

## 1 大豆生産技術研究センター (CRIA) 技術協力の締めくくりとしての大豆研究

パラグアイ経済における大豆生産は1990年代にますますその重要性を増し、1993年には輸出総額の31%を占め、綿花を抜いて最大の輸出産物となった。パラグアイ政府は、1995年に、国家経済社会開発計画で農業生産の多様化、生産性と競争力の強化を打ち出すとともに、日本政府に対し新たなプロジェクト方式技術協力「大豆生産技術研究計画」の実施を要請してきた。

この背景には、1979年以降のCRIAにおけるJICAの技術協力、特にその大豆生産発展への寄与をパラグアイ政府が高く評価したこと、大豆シスト線虫による被害がブラジルに拡大してパラグアイへの侵入が焦眉の問題となり、これに対するCRIAの研究開発能力の向上が更に求められていることなどがあつた。

JICAは、1997年1月に事前調査団を派遣し、協力要請の背景とニーズを確認するとともに、協力の基本計画をパラグアイ側と協議した。そして、1997年8月に派遣された実施協議調査団とパラグアイ農牧省との間

## Box 5 パラグアイの大豆作

パラグアイ大豆作の歴史は世界的にみるとかなり新しく、1960年代から日系の移住地を中心に本格的な普及が始まった。以来大豆生産は増加を続け（次ページ図）、現在は生産量では世界第6位、輸出量では第4位の座を占めている（次ページ表）。大豆はパラグアイの輸出総額の40%以上を占め、もっとも重要な産物である。収量は3t/haで、世界最高水準に達している。この要因としては

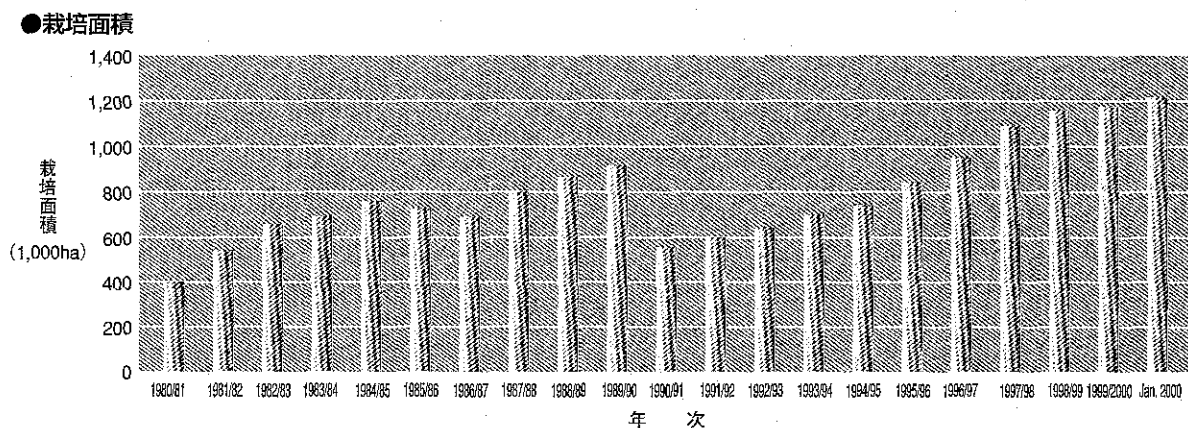
- ① 肥沃なテラロッサ土壤
- ② 短日条件に適し、病気に強い品種の育成
- ③ 適期播種を可能にした不耕起栽培

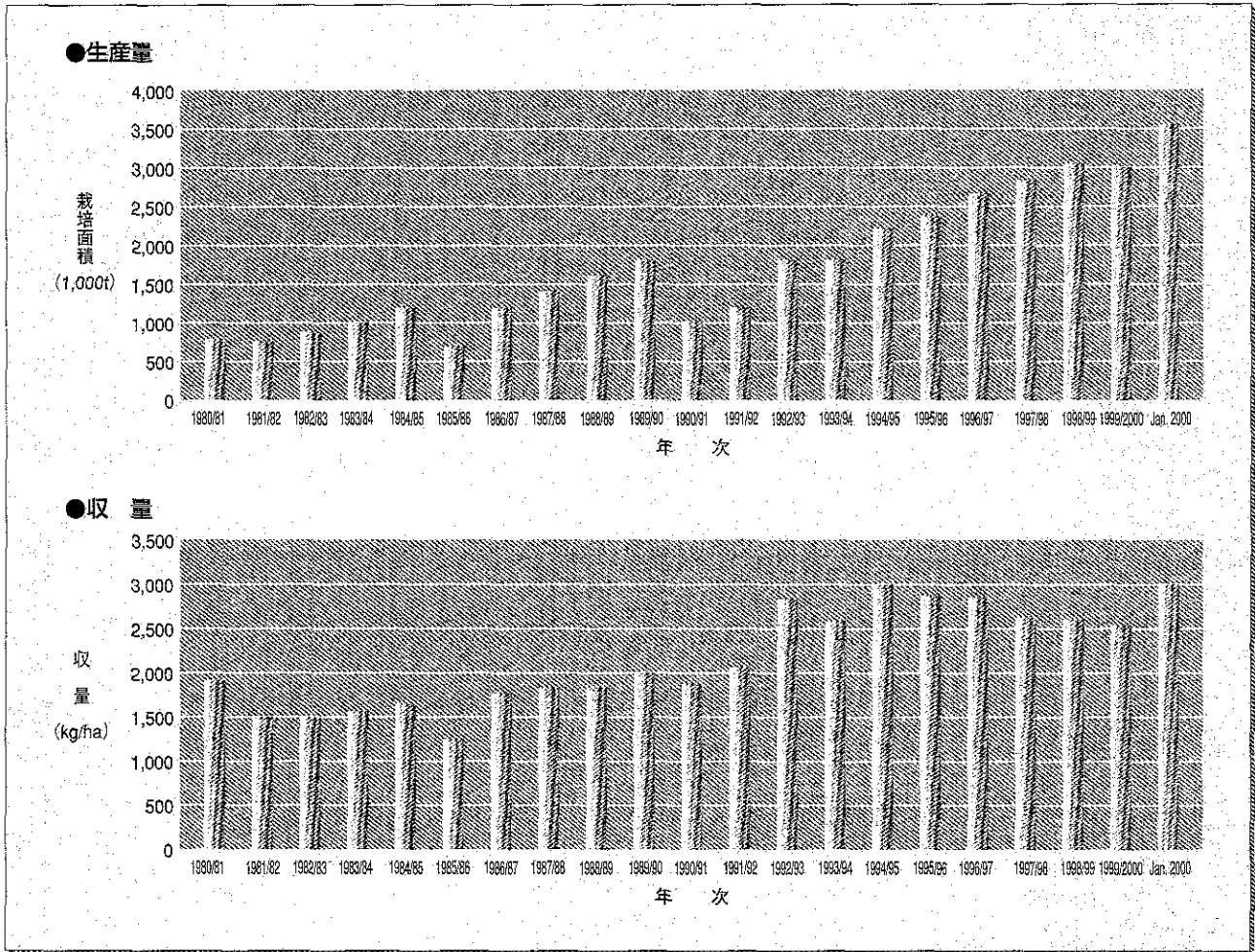
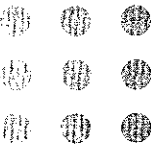
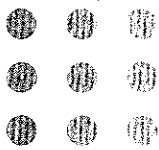
があげられよう。

表 世界上位6位までの大豆生産国における2001年の栽培面積と生産高  
FAOSTAT DATABASE RESULTS  
(<http://apps.fao.org>) より引用。

国名	作付面積 (ha)	総生産高 (t)
アメリカ	29,542,370	78,668,480
ブラジル	13,934,860	37,675,170
アルゼンチン	10,318,000	26,737,000
中国	8,700,100	15,450,200
インド	6,000,000	5,600,000
パラグアイ	1,209,300	3,584,980

図 パラグアイにおける大豆生産関連指標の推移 (パラグアイ農牧省及び統計局データから土屋武彦専門家が作成)





で討議議事録 (R/D) が署名され、同年10月にCRIAにおける第3フェーズの技術協力プロジェクトとして、「大豆生産技術研究計画」が開始された。このプロジェクトは、23年間CRIAにおいて継続してきたJICAの技術協力を、パラグアイにとって、そしてパラグアイの日系移住者にとっての最重要作物である大豆の研究をもって締めくくることがとなった。

## 2 大豆生産基盤の安定と強化をめざして

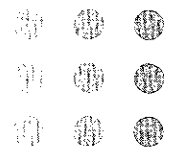
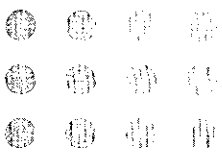
### ■3分野で目標を設定

プロジェクトの目標はパラグアイにおける大豆生産基盤を安定強化させるためにCRIAの研究機能を強化することであり、次の3分野で協力項目が策定された。

- ① 大豆育種技術の向上 (大豆育種)
- ② 大豆を中心とした作付体系技術の向上 (栽培)
- ③ 大豆産地の土壌管理技術の向上 (土壌管理)

### ■新品種の育成とシスト線虫抵抗性育種

大豆育種の分野は基本的に第2フェーズの継続であり、CRIAでの自前の交雑から出発し、蓄積してきた育種材料の選抜をさらに進めて、優良な品種を育成することが課題とされた。また、ブラジルで猛威をふ



るっている大豆シスト線虫の侵入に備えて、抵抗性品種を得るための素材の育成が課題として設定された。そしてその手段の1つとして、大豆のDNAを解析し、抵抗性を選抜する際の遺伝的な指標となるDNAマーカーを検出するという、先端的な技術の移転も目標に加えられた。

### ■大豆耕作体系の多様化と安定化

栽培分野の課題も第2フェーズから持ち越された課題であった。夏作の大豆と組み合わせられる小麦に替わる冬作物の候補を、第2フェーズの試験結果に基づいてヒマワリに絞り込み、新しい作物の組み合わせをパラグアイに導入して大豆耕作体系の多様化と安定化を図ることが課題とされた。さらに、この分野ではリン酸肥料の施肥効率の向上も課題として取り上げられ、深層施肥技術の開発、土壌中の燐酸成分を有効化する菌根菌の利用が試験項目として設定された。

### ■新たな大豆栽培地帯の開発

土壌管理分野の課題は、新規に大豆栽培を導入する地域の土壌診断と、導入に際しての土壌管理技術の開発であった。これは、第3フェーズで新たに登場したものであり、パラグアイにおける大豆耕地が飽和状態に近づいていたこと、及び既成の大豆栽培地帯とは異なる土壌条件の地域へも大豆栽培を拡大したいというパラグアイ政府の意向が課題設定の背景となっていた。

### ■JICAパラグアイ農業総合試験場（CETAPAR）を協力機関に

第3フェーズのプロジェクトでは、これまでもCRIAのパートナーとして協力してきたCETAPARが、協力機関として育種及び栽培分野の課題を分担することも確認された。CETAPARに課せられた主な役割は、CRIAの試験圃場ではカバーしきれないアルト・パラナ地域の環境条件に適する品種の育成と、大豆-ヒマワリ作付体系の開発であった。

<b>Box 6</b>	<b>CETAPAR</b>
<p>日系移住者の営農の安定を図るためフラム、アルト・パラナ、イグアス日本人移住地（イタプア県南東部地域）に設置された指導農場が漸次統合され、1974年に設立されたイグアス試験農場が前身である。日系農家の技術水準の向上及び経済的發展に伴い、日系農家を対象とする試験場の初期の目的はほぼ達成されたことから、パラグアイ政府との技術協力協定に基づき、日系農家のみならず広くパラグアイの農業発展に資することを目的にプロジェクト方式技術協力の枠組みで運営されている。主な活動は、大豆新品種の育成、大豆不耕起栽培技術及び輪作体系の確立、肉牛肥育技術の確立等である。</p>	

## 3 プロジェクトの実施経過

### ■政変の混乱を乗り越えての技術移転

開始から2年間は政変が続き、大臣以下パラグアイ側のプロジェクト担当者とはめまぐるしく交代したが、後半からは安定した対応が得られた。逼迫した財政状況のなかで、プロジェクトに対するカウンターパート予算を組むなど、パラグアイ側の努力にはみるべきものもあったが、ローカルコストは滞りがちであり、職員の給与もしばしば遅配した。しかし、カウンターパートは熱心に専門家に対応し、技術移転は順調に行われた。

大豆シスト線虫はパラグアイでは発生がみられなかったため、抵抗性検定のための汚染圃場をパラグア

イに設置することができなかった。そこで、日本の国際農林水産業研究センター南米大豆プロジェクトの紹介により、カウンターパートの研修を兼ねてブラジルで検定を実施した。リン酸の試験にあたっては、農業機械化センター（CEMA）の協力を得て深層施肥用の機械を製作した。土壌管理分野の試験では、新規の大豆栽培地のターゲットをイタプア県に隣接するミシオネス県に定め、県及び民間の協力も得て現地に試験圃場を設置した。プロジェクト基盤整備として、大豆育種用の温室（1997年）、DNA実験室（1998年）が建設され、圃場試験の精度を高めるために灌漑用の井戸が増設された（2001年）。

#### ■アジア型大豆さび病 - 新たな問題の発生

2001年にパラグアイとブラジルに大豆さび病が蔓延していることが発見されたが、これはこれまで南北アメリカ大陸では存在しないとされていた病原性の強いアジア型病原体によるものであることが確認された。この対策として、ブラジルより日系の短期専門家を急遽招請し、ナショナル研究プロジェクトと共同して調査を行った。その結果、大豆さび病はパラグアイ大豆栽培地帯のかなり広い範囲に広がっていることが確認された。また、日本から導入されたクズが、大豆さび病の感染源になっていることが発見され、クズを除去する指導が行われた。

#### ■プロジェクトの終焉へ

パラグアイ政府はプロジェクトの延長を強く希望したが、2002年3月の日本・パラグアイ合同チームによる終了時評価を経て、2002年9月、プロジェクトは予定通り終了し、23年間にわたるJICAのプロジェクト方式技術協力は幕を閉じた。

## 4 プロジェクトの成果

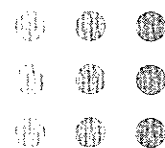
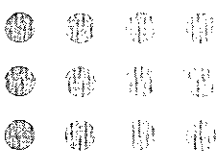
#### ■パラグアイ初の交雑育種による大豆品種が育成された

大豆茎潰瘍病発生以降、パラグアイに適した早生の優良品種がなく、待望されていた。2001年2月、プロジェクトから「Don Rufo」「Pua-e」の2つの登録品種が公表された。これは、CRIAにおいて行われた交雑から出発したものであり、初のパラグアイ生まれ、パラグアイ育ちの品種である。早生であるにもかかわらず高収性で病気に強く、各地の展示圃で大きな注目を浴びた。パラグアイのナショナル研究プロジェクト、及びCETAPARとの連携のもとに地域適応性検定試験の体制が整備され、育種規模の増大と育種の効率化が達成された。蓄積した有望系統のなかから、継続して新品種が誕生することが期待される。

#### ■大豆シスト線虫抵抗性の有望系統が育成された

大豆シスト線虫の被害はパラグアイでは報告されていなかったものの、国境を接するブラジルにおける被害を考えると、抵抗性品種の育成は新しくかつ緊急の課題であった。育種素材の導入と評価からはじめて、世代促進を行いながら交雑後代の選抜を重ねた結果、2002年には新品種の候補となることが期待される系統が選抜された。これは、プロジェクト開始当初に予想していたより早い達成度である。また、大豆シスト線虫抵抗性遺伝子と連鎖するDNAマーカーが、CRIAの育種素材で確認された。

※プロジェクト終了翌年の2003年、パラグアイにおいてもついに大豆シスト線虫の発生が確認された。この対策にCRIAで育成中の系統が活用されることが期待できる。



### ■「大豆－ヒマワリ」の作付体系が開発された

パラグアイでは夏作大豆、冬作小麦の単純な繰り返しによる作付けが一般的であるが、小麦の価格が安定せず、また土壌保全上も問題があるとされてきた。小麦に替わる換金作物としてヒマワリを取り上げ、大豆と組み合わせて栽培する試験を行った結果、7月ないしは8月にヒマワリを播種すれば、経済的に十分な収量が得られることが明らかにされ、遅播き大豆と組み合わせた、「大豆－ヒマワリ」の新しい作付体系が開発された。ヒマワリは土壌中の磷酸成分を有効化する菌根菌を豊富化する働きがあり、大豆栽培の安定化に寄与することが期待される。

### ■新規大豆栽培地域における土壌管理技術が開発された

新規大豆栽培地域のターゲットとされたミシオネス県は、パラナ川沿いの地域とは異なり、砂岩を母岩とする土壌が分布し、生産性の低い牧草地が多い。牧草地を畑に転換して大豆の栽培試験を行った結果、3作目に全国平均を上回る3t/haの収量が得られた。これは、従来大豆栽培が困難とされていた砂質土壌地域でも、適正な土壌管理によって十分な収量が得られることを実証したものである。知事をはじめ県当局はこの結果に大きな興味を示し、大豆栽培の普及に向けて展示園を設け、農民の組織化を開始している。また、農民の大豆栽培に対する関心も急激に高まりつつある。

### ■新しい研究手法がパラグアイに導入された

課題として設定されたDNAマーカーによる大豆シスト線虫抵抗性の選抜、菌根菌による土壌リン酸成分の有効化は、いずれも先進国においても基礎研究の段階の技術である。DNA解析はパラグアイではCRIAにおいて実施されたのが初めてであり、こうした先端的な技術が短期専門家の指導によって効果的に技術移転され、しかも今後の利用に向けてポジティブな結果が得られたことは画期的である。土壌管理分野では土壌診断に衛星データによるリモートセンシングの手法を用いた。この手法は、パラグアイのような広い土地を対象とするときは有効であり、CRIAの技師に技術移転された意義は大きい。これらの、先端的な研究手法が今後のパラグアイの農業研究のレベルアップにつながっていくことが期待される。

## 5 まとめ

先行2フェーズに比べると短い期間であったが、当初に掲げられたプロジェクトの目的と課題は十分に達成された。交雑から新品種の発表まで、育種のすべての過程を自らの手で行った技師たちは、今後の更なる新品種育成に手ごたえを感じている。新たに出現した、大豆さび病や大豆シスト線虫の問題への育種的な対応も開始している。栽培試験、土壌管理の試験を通じて、技師たちは緑肥の重要性を認識し、プロジェクト終了時には研究室を超えるプロジェクトを自分たちの手で組織した。ミシオネス県で組織された大豆試作グループではCRIAの技師が中核的な役割を果たしている。新品種の育成、新規地域での大豆栽培技術の開発という、目に見える形での成果の発表を通じて、CRIAに対する周囲の信頼と期待はさらに高くなっている。

23年間のJICAの援助から離れて、CRIAは自立の道を歩くことになった。組織的、機能的にはそれを可能にするものを、CRIAは備えるに至ったといえよう。

### 補 遺

2002年9月6日、プロジェクトの終了を記念する式典が、農牧大臣、駐パラグアイ日本大使の臨席の下にCRIAで開催された。この式典には、第3フェーズのプロジェクトだけでなく、23年間にわたるCRIAにおける日本とパラグアイの技術協力を記念する意味も付与されていた。式典の最後に、CRIAの壁に取り付けられた1枚のプレートが除幕された。そのプレートには、次の文章が刻まれている。



—日本、パラグアイ共和国両政府の23年間にわたる技術協力と友好を記念して—

1979 - 2002

パラグアイと日本の技術者が共同した努力が農業を発展させ  
パラグアイの人々に多くの実りをもたらした

# 6 まとめ

## 1 3つのフェーズにわたる地域農業研究センター-CRIAにおける技術協力プロジェクトを通じての目標

- (1) パラグアイ南部イタプア県をはじめとするパラナ川沿いのテラロッサ地帯を、主要穀物の生産地帯として開発し、パラグアイ経済の発展に寄与する。
- (2) そのために、CRIAの研究開発能力を強化する。

## 2 成果と評価

- (1) パラナ川沿岸は穀倉地帯として開発され、パラグアイにおける小麦及び大豆の栽培面積は、プロジェクト期間中にそれぞれ約4倍及び3倍、同じく総生産量はそれぞれ約4.4倍及び4.6倍に増加した。
- (2) 小麦は自給を達成し、大豆は総輸出額の40%を超える最大の産業に成長し、いずれもパラグアイ経済の発展に大きく寄与した。
- (3) 農業の発展と相まって、CRIAの研究開発機能が充実した。近代的な研究施設と設備が整えられ、技師はプロジェクト開始時の6名から終了時には24名に増加し、主要穀物研究のナショナルセンターとしてパラグアイを代表する農業研究所となった。
- (4) CRIAは、優良品種の育成、栽培基準の作成、栽培技術の開発、優良種子の増殖など、パラグアイの農業発展に資する多くの具体的成果をあげた。
- (5) 23年間の技術協力プロジェクトは、その目的を達成し、成功であった。

## 3 成功の要因

- (1) 食糧自給、輸出促進等に貢献する主要作物の品種改良という国家にとって重要なテーマについて、その時々の優先度の高い課題に取り組む、すなわちプロジェクト目標の設定が時宜に合ったこと。
- (2) 長期の取り組みが求められる品種改良に対し、3フェーズを通じて一貫性のある対応（例：主要作物である大豆・小麦の自前の育種体制の確立→大豆・小麦の新品種の育成・増産体制の確立→パラグアイの最重要作物となった大豆に対する品種改良・栽培体系の確立）を、段階的かつ継続的に実施したこと。
- (3) 国家のニーズの高い課題に絞り込んで活動を行った結果、CRIAの専門分野能力の向上が図られ、CRIAの自立発展が促進されたこと。
- (4) 日本人専門家とパラグアイ人カウンターパートとの協力関係が、基本的に緊密であったこと。
- (5) 近くに日系移住地があり、農協、移住者及びJICAパラグアイ農業総合試験場（CETAPAR）から支援が得られたこと。

☆どのような活動がパラグアイの農業開発の成果に結びついたのか？

事 項	プロジェクトでの活動	成 果
<p>日本の特徴を活かした人づくり</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日本人専門家は、率先して圃場や農家の畑に出て、カウンターパート上位者である技師とともに調査を行った。これによりデータ収集をもっぱら研究補助者に頼っていた技師の目を向けさせるようにした。（現場主義の大切さの理解 →本文P6参照）</li> <li>・ 得られたデータは技師が自ら統計処理を行い、結果に考察を加えて報告書を作成するよう指導した。さらに、この結果に基づいて次年度の試験目標と設計を、研究室長を中心としてCRIA内で自ら立案させるようにした。（オーナーシップの促進 →本文P6参照）</li> <li>・ また、CRIA内で月例セミナーを開催して試験結果について情報交換を行うとともに、JICAパラグアイ農業総合試験場（CETAPAR）及び同アルト・パラナ分場と成績検討会議を持ち、情報交換を行うようにした。（コミュニケーションを通じた情報共有の促進 →本文P6参照）</li> <li>・ JICAの本邦研修は、大学卒の技師だけではなく農学校卒の研究補助職員にも積極的に実施し、これがCRIAの発展を支える大きな礎となった。途上国によくみられるヒエラルキー構造では上級の技師・研究者の育成が重視されがちだが、実際に現場に出る、あるいは実験を行う補助職員の役割を重んじる日本の考え方に基づく研修が功を奏したといえる。（現場スタッフ、補助職員等中間層の人材育成の促進 →本文P7参照）</li> </ul>	<p>カウンターパート上位者（技師たち）の問題発見・解決能力が向上した。自らの手による実験計画の立案と結果の取りまとめ、あるいは研究所内外の研究者や生産者との交流と情報交換を通して、自立した研究者としての自覚を持つようになった。</p>
<p>プロジェクト成果の持続性確保に係るカウンターパート機関の活動費の確保</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CRIAで育成した大豆品種のロイヤリティーをプロジェクトに還元させる措置が農牧省とJICAの間で確認された。（自己収入による経済的持続性の確保に係る働きかけ →本文P12参照）</li> </ul>	<p>こうした措置と相まって種子の販売収入によるCRIA自主財源確保への可能性が開かれた。</p>







別冊編



# 歴代リーダー手記

プロジェクトを振り返って





# 地域農業研究センター (CRIA) の拡充強化事業

派遣期間：1980年2月18日～1984年3月15日 ■パラグアイ農林業開発計画 初代リーダー：町田 暢

## ■派遣専門家

氏名	専門	期間	任期	備考
町田 暢	リーダー	4.1年	1980年2月～1984年3月	
澁沢 寿一	育種	0.8年	1980年2月～1980年11月	病氣帰国
丹羽 勝	育種	1.4年	1981年7月～1982年11月	
片平 秀雄	栽培	2.8年	1981年7月～1984年3月	
千葉 守雄	土壌肥料	2.5年	1981年10月～1984年3月	その後も継続
本間 健平	害虫	0.3年	1982年1月～1982年4月	
鬼末 正臣	植物病理	0.3年	1982年6月～1982年9月	
国分 喜治郎	育種	2.2年	1982年2月～1984年3月	

当初2か年の予定であったが2年延長された。

## 1 プロジェクトの設定目標

- ① 大豆、小麦の安定多収品種の育成
- ② 土壌肥料に関する研究
- ③ 主要作物の病虫害防除に関する研究
- ④ 雑草防除に関する研究
- ⑤ 緑肥作物に関する研究

私はチームリーダーであるが、同行した澁沢氏と図り、当面2名だけであるから私が小麦を、澁沢氏が大豆を分担することにした。

したがって、以後の記述は小麦中心となる。

## 2 CRIAの状況

当時のCRIAは援助による建設途上にあり、極めて雑然とし、試験圃場は区画整理もされておらず、通路も適当に曲がりくねったなかにラベルを点々と打った試験区らしき所が散見され、ほかには雑草の生い茂る草原といった景観であった(写真1-1)。

小麦は播種前であったのでこれまでの試験設計書、成績書、整理野帳、圃場マップなどの関係書類を見たいと申し出たが、そういうものはないというので啞然としてしまった。私は小麦の試験については10年余の経験があるが、小麦は冬作物である。それをいわゆる冬のない熱帯圏で栽培した場合、いかなる生育相を表すものか全く分かっていないのに、データが何もなければ手がかりも掴めない。やむなくこの1年はその生育相をじっくり観察し、その間カウンターパートの仕事ぶり、すなわちどう観察し、記録し、そして考察するかを見て、必要に応じ助言をしたり、相談にのったりしていこうと考えた。

### 1) 小麦の生育相

観察しているうちに奇異に感じたのは、幼穂形成期近くになると、急に葉先が黄変することであった。意外に思って付近農家の畑を見ても同様であった。CRIAのカウンターパートや農家の人たちに聞いても、

これは毎年こうなるので小麦ではあたりまえのこと、そのうち自然に回復するというのである。たしかに出穂期頃には回復してしまった。

また、パラグアイの小麦は分けつがほとんどないことである。主稈のみが大半で分けつ1本がやや多く、2本以上は少ない(写真1-2)。このような小麦の根は如何と出穂期に調査してみると、写真1-3のとおり予想どおり極めて貧弱で根群とはいえないような状態であった。

ここにおいて、パラグアイの小麦と日本における私のかつての勤務地長野県のそれと成育相を比較してみると、図1-1に示すとおり、出穂までの日数はパラグアイでは90日前後で極めて短く、長野のそれは200日前後と倍以上である。

幼穂の形成はパラグアイは播種後45日ぐらい、長野は有数の寒冷地であるから4月上旬前後。したがって長野における栄養成長期間はパラグアイより100日以上長く、この間地面にへばりついて寒害をさけ、もっぱら分けつを多発し、根群を深く広く発達させ、生殖成長に転換するや急激に節間伸長を開始する、いわゆる逆L字形の成育カーブをとるのである。

パラグアイの小麦はこの期間50日前後、これでは分けつする余裕はないのが当然、しかも追肥もないのであるからやむを得ないところであろう。

先にふれた葉先の黄変も、静から動に転ずる時の栄養バランスを失った結果と考えられる。

私は小麦は冬作物であると十分認識していた。しかしその麦にとっても冬は雪害、寒害、凍害、更には霜害、又これらに伴う病害などがあり、冬はむしろマイナス要因と考えていたが、冬こそは小麦の栄養成長を有利に完成させる重要な期間であることを痛感したのであった。熱帯のパラグアイであるからこそ認識できたかけがえのない知見であった。

しかし、おもしろいことに成熟期における有効穂数は、いずれも500本前後で同じである。栽培の基本として日本では分けつにより穂数を確保し、冬の少ないパラグアイでは播種量によりそれを確保した結果であろう。多分この措置は、未知の小麦を導入して試行錯誤の栽培のなかから自然に導き出された智慧であろう。いずれにせよ、パラグアイ小麦の育種・栽培上の基礎知識として重要なポイントと考え



写真1-1 CRIA圃場トウモロコシ試験跡  
(1980年4月)

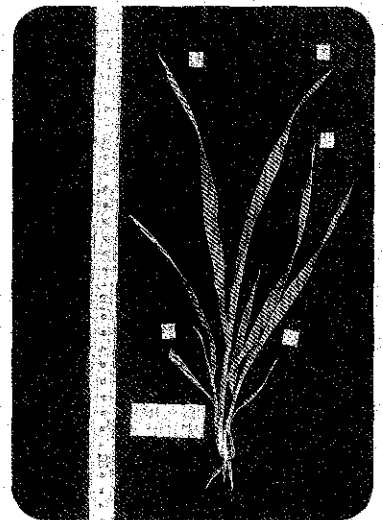


写真1-2 小麦の分けつ (1980年6月)

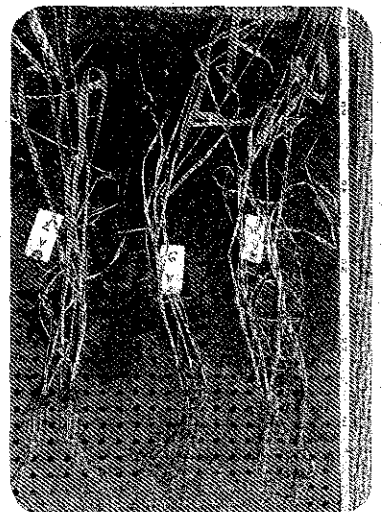


写真1-3 小麦出穂期の根群  
(1980年7月)

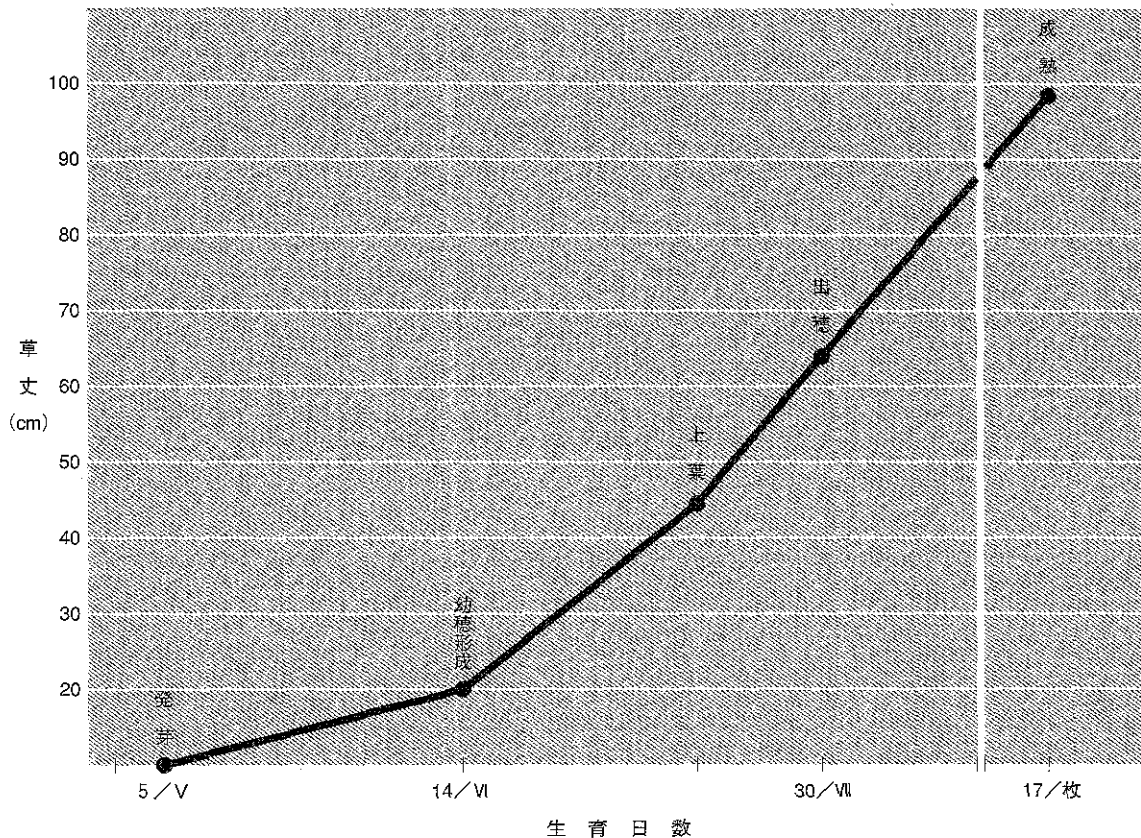


図1-1 小麦生育経過 (1980年)

られた。

## 2) 小麦の播種期

成育相の観察から、成育量の確保のためにはなるべく早播することが重要と考え、播種期試験の有無を聞いてみると、場長指揮の下に選抜系統生産力検定試験供試系統から数系統選んで毎年行っていることが分かり、観察を続けた。結果は図1-2、写真1-4に示すとおりで、傾向的には早播ほどよいことは明らかであるが、ただこのなかにはItapua25のごとく、2回播で最高を示すものが少数ながらあることに注意を要する。しかしこの設計では播種間隔が大きすぎることに、播種期が毎年大きく変動すること、供試年数が1年だけであることなどに問題が残る。6月中旬以降はなくてもよく、4月初旬から5月には点数を増やして最適播種期を決定すべきである。

これらについて場長に進言したのであるが容れられなかった、というよりは打ち合せではOKしたのであるが、実行されなかったのである。パラグアイ人スタッフには、こういうことがたびたびあり、話し合いにあたっては注意したいところである。

## 3) 霜害

日本においても麦の霜害は時に大被害をもたらすことがあるが、これは4~5月にかけて襲来する大陸の移動性高気圧により、麦の幼穂凍死やあるいは節間の凍害による出すくみ現象などであるが、パラグアイでは6~8月にかけて起こる霜害で、幼穂形成から収穫期近くまで危険期間であった。時に収穫皆無も少なくない。

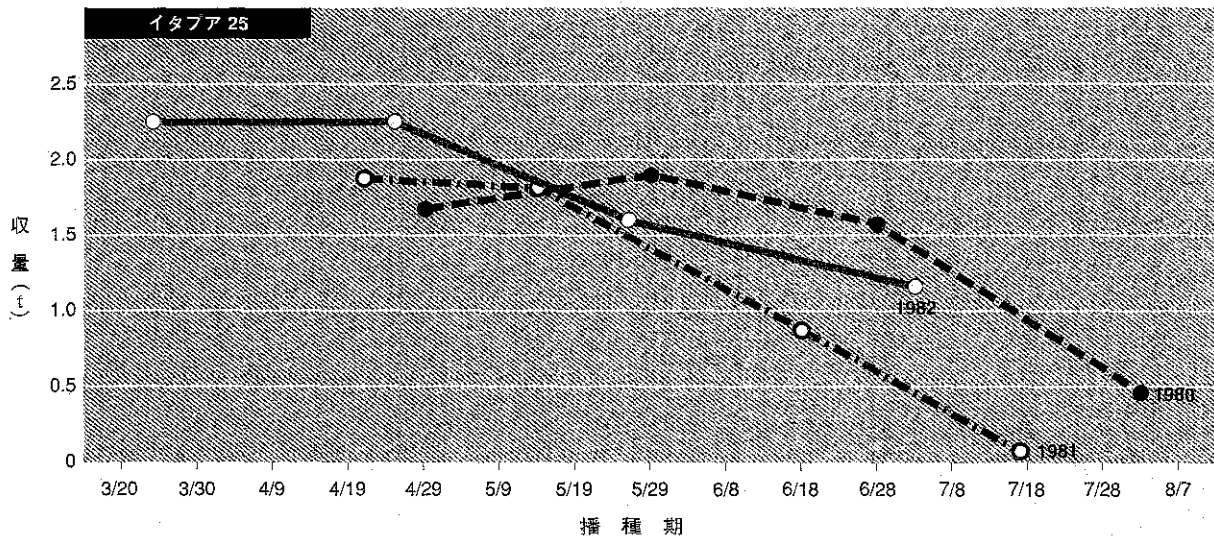
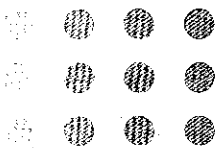
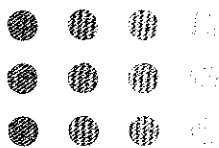


図1-2 小麦播種期試験 (1980年)

私の在任中には1980年に1回経験したが、CRIAではほとんど被害はなかった。

しかし近郊の移住地では、写真1-5のように出すくみと粒着不良という惨憺たるもので、立毛のまま焼却という惨状であった。

日本における霜害は、ほぼ出穂期近くまでであるからかなりの被害であっても、その後の放肥、病害防除などにより、高次分けつを促進させて被害を最小限に抑えるのが常であるが、パラグアイでは分けつがなく、また枯熟れ現象がつきまとうので高次分けつに期待することはできない。

私が日本において与えられた小麦の育種目標は、耐凍霜害品種の育成であった。小麦は $-15^{\circ}\text{C}$ 以下の低温にもよく耐え得る作物であるが、それは来るべき厳寒に備えて細胞液濃度を高めるからであって、霜害は寒期が去って、幼穂形成・節間伸長へ転換するために細胞液濃度を下げたときにくる不時の低温障害であるからこれに対する育成は困難である。しかし地表面、地下は地上よりかなり温度が高いため、厳寒期には地面にへばりつき、一陽来復にあたって急激に節間伸長をする型の品種に考え至り、ある程度の見通しを得たのであった。しかしパラグアイでは、出穂以後の被害が大きいのでこれも無理である。

したがって、結論としては地域ごとに霜道、霜穴などを詳細に調査して、正確に防霜株を配置することである。今やその樹種、規模などにつき研究を開始すべきときと考える。

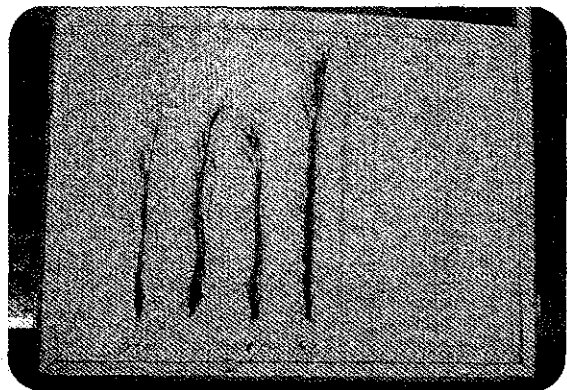


写真1-4 小麦播種期試験 (1980年)

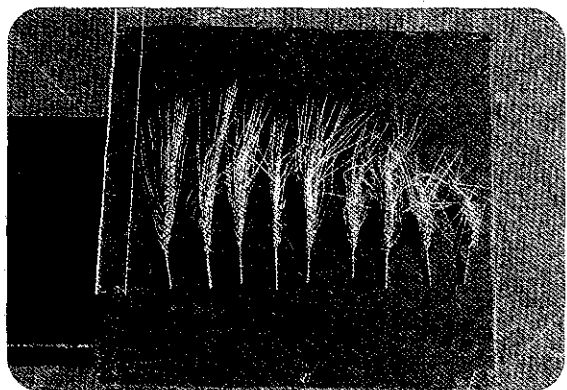


写真1-5 小麦の霜害 (移住地より採取) (1981年8月4日)



#### 4) 枯熟れ現象

枯熟れについては、私は日本の小麦全国会議でたびたび耳にしたことであり、軽度のものは見たこともあった。しかし、パラグアイのそれは出穂後間もなく下部から白く枯上り、急激に進んで全体が真白に枯上る実にひどいものであった。そのため成熟期の判定が極めて難しく、特に晩播区では全く自信のある判定は困難であった。

本来低温乾燥を好む小麦を熱帯圏で栽培する以上、障害の多いことは当然で、成育期間各月の気温と収量との相関をみてもほとんどマイナスであるから、まずは高温障害であろう。

しかし一方で、雨量と収量との関係を見ると、出穂後の相関は月100mm以上の雨量があるにもかかわらずプラスの相関が認められ、土壌水分の不足を示していると考えられる。元来が肥沃ではあるが強粘土の硬い土壌である。そこへ20年以上も無肥料連作を続ければ、ますます単粒化して緻密となり、保水力が減退して枯熟れを助長するのではと考えるに至った。

しかしながらこの問題は、今後も小麦の作付面積の拡大に伴って、ことあるごとに問題提起されるであろう。根本的には耐高温抵抗性品種の育成である。

まだ我々にとっても未知のテーマではあるが、以下は熱帯圏であればこそその重要課題である。

#### 5) 小麦の肥料3要素試験

着任当時、テラロッサ土壌は30年に及ぶ無肥料栽培でも、十分な安定多収が期待できると聞かされた。しかし圃場に出て実際に調べてみると、強粘土で多年の無肥料栽培のためか、有機質が極度に衰えていて物理性が極めて悪く、固くて保水力に欠け、耕耘・整地などの管理作業が難しく、また発芽が阻害されて、栽培の基本である有効穂数の確保も難しい。更には地下20cmぐらいのところに硬盤が形成されており、縦の透水性が悪く、土壌侵蝕も進みつつあるという実態であった。

ここにテラロッサ土壌について作物の消長と土壌の物理、化学性の経年変化を調べ、更には跡作の一部に保肥大豆を入れて、有機質補給の指針を得ようと試みた(図1-3)。

結果については、試験年数が少なくいまだ断定できない。CRIAの創立が1952年であるから既に30年経過しているが、この供試土壌に30年作物を栽培していたか否かは不明である。しかしさすがにテラロッサ土壌であって、バランスのとれた肥沃な土壌であることをうかがわせる結果であった。有機質補給の効果もない、輪作体系の確立にあたってはよい指針となろう。うらむらくは4年目で品種が変わっていることで、この試験については同一品種で通すべきであった。

私は当初、この試験は無肥料区が収穫皆無になるまでと考えていたが、帰国後いろいろと考えをめぐらせて、更に各区の雑草の種類・量の調査を加え、無肥料区が不毛の地となるまでとするべきであったと考える。かくて作物・土壌肥料の両面から各専門家の間で討論すれば新しい知見が生れるかもしれないし、またこの土壌を使って発想を変えた実験ができるかもしれない。継続されんことを期待したい。

なおここで一言しておきたいことは、豪雨による土壌流土のすさまじさである。このためパラナ川は年中褐色の濁流が渦巻いている。このまま推移すれば世界に誇る肥沃なテラロッサ土壌も限界がこよう。国策として対策をすべきときであろう。

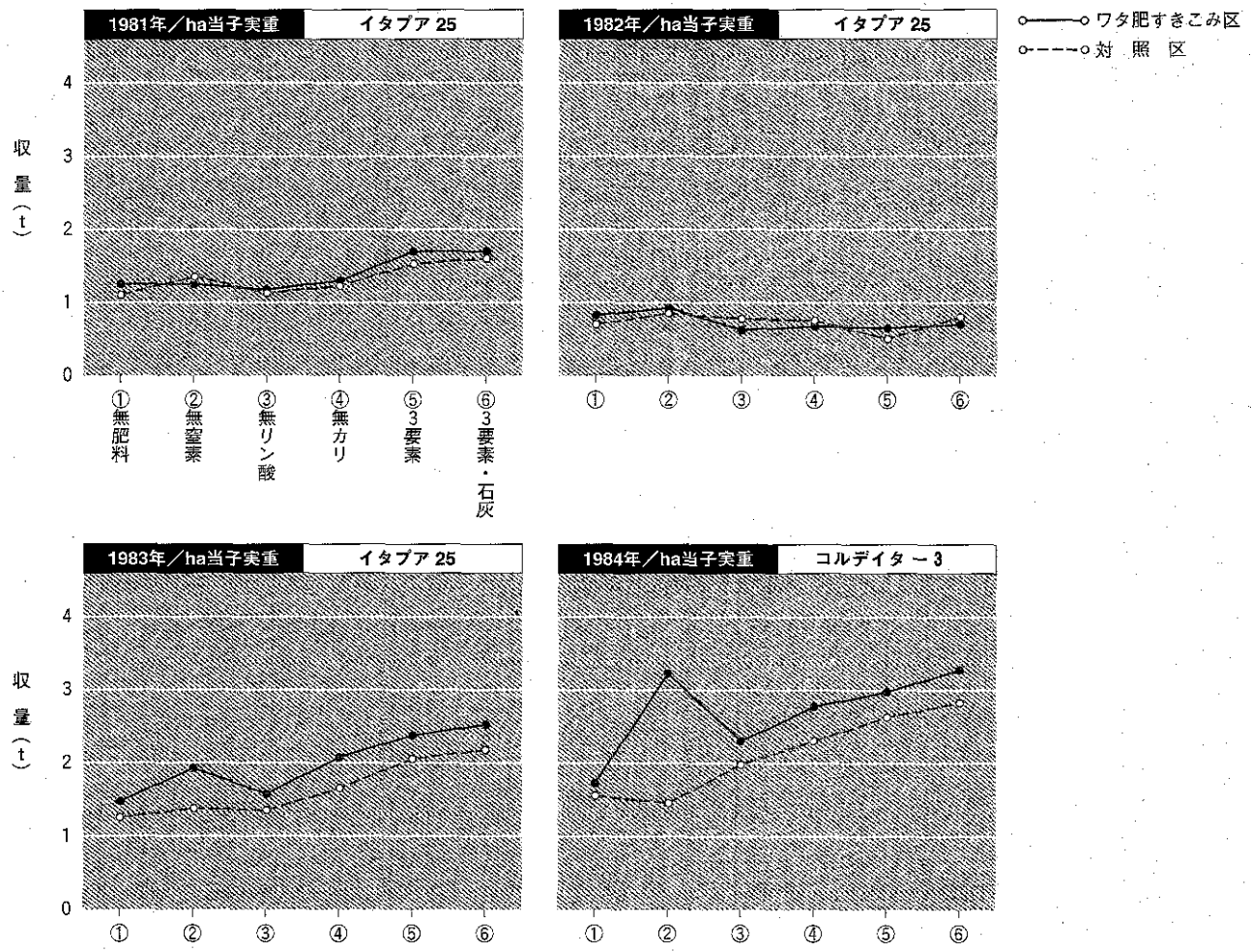
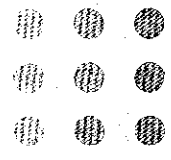
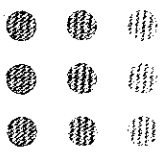


図1-3 小麦播肥料3要素試験 (1982年)

## 2 小麦の育種法

育種方法は、自殖作物の常道である系統育種法によっていたが、総合報告書で触れたように、カウンターパートは本育種法に対する理解が全く足らず、ただ何となく選抜(?)を繰り返しているように感じた。

小麦及び大豆の新品種育成は、本プロジェクトの最大の課題と位置づけられているので、これを徹底的に指導すればほかのカウンターパートにも好影響を及ぼし、研究員にふさわしい考え方が培われ資質も向上するであろうと考えた。

先ず手順としては、

- ① 育種目標の決定
- ② 両親の選定
- ③ 交配及び交配数
- ④ F<sub>1</sub>の養成
- ⑤ F<sub>2</sub>集団の規模・選抜個体数
- ⑥ F<sub>3</sub>以後の取り扱い
- ⑦ 純度検定

- ⑧ 選抜系統能力検定試験、併せて地域適応性検定試験
- ⑨ 新品種の誕生
- ⑩ 原採種圃経営

である。以上について圃場選抜・室内選抜について実地に指導した。なにぶんにもF2集団が1系統として系統選抜試験に入っていたり、F3以後の未固定系統が選抜系統能力検定試験に入っていたりしているので、これらの点については特に留意した。

また供試系統の大半は、メキシコの国際トウモロコシ・小麦改良センター（CIMMYT）の配布系統であるが、どの組み合わせにも両親品種が入っていないのには誠に理解に苦しむことであった。またCRIAの育種目標には、全く関係のない系統群が多数含まれていたため、CIMMYTの担当官がアスンシオンに来たときに上京して修正するよう要請したが、CIMMYTは世界規模で配布計画を立てるのでCRIAだけ特別扱いはできないと容れられなかった。CRIAは単なる選抜系統地域適応性試験地にすぎないようであった。しかしCRIAは、パラグアイにおける育種の最も重要な拠点であり、不要の系統を抱えこむ余裕はないので、農牧省の局長にCIMMYTに行って上級担当官に直接折衝するように進言し、私も同行したいと申し入れたが、ついにその機会がなかった。

組み合わせ育種の場合、育種目標が決定し両親品種が選定されると、育成者は両親の長所を後代に合成固定した姿をイメージして、両親と比較しながら選抜固定を図るのが系統育種である。私の経験によれば、ある系統が3年ぐらい続けて注目すべきものであった場合、その系統が新品種に採用されることが多かった。一般に選抜系統内の個体選抜は5個体ぐらいであるが、そのような良い系統が目にとまったときは、2倍ぐらいに増やして誤りなきを期したものである。選抜は時に応じてこのような臨機応変の処置も有効である。

また両親の選定が思わしくなく、意中の系統が全く出現しないこともある。そのときはその組み合わせの全系統を廃棄するのである。しかしこの決断はよほど自信がなくては難しい。自信をつけるには毎日の十分な観察である。

したがって、カウンターパートには毎日1回は必ず、できれば2回観察することを厳しく指導し、私自身も出勤するとすぐ圃場に出ることを常とした。しかし笛吹けども踊らず徹底しなかったようである。

ここにカウンターパートについて一言しておきたい。

CRIAに着任後しばらくして場全体に試験に対する熱意が不足しているように感じた。いろいろ考えてみたが、それはまず場としての研究の基本方針が明確にされていないことであり、またカウンターパートも担当

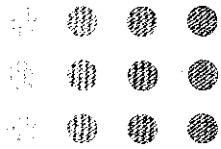
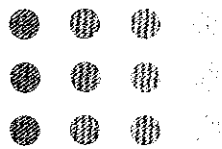


① 小麦の播種（1981年）



② 生産力検定試験穂場（1982年）

写真1-6 整備された試験穂場



区域に出かけて農業事情を調査し、問題点を摘出して各自の研究テーマに絞りこむ努力をしないことにあると考えた。これは重要なことなので以後月例研究会を設け、自由に話し合い、議論をするようにしむけ、また近くにあるJICAの農試アルト・パラナ分場とも連携して、春秋2回の発表会の場を設け交流を図った。

このように外部との交流を図ったことは、CRIAのカウンターパートにとってよい刺激になったと思う。

彼らが自ら外に出て農家の圃場から問題を探り出し、どう解決すべきか考えるようになれば、既に優秀な研究員であり、この仕事がいかにやりがいのある、そして興味深い仕事であるか知ることであろう。

帰国に際し、一番の懸念であったが、最近CRIAの丹羽リーダーから大豆・小麦ともに格段に改良され、職員は誇り高く仕事に励んでいるとの連絡をいただき、肩の荷をおろした次第である。同時にそこまでみごとな指導をされた専門家各位に深甚の敬意と謝意を表したい。

新品種が出るとその種子は原種として年々試験場で増殖され、更に採種圃で増殖して農家に渡り、普及していくのである。育種はここによく完結を迎えるのである。

種子の増殖には常に混種、特性の移動などの危険が伴い、厳密な管理が要求される。

特にしばしば起こる災害は発芽力である。私は着任早々近隣の採種圃47か所から種子を集めて新装成った硝子室で発芽試験を行ったが極めて悪く、発芽率81~90%に達したものはわずかに14点30%、30%以下が14点であった。日本における種子の最低合格基準は90%であるから、ほとんど全部が不合格であった。

農牧省指導の採種圃があるが、生産量は需要の10%に満たず、発芽率にみられるように品質もよくない。本来採種圃は農業試験場、地方行政組織、農協などが緊密な連携の下に、品種別作付面積から必要量を算出して生産を確保しなければならないのであるが現状では行政組織が弱く実現の可能性は低い。

例えば新品種の普及にあたっては、農牧大臣自ら小型飛行機で全国を飛びまわることがたびたびあったのである。大臣の前歴は国立農業研究所(IAN)の農業試験場長であったので、このような行動をされたのであろうが、我々にはとても考えられないことで、その熱意には敬服せざるを得なかった。

それだけに大臣は試験研究には理解が深く、私もたびたびお訪ねし、お願いやら意見具申をしたのであるが、重要なポストの方だけにお訪ねしてもなかなか会えず、1日待っても会えなかったと聞いたこともあったが、私にはいつも心よく会っていただき、またCRIA(試験圃視察を含む)にもたびたび訪ねていただき、研究問題やらその他いろいろと忌憚なくお話ができ、私にとっては最も信頼できる忘れ得ない人である(写真1-7、1-8)。

育成地として、品種保存は遺伝子プールとして最重要な仕事である。しかしCRIAは近隣諸国、中米などから年々品種の導入をしてきたが、それは品種選抜用であったので、CRIAに適しない品種はすべて棄却してしまった。

小麦・大豆ともに温帯作物の熱帯への導入である。小麦における低温短日下の出穂反応・大豆の開花期における長日による青立現象など、日本人の常識では理解できないような生態反応が、今後も多々あるかもしれない。

したがって、蒐集の範囲を世界的に広げ、厳正に原型を保つよう管理に万全を期さなければならない。



写真1-7 農牧大臣CRIA視察(1983年9月3日)

### 3 その他

移住地におけるほぼ100ha以上の経営では、大型機械化による大豆—小麦の2毛作であった。両作物ともに機械化に適し、しかも収益性高く適作物といえる。しかし収穫—播種の間隔が狭く、栽培面積も大きいのでこの間労働ピークが厳しくなる。したがって両者の育種目標は安定多収に加えて早生化が重要となる。

さらに、大豆は連作障害の出やすい作物であるから、畑作の基本にかえて熱帯にふさわしい輪作体系を確立することが急務と考える。当面の対策として3年に1回ぐらい大豆を休ませて、適当な緑肥作物を導入したらいかかであろうか。

なお、私は着任以来インゲンの多播性に注目し、この生態、用途について研究してみたいと思ったのである。インゲンは大豆と同じく豆類ではあるが、連作障害があるとは聞いていない。しっかりとすれば大量生産しても輸出も考えられるので、蔓なしの穀用品種を体系に組みこむことも可能であろう(写真1—9)。

1983年小麦の収穫期には雨が多かった。そのため一部に穂発芽現象がみられた。また、収穫後の穀粒についても水分が多く問題となったようである。移住地の有力者からこの点について相談を受けたが、私としても経験がないので適切な助言ができなかった。大量生産における乾燥についても協同の施設を検討するべきときである。

日本においても国策による小麦増産計画が策定されたころ、梅雨による穂発芽に苦しみ、小麦研究陣の総力をあげて取り組んだ末、ついに耐穂芽性品種育成の経験がある。したがって、優秀な交配母体もあるはずであるから、対策の策定には多大の参考となる。

### 4 供与機材(主として無償資金協力による)

着任後しばらくしてから供与機材が毎日のように入荷してきた。この収納場所もなく困ったが、たまたまパラグアイ側建設の作物収納舎が完成し



① 全景(1980年)



② 赤さび病防除(1980年)



③ 異形抜き(1983年)

写真1—8 CRIA小麦原種圃(1980年)

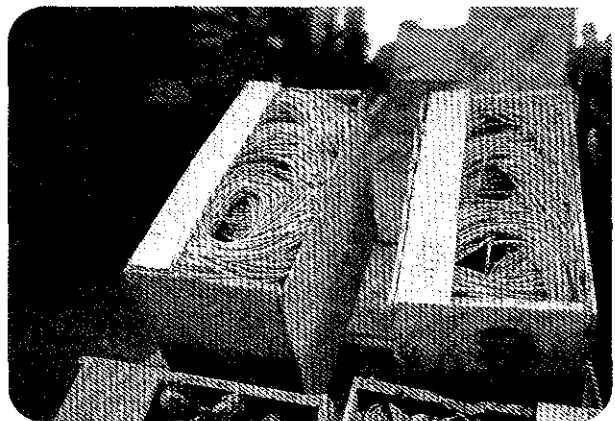
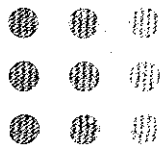


写真1—9 インゲンの一種。サンパウロの市場にて(1980年)



たので一時ここに収納した。

この検収には私が助手1名を相手にあたることになったが、なにぶんにも経験したこともない大量で、なかには私自身も見たこともなく、用途も分からない物が多数あり、どの研究室に当てるべきか分からず本当に難渋した。心身ともに疲れはてたが、気になって夜も眠れず、特に、1980年の11月澁沢氏が病氣帰国してからは相談相手もなく、全くの孤立無援、そのうえCRIAは建設途上にあり、成すべきこと、場長、農牧省との打ち合わせ、JICAとの打ち合わせ等に問題山積で、在任中最も苦難の時期であった。

かくて1981年6月半ばにはようやく検収を終わり、たまたまそのころ新施設が落成したので、会場新館に移動した。その間に機材の各研究室への配分をすすめ、7月末には完了して、在庫を一掃した。こうして場長に引渡書を提出したときは、本当に肩の荷をおろすとはこんな時の言葉であろうと思った。

機材についての事故はほとんどなかったが、ただデシケーターのような大型ガラス器具は破損があった。これについては、破損していないものでやりくりを行った。

なお建物の落成間近のころ、内外を見てまわったときに実験室のドアが外開きになっていることに気がついた。かつての私の勤務地のなかに外開きのドアの実験室があった。その前をガラス器具のカゴを抱えた女性が通りかかったときに、急にドアが開きガラス器具が四散して、女性は腕に重傷を負い後遺症が残るという苦い経験をしたことがある。

それゆえ早速JICA、農牧省に話を通じ、業者に修正を要請したが、設計書どおりの施工であるからとなかなか承諾されなかった。しかし坪井総括調整の特段のご尽力により、それならばガラス器具を設置している危険の多い狭い廊下のところだけ内開きにする、ということで落ち着いたことがあった。

カウンターパートの機材等の使いぶりについて見ていると、測定器具を圃場で使い、そのまま放置して雨にあわせたり、実験室では定量用の濾紙をメモ代りに使い捨てたり、目に余る行為が多くそのたびに厳しく指導した。ただこのことについては、我々専門家も引き渡すときに機材の価値、用途、使用方法につき懇切な説明を加え、丁寧に正しく使うことが正確な実験につながることを指導しておくべきであったと反省した次第である。

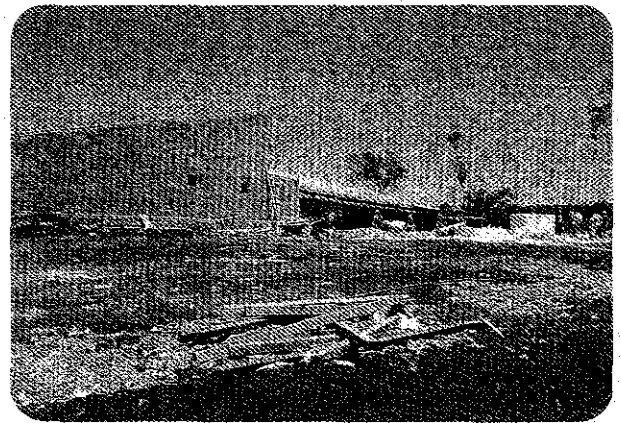


写真1-10 建設計画(1980年)

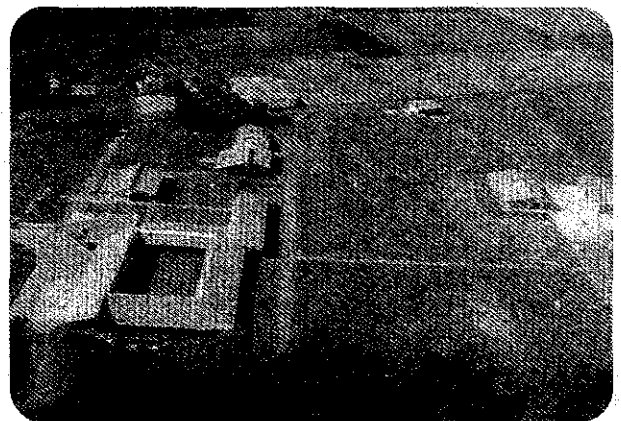


写真1-11 新装成ったCRIA全景(1981年)

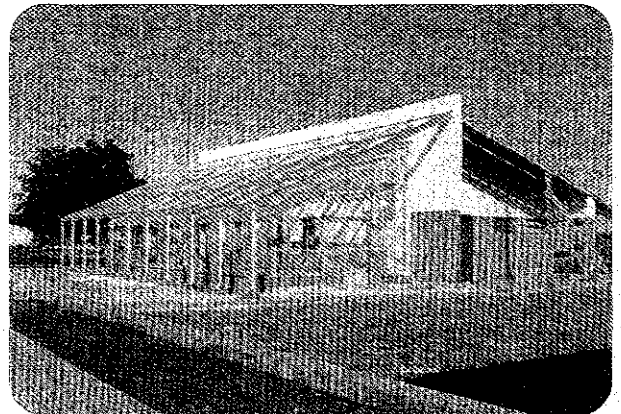


写真1-12 硝子室(1981年)