

パラグアイ国  
大豆生産技術研究計画  
事前調査団報告書

平成9年6月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



J 1143214 [3]

農開技

JR

98-3

パラグアイ国大豆生産技術研究計画事前調査団報告書

平成9年6月

国際

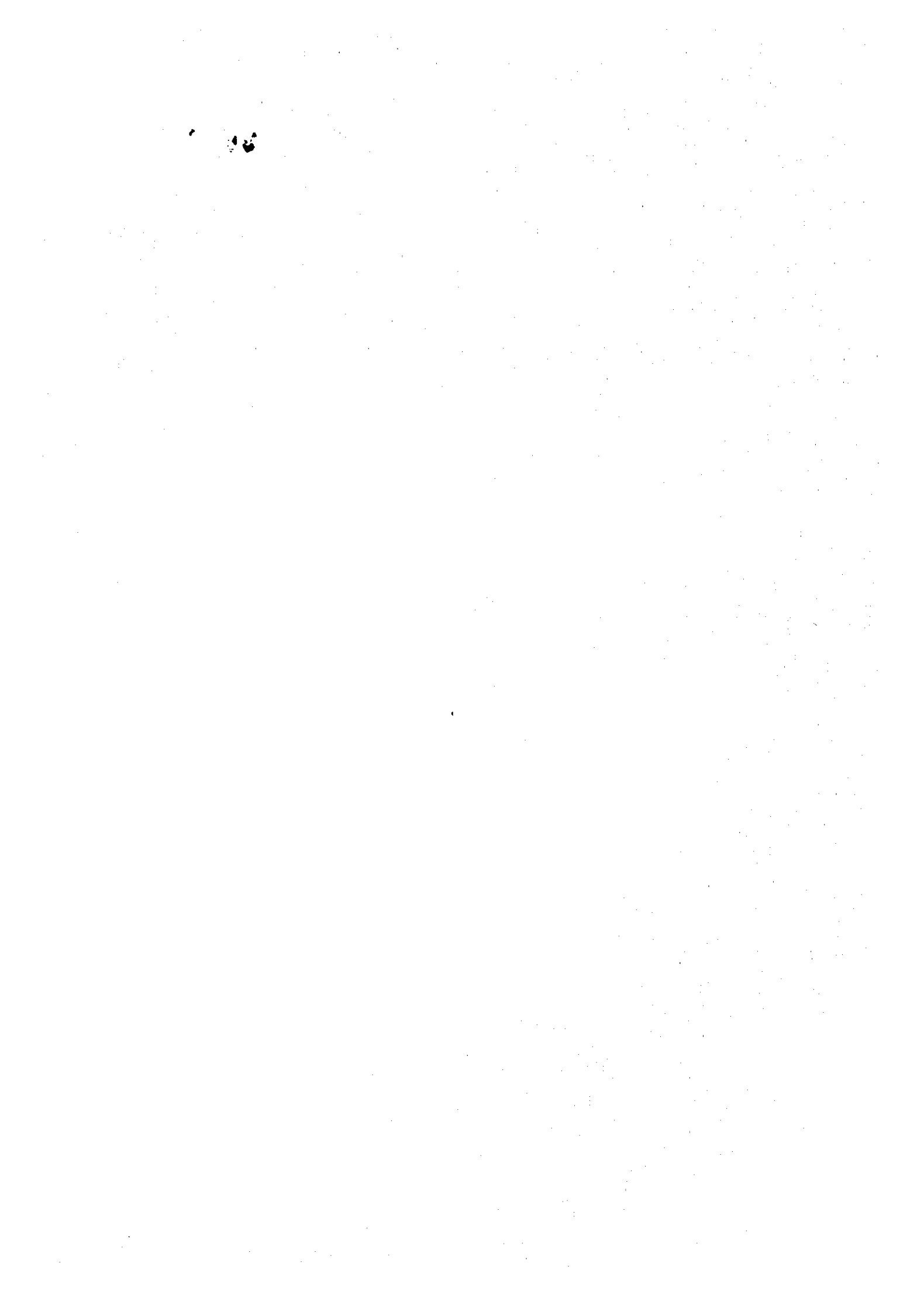


708

84.1

ADT

LIBRARY







1143214{3}

パラグアイ国  
大豆生産技術研究計画  
事前調査団報告書

平成9年6月

国際協力事業団

## 序 文

パラグアイ共和国政府は、同国経済を支える最重要作物である大豆の安定生産と生産向上を図るため、大豆の育種及び土壌管理の研究能力を向上させ、栽培地域に適した品種の育成及び適正な栽培技術を開発することを目的として、わが国に「大豆生産技術研究計画」に関するプロジェクト方式技術協力を要請してきました。国際協力事業団はこの要請を受けて平成9年1月11日から同25日まで、当事業団筑波国際センター次長 山縣正安氏を団長とする事前調査団を現地に派遣しました。

同調査団は、本プロジェクトの要請背景等について、パラグアイ政府関係者と協議及び現地調査を行いました。

本報告書は、同調査団による協議結果等について取りまとめたものであり、今後、本プロジェクト実施の検討に当たり広く活用されることを願うものです。

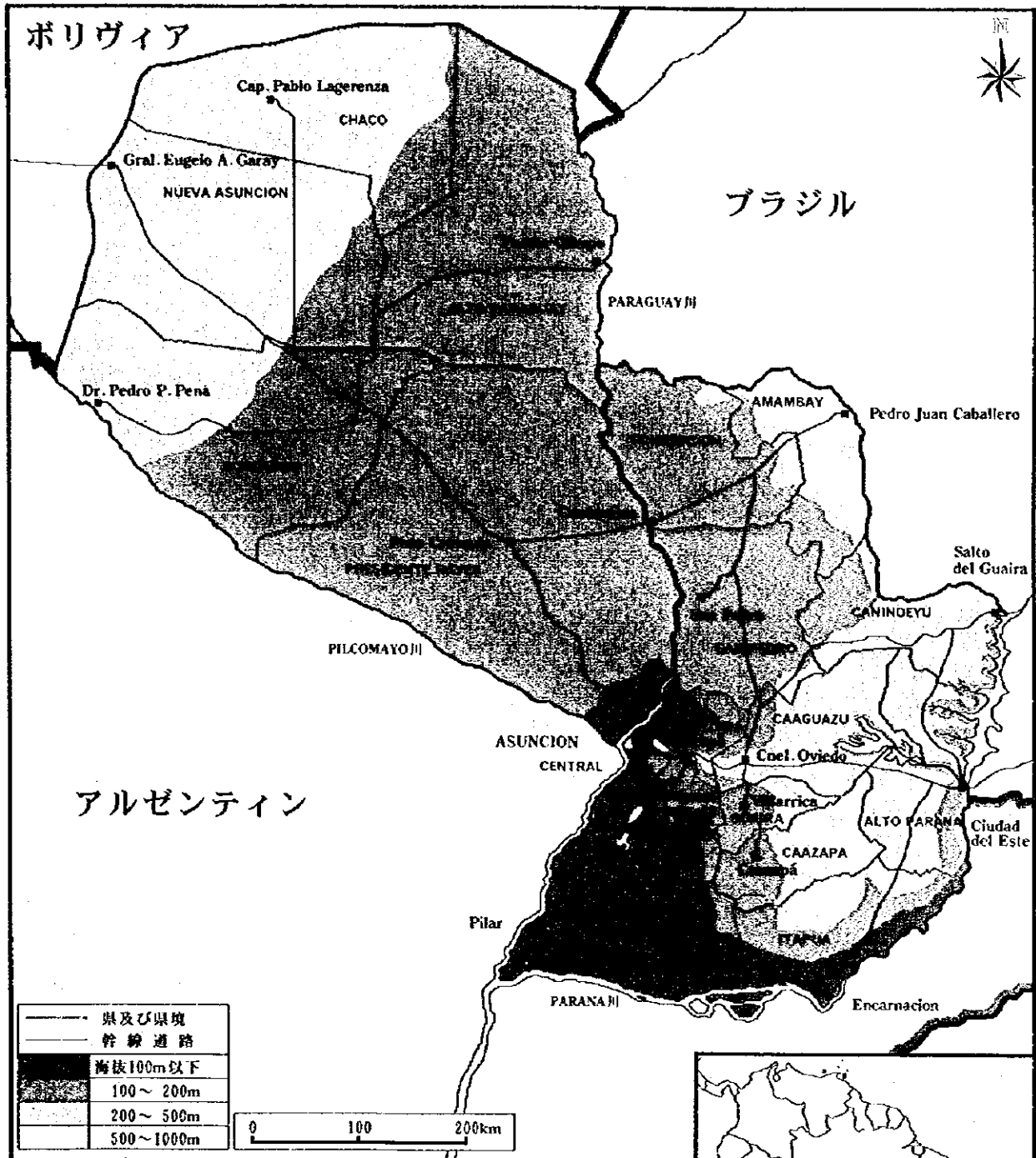
終わりに、この調査にご協力とご支援を頂いた内外の関係各位に対し、心から感謝の意を表します。

平成9年6月

国際協力事業団

理事 亀 若 誠

# パラグアイの県、主要都市、幹線道路

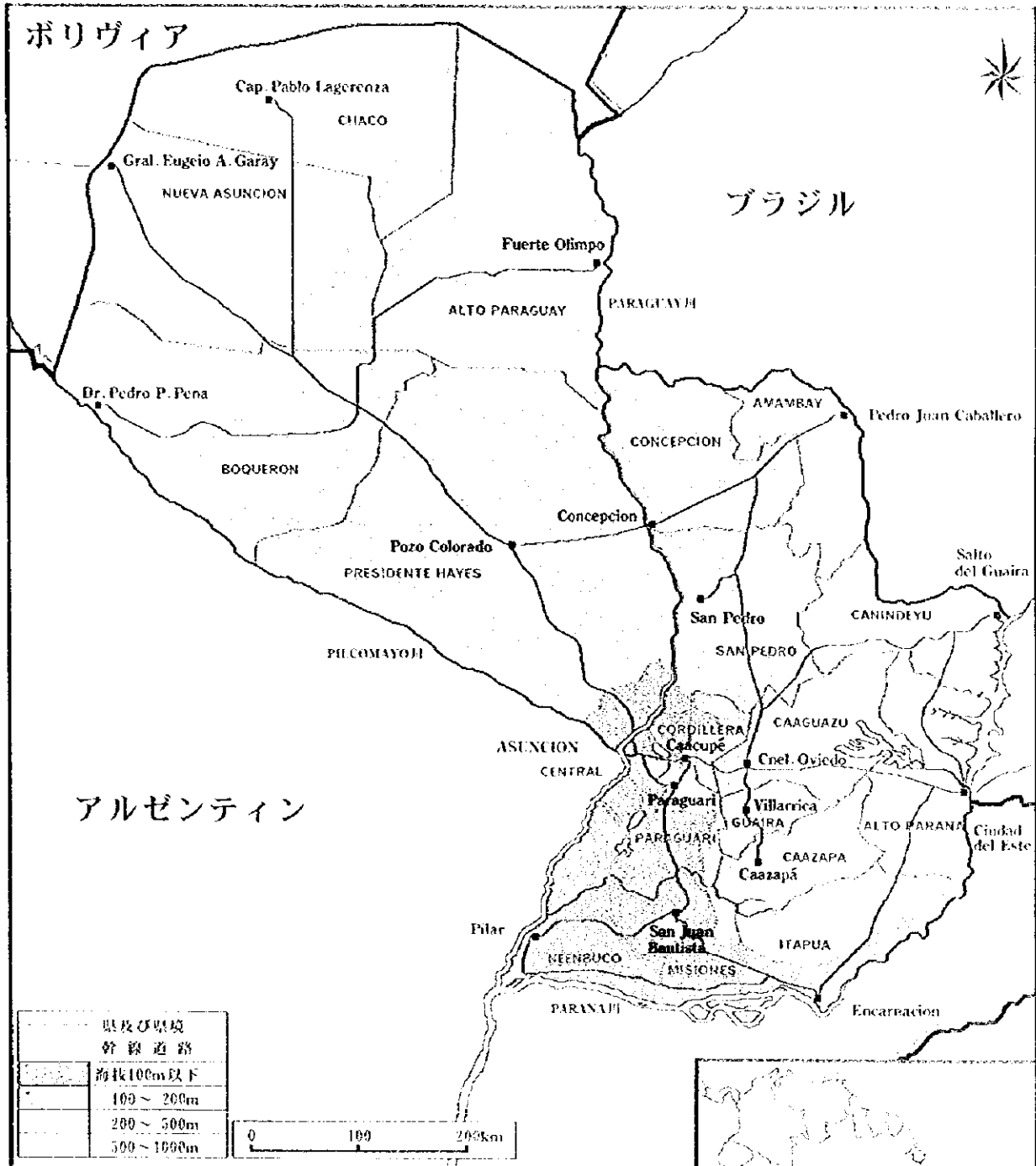


首都ASUNCIONから主要都市までの距離

Concepcionまで	543km	Paraguariまで	66km
San Pedro	348km	Ciudad del Este	330km
Caacupé	57km	Pedro Juan Caballero	534km
Villarrica	178km	Pilar	385km
Cnel.Oviedo	137km	Salto del Guaira	464km
Caazapá	233km	Pozo Colorado	270km
Encarnacion	373km	Fuerte Olimpo	784km
San Juan Bautista	199km		

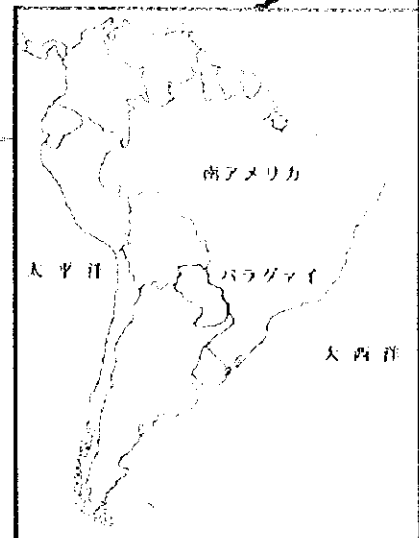


# パラグアイの県、主要都市、幹線道路



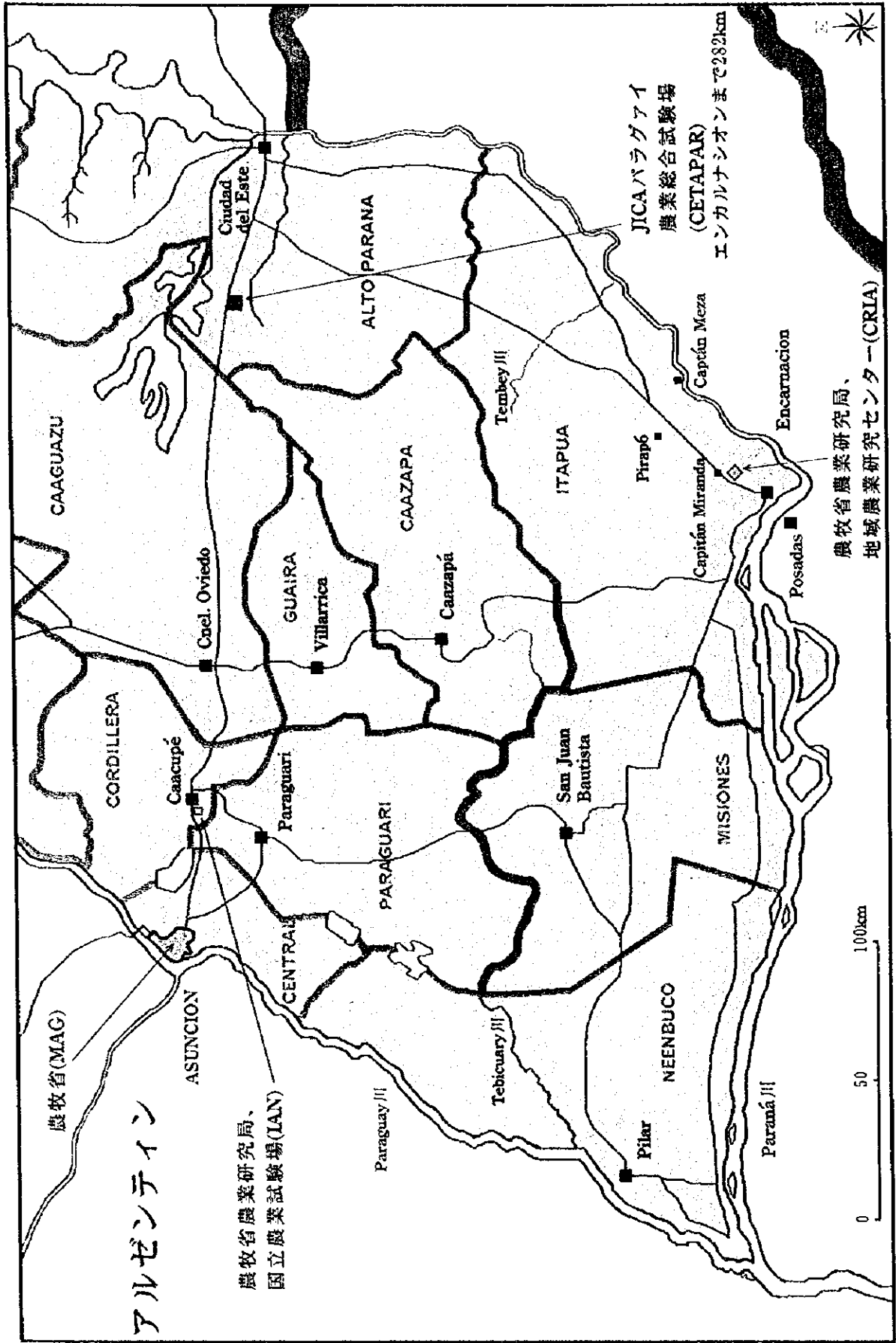
首都ASUNCIONから主要都市までの距離

Concepcionまで	513km	Paraguariまで	66km
San Pedro	318km	Ciudad del Este	330km
Caacupé	57km	Pedro Juan Caballero	531km
Villarrica	178km	Pilar	385km
Cnel.Oviedo	137km	Salto del Guaira	461km
Caazapá	233km	Pozo Colorado	270km
Encarnacion	373km	Fuerte Olimpo	781km
San Juan Bautista	199km		

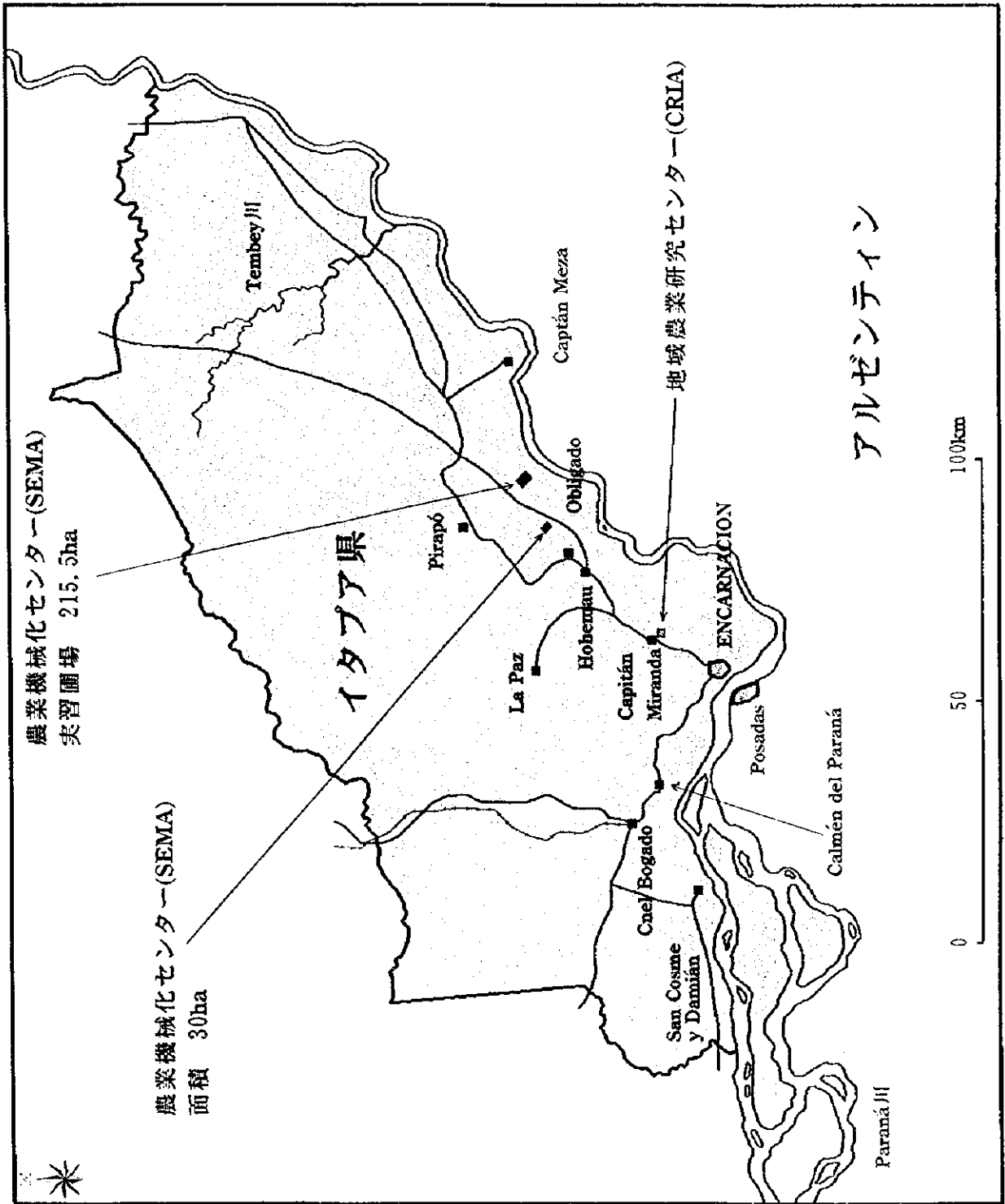




# パラグアイ南部地域のプロジェクト関連機関



# イタプア県のプロジェクト関連施設





# 目 次

序 文  
地 図

1. 事前調査団の派遣	1
1-1 調査団派遣の経緯と目的	1
1-2 調査団の構成	1
1-3 調査日程	2
1-4 主要面談者	3
2. 要 約	5
3. 開発計画の現状と関連	13
4. 協力要請分野の現状と問題点	19
4-1 大豆生産の現状と問題点	19
4-2 研究活動の現状と問題点	38
5. 日本の他の協力との関連	64
5-1 JIRCASの研究協力との関連	64
5-2 「南米大豆広域総合研究プロジェクト」の計画案概要	66
6. 第三国（国際機関を含む）の協力概要	70
7. 相手国のプロジェクト実施体制	72
7-1 組織・実施体制および関連機関との関係	72
7-2 プロジェクトの予算措置	74
7-3 建物、施設等計画	75
7-4 カウンターパートの配置計画	76

8. プロジェクト協力の基本計画案	77
8-1 協力の方針	77
8-2 協力の範囲および内容	78
8-3 協力分野別計画案(研究課題別)	84
8-4 専門家派遣計画	92
8-5 研修員受入計画	92
9. 技術協力の妥当性および問題点等	94

#### 付属資料

1. ミニッツ	99
2. 要請書	110
3. 農牧省および農業研究局組織図	121
4. 地域農業研究センター(CRIA)カウンターパートリスト	123
5. CRIA 機材等リスト	130
6. 1996年度CRIA試験研究計画	139
7. 大豆新品種UNIALA、AURORAの育成	149
8. 大豆新品種審査委員会議事録	151
9. 新品種にかかる新聞報道	154
10. 農業林業開発近代化計画資料	158
11. ダイズシストセンチュウにかかる報文	168
12. パラグアイ農業総合試験場(CETAPAR)組織/職員等配置	176
13. CETAPAR畑作栽培関係研究計画(長期総合試験場計画より)	177
14. CETAPARによる具体的成果等	178
15. CETAPARの技術協力との連携について	189
16. CETAPAR機材等リスト	193
17. イグアス農業協同組合1996年版概況	198
18. 主要穀物生産強化計画 短期専門家報告(遺伝資源・系統分類)	203

## 1. 事前調査団の派遣

### 1-1 調査団派遣の経緯と目的

パラグアイ政府は、国家経済を支える最重要輸出作物・大豆の生産安定と生産向上を図るため、1996年1月、わが国に対して「大豆生産技術研究計画」実施にかかるプロジェクト方式技術協力を要請してきた。

これを受けて国際協力事業団は、新規案件として検討した結果、①パラグアイにおける大豆生産の重要性、②近い将来、同国への侵入が危惧されている重大大豆病害への対応策確立の緊急性、③1990年6月から1997年3月までの計画で実施中のプロ技協「主要穀物生産強化計画」の成果をさらに一層発展させる必要性、④1960年代以来の本格的な大豆栽培の導入・定着に先導的役割を果たした日本人移住者・日系人に対する支援の重要性、さらには⑤日系人および日系社会を通じた技術協力の効果・効率性を考慮して1996年度の事前調査案件に採択した。

本事前調査団は、上記の経緯を踏まえ、以下を主な目的として派遣された。

(1) 先方の要請の背景および内容を詳細かつ正確に把握し、プロジェクトの形成と国家開発計画等、上位計画の中での位置づけ、相手国の当該プロジェクトに対する実施体制等を明確にし、プロジェクト協力の実施可能性を確認する。

(2) プロジェクトの実施可能性が確認された場合は、当該計画の協力基本計画を作成し、ミニッツに取りまとめる。また、必要があれば、プロジェクトの実施に関して提言を行う。

### 1-2 調査団の構成

- |             |                               |
|-------------|-------------------------------|
| (1) 団長（総括）  | 山縣 正安（JICA 筑波国際センター次長）        |
| (2) 大豆育種    | 中村 茂樹（農林水産省東北農業試験場作物開発部上席研究官） |
| (3) 栽培／土壌肥料 | 五十嵐孝典（元農林水産省農業環境技術研究所環境資源部長）  |
| (4) 協力企画    | 古澤 幹士（農林水産省経済局技術協力課海外技術協力官）   |
| (5) 技術協力    | 岩谷 寛（JICA 農業開発協力部農業技術協力課）     |

1-3 調査日程

1997年(平成9年)1月11日(土)~1月25日(土)まで(15日間)

日順	月日(曜)	行程	調査内容
1	1/11(土)	JAL61 東京→サンパウロ(1/12)	
2	12(日)	サンパウロ AA907 →アスンシオン	13:00 アスンシオン空港着 14:00 JICAパラグアイ事務所担当および岩田リーダーと打合せ 18:00 同事務所長主催夕食会
3	13(月)		8:00 JICA事務所打合せ 9:00 日本大使館表敬/協議 10:30 農牧省企画総局長・農業研究局長表敬/協議 14:00 企画総局・農業研究局との協議(継続)
4	14(火)	アスンシオン →エンカルナシオン	8:00 農牧省大臣・次官表敬 8:30 大統領府企画局表敬/協議 10:30 ホテル発 16:00 JICAエンカルナシオン支所にて支所長、主要穀物生産強化計画リーダーと協議
5	15(水)		8:30 地域農業研究センター(CRIA)訪問、所長および関係研究員との全体協議 10:00 各研究室、施設、圃場視察 12:00 CRIA主催昼食会 14:00 主要穀物生産強化計画専門家およびカウンターパートとの班別協
6	16(木)	エンカルナシオン →ピラポ →イグアス	7:30 在エンカルナシオン日本領事表敬 9:00 班別協議(継続) CRIA所長との最終協議 11:30 CRIA発 14:30 ピラポ農協訪問、情報収集 15:00 農協青年部試験圃場(トウモロコシ、ヒマワリ)視察 15:30 日系大豆生産農家聞き取り調査 19:00 イグアス着、JICAパラグアイ農業総合試験場(CETAPAR)との夕食懇談会
7	17(金)		8:00 CETAPAR概要説明 9:00 職員・専門家との全体協議 11:00 各研究室、施設の視察 14:30 団内打合せ 15:30 全体協議(継続)、古澤団員→農協調査 16:30 試験圃場視察、ドイツ技術協力公社(GTZ)試験圃場視察 17:30 班別協議、団長→農協組合長表敬
8	18(土)		9:00 日系畑作農家聞き取り調査 12:00 団内打合せ 15:00 CETAPAR場長、課長、畑作担当と最終協議 17:00 本部発信
9	19(日)	イグアス →アスンシオン	AM 資料整理 14:00 CETAPAR発 19:00 アスンシオン着 19:30 農業機械学校吉田専門家と夕食、意見交換
10	20(月)		8:30 JICA事務所打合せ 9:30 農牧省企画総局長・研究局長と協議 PM ミニッツ案修正
11	21(火)		8:30 JICA事務所打合せ、大使館へミニッツ案提出
12	22(水)		8:00 JICA所長へ報告 9:00 日本大使へ報告・意見交換 10:30 ミニッツ署名交換 19:00 団長主催パーティ
13	23(木)	AA906 アスンシオン→サンパウロ	(岩谷団員はピラールへ移動)
14	24(金)	サンパウロ→ JAL63	
15	25(土)	→成田	

1-4 主要面談者

[パラグアイ側]

- |                       |           |                                  |
|-----------------------|-----------|----------------------------------|
| (1) 大統領府企画庁           | 長官        | Ing. Guillermo Sosa              |
| 経済社会政策局               | 局長        | Ing. Armando Hermosilla Martinez |
| 国際協力局                 | 局長        | Ing. Irene Campos                |
| 開発計画専門家               |           | 梅谷重夫                             |
| (2) 農牧省               | 大臣        | Ing. Agr. Jyan Alfonso Borgognon |
|                       | 次官 (農業担当) | Ing. Agr. Gerardo Lopez          |
| 企画総局                  | 局長        | Ing. Agr. Ronald Dietze          |
|                       |           | Ing. Agr. Maria Noce de Mesa     |
| 農業研究局                 | 局長        | Ing. Agr. Augusto Fatecha Acosta |
|                       | 調整官       | Ing. Agr. Mario Nunez            |
| 農牧政策アドバイザー            |           | 高橋辰夫 (企画総局)                      |
| 農業開発企画専門家             |           | 黒澤 純 (企画総局)                      |
| 農業機械開発普及専門家           |           | 吉田 章 (教育局農業機械学校)                 |
| (3) 地域農業研究センター (CRIA) | 所長        | Ing. Agr. Carlos Paniagua        |
| (4) ピラポ農業協同組合         |           | 笹沼組合長                            |
|                       |           | 三浦参事                             |
| (5) イグアス農業協同組合        | 組合長       | 久保田洋史                            |

[日本側]

- |                    |        |       |
|--------------------|--------|-------|
| (1) 日本大使館          | 特命全権大使 | 佐々木高久 |
|                    | 書記官    | 萩原秀彦  |
| (2) エンカルナシオン領事官    | 領事     | 岡 紀磨  |
| (3) JICAパラグアイ事務所   | 所長     | 戸水康二  |
|                    | 次長     | 高井正夫  |
|                    | 次長代理   | 笠間浮彦  |
|                    | 担当     | 山本謙二  |
| (4) JICAエンカルナシオン支所 | 支所長    | 菅原正志  |
|                    | 担当     | 水口康宏  |
| (5) 主要穀物生産強化計画     | リーダー   | 岩田文男  |
|                    | 業務調整   | 井上 徹  |



小麦育種 牛腸英夫  
大豆育種 古明地通孝

(6) JICA パラグアイ農業総合試験場 (CETAPAR)

場長	永井和夫	
研究普及課長	山下恭徳	担当職員 (畑作) 関 節朗
試験研究企画専門家	小林英司	担当職員 (病害) Ing. Agr. Felicita F.
畑作専門家	宮川敏男	担当職員 (土壌肥料) 干場 健
病害専門家	小野木静夫	担当職員 (土壌保全) 麻田ミゲル
土壌肥料専門家	山中光二	
土壌保全専門家	三浦昌司	
GTZ土壌保全専門家	Ing. Agr. Ingo	

## 2. 要 約

本事前調査団はパラグアイ政府から要請された「大豆生産技術研究計画」について同国側と協議の結果、パラグアイ農牧省（MAG）を責任機関、同省農業研究局（DIA）管下の地域農業研究センター（CRIA）を実施機関とし、JICAパラグアイ農業総合試験場（CETAPAR）を連携機関として、大豆の育種・栽培・土壌管理技術に関するプロジェクト方式技術協力を5年間にわたって行うという基本計画案に合意し、ミニッツの署名を取り交わした。

調査・協議の概要は以下のとおりである。

### (1) 国家開発計画

パラグアイ政府は経済の安定と成長のため、国家開発計画（1995年～1998年（Version Preliminar））を策定し、開発戦略として以下の5点を挙げている。（仮訳）

- 1) 生産構造の変革
- 2) 社会的、地域的不平等の解消
- 3) 環境劣化対策、自然資源の回復
- 4) 政府の近代化
- 5) 国際協力の活用

また、農業生産分野では小農の地域開発過程への参画および農村生活の質的向上のための生産の多様化と強化を目的としている。

この目的実現のために次の5点を具体的な政策として挙げている。

- ① 生産者の組織化、租税の合理化などの農業改革への取り組み
- ② 持続的生産のための技術の向上、近代化および移転を可能にする技術開発
- ③ 農牧業技術研修計画の強化と実施
- ④ 農業セクター・プロジェクトに対する自然資源の持続性、保護、回復および環境保全的視野の付与
- ⑤ 農業公共セクターの再編および近代化

### (2) プロジェクト実施体制

#### 1) 予算措置

地域農業研究センター（CRIA）の年間予算はその大部分が管理費に向けられており、研究費については農業会社などからの委託研究費を充てているのが現状である。このため、調査団は本プロジェクト実施の際の十分な予算確保につき必要な措置をとるよう、パラグアイ

イ側に申し入れるとともに、以下の2点について提案を行った。

① 自己収入見合い支出予算の十分な確保

CRIAの大豆種子販売収入はすべて大蔵省に納入され、その使用については、その都度申請して支出される仕組みになっているが、これのプロジェクト予算としての優先的な利用を図ること。

② 第2KR積み立て資金の活用について

調査団から農牧大臣、農牧省企画総局長、企画庁長官（代理）に対し、本積み立て資金のプロジェクト予算への活用について申し入れを行った。これに対し、企画総局長から第2KR積み立て資金は従来、小農支援であった旨説明があり、当方の申し入れに非常に興味を示していた。

農牧大臣は第2KR積み立て資金はフルに活用すべきだと考えており、これを活用することは賛成である旨説明があった。

ただ、第2KRの窓口である企画庁との会議にも同様の申し入れを行ったが、長官不在で、代理の局長からは特に言及がなかった。

（注）本件については、農牧省企画総局に派遣されている専門家から、

i) 日本外務省の見解として、一般無償が供与される間は第2KRも継続するとの連絡を受けているが、パラグアイは1人当たりGNPが高く、無償資金協力対象国からの卒業が近く予定されており、第2KRも平成10年頃までしか続かないのではないかと。

ii) 他の農業プロジェクトの横並びがある。

とのコメントが出された。

調査団としては、積み立て資金の活用の仕方については第一義的にパラグアイ側の意向が重視されるべきであり、あくまで調査団が示すプロジェクト予算の財源確保のための選択肢の一つであることを前提に、相手側に申し入れた。

なお、パラグアイ事務所高井次長によると、予算のすべての権限は大蔵大臣に集中し、農牧大臣は予算執行について全く権限をもっていないとのことであり、大蔵省関係者との会議もセットすべきではなかったかと思われる。

2) カウンターパートの確保

予算の確保と並びカウンターパート（C/P）の確保（定着）が、古くて新しい課題として、本プロジェクトでも大きな課題となることが十分に予想される。CRIAの各研究室には4～5名の研究員が配置されており、本プロジェクト発足の場合C/Pとなる大豆、栽培、土壌分野の研究員として各々2名のC/P候補者（国立大学農学部卒）が確保されている。

C/Pの定着については農牧省農業研究局長、CRIA場長も人材の確保には気を配っており、残業手当による対応、あるいは国外で研修を受けたC/Pに対する研修期間の2倍また

はプロジェクト実施期間中の身分拘束を検討したい旨の発言があった。

しかし、本当に必要なのはC/P自身のやる気とそのやる気を支える経済的な支援である。経済的支援についてはパラグアイの国家財政が改善されるのを期待するとともに調査団が申し入れた前記2点の実現することを期待したい。

C/Pのやる気については日本人のやる気もさることながら、本プロジェクト実施の場合は日本側（日本人専門家）の果たす役割が重要な意味をもってくる。JICAの実施するプロ技の目的は日本人専門家を通して、日本の進んだ技術、経験、知識をC/Pに移転することである。この場合「移転」するのは「手法」だけでなく、手法を移転する過程で、ある問題が発生した場合、これをどうとらえ、どういう対応をするかという「問題解決能力」の移転が大切である。

すなわち、自ら問題点を洗い出し、文献による調査を行い、試験設計を立て手法を学び、必要な技術を作り出すことができる能力を移転することである。そういった、「移転の場」を専門家とC/Pが共有することにより、研究に対する興味が惹起され、研究成果を取りまとめ、これを発表しようという意欲につながってさらに次の段階へと進むことが期待される。

専門家の役務提供によるプロジェクト課題の消化は避けなければならない。

なお、現在CRIAでは数種の技術マニュアルをC/Pと専門家の連名で発行している。また、農牧省はJICAとの共催で農業調査研究会議（Reunion de la Comision de Ensayoe Investigacion Agraria）を開催している。これはCRIA、国立農牧研究所（IAN）などの国内試験研究機関の合同発表会で将来的に学会の基礎になる者を育てる意味があるとのことである。本プロジェクトを研究協力として位置づけるのであるならば、この研究会議を積極的にバックアップすることも大切であろう。

### 3) 農牧省の機構改革計画

現在農牧省では、その体制が極端に中央集権化しており、関係団体や受益者との接触も乏しく、著しく機能が硬化しているとの認識の下に、その機構・組織に関する近代化計画が進められている。

現在は近代化計画のための法律案の作成が終了し、これを大統領に示しているところである。近日中に議会へ提出、審議される。1997年中に議会を通過し1998年には発効し、活動が開始されるであろう。（農牧省企画総局長談）

この近代化計画の骨子は以下のとおり。

- ① 国内の試験研究機関を7か所にまとめ、CRIAを地域農試から、油料作物、穀物の研究に関する国の中心機関として位置づけている。
- ② 新しい組織は、少数精鋭主義を採ることにしており、農業研究局自体も現在の640人

を327人にする計画である。この人材の選定は中立機関（国際機関）が当たる。

- ③ 研究者の待遇が改善される。
- ④ 予算の財源は農産物の輸出入税、各種サービス収入（種苗の販売収入など）を充てる。
- ⑤ 現在の農業研究局（DIA）はなくなって、IPTA（Instituto Paraguayo de Tecnología Agropecuaria - パラグアイ農牧技術院）に変わり、局長は総裁になる。

しかし、この計画が始まってからすでに3年を経過しており、検討の段階で農牧大臣が更迭されるなど、スムーズには進展していない。

また、BIDの資金が導入される計画であるが、その詳細は不明である。

しかし、近隣諸国（ブラジル、アルゼンティン、ウルグアイ、チリなど）ではすでに、同様の改革を行っており、パラグアイだけが取り残されているという焦りが感じられ、近代化への道は険しくても早晩実現されるものとの感触を得た。

この近代化により、パラグアイ農業自体のさらなる発展とともに、本プロジェクト実施上の懸念が払拭されることを期待する。

#### 4) JICAパラグアイ農業総合試験場（CETAPAR）の体制

パラグアイからの要請には、本プロジェクトの研究はJICA付属のCETAPARと緊密に連携して実施されるとあり、本調査団も新規プロジェクトを効果的、効率的に実施するためにはCETAPARで開発・蓄積されたプロジェクト活動関連の技術、経験、知識、ノウハウを有効に活用することが重要との認識の下に、関係者との打合せ、現地調査を行った。

##### a) 人 員

本部派遣職員2名、現地職員16名、専門家9名の27名が企画調整班、畑作班、園芸班、畜産班、作物保護班、土壌班の6班体制で畑作、土壌保全、病虫害、野菜生産、畜産分野の課題を実施している。人員的に決して十分とはいえないが、本プロジェクトの実施に当たってはCRIAのカウンターパートとの緊密な連携の下に課題の実施が期待される。

##### b) 予 算

移住事業費が減額されていく中でそれに見合う技術協力事業費が増額されており、本プロジェクト実施に当たっては予算的に決して豊かとは言えないが、課題の実施は可能であろう。ただし、一部建物の老朽化（本館、土壌実験室などはすでに築後24年を経過している）が目立ち、施設整備の必要性が感じられた。

##### c) その他

本プロジェクトでCETAPARの担当する課題はCETAPARの長期総合試験研究計画中の課題として位置づけられている。

パラグアイへの日本人入植は第二次世界大戦前のラ・コルメナ移住地に始まり、現在約8,000人の日本人、日系人が在住している。

彼ら日本人移住者は野菜の導入・普及による食生活の改善、大豆栽培の開始と不耕起栽培の導入・定着、大豆の裏作としての小麦栽培定着により小麦の国内自給達成の引き金の役割を果たす等、多大の貢献をしており、特に大豆は栽培面積、輸出額ともパラグアイ第1位の輸出農産物に成長している。

これは彼ら自身の努力もさることながら、日本の技術協力、CETAPARの活動の成果と相まって達成されたと言っても過言ではない。

今後は、これらの成果を維持し、さらに発展させていかねばならないが、CRIAにおいて永年にわたり蓄積された試験研究の継続と新たに発生する課題への的確な対応、特に地域適応品種の継続的な改良、ダイズシストセンチュウへの対応、大豆前後作の多様化技術の開発、大豆安定多収技術の開発、新栽培地土壌管理技術改善などのため、CRIAを中心とし、CETAPARを連携機関とした協力体制を強化することが重要である。

パラグアイが独自で品種を開発し、栽培技術を確立し、種々の課題に対応できるよう、その研究・技術開発能力を発展・強化することは、パラグアイ農業の今後のさらなる発展のためにきわめて重要であり、その協力効果は大きいものとする。

### (3) 協力基本計画とミニッツ

本プロジェクトの基本計画の概念を図-1のとおり整理した。

CRIAに対する研究協力は1979年以来16年間に及び、その活動内容は微妙に表現は違うものの継続しているのは「大豆新品種の育成」と「栽培法の改善」である。

「南部パラグアイ農林業開発計画」以来の大豆関連プロ技活動概要（各種報告書から抜粋）を表-1に示す。また今次要請の内容は、付属資料2のとおりである。

今次要請と現地の専門家から提案されたプロジェクト活動内容を検討する段階で、すでに技術移転済みと思われる課題、5年間という協力期間（準備期間を考慮すると実質的には4年から4年半）で実施するには無理がある課題などを整理し「5年間で何をやりたいか」ではなく「5年間で何ができるか」に絞って課題の整理を行い、安易な延長を避けることを念頭に置いた。

あわせて、協力期間終了後の評価時に具体的項目を明らかにできるよう配慮した。これらに基づき、具体的な活動内容をCRIAとCETAPARの暫定活動計画としてミニッツに添付した。

調査団の当初案との主な変更点は以下のとおりである。

#### 1) イタプアおよびアルトパラナ地域における高収量品種の育成

当初案はCRIAにおいても実施することとなっていたが、1979年以來のプロジェクトですでに移転済みであるとの観点から、CRIAについては(X)とした。

2) ダイズシストセンチュウ抵抗性遺伝資源の育成

当初案はシストセンチュウ抵抗性母本評価・育成となっていたが、5年間の協力期間を考慮してこの表現となった。

3) 大豆耐病性検定手法の開発

CETAPARの施設、蓄積したノウハウを積極的に利用することに主眼を置きCRIAはその情報の収集などを通じてCETAPARと連携するという整理にした。

4) 大豆の前後作の多様化技術の開発

ヒマワリ以外にトウモロコシの検討も強く要望されたが、5年間ではヒマワリを主とし、他の作物は余力の範囲で考慮するという整理での表現となった。

5) リン酸の深層施用法の改善

現地の専門家は深層施用のための農業機械の開発について個別派遣専門家との連携を考えていたが、専門家との打合せでは効率的な現地適正技術開発を図るために筑波国際センターのノウハウを活用することを提案した。

6) 土壌管理

この課題には当初は土壌劣化防止対策が入っていた。これは非常に大切な課題だが、さほど緊急なものではないとして、プロジェクトの課題としては新栽培地の土壌管理法の開発に絞ることにした。

土壌劣化防止対策はCETAPARが通常業務として実施する。

ただし、新栽培地の土壌管理法の開発に関しては協力期間を十分に考慮した具体的な課題に絞るべきである。

(4) 提言

- 1) カウンターパートを適正に配置すること。
- 2) 必要な予算確保のために大豆種子販売収入をプロジェクト活動へ有効に活用すること。
- 3) プロジェクトの効果的実施のためのCETAPARとの連携。

具体的にはカウンターパート自身が積極的に自らの研究能力向上を図ることを期待して、CETAPARの実施する研究活動に参加できること。

(5) その他

- 1) 農牧省は農業研究に関する組織と規定の近代化を検討中であり、このことはプロジェクトの実施を何ら妨げるものではない。
- 2) 農牧省は第三国個別研修（たとえばブラジル、アルゼンティン）について言及した。

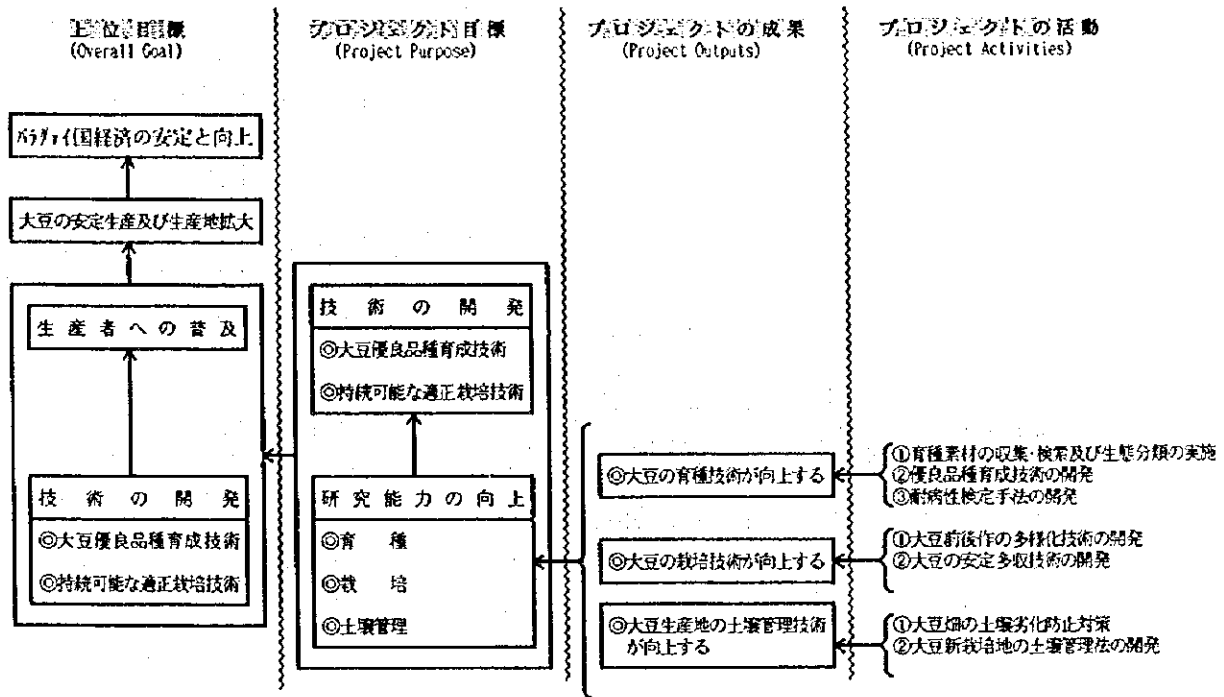


図-1 プロジェクトの基本計画



表-1 パラグアイ大豆関連プロジェクト協活動概要

<p>南部パラグアイ農業開発計画 (1979年3月～1984年3月～1988年3月)</p> <p>目的： 南部パラグアイ、特にイタプア県における農業開発ならびに農業研究、機械農業の推進等を目的とする。</p>	<p>主要穀物生産強化計画 (1990年6月～1995年6月～1997年3月)</p> <p>目的： CRIAおよびDISE(種子局)における活動を通じ、大豆・小麦の地域に適合する優良品種を育成し、種子を生産するため、技術者の育成と土壌保全のため不耕起栽培法を確立する。</p>	<p>大豆生産技術研究計画 (1997年10月～)</p> <p>目的： 大豆の優良品種育成技術および持続可能な適正技術の開発のため、CRIAにおける大豆の育種、栽培および土壌管理に関する研究能力の向上を図る。</p>
<p>協力内容： ①カピタンミラング農業試験場(CRIA)における小麦、大豆およびトウモロコシ等の育種、適応試験などを通じ研究普及活動を強化する。 ②農業機械化センター(CEMA)における農業機械の操作、維持修理技術の向上。</p>	<p>協力内容： ①優良品種の育成および管理 ②保証種子生産技術の確立 ③土壌保全のための栽培技術の改善</p>	<p>協力内容： ①大豆育種技術の向上 ②大豆栽培技術の向上 ③大豆生産地土壌管理技術の向上</p>
<p>協力活動と成果： (主要穀物生産強化計画プロジェクト協調査報告書-1989年3月抜粋) ①大豆新品種の育成および品種保存 ○新品種CRIA1を育成し、播種栽培を行った。 ○交雑育種法によりF5まで選抜、F5の地域適正試験を実施した。 ②大豆栽培法の改善 ○播種期、播種密度、施肥などによる土壌条件が生産性に及ぼす影響について調査した。 ③雑草防除技術の改善 ○各種除草剤の効率的な使用量、使用時期の検討を行った。 ④輪作技術の確立 ○ヒマワリ、燕麥等冬作物への施肥効果を測定した。 ○輪作作物中に緑肥およびトウモロコシの導入試験を実施した。 ○燕麥、大豆を緑肥とする良質緑肥効果を測定した。 ⑤病害虫防除技術の確立</p>	<p>協力活動： (終了時評価報告書-1994年12月抜粋) 1. 主要穀物の育種と管理 (1)植物遺伝資源の収集・評価・保存および管理 (2)大豆育種家種子の育成・生産および管理 ①育種家種子の導入と評価 ②交雑および多収品種のための素材の育成 ③育種操作および調査方法の改善 ④育種家種子の生産管理 2. 主要穀物の種子生産技術 (1)生産・管理・保証技術 ①原種生産管理 ②原原種、登録種子、保証種子の生産管理 ③種子生産管理技術の改善 (2)種子生産管理技術に関する研修 (3)種子生産技術および管理の総括調整会議 3. 土壌保全のための栽培・土壌管理技術 (1)土壌保全のための栽培技術 ①大豆/小麦作の不耕起栽培技術の体系化 ②大豆/小麦作の不耕起栽培への緑肥作物の導入 (2)土壌保全のための土壌管理技術 ①不耕起栽培土壌の理化学的評価 ②不耕起栽培へ冬作緑肥作物を導入した土壌の理化学的評価 ③イタプア地域における土壌浸食の実態と発生要因</p>	<p>協力活動案： (津前調査団派遣前の案-1996年12月) 1. 大豆の育種技術 (1)育種素材の収集・検索および生態分類の実施 (2)優良品種育成技術の開発 (3)耐病性検定手法の開発 2. 大豆の栽培技術 (1)大豆前後作の多稼化技術の開発 (2)大豆の安定多収技術の開発 3. 大豆生産地の土壌管理技術 (1)大豆畑の土壌劣化防止対策 (2)大豆新栽培地の土壌管理法の開発</p>

### 3. 開発計画の現状と関連

#### (1) 国家開発計画における本計画の位置づけ

1) 「第5次国家経済社会開発5カ年計画（1985年～1989年）」の中でパラグアイ政府は農業振興を最優先とし、その政策として農産物の増産、輸入農産物の代替生産、小農振興対策、生産環境の保全を挙げている。政策の具体的実施計画の一環として南部地域開発を位置づけた。

「主要穀物生産強化計画（協力期間1990年6月1日～1995年5月31日、延長：1995年6月1日～1997年3月31日）」は、その中で主要穀物（大豆・小麦）の生産強化を図ることを目的に発足している。

2) 1991年に農牧省により農牧政策の方針が制定されており、農業部門では次の4項目が挙げられている。

- ・国内自給の確保
- ・輸出作物生産の多様化
- ・小農の生産性、効率性の増大
- ・農業生産と密接に関係する農産加工業の振興

3) パラグアイ政府は経済の安定と成長のため1995年5月に国家開発計画 PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO 1995 - 1998 "Desarrollo Sostenible con Equidad" (Version Preliminar) を策定し、開発戦略として、次の5項目を挙げている。(仮訳)

- ・生産構造の改革
- ・社会的・地域的不平等の解消
- ・環境劣化対策・自然資源の回復
- ・政府の近代化
- ・国際協力の活用

また、農業生産物の輸出およびパラグアイ経済の構造的問題の解消に当たっては多様化、生産性向上、競争力の強化が必要としている。

農業生産分野では、小農の地域開発過程への参画および農村生活の質的向上のための生産の多様化と強化を目的としている。そして、この目的実現のために次の5項目を具体的な政策として挙げている。

- ・生産者の組織化、租税の合理化等の農業改革への取り組み
- ・持続的生産のための技術の向上、近代化および移転可能な技術の開発
- ・農牧業技術の研修計画の強化と実施
- ・農業セクターのプロジェクトに対する自然資源の持続性、保護、回復および環境保全的視

点の付与

- ・農業公共セクターの再編および近代化

(2) 大豆生産振興にかかる国家戦略

パラグアイでは1993年に大豆は綿花を抜いて最大の輸出作物となった。綿花はここ数年の世界적인供給過剰により低価格となっており、この傾向は当面続くと言われている。このため大豆は輸出作物として、ますます重要になっていくものと思われる。

パラグアイ側は大豆を外貨を稼ぐ最重要作物として重要視しており、品質の向上、多収性を目指している。また、テラロッサ土壤地域以外でも大豆生産を広げようとしており、ミシオネス州（ミシオネス砂岩由来の土＝ポドソル）で大規模に栽培しようと考えている。パラグアイの農産物輸出状況は表-2を参照。

表-2 パラグアイの輸出事情

輸 出 額 (単位: 100万ドル) -FAO Yearbook Trade 1993, 1994~

	1991	1992	1993	1994
総額	737	657	725	770F
農産物	608	512	559	590
綿花	314	200	156	151
大豆	157	137	224	222

F: FAOの見積り

農牧省企画総局長からは次のような話があった。

- ・大豆の生産量のみならず品質の向上（栄養素：たんぱく質）を重視していきたい。
- ・大豆は雨によって生産量が左右される。テラロッサ地域（イタプア県およびアルトパラナ県）に灌漑施設を導入したら効果があるかどうか（経済的な面からも）検討したい。（このことについて、主要穀物生産強化計画の専門家は、イタプア県およびアルトパラナ県の1ha当たりの収量はすでに世界最高水準であり、灌漑施設を整備してこれ以上の収量を上げることは、採算の面からも疑問視している。）
- ・大豆は生産量の約90%を豆のままヨーロッパに輸出している。生産量の50%くらいは加工したいが、ヨーロッパは輸入に際し加工製品に課税しており（油20%、大豆かす10%）、ヨーロッパの輸入税が下がれば工場基盤等を整え、製品で輸出することも検討したい。

(3) 農牧省の機構改革の方向と影響 (研究部門)

1) パラグアイの研究機関は、以下の諸問題を抱えている。

- ① 中央集権的運営管理体制、硬直した人事による業務のマンネリ化
- ② 年間予算の90%は人件費に消え、研究費はないに等しい
- ③ 研究員は質的にも劣り、農産物生産を目的とする応用研究の訓練がなく、実験実習の経験が少ない等低いレベルにあり、研究テーマが多岐にわたって継続性がない
- ④ 研究と普及の連絡体制を強化し、普及員や農家に直接役立つ新技術開発と移転システムを確立する必要がある

このように劣悪な研究環境を改善するため、全パラグアイの農業研究機関の自立発展を図るべく近代化計画が進められている。

2) 農林業開発近代化計画—技術育成および技術移転の構想—行政概要

PROGRAMA DE MODERNIZACION PARA EL DESARROLLO AGROPECUARIO Y FORESTAL—PROYECTO DE GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA—RESUMEN EJECUTIVO (MAG—BID ATN/JF-4528-PR 1995.11)によれば農業研究局 (DIA)、家畜生産研究局 (DIPA)、国立林野庁 (SNF) をまとめ、パラグアイ農業技術研究局 (INSTITUTO PARAGUAYO DE TECNOLOGIA AGRARIA : IPTA) に再編する。IPTAは中央本局と国内の各地の第一次産品主要生産地に6か所の地域研究センターを配置する。6か所の地域研究センターとして選定された機関は次のとおり。

CAACUPE 国立農牧研究所 (IAN)

CAPITAN MIRANDA 地域農業研究センター (CRIA)

CHORE

BARRERITO

CAPIIBARY

CHACO CENTRAL

また、それぞれの研究センターの担当分野は表-3のとおり。

表-3 各研究センターの担当分野

国内研究計画	基 地	駐 在 地
1 穀物と油糧作物	CRIA	IAN
2 綿花	CHORE	IAN
3 輪作栽培	CHORE	IAN, CHACO
4 果物と野菜	IAN	CRIA, CHORE
5 遺伝資源と生物工学	IAN	CRIA, CHACO
6 農・林牧技術	CHAPIBARY	CHORE, CRIA
7 天然資源	CRIA	IAN, CHACO
8 牧畜（肉、乳、牧草）	BARRERITO	CHACO CENTRAL
9 牧畜（養蜂、養豚他）	BARRERITO	臨機契約

農牧省農業研究局長によれば、この改革により、IANは野菜・果樹の研究所、CRIAは大規模機械化農業を前提とした穀物油糧作物研究所として地域に適合した研究所に組織再編される予定であり、多くの業務が第三者に移管され、運営コストが下がる。これにより、研究員の処遇改善を図り、優秀な研究員を採用するとのことである。

人材の選定は中立的な国際機関が行う。研究者は研究のみに従事することになり、研究者の人数は減るが、予算が確保され、有能な人材を雇うことができる。

運営管理体制については、研究所の予算の一部は農牧省から出るが、自立的な運営となる。研究課題・方針はIPTAで企画し、地域、国からの必要性において研究課題を決める。

財源は税金（輸入税、輸出税）のほか、CRIAでは種子の生産・販売（委託栽培）、土壌分析費用等が考えられる。

現在の農業研究局の人員は640人であるが機構改革により327人となる。退職金はBIDが援助する。

この改革によって管理体制は変わるが合理的に農牧省を運営することが目的であり、国際的關係（たとえば対JICA）に支障はきたさない。

農牧省企画総局長によれば、1996年12月に改革法案を大統領に提出しており、現在大統領が検討中。近いうちに議会に回り、1997年中に（個人的な考えであるが）議会が承認するだろう。そうすれば1998年に機構改革が行われる。もし、1997年に議会が承認しなければ、承認は1998年以降となろう（1998年には大統領選挙がある）とのこと。

農牧省の機構改革については、今回の調査で聞き取った範囲では、期待は大きく、予算、人員の面で改善されると考えられている。また、近隣諸国はすでに同様の改革を実施しており、機構改革は避けて通れないものとの意識はあるようである。しかし、この計画が始まってから3年を経過しており、必ずしもスムーズには進展していない。

機構改革にはBIDの資金が導入される計画であるが詳細は不明であり、公社制での自主財源の確保等不確定要素も多い。

なお、今回パラグアイ側と取り交わしたミニッツには「農牧省は農業研究に関する組織と規定の近代化を検討中であるが、このことがプロジェクトの遂行を妨げることはない」と表明した旨を記載している。

#### (4) 世界市場におけるパラグアイ大豆の位置

国連食糧農業機関 (FAD) によれば、大豆の生産量は全世界で約1億2,590万t (1995年) であり、このうち米国は5,860万t (約47%)、ブラジル2,560万t (20%)、アルゼンティン1,210万t (10%)、中国1,350万t (11%) となっており、主要4か国で90%近くのシェアを占める (表-4)。

一方、大豆の輸出量は全世界で合計約3,000万t (1994年) で、このうち米国は1,810万t (約60%)、ブラジル540万t (18%)、アルゼンティン290万t (10%) となっており、主要3か国で90%近くのシェアを占める (表-5)。

パラグアイの大豆生産量は230万t (1995年)、輸出量は120万t (1994年) で主要国に次いでおり、1ha当たり2,772kg (1995年) の平均収量は世界の最高水準である。

わが国の大豆輸入量は約481万3,000t (1995年：大蔵省貿易統計) である。輸入先は米国約406万5,000t (約84.4%)、ブラジル36万2,000t (7.5%)、中国19万5,000t (4.1%)、3か国で96%のシェアを占めている。

パラグアイからは13万1,000t (2.7%) を輸入している (表-6)。

表-4 主要国の大豆生産状況 (FAO Production Yearbook Vol. 49 1995)

	収穫面積 (単位: 千ha)			ha当り収穫 (単位: kg)			生産量 (単位: 千t)		
	1993	1994	1995	1993	1994	1995	1993	1994	1995
カナダ	720	820	819	2572	2745	2784	1851	2251	2280
米国	23208	24629	24952	2194	2781	2347	50919	68503	58569
アルゼンティン	5116	5748	5914	2159	2038	2044	11045	11715	12088
ブラジル	10635	11514	11651	2123	2164	2198	22575	24912	25581
パラグアイ	635	694	830*	2825	2587	2771	1794	1796	2300
中国	12382	9227	8132	1237	1735	1662	15323	16011	13518
インド	4248	3992	5000F	1089	921	920	4626	3676	4600
インドネシア	1470	1407	1503	1162	1112	1124	1709	1565	1689
世界計	61946	61685	62285	1857	2207	2022	115047	136154	125930

F: FAOの見積り \* : 非公式な数字

表-5 大豆主要輸出国別輸出数量・輸出価格 (FAO Trade Yearbook Vol. 48 1994)

	数量 (単位:千t)			価格 (単位:1万ドル)		
	1992	1993	1994	1992	1993	1994
カナダ	245	415	464	6112	11167	11402
米国	19880	19512	18126	441700	463138	435478
アルゼンチン	3117	2428	2910	65465	54715	69046
ブラジル	3726	4185	5398	80857	94550	131598
パラグアイ	857	1360	1187	13722	22369	22226
中国	658	373	832	15966	10195	22253
世界計	29121	28801	30091	640660	670581	722708

表-6 日本の大豆年次別国別輸入状況  
(主要農林水産物の主要国・地域別輸入実績-大蔵省貿易統計)

	数量 (単位:千t)			金額 (単位:百万ドル)		
	1993	1994	1995	1993	1994	1995
米国	4036	3540	4065	1089	1040	1147
ブラジル	617	780	362	162	216	98
中国	190	208	195	64	76	67
パラグアイ	124	108	131	34	28	36
カナダ	58	36	58	22	17	22
世界計	5031	4731	4813	1374	1395	1373

## 4. 協力要請分野の現状と問題点

### 4-1 大豆生産の現状と問題点

#### (1) 生産地域の分布、自然条件、生産農家数、規模、生産量

1) 大豆の主生産地はパラナ川沿岸の東部丘陵地帯で、この地域は玄武岩由来のテラロッシュ土壤が分布している。この土壤は赤色細粒質で肥沃であり、農作物の栽培に適している。

このテラロッシュ土壤分布地域であるアルトパラナ県、イタプア県、カニンデジュ県の3県で生産面積の約90%を占める(表-7)。

表-7 大豆の栽培面積・生産量・単収(1994/1995年)

	播種面積 (ha)	生産量 (t)	単収 (kg/ha)
東部地域			
CONCEPUCION	240	415	1,730
SAN PEDRO	22,000	39,600	1,800
CORDILLERA	22	35	1,600
GUAIRA	278	461	1,659
CAAGUAZU	30,470	57,893	1,900
CAAZAPA	10,710	19,600	1,830
ITAPUA	277,522	863,093	3,110
MISIONES	280	530	1,893
PARAGUARI	--	--	--
ALTO PARANA	303,641	1,044,829	3,441
CENTRAL	--	--	--
NEEMBUCU	--	--	--
AMAMBAY	19,340	36,553	1,890
CANINDEYU	71,000	149,100	2,100
西部地域			
PTE. HAYES	--	--	--
ALTO PARAGUAY	--	--	--
BOQUERON	--	--	--
全国 (1994/95年)	735,503	2,212,109	3,008
(1993/94年)	694,117	1,795,792	2,587

(出典：パラグアイ農牧省農牧センサス統計局

Produccion Agropecuaria 1994/95 -- (社)国際農林業協力協会)



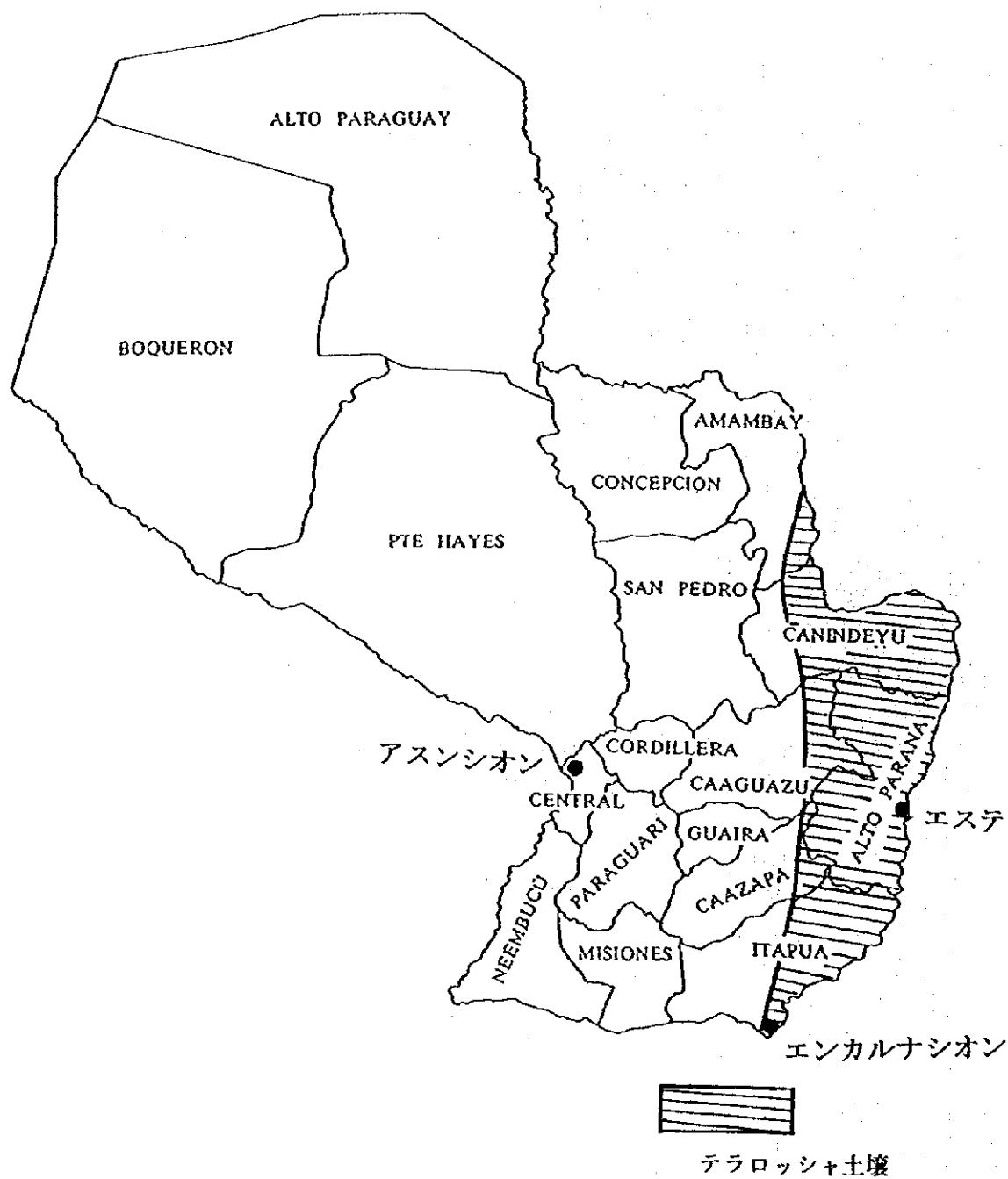


図-2 テラロッサ土壤の分布  
 (パラグアイ農牧業の現状-1991年農牧業センサスの結果から-  
 (社)国際農林業協力協会 1993年2月から作図)

2) 大豆生産地域の気候

JICAパラグアイ農業総合試験場数か所の観測平均値を表-8、表-9に、CRIAの観測値を図-3に示す。

表-8 月別降水量分布 (mm)

	農業年 1994/95年												計
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	
1993年~1994年平均	84.5	78.8	118.0	153.9	148.2	141.5	163.2	147.0	131.9	238.6	168.4	113.8	1,687.8
1994/95年平均	90.9	33.5	117.0	196.1	292.8	158.5	228.8	156.1	159.4	136.5	49.0	49.7	1,668.3
絶対値の差	6.4	-45.3	-1.0	42.2	144.6	17.0	65.6	9.1	27.5	-102.1	-119.4	-64.1	-19.5
比率の差 (%)	7.6	-57.5	-0.8	27.4	97.6	12.0	40.2	6.2	20.8	-42.8	-70.9	-56.3	-1.2

表-9 月別気温分布 (°C)

	農業年 1994/95年											
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
1993年~1994年平均	16.1	17.7	19.3	24.0	24.4	26.1	26.5	25.5	24.8	21.9	18.6	16.9
1994/95年平均	17.6	18.9	20.5	23.9	23.6	27.0	26.0	24.9	24.2	20.2	17.4	18.5
絶対値の差	1.5	1.2	1.2	-0.1	-0.8	0.9	-0.5	-0.6	-0.6	-1.7	-1.2	1.6
比率の差 (%)	9.2	6.8	6.4	-0.6	-3.1	3.4	-2.0	-2.5	-2.4	-7.9	-6.6	9.7

出典：パラグアイの農牧生産統計 (社)国際農林業協力協会 1996年9月

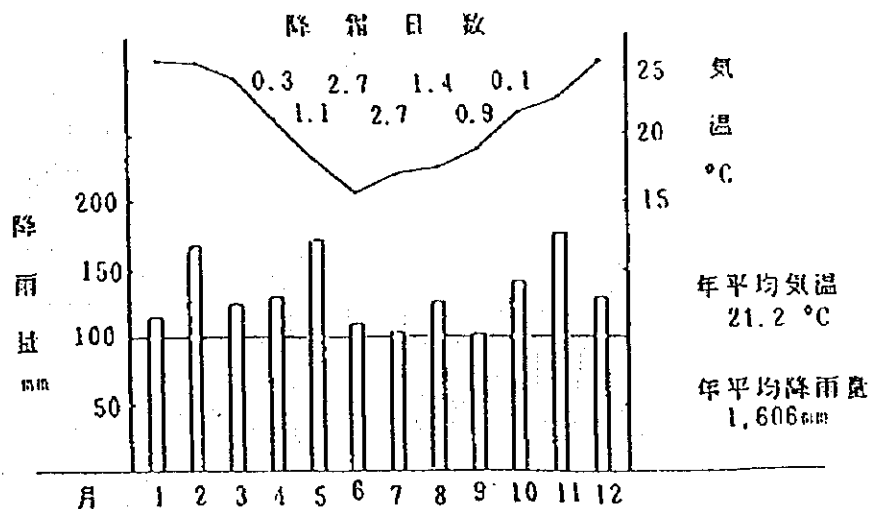


図-3 CRIAにおける1964~1993年の気象観測値 (パラグアイ主要穀物生産強化計画専門家活動報告書 JICA 平成7年5月31日)

3) パラグアイ大豆生産農家の分布および経営規模 (1991年) を表-10に示す。

表-10 パラグアイの大豆生産農家

	経営体 (戸)	面積 (ha)
東部地域		
CONCEPUCION	30	187
SAN PEDRO	563	17,367
CORDILLERA	3	12
GUAIRA	104	237
GAAGUAZU	1,070	21,799
CAAZAPA	1,161	8,931
ITAPUA	15,132	210,523
MISIONES	26	159
PARAGUARI	30	414
ALTO PARANA	5,967	228,504
CENTRAL	4	3
NEEMBUCU	4	2
AMAMBAY	256	15,288
CANINDEYU	2,367	49,030
西部地域		
	3	202
全国 (1991)		
	26,720	552,657
(1981)		
	29,663	396,902
農場面積規模別		
0 - 1ha	14	5
1 - 5ha	1,659	2,228
5 - 10ha	4,712	11,529
10 - 20ha	8,239	37,401
20 - 50ha	7,222	86,495
50 - 100ha	2,424	79,954
100 - 200ha	1,329	86,709
200 - 500ha	767	103,819
500 - 1,000ha	213	50,588
1,000 - 5,000ha	112	50,694
5,000 - 10,000ha	22	19,397
10,000ha 以上	7	23,839

1991年農牧業センサス (パラグアイ農業の現状-1991年農牧業センサスの結果から- (社)国際農林業協力協会)

## (2) 作付体系、品種、流通

### 1) 作付体系

大豆の生産地域では、大豆の収量が最大になるように栽培期間（播種～収穫）を設定し、その裏作に小麦等を栽培している。

大豆の主生産地であるイタプア県やアルトパラナ県では日系農家を中心に大豆の不耕起栽培が増加しているが、大豆の前後作である小麦については最近の3年間は天候不順、収穫期の降雨等による収穫量低下や穂発芽による品質劣化のため、収入が思わしくないとのことである。

プロジェクトの専門家等からの聞き取りによると大豆の栽培時期（播種～収穫）は表-11のとおりであり、品種により差はあるが、アルトパラナ県はイタプア県より播種時期が約1カ月早い。

表-11 大豆の栽培時期

	大豆播種時期	大豆収穫時期
イタプア県	11月上旬-12月	3月中旬-5月上旬
アルトパラナ県	10月上旬-11月	3月-4月

### 2) 大豆の品種

現在パラグアイで栽培されている大豆は、パラグアイで育成された品種はなく、ブラジルから導入された品種がほとんどである。

「主要穀物生産強化計画（協力期間1990年6月1日～1997年3月31日）」では大豆の茎かいよう病（カンクロ病）に抵抗性を示し、イタプア地方に適応する早中生種UNIALAおよびイグアス地方に適応するAURORAの2品種を育成した。これはパラグアイで初めて育成された品種であり、今後パラグアイ国内に広く栽培されることが期待されている。

各地方で栽培されている品種は以下のとおりである。

#### a) イタプア県で栽培されている大豆の主な品種（プロジェクトの専門家から聞き取り）

- ・ALA60（ブラジルから導入されたものと思われる）早中生種  
（イタプア地方の日系農家の大豆栽培面積の約40％に普及）
- ・BR16（ブラジルEMBRAPAから導入）早生  
（イタプア地方の約30％）
- ・BR4（ブラジルEMBRAPAから導入）中生
- ・FTESTREL（ブラジルEMBRAPAから導入）晩生

(12月播種、4月中旬収穫、イタプア県の栽培は2品種で全体の約30%)

b) ピラポ農協 (イタプア県) 管内で栽培されている主な品種 (農協の職員から聞き取り)  
BR4、BR16、ALA60

c) イグアス農協 (アルトパラナ県) 管内で栽培されている主な品種 (農協長から聞き取り)

BR4、BR16、イグアス (ブラジルから導入)

(10月中旬播種、3月収穫)

### 3) 大豆の流通

現地で聞き取りを行ったが、その概要は次のとおりである。大豆の取引はシカゴの穀物相場の価格で行っており、各農協ではシカゴ相場を常に把握し、価格の上下動を予測しながら商社と取引を行っているとのことであった。

a) ピラポ農協 (イタプア県) (農協の職員からの聞き取り)

生産農家 (収穫時: 水分約18%)

↓

農協のサイロに搬入

↓

輸出商社のサイロに搬入 (乾燥、選別、水分を国際基準の14%以下に調整)

↓

船積み (パラナ川沿岸の Ayolas)

↓

モンテビデオ

↓

米国、ヨーロッパへ

b) イグアス農協 (アルトパラナ県) (農協の職員からの聞き取り)

生産農家

↓

農協のサイロ

↓

輸出商社のサイロに搬入 (国際基準に合致するように調整)

↓

トラックでブラジルの Paranagua (Curitiba の近く) まで輸送

↓

Paranagua で船積み

(3) 生産者レベルで直面している（または今後予想される）問題点（現地での聞き取りによる）は以下の通りである。

1) 長年大豆栽培を行ってきた土地（イタプア県、アルトパラナ県）で生産力の低下がみられる。原因は表土流出および栄養分流出によるものと思われる。対策を講じる必要がある。

2) ダイズシストセンチュウの侵入可能性が大きい。すでにブラジルで発生し、大きな被害が出ており、国境（アマンバイ県）から120km近くでも発生している。（発生地は、さらに国境に近くなっているとの情報もある。）

ブラジルで発生した病害虫はしばらくするとパラグアイに侵入し、被害を及ぼすことが多い（カンクロ病等）。

現在パラグアイで生産されている品種はダイズシストセンチュウに対し抵抗性をもっていない。ダイズシストセンチュウは防除が困難であり、抵抗性品種の育成は急務である。

3) 大豆の裏作には小麦を植えることが多いが、小麦の収穫時の降雨により品質が低下して価格が下がったり、不作であったりして、ここ3年間は小麦の収入が思わしくない。

小麦に最適な栽培期間を確保すると、大豆の栽培時期を変えることになり、大豆の収穫量が減少する。現行の大豆栽培期間を変えないで、より有利な裏作作物の導入を検討する必要がある。

また、生産地域に適した「遅まき」または「早まき」の品種の育成も必要である。

4) 大豆の不耕起栽培には除草剤の使用を欠かせないが、価格が高いため経営を圧迫している。除草剤の使用を減らすような作付体系を開発する必要がある。

#### (4) 品種開発および種子供給体制

パラグアイの大豆生産は年々増加傾向を示し、1996年には栽培面積が85万ha、単収は2,641kg/haで、224万5,000tを生産している。特に単収は世界のトップクラスで、日本の1,700kg/haと比較し、約5割増である。要因として、気象・土壌条件、栽培法（不耕起栽培）、品種、栽培歴史が比較的新しい（処女地）等が挙げられる。パラグアイにおける主要な栽培品種は「ALA60」「Bragg」「BR4」「BR16」「CTS78」「Parana」等で、いずれもブラジルからの導入品種である。これらの品種は多収性ではあるが、現在、ブラジルで発生し、大きな被害を生じているカンクロ病および線虫に弱い欠点があり、近い将来にパラグアイでも大きな被害を被ることが懸念される。

特にカンクロ病については、すでにパラグアイで発生し、被害も出ていることから、CRIAでは、カンクロ病に抵抗性をもつ品種を独自に育成するために育種を開始するとともに、品

種登録に必要な諸条件（系統適応性検定試験、生産力検定試験、特性検定試験、原種・原原種・採種圃等の各制度）を整備し、1997年、2つの新品種「UNIALA」および「AURORA」を育成し、新品種として登録することができた（付属資料7参照）。

パラグアイではこれまでに、「Pirapo」「CR1A1」等いくつかの優れた新系統を育成してきたが、品種登録条件に未整備なところもあり、いままで新品種登録までには至っていなかった。自国で育成した品種が登録されたことは画期的なことであり、また、パラグアイの輸出農産物シェア第1位を占める大豆なので、自国で種子を供給できる体制を整えたことは重要である。

今回育成された2品種は、いずれもカンクロ病に抵抗性をもつが、ブラジルで被害が発生しているダイズシストセンチュウ（以下、線虫）に抵抗性はない。線虫が侵入（生息）していなければ問題はないが、パラグアイ国境120kmまでに接近している現在の状況からすると、パラグアイにおける線虫の発生も時間の問題であろう。線虫は生育初期から発生するが、特に開花期前後が最も顕著である。被害は画的に坪状で発生し、病徴は葉が黄化し、生育が抑制され、粒の肥大が不十分になり減収する。被害が激しい場合は、黄化・落葉と生育の極端な抑制により、収穫皆無となることもある。線虫抵抗性品種の育成は、今後、最重要視されなければならない問題であろう。

#### (5) 栽培技術

パラグアイの大豆は1940～1950年代には食用、コーヒー代替用、飼料用などのため細々と生産されていたが、1960年に初めて360tが日本へ輸出された。この当時は人力や畜力による栽培が通例で、まだ手こぎ式動力脱穀機による処理が行われ、規模拡大による大豆栽培には限界があった。作付面積の急増した1970年代に入って、トラクターに続いてコンバインと大型機械化が進み、それまでのトウモロコシ—小麦体系に代わった大豆—小麦体系では、耕耘・整地、播種、農薬散布、脱穀などの作業能率が大幅に改善された。1970年代はイタプア県が最大産地であったが、世界的な大豆の需要増やパラグアイ国内の国道の整備などに刺戟されて、新しい農地開発が進み、アルトパラナ、カニンデジュ、カーグアス、アマンバイ、サンペトロなどの各県でも1980年代以降に大豆生産地が急速に拡大されるに至った。このうち、特にアルトパラナ、イタプア、カニンデジュの3県のみで全生産量の90%を占めているが、これら3県では長い緩傾斜地が多く、年間降雨量も1,500～1,700mmあって、きわめて肥沃度の高いテラロッシュ土壤が深層まで分布していて、機械の利用および大豆の生育に適していたことが大きな理由であろう。

大豆の1ha当たり収量の変化をみると、1970年代には1.3～1.4tに過ぎなかったが、1980年代には1.5～1.8tへと急速に伸び、1990年代に入ってから、さらに著しく増大を続け、

1992年には主産地のアルトパラナやイタプアでは3t前後の多収を得るに至っている。このことは3.5t以上の極多収の農家が存在することを示唆しており、世界中の大豆生産国の中では最高単収に位置づけられるであろう。このような高収レベルを維持することになった理由の一つは、日系の先進農家、CRIAやCETAPARの関係者による大豆の技術改善に対する並々ならめ努力があったと思われる。

1) テラロッサ土壤とミシオネス砂岩土壤

パラグアイではパラナ川沿いに長さ400km幅が約80kmにわたる細長いパラナ玄武岩の風化したテラロッサ土壤が分布して、大豆の主産地を形成している。その西側に接して、中生層のミシオネス砂岩が続き、さらにアスンシオン寄りには古生層の砂岩が出現し、これらの風化土壤が分布している（図-4）。

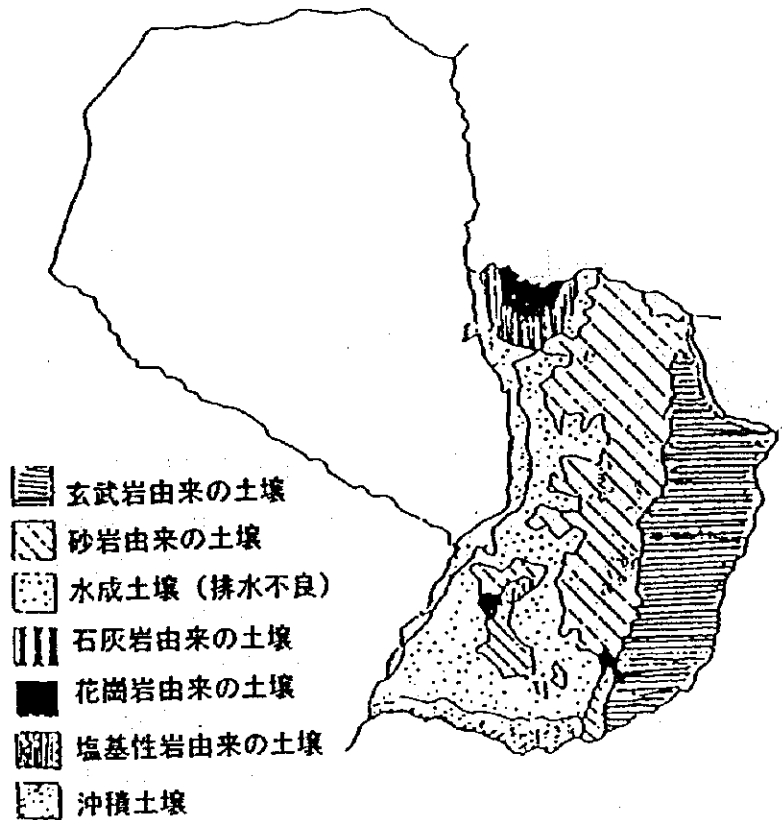


図-4 パラグアイ東部地域の土壤分布図

過去の大豆生産は肥沃度の高いテラロッサ土壤において主として行われてきたが、最近では近接するミシオネス砂岩土壤地帯にも大豆の作付けが拡がり始めたところである。イタプア県の西隣に接するミシオネス県は放牧草地の多い肉牛生産地であるが、大豆栽培の経済的有利性から判断して、大豆導入の意向が強い。今夏の全国大豆会議で県知事から農牧省およびCRIAに対して、同県の大豆栽培振興について要請が出されたようである。



ミシオネス県にはミシオネス砂岩土壌や他の洪積土壌が分布しているが、テラロッシャ土壌に比べると、その作物生産力は著しく低い。従って今後、同県に大豆を導入定着させるためには、どのような土壌が分布しているかを明らかにするとともに、有機物や改良資材の投入によって土壌改良を行いながら、大豆の増産を図る対策技術を確立する必要がある（表-12、13参照）。

CETAPARの小川専門家らはイグアス地区の土壌調査結果から、赤色精粒土壌および赤色中粒土壌はテラロッシャ土壌であり、赤色粗粒土壌はミシオネス砂岩土壌であると分類し、土壌の物理性、化学性の比較を行っている（表-14、15、16）。

これらの結果によれば細粒・中粒土壌に比べて粗粒土壌では砂が著しく多く、粘土が著しく少ない土性であり、細粒・中粒土壌の作土の分散率（4~8）に比べ著しく高い粗粒土壌の分散率（14~17）からみても、粗粒土壌は容易に土壌浸食を受けやすいことを示している。

化学性についての比較でも塩基交換容量、交換性カルシウム、交換性マグネシウム、交換性カリウムなどの塩基類が、粗粒土壌において明らかに低いことがみられる。従ってこれらの補給をする必要はあるが、塩基交換容量も小さいので、過剰施用にならないように心掛けることが重要である。塩基交換容量を高くするには有機物を多給してやるのが最も望ましい。

最近、CRIAで分析したミシオネス州土壌分析結果の平均値をみても、イグアス地域の赤色粗粒土壌とほぼ同じか、さらに低い値を示している化学成分が多い。

可給態リン酸については精粒・中粒土壌および粗粒土壌ともに低く、リン酸肥料が生育の制限因子になる例が多いことから、 $P_2O_5$ として90kg/ha程度は年に1回施用することが奨励されている。

表-12 ミシオネス州の農用地面積

Misionesの農用地面積 (ha)	
全体	786,612
耕地	64,533
草地（人工・自然草地）	594,559
林地	34,155
その他	

表-13 3県における大豆の栽培

大豆栽培面積、生産量、収量

県名	年次	面積 (ha)	生産量 (t)	収量 (kg/ha)
Misiones	1992/93	180	330	1,833
	1993/94	320	576	1,800
Itapua	1992/93	255,729	777,928	3,042
	1993/94	259,293	671,568	2,590
Alto Paran	1992/93	252,759	742,606	2,938

表-14 イグアス地域に分布する土壌の物理性

項目	層位	赤色土壌						黄褐色土壌		灰黄褐色土壌 Fluvisols	
		細粒質 Rhodic Nitisols		中粒質 Rhodic Nitisols		粗粒質 Kapllic Acrisols					
		$\bar{x}$	range	$\bar{x}$	range	$\bar{x}$	range	$\bar{x}$	range	$\bar{x}$	range
砂 含 量 (%)	A <sub>p</sub>	27.1	(20.2 ~ 33.8)	31.9	(22.5 ~ 59.0)	83.2	(81.5 ~ 84.1)	53.8		28.1	
	A <sub>s</sub>	15.7	(10.4 ~ 20.9)	40.6	(32.2 ~ 45.3)	76.8	(70.9 ~ 81.7)	54.3	(AB)	-	
	B	10.4	(4.1 ~ 19.9)	22.7	(18.9 ~ 28.5)	64.6	(45.9 ~ 79.8)	28.5	(25.8 ~ 27.2)	19.7	(18.8 ~ 23.2)
細 砂 含 量 (%)	A <sub>p</sub>	19.9	(16.3 ~ 23.4)	29.9	(31.2 ~ 51.8)	49.9	(44.1 ~ 54.5)	40.4		27.5	
	A <sub>s</sub>	5.0	(8.8 ~ 13.5)	30.8	(19.2 ~ 39.4)	45.9	(40.4 ~ 52.1)	41.8	(AB)	-	
	B	7.4	(4.1 ~ 13.1)	17.4	(10.7 ~ 24.5)	38.9	(28.8 ~ 53.2)	21.5	(21.4 ~ 22.6)	18.7	(15.9 ~ 22.0)
粘 土 含 量 (%)	A <sub>p</sub>	55.8	(48.7 ~ 62.9)	33.2	(20.9 ~ 44.5)	11.8	(10.4 ~ 13.9)	21.4		46.1	
	A <sub>s</sub>	71.3	(64.5 ~ 78.0)	46.9	(41.1 ~ 57.3)	19.9	(11.3 ~ 28.0)	20.2	(AB)	-	
	B	82.4	(71.1 ~ 89.7)	71.9	(62.1 ~ 78.3)	31.6	(18.3 ~ 50.0)	60.7	(58.9 ~ 61.4)	64.5	(58.2 ~ 70.1)
容 積 重 g/ml	A <sub>p</sub>	1.19	(1.10 ~ 1.25)	1.35	(1.24 ~ 1.48)	1.51	(1.47 ~ 1.56)	0.98		1.02	
	A <sub>s</sub>	1.41	(1.34 ~ 1.53)	1.38	(1.30 ~ 1.47)	1.63	(1.59 ~ 1.66)	1.36	(AB)	-	
	B	1.26	(1.14 ~ 1.42)	1.20	(1.11 ~ 1.27)	1.43	(1.22 ~ 1.55)	1.31	(1.12 ~ 1.49)	1.33	(1.30 ~ 1.34)

表-15 イグアス地域に分布する土壌の化学性 (1)

土 壤	層 位	T-C (%)		T-N (%)		pH (H <sub>2</sub> O)		有効リン酸 TRUOG(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g)		
		$\bar{x}$	range	$\bar{x}$	range	$\bar{x}$	range	$\bar{x}$	range	
赤 色 土 壤	細粒質 Rhodic Nitrisols	A <sub>p</sub>	1.47	1.28-1.66	0.161	0.153-0.169	6.3	5.7-6.9	4.7	1.4-12.7
		B	0.84	0.55-1.15	0.079	0.059-0.101	6.2	5.2-7.2	1.2	0.2-2.4
	中粒質 Rhodic Nitrisols	A <sub>p</sub>	0.94	0.82-1.09	0.099	0.051-0.115	6.4	6.1-7.2	1.1	1.0-2.4
		B	0.48	0.39-0.54	0.060	0.042-0.110	6.0	4.8-7.4	0.5	0.3-0.8
	粗粒質 Haplic Acrisols	A <sub>p</sub>	0.63	0.45-0.91	0.070	0.053-0.102	6.0	5.9-6.2	3.1	1.8-4.8
		B	0.25	0.09-0.39	0.033	0.011-0.051	5.7	4.6-6.9	0.5	0.3-0.7
黄褐色土壌		A <sub>p</sub>	1.42		0.190		6.2		1.2	
		B	0.68	0.46-0.84	0.070	0.050-0.080	5.4	5.1-5.7	1.5	1.2-2.1
灰黄褐色土壌 Fluvisols		A <sub>p</sub>	1.47		0.160		5.0		3.3	
		B	0.67	0.42-0.91	0.080	0.060-0.110	5.0	4.9-5.0	1.9	1.3-2.8

注) ①B層にはA<sub>3</sub>層を含む。

②T-C: チューリン法、T-N: ケールダール法、pH (H<sub>2</sub>O): ガラス電極法

(小川)

表-16 イグアス地域に分布する土壌の化学性 (2)

土 壤	層 位	交 換 性 塩 基 mg/100g								CEC m.e./100g		塩 基 飽 和 (%)	
		K <sub>2</sub> O		CaO		MgO		Na <sub>2</sub> O		$\bar{x}$	range	$\bar{x}$	range
細粒質 Rhodic Nitrisols	A <sub>p</sub>	40.1	25.8-50.2	197.4	153.7 ~ 236.4	26.0	16.9-33.2	1.05	0.94-1.11	11.0	9.4-12.5	69.3	65.7-71
	B	29.2	8.0-88.8	138.5	61.0 ~ 257.8	25.4	18.6-47.7	0.95	0.68-1.17	9.1	8.8-10.0	63.2	40.3-71
中粒質 Rhodic Nitrisols	A <sub>p</sub>	20.0	9.4-33.6	148.1	115.3 ~ 187.7	15.3	9.4-22.9	0.82	0.61-1.09	8.5	-	93.2	-
	B	21.4	7.6-51.3	102.7	22.8 ~ 179.5	21.5	10.4-31.5	0.70	0.44-0.94	9.2	8.1-10.0	79.1	68.8-8
粗粒質 Haplic Acrisols	A <sub>p</sub>	7.0	6.1-7.9	61.9	27.8 ~ 107.6	5.5	4.1-7.5	0.54	0.38-0.81	3.9	2.7-5.1	68.5	50.7-8
	B	7.4	3.7-23.8	32.5	trace ~ 86.9	4.0	1.7-5.9	0.39	0.08-0.66	4.1	2.7-5.1	50.4	12.1-7
黄褐色土壌		A <sub>p</sub>	13.0		135.6			0.82		9.3			
		B	2.5	1.4-4.3	26.8	12.4-44.9		0.48	0.45-0.49	7.2	5.6-8.9		
灰黄褐色土壌 Fluvisols		A <sub>p</sub>	20.0		71.0			1.21		13.3			
		B	6.4	5.2-8.7	30.4	6.0-67.2		1.00	0.79-1.16	13.2	12.8-13.5		

注) ①B層にはA<sub>3</sub>層を含む。

②K<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O: 炎光分析法、CaO: EDTA法、MgO: 原子吸分析法

(小川)

## 2) パラグアイにおける不耕起栽培

テラロッシュ土壤においても開墾年次の古い畑で大豆の生産力の低下していることが認められるようになってきた。これは機械化に伴う作付面積の増大による流水域の拡大、耕盤形成による透水性の不良、集中降雨による表土の大量流亡が主因と考えられる。土壤流亡防止のため等高線テラスの構築なども行われてきたものの、地域全体としての管理が整わず、このような地力低下が起こってきたものであろう。

南米の各国では同様に土壤流亡による地力低下対策に取り組んでいるが、ブラジルでは1976年代に大豆—小麦体系において不耕起栽培法が普及され、北パラナ地方に拡大した。これに隣接するパラグアイでは、イグアス地区の日系農家、深見明伸氏が1984年から不耕起栽培法を導入し、継続・定着したのが始まりである。現在、深見氏の畑で最も古い不耕起栽培地は13年目になっているが、収量低下は認められず、むしろ増収の傾向にある。このような先進農家の例をみて、アルトパラナおよびイタプアの両県に本技術が拡大し、現在、70～90%の大豆栽培農家に導入されている。いずれも大豆および小麦の収量が向上したことを認めている。

CETAPARやCRIAにおいても本技術の実態調査や要因解明の試験を継続し、不耕起栽培が革新的な有効技術であることを明らかにしつつある。もちろん、残された問題点も多くあるが、設備投資が少なく、土壌保全にも役立つ技術としてほとんどの農家に受け入れられている点は高く評価されている。その概要は次に述べるとおりである。

### a) 不耕起栽培技術の作業順序

前作小麦の収穫後、まず除草剤を散布して前作雑草を枯殺し、その後、カバーされている刈り株マルチの条間にトラクターでけん引された多条専用播種機を用い1行程作業を行う。さらに播種直後にもう一度、土壌処理除草剤を散布する。播種機には前作の茎を切断するためのディスクコレクター、施肥用のダブルディスク・オープナー、播種用のディスク・オープナー、ゲージホイール、作溝の覆土・鎮圧用のローラーが装備されている。いずれもブラジル製で、大豆およびトウモロコシの大粒種子用や大粒・小粒種子兼用など、いろいろ工夫・改良された播種機がある。播種機の重量は2～4tになるので、けん引するトラクターも65～90HPの大型が必要である。肥料としては18-46-0の化成肥料を100～150kg/ha施用することが奨励されている。慣行栽培では50cmの畦幅が標準とされたが、不耕起では30～36cmで立株数35～40万本/haの密植を行うため、雑草の抑制効果も大きい。その後の生育期間中は病害虫や雑草の発生に応じて、殺虫剤、殺菌剤、除草剤を散布する。イグアス地区の農家における不耕起栽培の耕種概要は表-17に示すとおりである。

表-17 大豆不耕起栽培耕種概要例 (イグアス地区日系農家)

作業順序	作業名	作業機	作業内容(例)	作業時期
1	耕作層整地	農用機	除草剤 Glyphosate 1.5l + 2,4-D 0.5l 全面散布 <sup>1)</sup>	播種期(4日~直前)
2	播種地埋土同時作業	専用多条播種機 <sup>2)</sup> (アタッチメント牽引)	播種量60~90kg, 条幅30~36cm, 播種溝幅10cm, 覆土厚3~7cm, 施肥量100kg(N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=18:36:0) <sup>3)</sup>	
3	播種後除草剤散布	農用機	除草剤 Imazaquin 1l, Chlorimuron + Metribuzin 液剤0.6kg/ha 播種後散布	播種後~3日
4	殺虫剤・殺菌剤散布	同上	Monocrotophos 300倍, Aldrin 1000倍, Carbaryl 1000倍, Benomyl 2000倍, Maneb 500倍 全面処理	発生同後の必要時
5	生育期除草剤散布	同上	Imazetapyr 1l, Imazaquin 1l, Bentazon 1l 2 高濃処理	除草4風期までの必要時
6	収穫	自走式コンバイン	多条溝, 脱穀	被害水準15%以下

注 1) 種子・農薬等の数量はha当り、播種水量は約200l/ha。  
 2) 専用播種機はブラジル製が多く、価格はアタッチメントのみで1万ドル以上、大豆専用または大豆・小麦兼用(播種条数減即可)。  
 3) 当地域テラロシヤ土壤はN・K<sub>2</sub>O含量が高く、追肥は不要、施肥された小豆の塊作大豆は肥料効あり。  
 4) 子実収量は2.5~3.0t/ha。

(茨木)

b) 雑草防除・病虫害防除

パラグアイ東部に発生する雑草は表-18に示すとおりであるが、優占雑草としては種子飛散力の大きいショウジョウソウ、蔓性のノアサガオ、エビスグサの広葉草が多い。開墾年次の古い畑ではイネ科も発生するので Sethoxylin や Imazetapyr を散布して、早期に殺草することが大事である。除草剤は希釈水量を約200l/ha、噴霧圧2~3.5kg/cm<sup>2</sup>で全面散布することが望ましい。雑草防除については先進農家も試行錯誤をくり返して現在の技術に定着しており、雑草防除の成否が不耕起栽培法の効果を左右しているのである。現状では日本の畑に比べると、遥かに雑草の発生量は少ない。

大豆の病虫害は10年くらい前にはほとんど問題がなかったが、その後、大豆黒点(カンクロ)病が激発して、大きな問題となった。しかし、幸いにも抵抗性品種が見出され、種子消毒で予防できることが明らかになった。害虫ではアオムシの被害が大きいが、殺虫剤にバクロウイルスを併用することにより軽減できることが認められている。2年前にピラポ地区で発見されたピクードによる吸汁害がイグアス地区でも発生しているが、被害はそれほど大きくなっていない。また、パラグアイに近接しているブラジル国境付近までダイズシストセンチュウによる被害が報告されているが、パラグアイではまだ確認されていない。しかし、このように新しい病虫害による被害が今後とも発生し伝播する可能性も大きいので、特にブラジルにおける病虫害の発生に監視を続ける必要がある。

表-18 パラグアイ東部の主要な雑草

分類	学名	パラグアイ名	日本名	年 生
広葉	<i>Ipomoea aristolochiasifolia</i>	Yappol	ノアサガオ	1
	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Lache tree	クワヅクソク	1
	<i>Cassia lora</i>	Taperyta	(エビスグサ)	1
	<i>Sida rhombifolia</i>	Tupyxa guasu	キンゴジカ	1・多
イネ科	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Kapli rovy	ビロードキビ	1
	<i>Digitaria horizontalis</i>	Cebadilla	ムレメヒシバ	1
	<i>Sorghum halepense</i>	Pasto Johnson	セイバンモロコシ	多
	<i>Avena sativa</i>	Avena negra	カラスムギ	1(多)

(淡木)

c) 不耕起栽培大豆の増収要因

イタプアおよびアルトパラナにおける日系農家の不耕起栽培による平均収量をみると、慣行栽培に比し、明らかに勝っていることが認められる(表-19参照)。なぜ、不耕起栽培により、収量が向上したのか、その要因として以下のことが考えられる。

表-19 1991/92年度大豆の耕起、不耕起別各地区収量比較(パラグアイ)

区分	項 目	Pirapo	La Paz	Bella vista	Yguazu
耕起区	調査ワル数	11	17	10	5
	ワル合計面積 ha	555	628	311	154
	平均収量 kg/ha	1,832	1,271	1,210	2,260
不耕起区	調査ワル数	12	12	5	12
	ワル合計面積 ha	857	441	161	675
	平均収量 kg/ha	1,917	1,567	1,590	2,625

品 種 : Bragg、播種期 : 11月

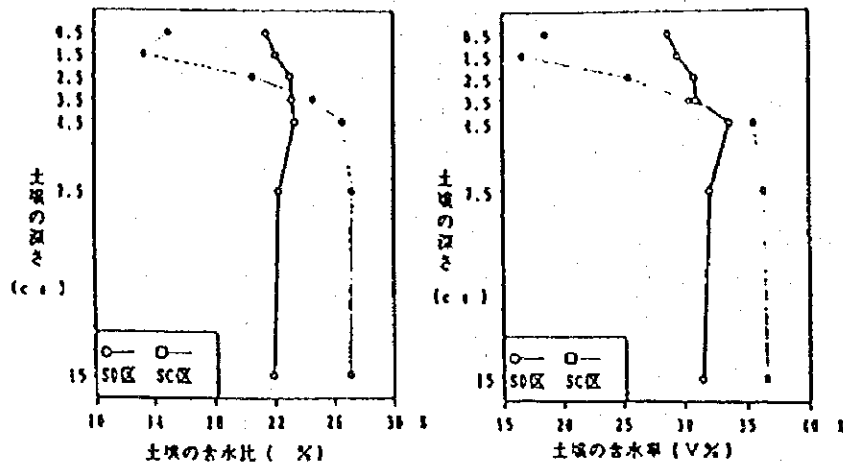
(淡木)

① 土壌流亡の防止

慣行栽培では播種期～幼苗期に種子、幼苗および肥料などが集中降雨によって土壌とともに流亡し、時には道路まで埋没する状態がしばしばみられたが、不耕起ではほぼ完全に土壌流亡が抑えられている。

② 作土の土壌水分含量が高く、発芽が良好

耕耘作業がないため、土面からの水分蒸発量が減り、かつ下層土からの毛管水の上昇量が多いため、土壌表層部分の高水分が保持され、発芽を良好にする(図-5)。



SD: 不耕起, SC: 耕起

図-5 不耕起および耕起区における播種期の土壌水分分布(播種溝で測定)  
(1990年6月29日)(小川)

③ 適期播種が可能

耕耘整地作業が省略されて播種可能期間が延長し、生産安定の期待できる最適期播種が可能になる。

④ 土壌中の養分が保持される

肥沃な表土が流されない上に、不耕起の継続により、リン酸を除いた各養分が全層にわたり増大する(図-6)。

⑤ 地表面における有機物の蓄積、地表面温度の低下

前作残渣が蓄積し、地表面に有機物含量が増大し、地表面温度も低下する(図-7、表-20)。

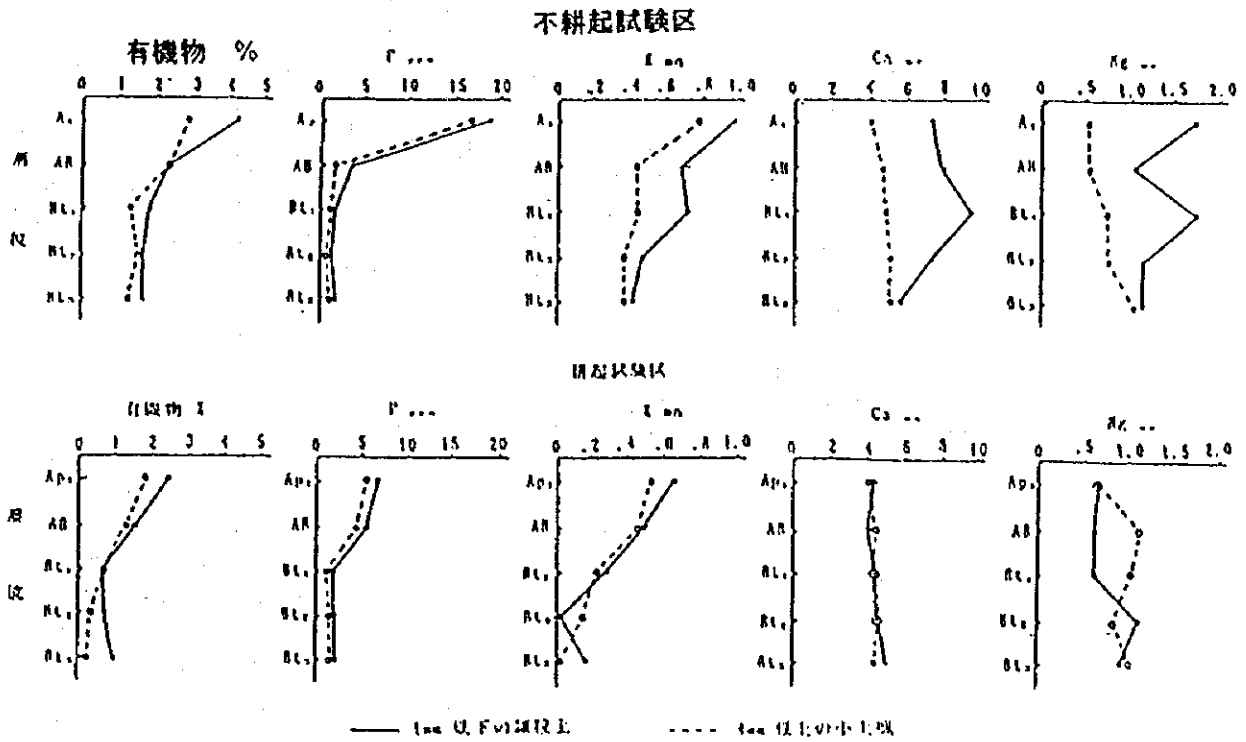


図-6 土塊表面の付着細土と土塊本体との化学成分の比較 (早坂)

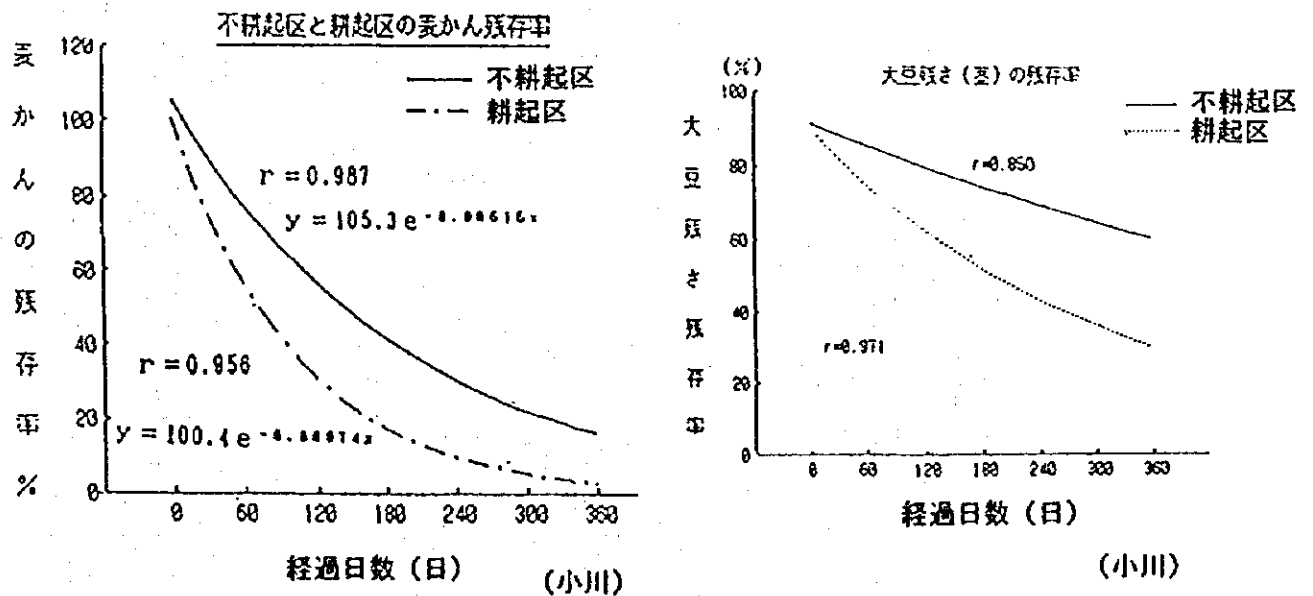


図-7 不耕起区と耕起区の麦残存率および大豆残渣(茎)の残存率



表-20 裸地と麦稈マルチ区における最高温度比較

処理方法と測定位置	最高気温
百葉箱中の気温	32.5℃
麦稈マルチ(多)と地表面の間	38.0~39.0℃
麦稈マルチ(中)と地表面の間	41.5~42.0℃
麦稈マルチ(少)と地表面の間	51.5~52.0℃
麦稈マルチ(多)表面	48.0~49.0℃
裸地0.5cm下部	65.0~66.0℃
裸地区地表面	77.0~78.0℃

観測場所：CETAPAR

観測日時：1991年1月28日14時

観測者：CETAPAR 関節朗職員

⑥ 下層における根の伸長と増大

不耕起の場合、表土の固相率および土壌硬度の大きくなることは認められているが、作物の生育に伴って、むしろ亀裂が発生して亀裂に沿って大孔隙が生成し、肥沃土の落下や根の伸長を促すことが明らかにされた。このことは大豆の場合(図-8)のみならず、小麦の場合(表-21)にも認められる。根圏領域の拡大により養水分の吸収も盛んになり、通気性の改善もあって、作物の生育が促進されたものと思われる。

⑦ 表層土に土壌小動物が増加し、団粒の形成などにより土壌が肥沃化される

慣行栽培ではほとんどみられない土壌小動物のダニ類、トビムシ類、ミミズなどが増大し、団粒形成が促進されるとともに、土壌微生物相の変化にも影響を及ぼしていることがうかがわれる(表-22)。

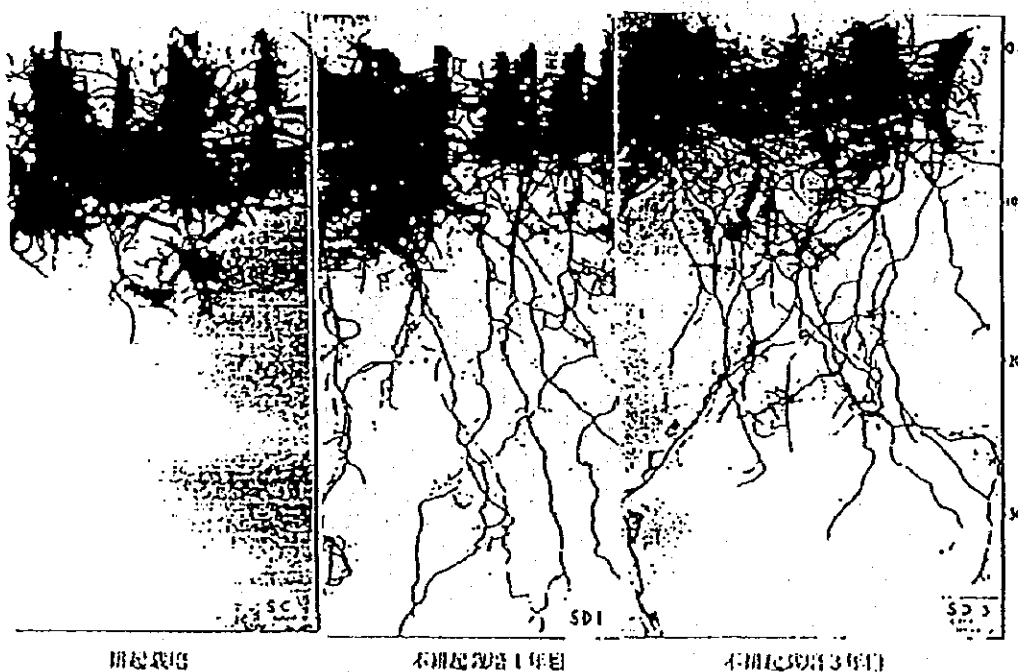


図-8 耕起栽培および不耕起栽培での大豆根系分布

(島田輝男：1995年)

表-21 耕起栽培と不耕起栽培における小麦根乾物重深度別変化 (mg/100ml)

土壌深度 cm	0-5	10-15	20-25	30-35	40-45	50-55	60-65	計
耕起栽培								
地区 A	60.7	22.4	7.8	3.0	3.8	3.8	0.0	-
" B	106.6	30.6	6.6	3.8	5.2	0.0	0.0	-
" C	69.4	44.1	7.2	5.4	3.3	0.0	5.5	-
平均	78.9	32.4	7.2	4.1	4.1	1.3	1.8	129.8
%	60.8	25.0	5.6	3.2	3.2	1.0	1.3	100.0
不耕起栽培								
地区 A	131.0	25.8	6.1	4.2	8.7	16.8	10.8	-
" B	122.7	48.0	13.2	16.2	13.2	12.9	15.2	-
" C	130.9	34.0	9.2	12.3	10.9	11.0	21.3	-
平均	128.2	35.9	9.5	10.9	10.9	13.6	18.8	227.8
%	56.3	15.7	4.2	4.8	4.8	6.0	8.2	100.0

CRIA 不耕起栽培と耕起栽培の試験圃場4年目の小麦登熟期の根乾物重。乾物重は1地点3試料の平均。

調査月日：1994年9月20日

(島田輝男・1995年)

表-22 不耕起区と耕起区におけるダニ類、トビムシ類の生息数

深 さ	CETAPAR (11.12.1990)				農 家 (15.12.1990)			
	不耕起		耕 起		不耕起		耕 起	
	ダニ類	トビムシ類	ダニ類	トビムシ類	ダニ類	トビムシ類	ダニ類	トビムシ類
土壌表面の残飯	10	1	-	-	3	3	-	-
0~5cm	7	0	0	1	0	0	0	0
5~10cm	1	0	0	0	1	8	0	0
10~15cm	0	0	0	0	0	1	0	0

注) 100ccの土壌中の生息数

(小川)

#### d) 残された問題点

以上のように不耕起栽培では土壌保全、環境保全、省力、設備投資の減少、大豆増産など多くのメリットがあるが、まだ始まったばかりで、しかも数年の経過をみてから評価し得る革新技術である。従ってまだ以下に述べるような問題点も多く残されており、今後、引き続いて検討が重ねられることになろう。

ア. 土壌・気象など環境条件の異なった農地における適用の可否

イ. 不耕起栽培の効果持続年限の検討

ウ. 専用播種機は従来の播種機に比べ2~3倍の価格であり、当面の購入資金が必要

エ. 除草剤の購入費用が高価、長期間の散布による環境汚染などへの影響の検討が必要

オ. 大豆と組み合わせる作付体系の作物の選定および効率的作付体系技術の開発

カ. 土壌肥沃度増大のための緑肥の導入技術の開発

キ. 今後、多発する可能性のある病害虫に対する対策技術の開発

### 4-2 研究活動の現状と問題点

#### 4-2-1 関連機関の研究実施体制

##### (1) 農牧省の関係部局・機関の実施体制

##### 1) 地域農業研究センター (CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACION AGRICOLA : CRIA)

農牧省 (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA : MAG) 農業研究局 (DIRECCION DE INVESTIGACION AGRICOLA : DIA) 管轄下の CRIA はエンカルナシオン (アスンシオンから南東約 373km) から北東約 18km のカピタンミランダに位置する。

1952年に発足し、主要作物の生産性向上を目的に次のような問題の解決のために研究活動を実施している。

- ① 多収で良質な新品種の育成
- ② 不良環境に対する作物生産の安定的向上
- ③ 労力節減による作物生産効率の向上
- ④ 栽培法の改善と土壌の保全
- ⑤ 優良種子の生産

CRIA に対しわが国は、無償資金協力により施設・機材を整備 (15億円、1979年、林業訓練センターを含む) し、プロジェクト方式技術協力「南部パラグアイ農林業開発計画 (1979年3月~1988年3月)」および「主要穀物生産強化計画 (1990年6月~1997

年3月)』を実施している。

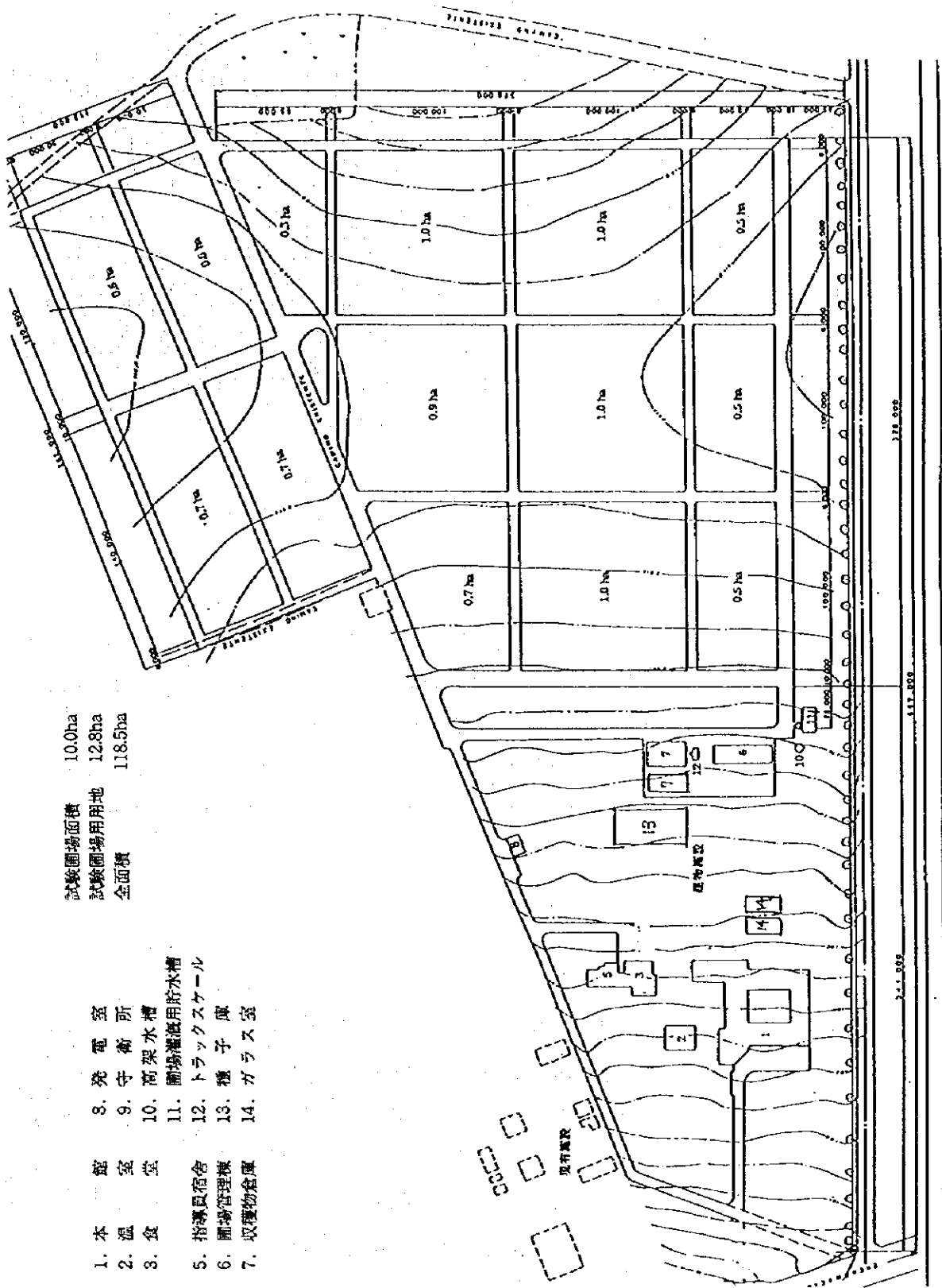
CRIAの組織図は図-9のとおりである。研究部門には小麦、大豆、栽培、土壌肥料、遺伝資源、種子生産、植物病理、トウモロコシ、害虫、食用豆類、果樹園芸、農業気象および技術移転の各部門がある。

技術系職員は場長のほか18名の技師(大学卒業者)と22名の補助員(ほとんどが農業高校卒業または農林高校卒業)がおり、それぞれの研究室に配置されている。

本館、温室、ガラス室、宿舎、圃場管理棟、収穫物倉庫、種子庫、農業機械用収容施設、高架水槽、圃場灌漑用水槽、発電所等の施設のほか試験圃場10.0ha、試験圃場用地12.8haを擁している(図-10)。







試験圃場面積 10.0ha  
 試験圃場用地 12.8ha  
 全面積 118.5ha

- |          |              |
|----------|--------------|
| 1. 本館    | 8. 発電所       |
| 2. 温室    | 9. 高架水槽      |
| 3. 食堂    | 10. 圃場灌漑用貯水槽 |
| 5. 指導員宿舎 | 11. トラックスケール |
| 6. 圃場管理棟 | 12. 種子庫      |
| 7. 収穫物倉庫 | 13. ガラス室     |
|          | 14. ガラス室     |

図-10 地域農業研究センター(CRIA)の施設・試験用圃場配置図

## (2) JICAパラグアイ農業総合試験場の実施体制

JICAパラグアイ農業総合試験場（CETAPAR）は、アスンシオンから東に約282kmのイグアスに位置する。日本人移住者の営農の安定と振興を図るため1962年に発足したイグアス指導農場を基に発展してきた国際協力事業団直営の農業試験場で、1985年にアルトパラナ（現在のピラポ移住地）試験農場を吸収して農業総合試験場となり、1988年にはスペイン語名をCETAPARと改称し、現在に至っている。

CETAPARの活動は、日系農業者支援の意味から、日系人農業者の多くが経営の基幹に置く畑作、野菜、畜産およびこれら分野に関連する土壌、病害虫の問題等の解決を目指したものであったが、現在は試験研究および普及活動ともパラグアイ政府機関との連携を重視し、広くパラグアイ全体の農業発展を視野に入れた活動を展開している。

CETAPARの長期総合試験計画における研究目標は次のとおりである。

- ① 持続的畑作栽培技術の確立
- ② 畑作栽培における環境保全型技術（土壌保全・病害虫防除）の開発
- ③ 高品質野菜の安定生産技術の確立
- ④ 高位生産性畜産技術の確立

CETAPARの職員（1997年1月現在）は本部派遣職員2名、現地職員16名、技術協力専門家9名、嘱託研究員等4名のほか圃場作業員が配置されており、研究普及部門は企画調整、畑作、園芸、畜産、作物保護、土壌の6班体制となっている。

本館、実験棟、研修員宿舎、作物調査棟、乾燥貯蔵棟、種子貯蔵用大型冷蔵庫、サイロ、ガラス室、車庫、職員宿舎等の施設、115haの圃場、56haの育成牧場等を有している。

## 4-2-2 大豆育種

### (1) CRIAにおける大豆育種研究の現状と問題点

#### 1) 概要

パラグアイにおける大豆育種は「南部パラグアイ農林業開発計画（1979年3月～1988年3月）」により大豆育種専門家が派遣され、1981年から育種試験が一部開始されている。しかし、本格的育種事業の開始には、圃場の整備、要員の配置、育種素材の収集および養成等、育種が軌道に乗るのに数年を要している。育種の基礎を確立するのは重要であり、また年数を要するものである。

「主要穀物生産強化計画」では、前期のプロジェクト（1990年～1993年）が交配操作および系統育種の基本的な方法の技術移転を主目標としており、そのため、実用品種の事業育成としては、育種規模が比較的小さかった。

後期プロジェクト（1994年～1996年）に入り、前期の評価から育種規模の拡大とそ



のための効率化を最重点課題とし、交配組合せ数を増やし、初期世代素材の大規模化により、育種基盤の拡充を図った。後期世代は、系統の評価・取扱方法および新品種登録を目的とした特性評価等の指導を行いつつ、新品種候補系統の選抜を行った。

また、カンクロ病の侵入により、カンクロ病抵抗性品種の育成を新たに育種目標とし、選抜のための幼苗検定法を導入している（カンクロ病は1回の選抜では不十分）。さらに、C/Pに幼苗検定の業務を習熟させるとともに、カンクロ病の圃場抵抗性を確認するための検定圃場を農家圃場に設置した。

特に、交配組合せ数および育種規模の拡大の重要性が理解されてきたことと、カンクロ病の幼病検定体制が確立されたことは重要である。

## 2) 大豆遺伝資源の導入・管理の現状

日本のジーンバンクから高品質（高たんぱく、高脂肪）、サイズシストセンチウ（以下、線虫）抵抗性を有する遺伝資源を85点導入している。また、病理短期専門家から入手したカンクロ病高度抵抗性遺伝資源2点、交換導入によりインドネシアから導入した遺伝資源10点、地域適応性検定試験供試材料からブラジル、アルゼンティンの導入資源数点、およびその他CRIAで保有する遺伝資源などを合わせて、およそ150点を保有している。また、これら遺伝資源の主要な生態的および形態的形質が調査され、現在、遺伝資源データベースに整理・入力中である。

## 3) 育種事業の現状

### a) 育種事業

育種方法は交雑育種が主体である。初期世代は集団育種法、中・後期世代は系統育種法を基本として育種を進めている。しかし、カンクロ病抵抗性品種育成の緊急性により、導入育種（純系分離）も採用している。

① 初期世代：片親にカンクロ病抵抗性遺伝資源または線虫抵抗性遺伝資源を用いて交配を行っている。特に2組合せ（片親に極強の「PRIMAVERA」を交配）については、F3で幼病検定し、F4から系統選抜を行い、現在育成を継続中である。

② 中期世代：カンクロ病抵抗性で期待できる組合せはF7、F6に各1組合せがあり、またF6の（「HOOD」×「PRIMAVERA」）の組合せは草型もよく、F7から予備試験に供試した。この中から、将来、新品種が期待される。

③ 後期世代：多収系統として、F7で中生の「LCM114」、F7で晩生の「LCM118」を得た。しかし、カンクロ病抵抗性がないので、新品種登録の可能性が少ないと判断して交配母本用としている。その他、新品種候補として期待された「LCM30-8」「LCM44」「LCM48」の系統はカンクロ病抵抗性がないので、新品種登録は困難と思われる育種素材から除いている。

現在、下記の育種素材を扱っている（表-23および表-24参照）。

- i) 初期世代 交配：26組合せ、F1：24組合せ、F2：12組合せ
- ii) 中期世代 F3：11組合せ、F4：11組合せ、F5：2組合せ
- iii) 後期世代 F6以降：4組合せ

これらの成果として、二つの新品種（「ユニアラ」および「アウロラ」：付属資料7参照）を育成した。「ユニアラ」(UNIALA)は“Uniforme”（均一性）を意味するが、これは原系統の「ALA60」の欠点である異種混人と生育の不揃い性を改善していることに由来する。また、「アウロラ」(AURORA)は“曙光”または“始まり”を意味するが、原系統「ALA60」より多収性でしかもパラグアイで初めての育種品種であることから由来する。さらに、実用形質に優れた比較的有望な数系統「COKER6738」「COKER686」等も育成中である（表-25）。

b) 耐病虫性育種

カンクロ病抵抗性品種育成に関する一連の育種操作は、本病に抵抗性の2品種および数系統を育成していることから、その育種技術の移転は完了している。

線虫抵抗性育種については、カウンターパート（C/P）が日本国内で研修済みである。さらに、1996年にRAPD法を用いた大豆の系統分類に関し、短期専門家が派遣され、技術指導が行われた。RAPD法は耐病虫性選抜にも有効な手法である。

表-23 育種概要（1995/1996年）

世代	播種		選抜	
	交配組合せ数	個体・系統数	交配組合せ数	個体・系統数
交配	27		26	調査中
F1（個体）	24	調査中	24	調査中
F2（集団）	13	調査中	12	調査中
F3（集団）	10	調査中	10	調査中
（系統）	1	33系統	1	9系統
F4（集団）	11	調査中	8	281個体
（系統）	3	86系統	3	25系統
F5（系統）	2	42系統	2	13系統
F6（系統）	2	40系統	2	20系統
F7（系統）以降	2	85系統	2	50系統
ALA 60		6系統		2系統
合計	68	292系統	62	117系統 281個体

表-24 交配組合せ (1995/1996年)

28

番号	母	父	番号	母	父
CM9501	A-6785	ALA-2-89	CM9515	ALA-1-40	PI-9763
" 02	ALA-2-89	A-6785	" 16	COKER-6738	NC-1-2-2
" 03	LCM-114	LCM114*FT-COMETA	" 17	COKER-6738	PICKETT
" 04	A-6785	UNIAO*TRACY	" 18	DOCO	FT-ABYARA
" 05	PROMAX-530	ALA-1-28	" 19	FT-ABYARA	FORREST
" 06	ALA-1-28	PROMAX-530	" 21	FT-ABYARA	ALA-1-28
" 07	LCM-118	LCM118*FT-ESTRELA	" 22	IAN-897452	DOCO
" 08	COKER6738	COKER 6738	" 23	COKER-6738	LCM114*FT-COMETA
	*FT-ESTRELA		" 24	COKER-686	LCM114*FT-ESTRELA
" 09	DOKO	PROPAX-530	" 25	BR-16*ALA-60	FT-ABYARA
" 10	DOKO	A-6785	" 26	COKER-6738	BEDFORD
" 11	BR-89-5994	ALA-1-28	" 27	PROMAX-530	FT-COMETA*LCM114
" 12	BR-88-40070	DOCO	" 28	COKER-6738	LCM-118
" 13	A-6785	AOANDA			
" 14	COKER-6738	AOANDA			

表-25 有望系統

系統名	主な特性
COKER 6738	線虫抵抗性 (Race 3に抵抗性) 多収 (3.75t) 生育日数145日 百粒重17.0g
COKER 686	線虫抵抗性 (Race 3に抵抗性) 多収 (3.92t) 生育日数140日 百粒重17.0g
LCM 126	線虫抵抗性 (Race 3に抵抗性)
HOOD-75*PRIMAVERA(R)	線虫抵抗性 (Race 3に抵抗性)

4) 「パラグァイ大豆生産技術研究計画」(表-26参照)への対応

- a) カンクロ病抵抗性品種の育成については、カンクロ病発生圃場の必要性が理解され、CRIA内に設置することに合意が得られており、幼病検定マニュアルを作成し、検定技術が向上したので、大量検定が可能になった。
- b) 線虫については、国境120kmにまでブラジルの被害が近づき、パラグァイ国内侵入は時間の問題とされ(帰国間際の情報では、4kmにまで接近しているとの報もある)、線虫抵抗性品種の育成は最重要視されなければならない問題である。線虫抵抗性品種の育成にあたっては、線虫が生息する圃場で、抵抗性の個体・系統を選抜することが

最も効率的であるが、線虫が生息していないパラグアイでは、これは不可能である。しかし、現在、耐病虫性選抜方法として注目されているDNA多型を利用した諸選抜法が開発されており、この成果を利用することにより、パラグアイに生息しない線虫についてもその抵抗性の選抜は可能となる。この場合、線虫の生息するブラジル現地と、選抜法を研究の上でリードしている日本との連携・協力により、効率的に育種を進めることができるだろう。

- c) その他の主要病害については、細菌性病、褐斑病、紫斑病等があるが、交配親に特に弱い遺伝資源を用いない限り、現在のところ問題はない。また、将来、検定の必要性が生じても、カンクロ病抵抗性検定法が確立されていることと、CETAPARで耐病虫性検定の改善法を行うので大きな問題は生じない。
- d) 今後、重要と思われる成分育種については、C/Pが近赤外分析法が使えるので、今後の選抜試験に期待できる。
- e) 調査項目の整備（整理と重点化）が理解され、育種の効率化が進み、さらに育種規模の拡大が可能となった。また、種子の生産・管理については、有望系統の種子の原種用種子の生産・管理体制が確立している。

以上、大豆遺伝資源の導入・管理の現状および育種の現状から、一連の育種事業にかかわる技術移転は基本的には一応完了していると判断される。本プロジェクト方式技術協力における諸技術研究計画は、実行が可能である。

## 5) 問題点等

- a) 前プロジェクトの前期および後期の技術移転の努力により、C/Pは一連の育種操作はできるようになった。しかし、育種規模の拡大の重要性は理解されたものの、実行段階ではやや不十分のようである。一気に解決しようとするとう誤解を生じやすいので、継続的・系統的に粘り強く指導する必要がある。実用品種育成は、事業が基本であり、自前の品種を育成する気概が必要で、この点、やや不十分と思われる（「外来品種の評価・選定」事業に安易に対応する傾向および少々のアルバイト料を得たい要求等があるものと思われる）。

実用品種育成は、なんと言っても事業が基本であり、この点は指導により理解されている。しかし、ややもするとマンネリ化に陥りやすい。研修・技術交流等により、絶えず進取の気構えの重要性を身につける気風をCRIA内に醸成することが必要である。（研究者といえども、圃場で勝負するという気構えが必要であり、この気構えをCRIAの育種関係者に伝える努力も必要である。）

- b) 線虫抵抗性品種の育成は、今後重要になるであろう。選抜の場がない現在、実用的抵抗性品種育成はやや困難である。従って、現時点では、線虫抵抗性系統（有用遺伝

資源 ; Germplasm) の育成までが可能であろう。

- ア) 耐病虫性系統の選抜には、DNA 多型を利用した選抜手法として RAPD 法あるいは RFLP 法があり、これらの手法は線虫抵抗性系統の選抜に基本的には有効である。
- イ) RFLP 法は、米国で「Peking 系 (抵抗性程度が極強)」について有効性が確認されているが、この手法は検定がやや煩雑で時間もかかり、実用的には問題もある。RAPD 法は手法が簡便で実際的と思われる。
- ウ) ブラジルで発生している線虫は「Peking」あるいは「Pickett」が抵抗性であるレース 3 と言われている。パラグアイに侵入が予想される線虫のレースも同様と推察され、このレース 3 に対する RAPD 法による選抜は、交配組合せによっては、プライマーがすでに開発されており、対応するプライマーを入手して RAPD 法による選抜を行う。また、新規交配組合せについては、日本の協力を得てプライマーを開発し、選抜を行う。従って、線虫抵抗性の選抜法の開発ではなく、開発されたプライマーを用いて選抜を行う事業育種が中心である。
- エ) パラグアイにおける線虫抵抗性育種法については、現地選抜法は C/P が日本国内で研修済みである。さらに、1996 年に RAPD 法を用いた大豆の系統分類に関し、短期専門家が派遣され、技術指導が行われている。RAPD 法そのものは技術的手法ではあるが、現在では、まだ一般的に普及している技術とはいえないので、施設および器具の整備ならびに、選抜のための育種素材が養成された時点あるいは並行して、RAPD 法の短期専門家の派遣および C/P の日本国内研修が必要であろう。
- オ) ブラジルにおいて、線虫現地選抜の計画が考えられており、当面の対応策としてはやむを得ないが、他国での基本系統の選抜では実用的抵抗性品種育成に限界があり、また、種子管理上トラブルも生じやすい。ブラジルとの十分な打合せおよび検討が必要である。将来、CRISA に現地選抜圃場を設置できるよう、今から検討しておく必要がある。大変冒険的ではあり、議論の多いところであるが、線虫の導入を前提に、エスケープ等の対策・管理をどうするかを検討する必要がある。当面、専用の隔離ガラス室を設置し、ポット育苗による幼病検定法の可能性を検討してはどうか。線虫導入は危険であると唱えるだけでは解決しないし、研究は進展しない。
- c) カンクロ病抵抗性育種は依然として重要である。幼病検定法が確立されたので、有効に活用する必要がある。また、現地選抜圃場の必要性は理解されているので、早急に具体的に設置する必要がある。

6) 最終計画案

本事前調査団のミニッツにおける本分野の最終計画案を表-26に示す。

表-26 ミニッツにおける最終計画案

1. 大豆育種分野

	プロジェクトサイト (CRIA)	連携機関 (CETAPAR)
1-1 育種素材の収集・検索および生態分類 (1) 育種素材の収集・検索 (2) 育種素材の生態分類	(X) (X) * (1), (2)の業務は技術移転済みであり、CRIA 独自で継続する。 * CETAPARの成果データを収集し、データベースの充実を図る。	X X * 主に、アルトパラナ地域の情報の収集とCRIAと共有し得るデータベースの整備を図る。
1-2 優良品種の育成技術の研究 (1) 慣行栽培用安定多収品種の育成	(X) (1) イタプア地域における品種の育成 * 技術移転済み。CRIA 独自で継続実施。CETAPARの成果の収集。	X (1) アルトパラナ地域における品種育成
(2) 「遅まき」/「早まき」品種の育成	X (2) 「遅まき」品種の育成 * イタプア地域向け	X (2) 「早まき」品種の育成
(3) 線虫抵抗性系統の選抜/抵抗性系統の評価・育成	X (3) 線虫抵抗性系統の選抜 * RAPD法による選抜	X (3) 線虫抵抗性系統の評価・育成 * 抵抗性系統の評価・選抜
1-3 耐病性検定手法の改善 (1) 各種病害の検定法の改善	(X) (1) 各種病害検定技術の向上	X (1) 各種病害検定法の改善

## (2) CETAPARにおける大豆育種研究の現状と問題点

### 1) 概要

CETAPAR (アルトパラナ地域) の作期は CRIA (イタプア地域) より1か月早い。従って、適応する品種の生態型も自ずと異なってくる。CETAPARは、アルトパラナ地域の慣行栽培用品種の育成が中心となる。また、大豆後作物としてヒマワリ、トウモロコシ等を導入し、大豆が有利に栽培できるようにすることが重要である。通常の播種期より早まきが可能な大豆品種の選定および育種が開始されている。

### 2) 大豆遺伝資源の導入・管理の現状

導入品種は138点を保存している。また、これらの品種について、主要な11形質(開花期、成熟期、伸育型、胚軸色、花色、毛茸色、莢色、主茎長等)を調査し、また、生態的特性については、8年間の調査があり、この結果から、導入品種を各生態型に分類している(表-27参照)。これらの品種については、すでにデータベースに入力し管理している。

### 3) 育種事業の現状

#### a) 育種事業

1996年から32組合せの交配を開始している(表-28参照)。さらに、IANで交配し、養成した下記の育種材料を導入し、育成を継続中である(表-29参照)。

- F4の37組合せ、120系統
- F6の34組合せ、調査中
- F8の22組合せ、174系統

その他：研究協力課題として(プロジェクトからCETAPARへ)、下記の委託試験を行っている。

- ① 大豆系統の地域適応性検定試験：CRIA育成の2系統の地域適応性の評価
- ② 交配組合せF2集団の現地選抜試験：CRIA交配の2組合せのF2世代集団のアルトパラナ地域に適した有望個体の選抜

#### b) 耐病虫性育種

育種的研究は行っていないが、病理の長期専門家が派遣されており、病理関係の諸問題については指導が得られる状況にある。

### 4) 「パラグアイ大豆生産技術研究計画」(前掲表-26参照)への対応

育種素材の収集と検索およびそれらの生態的分類は、現時点でもすでに行っており、問題はない。また、アルトパラナ地域に適した品種の育成および同地域に適した早まき品種の育成は、育種事業の現状および今後のCRIAからの指導も得られるので、特に問題はない。RAPD法で選抜された線虫抵抗性育種素材系統の生態・形態的評価および育成に

については、事業育種的操作で対応できるので問題はないが、最終的に線虫生息条件下で確認する必要はあるだろう。

線虫はパラグアイの国境120km地域まで発生が接近してきている。線虫抵抗性を有する実用品種の育成は、最終的には、線虫生息圃場で選抜を行うことが最低条件となるので、これについては、CRIAにおける問題点としても指摘してある。

#### 5) 問題点等

事業育種は、大量の育種素材種子および多数の遺伝資源種子を扱う。従って、低温・恒温の容積の大きい種子貯蔵庫が必要である。

表-27 CETAPAR保有の大豆遺伝資源の生態型分類結果

生態型 (生育日数)	開花まで 日数	遺伝資源	数
IV	30	SRF-300	1
早生	40	-	
>115日	50	-	
V	30	FT-COMETA, A5409, PROMAX530, INTA-58-161, ...	6
早の中生	40	HILL, LCM49-5, PARANA, COLOMBUS, AOANDA, ...	11
115-130日	50	ANJUI, IAC-5.RC, PIQUIRI, FT-GUAIRA, ...	9
VI	40	A6961, FOREST, HAROSY, LE05683, PEROLA, ...	32
中生	50	FT-7, LANCER, PRIMAVERA, BR-16, BR-4, ...	46
131-145日	60	PIRAPO-78, IAS-4.SEL	2
VII	40	IAS-4, BRAGG, TOXARIN, WISSOES, ...	6
中生の晩	50	SOJA, VERDE, PROMAX 10412, FT-10, BOSSIER...	9
146-160日	60	BR-14, BR-1, IAC-8, CTS-2, FT-ESTRELA, ...	7
	70	NUMBAIRA	1
VIII	50	FT-8	1
晩生	60	FT-11, DOURADOS, HARDEE	3
161-175日	70	SANTAROSA, YICOJA, UFV-1	3
	80	DOKO	1
IX	60	-	
極晩生	70	-	
<175日	80	-	



表-28 交配組合せ (1996年)

番号	母	父	番号	母	父
1	ALA1-40	COCKER 686	17	CENTENNIAL	BR-38
2	AURORA	BR-16	18	"	DAVIS
3	"	DAVIS	19	"	IAS-4
4	"	BR-68	20	"	HOOD 75
5	"	HOOD 75	21	"	FT-7
6	"	TOXARIN	22	"	COCKER 686
7	"	FT-7	23	"	PIRAPO-78
8	"	COCKER 686	24	COCKER 686	CENTENNIAL
9	"	PIRAPO-78	25	CTS-115	BR-16
10	BR-16	AURORA	26	"	IAS-4
11	BR-30	ALA 1-40	27	FT-ABYARA	CENTENNIAL
12	"	COCKER 686	28	FT-ESTRELA	BR-16
13	BR-38	AURORA	29	"	IAS-4. Sel
14	BR-4	COCKER 686	30	"	COCKER 686
15	"	PIRAPO-78	31	LANCER	"
16	CENTENNIAL	BR-16	32	TOXARIN	HOOD 75

表-29 育種概要

	組合せ数	選抜個体・系統
交配	3 2	調査中
F 4	3 7	1 2 0 系統
F 6	3 4	調査中
F 8	2 2	1 7 4 系統, 1, 2 3 5 個体

#### 4-2-3 栽培/土壌管理

##### (1) CRIAにおける栽培/土壌管理研究の現状と問題点

CRIAにおけるJICAの技術協力は南部パラグアイ農林業開発計画(1979年3月~1988年3月、8年)の第1フェーズに続いて、主要穀物生産強化計画(1990年6月~1997年3月、6年9カ月)の第2フェーズへ発展し、15年近い協力が間もなく終了しようとしている。第1フェーズではCRIAにおける小麦、大豆、トウモロコシなど主要作物の育種、栽培、土壌管理について技術移転を行ったが、大豆の栽培/土壌管理では大豆栽培法の改善、雑草防除技術の改善、輪作技術の確立、病害虫防除技術の確立、土壌調査・土壌図の作成などについて、多くの研究成果が得られた。第2フェーズの栽培分野では青山千秋(1990年6月~1993年6月)および島田輝男(1993年5月~1995年5月)、土壌管理分野では白石勝恵(1991年2月~1993年8月)および早坂猛(1993年5月~1995年5月)の長期専門家ならびに佐藤豊三(大豆病害、1992年1月~1992年3月)、小原洋(土壌分類、1993年1月~1993年3月)および浜崎忠雄(モノリス作成、1995年1月~1995年2月)の短期専門家によって技術移転が実施された。これらの専門家はすでに任期を終了したため、延長期間中における栽培および土壌研究室のC/Pに対する技術指導は岩田文男リーダーが担当している。

両分野においては「土壌保全のための栽培・土壌管理技術」に絞って技術移転を進めたが、その主な成果の概要は以下のとおりである。

##### 1) 栽培分野

農耕地保全のための栽培技術改善がメインテーマである。

- a) 「大豆・小麦の不耕起栽培技術の体系化」ではイグアス地区の久保田洋史氏(不耕起栽培歴6年、大豆収量3.5~3.7t/ha)の不耕起栽培技術について一連の営農体系の中で詳細な先進農家事例調査を実施し、不耕起栽培における一つの篤農技術を明らかにした。また、土壌研究室と協力して、CRIA場内で不耕起栽培における大豆・小麦の根系分布調査を行い、きわめて貴重な研究成果を得ている。すなわち、慣行栽培では大豆・小麦の根系分布は土壌の圧密層の上部に集中しているのに比べ、不耕起栽培では圧密層の下部にも分布しているのが認められた。これは不耕起栽培によって下層から上層への水の毛管移動が多いため、土壌の下層が乾燥しやすくなり、圧密層で大きな亀裂が発生しやすくなったことに起因すると判断されている。亀裂の発生によって土壌の透水性や通気性が良くなり、根の下層への伸長が促進される。さらに亀裂に沿って肥沃な表土の小さな土塊が崩落し、作物根の腐植化が生じて、土壌の化学性の改良と団粒形成が促進され、作物根の下層への分布が加速度的に拡大されて、これが地上部の生育にも反映されたものと思われる。

- b) 「大豆・小麦体系における冬作緑肥作物導入の栽培的評価」では不耕起栽培の大豆の収量に及ぼす前作の燕麦および小麦・ベッチの効果を比較し、燕麦の跡地の大豆の収量が高くなることを明らかにした。人手不足のため「有望な冬作緑肥作物の選定」に関する体系化試験は一時中止せざるを得なかったが、大豆の生産性を持続させるための前作としては小麦、ヒマワリ、ベニバナ、ナタネ、燕麦、ライ麦の6作物が挙げられた。
- c) さらに延長期間中にはヒマワリの品種および播種期に関する圃場試験を実施し、開花・成熟特性についての調査法、データの解析法、および取りまとめの指導を行った。その結果、ヒマワリでは「VDH480」および「PM92002」を5月中に播種することによって、慣行の大豆作期に影響を与えることなく、「ヒマワリー大豆」の1年2作体系が可能であることが明らかにされている。またミコリーザによる土壌リン酸の有効化を比較するために冬期間に小麦、燕麦、トウモロコシ、ヒマワリ、ベニバナ、ナタネ、ベッチを栽培し、跡地に大豆を作付けして前作の効果を比較する試験を開始した。

## 2) 土壌分野

農耕地保全のための土壌管理技術の改善がメインテーマである。

- a) 「イタプア地域における土壌浸食の実態調査」ではピラポ23km地区の不耕起栽培と慣行栽培を含む630haの農地を対象に土壌浸食の実態を調査し、断面調査および肥沃度調査の結果から土壌浸食が着実に進行していることを明らかにして、浸食防止対策の必要性と今後の土壌保全対策について提言を行った。
- b) 「大豆・小麦の不耕起栽培による土壌理化学性の変化および土壌流亡の調査」では農家圃場およびCRIA場内における不耕起栽培土壌の断面調査を行い、採取土壌の物理性、化学性の調査を実施した。不耕起栽培の継続により土壌亀裂が拡がり、根域拡大、浸透能の増大など物理性の改善が進むとともに、土壌の化学性も改善されて、大豆の増収をもたらすことが明らかにされた。また、傾斜度7度の試験圃場に土壌流亡計を設置して、裸地、耕起、不耕起などの管理条件の違いが土壌流亡量、地温、土壌水分の変動などに及ぼす影響を農業機械化センター（CEMA）の研究者と共同で調査し、不耕起栽培における土壌浸食防止効果の著しく高いことを実証した。
- c) 「冬作緑肥を導入した輪作栽培における土壌理化学性の変化」は栽培分野における有望緑肥の選定が遅れたため、実施不可能となった。
- d) 「酸性テラロッシュおよび中性テラロッシュにおけるリン酸および石灰の施用効果」ではCRIA場内および農家圃場においてリン酸の増施によって生育・収量が著しく向上し、跡地のリン酸の残効も大きく、有機物および窒素含量も増加して土壌肥沃度の高くなることが認められた。大豆の生産が劣っていた酸性テラロッシュにおいても、石灰3t/haとリン酸120kg/haの併用によって2.35t/haの多収を挙げている。

e) 「土壌分類・土壌調査およびモノリス作成」ではピラボ市周辺の48,000haについて土壌分類と分布調査を行い、土壌分布図及び傾斜区分図を作成し、パソコンを用いた地形データ処理の技術移転も行った。また不耕起栽培における大豆の根系分布を土壌断面のままモノリス標本に作成する技術指導が行われ、スペイン語版マニュアル作成の指導もされた。

栽培/土壌管理のC/Pは表-30に示すとおりである。

栽培分野では1995年に日本における研修を終えて帰国直後に退職・転出したC/Pがあり、緑肥導入試験の中止などプロジェクトの進行に大きく影響した。このため、今回の事前協議調査団からはC/P定着のための措置をパラグアイ上部に対し強く要請し続けた。現在のC/Pについては専門家からの情報及び面談した限りでは、研究意欲は高いものと判断された。特に栽培分野の専門家が、試験研究の全過程についてC/Pと一緒に、考え、行い、評価する方法をとったことによって、発想された課題の企画、実施、調査、分析の技術及び知識が十分に習得され、補助職員への指導も確実に行えるようになったことは高く評価される。また、試験栽培管理技術と作物の生育・収量調査・分析技術については、その技術マニュアルを作成する能力も習得されている。特に土壌管理分野と協力して不耕起栽培における大豆・小麦の根系分布の観察と土壌の理化学性との関係を追究して作物増収の機作を明らかにしたことは、プロジェクトのすばらしい成果の一つと言えよう。また、現在の2名のC/Pに加えて、新たに採用予定の優秀な日系女性が候補者になっているので、栽培分野におけるC/Pの今後の活動が期待される。

土壌管理分野では15年にわたるC/Pの経験のある研究室長が1995年からペルーのサンチャゴ大学(修士課程)へ留学中であるが、近く帰国の予定である。他の2人は1991年および1996年の採用で、このうちBritezは日本において8か月の研修を受けてはいるが、2人ともまだ試験研究の経験に乏しく、今後とも各種の技術指導を行う必要が

表-30 栽培/土壌管理のC/P

AGRONOMIA (栽培) ○ VICTORIANO BARCOZA MANUEL LOYERA MARIO DIAZ VIRGILIO AMARRILLA	14/04/58 17/02/57 23/12/53 05/10/58	室長 (C/P) 技師 (C/P) 補助員	1964年 国立大学農学部卒業 1992年 国立大学農学部卒業 1985年 17-777 1977年農林高校卒業 1981年 17-777 1977年農林高校卒業	24/01/79 01/10/96 21/03/91 01/09/95	-1983年 農業法規研修
SUELOS (土壌) ○ CANTALICIO FAREDES	12/06/62	室長	1976年 国立大学農学部卒業	08/03/77	-1979年 日本 土壌の肥沃研修(1年) -1983年 BRASILEY 土壌研修(1週間) -1989年 BRASILEY 土壌研修(1週間) -1995年 CHILE 国立大学 修士課程 -1991年 BRASILEY 国立大学修士課程(12月) -1993年 日本 土壌保全研修(2ヶ月)
JULIO CESAR BRITZ MONICA RAMIREZ	13/06/58 22/05/71	技師 (C/P) 技師 (C/P)	1990年 国立大学農学部卒業 1996年 1977年 大学農学部卒業	02/05/91 01/10/96	
SUELOS (土壌) ○ JULIAN ALTAMILANO JULIO CESAR MOREL	19/05/72 27/05/72	補助員 補助員	1980年 17-777 1977年 農林高校卒業 1990年 17-777 1977年 農林高校卒業	02/01/91	-1988年 日本 土壌分析研修(7ヶ月)

備考: ○新規プロジェクト参加研究員

ある。研究室長が予定どおり帰国すれば、2人の技術レベルアップや試験の進め方に期待ができる。土壌の化学分析、物理性の測定については優秀な補助職員（日本における研修経験をもつ）もあり、独り立ちできる状況にある。手法伝達のやや遅れていた物理性の測定法については、今期の早坂専門家の指導によって、不耕起栽培土壌の理化学性の調査を通じ、著しくレベルアップしている。過去の技術協力によって、理化学性の測定のための機器はかなり充実されており、IANなどに比べてはるかによく整備されているものと思われる。

両分野のC/Pは今後、CRIA場内および農家における圃場試験、ポット試験、枠試験などを通じて、目的に添った結果を得るための狙いおよびそれに基づいた試験設計を作成し、試験の進行の中で自分で判断して、他の分野の研究者や同僚と意見交換を続けながら、試験結果の評価、取りまとめ、問題点の整理などを行う訓練が必要となるだろう。

## (2) CETAPARにおける栽培/土壌管理研究の現状と問題点

CETAPARはパラグアイ在住日系農家の営農支援のため始まったイグアス指導農場が発展した農業総合試験場のスペイン語名である。従って、多くの日系農家を取り入れてきた畑作、野菜、畜産およびこれらの分野に関連する栽培、土壌、病害虫の諸問題の解決を中心に、試験研究と普及活動を行ってきたところである。最近では特にJICAのプロジェクトでCRIAおよびIANなど農牧省関連機関との密接な連携を保ちながら活動を続けているが、一方、ドイツ技術協力会社（GTZ）、農牧省、JICAの三者による「東部パラグアイにおける持続的農業体系に関する技術の開発と移転の強化」に対して協約を結び、このような国際協力を通じてパラグアイの農業生産に貢献している。

また、メルコスール諸国との共同研究を企画している農林水産省の国際農林水産業研究センターでは、CETAPARを現地研究拠点として「南米大豆広域総合研究プロジェクト」を推進するため、数名の研究者を派遣し、CETAPARおよびCRIAの研究者と協力して大豆生産にかかわる総合研究を展開し、かつ途上国の研究者の育成も図ることを計画中である。

このようにCETAPARは1962年以降、パラグアイの農業生産に大きく貢献しており、今後はその活動をさらに拡大発展することが期待されている。

CETAPARでは今後、持続可能な環境保全型農業を確立するため、次の4つの課題に絞って試験研究目標を立て、それぞれの目標の中で、大課題、中課題、小課題として、検討を重ねてきた（表-31）。

また、これらの試験研究に従事しているスタッフは図-11の組織・職員配置図に示すとおりである。

表-31 パラグアイ農業総合試験場 (CETAPAR) 長期総合試験研究計画

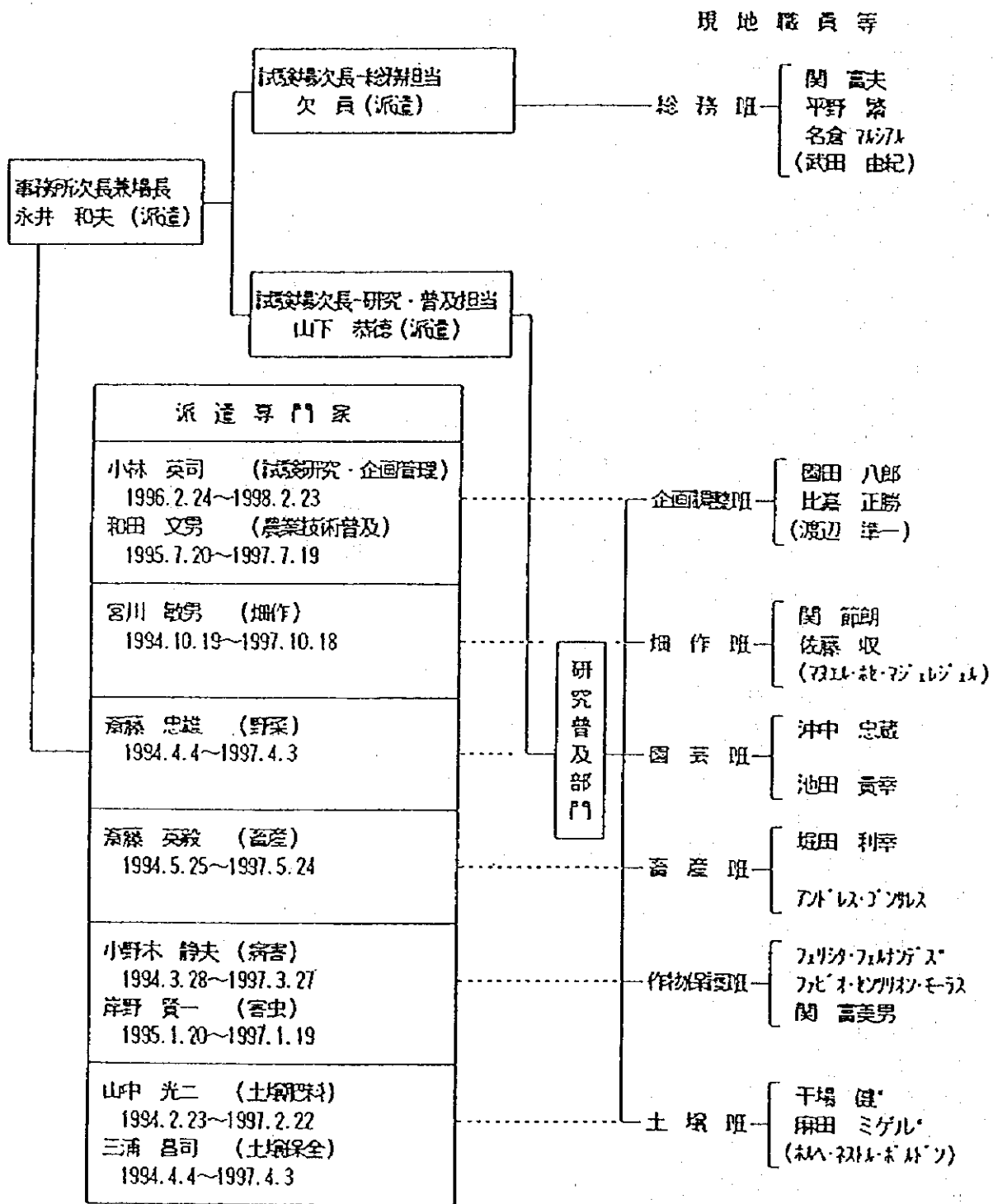
研究目標	研究課題			備考			
	大課題	中課題	小課題				
1. 持続的畑作栽培技術の確立	1. 大豆不耕起栽培における低投入型農業技術の開発	1) 大豆の安定・多収品種の選定  2) 施肥方法と施肥量の改善  3) 雑草防除体系の改善  4) 不耕起栽培における多収栽培技術の解明  5) 不耕起栽培適応土壌の解明	a) 大豆導入品種の生産力検定試験 b) 大豆導入品種の生態反応	1990年～1997年 1991年～1997年	MAGと協力		
			a) 森林開墾地の大豆耕作年数による土壌肥沃度の変遷 b) 三要素が大豆収量に及ぼす影響 c) 石灰施用基準の策定	1994年～1995年 1995年～1998年 1994年～1997年			
			a) 不耕起栽培に適する除草剤の選定 b) 耕地管理法と雑草の消長	1994年～			
			a) 地力と栽植密度が収量構成要素に及ぼす影響	1994年～1995年			
			a) 大豆と二毛作体系に適する小麥安定多収品種の選定 b) 大豆を基幹とする有効作付方式に関する試験	1989年～1996年 1992年～1997年			
			a) 不耕起による綿栽培の確立 b) 不耕起によるヒマワリ栽培の確立	1994年～1996年 1995年～1997年			
			2. 長期輪作体系による持続的畑作栽培技術の開発	1) 持続的畑作栽培に有効な作付体系の確立  2) 不耕起栽培法による夏作適作物の導入		a) 大豆と二毛作体系に適する小麥安定多収品種の選定 b) 大豆を基幹とする有効作付方式に関する試験	1994年～1995年
						a) 大豆と二毛作体系に適する小麥安定多収品種の選定 b) 大豆を基幹とする有効作付方式に関する試験	1994年～1995年

研究目標	研究課題			備考	
	大課題	中課題	小課題		
II. 畑作栽培における環境保全型技術(土壌保全・病害虫防除)の開発	1. 環境保全型病害虫防除技術の開発	3) 不耕起栽培法による冬作適作物の導入	a) 不耕起によるタマネギ栽培技術の確立	1995年～1996年	畑作、畜産との協力 GTZと協力
		4) 不耕起栽培が土壌の微生物・土壌の肥沃度に及ぼす影響の解明	a) 不耕起栽培の土壌生息小動物類および微生物調査 b) 輪作体系への各種緑肥作物の導入が土壌生産性力向上に及ぼす効果	1992年～1997年 1994年～1996年	
		1) 大豆病害虫防除法の確立	a) 炭腐(すみぐされ)病の発生病態と防除に関する研究 b) 茎かいよう病に関する研究 c) シストセンチュウ病調査 d) 主要病害の発生消長調査 e) 大豆を加害する <i>A. gemmatalis</i> の発生予防と防除法の解明	1994年～1996年 1994年～1996年 1994年～1996年 1990年～1998年 1995年～1999年	DDV 共同
			2) 小麦病害虫防除法の確立	a) 主要病害の発生消長調査 b) 細菌病の発生病態と予防 c) 薬剤による主要病害の防除法 d) 小麦害虫の発生病態の解明と防除法の開発	

研究目標	研究課題			計画期間	備考
	大課題	中課題	小課題		
Ⅲ. 高品質野菜の安定生産技術の確立	2. 農耕地土壌・水質環境保全技術の開発	3) 輪作作物の病害虫防除法の確立	a) マンジョウカの病害防除	1994年～1996年	
			b) ヒマワリ害虫の発生生態の解明と防除法の開発	1995年～1999年	
		1) 農耕地の土壌保全技術の開発	a) パラグアイ東部地域土壌保全定点調査	1994年～1996年	
	b) 傾斜地圃場における土壌浸食防止		1995年～1996年		
	2) 水質環境の保全	2) 水質環境の保全	a) パラグアイ東部地域の水質環境の保全	1994年～1998年	
			a) 高品質・耐病性トマト品種の育成	1987年～1995年	
			b) 施肥技術の改善による高品質トマト生産	1994年～1996年	
	1. 高品質野菜生産技術の開発	2) 高品質メロンの生産技術の開発	c) トマトの省力化技術の確立	1994年～1996年	
			a) 高品質・耐病性メロン品種の育成	1994年～1996年	
			b) 施肥技術の改善による高品質メロン生産	1994年～1996年	
3) 病害虫防除法の確立		a) トマト、ピーマンのTMVに対する弱毒ウイルスの利用	1994年～1996年		



研究目標	研究課題			備考
	大課題	中課題	小課題	
IV. 高位生産性畜産技術の確立	2. 輸入野菜の国内自給生産技術の確立	1) 輸入秋まき野菜の生産技術の確立	a) タマネギ栽培技術の確立	1993年～1996年
			b) ニンニク栽培技術の確立	1994年～1996年
			c) ニンジン栽培技術の確立	1994年～1996年
	1. 草地および飼料作物の生産性の向上	1) 牧草の生産性および利用技術の向上	a) 牧草の地域適応性の検定	1992年～1996年
			b) イネ科とマメ科牧草の混播栽培	
			c) 放牧方法の比較	
			d) 老朽化草地における生産力回復技術の開発	1992年～1997年
	2. 飼養技術および衛生管理技術の改善	2) 冬期利用飼料の生産技術の向上	a) サイレージの調整技術の開発	1994年～1996年
			b) 乾草の調整技術の開発	
			c) 冬期補助飼料給与の効果	
2. 飼養技術および衛生管理技術の改善	1) 出荷月齢短縮の技術の開発	a) 牛の増体重品種間比較	1990年～1996年	
		b) 家畜人工授精法の改良	1994年～1996年	
		a) 乳房炎調査	1994年～1996年	



註：派遣 = 在外派遣職員、( )内 = 嘱託研究員等、\* = 試験場現地技術者費

図-11 パラグアイ農業総合試験場組織・職員等配置

(1997年1月1日現在)

これらのうち、栽培／土壌管理分野においては次のような成果が得られている。

## 1) 栽培分野

- a) 「大豆・小麦の導入品種の生態特性調査および播種適期の調査」によって、早晚性による分類とパラグアイ南部および東部における大豆・小麦の作型の基本形を明らかにしている。
- b) 「小麦・大豆に対する肥料の適量試験および残効調査」では、両作物ともにリン酸が最も重要であり、テラロッシャ土壤においても少なくとも90kg/haのリン酸を毎年施用する必要のあることを認めている。これらの結果を参考にして、農家でも無肥料栽培からリン酸施肥に転換するようになった。小麦では窒素肥料の分施によって増収することを明らかにした。
- c) 「小麦の種子処理の効果」では種子消毒の方法および播種前粉衣が圃場における発芽率・発芽性を向上させることを実証した。
- d) 「不耕起栽培における大豆の多収穫栽培技術の確立」では大豆の安定多収品種を選定し、安定多収を得るための作期を明らかにするとともに、最多収量を得るための乾物重および葉面積指数の変動を調査し、3.5t/ha以上を確保するために必要な生育適量値を明らかにした。たとえば多収のための晩限は早生12月末、中生12月上旬、晩生11月上旬であることを提言している。
- e) 「不耕起栽培における大豆を基幹とした輪作体系の確立」では、バイオマス生産量の比較をして小麦に代わる冬作物としては燕麦が最も有効であることを見出している。
- f) 「不耕起栽培における新規導入作物の選択と栽培技術の開発」ではヒマワリの2品種について播種時期および栽植密度を変えて収量への影響を検討している。さらに収益性の高いマカダミアナッツ導入の試験や普及を進めている。
- g) 「雑草防除体系の改善」では耕地管理法と畑雑草の消長を調査するとともに不耕起栽培に適した除草剤の選定および散布法についても検討している。

## 2) 土壌分野

- a) 「イグアス地域における畑土壌の理化学性と土壌管理法」では1985年頃から実施されていた土壌調査に引き続いてイグアス地区に分布する主要土壌を細粒質赤色土、中粒質赤色土、粗粒質赤色土、黄褐色土、灰黄褐色土、黒色土に分類し、深さ1mまでの断面形態の調査を行った。このうち細粒質赤色土はテラロッシャで肥沃度が高く、粗粒質赤色土は砂岩風化土で肥沃度が著しく低く、中粒質赤色土は両者の混合した土壌とみなされる。これらの作土のみならず、下層土の化学性および物理性が明らかになったことで、適切な土壌管理指針が得られた。
- b) 「施肥方法と施肥量の改善」では入植年次の異なる大豆畑における土壌肥沃度の調査

を行って、テラロッシャにおいても年次を経るごとに作土および下層土の肥沃度の明らかに低下することが認められた。従って適切な施肥あるいは土壌改良を実施しないと、作物生産力が漸次低下することになる。

- c) 「不耕起栽培が土壌の理化学性と作物の生育に及ぼす影響」は1990年頃から検討が続けられ、不耕起栽培によって大豆収量が増大し、根系が深部にまで及んで下層土の肥沃度も増加するなど、土壌の理化学性が改善されていることが認められた。亀裂程度の比較では10%亀裂区において3.84t/haの多収(対照区3.34t/ha)が得られた。
- d) 「長期輪作体系による持続的畑作栽培技術の開発」では各種の試験によって、最も効率的な輪作体系を見出すことを狙っている。

小麦一大豆体系の不耕起栽培にトウモロコシ、ヒマワリ、アルファルファなどを導入し、改良資材として炭カルおよび榕リンを用いた場合の大豆への効果は検討中である。アルファルファに対しては榕リン単用あるいは榕リンおよび炭カル併用によって増収効果の大きいことが認められている。また、根系の深いヒマワリでは窒素のみの増施や追肥による効果はみられず、リン酸増施による生育促進効果は明らかになった。ドイツのGTZプロジェクトでは、土壌保全のための輪作体系試験をCETAPAR圃場で実施しており、その土壌理化学性の変化の調査を土壌部門が担当している。

- e) 「農耕地土壌・水質環境保全技術の開発」ではイグアス地域に5か所の調査定点を1990年に設定して、5年ごとに土壌肥沃度の変化を追跡し、1995年に第2回調査を行っている。またイグアス地域における湖沼、河川、地下水の水質調査も続行している。

CETAPARにおける土壌関連の実験室の規模はやや狭小ではあるが、実験資機材はほぼ充実している。有機物含量の測定に用いるCNコーダーは次年度予算で購入の予定になっている。

またCETAPARの栽培/土壌管理分野はJICAプロジェクトがイタプア県で開始された時からCRIAの栽培/土壌管理分野と密接な連携を図っており、CETAPARの設計会議、成績検討会にはJICAの専門家も出席するなど、意見の交換を行ってきた。また、CRIA、IANなどで開催された研究会にはCETAPARからも出席して研究発表を行うなど、情報交換も続けられてきた。また、1998年度に予定されているCRIAの新しいJICAプロジェクト、「パラグアイ大豆生産技術研究計画」においても、ヒマワリ品種の生態分類およびヒマワリ-大豆作付体系の改善については、CRIAはイタプア地区向きの技術開発を、CETAPARはアルトパラナ地区向きの技術開発をそれぞれ分担して、協力研究を進めることが計画されている。

CETAPARでは、1980年~1984年にアルトパラナ分場において不耕起栽培に関する圃場試験に着手しており、不耕起栽培でも大豆の生育収量は耕起栽培に比べて差の

ないことを明らかにした。先進農家もちょうどその頃、不耕起の導入に踏み切って試行錯誤をくり返していたのである。その後、CETAPARにおいてもCRIAとともに不耕起栽培のメリット、デメリットを明らかにするため、上述したように要因解明の試験を継続しており、パラグアイでは大豆-小麦体系のまま不耕起栽培がほとんどの農家で定着するに至っている。しかし、なお、不耕起栽培に伴って今後発生する可能性のある病虫害防除の問題、減除草剤技術、気象条件の変動などによる小麦作の不安定から代替冬作物導入、テラロッシャ以外の土壌における不耕起栽培など、引き続き検討を要する多くの問題が残されている。

一方、パラグアイ政府の要請を受けてJICAは事前調査団を派遣して農牧省と協議した結果、1997年3月に24日間にわたり、不耕起栽培による環境保全型畑作栽培の第二国研修を実施することが決定している。対象は農業普及員、農牧省、農業協同組合、農業団体、大学などから約30名で、講師にはCETAPAR、CRIA、IAN、JICA、H系先進農家を予定している。内容は(i)環境保全型農業の重要性、(ii)不耕起栽培の土壌保全効果、(iii)不耕起栽培の基礎的技術、(iv)不耕起栽培技術の汎用的利用、(v)不耕起栽培による営農改善方法などに関する基礎的な知識と技術の習得である。

CETAPARの栽培/土壌管理分野では現在、畑作1名、病害1名、虫害1名、土壌肥料1名、土壌保全1名、合計5名の専門家が配置されているが、そのうち4名の任期切れが間近である。しかし、その後任者としては畑作、土壌肥料、病害の3専門家体制に移行することなので、場内、場外との連携を強化して効率的な試験研究を継続されるよう期待する。