が加えられているが、ピルコマーヨ河上流での土砂流出防止対策、水路の延長（200km）が長く、蒸発・浸透損失が大きいこと、調整池を必要とすることなど種々の問題も指摘されている。

#### c) その他の地区内河川

地区内の主な河川は、コンフーソ川、アグアライ・グアス川、ネグロ川、モンテリンド川、ベルデ川等があるが、河川勾配が極めて緩やかなため、大きく蛇行し流況、流量、水質が安定せず、年、季節により大きく変動し、濁水する川も多い。濁水期には特に電気伝導度が高くなり、20,000 micromho/cm以上にも達し、最も塩分に強い山羊でさえ飲まなくなる。国際河川であるためこの水の利用には解決しなくてはならない幾多の問題がある。

### (2) 水文区分

国防省ではこれまでの調査結果を踏まえ、チャコ地域の水文の特徴により次の通り区分している。なお、右分類はパラグアイ国においてオーソライズされたものになっており、本調査においても使用することとした。

#### ①ピルコマーヨ河流域扇状地帯

ピルコマーヨ河下流サンカルロス川までの地域でピルコマーヨ河の影響を受け、特に東部地域は雨量が多いため湿地帯となっている。

#### ②東部低地

パラグアイ河沿岸60～100kmの帯状地帯で、低地は降水またはパラグアイ河とその支流の洪水により部分的に水没する。

#### ③ボリビアからの平原

主としてチャコ県で、ティマネ川、イダ沼、バルマル・デ・ラス・イスラス沼及びその他の河川等、ボリビアからの水並びに北部中央から流入する雨水の排水路となる地域で、良質な地下水確保の可能性が高い。

#### ④流水の少ない西部平原

等雨量線750mm以西の地域で、降雨不足や砂質土壌による浸透により表面流水は少ない。

#### ⑤北西部平原

サラダ沼を含む南緯21°～22°の地域で、塩分を含んだ湖沼地帯である。浅層に不透水層があるため、多くの湖沼を形成している。

#### ⑥南東部平原

旧河川の埋没により形成された地域で、雨水の流出により形成される一時的な河川が多い。

### (3) 水文解析

#### a) 地区内河川の水位

水位の変化が大きく、一時的な増水はあるものの年間を通じて水位は低い。ネグロ川の年間平均水位は2.28mで、6月が最も水位が高く、10月が最も低い。最多水位は1m（年間130日）であり、年間の半分（182.5日）以上は1.4m以下の水位となっている（平水位：1.4m）。

モンテリンド川の年間平均水位は2.36mで、5月が最も水位が高く、9月が最も低い。最多水位は1.75m（年間60日）であり、平水位は1.8mである。

ピルコマーヨ河（ヘネラル・ブルゲス地点）の年間平均水位は1.49mで、5月が最も水位が高く、9月が最も低い。最多水位は1.6m（年間103日）であり、平水位は1.3mである。

#### b) 地区内河川流量

港湾管理庁（Administracion Nacional de Navegacion y Puerto:ANNP）の計測データに基づく水位、流速および今次調査で測定した流速から水位・流量曲線（H-Qカーブ）を算定し、水位データのあるネグロ川、モンテリンド川、パラグアイ河（コンセプション、アスンシオン地点）における月別および年間流量を算定した。

## 1. 1. 3 水資源

### 1) 調査内容

#### (1) 水質調査

地区内河川の農業利用を計る基礎資料とするため、各時期における電気伝導度（EC）、pH、水温の測定を行った。

また、灌漑用水、飲料水としての利用の可能性を検討するため、アグアライ・グアス川、ネグロ川、モンテリンド川、ベルデ川、計8サンプルの化学・微生物水質につき、水・環境研究センター（Centro de Limnologia y Ecologia Aplicada:CLEA）に委託し分析を行った。

#### (2) 水資源賦存量の算定

地区内河川、流域の水資源賦存量の算定、および利用可能水源の検討を行った。

## 2) 調査結果

本調査における水資源開発の目的は、かんがい水、牧畜飲用水、飲料水および農産加工で使用する水の確保にある。

比較的高い塩分濃度でも利用可能な家畜の飲用水以外は、塩分を多く含む水の利用は農業生産、健康、その他に影響を及ぼす。したがって、本調査地区の場合、量についてはもちろんのこと、質的な検討も重要となる。

### (1) 塩水および塩類集積

チャコ地域の地下水の塩水化および塩類集積についての現状は次の通り。

- ①ボリビア国アンデスに源を発する地下水は、平坦なチャコ地域の地下1,000m（チャコ地域西部では3,000mに達する）の深さをもつ第3紀・第4紀層（各期の明確な分類は行われていない）に含有される塩類を徐々に溶かしながら、非常にゆっくりした速度で流下する。
- ②この地下水は、チャコ西部よりの傾斜が緩やかになり、堆積物の粒度が細くなり、また透水係数が小さくなるチャコ中央部付近において、高濃度の塩分を含む地下水となり地表下6-10m付近または地表面に現れる。
- ③これらの噴出した地下水が水源となって地区内小河川は、高塩分濃度となる。
- ④メノニータ入植地の中央チャコ農牧業サービス（SAP）によれば、長期湛水による地下水位の上昇は、それまで淡水であった湖沼、ため池の水を高塩分濃度の水に換え、また、水位が下がった後も塩類は土壤中に留保され、これが降水、蒸発の繰り返しによりしだいに表層付近にまで上昇・集積し、農作物に大きな被害をもたらすとしている。メノニータでは、1983年の長雨により、それまで淡水であったダムの貯留水が塩水化した事例がある。
- ⑤これらの現象はモンテリンド川を境に北側でみられ、これより南側ではビルコマーヨ河の氾濫の影響を受け、これが水源となっているため、地区内河川も比較的低塩分濃度を保っている（ただし、ビルコマーヨ河の氾濫がない時期は塩分濃度が上昇する）。
- ⑥また、チャコ西部から東部に向かってほぼ均一に増加する降雨量分布に起因し、地区内河川の末端となるパラグアイ河付近では、流域からの降雨流出により、塩分濃度の低下がみられる。

### (2) 河川水利用の現状

1/50,000地形図および航空写真による解析の結果、おもにベルデ川上流部およびその支流をせき止めた形で、主として牧畜飲用として利用されている。

しかし、この貯留形態は地下水の上昇を招く原因として指摘されており、また実際、国道9号線との交差点では、年間を通じ非常に高い塩分濃度になっている。

### (3) 水資源賦存量

#### a) 主要河川の流量

地区内河川の水資源絶対量を把握するため、次の手法により流量解析を行った。  
なお、解析を実施した河川は、水位、流量データの得られる、パラグアイ河  
(アスンシオン、コンセプション地点) および、ネグロ川、モンテリンド川(い  
づれも国道9号線交差点)である。

①各河川の水位、流量データからH-Q曲線を作成。

(H-Q回帰式算定にあたっては、比較検討の上、河川形状を放物線とした。)

②H-Q回帰式より、各河川の日水位データから日流量を計算。

③月別、年間平均流量、年間総流量を計算。

④非超過確率流量を計算。

以下、同解析結果から見た、水資源賦存量を検討する。

#### (a) パラグアイ河

パラグアイ河の年間平均流量及び年間総流量は、コンセプションでそれぞれ3、  
580m<sup>3</sup>/s、1.130億m<sup>3</sup>/年、アスンシオンで4,050m<sup>3</sup>/s、1.280億m<sup>3</sup>/年である。

パラグアイ河のコンセプション、アスンシオンの両地点の流量は、きれいな相  
関関係を示しており、その流量差は両地点間でパラグアイ河に流れ込む地区内河  
川(モンテリンド川、ネグロ川、アグアライ・グアス川、コンフーソ川等)およ  
びパラグアイ河左岸の河川(イパネ川、ヘフィグアス川等)等からの流入量によ  
る増分であり、この量は年平均で470m<sup>3</sup>/s(114億m<sup>3</sup>/年)である。

河川流量については、12月が最も流量が少なく、以後次第に増水して6月にピー  
クを迎え、次第に減少する山形の分布である。

月平均最低流量は1988年12月に両地点において統計期間内の最低値となっており、  
その流量はコンセプション:1,660m<sup>3</sup>/s、アスンシオン:1,730m<sup>3</sup>/sである。日  
流量で見ると、コンセプションで同年12月19から21日が、統計期間中の絶対最低  
流量1,539m<sup>3</sup>/sである。この時期に仮に50m<sup>3</sup>/sの取水を行う場合の水位低下は9cm  
である。

非超過確率1/5年に相当する流量はコンセプションで2,870m<sup>3</sup>/s、確率年近傍の  
年は1990年である。

以上の解析結果から、パラグアイ河からかんがい用水を取水(仮に50m<sup>3</sup>/sとし  
ても)することは、少なくともコンセプション近傍においては河川の流況、船舶  
の航行に影響を与える恐れはないものと考えられる。

#### (b) ネグロ川

ネグロ川の量水標は国道9号線交差点部橋梁の橋脚に設置されている。水位観測  
データは1970年から1990年までの断片的なものしかなく、解析にあたっては年間  
の欠測のない9年間のデータを使用した。これによる解析結果は次の通りである。

ネグロ川の年間平均流量は17m<sup>3</sup>/s、年間総流量は約5億m<sup>3</sup>である。しかし、  
年、月のバラツキが大きく、きわめて不安定な河川である。

月平均流量からみた分布では、6月に最大値があり、また12月にも小さなピー  
クがある。降雨量は6月が最低であるのに対し水位がピークとなる原因は、ボリ

ピア・アンデスの雪解け水による増水（10月末～3月末が雨期（降雪期））と考えられる。また、下流ではパラグアイ川のバックウォーターの影響が考えられる（パラグアイの水位は6月がピーク）。12月のピークは降雨による地表水の流出と考えられる。

非超過確率を1/5年で計算すると年間平均 $12\text{m}^3/\text{s}$ が期待される。この近傍の年は1972年である。

#### (c) モンテリンド川

モンテリンド川も同様に量水標は国道9号線交差点部橋梁の橋脚に設置されている。水位観測データは1971年から1990年までの断片的なものしかなく、解析にあたっては年間の欠測のない9年間のデータを使用した。これによる解析結果は次の通りである。

モンテリンド川の年間平均流量は $19\text{m}^3/\text{s}$ 、年間総流量は約6億 $\text{m}^3$ である。しかし、ネグロ川と同様、年、月のバラツキが大きく、不安定な河川である。月平均流量からみた分布では、ネグロ川とはほぼ同じ傾向にあり、5月に最大値があり、また12月にも小さなピークがある。

非超過確率1/5年で計算すると年間平均 $10\text{m}^3/\text{s}$ が期待される。この近傍の年は1973年である。

#### b) 流域の水資源ポテンシャル

##### (a) 降雨供給量

調査地区内の8つの流域に降る降雨量の分布から、年間平均の面積降雨量、降雨供給量を算定した（各流域は国道9号線によっても区切られており、その上下流で算定した）。

8流域全体（地区外を含む）の流域面積は $109,247\text{km}^2$ で、国道9号線横断部より上流（西側）の流域面積は $61,813\text{km}^2$ 、下流は $47,434\text{km}^2$ である。供給量は全体で年間 $970\text{mm}/\text{km}^2$ 、である。アグアライ・グアス川の年間流量は概ね9億 $\text{m}^3$ /年である。

##### (b) 表面流出

ネグロ川、モンテリンド川の年間総流量及び降雨供給量から流出係数を算定すると、ネグロ川では流出係数が $C=1.3$ 、モンテリンド川では $C=0.6$ である（既存報告書では $C=0.5\sim 1.0$ としている<sup>1)</sup>）。したがって、本地区の表面流出は1%程度と見積られ、概ね100億 $\text{m}^3$ /年の表面流出がある。

この様に流出係数が非常に小さい原因は次のように考えられる。

- ①本調査地域は非常に平坦であるため、降雨が長期間排水されないまま残る地区がある。これは上空からの調査によっても確認している。これらの地区は流域区分の面積にカウントされているにもかかわらず実際にはほとんど流出が起これず、地区内に長期滞留したまま蒸発と浸透により消費される。
- ②他方、河川への直接流出に関与する流域は、河川近傍に限られた地区であり、流域全体に占める割合は小さい。



③したがって、実際の流出に関与する流域は、区分された流域よりかなり小さいものと考えられる。

#### (4) 河川・タハマールの水質

##### a) かんがい用水としての可能性

河川の場合、水位が低いと電気伝導度、pHとも非常に高い値を示しているが、降雨による流出が起これ、河川水が希釈されるとこれらの値の急速な低下がみられる。また、モンテリンド川を境にこれより北では河川塩分濃度が非常に高く(10,000から20,000micromho/cm以上)、これより南では比較的低い値(500~6,000micromho/cm)となっている。

水質の最も良い増水時期の水質分析結果より、かんがい水としての利用の可能性を検討する。

(a) pHは各河川とも6.3から6.9であり、標準的な値である。

(b) ECは150-3,520micromho/cmで、北に行くほど高い塩分濃度となっている。

モンテリンド川、ベルデ川では灌漑用水として利用可能な3,000micromho/cmを超えているが、ネグロ川、アグアライ・グアス川では150-600micromho/cmと低い値となっている。Ca、Mg、Naのバランスを見ると、Naが非常に多い。かんがい水の水質ダイアグラム(United States Salinity Laboratory Staff, FAO)による分類では、C2-S3からC4-S3であり、Na障害の危険性は中から高、塩類濃度障害の危険性は中から極高である。

(c) モンテリンド川、ベルデ川の塩化物の毒性は大であり、散水かんがいを行った場合葉焼けが発生する。

(d) 重炭酸塩( $\text{HCO}_3^-$ )による障害の程度はネグロ川、モンテリンド川、ベルデ川において弱から中程度であり、感应性作物に影響を与える恐れがある。

右結果から、ネグロ川、モンテリンド川、ベルデ川については、かんがい水としての利用は著しく制限される。前述したように、右水質分析結果は最も水質の良い時期のものであり、他の時期はこれより水質が悪化するため、これらの河川のかんがい利用は望めない。他方、アグアライ・グアス川については、排水性の良い土壌で利用可能である。タハマール、窪地の溜り水等地表面水は塩類濃度が低く、概ね500micromho/cm以下である。

##### b) 飲料水としての可能性

前回および今回の水質分析結果から、低水位の場合、あらゆる種類の利用に適さないが、降雨による流量が多い時期は、他の時期に比較して良質な水が得られる。しかし、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ が多く、飲用した場合下痢を引き起こす可能性がある。また $\text{Cl}^-$ が多いことも考慮すると尿による汚染が考えられ、飲用には適さない。アグアライ・グアス川(増水期)については、大腸菌が検出されているものの、他のパラメータは概ね飲用に適しており、ろ過、煮沸すれば飲用可能である。

しかし、年間を通じた利用は困難であり、これを利用するには、一度浅層帯水層に浸透させ、再度揚水する「帯水層一時貯留方法」が考えられる。

(5) 利用可能水源の検討

a) パラグアイ河

水質は軟水で、あらゆる利用に適している。賦存量の点でも上記で検討した通り問題なく、開発可能な水源である。

b) ビルコマヨ河

水資源開発の観点からビルコマヨ河には次の問題点が指摘されており、ビルコマヨ河流域委員会で種々調整が行われているものの具体的開発計画策定には至っていない。

(a) 1980年頃にはビルコマヨ河はリナレス地点より少し下流より、蛇行の激しい氾濫河川となり、パラグアイ、アルゼンチン国境付近を氾濫原としていた。しかし、この10年間に、河川堆積物の搬送により、ビルコマヨ河はペドロ・P・ペーニャからわずか45km、ボリビア国境まで直線距離で75kmとなっている。これは年間平均5kmの河川の後退を意味し、15年後にはビルコマヨ河の現河道は存在しない恐れがある。

(b) ビルコマヨ河の特筆すべき点は、2kmオーダーで河道位置を変化させ、一度増水があると、数百メートル単位で河川幅を拡大したり縮小したりすることである。。これにエロージョンが加わる。また、この氾濫水は、ベルデ川、モンテリンド川、その他域内の小河川に流入する。

(c) ビルコマヨ河は、1年のうち11月から2月にかけて上流側アンデス(80,000km<sup>2</sup>)の降雨により、毎年増水し(1,000m<sup>3</sup>/s)、その強い運搬力によりボリビア国ピリャモンテにおいては年間80~100百万トンにも及ぶ土砂堆積物を下流へ運ぶ。これが河川勾配が緩くなり流速が小さくなるパラグアイ国内に入って河道に堆積し、現況河道を埋め、周囲に河岸堤を形成しながら河道を変え、新しい河床を開いていく。また周辺に溢れながら氾濫原を形成していく。

近年の傾向としては、ボリビア国境付近ではアルゼンチン側に多く溢れ、この下流ではパラグアイ国側に溢れ、ESTERO PATINO に流れ込んでいる。このため、これより下流では流量がほとんどない。

(d) この対策として、現況河川への堆積集中を避け河川の後退を止め、また洪水制御を行うため、遊水地を設け、また、新しい河道の拡張を図る必要があるが、抜本的対策としては、ボリビア上流域において然るべき侵食防止対策事業が実施されなければならない。

(e) ビルコマヨ河は国際河川であり、ゆえに、パラグアイ、アルゼンチン両国の国境線の問題もあり、継続した調整を必要としている。

(a)-e): Ing. LUIS ALBERTO MEYER, BOLETIN 'INGENIERIA HOY' 1991, NO.3 参照)

したがって、本計画では、本調査地区であるプレシデンテ・アジェス県の中でビルコマヨ河の利用を計画に取り込むことは非常に困難であることから、パラグアイ国関係機関と協議した結果、同河川の利用は計画から除外することとなった。

c) 地区内河川

河川の水位、賦存量、水質から利用可能性の検討を行ったが、地区内河川は前述の通り、塩分濃度が高く、また、年、月の変動が大きい極めて不安定な河川である。

乾期に水位のある河川はアグアライ・グアス、ネグロ、モンテリンド川のみであるが、一時的な増水はあるものの、水位が低い。アグアライ・グアス川については、増水期の水質はかんがい利用可能であるが、水位の観測が行われておらず、また他の地区内河川と同様、その期別の流況が不安定であることから、その利用は限定されたものになる。

d) 降雨貯留型ダム

河川、枯れ川、または旧河道をせき止め、降雨を貯留する「降雨貯留型ダム」の開発の可能性を検討を行った。

同タイプのダムはメノニータ入植地において実績があるが、調査の結果、ダム貯留水の塩水化の問題が発生している。また、ダムを造ることにより河川全体の水質悪化が起こっている（メノニータ農協ではベルデ川の塩水化の原因は上流の河川締切りによるとしている）。さらに、地形が平坦であり、ダムサイトの適地はほとんどない。

したがって、チャコ地域ではこのタイプのダム開発の可能性は乏しい。

e) タハマール

降雨、地表水を貯留するタハマールは、実際にチャコ地域で広く利用されており、牧畜用として有望な水源である。その計画については、「CNRCH/OEA, Desarrollo Regional Integrado del Chaco Paraguayo, Desarrollo del Recurso Agua, 1985.11, CNDRCH/OEA」において詳しく検討されている。

f) 常時湛水地の活用

主に調査地区内の南部に点在する常時湛水地の水は、水質的にはかんがい利用可能であるものの、水深の浅いいわゆる皿水であり、降雨により水の供給があると湿地の範囲は微小地形変化により大きく変わる。このため利用可能量の把握を困難にするばかりでなく、用水施設の計画、施工、メンテナンスも困難となる。また、これを計画に取り込んだ場合、その湿地に生息する動植物の生態系を完全に破壊することとなり、環境に与えるインパクトが大きい。したがって、その利用はきわめて小規模の限定されたものとなる。

g) 降雨の直接貯留

人間の飲料水としては、調査地域で一般的に行われている屋根に降った降雨をトイにより導入し、地下のコンクリートタンクに貯留する方式が有望である。

1) C=0.5~1.0: CNDRCH/OEA, Desarrollo Regional Integrado del Chaco Paraguayo, Desarrollo del Recurso Agua, 1985.11

## 1. 2 地質・地下水

### 1) 調査内容

資料収集、業務委託、現地踏査及び空中写真解析などにより、チャコ地域の水文地質概要、調査地域の水文地質及び地下水賦存量などを把握する調査を実施した。

水文地質調査業務及びさく井揚水試験業務はチャコ用水供給局(CNDRICH-MDN)に委し、これまで28孔のボーリング調査を行った。さらに、この結果に基づいて14孔の井戸を設置し簡易揚水試験を実施した。これらの位置、深度、本数は以下の通りである(図4.2.1)。

位 置	ボーリング深度x本数	井戸深度x本数
Canadon Cacique	20.5 m x 5	10 m x 3, 20 m x 2
Estero Pirahu	20.5 m x 5	15 m x 1, 20 m x 3
Monte Lindo	20.5 m x 5, 152 m x 1	15 m x 1
Pozo Azul	20.5 m x 5	
Estero Patino	20.5 m x 5	
Juan de Zalazar	152 m x 1	
Aquaray Guazu	152 m x 1	
Rio Verde		20 m x 1
Rio Negro		10 m x 1
Benjamin Aceval		100m x 1

空中写真解析は1/6万写真(1968年撮影)の実体視により地形解析を行った。

### 2) 調査結果

#### (1) チャコ地域の地質

パラグアイ国の地質は、概ねパラグアイ河を境として、東部地域と西部地域の2つの独立した地質単元に分かれている。このうち、調査地域を含む西部地域はアルゼンチン北部まで及ぶチャコ堆積盆で占められる。

チャコ堆積盆はブラジル造山運動の結果として堆積したシルル、デボン紀の海成層を基盤として、石炭系、二疊系、三疊系が堆積した。白亜紀後期に始まったアンデス造山運動の結果生じた西側の大山脈の形成はチャコ地域を太平洋から分離し、膨大な碎屑物を供給した。この結果として、チャコ地域は最北部を除くすべての範囲を厚いチャコ層に覆われ、現在の第四紀平野へと変貌した。

チャコ層は新生代第三紀から第四紀の未固結堆積物で構成され、厚さは最大3000mに達する。層相は細砂、シルト、粘土の互層でその大部分は陸成層であるが、下部には浅海成の地層も認められる。陸成、海成にかかわらず頻りに岩塩や石膏などの蒸発塩を含んでいる。これら蒸発塩は地質年代の乾燥時期に流水が蒸発して生じたもので、大規模に発達するものは内陸湖あるいは浅海が干上がって生じ

たものと考えられる。

## (2) 水文地質

### a) 地形

チャコ地域は地形的にその大部分が第四紀平野に区分され、さらに西部地域はビルコマーヨ河氾濫原、ポソ・コロラド(Pozo Colorado)北部は旧侵食氾濫原、その他の大部分は現氾濫原に細区分される。第四紀平野は、北西から南東に向かって非常に緩い傾斜(2/10,000)を持っており、河川は概ねこの傾斜に従って流下している。

地形を詳細にみると現河道の他に旧河床(paleocauce)が認められ、空中写真、上空からの観察により蛇行地形として認識され、他と明確に区別できる。観察結果によれば、旧河道は現河道に連続するもの、湿地を伴うもの、椰子に覆われるもの、草原となっているもの、裸地に近いものなどがあり、形成時代の新旧、粘土層厚(地下水位)等によりその形態を異にしていると考えられる。形成時代の古い旧河道は新期形成に比べ連続性が無く、植生は地下水位状況、透水性によって変化していると考えられる。一方、植生区分で見ると森林帯(zona de monte)には厚い粘土層の表層が分布し、草原帯(zona de campo)では表層粘土が薄く、透水性の良い砂層を持つ旧河道が発達する場合が多い<sup>1)</sup>。この様な旧河道は調査地域北部からフィラデルフィア(Filadelfia)周辺に多く、中央部、南部では椰子や湿地を伴うものが多い。

旧河道は淡水地下水を持つ帯水層が発達していることが多く重要な地形である。

### b) 帯水層

チャコ地域の帯水層は、第三紀～第四紀のチャコ(Chaco)層及び白亜紀パティニョ(Patino)層に区分でき、分布はそのほとんどが前者で占められる。水文地質上チャコ層は層相及び水質から4帯水層に区分され、下位にチャコ・アルト(Chaco Alto)層,チャコ層,これらを覆ってチャコ・セントラル(Chaco Central)層,チャコ・バホ(Chaco Bajo)層が分布する。これら帯水層の内、調査地域に分布するのはチャコ・バホ、チャコ層が大部分であり、最南部にパティニョ層が僅かに認められる。

#### ①チャコ帯水層

チャコ層中の地下水も基本的地形勾配と調和的に流れており、チャコ西部及びポリビアでかん養された地下水は南東に流れていると推定される。地下水はチャコ・アルト、チャコ層に含まれる蒸発塩を多量に溶かし込むため、流動時間が長いほど塩分濃度は高くなる。

すなわち、チャコ西域及び隣接するポリビアでかん養された地下水はチャコアルト層では滞留時間が比較的に短いため塩分濃度は低く、調査地域を含む以東のチャコ層では非常に高い塩分濃度を示す。本ボーリング調査でも概ね10m以深150mまでの第2帯水層以下では95,500~56,900 micromho/cmと海水濃度以上の値を示すところもある。

地下水、河川水の水質分析結果によると河川水、地下水とも塩分濃度の高いものは、Na-Cl型であり、キーンダイグラムに表示するとほとんどはアルカリ非炭酸塩の領域にプロットされる。

チャコ層上部には厚さ20m以下の、均等係数の大きな砂、シルト、粘土の数m互層からなるチャコ・バホ層が広く分布する。ただし、本層と下位のチャコ層との境界は特定出来ない。帯水層となる砂層は細粒から極細粒の円磨された石英からなり、雲母片を交え石膏や、炭酸塩鉱物を含むこともある。表層粘土層は数mから10mと厚い。本層の地下水（第1帯水層）は塩分濃度2,600~19,400micromho/cmを示し、比較的塩分濃度の低い地下水は旧河道堆積物中に見いだされることが多い。塩分濃度の高い地下水は水頭の高い下層の被圧塩水地下水の影響を受けて塩分濃度が上昇したものと考えられる。また、一部には、塩水上に浮いているレンズ状の淡水塊として存在することもある。

#### ②パティニョ帯水層

一方、ベンハミン アセバル(Benjamin Aceval)から南の地域には、白亜紀の砂岩及びこれに貫入した玄武岩から構成されるパティニョ層が分布する。砂岩は石英の多い淡褐色硬質岩で亀裂が発達する。本層中の地下水は亀裂に賦存する地下水であり、塩分濃度が50~1,000micromho/cmと良質の地下水がみいだされる(表4.2.4)。

### (3) 地下水利用現況

#### a) 地下水利用

チャコ地域全体では1,000本以上の井戸が掘削されており、その多くはボケロン(Boqueron)県に集中している。チャコ層を帯水層としているこれらの井戸のうちデータのある196本<sup>2)</sup>について、利用目的別、地域別状況を調査したところによると、①飲料用はCE225~2,000micromho/cm、牧畜用は2,040~8,000micromho/cm程度の水質の地下水であり、8,000micromho/cmを越えると利用されていない。②用途別利用率は飲料用、牧畜用でそれぞれ3割を占める、③利用帯水層深度は北西から南東に浅くなるが、塩分濃度の地域的特徴は特に明瞭ではない。④プレシデnte・アジェス(Presidente Hayes)県では帯水層深度は最も浅く、平均塩分濃度8,173micromho/cmと高いことが読み取れる。

パティニョ層はパラグアイ国において有能な帯水層として評価されているものの一つである。本帯水層は淡水であるため(一部では乾期に塩分濃度が高くなる)、ベンハミン・アセバル、アスンシオン周辺で飲料、工場用水、雑用水等に使用されている。

#### b) タハマール(Tajamar)利用

特徴的な地下水利用方式が北部のフィラデルフィア(Filadelfia)周辺で行われている。これはタハマール(堀込み池)に集水した雨水を底から地下の帯水層にかん養し、補強した地下水を揚水して飲料用に利用するシステムである。このタ

ハマールはチャコ地域一般にみられる貯留型タハマール(Tajamar de acumulacion)に対し浸透型タハマール(Tajamar de infiltracion)と呼ばれる。

両者の水質調査結果を表4.2.8に示す。貯留型は129-713micromho/cm、浸透型は揚水が593micromho/cm、貯留水218micromho/cmとかん養された地下水が帯水層自身の地下水の影響を受け、塩分濃度が上昇している。しかし、褐色の濁度を持つ貯留水は地下かん養により透明な揚水になる。

地下水を人工かん養するこの方式は、旧河道の発達する位置で、帯水層厚10m程度の不圧帯水層を利用するものであり、タハマールの規模は、60m x 30m、水深3m程度が一般的である。揚水用の井戸はタハマールの中あるいは極近傍に数本設置されている。この方式の有利性は、地下貯留により蒸発の影響がないことと濁度の改善にある。

#### —フィラデルフィアでの浸透型の事例—

現在行われている浸透型タハマールは旧河道地形の位置である。市街地周辺の旧河道分布は幅約2kmである。しかし、同地域でのボーリングによる詳細調査によると<sup>3)</sup>、CE<3,000 micromho/cmの地下水は表層部の粘土層厚3m以下の地域に幅500m以下で局所的に分布するにすぎない。表層粘土の厚さは1~10m以上と変化し、しかも厚い粘土層の下は塩水地下水が分布する。従って、浸透性タハマールの適地である淡水が存在する浸透性の高い(表層粘土層の薄い)帯水層は旧河道地形の極一部分に分布するにすぎないと考えられる。

浸透性タハマールのかん養量の追跡調査によると、実際に作られている浸透型タハマールでは、表層粘土ないしシルト層厚は1~4m、砂層の不圧帯水層は10m程度、地下水飽和層厚はこのうち4m程度である。かん養量は0.7~115 m<sup>3</sup>/日とばらついている。このデータから透水係数を算出すると $1.7 \times 10^{-6} \sim 1.2 \times 10^{-4}$  cm/sと幅がある。また、かん養量とかん養日数とは負の相関があり、長期に渡るかん養は目詰まりなどが生じている可能性がある。

### (4) 地下水賦存量

#### a) チャコ層の地下水賦存量

地下水賦存量の算定は次の調査、解析により行った。

##### ①旧河道中の帯水層比率

調査地域内の空中写真、1/5万地形図判読及びチャコ用水供給局の情報により旧河道地形5箇所を選定し、各地点で各5孔のボーリングを実施し、地下水状況を把握した。さらに、この結果に基づき旧河道延長に対する淡水、汽水(CE<4,000 micromho/cm)を含む帯水層の比率を求めた。

##### ②旧河道分布比率

開発適地であるボソ・コロラド北部地域(面積1,000km<sup>2</sup>)をモデル地域として、旧河道の分布面積を空中写真(1/6万、1968年撮影)判読に基づき求め、分布比率を算定した。

##### ③賦存量式

上記の検討から賦存量を次式により算定した。

地下水賦存量 = 地域面積 × 旧河道分布比率② × 淡水比率① × 帯水層有効間隙率

なお、求める地下水をCE<4,000micromho/cmと限定したのはこの値が現況調査での牧畜用途の一般的限界であるからである。

この結果、旧河道分布比率は8.8%の面積比で認められ、この内CE<4,000micromho/cmの地下水がある帯水層は幅200~300m、厚さ3~4.5mでありその帯水層比率は6.7%と算定された。したがって、有効間隙率を8%とするとモデル地域では約140万 $m^3$ (1,400 $m^3/km^2$ )の賦存量が算出される。

井戸揚水試験では比湧出量(Caudal Especifico)は4.5 $m^3/h/m$ 程度、透水係数は $2.3 \times 10^{-2} cm/s$ 程度である。

算出された賦存量は帯水層の飽和地下水量—すなわち埋蔵量と理解すべきである。したがって、井戸による揚水可能地下水量はこの値より小さいこと、当地域の旧河道中の淡水層の発達是不規則でその特定が困難であること、帯水層厚が薄く利用水深がとれないこと、などからチャコ層からの計画的取水は難しいと結論される。

#### b) パティニヨ層の地下水賦存量

本層の比湧出量は平均で1 $m^3/h/m$ と大きなものではないが、帯水層厚は100m以上あると推定され、かつ、水質もCE=200~300micromho/cmと良好なため水位降下を大きくすれば揚水量を大きくすることも可能である。すなわち、水位降下を20mとすると揚水量20 $m^3/h$ が見込まれることとなる。

本層のかん養量は $14 \sim 28 \times 10^3 m^3/km^2$ と見積もられており、これが持続的揚水が可能な最大地下水賦存量にほぼ相当すると考えることができる。しかし、井戸での実可能揚水量は通常はこの値以下である。調査地域での本層の広がり、地質図によれば少なくとも約50 $km^2$ はあり、大きなかん養域を有している。なお、本層の分布範囲の周辺部にはチャコ層が分布するため、過剰揚水による水位降下によってチャコ層の塩水を引き込む恐れがあるので留意すべきである。



## 1. 3 土壌・土地利用

### 1. 3. 1 土壌

#### 1) 調査内容

調査地域における土壌調査・研究は非常に少なく、トランス・チャコ沿いとメノニータ入植地で若干の調査が実施されているのみである。このため、調査地域の土壌の特性を把握することに重点をおいて関係資料の収集、現地調査を行った。

主な調査項目は次のとおりである。

- ①土壌調査に関する資料の補足収集と整理・分析
- ②調査地域内の土壌の特性区分、理化学性等の把握
- ③土壌分析調査業務の委託と調査結果の検討

特に、③の土壌分析調査業務の委託に際しては、理化学分析によって調査地域内の土壌の基本的性質を明らかにするために、調査に先だって土壌調査地点を選定した。土壌分析調査業務の委託先は第1次調査及び第2次調査ともアスンシオン大学農学部土壌研究室とし、主な委託内容はそれぞれ次のとおりである。

[第1次調査の委託内容]

- ①試坑調査 : 40か所
- ②試料のサンプリングと理化学分析 : 160点

[第2次調査の委託内容]

- ①試坑調査 : 35か所
- ②試料のサンプリングと理化学分析 : 140点

#### 2) 調査結果

##### (1) 土壌調査・分析結果

第1次調査では、付属書図4.3.1に示すように41か所の試坑調査を実施したが、それらの土壌をFAO/UNESCOの土壌分類で分けると、ソロネッツ (Solonetz) 27か所、プラノソル (Planosol) 3か所、ゼロソル (Xerosol) 3か所、レゴソル (Regosol) 4か所、ルピソル (Luvisol) 3か所、ニトソル (Nitosol) 1か所であった。

また、第2次調査では、農業開発適地として想定される地域を中心に、付属書図4.3.2に示すように現地にて35か所の試坑調査を実施した。それらの土壌をFAO/UNESCOの基準で土壌分類すると、ゼロソル4か所、レゴソル2か所、ソロネッツ8か所、ルピソル13か所、グレイソル3か所、プラノソル5か所であった。

調査地域は埴壤土に該当するソロネッツが全体の約75%を占め、また、砂質埴壤土～埴壤土に該当するゼロソル、プラノソル、フルピソル、レゴソルなどがそれぞれ4～6%を占めている。ゼロソル、ルピソル、レゴソルは北西部、プラノソルは北東部、ソロネッツは中央から南部に広く分布している。調査地域の土壌

図を付属書図4.3.2 に示す。

土壌調査の結果、調査地域の土壌のpHはソロネッツとプラノソルが強アルカリ性を呈するが、他の土壌は微アルカリ性または中性から弱酸性である。また、置換性石灰 (CaO) はレゴソルが若干少ないものの、他の土壌には適当に含まれている。置換性加里 (K<sub>2</sub>O) はレゴソル以外は比較的多く、また、置換性苦土 (MgO) は非常に多い。一方、微量元素は熱性可溶性ホウ素 (B) 及び可溶性銅 (Cu) は適当であるが、易還元性マンガン (Mn) 及び可溶性亜鉛 (Zn) は非常に少ない値を示している。

土壌の分類結果をリモート・センシング (SENSORES REMOTOS) 調査の土壌分類図と比較すると、土壌が混在しており複雑な地域では若干の相違はあるものの、全体的にはほぼ一致している。また、土壌の理化学分析結果表を付属書表4.3.1 に示す。

## (2) 土壌の特性

### ①ゼロソル

ゼロソルは乾燥した条件下において発達した土壌で、調査地域の北と北西部に存在する。深さ50cmの層において毎年ほとんど180日以上も有効土壌水分がなく、連続して90日間以上土壌が水分を保っていることがない。

ゼロソルはB層に粘土の堆積しているゼロソル・ルビック (Xerosol Luvic) 及び125cmまでにカルシウムを含んだ層があるゼロソル・カルシック (Xerosol Calcic) に分類される。

### ②レゴソル

レゴソルは調査地域の北端と北東の主にメノニータ入植地とその所有地内に見られ、ゼロソルと関連して存在している。サンプルでは有機塩基で飽和された非常に肥沃なレゴソル・ユートリック (Regosol Eutric) が確認された。排水が良くまたは排水過剰気味の土壌で、植物の根の発達に好条件を与える。土性は砂質または砂質壤土であり保水力は低い。これらの大部分はメノニータ入植地にあり、農業に適した土壌である。

### ③フルピソル

フルピソルは沖積層の沈澱物の堆積によってできた発達した土壌である。パラグアイ河とビルコマーヨ河の定期的氾濫地帯にできたいくつもの層が重なってできている。フルピソル・デストリックは20~50cmまでの塩基飽和度は50%以下であるフルピソル・エウトリックは同じ性質を持つ土壌であるが塩基飽和度が50%以上でありCa層がない。エウトリック、デストリックはともに中程度の粒度であり、pHは表層では弱酸性であり、それ以下の層では中性から弱アルカリ性であり、塩基の含有量は適度である。下層に行くにしたがってCa、Mg、Naなどのイオンの含有量が増えている。下層ではFe、Mnの含有量は高い。これは地下水が近い場所にあつては還元作用の影響によるものであり、地下水位が高いグレイ化した層が表れる。

#### ④ルピソル

ルピソルは粘土質層位を持っており、少なくとも続けて180日間以上湿った状態にあり、そのうち少なくとも連続して90日間は湿潤の状態を保つ土壤である。ルピソルは地形的にビジャ・アジェス (Villa Hayes) の低位部にあるルピソル・グレック (Luvisol Gleyic) 及びもつと高い地形の所に存在していて褐色から明るい褐色のルピソル・オルティック (Luvisol Orthic) に分類される。

#### ⑤ニトソル

ビジャ・アジェス (Villa Hayes) とベンハミン・アセバル (Benjamin Aceval) では層位の発展が非常に良好で深く、排水も良く、その色は黄赤色 (7.5YR) で、粘土質層位に有機塩基物含量が50%以下であるニトソル・ディストリック (Nitrosol Dystric) が確認された。

ニトソルは浸透性が高く保水力が低から中程度である。水及び植物根はともに地下に良く入り通気性も良く、植物根の発達に十分な深さを持っている。機械化による耕作も容易であり、排水も速やかに行われる。土性は砂質壤土であり、土壤のイオン交換能力が低く、根群域には置換性アルミニウム、炭酸ナトリウム、その他のナトリウム塩などはなく、チャコ地域の中では農業に適した土壤である。

#### ⑥ブラノソル

ブラノソルは平坦な地形に発達し、その表層は薄い。粒度は中位で多孔質粒状溶脱性の土壤でありその下には塊状または角柱状の粘質な層がある。この土壤は浸透速度が遅く排水不良であり、保水力が高く、常に酸欠状態で、根の発達に良くない。この土壤が低地または窪地の場合は水分は長期間滞水する。したがって、排水によって滞水をコントロールして、表層及び次表層に滞水することを防ぐ必要がある。このような改良を行うことによって農業的利用が可能となる。

#### ⑦ソロネッツ

ソロネッツは置換性ナトリウムの成分が多い粘土集積層のナトリックB層が発達している塩類土壤である。サブ地表層位における高い交換性ナトリウムの含有率は地表層位においても時として該当する。置換性ナトリウムの含有率が15%かそれ以上で陽イオンの交換容量を越えている。このような高いナトリウムの飽和状態では安定性をなくし、地表層位がますます浸透性を失う。そのため、降雨後は少ない降雨量でも雨水は地表に残ってしまい、浸透量が少なく、蒸発量が多くなる。

#### ⑧グライソル

グライソルはグライ層を持つ排水不良の水成土壤で、河川の氾濫地の代表的な土壤である。排水不良が主な制限因子であり、この土壤の土地利用は粗放的で氾濫のない時期は放牧として利用されることが多い。

### (3) 各土壤の農牧業開発への適用

土壌調査の結果から調査地域の土壌の農業、牧畜業等に対する適性については次の事が考えられる。

a) 農業開発適地の土壌

調査地域内の土壌の中で、農業に最も適した土壌はレゴソル、ゼロソル、ルピソル及びニトソルであるが、ニトソルはアスンシオン近郊地区に分布し、それ以外は調査地域の北西部に分布している。また、調査地域の中央部から南部にかけてはソロネッツが分布している。

①パラグアイ河右岸地区

この地区は、フルピソル・エウトリックが帯状に分布している。この土壌は排水による浸食危険度が高く、排水の浸透速度が遅く排水不良であり、よく湛水がおきる。有効深が極めて浅く、断面各層の水分は過剰の状態にある。この地区は排水によって滞水をコントロールして、表層及び次表層に滞水することを防ぐ必要がある。このような改良を行うことによって農業的利用が可能となる。

②アスンシオン近郊地区

この地区は、プラノソル、ニトソル及びグライソルが分布している。

③ボソ・コロラドの北部地区

この地区は、南部地区と同様に、ルピソルが分布している。

④メノニータ入植地の南部地区

この地区は、レゴソル、ゼロソル、ルピソル及びフルピソルが分布している。

⑤メノニータ入植地の東部地区

この地区は、南部地区と同様に、レゴソル、ゼロソル及びルピソルが分布しており、土壌の点からは南部地区とほとんど同じである。

b) 畜産開発適地の土壌

畜産開発適地として考えられる調査地域の中央から南部にかけてはソロネッツが分布している。

### 1. 3. 2 土地利用

#### 1) 調査内容

調査地域の現況把握と土地利用の現状を把握することに重点をおいて関係資料の収集、現地調査を行った。現地調査は例年にない大雨のため、アスファルト舗装された幹線道路から支線道路（土砂道路）へは晴天が続いた後でないと調査に行けず、支線道路から先については、さらに通行が難しく、調査が非常に困難であった。主な調査内容は次のとおりである。

①土地利用に関する資料の補足収集と整理・分析

②リモート・センシング調査で実施した土地利用可能性分級図及び第1次調査の結果に基づき、想定した土地利用可能地の検証及びその現状調査

③土地所有区分についてパラグアイ国政府関係機関との協議

#### ④道路状況調査

### 2) 調査結果

#### (1) 植生と土地利用の現況

ここ数年、調査地域内のメノニータ入植地の土地利用が進み、リモート・センシング調査結果では農耕地とされていない所が、現時点では農耕地に変わっている所がかなりあった。他の地区ではリモート・センシング調査と現在の土地利用状況の間にはほとんど差がない。また、森林と疎林・低木林の分布を付属書図4.3.3に示す。

リモート・センシング調査による現況の土地利用は以下のとおりである。

- ①林地は調査地域の半分近くを占め、南東部を除いた全域に分布しており、面積が約330万haである。
- ②農耕地（区画された耕作地で牧草地も含む）は約20万haで、調査地域内のメノニータ入植地（綿、落花生などを栽培）及びアスンシオン近郊（サトウキビ、野菜・果樹栽培など）に分布している。
- ③乾性草地（微高地にみられる乾性の草地で、湛水状態にない草地）は約80万haで、調査地域全域に分布している。
- ④乾性草地で雨季に湿性草地（湛水状態）及び湿地（冠水状態）に変化するところは約90万haで、主として調査地域の南半分に分布している。
- ⑤湿性草地及び湿性草地で雨期に湿地に変化するところは約155万haで、調査地域の中央部に多く分布している。
- ⑥湿地は約55万haで、ピルコマーヨ河の上流域及びパラグアイ河沿いに多く分布している。

#### (2) 湛水状況

乾季（6～8月）に、降雨や河川氾濫水により湛水している湿地が連続している地域は、ピルコマーヨ河の氾濫域（モンテリンド川とコンフソ川の最上流部の範囲）とパラグアイ河沿い、及びモンテリンド川とネグロ川との間の低地である。その面積は約110万haで調査対象面積の15%を占める。

中間期では、ピルコマーヨ河の氾濫水がコンフソ川、モンテリンド川、ベルデ川の上流域にまで広がっているほか、ベルデ川の下流部、ジャカレノルテ川の下流部にも見られる。その面積は約130万haで18%を占める。

また、湛水域は、雨季（11～4月）にはコンフソ川の上・下流、モンテリンド川の上流、ベルデ川の中流、パラグアイ河の沿岸に見られる。その面積は約180万haで25%を占める。これらの湛水区域を付属書図4.3.4に示す。

#### (3) 道路状況

##### a) 調査地域の道路状況

調査地域の主要道路は付属書図4.3.6に示すように、①首都アスンシオンからポソ・コロラド、フィラデルフィアへと続く国道9号線、②ポソ・コロラドとヘネ

ラル・ディアス間の土砂道、③ポソ・コロラドとコンセプション間の土砂道、④アスンシオンとロハ・シルバ間の国道12号線、などである。これらの道路のうち、年間を通して通行可能な道路は国道9号線の舗装道路だけであり、降雨時若しくは降雨後は安全な通行と道路の維持管理のため、2～3日は道路が閉鎖され、通行不可能になる。現在、②のポソ・コロラドとヘネラル・ディアス間の土砂道についてはアスファルト舗装工事が進められており、調査地域の基幹道路として整備される予定である。

b) ポソ・コロラド～ヘネラル・ディアス間の道路状況

この間は道路幅8mの土砂道で、道路延長は180kmである。65km地点のタハマル (Tajamar)、124km地点のアバロス・サンチェス (Avalos Sanchez) を経由してヘネラル・ディアス (General Diaz) に至る。雨天時には道路の始発点にあたるポソ・コロラドのゲートが閉められて通行止めとなり、道路状況が回復するまで2～3日間待たされる。この道路はあまり交通量はない。ヘネラル・ディアスの町それ自体があまり大きくなく、主要な施設等もないことから道路の整備状況は良くない。146km地点、157km地点は道路が周辺部よりも低いいため降雨後の排水が悪く、これらの地点を通過するのは晴天が続いた後でないと困難である。また、ヘネラル・ディアスの中心街においても道路が悪く、交通に支障をきたしている。

c) クルセ・ロス・ピオネロス～タハマル間の道路状況

この間の道路延長は104kmである。クルセ・ロス・ピオネロスから道路幅12.5mの土砂道路を南下し、メンノ入植地 (Colonia Menno) を通り73km地点のパラ・トード (Para Todo) を経由してタハマルに着く。この区間はメンノ入植地の農耕地が多く、多くの農場・牧場の側面を通る。パラ・トードとタハマル間は若干交通量が少なくなるため、道路幅も狭まっているが (クルセ・ロス・ピオネロス～パラ・トード間の道路幅は12.5m、パラ・トード～タハマル間の道路幅は9m)、グレーダーにより道路が整備されている。若干の雨でも通行に支障がなく、降雨後の道路の回復も早いようである。

d) ポソ・コロラド～コンセプション間の道路状況

この間の道路延長は146kmである。ポソ・コロラド (Pozo Colorado) から40km地点まで道路路床・路盤工事が進んでおり、このうち35km地点までは既にアスファルト工事 (舗装幅 B=6.4m) が完成している。また、コンセプション (Concepcion) 側も129km～146kmの区間はアスファルト舗装が完成している。その他の区間については土砂道路であり、59km～95km区間の道路状況はあまり良くない。道路工事の未施工区間においても、道路状況の悪い箇所にはヒューム管が所々に埋設されている。この区間では、生活物資、農畜産物等を満載した大型トラックが道路のぬかるみにはまり、動けなくなったり、道路が通行不可能になり、2～3日野宿をせざるを得ないケースが多い。この区間は雨期には湿地帯になり、ヤシ (パルメラ) が密生している所が多い。しかし、基幹道路が整備されるにつれ、ポソ・コロラドとコンセプションの両側から開発が徐々に進んでいるようである。

49km地点でガソリンスタンド、48km,64km,83km,85km,86km,93km地点には牧場があり、83km付近では開墾が進められている。

#### e) アスンシオン～クルセ・ロス・ピオネロス間の道路状況

この間は舗装幅 B=6.2mのアスファルト舗装であり、道路延長は 410kmである。117km地点のアグアライ・グアス川 (Riacho Aguaray Guazu)、153km地点のネグロ川 (Rio Negro)、210km地点のモンテリンド川 (Rio Monte Lindo)、269km地点のボソコロラド (コンセプションへの分岐点)、280km地点のボソ・コロラド (ヘネラル・ディアスへの分岐点)、325km地点のベルデ川 (Rio Verde) を通過して、クルセ・ロス・ピオネロスに至る。アスファルト舗装のため、降雨時の走行にも支障がなく、大型トラック、タンクローリー車等の大型車両の通行が少ないこともあって、道路の破損箇所も少なく、道路の維持管理状況は良い。

この国道9号線の 25km地点から 420km地点までの区間が調査対象地域になっている。降雨時には 253km地点と 284~285km地点の道路周辺地域は度々湛水区域となる。

#### (4) 土地所有状況

土地所有について担当している農村福祉院 (IBR: Instituto de Bienestar Rural) と協議を行ったところ、パラグアイ国の東部地域に較べて、チャコ地域は実態の把握が遅れており、特に調査地域のプレシデンテ アジェス県については土地所有の実態が正確に把握されていないのが実情である。現在、農村福祉院により1992年から2カ年の予定で土地所有の状況調査を開始したばかりであり、土地所有に関する十分な資料は本調査期間中には収集できる状況にない。

その後の農村福祉院による調査は予算不足により順調に進んでいない。農村福祉院によれば、一般的な調査方法は調査対象地域の土地所有面積の大きさにより 1/100,000、1/50,000、1/20,000などの土地所有区分図を作成し、さらに現地における測量によって詳細な地籍図を作成している。しかし、当調査対象地域は現地の道路状況が悪く、車両の乗り入れが難しいうえ、測量による境界杭の設置も容易ではない。

#### (5) 農地開発の現状

調査地域における農耕地 (区画された耕作地で牧草地も含む。) は約20万haで、綿、落花生などを栽培しているメノニータ入植地とサトウキビ、野菜・果樹などを栽培しているアスンシオン近郊に分布している。これらの地域では古くから農地開発が行われ、特に、フィラデルフィア (Filadelfia)、ローマ・プラタ (Loma Plata) では 1920~1940年代にメノニータ入植地ができた。また、最近はボソ・コロラドとコンセプションの両側から道路整備が進むにつれて、この道路の周辺で農地開発が徐々に進んでいる。

開発初期から現在まで、通常行われている森林の開墾には次の4つの方法がある。

①第1の方法は2台のブルドーザーが30~40m離れて鎖を張り、木を倒し、よく

乾燥させたくて9～10月頃に燃やす方法。機械を使うため作業が早く開墾のための工期を短縮できるが、生態系を破壊し、機械経費の増大も無視できない。

②第2の方法は木の大きさと量で異なるが、1台のブルドーザーで木を押し倒し、幅35mで抜開する方法。一般的には、この後、人力で木の根を集めてからブラウをかけ、播種機にローラーを付け牧草を蒔く。ブルドーザーの使用により、作業が早く、開墾に要する日数を短縮することができるが、作業時に表土が移動することと、機械経費が嵩む欠点がある。

③第3の方法は重量が40tもあるピサモンテ (Pisamonte) という機械で木を踏みつぶして砕き、この木を15日程度で燃やしてしまう方法。この機械は1.4ha/時間の作業能力がある。この方法がいちばん安い販売できるような木材を探ることができずピサモンテの機械が重いため運転が難しい、などの難点がある。

④第4の方法は斧を使い、人力により木を切り倒し、山を切り開く方法。倒した木を約1mに切り、1人1日で4～5m<sup>3</sup>の作業をし、この切った木を売り渡す。通常、130～150m<sup>3</sup>/haの木が伐採されるので約60t/ha (1m<sup>3</sup> = 0.41tとして)の木材が発生する。伐採後3～4カ月すると木材の重さが20%程軽くなるので、早めに処分する必要がある。この方法は重機を使わないので、表土が保護され、切り倒す必要のない木を残すことができ、木材として販売が可能であるが、人力作業のため作業能力が悪く、木の根、株が残っているため農業用の機械が入れないという短所がある。

調査地域には大土地所有者による牧場が多く、それぞれが農地開発に必要なブルドーザーやトラクターなどを保有し、森林の伐採、木材の運搬、牧場や農場の整備、道路の維持管理に活用している。

現在は、機械の性能の向上と保有台数の増加により、容易に機械による農地開発が可能になってきたが、開墾後の農地の利用を考えると、表土の移動は極力抑えるべきである。

## (6) 土地分級

本調査に先立ち、リモート・センシング調査が実施され、次のような主題図が既に作成されている。①フォールス・カラー画像 (S=1/250,000) 乾期、雨期、②植生・土地利用図 (S=1/250,000) 乾期、雨期、③土壤分類図 (S=1/250,000)、④湿地分布図 (S=1/250,000) 乾期、中間期、雨期、⑤湿地変化図 (S=1/250,000)、⑥土地分級図 (S=1/250,000)、また、これらの各種主題図から①開発可能性分級図、②土壤生産性分級図 (肥沃土、ナトリウムの過剰障害)、③土地利用可能性分級図 (畑、草地、総合) が作成されている。

本調査ではこれらの主題図及び分級図を活用して、①地形 (標高、傾斜)、②現況土地利用と植生、③土壤、④湛水状況、⑤環境、などを勘案して、各種土地分級図を検証した。その結果、大きな差異のないことを確認した。

## (7) 土地利用区分

土地利用区分は、リモート・センシング調査で土壤、湿地状況及び植生・土地利



用状況をもとにして作成した土地利用可能性分級図などを基本にして、①開発適地（農業開発適地、畜産開発適地）、および②開発ポテンシャルの低い地域（常時湛水地、河川・湖沼）を選定した。

また、パラグアイ国の法律、政策・方針により、①国立公園に設定されている区域、②環境保護区域、③史跡などの文化資産保護地に設定されている区域、④メノニータ入植地、⑤メノニータ入植地周辺の一部の先住民保護区域、の5区域を開発対象外地域とした。

本計画では、当地域の自然環境条件の脆弱性を十分に考慮し、その保全を図りつつ、土地の有効利用のために、この地域の生態特性を生かした利用形態としなければならない。さらに、生産基盤の整備に要する事業費を最小限にして最大の事業効果を得るために、自然条件を考慮しながら、農地開発計画、灌漑・排水計画、営農・栽培計画などを総合的に検討した。その結果、本計画では次のような土地利用区分とした（付属書表4.3.2に土地利用区分面積を示す）。

開発計画対象除外地域は4,307,000ha（調査地域の59%）、開発計画対象地域は2,993,000ha（調査地域の41%）である。

a) 開発計画対象除外地域

(a) 国立公園に設定されている区域（280,000ha）

パラグアイ国内で16か所が環境保護区域として法律でその保護が指定されており、調査地域ではティンフンケ（Tinfunque）国立公園が該当している。

(b) 環境保護区域（1,736,000ha）

農牧省環境局及び天然資源局とパラグアイ・チャコ基金（Fundacion Chaco Paraguayo）によって昨年から2カ年間にわたって「パラグアイ国西部地方における保護しなければならない優先地域」についての調査が実施され、本調査地域では、このうち16か所が該当している。現段階ではこれらの環境保護区域の指定について法律では定まっていないものの、環境保護の重要性からこれらの地区を環境保護区域とした。

(c) 史跡などの文化資産保護地に設定されている区域（保護すべき面積は明示されていない。）

国防省国立公園・史跡局（Ministerio de Defensa Nacional, Parques Nacionales y Monumentos Historicos）によれば、パラグアイ国内では1930年代のチャコ戦争の史跡等の文化資産が多く、法律第946号によってこれらの文化資産の保護、回収及び修復などが規定されている。

チャコ地方には12か所の保護すべき文化資産があり、また、調査地域にはこのうち次の9か所の戦争当時の砦が指定されている。①Fortin Sorpresa（Adolfo Rojas Silva）、②Isla Poi o Villa Militar、③Fortin Boqueron、④Fortin Nana, ⑤Fortin Gondra、⑥Fortin Munoz、⑦Fortin Arce、⑧Fortin Falcon、⑨Pozo Favorito。ただ、これらの指定地についてそれぞれの保護すべき面積は明記されていない。これらの保護すべき史跡等の文化資産の位置図を付属書図4.3.5に

示す。

(d) 開発ポテンシャルの低い地域

年間通して湛水している区域では農業・畜産による営農が難しいことと、自然環境保護の観点から、常時湛水地の1,801,000haを開発ポテンシャルの低い地域とした。また、河川・湖沼の29,000haも同様の扱いとした。

(e) メノニータ入植地(405,700ha)

①同入植地のほとんどが既に開発済みであること、また、開発残地についても同入植地についても既に計画済みであること。②同入植地が独自の社会とそのシステムを有していること、による。

(f) メノニータ入植地周辺の一部の先住民保護区域(55,300ha)

メノニータ入植地、ASCIM (Asociacion de Servicio de Cooperacion Indigena Mennonita) などの機関から技術および経済面での協力を受け、それらと関係が深い部族の住む区域。

b) 開発計画対象地域

開発計画対象地域は6.2.2の項「開発計画対象地域の選定」を参照。

(8) 開発計画対象地域の現況

a) 農業開発計画地域

①アスンシオン近郊地区

アスンシオン近郊のベンハミン・アセバル (Benjamin Aceval) 及びビジャ・アジェス (Villa Hayes) を含む地帯で、標高は約60~100mで地区面積は9,000haである。土壌はニトソル、ブラノソル地帯である。この地区ではサトウキビなどが栽培されているほか、自然草地となっている。

②ボソ・コロラドの北部地区

ボソ・コロラドの北部でアスンシオンから約320kmの地点に位置し、標高は約95~110mで、地区面積は76,000haである。土壌はルピソル地帯である。自然草地と年間のある時期に湛水する若干の湿地帯があるが、ほとんどが森林地帯である。地区内を東西にベルデ川が流れ、これに平行して道路もあるが、道路事情はあまり良くない。

③メノニータ入植地の南部地区

メノニータ入植地の南部からアバロス・サンチェス (Avalos Sanchez) 周辺からなり、標高は約115~135mで、地区面積は68,000haである。土壌はゼロソル、レゴソル、フルピソル地帯である。現況は一部、自然草地があるほかはほとんどが森林地帯で、地区内の道路はメノニータ入植地及びボソ・コロラドへ連絡しており、状況は比較的良いほうである。

④メノニータ入植地の東部地区

メノニータ入植地の東部周辺の3ブロックからなり、標高は約105~130mで、地区面積は185,000haである。土壌はゼロソル、レゴソル、フルピソル地帯である。一部、自然草地と疎林・低木林があるほかはほとんどが森林地帯であり、湛水

区域は見られない。当地区はメノニータに境界を接するものの、道路はあまり整備されていない。

b) 畜産開発計画地域

土壌としては地区内の北部にブラノソルが分布しているが、ほとんどがソロネツツである。地区内には年間のある時期に湛水する湿地帯があり、疎林・低木林が若干あるほかは、ほとんどが自然草地と森林地帯であり、牧場として利用されている所もある。地区面積は2,655,000haである。

#### 1. 4 環境・農地保全

(主報告書と同じ)

## 1. 5 かんがい・排水

### 1. 5. 1 かんがい・排水及び水管理

#### 1) 調査内容

既存資料の分析、現地調査および航空機による上空からの視察により、排水不良の状況を把握するとともに、農家、関係政府及び試験研究機関からの聞き取り調査を行い、かんがい・排水の現状調査を行った。

#### 2) 調査結果

調査地域のほとんどは、系統的にかんがい・排水設備が設けられたことは無く、従って、水管理の概念もない。しかし、調査地域の一部では、農業機械の使用を可能にするための排水溝設置を行い好結果を得たこと、また牧畜の飲料水確保のため河川を締め切って、降雨水を貯溜したことによって隣接農地への塩害が生じたこと、等の経験があり、農地の水管理に関する意識は高まってきている。現地の状況及び聞き取り結果は以下のとおりである。

##### (1) メノニータ入植地

同入植地のローマ・プラタにあるメノニータ入植地農畜産普及所の聞き取りによると、入植地内にはかんがい・排水を系統的に実施した実績はないが、家畜の飲料水を確保するため、各農家が独自に自然河川をせき止めたことがある。しかし、このことは貯溜された水が浸透し、地下の塩分を地表に持ち上げてくるため、塩分濃度が増加して家畜の飲料水として不適になるばかりでなく、隣接農地も地下水位上昇のため農地の劣化をきたした。そのため、主としてベルデ川流域に設けられたこの種のダムの取り外し運動が展開されている。

同入植地内で塩害を受けている農地面積は明らかではないが、収穫量の減産から推察すると、既に農地の1/3程度は何らかの形で劣化しているものと思われる。この様な経験があるため、かんがいについてはかなり批判的で、もしかんがいを行なうのであれば、作物の根域だけに給水する方法を採用するしかなく、点滴かんがいにより根域湿度を自動的に測定して、給水をコンピューターで制御するシステムでなければならないとの意見を持っている。この方法によるコストを試算すると、3ヘクタールを1単位とした場合にUS\$ 4,000/haとなって、現状の営農では採算がとれないのは明らかである。一方、排水についても、メノニータ入植地地区は勾配がほとんどないため、排水された水の持って行き先がなく、非常に悲観的な意見であった。

数年前、約1/2 haの農地を対象に試験的に点滴を行なったことがある。主作物は綿花と落花生で、水源はタハマルから地区内高所に設置したオーストラリア式貯水槽に揚水した水を使用した。この試験結果についての評価は、残念ながら行われなかった。

## (2) メノニータ入植地農業試験場

本試験場はFERNHEIM入植地内にある。選定した理由は本試験場の土壌がメノニータ入植地区内の農耕地を代表するものであることによる。試験場の目的は、1年生・多年生作物、牧草および防風林用樹種の適性を試験することであり、栽培条件や作物栽培のための投入量試験等は行なわれていない。したがって、かんがい・排水に関する試験等の実績はなく、同試験場での唯一の水利用は、場内最低標高地に貯まった水を防風林用苗床に散水することである。

## (3) 中央チャコ試験場（農牧省—ドイツ技術協力財団）

本試験場の正式な開所は1992年6月であるが、活動は約1年前から開始されていて、チャコ中央地の農業環境に適すると思われる栽培作物を世界各地（特にオーストラリア）から取り寄せて、それらの適性を試験している。土壌肥沃度の分析も行なわれていて、有機質および燐酸が不足していることが分り、また、農地は非常に圧密されて土壌構造が悪いことが観察されている。試験場内にかんがい・排水を導入する計画はない。

試験場職員等の飲雑用水として、試験場内の家屋は天水を地下貯水槽に貯めるように設計されており、試験場建物面積 2,500㎡に対し90m<sup>3</sup>の規模の貯水槽4基が設置されている。また、職員家屋11戸に対し90m<sup>3</sup>の貯水槽6基が設けられている。試験場には現在これら以外の水源は用意されていない。

## (4) ベンハミン・アセバル(BENJAMIN ACEVAL) 地区製糖工場農地

この地区にある製糖工場(CENSI & PIROTTA)は約100年前から操業していて、同工場所有サトウキビ栽培地350haを含め、この地域の農家栽培耕地1,500haから収穫されるサトウキビを処理している。

製糖工場所有地内で1986年に畦かんがいの試験を行なったが、技術評価も経済評価も行なわれずに終わってしまった。この試験に用いた水源は製糖工場隣接のタハマルの水で、ポンプにより揚水して試験耕地内土水路に導水し、水路内に木製の移動堰を設けて圃場内に分水する方式である（製糖工場内にある唯一の写真から判断した）。

製糖工場所有農地(350ha)には全長10kmの排水路があり、一部の耕地には暗渠が設けられてあったが、十分には機能していなかった。ここでの排水の目的は、耕地内での機械作業を可能にさせるもので、土地改良のそれではない。排水路の深さは約0.8mであり、場所により1.0mを超える所もある。耕地の低部にあつては、必ずしも十分な排水能力があるとはいえないものである。排水路の保守管理は年に1度行なわれている。耕地の一部3ha位の面積に対し、数年前に暗渠が設けられた。現場での観察では、予期した排水は行なわれていない。この暗渠は深さが1.0m、間隔は50mで配置されている。設置作業は人力により行なわれ、深さ1.0m、底幅0.3m、表面幅1.0mの溝を掘り、底から約0.5mの高さまで石を積み上げ、その上部にプラスチック・シートを被せて覆土をする構造となっている。1ha当たりの暗渠を200m(50m間隔として算定)として、現行の人工賃(6\$4,000/m<sup>3</sup>)、石材(G

S14,250/m<sup>3</sup>）、アスファルト紙(GS410/m<sup>2</sup>)の費用から概算すると、暗渠1mの工事費は約US\$4.4(1US\$=GS1,470)となり、1haあたりでは約US\$880となる。しかしながら現場での聞き取りによると、人夫賃は製糖工場の労力を利用すれば安価で済むが、石材等の材料費は外部から入手するので高価となり、試算すると1ha当たりの工事費は約US\$550となる。

#### (5) 文献からの調査

パラグアイ国農牧省/イスラエル外務省-1989/12月のDOC.PAR/88/009によると、FERNHEIM入植地内の一農家(ISBRANT KEHLER、但しこの農家がプロジェクト対象地域内に存在するものかどうかは不明)が1986年に約1.5haの農地に野菜栽培を準点滴かんがいで行なったようである。これは、薄膜軟ポリエチレン管に穴を開け、この穴から直接作物に給水するという簡単なもので、効率が悪いが、低費用であり結果も上々であった。しかしながら、十分な水が得られなかった為、計画した収量には達しなかったようである。キュウリは13.3t/ha、トマトは45t/haとなっている。同農家の意見では、高価な適定かんがい器具を購入してまで、かんがいをする意向はないとのことであった。

### 1.5.2 排水不良の原因調査

#### 1) 調査内容

現地調査および航空機での地表観察により、地域内の地形、植生、土壌と排水の現状、及び河川の蛇行、旧河川内の三日月湖の形成と植生変化等の状況から排水不良要因の考察を行なった。

#### 2) 調査結果

排水不良の原因について全調査地域を一律に論じることはできない。ピルコマーヨ河がチャコ地域が形成される以前に海に流入していたポリピア領イビボボ(YBYB0B0)を扇の要として、ピルコマーヨ河とモンテリンド川とが形成する扇状地帯と、モンテリンド川以北の地域を東部と西部に分けて考えるのが妥当であろう。

##### (1) 勾配

現地調査において、一面湛水している地区内では水面勾配は全く観察できなかった。平均的な数字としては、チャコ地域の北西部から南東部にかけての勾配が1/5,000、最も勾配のあるレオン岳を除いて、ピルコマーヨ河沿い上流部からパティーニヨ湿地帯までの勾配は割りと急で1/3,300あり、ピルコマーヨ河は湿地帯に至るまでは相当早く流れていることが知られている。当然ながら、この湿地帯を水源に持つモンテリンド川以南のパラグアイ河に流入する川の流域地の勾配は約1/6,000と小さい。

ピルコマーヨ河とモンテリンド川に囲まれ、パラグアイ河を扇の縁とする三角地帯に停滞した水の排水は、パラグアイ河の水位の低下により可能となる。モン

テリンド川以北の川は、西から東に向かって蛇行しながらパラグアイ川に流入するため実際の川の勾配は極端に緩いが、川に沿った土地の平均勾配は 1/5,000～1/6,000である。

勾配が少ないことは勿論排水不良の原因であるが、この地域に形成された土壌の成因とも相互に関係していると思われる。

## (2) 土壌

地域内の排水不良の原因は、この地域に形成された地質、地形、そしてこれら自然条件下で生成された土壌の性質と相互に関連し合っている。地区内土壌も二次的原因による洪水あるいは風による沖積物の再配分が行なわれる。雨期の直後に浸水があると、シート状の水が西から東に流れ、この作用により土の粒土分布が変化する。雨期に起こる洪滞水は、地域内の地下水位の上昇というよりは、主に不透層を形成している粘土層の上に滞っている水によるものと考えられる。この粘土層の形成(Argilizacion)は、乾期における土壌温度が最高になる時期と一致していて、土壌が徐々に乾燥しきる時期に最も活発になるようである。一方、粘土移動が最高になる時期は、乾期の終りに土壌が再び湿度を持ち始める頃と思われる。

勾配が小さいことと、微地形の変化が非常に少ないことから、排水は困難なので、雨水を土壌に浸透させようとしても、前述の粘土層の形成と粘土移動作用により、根域の空隙は粘土で詰ってしまう。(A.C.S.Wright)

チャコの土壌は、肥沃度は高いが有機質の形成不足と前述の粘土層形成、粘土移動作用のため、土壌の団粒構造が悪く、非常に圧密された状態にあり、水の地下浸透を困難にしている。アドベ化作用(Adobeficacion-JICA/JALDA命名)により土壌の団型化が進み、土壌の見かけの比重も 1.5に達している(中央チャコ農業試験場 MAG-GTZによる)。

## (3) 河川の蛇行

河川の蛇行運動と土砂沈殿作用とが自然排水路を変え、確定された排水のみお筋が出来にくいという事実は、排水不良の原因の一つと考えられる。当地方のように、降雨パターンが数年から10年を一周期としている地域で考えられることは、仮に非常に蛇行密度の高い川が雨量の比較的多い年には普通の流れ方をしているも、乾燥年には流れが極端に少なくなったり、或いは停滞した場合、みお筋が塞がり易い状態になれば、その時点で土砂、特に粘土の沈殿が起こり、付近の水生、椰子等その条件に適合した植生の侵入が早まり、自然排水路は排水不能に陥り、次の増水時には、新しい排水可能な場所を求めてみお筋が作られるものと思われる。

この様にして蛇行河川内で次々と三日月湖(溜)が作られ、付近にあまり高低差がないため水は新しい捌け口を求めて流れ出ると思われる。

## (4) その他

チャコ横断国道は、ピルコマーヨ河とモンテリンド川に囲まれるデルタ地帯を、



ピルコマーヨ河のパラグアイ河入口よりモンテリンド川中流地点に向け、北西に遮断している。この国道の上流側から主要な地点で自然排水路が下流側に国道を横断してはいるが、必ずしも十分に排水されていない。この為、国道の盛り土が堰となって上流側からの排水を妨げていることが考えられる。また、地区内低位部が遊水地の作用をしているので、これが排水不良の原因にもなっている。

## 1. 6 栽培・営農

### 1. 6. 1 栽培

#### 1) 土壌

調査地域の土壌分布を見ると、ゼロソル、レゴソル、ルピソルが調査地域の北西部、すなわちメノニータ入植地及びその周辺に、また、ニトソルはアスンシオン近郊地区に分布しており、これらの地域は本調査において農業開発計画地域選定されている。これらの土壌の詳細な特性については「3. 1 土壌」に記載されている。いずれも農作物の生育に適している点では共通している。

土壌分析結果によると、農業開発計画地域の土性は埴壤土～砂質埴壤土で、多くの作物栽培に適している。pHは、土層の深さ、地区にもよるが、5.7～8.5程度で、導入を予定している畑作物にとってはおおむね栽培に適している。また、リン酸吸収係数については20～30程度と非常に小さく（通常は2,000～3,000程度）、しかもカリの含有量が0.3～1.8me(ミリ当量)/100g程度と比較的多く（通常は0.3～0.5程度）、作物栽培に有利な条件を備えている。以上のとおり、農業開発計画地域に限ってみれば、その土壌は作物栽培にほぼ適しており、大きな支障はない。

#### 2) 作物

##### (1) 主な作物とその栽培体系

###### a) 畑作物

パラグアイ国の主要な畑作物は、綿、大豆、小麦、サトウキビ、トウモロコシ、キャッサバなどであり、小麦を除き、これらは全て夏作物である。なお、綿と大豆はパラグアイ国の主要輸出品目であり、両者で輸出額の6～7割程度を占めている。

調査地域内の主要な畑作物は、綿、落花生、サトウキビ、ソルガム、キャッサバ、ヒマなどである（面積、生産量、収量は付属書表4.6.1）。

###### (a) 綿

綿は、輸出用作物としてメノニータ入植地などで栽培されている。8～9月に耕起・整地、10～11月頃に播種する（20～25kg/ha）。除草作業は通常6回（機械4回、手作業で2回）、薬剤散布（殺虫剤）6回程度の後、2～3月頃に収穫する（収量は平年で1,200～1,300kg/ha）。収穫は通常機械で行うが、小規模栽培の場合及び大規模栽培でも低収量が予想されるときは手摘みで行う。その場合、人手を要するが繊維が切断されず機械収穫に比較し品質が良好となると言われている。品種はほとんどがReba288（別名LINEA100）である。

###### (b) 落花生

落花生も、綿と同様、輸出用作物としてメノニータ入植地などで栽培されている。8～9月に耕起・整地、9～11月に播種（50～60kg/ha）、綿と同程度の回数

の除草、薬剤散布の後、2～3月頃に収穫する（収量は平年で1,000～1,200kg/ha）。ただし、品質による価格差がないなどの理由により、防除を行わないこともある。主要品種はStarである。

(c) サトウキビ

サトウキビは、製糖用原料として、アスンシオン近郊のベンハミン・アセバルなどで栽培されている。通常は2～4月（8月～11月の場合もある。）に苗を植付け（8～10t/ha）、中耕・除草は2回まで、化学肥料（15-15-15など）及び除草剤を用い、収穫は早生（6～8月）、中生（8～9月）、晩生（9～11月）の各品種をあわせると6～11月にわたり（収量は平年で50t/ha）、植付けの翌年から毎年夏季の期間中続く。通常は、1回の植付けで5年程度株出して栽培する。年数を経るに連れ収量は次第に低下するので更新をすればよいが、費用がかかるので、この程度の年数は更新しない。品種は多数あるが、早生のSP48103、TUCUMANA6724、TUCUMAN A5619などが中心である。

(d) ソルガム

ソルガムは、夏季には配合飼料の原料として種実を収穫する栽培が、冬季には青刈にして家畜の飼料とする栽培が行われている。種実用の場合は、8～9月に耕起・整地、10～11月頃に播種（5kg/ha）、2回程度の除草作業（機械）の後、5～6月頃収穫する（収量は平年で1,800kg/ha）。青刈用の場合は、綿、落花生などの夏作物の後作として3月頃播種、2～3回の刈取りの後、7月に鋤込む。冬作のソルガムは、サイレージとして家畜の飼料とするほか（収量は平年で20t/ha）、鋤込んで緑肥とする意味もあり、また、冬季の風食防止にも役立つなど意義が大きい。なお、家畜の飼料として使用する上、商品作物ではないので経費を極力かけない意味からも、薬剤は使用しないで栽培している。品種については、ハイブリッド品種が使用されており、主要品種はFredy(サイレージ、牧草兼用)、Sileca1844(サイレージ用)、Alesc-Chaco(種実用)などである。

(e) キャッサバ

キャッサバは、商品作物ではなく、主に農家の自家消費用として栽培されているため、通常は薬剤を使用しない。苗さしは8～9月頃に行い、手作業による2～3回の中耕除草程度の簡単な管理作業を行う。収穫は品種により幅があり、翌年の3月頃から年間にわたる（収量は16t/ha程度）。

(f) ヒマ

ヒマは通常は永年性作物であるが、調査地域の場合、高木であると手作業の収穫が困難になるという理由から、低木品種を一年生作物として栽培している。播種は、降雨の状況により10～2月の間に行われるが、降雨がなければ播種しない。除草作業は2回（機械作業と手作業が1回ずつ）で、殺虫剤、殺菌剤は使用しない。収穫は、播種から140～160日で、10月の播種なら3月頃となり、手作業で行う（収量800kg/ha）。品種はLynnが中心で、ハイブリッド品種(Baker44, Baker72など)は収量は良いが種子が高価であるので使用しない。

(g) その他

以上のほか、最近では、ゴマ、ヒマワリ、ペニバナといった油料作物がメノニータ入植地で栽培され始めている。ゴマとヒマワリは夏作物で、9月頃に耕起・整地、10月頃に播種、2～3月頃に収穫する。一方、ペニバナは冬作物である点の特徴であり、3月頃に耕起・整地、4～5月頃に播種する(15kg/ha程度)。除草は機械作業で2回、薬剤散布(殺菌剤、殺虫剤)は発生した場合のみ行い、10～11月に機械収穫する(収量は平年で600kg/ha)。

b) 永年性作物

パラグアイ国の主要な永年性作物は、油桐(*Tung, Aleurites fordii*)、ダイダイ(*Naranjo agrio, Citrus aurantium*:葉はペティグレンオイルの原料)、マテチャ(*Yerba mate, Ilex paraguayensis*)、スイートオレンジ(*Naranjo dulce, Citrus sinensis*)、グレープフルーツ(*Pomero, Citrus paradisi*)などである。

調査地域の主要な永年性作物はスイートオレンジ及びグレープフルーツで、それぞれ数100tずつメノニータ入植地などで栽培されているほか、主に農家の自家用として、パイナップル、マンゴー、バナナ、パインアップル等がわずかに作られている。スイートオレンジ及びグレープフルーツとも、3月に播種、10～11月に接木、2年後から開花が始まり、結果樹では5～8月頃に収穫する。アスンシオンへの輸送費が高価なため、メノニータ入植地内で消費している。

なお、パラグアイ国東部においては、最近、マカダミア・ナッツ(*Macadamia integrifolia*など10種、うち栽培種は3種)の栽培が注目を集めている。マカダミア・ナッツは、かつてパラグアイ国に導入されたこともあるが経済栽培を目的としたものではなかった。しかし、近年世界市場では生産が需要に追いつかず、今後も消費の伸びをが想定される有望な作物として注目されており、1991年には研究協議会が発足し、計画的に栽培の拡大を図ることにしている。

c) 野菜

パラグアイ国では多くの種類の野菜が栽培されているが、中でもトマト、ピーマン、タマネギ、サツマイモなどは特に生産量が多い。

調査地域においては、アスンシオン近郊で、温暖な気候及び消費地に近いという場所の利便性を利用し、夏野菜としてトマト、スイカ、メロン、カボチャなど、冬野菜としてタマネギ、レタス、ニンジン、ニンニクなど各種野菜が栽培されている。なお、調査地域全体では、農家の自家用として様々な野菜が作られている。

(2) 調査地域の主な作付体系

メノニータ入植地では、主要畑作物である綿、落花生、ソルガムについて(付属書表4.6.2参照)、綿-落花生、綿-ソルガム(種実用)、落花生-ソルガム(種実用)という作付をほとんど全ての畑地で行っている。しかし、1年の中で見れば、適当な冬作物が少ないため、冬季は裸地となっている畑地が従来多かった、したがって、SAP(チャコ中央農牧業サービス)では、夏季(10月～4月)の

綿、落花生、ソルガム(種実用)などの後、冬季(5月~9月)にはソルガム(青刈用)又は緑肥作物(*Avena negra*、*Melilotus*など)を栽培することを奨励しており、その普及率(冬季に栽培が行われる畑地面積/全畑地面積)は3割程度である。

したがって、畑地の状況について、以上を取りまとめると、夏には綿、落花生、ソルガム(種実用)などが栽培され、冬には主にソルガム(青刈用)、*Avena n-ega*などが約3割、裸地が約7割ということになる。ただし、メノニータ入植地内の畑地は5万ha、草地は55万haと言われており、全体としてみれば冬季の裸地は少ない。

一般に、冬作物には、商品とならず現金収入につながらない作物が多いため、これらを栽培するのに農家が難色を示していることは理解できるが、冬季に圃場を裸地にしておくのは問題が多く、風食の防止、土壌養分のかん養、土壌の物理性改良等の点から、これら冬作物の栽培は大いに進展することが望ましい。

一方、アスンシオン近郊のサトウキビ栽培地では、サトウキビ(6年)-休耕(1年)-豆類(1年)という作付も行われている。一般に、サトウキビは地力の収奪が大きい作物であるため、当地では製糖会社の指針に基づいた細かな栽培指導が行われ、地力の維持・回復に効果をあげている。

なお、パラグアイ国東部では、主要作物である大豆と小麦について、大規模農家を中心に、大豆(夏作)-小麦(冬作)の繰り返し又は大豆の連作という作付が行われている。

### (3) 調査地域の畑地と放牧地の輪換体系

メノニータ入植地においては、SAPの推奨により、次のような耕種農業と畜産との圃場輪換システムが近年開始されたところである。

……畑地(3年)-放牧地(3年)-畑地(3年)-放牧地(3年)……

3年間は畑地とし(例えば、1年目…落花生、2年目…種実用ソルガム、3年目…綿)、その後3年間は放牧地というパターンの繰り返しであるが、実際にこの方法を導入している圃場はかなり少ない。土壌保全、地力増大、雑草防除等の点で、このような方法が効果があるのは従来から知られていたことではあるが、降雨が不安定で農作物の作柄が安定しないことに加え、作物の種類によっては販売価格が不安定である結果、農家経営が安定せず、圃場輪換を導入するだけの余裕がなかったのが実態であった。しかし、近年は、営農の重点が農業から畜産へと移行するとともに、価格が不安定な作物(例えばヒマ)の栽培を減少させた結果、経営が安定化の方向に向かっている上、長年の無肥料栽培により地力が次第に低下する傾向にあるという事実が一方には存在するため、このような方法を実施するだけの環境が整いつつある。なお、調査地域内のその他の地域においては、このような総合的な栽培体系はほとんど行われていない。

#### (4) 栽培上の制約要因

##### a) 風害

調査地域では、冬季には適切な商品作物が存在しないため栽培が行われないことがよくある。したがって、冬季の強風による作物自体に対する風害はあまりないが、風食による肥沃な表土の侵食が問題となっており、そのため、例えばメノニータ入植地では前記のように冬季にも作物を栽培し、圃場の保護と緑肥作物栽培による地力増進を図っている。EECC（チャコ中央試験場）でも、風食はこの地域の大きな問題ととらえており、その防止のための試験研究が行われている。これらのことから、畑作では防風林が求められているが、そのための造成費及びその分の畑地面積の減少がマイナス面として出てくる。

なお、調査地域では風食防止用も兼ねてヒマが栽培されているが、前記のとおり、収穫作業上の問題から低木品種を1年生として栽培するので防風効果が低いこと及び価格が低迷し採算割れも生じていることから、近年はその栽培面積が次第に減少しており、ヒマに代わる防風用の作物の選定も望まれるところである。

##### b) 塩害

調査地域では、地域内小河川から用水を採取し適切な排水を行わない場合など、管理が不適切である場合、塩害が発生する可能性がある。栽培に当たっては適切な管理が必要となっている。

##### c) 病虫害

調査地域の主要畑作物のうち、例えば綿については、主なものだけでも、アブラムシ(PULGON)、蝶・蛾類幼虫(ORUGA、BROCA)などの10数種類の害虫及びRhizoctonia、Pythium、Fusariumなどによる菌類病が報告されている。また、落花生、トウモロコシ、ソルガムなどについても、それぞれに病虫害が知られ、これらは調査地域での営農にとって、薬剤費の負担という形で制約要因となっており、環境保全の面からも的確な防除が望まれる。

また、パラグアイ国以外では綿の栽培上大きな問題となっていた害虫ビクード(Anthonomus grandis)が、1989年パラグアイ国東部に侵入している。従来パラグアイ国には存在しなかったことがこの国の利点であり、チャコ地方では現在までに確認されていないが、いずれは侵入するものと考えられる。メノニータ入植地を始め、調査地域内では綿栽培が年々衰退しつつあるが、依然として主要作物の一つであり、侵入した際には、薬剤費が更に営農上の負担となると予想される。

なお、近年、チャコ地方の落花生栽培において石豆(Granos duros; 豆が固くなる障害)の問題が発生している。原因としては、干ばつ、土壌(養分欠乏、老朽化)、遺伝、病気などが関与していると想定されているが、明確にはわかっていない。現在、原因の究明、対応策の検討が行われているが、いずれは大問題になると想定されるので、対策を急がなければならない。

##### d) 霜害

気象分野の調査結果にあるとおり、調査地域の中ではボソ・コロラド付近が最

も降霜の可能性が高いと考えられ（年間平均日数2.8日／年）、その他では年に1～2日程度であるが、その時期は6～7月に限定されている。したがって、この時期以外では霜害の可能性を考慮することはまず必要ない。しかし、例えば9月など、時期外れの霜があった例もあり、その場合は作物の種類、作付体系などの点で、霜には無防備であるため、熱帯作物、夏野菜など霜害に弱い作物では、降霜が予想されると、たき火、覆いにより多少とも被害の軽減を図るとしても、被害の発生は避けられない。以上のことから、調査地域において、霜害は、毎年対策を考慮すべき大きな制約要因ではないが、ときには被害が発生することもあるので注意を要する。

#### e) 干害

調査地域の降水量は800～1,300mmであり、総量としては決して少なくないが、降り方にばらつきがある。作物栽培は、例年の降雨量、降雨パターンを概ね前提として行われており、これから大きく外れ、作物の生育ステージの上で特に水を必要とする時期に降雨がない、例えば播種期においては播種のやり直し又は作付中止となることもある。また、登熟期の干害で収量が大幅に減少することもある。このような不安定さが、調査地域において耕種農業から畜産に営農の重点が移る大きな理由の一つとなっているおり、農業上の制約要因である。

#### f) 雑草害

調査地域は東部地域に比較し乾燥しているが、農耕地雑草は一般に通常の問題性があり、例えば、代表的作物である綿では、除草剤を最初に用いた後、機械と手作業を併せて6回程度の除草作業を行っており、落花生の場合も同様である。これらの手間と費用が負担となる。

#### g) 鳥獣害

調査地域においては、現在、全体としては牧畜が産業の中心であり、農業は特定地域以外ではあまり行われていないが、それでもトウモロコシ、ソルガム等に対する鳥の食害がある。しかも、もともと野生動物が多数存在する地域であるので、今後開発が進み、作物栽培が大規模に行われるようになれば、被害を及ぼすようになる可能性もある。なお、鳥獣ではないが、バッタが大発生し牧草に被害を与えたこともある(1985,86年)。

### 1. 6. 2 営農

#### 1) 営農状況

##### (1) パラグアイ国全体の特徴

パラグアイ国全体の農家を規模の点から大、中、小に区分すると、それぞれ次のような特徴を持ち、営農状況が明確に異なる。

##### a) 大規模農家

企業による農業経営も含め、大規模農家は十分な資本を有し、機械化された集

約的な栽培を行っている。金融については、公的機関ばかりでなく、民間銀行からも借入れが可能で、場合によっては自ら他へ融資することもある。種子は毎年更新する上、化学肥料、農業（除草剤、殺虫剤、殺菌剤）を大量に使用するため、これらを輸入している代理店と直接に交渉するだけの力を保有しており、有利な価格で購入することができる。

#### b) 中規模農家

中規模農家は、ある程度の土地と機械を所有し、機械までは所有していない場合でも畜力利用の機具は持っている。自給のほか商品作物生産を行い、収益を上げている。金融も利用できる状態にあり、公的機関の融資があれば化学肥料、農業を購入できる。しかし、化学肥料は高価な割には効果がなく購入するだけの価値はあまりないというのが中小規模農家の一般的な考え方である。ただし、殺虫剤については生産物の品質保持の上から必要であるとして使用するが、融資が得られず購入資金を手当てできない場合、仲買人が現物で支給しその価格分（一般価格より高価）を生産物の代金から後ほど差し引くという方法も行われている。種子についても同様である。

#### c) 小規模農家

小規模農家は、土地は借地、ほぼ自給自足の生活を行い、現金収入のため他へ働きに出ることも多い。畜力利用の機具も含め、機械や施設はほとんど所有していない。技術指導については、SEAGによりある程度は受けられるが、融資はあまり受けられない状態にある。化学肥料、除草剤は使用しないが、殺虫剤は必要最低限は使用する。種子は更新せず自給する。

### (2) 各栽培地域の営農

調査地域内で耕種農業が行われている主要な地域は、①メノニータ入植地、②アスンシオン近郊、③カンボアセバルの入植地であるので、これらの地域について記述する。なお、東部の日本人入植地の農家経営についても触れる。

#### a) メノニータ入植地

メノニータ入植地の平均的農家は、乳牛25～50頭、畑地50～60ha、改良草地100～150ha程度を所有し、全体で200ha程度の面積を所有している。経営類型では、畜産（肉牛、酪農）専業又は畜産・畑作複合経営が大部分で、畑作専業はごくわずかしか存在しない。家族構成は、祖父母、夫婦、子供3人程度が通常で、労働力は自家労働2～4名程度のほか、通年で数名程度、綿の収穫時などに数十名の雇用を行う例が多い。機械装備は、経営規模にもよるが、トラクター1～2台、小型トラック1台、コンバイン（綿、落花生収穫用）1～2台などを所有している。種子、農業等の資材については、すべて農協から購入しており、生産物の販売もすべて農協である。収益については、聞取り結果、乳牛の頭数、畑地面積から、2,000万～4,000万Gs.程度と推定される。この地域には、東部にみられるような極端な零細農は存在せず、技術、経営のレベルが比較的均質である点が特徴である。



技術指導、普及の面ではSAPが存在し、農家側に経費を伴うが、要請により技術者を派遣する体制になっているほか、ラジオ、刊行物等による指導も行っている。また、資金面では、農協からの融資が受けられる。

#### b) アスンシオン近郊

この地域はアスンシオンから国道9号で調査地域へ入って約25~35kmの所に位置し、ベンハミン・アセバル及びピジャ・アジェスの2つの町がある。ここにはCensiy Pirotta社の製糖工場があるため、ここに搬入する目的のサトウキビがこの地域の主要な作物で、調査地域全体の農作物のうちでも最も生産量が多い(栽培面積1,500ha、収量40~80t/ha)。農家数は、ベンハミン・アセバルで300戸余り(このうち製糖工場にサトウキビを販売しているのは160~170戸)、ピジャ・アジェスで10戸未満、平均的規模は5~20ha程度で、規模の大きい農家でも年間生産量は1,000t程度である。家族構成は、夫婦に子ども3~4人、サトウキビ収穫に雇用を必要とし、トラクター等の農業機械は所有していないことが多い。技術面では、製糖工場が施肥、防除、栽培管理等に関する技術指針を作成し栽培農家を指導し、また、農家に対する融資も行っている。工場と農家との間に書類による契約は存在しないが、農家にとっては他に販売先はなく、生産資材を工場側が貸し付けていることもあり、サトウキビに関しては工場の丸抱えの状態である。

この地域では、サトウキビを中心としながらも、都市近郊の利点を生かして各種の野菜を栽培しアスンシオンに販売しているほか、果樹、生乳について、自家消費向けに生産した余剰を販売している農家も多く、国内市場に通用する作物を生産するに足る技術レベルは有している。資金面では、これらの商品作物生産により、ある程度の資本蓄積を有し、公的機関の融資を受けられる状態にある。

なお、特殊な例ではあるが、糖蜜製造、養魚といった一般の作物栽培とは異なる経営も見られる。

#### c) カンボアセバルの入植地

カンボアセバルは、メノニータ入植地の南に位置する入植地(全面積18,750ha)である。300戸ほどの入植者の多くはパラグアイ国内での入植であるが、アルゼンチン(約50戸)やメノニータ入植地(約10戸)からの入植者も一部存在する。経営規模は様々であるが、概ね100ha程度が平均規模と思われる。主要な換金作物は綿で、182ha、17戸(最大35ha、最小2ha、1991年実績)で栽培されており、品種はほとんどがLINEA100である。

一方、販売用の酪農は1991年から開始され、メノニータの農協への販売体系が成立した結果、36戸が乳牛を飼養し、地域全体で約250頭、2,250リットル/1日の生乳生産量となっている(1992年実績)。乳牛の品種は雑駁で、ネロール、ブラーマン、セプー等本来乳用種ではないものの雑種のうち、搾乳可能な牛を利用している状態である。また、飼料となるソルガムは地域全体で312ha、4戸(最大250ha、最小12ha、1991年実績)で栽培されている。ほとんどの入植農家は、ポロット、キ

ヤッサバ、落花生、カボチャ、メロン、マンゴー等の若干の自家用作物を栽培している。家族構成は、夫婦に子供3～4人、綿の除草と収穫に先住民などを雇用するほかは自家労働で対応している。

多くの綿栽培農家は、メノニータ入植地の農協に対し、耕起・整地から収穫までの作業を全て委託し料金を支払うという方法で栽培している。この場合、農協職員やメノニータ入植地の農家ではなく、更に作業委託されたカンボアセバルの他の入植者が作業を行うこともある。ただし、綿栽培農家の中には、大規模で資本蓄積もあり、トラクター等の機械を自己所有し自ら作業を行っている農家もあるが、これはわずか3、4戸に過ぎない。

この地域には、農牧省の出先機関があり、SEAG（普及局）及びSENACSA（家畜衛生サービス）の職員が若干名駐在している上、メノニータ入植地にも近いため、SAPからの指導が受けられる状況にもあり、技術指導の面ではあまり問題がない。したがって、農家の栽培技術レベルは決して低いものではなく、綿については全量をメノニータの農協が買い取り、メノニータ入植地の農家の産品と同様に処理している。

#### d) 日本人入植地

調査地域外ではあるが、東部の日本人入植地3か所（ラ・パス、イグアス、ピラポ）についての資料（移住地農家経済実態調査、JICA 1992年1月）がある。この3入植地とも大豆と小麦が経営の中心であるが、肥料・農薬、機械等の資材を十分に使用して生産し商品作物として販売している。このことは、一戸当たりの農業経営費約3万ドルのうち、肥料・農薬費に最も経費がかかり（3～4割程度）、次いで雇用労働、販売経費が多い（1割以上）ことにも現れている。（付属書表4.6.4参照）。

### (2) 各栽培地域の問題点

#### a) メノニータ入植地

この地域の問題点としては、まず、長年の無肥料栽培により地力が次第に低下していることがあげられる。このため、前記のように緑肥の導入等の対応が図られている。また、自然条件及び市場への対応から、商品作物の中では綿、落花生で大部分を占める構造となっており、気候と価格の面で不安定要素がある。

このような問題もあり、近年では農業から畜産に生産の重点が移っている。耕種農業と畜産の生産額は7、8年前までおおむね半分ずつであったが、現在では、販売額で耕種農業は25-30%までに落ち込んでいる。その理由は、①燃料、農薬等の資材費、人件費等が高騰していること、②降雨の状況により生産が不安定であり、次第に収量が下落していること、③労働が過重であること等であり、前記のような輪換の作付体系や新たな適作物の開発等によって、これらの問題を克服することが農業振興上重要である。

#### b) アスンシオン近郊

この地域にはSEAGの普及所があり、主にサトウキビ栽培農家に対して技術指導

を行っているが、普及員はわずかに1名で、農家数からすれば絶対的に不足しており、サトウキビ以外にも野菜が栽培されているので、十分な対応は困難である。

また、都市近郊に位置するため、利用可能地は、農地以外にも住宅地、工場等に素既で使用されており、規模拡大を希望している農家にとって、開発可能な耕地は十分になく、面積の上で制約を受けている。

#### c) カンボアセバルの入植地

資金については、希望すればメノニータ入植地の農協から融資を受けられるが、前記のように、資本蓄積が十分でなく自ら機械を所有できない農家が大部分で、栽培を全て他に委託している状況にある。

収益については、畑地面積、間取り等から500~1,000万Gs.程度と推定されるが、綿については、売上額から委託費を差し引くとほとんど残らない農家もあり、生産も不安定で、自ら栽培している場合を除き栽培意欲が年々減退している様子で、赤字分は酪農、出稼ぎ、その他（商店経営、賃労働）等で補っている状態である。

また、メノニータ入植地と同様、ここでも耕種農業が年々衰退している。理由としたは、①降雨が不安定で収穫量に年々大幅な変動があること、②価格が低迷しており耕種農業のみでは赤字が出ることなどを表明しており、例えば、かつては100ha以上の栽培農家が存在した綿も栽培面積が減少してきている。酪農が導入されたのは、経営の安定を狙ったことであるが、他の牧場、農家への賃労働等に出ていることも多く、そうしないと収入の安定が図れない状況にある。

## 2) 農業技術

### (1) メノニータ入植地

ここでは独自に農業試験場を保有し、調査地域内での先進的な技術をもって営農を行っている。種子については、域内で生産したものを使用して毎年更新を行い、品質を確保しており、商品作物については品種がほぼ統一されている。試験場では、既に栽培が行われ地域に定着している作物の栽培試験のほか、新作物・新品種の導入に常に心がけているので、栽培地の自然条件に合致した作物、品種につき、その特性に合致した栽培が行われている。このような試験研究に加え、入植以来の経験があるので、自ずから環境に合致した栽培体系、作付体系により栽培が行われていると考えられる。

施肥については、約60年前の入植以来行っていない。試験場では施肥試験も行われているが、その結果、①増収してもそれ以上にコストがかかる、②乾燥が激しい地域なので、初期生育が良好であっても苗が傷む、③砂質土壌では地力が落ちており、マメ科植物を緑肥として導入し有機質をかん養した方が良い等の理由により化学肥料の施肥は行わない方が良いことが判明しているという。しかし、長年にわたる無肥料栽培の結果、地力が徐々に低下してきている模様で、作柄が不安定になっているという現状にある。このことが耕種農業離れに一層の拍車をかける結果となっていると思われる。このような事情があるからこそ、冬季に緑

肥作物としてAvenanegraなどのイネ科牧草を栽培することや、前記のとおり、3年ごとに畑と放牧地を輪換するシステムを奨励しているが、これはまだ開始されたばかりの技術であり、今後の展開が注目される。

なお、カンボアセバル入植地の農業技術は、綿作についてはほとんどメノニータ入植地に依存しているのではほぼ同等レベルであるが、酪農については、乳牛は従来の交雑種の中で泌乳量の多いものを使用している程度であり、メノニータ入植地とはかなりの格差があると推定される。

## (2) アスンシオン近郊

サトウキビ栽培では、品種は、早生（6～8月収穫）、中生（8～9月収穫）、晩生（9～11月収穫）のそれぞれにつき4～5種類が栽培されているが、早生品種の栽培が最も多く、工場側も早生品種を奨励している。基本的な栽培体系は前記のとおりであり、工場作成の栽培基準には、整地、畝立て、苗の選択、施肥、中耕、除草等につき大まかな説明があり、具体的には各作業時期ごとに注意事項を指示していて、栽培技術は工場による平準化が図られているといえる。なお、工場側には研究室があり、抽出率向上、生産物の品質向上などの研究のほか、土壌分析を実施しており、その結果による施肥指導が行われている。

野菜については、消費地である首都に近い、比較的温暖な気候である、地下水にも恵まれているという有利な環境を活かして多くの種類が栽培されているが、種類・品種の選択は、それぞれの特性が環境条件に合致しているかという点よりも、販売への適応を考慮して行われているのが実態である。それだけ環境条件がよいとも言えるが、自家消費も兼ねた比較的小規模な栽培が多く、作型の分化などは見られない。SEAGの普及員の指導はサトウキビが中心で、野菜についてはほとんど行われていないようであり、各農家が、経験により次第に既存技術を改善し、地域に適合した栽培を行っている様子で、国内市場向けに耐え得る産物を作るだけの技術がある。

## 3) 農業資材

### (1) 種子

パラグアイ国においては、農牧省の一機関であるSENASE（国立種子サービス）が種子の生産・販売を行っている。SENASEでは、種子生産農家から買い取った種子を販売するほか、野菜等の種子を輸入・販売している（詳細は、4.9「試験研究・農業支援」参照）。

メノニータ入植地においては、綿、落花生、ソルガム（種実用、青刈用）、牧草等の種子について、SAPが入植地内の種子生産農家を指導・監督して生産し買い上げる体制をとっており、品質試験（発芽率、水分含量等）のための施設、種子倉庫等を保有している。供給は、通常、域内の種子生産の分のみで充足している。種子の販売量（1991年）は、ソルガムが約150tで年に約20%程度の割合で増加しているのに対し、綿（約120t）及び落花生（約400t）は販売量が年々減少しており、畜産が伸びて耕種農業が衰退しているというメノニータ入植地の傾向がここにも現れて

いる。価格は、綿及び落花生が800~900G/kg程度、ソルガム1,000G/kg程度である。カンボアセバルについては、メノニータ入植地に近く、以上と同様である。

アスンシオン近郊のサトウキビ栽培については、製糖会社が苗を供給しており、量は確保されているが、栽培農家は経費節減のため、更新をなるべく控えるようにしている。野菜の種子については数万G/kg程度の価格であり、生産農家は、SE NASEが輸入、販売種子を毎年購入している例が多い。

なお、1992年には、パラグアイ国全体で綿の種子が不足するという事態が生じた。前年に干ばつがあり種子生産量が不足した一方で、大雨のため種子が腐敗し、播種予定面積に対する必要量を大幅に下回り、アメリカなどから輸入し急場を凌いだもので、当然ながら価格も上昇した。これは、ここ20年以上なかった事態であるが、国の代表的作物である綿でさえ、場合によっては種子供給に不安定性があることが判明した。

## (2) 肥料

パラグアイ国では化学肥料は全て輸入している。輸入量は約56,000トン、平均価格は200G/kg程度（CIF価格ベース）で、主要な輸入先であるブラジル及びアルゼンチンの両国で総輸入量の95%を占めている（1991年実績）。種類は通常の化成肥料、尿素、磷酸肥料などが中心である。

アスンシオン近郊のサトウキビ栽培では、製糖工場の土壌分析の結果に基づく施肥指導が行われており、化学肥料（15-15-15など）を工場側が供給し、その価格分を農家のサトウキビ販売額から差し引いて精算する方法になっており、量の確保に問題はない。メノニータ入植地では施肥を行っていない。

## (3) 農薬

肥料の場合と同様、パラグアイ国では農薬についても全てを輸入に頼っている。種類別にみると、殺虫剤及び除草剤は、輸入量がそれぞれ約1,100トン、平均価格8,000~9,000G/kg程度（CIF価格）で似たような状況であるが、総輸入量に占めるブラジル及びアルゼンチン両国の割合は、殺虫剤では25%程度、除草剤では75%程度で、殺虫剤の場合は輸入先国の多様化が進んでおり、ヨーロッパからの輸入も多い。一方、殺菌剤は、輸入量が約80トンと少ないが、平均価格は25,000G/kg程度（CIF価格）と高価である。輸入先国については、ブラジル及びアルゼンチン両国の占める割合は25%程度で、殺虫剤の場合と同様、ヨーロッパからの輸入が多い（1991年実績）。

メノニータ入植地では、農協が、アメリカ、ヨーロッパ等から代理店を通じ輸入しており、組合員である農家に販売している。綿と落花生に対して、多くの農家では殺虫剤（ディブテレックス、ディミリなど）及び除草剤（トレフランなど）を使用しているが、殺菌剤については、前記のとおり価格の問題もあって、場所と時期により発生した場合のみに限定して使用している。

アスンシオン近郊のサトウキビ栽培では、製糖工場の技術指導により農薬を使用しており、一般には除草剤だけで殺虫剤及び殺菌剤は使用しない。肥料の場合

と同様に、農薬は工場側が供給して後ほど精算する方法で、量の確保に問題はない。野菜については、殺虫剤のみを使用することが多く、栽培が小規模であるため除草は手作業、殺菌剤は必要不可欠な場合に限定して経費を節約している。

なお、調査地域外ではあるが、特殊な例として、東部では、大豆用の殺虫剤としてウイルス製剤を利用した生物防除を行っている農家があり、環境問題の点から参考となる。

#### (4) 機械

農業機械も、他の資材と同様、欧米、近隣のブラジル、アルゼンチンなどから輸入している。およその価格は、トラクターでは75HPで20,000US\$、110HPで30,000US\$、トラックでは2トンを40,000,000G、4トンを46,000,000Gである。したがって、一般の農家の収入からすればかなり高価である。また、例えば綿用コンバインの場合はおよそ180,000US\$と非常に高価で、これらの価格水準からすると、農業用機械を個人所有するのは経営にとって負担が過重となり、個人所有するとすればそれに見合う収入が得られるだけの営農が必要となる。サブソイラー、ディスクプラウ、ディスクハロー、播種機などのアタッチメントの価格は、種類、機能等にもよるが、およそ2,000,000~3,000,000Gで、各々はそれほど高価ではないが、作業に必要な一式を揃えればかなりの金額となる。

メノニータ入植地では、経営規模、作目とも、多くの農家で概ね同じであるため、機械装備も概ね一様で、トラクター1~2台、小型トラック1~2台、コンバイン（綿用、落花生用など）数台などを所有している例が多い。また、施設は、農機具庫1~2棟を所有し、これらの機械を保管しており、この点からも同質な農家が多い。

一方、アスンシオン近郊では小規模な農家が多く、大規模なサトウキビ、牧草栽培を行っている場合は別として、トラクターなどの農業機械はあまり所有していないが、地質上の特徴から、施設として地下水汲上用ポンプを使用して採水している例もある。

#### 4) 主な作物の生産費

##### (1) 畑作物

付属書表4.6.4では、調査地域内の主要畑作物である綿、落花生、ソルガム（種実及び青刈）、ヒマ、ゴマ及びベニバナについて取り上げた（1991年、機械化栽培）。

綿は、これらの作物中、粗収入（44万Gs.）及び生産費（38万Gs.）が最大であるが、収益率が他の作物より少ない（6万Gs.で15%）。綿は、他の作物と異なり、基本的に殺虫剤散布を何度も行う作業体系であり、このことは種子及び薬剤費が多いこと（9万Gs.）にも表れているが、機械費が多いこと（20万Gs.）の一因でもあると思われる。収益率は15%程度で高いとは言えない。

落花生では、作業別で播種費の割合が比較的大きい（20%）のが特徴である。種子価格は綿とほぼ同額であるが、播種量が綿の3倍程度であるため、結果として

種子代がかかることによると考えられる。収益率は20%程度で、綿よりは良いが高い値ではない。

青刈ソルガムは、数回の刈取り後に鋤込むという作業体系を反映して、機械費が最も多く（22万G/ha、費目別生産費の74%）、このことは作業項目別に見ても収穫費が格段に多い（21万G/ha、作業項目別生産費の68%）点にも表れている。

実取りのソルガムでも機械費の割合が多いが（75%）、生産費全体は青刈ソルガムの半分程度であり、その差は収穫作業費が大きく異なる点によっている。収益率は20%余りで落花生より多少高いが、これは生産費が少ないためで、収益自体は同程度である。

ヒマでは、他作物より人件費の割合が高い反面で機械費の割合が少なく、作業別では収穫費の割合が最大であるが、これらの点は手収穫によるためと考えられる。また、粗収入より生産費の方が大きく採算割れとなっているが、価格が低迷しており、この年は前年の半額であったためで、このような作物では価格の動向に注意を払う必要がある。

ゴマも、ヒマと同様採算割れとなっている。ゴマは調査地域での栽培の歴史が浅く、綿、落花生の収量が世界平均レベルを上回っているのとは異なり、もともと低いことに加え、天候不順もあり低収量であったことによると言われている。作物の多様化の上でゴマは重要であるが、収量の向上を図るため、地域により一層適した栽培体系の確立が望まれる。

ベニバナは比較的粗放に栽培されており、生産費が低いだけに収益率が良い。作業別の生産費では管理作業費が少なく、それだけ耕起、収穫などの機械作業の割合が高くなっている。

以上のとおり、各作物の作業体系はそれぞれの生産費に反映しているが、全体的に見れば、どの作物も機械費の割合が多い点が共通点である。作業項目別では耕起・整地作業及び収穫作業に経費がかかる。

## (2) 野菜（付属書表4.6.5参照）

野菜については、畜力利用の栽培が主流であるが、耕起・整地等一部の作業に機械を使用する例もある。価格については、出回り期、端境期で価格が大きく変動するので、年平均価格を使用して求めた収益率はおよその目安に過ぎないが、一般的傾向として畑作物より高い場合が多い。

以上のような前提はあるが、生産費は、畑作物の場合より、作目によって大きな開きがある傾向がうかがえる。この場合も作業体系が生産費に反映しており、例えば、支柱、針金等の資材及びそれに伴う作業が多いトマトでは、他の野菜より資材費及び管理作業費がかなり多く、また、他の野菜と異なり、購入した苗を植え付け、収穫期間が長期にわたるイチゴでは種苗費及び収穫費が多い。この二つは、多くの野菜の中でも際だって生産費が大きい作物であるが、その理由はこれらに費用がかかることによることがわかる。一方、比較的粗放な栽培を反映して、スイカ、ジャガイモなどは生産費が少ない。

## 5) 農家調査

### (1) 目的、対象等

前記のとおり、調査地域の中で耕種農業が行われている主な地域は、メノニータ入植地、アスンシオン近郊及びカンボアセバルの入植地である。調査地域における営農の現況を把握し栽培計画、営農計画の作成に資するため、これら3地域で農家調査を行った。

調査対象となる農家は、限られた時間の中で極力現況を把握するため、規模及び営農類型について、それぞれの地域の代表的なものを選択するとともに、バラエティーに富んだものとするを考慮して、それぞれ5戸（アスンシオン近郊は6戸）を調査した。

また、調査地域外ではあるが、パラグアイ国全体の農業の把握に資するため、東部地域の農家調査も行った（極小規模から極大規模まで5戸）。この地域は、気象条件、土壌条件等農業を行うための自然環境が西部と比較して優れており、従来、農業開発がかなり進んでいるため、パラグアイ国全体の営農状況の把握に役立つとともに、調査地域との比較、対象によって、調査地域の農業の現状が把握しやすくなると考えたためである。

### (2) 調査結果

#### a) メノニータ入植地

調査対象農家の所在地は全てボケロン県で、コロニア別ではMenno 2戸、Neuland 3戸、経営類型は4戸が畑作・畜産の複合で、酪農専業が1戸である。経営面積は150～450ha程度で、一部借地もある。労働力は、自家労働数名のほか雇用も数名であるが、綿の除草など臨時に数十名を雇うこともある。主な作物は綿と落花生で、ソルガム、ペニバナ等も栽培するほか、自家用野菜も少々作っている。土地利用では、畜産向けの改良草地が大きな面積を占める。機械・施設では、トラクター、コンバイン、トラックなどを所有し、これらを納める農機具庫、貯蔵庫がある。作物栽培では施肥は行わず、防除は殺虫剤が中心である。種子は毎年農協から購入して更新し、生産物の販売先も全て農協である。家畜は肉牛又は乳牛を100頭規模で飼養している。

この地域の入植農家は、他の調査地区に比較し営農の規模、方法等が均質である。すなわち、数百haの面積のうち改良草地で家畜を飼養し、耕種農業では綿、落花生を栽培し、資機材の購入、生産物販売は農協を相手としている。

#### b) アスンシオン近郊

調査対象農家は、ベンハミン・アセバル4戸、ピジャ・アジェス2戸で、全てサトウキビを栽培に取り入れている。労働力は、自家労働数名、サトウキビの収穫に約半年にわたり5名程度を雇用する。サトウキビのほかには、自家用を主目的とした野菜、果樹を栽培している。機械は、大規模経営の場合を除き、トラクター、トラックなどは所有せず、サトウキビの集荷では役牛を使用していることが多い。施設は、資材等の置場に使用する簡単なものが1～2棟ある。肥料は、



サトウキビに化学肥料を使用しているほか、野菜などには鶏糞、牛糞を使用している。防除は、殺虫剤が主体で、殺菌剤、除草剤も使用する。家畜は、役牛、乳牛のほか鶏などを飼養している。

この地域では、多くの農家はサトウキビを営農の大きな柱としているのが特徴である。また、規模は小さいが、施肥、防除等は比較的集約して行い、家畜の飼養、野菜等の販売により収入をあげており、消費地にも近く、適当な土地があれば有利な営農を展開できよう。

#### c) カンボアセバルの入植地

調査対象農家のうち4戸は畑作と酪農との複合経営で、経営面積は1戸を除き、100ha以上である。労働力は自家労働1名に、綿の除草、収穫にかなりの人数を雇用する。作物は、綿を中心に自家用の野菜、果樹で、酪農用の改良草地が数10haのほか、未開発の森林を多く所有する。機械は、一部の農家を除いて所有しておらず、貯蔵庫1棟がある。綿の栽培では施肥は行わず、防除は殺虫剤を3～4回散布する。綿、生乳ともメノニータ入植地の農協に販売している。家畜は、牛、馬に加え中小家畜も飼養している。

この地域は綿と酪農を中心とした営農形態である。ただし、綿は栽培が年々減少しているようであり、生産がより安定している酪農への移行が今後とも進むであろう。

#### d) パラグアイ国東部

上記の3地区の場合とは異なり、かなり大規模な2,200haの企業経営体から2haのごく小規模なものまで、規模の差が極めて大きな5件を調査した。類型は小規模な2件が畑作のみなのに対し、大規模な3件は畑作と畜産との複合である。労働力は、従業員50名を擁する企業経営を除き、自家労働に若干の雇用労働を持つ。作目は、大豆、綿といった輸出作物から畜産用のトウモロコシ、牧草や野菜、自家用のキャッサバなど多種が栽培されている。機械はトラクター、コンバイン、トラックなど、施設は倉庫、資材置場など、肥料は、化学肥料、綿実粕、牛糞などであるが、規模によっては使用していない。防除は殺虫剤のみの場合もあるが、殺菌剤、除草剤も使用する。販売先は直接に海外販売するものから自家消費のみまでいろいろある。

東部の場合は、もともと調査対象の差が極めて大きくなるよう選定しているため、傾向、特徴を一概に言うことは困難である。しかし、経営規模の差による営農内容の差が調査結果に歴然と現われている点が特徴と言えよう。すなわち、規模が大きくなるほど、機械、施設を整備し、施肥、防除、種子更新をきちんと行い、販売も有利に行っていると言う前記のパラグアイ国農業の傾向が明確に出ている。

## 1. 7 草地・飼料作物

### 1) 調査内容

草地・飼料作物分野においては、①乾季及び雨季における草地、飼料作物の現況把握、②自然条件等から想定される牧草及び飼料作物の種類、適品種の選定に係る事項の調査、③航空機による上空からの調査及び現地踏査による開発候補地の草地造成、飼料作物栽培の実態調査、④草地及び飼料作物の生産資材価格の調査などを実施した。

メノニータ入植地では、FERNHEIM農協及びCHORTITZER農協、ロマ・ブラタのSERVICIO AGROPECUARIO CHACO CENTRAL (SAP)を訪問し、草地の造成工法及び費用、導入草種及び飼料作物の適品種などについて調査を行った。牧畜試験研究国家プログラム(PRONIEGA)の本部及びボソ・コロラドの草地試験場においては、草地の造成方法、造成技術などの実態を把握するとともに、自然草地及び改良草地の生産性、飼料作物の栽培状況、草地管理などについて調査を行った。

また、牧畜基金(FONDO GANADERO)ではラ・パトリアの畜産試験場(CENTRO MODELO EXPERIMENTAL "LA PATRIA")について調査、資料収集を行った。

メノニータ入植地及びその周辺地域、リオベルデ地区、カンボ・アセバル地区、ヘネラル・ブルゲス地区などの現地踏査を行い、開発候補地の乾季及び雨季における草地、飼料作物の現況を把握した。牧場調査を7か所行い、自然草地及び改良草地の利用状況、造成工法などについて調査をおこなった。

### 2) 調査結果

#### (1) 自然草地

##### (a) ローア・チャコの自然草地、草種と生産性

ローア・チャコ地域の長期間湛水するエステロとよばれる低湿地には *Cynodon n. gigantus*, *Cyperus validus*, *Thypha latifolia* などの水草が繁茂しているが、その付近には比較的良質な牧草であると考えられる *Leersia hexandra*, *Panicum elephantipes*, *Diphacne uninervia*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Oryza subulata* などが生えている。このタイプの自然草地の年間乾物生産量は約7.0 00kg/ha、牧養力は0.25UA/ha程度であり、肥育牛は出荷までに3.5~4.0年を要する。この様な湿地の自然草地は、①牧群の管理が困難である、②外部及び内部寄生虫の被害が大きい、③冬季の生産量が極端に下がるなどの問題を抱えている。

他方、パニヤードとよばれる、湛水深が浅く湛水時間も比較的短い低湿地の自然草地に生えている草種のなかで牧草として有用と考えられる主なものは、*Paspalum libidium*, *P. alcalinum*, *Hemarthria altissima*, *Cynodon dactylon*, *Paspalum alum*, *Eriochloa punctata* などのイネ科植物である。このタイプの自然草地は主としてプラノソルなど、水成土壌の上に広がっている。平坦

な地形のうえに、浅層に粘土層があるため、排水が悪く、牧草の生産性も前者に比べてやや劣り、年間の乾物生産量は4,400Kg/ha程度、牧養力は0.5U.A./haであるとされている。前者同様に牧群管理が困難であり、寄生虫問題や冬季に牧草生産が大きく低下する問題がある。

一方、椰子が生えている湿地内の微高地（パルマール）では湛水期間は短く、自然草地はブラソルなどの水成土壌の上に発達している。このタイプの草地には Sorghastrum agrostoides, Paspalum plicatulum, P. pauciciliatum などのイネ科植物が生えているが、これらは成長とともに大きな株を形成して行き、栄養価が低下し、開花時期には最低の栄養価となる。また、Paspalum almun や Cynodon dactylon, Paspalum alcalinum など、良質のイネ科の牧草も生えているほか、Desmanthus virgatus, Desmodium incanum, Galactia sp., Phaseolus lathyroides などの草性マメ科植物や Prosopis nigra, P. campestri, P. algarroBILLA など、新芽、さやを飼料として使えるマメ科のかん木なども生えている。年間の乾物生産量は4,400Kg~7,000Kg/haであり、牧養力は0.5UA/haと比較的に高い。

ボリビアから流出する多量の土砂の堆積によって、Pedro P. Pena 以南のピルコマージョ河下流域における流況が数十年前から変化してきている。この変化に伴って、氾濫原の湛水状況が急激に変化してきている。その結果、リオベルデ河より南にある草地に植生の変化が生じ、以前は良質のイネ科自然牧草に覆われていた草地が有刺性灌木の侵入、被覆によって劣化してしまっている。最近では更に地域に流入する水が減少する傾向にあり、自然草地の牧養力の低下を引き起こしている。

調査地域北部の比較的高い場所にはエスパルティリヤル、エスピニリヤルなどとよばれるタイプの自然草地が分布している。これらの草地では Prosopis ruscifolia, Prosopis algarroBILLO などのマメ科のかん木のほか、Schinopsis balansae, Apidosperma sp., Bulnesia sarmientoi, Calchylum multiflorum などの樹種が優勢であり、草性植物は少なく、森林の間に斑点状に分布しているに過ぎない。そのうち牧草として有用な草種は Elyonorus latiflorus, Aristida adscensionis, Heteropogon contortus, Trichloris crinita, Setodeleinsta などである。ほかにも、Prosopis campestri, Prosopis nigra, Prosopis algarroBILLO などのマメ科灌木が生えている。Prosopis属の有刺かん木が密生している場所は、牛が入り込めず、牛群の管理も十分におこなえないため、草地としての利用価値は低い。このタイプの草地では、草性のマメ科植物は僅か Desmanthus virgatus, Phaseolus lathyroides だけである。草地の乾物生産量は、年間僅か800~3,000Kg/haであり、牧養力は0.07UA/ha~0.3UA/ha程度であるとされている（付属書表4.7.1参照）。

調査地域及びその周辺の牧場調査では、ローア・チャコ地域の自然草地の平均的な牧養力は約0.5 U.A./haであることが確認できた。調査地域の自然草地の

現況を附属書表4.7.2に示す。

(b) 自然草地の造成

ローア・チャコ地域ではブルドーザーで灌木林を伐採して自然草地として利用している例がある。しかし、優勢木を伐採すると、下層のピニャル、アロミータなどの有刺雑かん木の密度が急に増えるため、伐採後は雑かん木、雑草管理を徹底的に行う必要がある。トランスチャコ沿いの低地にあるヤシ林(*Copernicia australis*)をチェーンソーで倒し、自然草地を造成している例もあるが、比較的の小面積である。自然草地の造成工程を図4.7.1に示す。

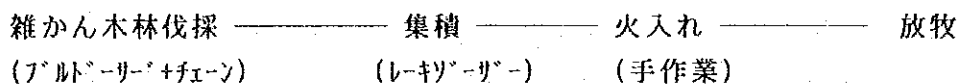


図 4.7.1 自然草地の造成工程

2) 改良草地

(1) 改良草地造成の現状及び導入草種

調査地域全域で改良草地用として最も普及している草種はブッフエルグス(別名サリナス(*Cenchrus ciliaris*))、エストレーリヤ(*Cynodon plectostachyus*)、コロニアル(*Panicum maximum*)、ガットンパニック(*Panicum maximum* c. v. *gatton*)、パンゴラ(*Digitaria decumbens*)などであり、ブラキアリア ブリサンタ(*B. brizantha*)、ブラキアリア ウミディコラ(*B. humidicola*)なども一部の牧場で導入されている。ボソ・コロラドにあるPRONIEGAの草地試験場では、類似した自然条件を備えたアルゼンティン国コリエンテス州のINTAメルセデス草地試験場から昨年導入した耐湿性のパストニコ(*Acrocera macrum*)が好成績をあげて注目されているが、まだ地域の牧場に普及するに至っていない。

1981年の農業センサスによると、当時、調査地域のエストレーリヤ、パンゴラ等の草地面積は僅か数百ha程度であったが、1991年の農牧業センサスでは附属書表4.7.3に示すとおり、改良草地の面積は大幅に増えている。また、牧場調査、現地踏査によっても、草地の改良がかなり進んでいることが明かになった。しかし、自然草地と比べると改良草地の面積はまだ僅かである。メノニータ入植地や先進的な一部の牧場を除くと、大部分の牧場では、改良草地の面積は自然草地の5%~10%程度であると考えられる。なかには、自然草地30,000haに対して草地改良面積は僅か1ha(エストレーリヤ)と言う極端に少ない例もあり、一般的に改良草地が占める率は低いのが現状である。湿地帯の自然草地を開墾して草地を造成する場合はパンゴラが主体となっているが、湛水に弱いため、低湿地の中でも微高地の、やや排水条件の良い場所に造成されている。

また、調査地域北部の排水が良い場所ではエストレーリヤ、コロニアルなど

が多く導入されている。栄養繁殖する草種では面積拡大に時間が掛かることから、パンゴラなどを導入している地域では一般的に改良草地の普及率は低い（栄養繁殖する草種のなかでは、エストレリヤが例外的に多く普及している）。一時的に湛水する場所では耐湿性のバストパラ (*Brachiaria mutica*) を導入している例も一部ある。メノニータ入植地及びその周辺の、排水条件が良くて肥沃度の高い土壌では、コロニアル、エストレリヤ、ガットンパニックなどが普及している。

## (2) 改良草地の造成

改良草地の造成は自然草地の造成と同じ要領で行う。造成工法については、土地利用の分野で記述している方法と大体同じであるが、伐採する森林の面積が広大であることから、最も一般的なものは、ブルドーザーを使用した方法である。D 6 (90hp)、D 7 (120hp)級のブルドーザー2台を横列に配置し、その間にワイヤーを張り、2.0~2.5km/hの低速で前進して一方向になぎ倒して行き、次に、鎖（大型船舶のアンカー用の重い鎖）を反対方向に引き摺って立木を根こそぎに倒したあと、ブルドーザの排土板で押して帯状に集積し、2~6ヶ月程度放置して乾燥した後に火入れを行う。火入れは、8月~11月の間の乾期に行うのがよいとされている。鎖、ワイヤー、ともに延長は100m程度あるが、U字型に弛ませて引き摺るため、立木の密度にもよるが、一行程の有効作業幅は25m~30m程度である。この方法は最も効率的な方法であり、一日の作業で約25ha程度の造成が可能である。この方法による森林伐採の費用は、ローア・チャコではGs.83,000~Gs.98,000/haである。森林が散在している場合は、牧場内における機械の移動に多くの時間を費すため、面積計算ではなく、移動時間も含んだ機械稼働時間に基づいて伐採の費用を計算することが多く、この場合の機械使用料金はブルドーザー2台一組でGs.65,000~Gs.75,000/hである。造成の工程は図 4.7.2の通りである。

この他にも、大型ブルドーザーの排土板で立木を押し倒し、集積する方法がある。この場合の作業効率は鎖方式よりも劣り、8時間/日の稼働時間で、ブルドーザー1台当りの造成面積は約3ha/日であり、伐採のコストはGs.155,000Gs.~180,000/haである。しかし、この方法は有機物を含んだ表層の土壌を削り取ってしまうため、牧草の伸びが悪くなる他、調査地域北部などにある細砂質の土壌では風蝕を引き起こす危険があるが、一方では、アルガローボやケブラッチョなどの有用樹種を牛の日除け等のために選んで残せるという利点がある。また、一部では、チェーンソーや斧で灌木林を伐採して、乾燥、火入れのあとに直接牧草を播種するロサードという方法もあるが、小面積の草地造成に限られる。普通は、火入の後に、ROMEタイプのブラウイングハローを掛けて整地を行い、その後に、籾殻などと混合した種子をブロードキャスター、または、電動式簡易散粒機などで散播し、ディスクハローを極浅く掛けて覆土する方法がとられている。コロニアルなどの場合は、整地を行わずに開墾後に直播

することもある。また、ディスクハローの代わりに、ツースハローや木の枝をトラクターで牽引して地表を攪乱し、覆土することもある。

伐採 —— 集積 —— 火入れ —— 整地 —— 播種 —— 覆土  
(ブルドーザー)(ブルドーザー) (手作業) (プラウイングハロー)(細粒播種機) (ディスクハロー)  
+フェーン

図 4.7.2 改良草地の造成作業手順

エストレーリヤやパンゴラなど、栄養繁殖する牧草の場合も、開墾後の表土の状態が良ければ、ハロー掛けは行わず、直ちに苗を植え込んでいく場合が多い。メノニータ入植地における草地造成コストは付属書表 4.7.4に示す通りである。

導入する草種については、調査地域の大部分を占める低湿地部では毎年2～3回程度の降霜があること、草地として利用されている土地の大部分は低湿地であり、雨季には湛水する一方、土壌自体は保水性に乏しく、乾季には表土が乾燥して硬化することなどの自然的条件を考慮すると、導入可能な草種として考えられるのはエストレーリヤ、ガットンパニック、コロニアル、パンゴラ、ブラキアリア、バラ、ニロなどであるが、なかにはガットンパニックのように土壌養分の収奪性の強い牧草もあることから、自然条件を十分に考慮しながら、慎重に選定していく必要がある。

### (3) 牧草種子供給の現状

牧草種子の生産については、メノニータ農協や東部地域の一部の農家がガットンパニックやコロニアル、セタリアの種子を生産しているが、極く僅かであり、現状では大部分が輸入種子に頼っている。現在、調査地域で使用されている牧草種子の多くは主としてブラジル及びアルゼンティンから輸入されている。種子関係の責任機関である農牧省の国立種子サービス(SENASE)では、現在、野菜、綿など農作物の種子が主体であり、牧草の種子は取り扱っていない。しかし、輸入業者や牧場からの依頼を受けて牧草種子の発芽試験等を行い品質検査をすることがある。牧草種子の輸入、販売業者は数社あり、主に隣接国から輸入して牧場に供給している。牧草種子の品質管理については、種子輸入販売業者が独自の発芽試験等を自主的に行っている程度であり、品質基準は定められていない。一方、牧場などがブラジルやアルゼンティンの種子生産農家から直接買い付けることもある。このような状況から、パラグアイ国内で流通している種子には発芽率やきょう雑物の混入など、品質面の問題があり、品種についても一定していない。他方、パンゴラやエストレーリヤのように栄養繁殖する牧草については、ほとんどの牧場は先ず小面積の改良草地を造成し、それを増殖して苗を採り、段階的に改良草地の面積を拡大していく方法をとっている。エストレーリヤは、1 haから約300ha用の苗を採ることができるので、効率良く草

地を造成して行ける。栄養繁殖する牧草については適品種が明らかでなく、優良品種の導入が望まれている。

#### (4) マメ科牧草導入の可能性

ローア・チャコ地域の自然草地にはマメ科植物が少なく、タンパク源が不足するため、マメ科牧草の導入が望まれている。しかし、土壤塩分の問題や水分、気温等の自然条件から、地域に適したマメ科の植物は少ない。このような状況から、導入可能な植物の選定は難しいが、ギンネム (*Leucaena leucocephala*) などが考えられる。

ギンネムはマメ科の灌木であり、自然状態では樹高7~8mに育つが、生育途中に放牧を行うと2~3mの高さに留まる。葉の他にも、さや、種などが良質のタンパク質を多量に含んでいる。根系が良く発達して土壤の物理性を良くする上、根瘤菌の作用によって、年間約400kg/haの空気中の窒素が固定されるため、飼料として利用するほか、土壤改良にも役立つ。しかし、根瘤菌を接種しなければ反対に土壤中の窒素分を吸収する。生育の最適気温は22℃~30℃の間であるが、45℃の高温や-10℃の低温にも耐える。雨量も700mm以上あれば十分に育つ。また、土壤条件については、湛水には弱いですが排水さえ良ければ粘質土壤でも育ち、ある程度の耐塩性もある。今度の現地調査でも、リオ・ベルデ付近のラ・エレンシア入植地内の微高地で5m以上に伸びたギンネムを確認することができたが、現時点に於いては、調査地域内における普及度は低い。

利用方法としては、夏の間伸びた古い枝を一度刈り取り、その後、3~4ヶ月経って、新芽が十分に伸びた時点で放牧を行う方法がとられている。ギンネム導入の目的は、冬季に不足するタンパク質を補うことであるから、数時間放牧するだけでよい。放牧の他にも、伸びた若い枝を刈取り、乳牛などに与えている例もある。チャコ地域におけるギンネム栽培上の一番大きな問題は蟻による害であり、注意する必要がある。

また、プロニエガ (PRONIEGA) の草地試験場ではギンネムの他にも *Cajanus cajan*、*Medicago sativa*、*Melilotus alba* などの導入、品種試験がおこなわれており、その成果によっては、一部の地域に於てこれらの草種も導入が可能であると考えられる。一方、MAG-GTZの中央チャコ試験場ではオーストラリア原産のマメ科植物の適性試験を行っている。

#### (5) 草地の雑草管理

ローア・チャコ地域の草地管理で最も大きな問題は雑草、雑かん木の管理である。過放牧を行った場合、草地が非常にいたみ、ビニャル (*Prosopis ruscifolia*)、アロミータ (*Acacia curvifruta*) などの雑灌木がはびこって来る。雑かん木の管理は色々と工夫されて行われているが、主な方法はつぎに示す通りである。①草地を造成した後に出て来る雑かん木を手作業で根から掘り起こす方法。効果的な方法ではあるが、多量の労力を必要とすることから、大面積には不向きである。②ブルドーザーの排土板で雑木を押して排根を行う方法。

表土を動かすため、細砂質の土壌では風蝕を引き起こす危険がある。③メノニータ入植地や一部の牧場では刃幅1.5m程度のロータリーモアを使用している。大型トラクターで牽引すると、突起つきの車輪が地表に食い込み、その反動を利用してロータリーを高速回転させる仕組みになっている。直径5cm程度の雑かん木であれば効果的に作業ができる。④除草剤使用による方法も一部では行われている。大きな雑かん木の場合には除草剤が効果的であるが、葉面散布よりも、幹を地表から10cmの高さで切断するか、または、傷をつけ、その切傷に除草剤を局部的に塗布、散布する方法が一番効果的である。除草剤のなかでは、最も効果があるのは2,4,5-Tであるが、毒性が強く、残効性も強いことから、プロニエガの試験場では、その代用としてTOGAR BT (Picloram + Triclopyr)が試され、同等の効果を発揮している(軽油、または、廃油にTOGAR BTを4~6%混入)。しかし、薬剤が高価であるため経済的ではない。広域的な除草剤散布による雑草管理は行われていない。⑤小河川をせき止めて湛水させ、水没させて枯らすアニリヤードと呼ばれる方法も適用されている。低い盛土によって河川を堰止め、付近の僅かな高低差を利用して極浅いダム状に湛水させる。湛水前に手作業によって主幹の水没部分の樹皮を環状に剥皮するとより効果的である。雑かん木が枯死したあと排水を行えば、その後にはバスト・クラベルなど、良質の牧草が繁茂してくる。しかし、この方法は河川の流下能力を低下させる上、堰の上流側では塩害を引き起している例もあることから慎重におこなう必要がある。⑥火入れによる雑草管理も一部で行われている。この方法には、自然草地の雑草防除と牧草の再生という二つの狙いがある。硬化して栄養価が下がってしまった草地に火を入れると、その後には新芽が出て、牧草の栄養価を取り戻すことができる。しかし、この方法では有機物を焼却してしまうため、地力低下につながる危険がある。⑦メノニータ入植地及びその周辺地域では口口とよばれるカッターが使用されている。

造成した改良草地の耐用年数はその後の管理によって大幅に変わって来る。ロータリーモアによる雑草防除は一般的に2年間隔で行っている。5年毎にハローを掛けると改良草地の耐用年数は12~15年まで延びる。

### 3) 飼料作物

#### (1) 飼料作物の検討

調査地域では、飼料作物として最も普及しているのはソルガムである。メノニータ入植地では主に乳牛の飼料として栽培され、肉牛牧場では主に離乳牛用、サイレージ用として栽培されている。ソルガムは青刈り用の品種と種子収穫用の品種があり、両方ともサイレージまたは乾草としての利用や放牧に使われている。播種量についてはサイレージ用の場合では14~15kg/ha、乾草、放牧用の場合では比較的密植にして22~25kg/ha程度播種する。青刈用品種の場合は播種後60日程度で一回目の刈取り、45日~60日後に2回目の刈取りを行うが、1回



目の刈取り後に放牧することもある。また、気象条件が良ければ3回目の刈取りも可能である。青刈用品種では、1回目の刈取後にかん天が長期間続いた後に降雨があるとソルガムの新芽は急速的に伸びるが、放牧用として使用する場合は、50cm以上に伸びるまでは待たないと青酸(Prusic acid)の含有量が多いため仔牛が中毒死する危険があるので留意すべきである。種子用の品種の場合も収穫後に放牧して、残さを飼料として利用することがある。調査地域で栽培されている品種はFredy, Sileca 1844, BR 64R, Seda, Dekalb SX121, Pastizal (青刈用)、G140 Bermejo, Alex Chaco (子実用) などである。子実用品種は青刈専用種よりも青刈飼料の生産量は低い、糊熟期に刈り取るとタンパク質の分量が多いため、青刈専用種と同じ位サイレージに使われている。現状では、青刈用ソルガムの病虫害防除、肥培管理は一切行われていない。この他にも、カメルーングラス(*Pennisetum purpureum* Schum)、トウモロコシなどもサイレージ用として一部の地域で栽培されているが、ソルガムと比べると極僅かである。また、製糖工場があるベンハミン・アセバル付近ではサトウキビの残しも一部飼料として利用されている。メノニータ入植地におけるソルガムの栽培費は付属書表4.7.5に示すとおりである。

#### (2) 飼料作物の種子供給の現状

ソルガムの種子は調査地域内のメノニータ入植地でも生産されている。主としてハイブリッドであり、選抜されたラインを米国、アルゼンティンなどから輸入して組合員のなかの種子生産農家に配布し、SAPの技術指導、監督の元に交配を行っている。入植地では約150tの種子を生産している。生産された種子は全て農協が買取り、希望者に配布している。他方、種子業者もハイブリッドや固定品種の種子をアルゼンティン、ブラジルなどから輸入しているほか、パラグアイ種子生産者組合(APROSEMP)も、一部、飼料作物の種子を生産している。

#### 4) ラ・パトリア畜産試験場(CEMELPA)の概要

チャコ地域にある試験研究機関の調査では、SAPの試験場、ボソ・コロラドのPRONIEGA試験場、ラ・パトリア畜産試験場などについて調査したが、草地・飼料作物の分野ではラ・パトリア畜産試験場について、その概要を記述する。

ラ・パトリア畜産試験場はヌエバ・アスンシオン県(DEPARTAMENTO DE NUEVA ASUNCION)のラミロ・エスピノラ(RAMIRO ESPINOLA)地区にあり、トランス・チャコ道路の652Km地点に位置している。チャコ北西部地域唯一の試験研究機関であり、牧畜基金(FONDO GANADERO)に所属する。

1972年にチャコ北西部地域開発計画を立てられ、その一環として、畜産試験場の設置が計画された。1975年には国連の技術協力によって同開発計画の基礎調査が行われ、その結果としてCEMELPAの設置が決定した。その後、UNDP及びOEA(米州機構)の資金援助によって作成されたチャコ地域農村総合開発計画(PAR/75/002プロジェクト)に基づき農村福祉院は80万haの面積を持つラ・パトリア入植地を開設した。この入植事業は国防省及び牧畜基金の協力によって

実施され、1977年には、最初の30戸の牧畜経営農家が入植している。CEMELPAは、この入植地の牧畜経営農家を技術面で支援することを目的として設置された試験場である。主な業務は、地域が有する開発ポテンシャルの調査、畜産の試験研究、普及であり、入植地のパイロット試験センターとしての役割を果たしている。試験研究の主な課題は：①地域の土地資源及び森林資源の評価に基づいた開発可能性の調査、②地下水利用及び地表水の貯留に関する試験、③イネ科、マメ科の牧草及び農作物の導入試験（綿、ヒマ、トウモロコシ、落花生、ポロット豆、ソルガム、ホホバ等）、④牛の導入品種の適応性の試験などである。試験場はラ・パトリア入植地の一角にあり、3万haの面積を持つが、この内、草地として利用されているのは3,384haであり、26の牧区に分割されている。用地は1977年に同入植地が開設した時に農村福祉院から譲渡されたものである。この他にも、ローア・チャコ地域のトランス・チャコ道路187Km地点に3,000haの土地を持っている。この土地については、当初、ローア・チャコ地域のための畜産試験場の設置が考えられていたが具体化はしなかった。現在ではCEMELPAの牛を一時的に収容するために利用されているに過ぎず、具体的な利用計画も無い。CEMELPAの今年度は予算は112,000千グアラニーである。試験場には17名の職員が常駐しているが、事務関係を除くと、主として試験圃場の作業員である。場長以下、ほとんどの技術者は本部勤務であり、必要に応じて現場に赴いて試験研究を行っている。また、アスンシオン大学農学部及び農牧省畜産局と協定を締結して共同研究を実施中である。

草地分野では、イネ科及びマメ科牧草の導入、雑かん木及び雑草の管理、草地の生産性向上などについて試験を行い、畜産分野では牛の適品種を見いだすために、ネロールとフレックビー、ノーマンド、レッドアングス、ヘレフォードなどのヨーロッパ品種との交配を行っている。試験成果の普及については、講習会やセミナーを開催して付近の牧場を指導している。

試験場の主な施設は、①事務棟 500m<sup>2</sup>、②研究棟 500m<sup>2</sup>、③技術者用住宅棟 250m<sup>2</sup>、④事務員用住宅棟 250m<sup>2</sup>、⑤作業員用住宅棟 250m<sup>2</sup>、⑥食品倉庫 60m<sup>2</sup>、⑦農業機械格納 160m<sup>2</sup>、⑧資材倉庫、200m<sup>2</sup>、⑨メタンガス発生装置収容棟 100m<sup>2</sup>、⑩機械修理工場 200m<sup>2</sup>、⑪製材工場 200m<sup>2</sup>、⑫牧場作業員用住宅3戸 200m<sup>2</sup> などである。以上の他にも、場内には100m前後の深井戸が5カ所に掘られている。

所有する主な農業機械は、①トラクター2台（87HP及び65HP）、②ROMEタイプブラウイングハロー1台、③ディスクハロー1台、④播種機1台、⑤ロータリーモーア1台、⑥反動式ロータリーモーア1台、⑦ブロードキャスター1台、⑧脱穀機1台、⑨フォーレージハーベスター1台、⑩ヘイベアラ1台などである。

## 1. 8 畜産

### 1) 調査の内容

第一フェーズの現地調査において、パラグアイ国および調査地域の畜産の牧畜業の現状および問題点の把握をし、開発計画策定に必要な基礎的データ収集を行った。第二フェーズでは、マスタープラン策定に必要な最終的な補足資料の収集を行った。

現地調査の具体的な内容は以下の通りである。

まず、雨季及び乾季における牧畜業の現状と問題点の整理を行い制約要因の把握を行うため、東部地域及び調査地域内の牧場調査を12か所に渡り実施した。牧場調査時に、牧場主にチャコ開発に対する意見聴取も行った。また、一次及び二次の二回にわたり、航空機による空からの調査を行い、調査地域の土地利用、地形、植生などの状況を把握した。陸上からの現地踏査では、開発適地の候補地の土地利用、植生、家畜飼養の実態、自然および改良草地の草叢などの調査を進めた。養蜂のための主要蜜源植物の分布状態についても現地調査を行った。

また、PRONIEGA（牧畜試験研究国家プログラム）、中央チャコ試験場（ESTACION EXPERIMENTAL CHACO CENTRAL, MAG-GTZ）、アスンシオン大学獣医学部、SAP（SERVICIO AGROPECUARIO CHACO CENTRAL）、SENACSA（SERVICIO NACIONAL DE SALUD ANIMAL）、家畜人工授精センター、牧畜基金（BANCO CENTRAL DEL PARAGUAY FOND GANADERO）、バレート種畜牧場、JICAのパラグアイ農業総合試験場（CETAP-AR）、国立農業研究所（IAN）、ラ・パトリア畜産試験場（CEMLPA）などにおける調査を通じて、家畜改良、飼育管理、家畜衛生、家畜の生産性、生産コストなどに係る基礎資料を入手するとともに、チャコ地域の開発の問題点、各試験研究機関がパラグアイ国の牧畜業の発展に果たしている役割などについて実態を把握した。

さらに、雨季および乾季の自然条件における問題点が把握できた段階で具体的な開発戦略、開発目標の検討を進めた。また、具体的な計画段階で必要となる生産物および生産資機材などの単価調査も合わせて進めた。

### 2) 調査の結果

#### (1) パラグアイ国の畜産

畜産は、1990年におけるパラグアイ国の国内総生産（GDP）の約8%を占めている。同年における農牧業総生産額に占める畜産の割合は28%となっている。外貨収入の7%は牛肉を中心とした畜産物の輸出によって得られており、畜産は国の経済の主要な部分を占めている。

特に畜産の中でも肉牛飼育頭数は、付属書表4.8.1に示すとおり、豊富な土地資源を活用して着実に増加し、国の経済を支える重要な産業となっている。また、近年は、