

ブラジル連邦共和国  
セラード農業環境保全研究計画  
終了時評価報告書

平成 11 年 5 月

国際協力事業団  
農業開発協力部

## 序 文

ブラジルのセラード農業環境保全研究計画は、平成6年4月19日に署名された討議議事録(R/D)に基づき、植生・土壌・水資源の動態把握、土壌の化学的・物理的・生物的劣化の原因解明と対策技術の改善、病害虫の発生実態解明と発生予察法の検討、地力維持・土壌保全型作付体系の開発によって、セラードの環境との調和を保ちつつ、持続的農業開発を行うための技術を確立することを目的として、平成6年8月1日から5年間の予定で協力が行われてきました。

プロジェクト協力期間の終了を3カ月後に控え、国際協力事業団は平成11年4月10日から4月25日までの16日間、農林水産省農業研究センター総合研究官 仲谷紀男氏を団長とする終了時評価調査団を現地に派遣し、ブラジル連邦共和国側評価チームと合同で、これまでの活動実績について総合的な評価を行うとともに、今後の対応策などについて協議しました。

これらの評価結果は、日本およびブラジル双方の評価チームによる討議を経て合同評価報告書として取りまとめられ、署名のうえ、両国の関係機関に提出されました。

本報告書は、同調査団の調査および協議の結果を取りまとめたものであり、広く関係者に活用されて、日本・ブラジル両国の親善および国際協力の推進に寄与することを願うものです。

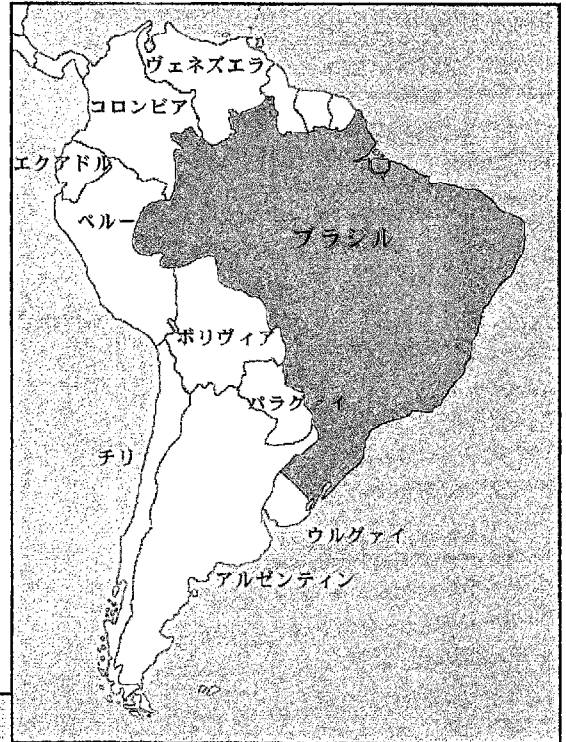
最後に、本調査の実施にあたり、ご協力いただいたブラジル政府関係機関およびわが国の関係各位に厚く御礼申し上げますとともに、当国際協力事業団の業務に対して今後ともなおいっそうのご支援をお願いする次第です。

平成11年5月

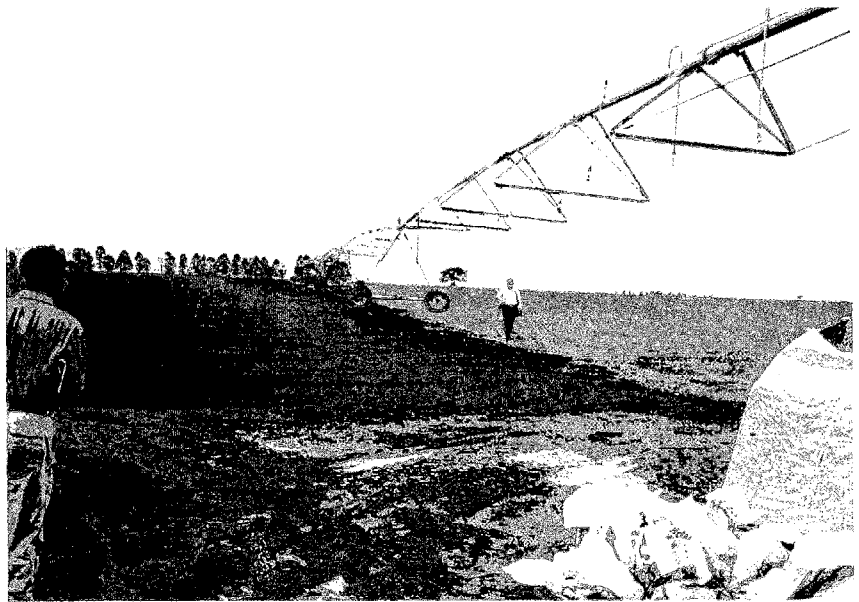
**国際協力事業団**  
**理事 亀若 誠**

# プロジェクト・サイト位置図

## ブラジル連邦共和国と セラードが広がる主な州



▶  
セントラル・ピボが備えられた農場



▶  
セラードのバナナ栽培農家の視察



▶  
セラードのコーヒー栽培農家の視察



▶  
ポスターを用いての研究成果  
発表会



▶  
土壌分析実験室視察



▶  
CPAC 圃場視察



▶  
合同評価委員会



▶  
パールミレットの圃場視察



▶  
合同評価レポート署名・交換



# 目 次

序文

プロジェクト・サイト位置図

写真

第1章 終了時評価調査団の派遣 .....	1
1 - 1 調査団派遣の経緯と目的 .....	1
1 - 2 調査団の構成 .....	2
1 - 3 調査日程 .....	3
1 - 4 主要面談者 .....	4
1 - 5 終了時評価の方法 .....	5
第2章 要約 .....	8
第3章 協力実施の経緯 .....	11
3 - 1 相手国の要請内容 .....	11
3 - 2 暫定実施計画および詳細年次計画 .....	12
3 - 3 協力実施プロセス .....	12
3 - 4 中間評価結果とフィードバックの状況 .....	16
3 - 5 他の協力事業との関連性 .....	20
第4章 投入実績および達成状況 .....	22
4 - 1 日本側投入 .....	22
4 - 2 ブラジル側投入 .....	23
第5章 活動実績および達成状況 .....	24
5 - 1 セラード地域における農業環境資源の評価 .....	24
5 - 2 土壌劣化の原因究明と対策技術の開発 .....	25
5 - 3 病害虫防除対策の改善 .....	25
5 - 4 持続的作物生産システムの改善 .....	27

第6章 評価結果 .....	30
6 - 1 目標達成度 .....	30
6 - 1 - 1 成果の達成度 .....	30
6 - 1 - 2 目標達成に貢献 / 阻害した要因 .....	32
6 - 2 効果 .....	34
6 - 2 - 1 効果の内容 .....	34
6 - 2 - 2 効果の範囲 .....	36
6 - 3 実施の効率性 .....	38
6 - 3 - 1 投入のタイミングの妥当性 .....	38
6 - 3 - 2 投入と成果の関係 .....	39
6 - 4 計画の妥当性 .....	40
6 - 5 自立発展の見通し .....	41
6 - 5 - 1 組織的自立発展の見通し .....	41
6 - 5 - 2 財務的自立発展の見通し .....	41
6 - 5 - 3 物的・技術的自立発展の見通し .....	42
第7章 結論 .....	44
7 - 1 セラード農業研究協力の経緯と今後の協力 .....	44
7 - 2 教訓と提言 .....	45
資料	
1 ミニッツ・合同評価報告書（英文）.....	49
2 詳細暫定実施計画（英文）.....	86
3 日本側およびブラジル側の投入実績表（和文）.....	88
4 CPAC 敷地内地図 .....	100
5 ブラジル農務省組織図 .....	101
6 Embrapa 本部組織図 .....	102
7 CPAC 組織図 .....	103
8 評価調査結果要約表 .....	104
9 プロジェクト方式技術協力終了時評価調査表 .....	106
10 アンケート調査結果 .....	119
11 研究成果発表会に用いられたポスター（英文）.....	131
12 プロジェクト紹介パンフレット（英文）.....	132



# 第1章 終了時評価調査団の派遣

## 1-1 調査団派遣の経緯と目的

ブラジルの国土面積の約25%（約2億ha）を占めるセラード地帯は、赤土の酸性土壌地帯であるが、地理、地勢、気象などの自然条件からみて1億7000万haが農業適性を持ち、また約1億haが栽培可能地帯とされて、ブラジルの農業開発政策上重要な位置づけをされている。

セラード地域の農業開発は、1970年、ブラジル政府によって開始され、1975年に発足した「セラード開発計画」(POLOCENTRO)をはじめとする各種の開発プログラムが実施されるとともに、研究部門においても、1975年にブラジル農牧研究公社(Embrapa)の附属機関としてセラード農牧研究所(CPAC)が設立され、生産量の拡大を目的とした研究など、活発な農業生産活動および研究が行われてきた。

これにより、セラード地域の農業生産は、米、大豆、小麦、フェジョンなど穀類を中心として面的に拡大し、飛躍的向上が図られることとなったが、他方で、急激な農業開発に伴う環境への負荷の面に配慮が不十分であったため、一部農地では動・植物の生態系、土壌環境などに悪影響を及ぼし、連作障害として下層土の緻密化・硬化、新たな病害の発生などの問題が顕在化することとなった。

このような状況下、農業生産と環境保全の両立による持続的農業のための技術の確立という新たな課題について、ブラジル政府は1992年、わが国に対し「天然資源の管理および保全に重点を置いたセラードの持続的農業開発のための科学的技術支援」を求めるプロジェクト方式技術協力を要請してきた。わが国はブラジルに対して、セラードにおける生産技術開発に重点を置いた「農業研究協力計画フェーズ（1977/85）」および生産力向上に重点を置いた「農業研究協力フェーズ（1987/92）」にかかる技術協力を実施し、その成果をあげてきたためである。

これを受けて国際協力事業団は、数度にわたる調査を実施したうえで、1994年8月から協力期間5年間の予定で「セラード農業環境保全研究計画」の技術協力を開始した。

このたび1999年7月31日のプロジェクト協力期間の終了を控え、5年間の協力実績（見込みを含む）について、討議議事録(Record of Discussions: R/D)および暫定実施計画(Tentative Schedule of Implementation: TSI)などに基づき総合的に評価を行うとともに、協力期間終了後において取るべき対応策について協議し、その結果などについて両国政府関係機関に報告・提言することを目的として、本終了時評価調査団が派遣された。

具体的には、日本・ブラジル双方からなる合同評価調査団を構成し、プロジェクトの当初計画、投入実績、活動実績、プロジェクトの実施による成果・効果、管理運営体制などについて客観的な評価を行った。

調査の主な目的は以下の3点である。

(1) プロジェクト開始より、1999年7月31日のプロジェクト終了までの実績(予定を含む)を調査し、その達成度を評価する。

すなわち、日本・ブラジル双方のこれまでの投入実績の確認を踏まえ、5年間にわたる協力における目標達成状況の把握、協力効果の測定およびプロジェクト移管の必須条件となる自立発展性の判定に主眼を置きつつ、プロジェクトの総合評価を実施する。

(2) 協力期間終了後の取るべき対応策について協議し、その結果を両国政府関係機関に報告・提言する。

(3) 今後の類似プロジェクトが実施される場合には、より適切かつ効果的に計画策定や実施がなされるよう、本評価結果をフィードバックさせる。

#### 1 - 2 調査団の構成

(氏名)	(担当分野)	(所属)
仲谷 紀男	団長・総括 / 土壌肥料	農林水産省農業研究センター総合研究官
渡邊 好昭	生産システム	農林水産省東北農業試験場畑地利用部作付体系研究室室長
内藤 繁男	植物保護	農林水産省北海道農業試験場生産部病害研究室室長
田熊 秀行	協力評価	農林水産省経済局国際部技術協力課海外技術協力官
金子 健二	計画評価	国際協力事業団農業開発協力部農業技術協力課課長代理
内山 泰孝	評価分析	(株)国際開発アソシエイツ

1 - 3 調査日程

1999年4月10日～4月25日

日順	月日(曜日)	時間	移動および調査
1	4月10日(土)	11:00 10:30 17:00	移動 成田 ニューヨーク 移動 ニューヨーク
2	11日(日)	10:31 午後	ブラジリア 団内打合せ
3	12日(月)	9:00 10:30 15:00	JICA ブラジル事務所打合せ 在ブラジル日本国大使館表敬 ブラジル農牧研究公社 (Embrapa) 表敬
4	13日(火)	9:00 10:30 14:30	セラード農牧研究所 (CPAC) 表敬・打合せ CPAC 研究室視察 CPAC 試験圃場視察
5	14日(水)	9:00 9:40 11:15 12:00 14:00 15:00 16:15 17:00	第1回合同評価委員会 CPAC 研究活動の紹介 (Dr. Carlos Magno C. Rocha 所長) プロジェクト活動の紹介 (山下リーダー) 農業環境評価分野の研究成果の発表 (Dr. Madeira) 土壌劣化分野の研究成果の発表 (山下リーダー) 植物保護 (浅山専門家) 作物生産システム分野の研究成果の発表 (牛腸専門家) 派遣専門家との打合せ
6	15日(木)	9:00 13:30	カウンターパートによるポスターを用いての研究成果発表会 第2回合同評価委員会 (合同評価報告書案の作成)
7	16日(金)	10:00 13:30	パラカツにおける現地調査 パラカツ農業協同組合 (AIPER) にて打合せ エントレヒベイロ (Entre Ribeiro) プロジェクトの視察
8	17日(土)	9:00 10:00	農業協同組合 (COACER) にて打合せ バイネラス・プロジェクトの視察
9	18日(日)		資料整理
10	19日(月)	9:00 17:00	第3回合同評価委員会 (合同評価報告書の内容などの協議) 合同評価報告書署名・交換 (於: Embrapa)
11	20日(火)	8:30	合同委員会 (ミニッツ署名・交換、於: Embrapa)
12	21日(水)		資料整理
13	22日(木)	9:00 12:00 19:12	JICA ブラジル事務所帰国報告 在ブラジル日本国大使館帰国報告 移動 ブラジリア
14	23日(金)	7:20	ニューヨーク
15	24日(土)	12:15	移動 ニューヨーク
16	25日(日)	14:50	帰国 成田

1 - 4 主要面談者

(1) ブラジル農牧研究公社 (Embrapa)

Dr. Alberto Duque PORTUGAL	総裁
Dr. Dante Daniel Giacomelli Scolari	理事
Dr. Francisco J. B. Reifschneider	国際局長
Dr. Jamil MACEDO	国際局補佐官 (ブラジル側評価チームリーダー)
Dra. Ariadne Maria da Silva	国際局補佐官
Dr. Euclides Kornelius	研究開発部補佐官 (評価チームメンバー)

(2) Embrapa セラード農牧研究所 (CPAC)

Dr. Carlos Magno C. da Rocha	所長
Dr. Eduardo Assad	研究・開発部長
Dr. Ismael Ferreira Graciano	総務部長
Dr. Euzébio Medrado da Silva	広報部長
Dr. José da S. Madeira Neto	研究員
Dr. Sérgio Mauro Folle	研究員
Dra. Leide Rovenia M. de Andrade	研究員
Dra. Maríá Alice Santos Oliveira	研究員
Sra. Nair Seiko Hayashida	研究員

(3) Embrapa 遺伝資源・バイオテクノロジーセンター

Dr. José Manuel Cabral de Sousa Dias	広報部長 (評価チームメンバー)
--------------------------------------	------------------

(4) ブラジリア連邦大学

Dr. Wenceslau J. Goedert	農学部教授 (評価チームメンバー)
--------------------------	-------------------

(5) カンポ社 Companhia de Promoção Agrícola (CAMPO)

Dr. Álvaro Luiz Orioli	技術部長 (評価チームメンバー)
Mr. Kuniyoshi Yasunaga	役員補佐

(6) 農務省

Dr. Ricardo Vilela de Sousa

農村開発局農業生産管理・

振興部総括調整官（評価チームメンバー）

(7) ブラジル協力事業団（ABC: Brazilian Cooperation Agency）

Ms. Mariana Tavares Santos

国際技術協力補佐官

（評価チームメンバー）

Mr. Roberto Fabeni Ricardo Junior

国際協力補佐官（評価チームメンバー）

(8) 在ブラジル日本国大使館

水谷 誠 公使

川名 健雄 一等書記官

(9) JICA ブラジル事務所

蓮見 明 所長

白石 英一 次長

和田 祐司 職員

マウロ井上 所員

(10) CPAC 派遣専門家

山下 忠明 リーダー

大杉 恭男 調整員

牛腸 英夫 作物生産システム

浅山 哲 作物保護

1 - 5 終了時評価の方法

日本・ブラジル双方による合同評価調査団を構成し、R/DおよびTSIの記載項目に基づいてプロジェクト目標達成度の判定、協力効果の測定、自立発展の見通しの判定を行う。そのうえで、「評価5項目」に従って評価を行う。調査にあたっては、専門家およびカウンターパートからの聞き取りに加えて、カウンターパートによる成果発表会および現地試験圃場調査を実施し、より具体的な活動内容・実績の把握に努める。

なお、巡回指導調査団（1997年4月）により指摘・提言された事項については、その後の対応状況などを詳細に調査・把握するよう努める。

(1) 調査内容

1) プロジェクトの当初計画

a) 上位計画との整合性：案件選定時における上位計画（国家開発計画等）や農業政策との関連をとらえ、評価調査時点での上位諸計画との整合性およびプロジェクトの上位計画への貢献度について調査する。

b) 当初計画の妥当性：R/D、TSI などに基づき、これまでの到達状況を考慮し、協力目標や計画設定の妥当性などを評価する。

2) プロジェクトの投入

a) 日本側の投入：専門家派遣、機材供与、研修員受入、調査団派遣、ローカルコスト負担、そのほか各種事業などについて日本側の投入実績を調査する。計画と相違する場合は原因を考慮し、これら投入の適切さを評価するとともに、帰国研修員の動向や供与機材の利活用状況・維持管理体制についても調査する。

b) ブラジル側の投入：土地・建物・施設、カウンターパートの配置、運営経費の負担などについてブラジル側の投入実績を調査し、計画と相違がある場合には、その原因について考察する。また、これら投入の適切さの評価も行う。

3) プロジェクト活動

実施協議調査時に策定された基本計画（R/Dのマスタープラン）、計画打合せ調査時に策定された詳細暫定実施計画（dTSI）の定めた協力課題に沿って実施状況を調査し、達成度を判定する。また、目標達成のために貢献した主要な要因、あるいは未達成となるに至った原因についての考察も行う。

4) プロジェクト実施の効果

技術面、制度面、経済面、社会・文化面および環境面で、すでに発現している協力効果の内容、発現の程度および広がりを調査するとともに、長期的な視野に立って将来どのような効果の発現が期待できるか、受益者の範囲を含めて考察を試みる。また、ブラジル側カウンターパートや政府関係機関の計画や活動、さらには末端の受益者である生産者にどのような影響を及ぼしているのかについても考察する。

5) プロジェクトの管理運営体制

プロジェクト運営組織の行政組織上の位置づけ、その行政能力を調査し、かつブラジル側投入の調査結果（とりわけスタッフの配置状況等）をもとに、協力期間終了後の自立発展の可能性を組織的、財務的および物的・技術的などの側面から考察する。また、プロジェクト運営のための合同委員会などの委員会の機能およびその活動状況についても調査する。

## 6) プロジェクト終了後の対応方針

協力期間終了後の本プロジェクトのあり方についても考察し、日本側およびブラジル側がそのために取るべき対応策について、判断根拠を付して、評価調査団としての提言を行う。

### (2) 評価5項目による分析

上記の投入実績、活動実施状況、成果の達成状況、プロジェクト目標の達成状況または達成見込みの調査による「計画達成度の把握」を行ったうえで、以下に示す「評価5項目による分析」の観点から評価調査を実施する。

- 1) 目標達成度 (Effectiveness): プロジェクトの「成果」の達成度合い、およびそれが「プロジェクト目標」の達成にどの程度結び付いたかについて評価する。
- 2) 効果 (Impact): プロジェクトの実施によって生じた直接的・間接的なプラス・マイナスの効果について評価する。
- 3) 実施の効率性 (Efficiency): プロジェクトの「投入」から生み出される「成果」の程度を把握し、手段・方法・期間・費用の適切度について評価する。
- 4) 計画の妥当性 (Relevance): プロジェクト開始にあたり設定した上位目標、プロジェクト目標、成果が、終了時評価の時点においても妥当であるか否かを評価する。
- 5) 自立発展の見通し (Sustainability): 協力が終了した後、協力プロジェクトによってもたらされた成果や開発効果が、ブラジル側独自で持続的に拡大再生産されていく可能性について(実施機関の運営管理、財務、施設機材の維持管理、技術、人材などの諸側面からの調査を含む) 評価する。

## 第2章 要約

本終了時評価調査団は、ブラジル側評価チームと合同で「セラード農業環境保全研究計画」の評価を行った結果を英文合同評価報告書（資料1）に取りまとめ、合同評価調査団として、両国政府関係当局に提言した。その要旨は以下のとおりである。

### (1) プロジェクトの成果

セラードにおける持続的農業技術を通じた環境維持および農業生産性の向上を図ることを目標とした本件協力は、派遣専門家とブラジル側カウンターパートの緊密な協力関係のもとに、当初計画に沿ったが日本・ブラジル双方の投入を通じて、効率的に技術移転が実施されてきた。討議議事録（R/D）の基本計画がめざした成果は、協力期間終了時（1999年7月末）にはおおむね達成予定であり、セラード農牧研究所（CPAC）における持続的農業技術開発にかかる研究能力は著しく向上したと判断する。

したがって、本件に対する日本側の技術協力は当初の5年間で終了することとする。

主要課題は、農業環境資源評価、土壌劣化の改善、病害虫の総合防除、機能性輪作作物および大豆の持続的生産技術の導入を通じた土壌の改善であった。その協力成果は次のとおりである。

#### 1) 農業環境資源評価

リモートセンシング技術および生態学的アプローチにより、自然植生資源および土地利用状況を計量化し、持続的農業開発のための評価がなされた。自然資源保全のために、土壌浸食の精密測定および水質評価システムが確立された。

#### 2) 土壌劣化の改善

セラード土壌が強酸性および低い肥沃度を特徴とすることを確認した。持続的作物生産のために、緑肥や不耕起栽培の導入といった土壌管理の改善が図られた。土壌化学・生物学的特性の改善のためにフィールド調査を行い、その結果に基づく提案が有益な知見をもたらした。重機による土壌圧密化問題は、高度な耕起システムの開発により解決に向け研究が継続中である。

#### 3) 病害虫の総合防除

土壌病害の基本的な生態、生理および防除対策を明確化した。大豆害虫および線虫の生物防除技術を改善・開発し、熱帯果樹の害虫およびそれらの天敵を確認した。

#### 4) 機能的輪作作物および持続的大豆生産技術の導入を通じた土壌の改善

セラードの環境に適合した高リン酸吸収能作物を選抜し、機能性輪作作物としてのパールミレットを導入した大豆生産技術を、持続的栽培法として開発した。



## (2) 評価5項目による分析

### 1) 目標達成度

円滑かつ効果的に進められた共同研究活動と技術移転の結果、大部分のプロジェクト目標は達成された。これは、各研究課題が解明されて目標とした技術が確立され、その技術移転が行われた、計画どおりに機材が供与され、良好な保守管理下で効果的に利用された、カウンターパート研修計画がほぼ計画どおり実行され、また現地での研究指導により彼らの研究能力が向上した——ことによる。

目標達成度に貢献した要因としては、日本側の指導力、ブラジル側の管理体制整備とカウンターパートの適切な配置のほか、適切な計画策定と軌道修正が行われたこと、他機関と密接な連携で効率的に研究を進めたことがあげられる。

### 2) 効果

効果の内容は、4技術分野の研究活動を通じて、環境保全型持続的農業のための革新的技術を提供した、多くの技術情報を蓄積し、CPACと州の農業研究・普及機関とのパートナーシップ強化の機運を作った、セラードの農業開発地域が安定的に拡大し、地域経済の発展が期待される、インディオ住民の文化と家族規模の農業継承にも貢献するであろう、セラードの急速な開発による環境破壊を防ぎながら、農業生産のさらなる向上に貢献する——などである。

この結果、CPACの研究資質・装備・管理能力が向上して、協力終了後もブラジル側だけで研究を継続して成果をあげ得る状態になった。またプロジェクトの成果はブラジルのセラード地帯だけでなく、南米の大豆生産地域全体に適用でき、21世紀における世界の食糧問題の解決に大きく貢献すると期待される。

### 3) 実施の効率性

日本・ブラジル双方の投入は、中間評価でTSIの一部変更はあったものの、基本的には当初計画に従って実行され、プロジェクトはスムーズに運営されて、目標達成に大きく貢献した。大部分の研究項目は、おおむね投入規模に見合った成果を産出し、なかには投入規模を超える成果の得られた研究項目もあった。

### 4) 計画の妥当性

ブラジルの農業にかかる国家計画、連邦政府の農業研究の統轄機関である農牧研究公社(Embrapa)の研究基本方針、本プロジェクトの実施機関であるCPACの研究目標はどれも妥当であり、本プロジェクト開始後現在まで変わっていない。プロジェクト目標は、これら上位目標と合致しており、妥当性が認められる。

### 5) 自立発展の見通し

組織的自立発展は、資質の高い研究者の配置、ほぼ100%の定着率、サポート部門の充

実、管理運営体制の整備、高い管理運営能力などからみて可能であろう。財務的自立発展はブラジルの厳しい経済情勢および国の財政事情からみて、見通しを立てにくく、楽観は許されない。物的・技術的自立発展については、適正な技術が移転され、定着かつ活用されていること、供与機器も効果的に利用され、保守管理もきわめて良好であること、また研究者の層の厚さや管理能力などからみて、可能と考えられるが、近い将来に多くの研究者が集中的に定年退職する可能性があり、研究後継者養成に若干の懸念がある。

## 第3章 協力実施の経緯

### 3 - 1 相手国の要請内容

- (1) プロジェクト名：セラード農業環境保全研究計画（The Project for Sustainable Agricultural Development and Natural Resources Conservation in Cerrados）
- (2) 要請機関名：ブラジル農牧研究公社（Embrapa）
- (3) 実施機関名：セラード農牧研究所（CPAC）
- (4) 協力機関名：マラニョン州農牧研究所（EMAPA）  
トカンチンス州立大学（UNITINS）
- (5) プロジェクト目的
  - 1) 上位目的：セラード地域の再生可能天然資源を調和的、永続的な形で合理的に利用しつつ、基礎的食糧の供給および輸出可能製品の生産性を高める。
  - 2) 直接目的：環境に対するインパクトを最小限に食い止め、天然資源を保全する総合的農牧業開発のためのセラード生態系の合理的利用技術を確立する。
- (6) 期待される効果
  - 1) 不適切な管理により悪化した集約的農業地域の環境の改善および生産回復システムの確立
  - 2) 永年性森林種を優先し、環境へのインパクトを最小限に食い止める生産システムの確立
  - 3) 環境悪化防止技術を伴う生産システムの確立
  - 4) 移動式農業を回避し、生産性を高める先進的技術システムの確立
  - 5) 関係機関の日本での研修（25名 / 5年間）による研究レベルの向上
  - 6) プロジェクトの実施に要する機材供与による研究施設および機能の充実
- (7) 協力内容
  - 1) 長期専門家 3名 / 年  
短期専門家 8名 / 年
  - 2) 研修員受入 5名 / 年
  - 3) 機材供与 200万ドル

## (8) 研究内容

プロジェクト活動は、CPACの研究計画に総合的に含まれるが、本件プロジェクトに関する研究計画は次のとおりである。

### 1) 社会経済と天然資源の評価プログラム

- a) 気象資源、土壌、地質学、岩石学、地形学、動物学、社会経済学などにかかる基礎研究
- b) リモートセンシング利用技術などの現状分析処理方法
- c) 新技術の移転と社会経済インパクト評価
- d) 利用可能な原生植物の調査・評価
- e) セラード生態系の構造要素の動向・影響についての調査

### 2) 社会経済と天然資源の利用プログラム

- a) 土壌肥沃度：土壌酸性度、土壌肥沃度に関する調査と障害土壌の回復方法の開発、耐性品種の選定
- b) 土壌生物学：施肥効果を高めるための生物学的方法の開発（窒素固定・菌根菌）
- c) 土壌保全および管理：土壌の保全的、持続的、効果的管理法の確立
- d) 灌漑農業：効率的利用のための生産要素の調査

### 3) セラードのための生産システムプログラム

- a) 地域の気象、土壌に関する遺伝資源の開発
- b) 被害を受けた作物、線虫、病気、害虫などの総合的管理技術の開発（生物学的防除）
- c) 牧草の回復技術の開発

## 3 - 2 暫定実施計画および詳細年次計画

1994年4月に実施協議調査団が派遣されてブラジル側関係者との間にR/DおよびTSI署名が交わされ、同年8月からプロジェクトが開始された。

さらに、1995年5月に計画打合せ調査団が派遣され、ブラジル側関係者とともにR/DのマスタープランおよびTSIに基づく詳細暫定実施計画（detailed Tentative Schedule of Implementation: dTSI）を取りまとめ、署名交換を行った。詳細暫定実施計画の内容は資料2のとおりである。

## 3 - 3 協力実施プロセス

ブラジル政府の要請を受け、日本側は調査団を派遣し、要請内容の確認、プロジェクト基本計画にかかる詳細調査、実施協議、討議議事録（R/D）の署名、プロジェクト協力開始後の詳細実施計画の策定を実施した。

協力期間の中間点に、プロジェクトの進捗状況の把握と評価、それに基づく問題点の指摘を行

い、さらに協力期間の終了に向けての特別セミナー開催に関する調整、協力期間終了後の対応方針決定にかかる情報収集を行った。

(1) 事前調査

1) 調査期間 1993年7月17日～7月31日(15日間)

2) 団員構成

(氏名)	(担当分野)	(所属)
蘭 道生	総括 / 土壌肥料	農林水産省熱帯農業研究センター環境資源部部長
國安 克人	作物保護	農林水産省農業研究センター病害虫防除部土壌病害研究室室長
國分 牧衛	生産システム	農林水産省農業研究センター作物生理品質部豆類栽培生理研究室室長
志野 尚司	協力企画	農林水産省経済局国際部国際協力課海外技術協力官
武下 悌治	業務調整	国際協力事業団農業開発協力部農業技術協力課

3) 調査内容

要請の背景・内容などの詳細を確認するため、ブラジル側関係機関との協議およびセラード地域の農業事情などの調査を実施し、プロジェクト方式技術協力の妥当性を確認した。また、協力の対象として、土壌劣化、連作障害、作物生産システムが適当であると判断し、ブラジル側の合意を得て、ミニッツの署名・交換を行った。

(2) 長期調査

1) 調査期間 1993年11月27日～12月20日(24日間)

2) 調査員構成

(氏名)	(担当分野)	(所属)
鈴木 正昭	土壌肥料	農林水産省国際農林水産業研究センター海外情報部 国際研究情報官
松田 泉	生産システム / 作物保護	農林水産省農業環境技術研究所環境生物部寄生菌動態研究室室長
武下 悌治	技術協力	国際協力事業団農業開発協力部農業技術協力課

3) 調査内容

専門的視点からCPACの研究施設、内容および運営体制ならびにセラードにおける農業環境上の問題把握などの現地調査を実施し、プロジェクトの活動項目(案)を作成し、レ

ターとして残し、ブラジル側の合意を得た。

(3) 実施協議調査

1) 調査期間 1994年4月9日～4月23日(15日間)

2) 団員構成

(氏名)	(担当分野)	(所属)
久保田 徹	総括	農林水産省農業環境技術研究所環境資源部部長
松山 暁美	協力政策	外務省経済協力局技術協力課課長補佐
上村 幸正	土壌肥料 / 生産システム	農林水産省四国農業試験場企画連絡室総合研究チーム 長
國安 克人	作物保護	農林水産省農業研究センター病虫害防除部土壌病害 研究室室長
武下 悌治	技術協力 / 業務調整	国際協力事業団農業開発協力部農業技術協力課

3) 調査内容

ブラジル側との協議の結果、活動項目、実施体制、責任分担などを定め、1994年8月1日から5年間の予定で協力を実施することとし、日本側調査団長、ブラジル協力事業団(ABC)長官、ブラジル農牧研究公社(Embrapa)総裁の三者間で、プロジェクト実施にかかるR/DおよびTSIの署名・交換を行った。

<活動対象とする協力分野>

- a) セラードの農業環境資源の動態の評価
- b) 土壌劣化の原因解明と対策技術の開発
- c) 病虫害防除対策の改善
- d) 環境保全型生産システムの改善

(4) 計画打合せ調査

1) 調査期間 1995年5月26日～6月9日(15日間)

2) 団員構成

(氏名)	(担当分野)	(所属)
山下 忠明	団長/土壌	農林水産省国際農林水産業研究センター沖縄支所所長
八重樫 博	作物保護	農林水産省農業環境技術研究所環境生物部微生物 管理科科长

持田 秀之 生産システム 農林水産省九州農業試験場畑地利用部作付体系研究室  
室長

三嶋 英一 業務調整 国際協力事業団農業開発協力部農業技術協力課

### 3) 調査内容

プロジェクトの実施体制、調査時点での問題点などの確認を行うとともに、R/DのマスタープランおよびTSIに基づく詳細暫定実施計画、協力期間内の具体的目標、活動、運営計画をミニッツとして取りまとめ、調査団長とEmbrapa 総裁との間で署名・交換を行った。

## (5) 巡回指導調査

1) 調査期間 1997年4月6日～4月20日(15日間)

### 2) 団員構成

(氏名)	(担当分野)	(所属)
伊藤 信	総括/土壌	農林水産省九州農業試験場土壌肥料部部長
渡邊 好昭	生産システム	農林水産省東北農業試験場畑地利用部作付体系研究室 室長
西 和文	作物保護	農林水産省九州農業試験場地域基盤研究部病害生態 制御研究室室長
小峰 賢哉	技術協力	国際協力事業団農業開発協力部農業技術協力課

### 3) 調査内容

協力期間の折返し点に際し、プロジェクトの進捗状況の把握と評価、問題点の指摘、必要な軌道修正などにより後半のプロジェクト運営をより適切なものとするため、プロジェクト活動のそれまでの実施状況および以後の活動課題、調査時点での評価、ならびに最終到達目標について協議を行い、その結果をミニッツとして取りまとめ、ブラジル側と署名・交換を行った。

## (6) 運営指導調査

1) 調査期間 1998年11月26日～12月6日(11日間)

### 2) 団員構成

(氏名)	(担当分野)	(所属)
久保田 徹	総括	社団法人国際農林業協力協会技術参与
小峰 賢哉	技術協力	国際協力事業団農業開発協力部農業技術協力課

### 3) 調査内容

最終年度に実施を予定している特別対策セミナーにかかる関係機関との調整、協力期間終了後の方策としてNGOとの連携などの可能性にかかる調査、さらに終了時評価調査を控えたプロジェクト活動の現況調査を行い、今後の対応方針などについて現地関係者との意見交換および情報収集を行った。

#### 3 - 4 中間評価結果とフィードバックの状況

##### (1) 中間評価結果

協力期間の折返し点に際し、後半のプロジェクト運営をより適切なものとするために巡回指導調査団を派遣し、中間評価を行った。その結果は次のとおりである。

- 1) プロジェクト活動は、両国の友好的・協力的な関係のもと、順調に推移していることが確認された。残り2年余の協力期間の活動においても、本プロジェクトの成果が確実なものとなるよう、引き続きこの友好的な協力関係を継続していくよう努めることで合意を得た。
- 2) 具体的なプロジェクトの活動状況については、TSIおよび詳細活動計画の各活動項目ごとに「現在までの実施状況」「今後の実施課題」「現時点の実績・評価」および「最終到達目標」を、CPACの所長、技術部長らと協議し、表3-1のように取りまとめた。これに基づき、各活動項目ごとのすべてのカウンターパートおよび専門家から聞き取りを行い、これにより日本側、ブラジル側の双方で、順調に事業が展開されていることが確認された。しかし、害虫の生物的防除研究の重要性がいっそう増したため、“病害専門家の長期派遣期間を3年で打ち切り、代わりに害虫専門家を長期派遣する”ことにTSIを変更し、それ以外にTSIなどの変更をする必要はないと判断し、合意を得た。

これらの活動実績、評価結果および最終到達目標に若干の提言を加えて、ミニッツに取りまとめ、Embrapa 総裁と団長との間で署名・交換を行った。提言として合意された事項のうち、特記すべきものとしては、日本側から派遣される短期専門家について、その活動と成果の発現に必要なとなるべき十分な派遣期間を確保すること、カウンターパート研修について、帰国後に日本での研修成果を記録・共有するため、報告書の提出や報告会の開催などの措置をとること、があげられる。



表3-1 中間評価時点におけるプロジェクトの活動状況 (1997年4月)

詳細 TSI による活動計画				プロジェクトの活動状況		現時点の実績・評価	最終到達目標
大項目	中項目	小項目	専門家	現在までの実施状況	今後の実施課題(案)		
セラード地における農業資源の評価	植生と土地利用分布の把握	リモートセンシング技術及び生態学的手法によるセラードの植生資源と土地利用の定量的評価	短期	・リモートセンシングによる広域土壌・植生調査の手法(短期) ・リモートセンシングによるセラード地域の土地利用及び土壌劣化の把握手法の導入・指導及び実態解析(短期) ・スペクトル地上情報の画像処理手法(C/P) ・植生変動の調査手法(C/P)	・農業開発インパクトが植生資源に及ぼす影響評価の手法開発と実態調査(短期) ・土壌・景観調査へのリモートセンシング適用手法(C/P) ・生態学的手法による植生資源評価(短期)	・ランドサットデータに基づく植生、土地利用評価図の作成及び地上情報の加工図化が可能となった	・セラードの植生、土地利用、土壌浸食、水質を把握するための手法の導入・開発及び試験地域における植生分布、土地利用の現状把握
	土壌浸食の実態の把握	セラード畑地における土壌浸食の計量	短期	・光波式測距儀による大区画圃場の土壌浸食計測法の開発(短期)	・光波式測距儀による土壌浸食計測法の習熟(C/P)	・光波式測距儀による微地形計測及び三次元表示が可能となった	
	水資源及び水質の実態評価	セラード水系の水質の調査	短期	・ICP 発光分光分析法及び河川水質モニター法(C/P) ・ICP 分析法指導及びセラード水系水質調査(短期)	・セラード野菜・畜産地域の地下水水質の調査(短期)	・ICP 発光分光分析法の導入とイオンクロマトグラフ分析の改良により、水質分析等環境試料の分析技術が改善された	
土壌劣化の原因と対策技術の開発	土壌生産力阻害要因の解明と対策技術の改善	土壌劣化を防止するための土壌管理技術の改善	長期	・セラード畑地の土壌物理的劣化の調査(短期) ・機械による土壌圧密層破壊効果の土壌物理・化学的側面からの解析(長期)	・セラード草地の劣化過程の解明(短期) ・セラード土壌の大豆不耕起栽培(短期)	・土壌圧密劣化の現状調査を行うとともに、各種圧密層破壊処理の効果の評価等のための長期圃場試験を開始した ・振動式サブソイラーの性能テストを実施するとともに牽引力測定装置の作製を行った	・セラード土壌の物理的、化学的劣化の防止技術の改良及び生物学的劣化の実態解明
		土壌圧密を軽減しうる耕耘システムの開発	長期	・耕耘作業機の性能テスト法導入・指導及び本邦農業機械2種類のセラード土壌適応性テスト(短期) ・耕耘機械作業(C/P)	・各種耕耘作業のエネルギー効率の評価(長期)		
	土壌の化学的、生物学的劣化の解明と土壌養水分供給機能の改良	長期	・土壌肥沃度管理(C/P) ・セラード土壌における土壌小動物生息分布の基礎的調査(短期) ・土壌水分計測技術(C/P)	・畑地の有機物管理(長期) ・セラード土壌の微生物フローラ及び微生物活性の評価(短期) ・土壌及び植物体の窒素診断技術(C/P)	・セラード土壌の土壌小動物分布特性の把握及び本邦及び米国の土壌水分モニターシステムが移植されつつある		
病害虫防除対策の改善	連作障害に起因する病害虫の発生生態の解明	主要作物における種子伝染性または空気伝染性病害の発生条件の研究	長期	・ウイルス病の分子生物学的研究手法(C/P)	・種子伝染性病害の発生条件の解明(長期)	・分子生物学的研究のための機器、設備等の情報収集を行った	・病害虫発生条件の解明及び生物的防除の導入による総合防除技術の改善
	土壌伝染性病害の制御技術の改良及び耕種防除技術の開発	土壌伝染性病害の生理生態学的研究と圃場管理による制御	長期	・土壌伝染性病害の生理生態学的研究と圃場管理による制御(長期) ・集約灌漑農業下の病害発生実態調査(短期) ・グロースチャンバーの据付及び使用法の指導(短期)	・大豆茎枯れ病の情報蓄積及び豆類におけるリゾクトニア病発生状況調査を行った		
	生物的防除及び発生予察の導入による虫害総合防除技術の改善	害虫の生物的防除技術の開発 セラード農業地域における鞘し目害虫及び線虫の生態に及ぼす耕耘システムと作付体系の影響の評価	短期	・出芽細菌によるダイズシスト線虫の生物的制御技術(短期) ・本邦農業昆虫研究視察(C/P)	・セラード熱帯果樹の虫害発生生態の基礎的調査(短期) ・線虫の生物的防除(短期) ・鞘し目害虫の発生に及ぼす耕耘システムの影響の解明(短期)	・ダイズシスト線虫の天敵微生物の導入、増殖、効果確認及び汚染地への定着化の技術研究を行った ・本邦農業昆虫研究の情報収集を行った	
持続的作物生産システムの開発	強酸性、低リン酸土壌、千ばつ等セラード環境に適応した作物の選抜と導入	セラード畑地の土壌理化学性あるいは生物性を改良しうる機能性作物の導入	短期	・セラード地域作付体系の実態調査及び土壌改良作物解析手法の導入(短期) ・作付体系・緑肥による土壌改良技術(C/P) ・土壌リン可溶性植物の検索(短期)	・組織培養施設整備の指導(短期) ・組織培養技術の習得(C/P)	・不溶性土壌リンを輪作やカバークロープにより循環再利用する技術を導入し、セラード順化草種が高いリン吸収力を持つことを明らかにした	・セラード畑作を持続化、安定化させる輪作技術の開発
	輪作、緑肥作物等の導入による作付体系の開発	大豆と機能性輪作作物との組み合わせ栽培法の開発	長期	・大豆と機能性作物との組み合わせ栽培法の開発(長期) ・大豆作付体系技術及び圃場試験法(C/P)	・機能性輪作作物の導入と利用技術の開発(長期) ・本邦作付体系技術一般及びヒマワリの栽培特性の学習(C/P)	・大豆直播栽培への組み合わせカバークロープとしてのパールミレットの導入の評価及び優良系統・品種の収集を行った	

## (2) 協力課題別中間評価結果とフィードバック状況

各協力課題の中間評価結果およびフィードバックの状況は以下のとおりである。

### 1) セラードの農業環境資源の動態評価

#### a) 植生と土地利用状況の把握

リモートセンシング技術および生態学的手法の導入を図り、それらを定量的に評価する計画が立てられた。リモートセンシング機器およびランドサット電子情報テープが整備され、短期専門家による「リモートセンシングによる広域土壌・植生調査の手法」の技術移転および「リモートセンシングによるセラード地域の土地利用土壌劣化の把握手法」の導入・指導と実態解析が実施された。さらに、生態学的手法により「農業開発インパクトが植生資源に及ぼす影響評価の手法開発と実態調査」が実施され、植生資源の評価が行われた。また、カウンターパート研修によりリモートセンシングおよび生態学的手法の導入と実態解析が計画どおり進捗し、植生・地形評価地図の作成など開発事業の現場にも役立つ成果をあげている。リモートセンシング技術については、機材供与、技術移転、活動実績とも実施計画どおりと判断された。

土壌・景観調査へのリモートセンシング技術適用手法について、農業環境技術研究所においてカウンターパート研修を実施した。

#### b) 土壌浸食の実態調査

セラード畑地土壌を調査対象とし、土壌浸食の実態を調査した。土壌浸食は土壌と地形の特徴から推定可能とされるが、大区画農地の場合は光波式測距儀による極微地形の経時的变化の観察が有効な方法で、光波式測距儀を整備するとともに短期専門家による「光波式測距儀による大区画圃場の土壌浸食計測法の開発」が実施された。このなかで、光波式測距儀による微地形計測技術および土壌浸食計量手法の指導・技術移転が行われた。微地形計測値から土壌浸食量を算定するデータ処理ソフトの利用技術は日本・ブラジル農業開発会社の専門家に継承された。データ処理ソフト使用法の技術移転のため、カウンターパートの本邦研修が必要である。

土壌・景観調査へのリモートセンシング技術適用手法習得を目的に農業環境技術研究所においてカウンターパート研修を実施した。

#### c) 水資源および水質の実態評価

セラード開発に伴う水質汚濁の点検を目的として集水域を対象に河川水の水質を分析するため、水質分析機器を整備し、カウンターパート研修、水質調査技術の移転を行った。これにより開発畑作地域の水質変動がいつそう正確に把握できるようになった。

これにより、野菜栽培地域などの地下水水質調査の必要が明らかにされた。

## 2) 土壌劣化の原因究明と対策技術の開発

### a) 土壌生産力阻害要因の解明と対策技術の改善

土壌劣化を防止する土壌管理技術を開発するため、土壌分析機器が整備され、短期専門家による「セラード畑地の土壌物理的劣化の調査」が実施されるとともに、長期専門家による「機械による土壌圧密層破壊効果の土壌物理、化学性面からの解析」が進められた。大型機械の走行による土壌圧密化の実態を明らかにし、その効率的破壊法が検討された。持続的耕耘システムを開発するため、「耕耘作業機の性能テスト法の導入・指導および本邦農業機械2機種のセラード土壌適応性テスト」が実施された。これらにあわせて、牽引力測定装置を試作し、作業エネルギー効率の評価が可能となった。

### b) 土壌の化学的、生物的劣化の解明と土壌養水分供給能の改良

土壌劣化を化学的、生物的に診断し、効率的に改良するため、土壌理化学性の分析機器、土壌水分計測機器の整備を行った。また、短期専門家による「セラード土壌における土壌小動物生息分布の基礎調査」が実施された。土壌養水分供給能の改良の問題については窒素を中心とする養分供給能の向上について研究を進展させている。

有機物、珪酸資源供給による土壌の化学性、養分供給能の向上技術の確立をめざす研究を実施している。

## 3) 病害虫の防除技術の改善

### a) 連作などに起因する病害虫の発生生態の解明

連作の増加や新しい生産システムの普及に伴って病害虫の発生様相にも変化が見られ、ダイズ茎かいよう病やダイズシスト線虫の発生が見られる。そこで、短期専門家によるセラードにおける病害の実態調査が行われた。

### b) 土壌伝染性病害の制御技術の改良および耕種的防除技術の開発

長期専門家による「土壌伝染性病害の生理生態学的研究と圃場管理による制御」に関する研究が進められ、ダイズ茎かいよう病菌の楊枝培養法を利用した抵抗性検定、柄胞子の大量培養法の確立とそれを利用した圃場接種法が開発された。また、「集約灌漑農業下の病害発生実態調査」が行われ、*Rizpctonia solani* が大豆、インゲンの初期病害として重要であることが発明した。

### c) 生物的防除および発生予察の導入による虫害総合防除技術の改善

セラード地域においてもダイズシスト線虫による被害が広がっている。天敵細菌の導入による「線虫の生物的防除」技術の確立に向け研究を行った。日本より天敵細菌 *Pasteuria nishizawae* を導入し、その増殖法の改善も行っているが、実用化にはさらに効率的な増殖法を確立する必要がある。

#### 4) 持続的作物生産システムの開発

##### a) 強酸性、低リン酸土壌、旱魃などセラード環境に適応した作物の選抜と導入

セラードの酸性土壌、低肥沃土壌など環境ストレスに適応し、下層土の改良、土壌有機物の富化、雑草制御など耕地の物理性、化学性、あるいは生物的条件を改良し、連作障害を軽減する機能を持つ作物の選抜・導入を目標にしている。このため、短期専門家による「セラード地域作付体系の実態調査および土壌改良作物解析手法の導入」の活動を実施した。また、「土壌リン可溶化植物の検索」では根圏土壌と非根圏土壌のリンの形態、存在量の差異から作物種のリン吸収の特異性を推定する手法を導入した。これらの活動の結果、土壌中で不溶化したリンを機能作物により吸収し、主作物に再利用させる可能性を明らかにした。機能性作物導入による長期的作付体系と合理的土地利用を進める必要がある。

##### b) 輪作、緑肥作物などの導入による作付体系の開発

主作物として大豆を中心に降雨のある限られた栽培期間のなかで連作障害を軽減する機能性作物を導入した作付体系の開発を目標にしている。「大豆と機能性輪作作物との組み合わせ栽培法の開発」の研究の結果、大豆とパールミレット、エンバク、ヒマワリ、緑肥フェジンの組合せのうち大豆後作に導入したパールミレットが大豆増収に最も大きな効果があり、同時に土壌への有機物供給にも効果のあることを明らかにした。

機能性輪作作物として効果の大きいパールミレットについてセラードに適応可能な品種を選抜するため、国際半乾燥熱帯作物研究所(ICRISAT)からパールミレット遺伝資源を導入し、増殖・評価を行っている。ヒマワリなど他の作物についても機能性の評価されるのがみられるが、実用化技術としてパールミレットとの組合せが最も有望であり、大豆との輪作栽培技術の確立を最も優先して進めるべきである。

#### 3 - 5 他の協力事業との関連性

本プロジェクトは、その前身にあたる「ブラジル農業研究協力計画(フェーズ および )」以来、「日本・ブラジルセラード農業開発協力事業(PRODECER)」とは「農業開発」および「技術協力」というセラード開発の車の両輪として、密接なつながりを持っている。

現在、このPRODECER事業の試験事業地への技術指導は、JICAから現地の実施機関である日本・ブラジル合弁会社「CAMPO社」に個別に派遣された4名の専門家がに行っているが、同社が受託している「環境モニタリング」も含め、専門的な調査については、本プロジェクトの実施機関であるCPACに再委託されており、カウンターパートである研究者がその任にあたっているため、情報交換や材料提供を通じて密接にかかわっている。

関連協力事業の展開は、以下のとおりであった。

- ( 1 ) 1977 ~ 1985 年「農業研究協力計画 フェーズ 」
- ( 2 ) 1979 ~ 1983 年「農業研究協力事業・第 1 期試験的事業」
- ( 3 ) 1985 ~ 1990 年「農業研究協力事業・第 2 期試験的事業」
- ( 4 ) 1987 ~ 1992 年「農業研究協力計画 フェーズ 」
- ( 5 ) 1995 ~ 2000 年「農業研究協力事業・第 3 期試験的事業」

## 第4章 投入実績および達成状況

### 4 - 1 日本側投入

#### (1) 専門家派遣

協力期間中の長期・短期専門家派遣実績は、資料3の別表 - 1 および2のとおりである。

#### (2) 研修員の受入

協力期間中の研修員受入実績は、資料3の別表 - 3のとおりである。

#### (3) 機材供与

協力期間中の主要供与機材を資料3の別表 - 4に示す。

年度別の供与額は次のとおりである。

実績額	1994年度(平成6年度)	4549万9000円
	1995年度(平成7年度)	4204万5000円
	1996年度(平成8年度)	6362万1000円
	1997年度(平成9年度)	3277万7000円
	1998年度(平成10年度)	4591万3000円
	1999年度(平成11年度)	

#### (4) ローカルコスト負担事業

ローカルコスト負担では、一般現地業務費に加え、作物保護の分野で使用するガラス室の応急対策による修繕およびEmbrapa/CPAC主催による国際熱帯サバナシンポジウムの開催を行った。また、技術交換事業としてのインドの国際半乾燥熱帯作物研究所(ICRISAT)からパールミレットの品種導入を行った。

日本側のローカルコスト負担事業は次のとおりである。

応急対策費	1995年度(平成7年度)	250万円
特別対策セミナー	1995年度(平成7年度)	403万7000円
技術交換事業	1996年度(平成8年度)	309万7000円
一般現地業務費	1994年度(平成6年度)	307万2000円
	1995年度(平成7年度)	500万円
	1996年度(平成8年度)	760万円
	1997年度(平成9年度)	460万円

1998年度（平成10年度） 513万円

1999年度（平成11年度） 864万円

#### 4 - 2 ブラジル側投入

##### (1) カウンターパートの配置

協力期間中のカウンターパートの配置は、資料3の別表 - 5のとおりである。

##### (2) 土地、建物、圃場等

リーダー、業務調整員事務室、専門家執務室（分野ごとの共有）、実験室（共有）、試験圃場、ガラス室などが日本人専門家に提供されている。その他の所内施設（講堂、幹部室、附属会議室、講堂小会議室等）も事前に予約を入れておけば問題なく使用できる。CPACでは、1996年よりパソコンLAN（ローカルエリアネットワーク）が整備され、研究者にはパソコンが配置され、ほとんどの事務連絡はe-mailで行われている。また、Embrapa本部と外部との情報の交換もインターネット経由で容易に行うことができる。現在、プロジェクト執務室のすべてのパソコンはLANに接続されており、外部との報告・連絡・情報収集が飛躍的に向上し、プロジェクトの運営促進に非常に寄与している。CPAC敷地内の建物は配置図を参照（資料4）

##### (3) 運営費

協力期間中にブラジル側実施機関が本プロジェクトに投入した運営費は、資料3の別表 - 6のとおりである。

##### (4) 日本人専門家に対するの便宜供与

CPACより家具類が長期専門家に貸与されている。また、CPAC専用の通勤バスを利用できる。

## 第5章 活動実績および達成状況

### 5 - 1 セラード地域における農業環境資源の評価

#### (1) 植生と土地利用分布の把握

農業開発が近年開始されたマラニョン州バルサス南方のマダカル地区を対象に地質、地形、土壌、植生の調査とあわせ、ランドサットTMデータの解析を実施し、土地評価における衛星データの利用の実用性を明らかにした。この技術の導入により、対象とした農業開発地域4万haの地質、地形、土壌、植生を図化し、わずか13地点での実地の植生調査を行っただけで環境資源評価を可能にした。

また、農業開発が農業環境と自然環境に及ぼす影響を植生面から評価する手法として雑草の種の動態を把握することが有効な手法であることを明らかにした。セラード農牧研究所(CPAC)構内を対象とした調査では、21科、119種の雑草を確認し、これは全草種の60～70%と推定された。1978年には10種であったのと比較すると、この20年間に急激な雑草種の侵入が起きていた。侵入雑草の60%以上はブラジルを含む熱帯アメリカ原産の種であった。

#### (2) 土壌浸食の実態把握

広大な面積で生じる土壌浸食量を正確に測定するために、反射プリズムを用い、近赤外線放射の発射と感知により、2km離れてミリメートル単位の測定精度を可能とする光波式測定儀(インテリジェントトータルステーション)による測定技術の導入を行った。これにより、3次元座標測定結果をコンピューターソフトに読み込み、地形学および数学的処理により等高線マップを作成した。この方法で0.1m間隔の等高線図の作成が可能となった。

#### (3) 水資源および水質の実態評価

河川水水質のモニター手法の導入とセラード地表水水質の評価、集約農業地域の地下水硝酸汚染の調査を行った。農業が閉鎖系水域の富栄養化に及ぼす影響は少なく、地下水の硝酸態窒素濃度も低く、農耕地を通過する前後に塩類濃度の増加はわずかにあるものの、灌漑水として問題になる程度ではなかった。

また、セラード水系水質は塩素、イオウなどの成分含量が低く、既存のイオンクロマトグラフでは分析困難な成分も多いので、分析限界の向上を図るため、高精度に多成分の分析が可能であるICP発光分光分析法による分析技術を導入した。



## 5 - 2 土壌劣化の原因究明と対策技術の開発

### (1) 土壌生産力阻害要因の解明と対策技術の改善

セラードの大規模農法下における土壌物理性劣化の実態を把握し、従来のロータリーディスク中心の耕耘方式では下層土の圧密化が進行していること、また、セラードの代表的土壌ラトソルでは膨潤収縮性に乏しいため土壌圧密が起こり、根の伸張が阻害されていることを明らかにした。

土壌圧密問題を軽減し得る耕耘システムを開発するため、作業機の種類、土壌条件、燃費などから最適システムを追求し、モールドブラウ、サブソイラーによる処理が土壌膨軟化効果が高く、作物生産量を顕著に増加させることを明らかにした。また、日本製パイプロサブソイラーは既存のサブソイラーよりも圧密層破壊の深さが大きく、増収効果も高いことなど、セラード土壌に最もよく適合していることが認められた。

また、不耕起栽培がセラードにおいても急速に拡大しつつあるが、不耕起栽培を始める前にモールドボードブラウやサブソイラーで深層まで膨軟にする必要があり、極表層の圧縮層に対しては、不耕起栽培期間中にチゼルブラウやサブソイラーによる圧縮層の破壊が必要であることを明らかにした。

### (2) 土壌の化学的・生物的劣化の解明と土壌養水分供給機能の解明

土壌の化学的劣化防止対策として、珪酸質資材の投入を行い、作物生産への効果は陸稲大豆<トウモロコシの順に効果が認められた。また、セラード土壌の有効珪酸含量は日本の赤黄色土のおおよそ1/3～1/6に相当することが明らかになった。

土壌の化学的・生物的劣化に対する緑肥作物として、緑肥作物 - トウモロコシ - 大豆の輪作体系では、マメ科(ムクナ、クロタラリア、フェジヨンブラボド)、禾本科(ミレット)、アブラナ科(ガンズ)などが有望であった。これらの作物の土壌中での窒素無機化特性や養水分の供給機能を明らかにした。また、不耕起栽培が土壌の化学性、物理性に及ぼす影響についても解析を行った。

セラード土壌の微生物、小動物などの生物的特性については、原野土壌は畑地、牧野など管理された土壌より種多様性は高いが、生息密度は大豆畑で最も高く、これは新たな有機物の供給と関連があった。また、牧野ではProstigmata前気門類(ケダニ類)の密度が高く、これは家畜の存在によるものであった。

## 5 - 3 病虫害防除対策の改善

### (1) 連作障害に起因する病虫害の発生生態の解明

ブラジル側カウンターパートによって以下の研究が実施された。

- 1 ) bean pod mottle virus の種子伝搬に関する研究
- 2 ) bean golden mosaic virus の疫学的研究
- 3 )糸状菌の分類、特に炭素病菌およびフザリウム菌についての分子生物学的手法による同定
- 4 ) パールミレットさび病の疫学的研究

分子生物学的手法を用いた研究は関連機器の整備が不十分なことから、カウンターパートの本邦研修により、その技術移転が行われた。

## (2) 土壌伝染性病害の制御技術の改善および耕種的防除技術の開発

大豆主要病害のダイズ茎かきよう病について、*Phomopsis phaseoli* f. sp. *meridionalis* の病原力に関する一連の基礎研究がなされた。病原力の検定には楊枝接種法が最適であること、培養期間6日目の若い菌体でその病原力が最も強いこと、さらに病原菌の採集地点によって病原力に差異がみられることなどが明らかとなった。その基礎データに基づいて、抵抗性検定のための菌株の選抜や楊枝接種法の改善などにより、「Itiquira」「Emogopa306」などの品種・系統が本病原菌に対して抵抗力を持つことが明らかになった。

一方、セラードの灌漑地域の大豆およびフェジョンについて、稚苗期における土壌病害の実態が解明された。苗立枯症状の主体はリゾクトニア菌および白絹病菌によることが明らかになった。両作物に共通しており、このためこれら病原は灌漑下での連作あるいは短期輪作により土壌中の菌密度が高まる恐れがある。対策としてマメ科以外の作物との輪作の必要性が喚起された。

## (3) 生物的防除および発生予察の導入による虫害総合防除技術の改善

### 1) 線虫の生物防除

ダイズシスト線虫 (*Heterodera glycines*) に対する化学薬剤の代替法として、本線虫に特異的に感染する出芽細菌 (*Pasteuria nishizawae*) による生物防除が有望視されている。本技術をセラード地域の大豆被害圃場に導入するため、日本国内でその効果が実証済みの本細菌を導入し、その増殖技術の開発を行った。天敵細菌の接種によって罹病線虫個体を生産し、内生する本細菌を7日間以上室温下で乾燥させた。その細菌懸濁液に健全な線虫を浸漬することで、線虫の体表への着生程度が著しく高まり、高濃度の細菌汚染個体を得られることがわかった。生物防除資材としての天敵細菌の実用化のためには、さらに簡易大量増殖法の工夫が必要であるが、そのための基本技術の移転はほぼ達成された。

## 2) Baculovirus による大豆害虫の生物防除

セラードでは、大豆の主要害虫 *Anticarsia gemmatalis* に対する天敵として、Baculovirus (核多角体ウイルス) による生物防除への期待が大きい。生物農薬としての実用化を図るため、前段階となる人工飼料による本害虫の大量増殖と天敵ウイルスの大量生産技術の開発に取り組んだ。人工飼料としてフェジョン豆、大豆蛋白、ビール酵母、小麦胚芽などにビタミン類や防腐剤などを添加して、半粘性の固形資料を調整した。この人工飼料で本害虫を飼育し、蛹(さなぎ)の生産、羽化・交尾・産卵の一連の作業システムを構築した。天敵ウイルスの生産には、累代飼育した害虫ウイルスに液を散布し、生じた感染死体を集め、これを材料として、遠心機によりウイルス多角体を分離・精製した。増量剤カオリンを加えて生物防除資材とした。現在、その実用化に向けて、ウイルスの計画的室内大量生産システムの構築およびウイルス製剤の効力評価が進行中であり、技術の完成が待たれる。

## 3) 熱帯果樹グラビオラの主要害虫とその天敵の同定

グラビオラはセラード地域への有望果樹としての期待が大きい。害虫として、*Cratosomus bombina*, *Euripapes pennatus*, *Heilipus catagraphus*, *Cerconota anonella*, *Bephratelloides pomorum* を特定した。幹や枝の内部に坑道を形成、あるいは果肉部を加害するなど、その被害は果実生産上致命的となる。果肉加害により果実腐敗をもたらす *Cerconota* の天敵昆虫として、*Apanteles* sp., *Xiphosomella* sp., *Brachimeria annulata*, *Trichospilus diatraeae* の4種類を特定した。

作物保護分野では当初計画がほぼ達成された。Baculovirus による大豆害虫 *A. gemmatalis* の生物防除は生産現場への技術導入が最も期待されることから、普及のための技術開発の完結が待たれる。

## 5 - 4 持続的作物生産システムの改善

### (1) 強酸性、低リン酸土壌、早魃などのセラード環境に適した作物の選抜と導入

セラードにおける畑作は、概して単作ないし単純な輪作となっており、これが連作障害の原因になっていると考えられる。そこで、セラードの酸性土壌、低肥沃土壌などの環境ストレスに適応し、下層土の改良、土壌有機物の富化、雑草制御など、耕地の物理性、化学性、生物性を改良し、連作障害を軽減する機能を持つ作物の選抜・導入を目的とした。このため、短期専門家による「セラード地域作付体系の実態調査および土壌改良作物解析手法の導入」を実施し、作付体系による土壌生産力向上の可能性について、ブラジル側専門家との論議を行って今後の研究方向を確定した。

さらに、セラード土壌では、リンの固定、不可給化が大きな問題であることから、短期

専門家により「土壌リンを可給化する機能を持つ作物の検索」手法を導入した。その手法を用いて、セラードで栽培されている作物について、根の近傍の土壌と畝間の土壌のリンの形態別定量分析を行い、ブラキアリア (Brachiaria)、スタイロサンテス (Stylosanthes)、パニカム (Panicum) 属牧草が土壌中の固定化リンを可給化する機能があることを明らかにした。これらの結果から、土壌中の不溶化したリンをリン可溶化機能作物により吸収させ、それを主作物に循環再利用させることが可能であることが明確となった。

これらの成果は、輪作により土壌の生産力を増強する可能性について明らかにするという当初の目的を十分に達成したと考えられる。なお、検索されたリン可溶化機能作物は、セラードにすでに導入、栽培されている牧草であった。このことは、現在、セラードでも推進されている農牧輪換 (牧草を数年間、大豆などの畑作物を数年間、交互に作付けを行う) 体系の有効性の根拠ともなる結果である。農牧輪換体系により、牧草地の生産力を向上させるだけでなく、土壌のリンを有効に利用して、連作障害を回避した作付体系が実現される可能性が高い。

## (2) 輪作、緑肥作物などの導入による作付体系の開発

主作物として大豆を中心に、雨期の限られた栽培期間のなかで、連作障害を軽減する作物を導入した1年2作作付体系を開発することを目的とした。導入する緑肥作物はパールミレット (*Pennisetum glaucum*)、ヒマワリ (*Helianthus annuus*)、緑肥用フェジヨン (*Canavalia brasiliensis*)、エンバク (*Avena strigosa*) の4種とし、大豆との1年2作体系を検討した。その結果、大豆の後作にパールミレットを栽培する体系が優れていることを確認した。

緑肥作物を栽培した後の大豆の収量は、パールミレット後、エンバク後が大豆単作に比較して4~10%高くなった。緑肥用フェジヨン後では単作と同等、ヒマワリ後では逆に減収した。パールミレット後の大豆が高い収量を示す傾向は4年間の試験期間中継続して観察されたことから、高い安定性、信頼性があると考えられる。

パールミレットによる大豆の増収効果の一因として、圧密化された土壌の硬度を膨軟にする作用があり、これは、パールミレットの根が深いことに起因すると考えられた。また、乾物生産量が大きいため、圃場への有機物や窒素、リン酸、カリなどの肥料成分の還元量が多いことが、大豆増収に貢献するものと考えられた。パールミレットは耐干性が強く、雨期のうちに出芽、苗立ちをすれば、その後乾期に入ってもよく生長する。これを刈り倒して地面を覆うことで、乾期の間の過度の地温上昇を防ぎ、かつ、翌シーズンの雨期の始期の降雨による土壌流亡を抑止する効果も期待できる。また、乾期でも出穂、結実することから自家採取も可能である。ただし、パールミレットにはネグサレセンチュウ

(Pratylenchus brachurus) が寄生し生息密度が高まる傾向があり、この体系を継続していくうえでは注意を要することを明らかにした。

このダイズパールミレット 1 年 2 作作付体系の成果は、大豆の連作障害を軽減する技術として有効であり、本プロジェクトの大きな成果として評価できる。

上記の成果をさらに発展させるために、セラードの環境条件に適合し、生産力の高いパールミレット品種・系統の選抜、導入が検討された。それまでにブラジルにあったパールミレット遺伝資源が 2 品種と限られていたことから、パールミレットの研究の進んでいるインドにある国際半乾燥熱帯作物研究所 (ICRISAT) から、技術情報と 120 種の品種・系統を導入した。

導入したパールミレット品種・系統について、Embrapa トウモロコシおよびソルガム研究センター (Embrapa CNPMS) との共同で増殖・評価を行い、すでに約半数の品種・系統について評価を終了した。そのなかには、在来品種「BN-2」に比べ 2 倍以上の乾物生産量を示す優良品種「FS-1」を見いだしている。さらに、乾物収量の高い有望品種・系統として「IPA10463」「SEMPPOP90」「SADCWGC」「IVCC8」「AFPOP88」の合計 6 種を選抜した。

ただし、本プロジェクト終了までに ICRISAT から導入したすべての品種・系統の評価を終了することはできない。これは、増殖と評価を同時に進行する必要があること、特に他殖性のパールミレットは他の品種と交雑をしないようにして増殖しなければならないために、きわめて労力と時間を要することが理由である。しかしながら、増殖、評価の方法についてはブラジル側研究者に技術移転が行われている。そのため、残る品種・系統の評価は、本プロジェクト終了後にブラジルの研究者により遂行することが可能である。

なお、選抜された有望品種・系統を用いた大豆との輪作試験についても、本プロジェクト期間中には実施できない。しかし、これもパールミレットの増殖、評価と同様に技術移転が終了していることから、ブラジル側独自の研究継続は可能と判断する。

本プロジェクトにおいてパールミレットについての研究成果をあげたことから、この成果を受けて、パールミレットの国際セミナーが開催されることとなっている。これらのセミナーにより、研究者に新しい情報がもたらされるとともに、研究者間のネットワークの形成などを通し、新たな研究の展開が期待される。

## 第6章 評価結果

### 6 - 1 目標達成度

#### 6 - 1 - 1 成果の達成度

第5章「活動実績および達成状況」において述べたとおり、プロジェクト活動は日本人専門家とブラジル側カウンターパートの緊密な協力のもとに行われ、大部分のプロジェクト活動は実行されている。その概要は、表6 - 1に示すとおりである。

表6 - 1 活動目標達成度

TSI による活動計画			成 果	達成度
大項目	中 項 目	小 項 目		
セラード地域における農業環境資源の評価	植生と土地利用分布の把握	リモートセンシング技術および生態学的手法によるセラードの植生資源と土地利用の定量的評価	環境資源評価が可能になった 農業開発が環境に及ぼす影響を植生面から評価する手法が開発された	
	土壌浸食の実態の把握	セラード畑地における土壌浸食の計量	土壌浸食量の正確な測定が可能になった	
	水資源および水質の実態評価	セラード水系の水質の調査	セラードの河川水・地下水ともに汚染は軽微であることが判明した 低濃度汚染水の分析が可能になった	
土壌劣化の原因究明と対策技術の開発	土壌生産力阻害要因の解明と対策技術の改善	土壌劣化を防止するための土壌管理技術の改善	最大の土壌生産力阻害要因は土壌圧密であることが解明された 不耕起栽培における土壌圧密層破壊の効果が解明された	
		土壌圧密を軽減し得る耕耘システムの開発	土壌圧密層破壊技術が開発された	
	土壌の化学的、生物的劣化の解明と土壌養水分供給能の改良	化学的および生物的土壌劣化の診断と熱効率的改良法	土壌の化学的劣化防止技術が確立された 緑肥作物の土壌中の養水分供給機作が解明された 不耕起栽培と土壌の理化学性の関係が解明された 土壌微生物および小動物の生物的特性が解明された	
病害虫防除対策の改善	連作などに起因する病害虫の発生生態の解明	主要作物における種子伝染性または空気伝染性病害の発生活態の研究	連作などに起因する病原菌の発生生態が解明された	
	土壌伝染性病害の制御技術の改良（および耕種的防除技術の開発）*	土壌伝染性病害の生理生態学的研究（と圃場管理による制御）*	ダイズ茎かきよう病の病原力に関する特性が解明され、抵抗性菌株が判明した 灌漑地域のマメ類の土壌病害の実態が解明された	
	生物的防除および発生育察の導入による虫害総合防除技術の改善	害虫の生物的防除技術の開発 セラード農業地域における鞘目害虫および線虫の生態に及ぼす耕耘システムと作付体系の影響の評価	大豆害虫の天敵ウイルスによる防除の基本技術が確立された ダイズシスト線虫の天敵細菌による防除の基本技術が確立された	
持続的作物生産システムの開発	強酸性、低リン酸土壌、旱魃などセラード環境に適応した作物の選抜と導入	セラード畑地の土壌理化学性あるいは生物性を改良しうる機能性作物の導入	土壌中の固定リンを可吸化する機能を有する作物が選抜された	
	輪作、緑肥作物などの導入による作付体系の開発	大豆と機能性輪作作物との組み合わせ栽培法の開発	大豆増収に貢献する機能を有する作物（パールミレット）との輪作体系が開発された	

\*：中間評価において打ち切られた（TSIの変更）

：達成、           ：ほぼ達成されブラジル側だけで達成可能、           ：達成不十分

また、投入の目標達成状況は、表6 - 2 に示すとおり、ほぼ達成された。

表6 - 2 投入の目標達成度

区 分（研究課題、または管理部門等）	日本側の投入						ブラジル側の投入		
	長期 専 門 家	短期 専 門 家	研 修 員 受 入	機 材 供 与	ロ ー カ ル コ ス ト	調 査 団 派 遣	バ カ ウ ン ト の 配 置	施 設	運 営 費
セラード地域における農業環境資源の評価									
植生と土地利用分布の把握									
土壌浸食の実態の把握									
水資源および水質の実態評価									
土壌劣化の原因究明と対策技術の開発									
土壌生産力阻害要因の解明と対策技術の改善									
土壌の化学的、生物的劣化の解明と土壌養水分供給機能の改良									
病害虫防除対策の改善									
連作などに起因する病害虫の発生生態の解明									
土壌伝染性病害の制御技術の改良および耕種的防除技術の開発									
生物的防除および発生予察の導入による虫害総合防除技術の改善									
持続的作物生産システムの開発									
セラードの環境に適応した作物の導入と選抜									
輪作、緑肥作物等の導入による作付体系の開発									
管理部門等（プロジェクト全般にかかるものを含む）									
総合判断									

：達成またはほぼ達成、　：一応達成しているが内容が不十分（いずれも派遣期間が不十分）

協力期間が終了する1999年7月31日までに、完成しなければならない活動はあるが、プロジェクトは、なおより多くの成果を得るものと期待される。また、ブラジル側は、プロジェクトを通じて得た技術と知識をさらに発展させるために、関連のある研究活動を継続するであろう。その結果、討議議事録(R/D)のマスタープランに設定されたプロジェクトのアウトプット目標は、協力期間終了時にほとんど達成されるであろう。

すなわち、円滑かつ効果的に進められた日本人専門家とブラジル人カウンターパートの共同研究活動ならびにブラジル人カウンターパートへの技術移転の結果、R/Dのマスタープランに明記された大部分のプロジェクト目標は、日本およびブラジル双方の投入を通じ、達成されたといえるであろう。この事実から、セラード農牧研究所(CPAC)における持続的農業技術を開発するための制度的能力はかなり改善されたと結論できる。

セラード地域における持続的農業技術を開発するためのCPACの研究能力は、本プロジェクトの実施を通じて強化されたと評価できる。

## 6 - 1 - 2 目標達成に貢献 / 阻害した要因

### (1) 目標達成に貢献した要因

#### 1) 日本側

a) 効果的な調査団の派遣により、適切な計画 (R/D および暫定実施計画 : TSI に記載) の策定および中間評価による適切な軌道修正が行われたこと。

長期調査員 : 専門的立場から CPAC の研究施設、内容および運営体制ならびにセラードにおける農業環境上の問題点を把握。

適切なプロジェクト活動項目の作成 (1993 年 11 ~ 12 月)。

実施協議調査団 : 活動項目、実施体制、責任分担などの決定。

プロジェクト実施にかかる適切な R/D および TSI の署名・交換 (1994 年 4 月)。

計画打合せ調査団 : プロジェクトの実施体制、調査時点での問題点などの確認。

R/D のマスタープランおよび TSI に基づく詳細暫定実施計画、協力期間内の具体的目標、活動運営計画の策定 (1995 年 5 ~ 6 月)。

巡回指導調査団 : 協力期間の折返し点に際し、プロジェクトの進捗状況の把握と評価、問題点の指摘、必要な軌道修正 (妥当性のある TSI の変更) (1997 年 4 月)。

b) リーダー・在外事務所の指導力ならびに専門家の熱心な指導があったこと。

リーダーおよび在外事務所の適切な指導により多くの実施阻害要因が解決されてスムーズなプロジェクト実施運営が行われ、また、各専門家の熱心な指導による技術移転の結果、カウンターパートの研究能力が著しく向上した。

c) 適切な資機材がほぼ計画どおり、タイミングよく供与されたこと。

機種・仕様の面で適切な資機材が選定され、これらはタイミングよく効率的に供与され、有効に活用された。

d) 時宜を得たローカルコストの支出。

ブラジル側の負担困難な資金を補うための一般現地業務費のほか、応急対策費によるガラス室の修繕、特別対策セミナー費によるセラードシンポジウム開催、技術交換事業費による国際半乾燥熱帯作物研究所 (ICRISAT) からのパールミレット品種導入などに適時支出され、プロジェクトの円滑な実施に役立つた。

e) カウンターパート研修のほぼ計画どおりの実施と国内支援機関の協力。

毎年 4 ~ 5 名のカウンターパートを研修員として、それぞれの研究課題に適した農業研究機関が受け入れ、熱心な指導をした結果、カウンターパートの研究能力が著しく向上した。



f) 必要に応じて他機関との連携を密にとることにより、効率的に研究を進めたこと。

Embrapa 傘下の他の研究機関との連携はもちろん、特にインドの ICRIASAT からのパールミレット品種導入は、プロジェクトの活動成果向上に大きな貢献をした。

## 2) ブラジル側

a) 上位計画との整合性があること。

プロジェクト目標は、上位計画であるブラジルの農業基本政策および国土保全政策、ブラジル農牧研究公社 (Embrapa) の農業基本方針、CPAC の研究目標と整合性があり、本計画はきわめて妥当性が高く、実施機関である CPAC が、セラードに適用すべき持続的農業技術の開発とプロジェクト成果の吸収に最大限の努力をした。

b) 資質の高い研究者をカウンターパートとして適切に配置したこと。

CPAC の研究者 93 名の約 40% は博士、50% 以上は修士を取得しており、研究資質が高い。CPAC は、これらのなかから優れた研究者 30 名、延べ 46 名を長期および短期専門家のカウンターパートとして適時に任命し、プロジェクトの効率的実施を図った。

c) 管理運営体制の整備

Embrapa 総裁が自らプロジェクト実施責任者となり、CPAC 所長をプロジェクト管理者に任命し、研究部長および総務部長にこれを補佐させる体制をとって、プロジェクトの円滑な実施を図った。

d) ローカルコストの支出

CPAC は、プロジェクト実施に必要な補助職員の人件費、施設および機器の維持費、調査旅費、一部の消耗品費などを適時に支出し、プロジェクトの円滑な実施を図った。

e) 装置および機器の十分な保守管理

CPAC は、供与された機器の保守管理を十分に行い、これらがフルに活用されたため、きわめて効率的にプロジェクトが実施された。

## (2) 目標達成を阻害した要因

作物保護分野の長期専門家が 1 名であったこと。

作物保護分野において、植物病理学と農業昆虫学とはそれぞれ深く専門化しているので、1 名の専門家が両者の研究を兼ねることは困難である。当初計画において、作物保護分野の長期専門家は病害専門家 1 名とし、害虫防除は短期専門家だけで対応することとした。しかし、害虫の生物的防除研究の重要性がいっそう増したため、中間評価に際し TSI を変更し、病害専門家の長期派遣期間を 3 年で打ち切り、代わりに害虫専門家を長期派遣することとした。このため、研究課題「土壌伝染性病害制御技術の改良および耕種的防除技術の開発」は病原学的な基礎試験において成果がみられたが、圃場での耕種的防除試験

に着手しないうちに派遣期間が終了した。ただし、これはブラジル側だけで目標を達成できると判断される。

一方、交代した害虫専門家の派遣期間は1年5カ月にすぎず、基本技術の移転はほぼ達成されたが、ウイルスの計画的室内大量生産システムの構築およびウイルス製剤の効力評価を実施するに至らなかった。ただし、これは協力期間終了後もブラジル側で続けられることになっている。

## 6 - 2 効果

CPACなどの中央政府レベルの農業研究機関は、一般に広域を対象とした基本的技術の開発を行っている。このため、その成果は州農業研究機関における実用技術研究および州農業普及機関の普及活動を経て実用技術が中核的農民に普及され、さらに広く農民層に普及して初めて発現効果が認められる。したがって、本協力プロジェクト開始後5年目の現時点において明確に認められる効果は非常に限られている。すなわち、

(効果の内容における) 技術的インパクト

(効果の範囲における) プロジェクトレベルのインパクト

については、それぞれ効果が認められるが、これ以外については、現在胎動がみられるものおよび諸条件を考慮して予想される効果を述べざるを得ない。

### 6 - 2 - 1 効果の内容

#### (1) 技術的インパクト

ブラジル中央高原部に残された強酸性でやせ地のセラードを世界屈指の農業地帯に変え、世界の食糧供給に大きく貢献しようとするセラード農業開発事業は、開発規模においても、農業生産性においても、着実に進展しつつある。セラードは、降雨、地形、気温などの自然条件に恵まれているが、現在のセラード農業開発を支えている最大の要因は農業生産技術の向上である。

本プロジェクトは、リモートセンシング技術の導入による広大な国土の植生・土地利用実態の把握、セラードの収奪的土地利用を資源保全型利用に転換、大豆病害虫の生物的防除、機能性作物の導入による土壌保全、などの技術分野における研究活動を通じて、環境保全型持続的農業のための革新的技術を提供してきた(表6 - 1参照)。その成果は、州農業研究機関における実用技術研究および州農業普及機関の普及活動を経て広く農民に普及し、セラードの環境を保全しながら農業生産を向上することに貢献するであろう。

## (2) 制度的インパクト

ブラジル憲法は自然環境の保全を重視し、きわめて具体的な規定を設けている。セラードに隣接するアマゾン地域、パンタナール・マトグロッソ、大西洋沿岸森林、海岸線を国の財産と規定して保護している。本プロジェクトは、ブラジル憲法に規定された天然資源保存と環境保全の理念を実践するうえで、先導的役割を演じている。

本プロジェクトの実施により、多くの技術情報が蓄積されるとともに、CPACにおける持続的農業技術を開発するための制度的能力はかなり改善された。また専門家チームは、セラードの農民に有益な実用的持続型農業技術を開発するために、州の農業研究機関および普及機関、ならびに農民が参加して活動することの重要性を、しばしば指摘した。その結果、本プロジェクト活動関係者のなかに、国内協力の重要性に対する認識が深まってきた。CPACは、CPACが持つ現行のアンブレラ協力計画を通じ、州の農業研究機関および普及機関、農業関係民間企業、セラードの農業研究にかかる大学との間のパートナーシップを強化していくであろう。

## (3) 経済的インパクト

1970年代に始まったセラードの農業開発は大豆生産を中心にして進められ、セラードは大農業地帯に変貌し、住民の所得の向上、地域の近代化がもたらされた。

現在、農業フロンティアはさらに北部地域に移動しつつある。農業開発の北部セラードへの拡大に伴い、鉄道、道路、水路などの社会的インフラ整備が進められようとしている。現在セラードの大豆生産は世界の大豆生産の5%以上を占め、その大部分は輸出に向けられ、ブラジルの重要な外貨獲得源となっている。大豆を大西洋岸の港まで効率的に輸送するシステムの確立もまた北部セラードの社会経済条件と大豆輸出競争力の改善に貢献するであろう。

本プロジェクトは、セラードにおける安定的農業生産に貢献するため持続的農業に関する有益な技術と知識を創出し、農業生産の継続的な増加、肥料・農薬などの農業投入の減少、農業環境の保全を促進しており、ブラジル経済はもちろん、世界の安定的な食糧供給に貢献するであろう。

## (4) 社会的・文化的インパクト

セラードにおける農業開発により、自然生態系に調和した伝統的農法が排除され、環境資源が失われることが心配される。ブラジルの関係当局は、インディオ住民の権利を重視し、ブラジル憲法は、インディオ住民の文化、伝統、土地および資源の保護を規定している。したがって、セラード開発は、インディオ住民の土地および伝統的文化継承と調和の

とれた形で行われなければならない。

セラード北部には、多くのインディオ保護地区が設けられている。そこでも農業開発による環境の変化は避けられず、保護地区への侵入にかかるインディオ住民と新入植者との深刻な衝突が発生している。

現在、開発側の農民にも、自然環境問題についての理解が深まりつつあり、環境保全に必要な手段が講じられているが、その規模はきわめて小さい。本プロジェクトが目標としている環境保全型持続的農業技術は、ブラジルの自然生態系のなかに根づいている伝統的農法にも組み入れることができるであろう。このような意味から、本プロジェクトはセラードの環境保全とインディオ住民の文化および家族規模の農業の継承に貢献するであろう。

#### (5) 環境的インパクト

ブラジルのセラード面積は約 2 億 ha で、ブラジル国土の 4 分の 1 を占め、そこにはセラード固有の生物種が多数生存している。セラードの農業フロンティアは北上しつつあり、セラードの土着の植生は急速に大豆によって置換されつつある。

急速な農業開発によって発生した土壌の劣化は、セラードの穀物生産に深刻な脅威を与えている。さらに、有機物の急速な分解、単作による生物相の変化と害虫天敵の消滅、農薬による水質汚染、灌漑農業による水資源の枯渇などの環境問題がいっそう深刻になりつつある。本プロジェクトは、これらの問題に真正面から取り組んでいる。

本プロジェクトの成果が、州の農業研究機関および普及機関、大学、公営企業、農民に普及する過程を通じ、ブラジルのセラードに下記のようなインパクトを与えるであろう。

- 1) セラードの環境を維持しつつ農業生産性をさらに向上
- 2) 害虫の生物的防除の導入による環境汚染の防止
- 3) カバークロップとしてのパールミレットの導入による土壌浸食および土壌劣化の防止

### 6 - 2 - 2 効果の範囲

#### (1) プロジェクトレベルのインパクト

機材供与、カウンターパートの日本における技術研修、長期および短期専門家による技術指導などの投入は、CPAC の研究者の研究資質の向上および先端的装備の導入を通じ、CPAC の研究能力向上に貢献した。プロジェクトは、海外からの植物遺伝子の導入、日本からの天敵微生物の導入、天敵病原ウイルス増殖のための害虫の人工飼育技術の開発、セラード土壌における土壌 - 植物の養分供給サイクルの理論化などを通じ、低投入・持続型農業技術開発の役割を果たした。

プロジェクトによる直接的受益者はブラジル側カウンターパートである。彼らは、日本人専門家から受けた技術指導および日本における研修により、研究資質が著しく向上し、彼ら自身で日常の研究活動を展開できるようになっている。また、CPACの管理者およびサポート部門職員の業務遂行能力も向上した。この結果、協力期間終了後、ブラジル側だけで研究を継続し、よりいっそう成果をあげることが期待される。

## (2) セクターレベルのインパクト

CPACは、セラード地域全体にかかる農業技術、環境問題を対象とする研究機関であるが、近隣農家への技術普及にも責任を持っている。CPACは年に数回“Día de Campo”（農場の日）を開催して改良技術の普及に努めている。これには、農民をはじめ農協関係者、大学の研究者や学生も参加し、CPACの農場内で改良技術の展示・説明および質疑応答が行われている。研究者自身が入植地の農家と協力して研究を進めることもある。

このように、CPACで得られた成果で普及に移せるものは農協、州機関、大学などの関係者および近隣の農家に広められている。本プロジェクトにおいても、海外から導入した優良機能性作物（パールミレットなど）の品種・系統を“Día de Campo”で普及するよう、展示圃の設置を検討している。

プロジェクト実施の過程において、CPACスタッフと州の農業研究および普及機関のスタッフの間で協調の重要性に対する認識が深まり、国内機関間パートナーシップ強化の機運がみられる。本プロジェクトは、その中核として、持続的農業生産システムに関する研究のモデルになるであろう。

## (3) 地域レベルのインパクト

セラードは世界の食糧供給を変える大きな可能性をもっているが、一方、環境問題を無視した開発はセラードに取り返しのつかない環境破壊による損害を与えることになる。このことについてCPACはマスコミなどを通じて警告している。また、CPACは、Embrapaのマスコミを通じての広報活動にも精力的に対応している。

一方、マスコミもEmbrapaやCPACの発言を重要視している。CPACは、セラードで求められている持続的農業を行うには、面積の拡大より生産性向上による生産増加を図る道を選ぶことが重要であると主張している。本プロジェクトも面積的拡大よりも生産性向上による生産増加の方向をとることの重要性を提唱している。

CPACは、前述の“Día de Campo”のほか各種の技術移転手段を通じて近隣の農民や関連する農業研究機関の研究者に技術や知識を普及している。

本プロジェクトによって開発された技術と知識を利用して、将来CPACは州の農業研究

および普及機関ならびに近隣農民と協力のもとに、実用技術の開発を行うであろう。その結果、持続的農業生産システムが完成し、それはセラード地域に広く普及するであろう。これにより本プロジェクトはセラードにおける農業生産の向上に貢献するであろう。

#### (4) マクロレベルのインパクト

環境保全型持続的農業技術の開発を目標にする本プロジェクトの成果は、ブラジルのセラードに限らず、大豆生産の拡大と環境保全という同様の問題をを抱えているパラグアイ、アルゼンティンなど南米の大豆生産を主とする地域全体に適用できる。たとえば、日本から導入した天敵微生物によるダイズシスト線虫の防除技術や天敵ウイルスによる大豆害虫の生物的防除技術は、土壌条件、気候条件、栽培条件などに関係なく大豆栽培に適用できる環境保全型持続的農業技術である。また、セラードにおける環境保全型持続的農業技術の成功は、21世紀における世界の食糧問題の解決に大きく貢献できると考えられる。

### 6 - 3 実施の効率性

#### 6 - 3 - 1 投入のタイミングの妥当性

日本、ブラジル双方の投入は、基本的には当初の計画に従って実行され、これにより、プロジェクトは現在までスムーズに運営されてきた。なかでも機材供与はおおむね効率的に実施され、プロジェクト目標達成に大きな貢献をした。また、日本側は、一般現地業務費、特別対策セミナーの開催経費、技術交換事業費などのローカルコストを適時に追加負担し、協力期間中のプロジェクトの実施効率を高めた。

一方、CPAC は、十分に訓練された 30 名の研究者（研究者総数の約 3 分の 1）を、日本人専門家のカウンターパートとして適時に任命し、また調査旅費、施設維持費などのローカルコストを適時に支出し、セラードに適用すべき持続的農業技術の開発とプロジェクト成果の吸収に最大限の努力をした。

カウンターパートの日本における研修のタイミングはおおむね妥当であった。

また、短期専門家の派遣期間が短かすぎたことについて、中間評価において問題になり、合意事項として「その活動と成果の発現に必要なべき十分な派遣期間を確保すること」と提言された。この問題はその後多少改善され、また、派遣された専門家らの努力により、「完全な達成」には至らなかったが、いずれの研究課題も「ほぼ達成され、残余の部分はブラジル側だけで達成可能」と管理者層は評価している。しかし、今回行ったアンケート調査結果によると、表 6 - 3 のとおり若干のカウンターパート、主として短期専門家だけで対応した研究課題にかかる者から「派遣期間が短かすぎたと」の不満が表明されている。

表6 - 3 短期専門家の派遣期間に対するカウンターパートの感想

研 究 課 題		派遣方式 (長期・短期)	短期専門家の 派遣期間
大 項 目	中 項 目		
セラード地域における農業環境資源の評価	植生と土地利用分布の把握	短 only	
	土壌浸食の実態の把握	短 only	
	水資源および水質の実態評価	短 only	
土壌劣化の原因究明と対策技術の開発	土壌生産力阻害要因の解明と対策技術の改善	長・短	
	土壌の化学的、生物的劣化の解明と土壌養水分供給能の改良	長・短	
病害虫防除対策の改善	連作障害に起因する病害虫の発生生態の解明	短 only	
	土壌伝染性病害の制御技術の改良および耕種的防除技術の開発	長・短	
	虫害総合防除技術の改善	短 only(前半)	
持続的作物生産システムの開発	環境に適応した作物の導入と選抜	長・短	
	輪作、緑肥作物などの導入による作付体系の開発	長・短	

○ : 適当、 △ : 短い

多くのカウンターパートは、短期専門家の派遣期間は3カ月程度必要との希望意見を表明しているが、短期専門家として適格な研究者は日本の国内業務多忙の者が多く、3カ月連続して海外出張することはきわめて困難である。しかし、年に1カ月の派遣を2年続けることで困難さは多少軽減する。したがって、初年度3週間程度の派遣によって実態調査および詳細な設計打合せを行い、翌年実験材料の生産される時期に1カ月程度滞在して集中的に共同調査を行い、技術移転する方法、仮称「ダブル派遣方式」などの検討も、より効率的なプロジェクト実施のために有益と考えられる。

### 6 - 3 - 2 投入と成果の関係

投入と成果の関係は、表6 - 4に示すとおり、おおむね投入規模に見合った成果が得られており、なかには投入規模を超える成果の得られた研究課題もあった。

これまでの技術協力を通じ、CPACの研究能力は高まり、このためCPACは、JICAの技術協力を通じて得た技術と知識を普及させるために、先進的技術と知識を利用する国内機関間の協力を促進することが期待されている。

表6 - 4 投入規模と成果の関係の研究課題別総括表

研究課題		投入規模と 成果の関係
大項目	中項目	
セラード地域における農業環境資源の評価	植生と土地利用分布の把握	
	土壌浸食の実態の把握	
	水資源および水質の実態評価	
土壌劣化の原因究明と対策技術の開発	土壌生産力阻害要因の解明と対策技術の改善	
	土壌の化学的、生物的劣化の解明と土壌養水分供給機能の改良	
病害虫防除対策の改善	連作障害に起因する病害虫の発生生態の解明	
	土壌伝染性病害の制御技術の改良および耕種的防除技術の開発	
	虫害総合防除技術の改善	
持続的作物生産システムの開発	環境に適応した作物の導入と選抜	
	輪作、緑肥作物などの導入による作付体系の開発	

：投入規模に見合った成果、      ：投入規模に対し期待を超える成果、      ：成果が十分でない

#### 6 - 4 計画の妥当性

ブラジルの農業にかかる国家計画は、1992年までのコロール政権以後示されておらず、1994年に成立したカルドーゾ政権はこれまでの農業基本政策や国土保全政策を継承している。

ブラジル連邦政府の農業研究の統括機関であり、本プロジェクトの実施機関であるCPACの上位機関Embrapaが1993年に策定した農業研究基本方針（1993～1997年）によると、最優先課題として、「環境の質の向上およびアグロインダストリーの技術開発」が示されており、農業面からの環境への取り組みとしては「持続型農業技術の開発、適用および伝播」を主要目標としている。

これを受けてCPACの研究目標は従来の「セラード農業生産の技術開発」から「天然資源保全とセラードにおける持続的農業確立のための技術開発」に改められた。

これらの政策は現在も変わっていない。

本プロジェクトの開始にあたり設定されたプロジェクト目標は次のとおりである。

「セラードにおける環境に配慮した持続的農業技術を改良する」

以上のとおり、本プロジェクトの目標は上位計画と合致しており、妥当性が認められる。なお、これはプロジェクト開始後、現在まで変化していない。



## 6 - 5 自立発展の見通し

### 6 - 5 - 1 組織的自立発展の見通し

#### (1) 実施機関の人材

CPACは、セラードにおける農業研究を担当するために設立されたEmbrapaに属する研究所のひとつで、セラードにおける農業技術、農業資源、自然環境の研究と管理に関する中心機関である。表6 - 5に示すとおり、職員総数は430名、研究者は93名で、そのうち37名は博士、50名は修士の学位取得者である。

すべての研究者および技術者はセラードの農業に関する高レベルの研究を行い、セラード開発に役立つ多くの研究成果をあげている。協力期間終了後、CPACが自立的に行う研究活動を阻害するような重大な負の要因は認められない。

表6 - 5 CPACの職員構成

区 分	人数	備 考
研究者	93	博士 37 名、修士 50 名
総務部門等	60	
研究支援部門	184	
圃場作業員	93	
計	430	

#### (2) 管理運営体制

本プロジェクトの円滑な実施のために、Embrapa 総裁はプロジェクト実施責任者となり、CPAC 所長をプロジェクト管理者に任命した。研究部長および総務部長はプロジェクト管理者を補佐している。本プロジェクトの実施を通じCPAC関係者の管理運営能力は向上した。協力期間終了後高齢者の退職による人事異動の可能性はあるが、セラードにおけるCPACの重要な役割を考慮すると、現在の研究を継続するための組織が改廃されることはないであろう。

以上のとおり、組織面からは自立発展が可能と判断される。

### 6 - 5 - 2 財務的自立発展の見通し

#### (1) 必要経費調達の見通し

本プロジェクト運営の経常的必要経費は問題なく支出されているが、国の厳しい経済条件下にあるので、経費節減に努めている。特に既存の研究機器および農業機械の更新に必要な予算は不十分である。したがって、今後の科学技術研究の発展状況に対応し、自立的

に機器類を維持改良するための予算を用意することは、CPACにとって困難であると判断される。

(2) 公的補助およびその安定性

Embrapa はブラジル政府の公社のひとつであり、その予算の大部分は連邦政府からの補助に依存してる。CPAC の総予算の90%以上は連邦政府に依存しており、CPAC で生産している種子・種苗や生乳の販売収入は比較的わずかである。さらに、連邦政府の予算の不足により、将来必要経費が調達できるか否か心配される。

(3) その他の財源

Embrapa は、農業技術の開発、農業生産性の改善、天然資源の保全に関する研究を目標にしている。CPAC は上記の目標に沿ってセラードにおける農業研究活動を行う Embrapa のひとつの研究所である。したがって、前述の種子と生乳の販売以外の方法で研究費を集めることは困難である。

Embrapa の幹部は「今後も活動に必要な予算をサポートするつもりである」と述べたが、ブラジルの厳しい経済情勢および同国の財政事情を考慮すると、財務的な自立発展の見通しは、きわめて不安定で、楽観は許されない。本プロジェクトでこれまでに成果をあげてきた研究を継続し、さらに発展させるために必要な予算を、連邦政府が供給するよう、格段の努力が望まれる。

6 - 5 - 3 物的・技術的自立発展の見通し

(1) 移転技術の内容および技術レベルの適正度

本プロジェクトの実施により、ブラジル人カウンターパートに先進的技術が移転され、多くの精巧な装備がCPAC に供与された。CPAC の比較的高い研究レベルを考慮すれば、移転技術の内容は適正であったと判断される。

(2) 要員配置状況

本プロジェクトの活動を首尾よく実施するため、長期および短期の日本人専門家に対し、約93名の研究者のなかから30名のカウンターパートが任命され、プロジェクトの研究に従事した。研究者の層の厚さおよび従来例にみられる管理者の要員配置計画能力を考慮すれば、要員面からの自立発展性は十分であると認められる。

(3) 移転技術の定着状況

基本的には、すべての移転技術は定着し、CPACの研究活動に効果的に利用されていると判断される。しかし、ブラジル側でさらに研究を続ける必要のある研究課題が若干残っている。これについては、CPACが独自に解決できると考えられる。

(4) 装置および機器の保守管理

JICAによって供与された機器および装置は効果的に利用され、かつ保守管理状態は良好である。機器の保守管理は、従来、JICAが行った技術協力のなかではきわめてまれな例と感じるほど良好な状態であり、CPACの保守管理能力は高く評価される。ただし、前述の財務的問題を考慮する必要がある。

(5) 後継者の育成計画

CPACのスタッフの大部分はCPACが設立された1975年ごろに採用されており、また、その後の新規採用は過去10年間に2回しか行われていない。研究者の大部分は高齢者になっており、近い将来の短期間のうちに多くの研究者が集中的に退職するであろう。したがって、後継者の育成が必要である。これについてEmbrapaの理事会においてしばしば討議されており、CPACにおいても後継者養成について検討されているが、現時点においては効果的な対策措置はまったくとられていない。また、政府の財政改善のための人員整理を伴う行財政改革が行われ、退職欠員不補充措置がとられる可能性もあり、その場合CPACの研究者数の著しい減少が懸念される。一方、セラードにおける農業、環境問題は今後ますます関心が高まり、政策的にも重要性が増すので、上述のような欠員不補充の懸念は不要との楽観論があることも事実である。

以上のとおり、自立発展性は、組織的、技術的、物的側面からはおおむね「発展の見通しあり」と判定できるが、財務的側面からは不安定要因があり、連邦政府およびその他の関係者の格段の配慮が望まれる。また、研究後継者養成問題は若干の懸念があり、この面の真剣な検討も必要と考えられる。

## 第7章 結論

### 7 - 1 セラード農業研究協力の経緯と今後の協力

#### (1) わが国のセラード協力の総括 (1977 ~ 1999)

現在まで行われた3つのプロジェクトにより農業生産、持続的農業開発にかかる技術が確立した。今後、全セラードへの技術普及が必要である。

##### 1) 農業研究協力フェーズ (1977 ~ 1985)

セラード農業開発の支援を目的とし、大豆栽培、植物保護、土壌 - 水 - 作物の環境にかかる基礎技術が開発された (特にミナス・ジェラス州)。

##### 2) 農業研究協力計画フェーズ (1987 ~ 1992)

フェーズで開発された技術のさらなる発展とセラード、特にバイア州、マット・グロソ州への展開がなされた。

##### 3) 本プロジェクト (1994 ~ 1999)

持続可能かつ環境に配慮した農業技術が開発された。

#### (2) 今後のセラード協力について

##### 1) 本プロジェクトの終了

当初計画どおり1999年7月31日で終了する。

##### 2) 個別専門家派遣

大豆害虫の生物的防除 (バクロウイルス: Baculovirus) にかかる研究推進のために個別専門家派遣などのスキームにより、セラード農牧研究所 (CPAC) の技術ニーズに対応することが適切である。ただし、ブラジル政府の正式要請、日本側の承認が必要となる。

ブラジル協力事業団 (ABC) は2000年度要請について積極的な対応をする見込み。

##### 3) 北部セラードへの協力 (プロジェクト方式技術協力の必要性)

Embrapa 総裁 (表敬時) から北部セラード地域 (トカンチンス州、パラ州、マラニョン州) の技術発展の必要性が示されたが、CPAC 所長からも CPAC の活動紹介の際同様の発言があった。

ブラジル側の意図するところおよび背景は以下の3点であり、2000年度プロジェクト方式技術協力要請が提出される見込みである。

##### a) アマゾン地域の環境保全

アマゾンに隣接する本地域について環境への圧力を抑制するため、面的拡大を抑えつつ、農業生産性の向上、持続的農業開発のための技術開発が必要。

b) 河川の水運および鉄道の利用

大西洋に近い本地域では水上輸送、鉄道輸送の利便性から輸送コストの低減による輸出競争力の強化が狙える。

c) トカンチンス州の要請

中央のトカンチンス州からの強い働きかけがある。本件に関連し調査団滞在中にも Embrapa 総裁、CPAC 所長がトカンチンス州政府（幹部）を訪問した。

ただし、現在、トカンチンス州には CPAC 支所（研究者数名）があるのみである。

なお、1999 年度に「トカンチンス州持続的農牧業研究センター計画」（実施機関州政府、上記センター設置を予定）への協力要請があがっている。

d) 技術協力の必要性

日本側にとっても北部セラード地域における技術協力の必要性を認識している（提言参照）が、以下の 3 点からプロジェクト方式技術協力の実施が望ましい。

世界の大豆生産のうちブラジルの生産量は 10% を占め、さらにその約半分やセラード地域におけるものである。大豆の大部分を輸入に頼るわが国としては、大豆生産にかかるブラジルへの協力を行う重要性は不変である。

20 年近くに及ぶ協力により、ブラジル側研究者の質は高く、技術移転の効果、効率は高い。

CPAC は Embrapa のなかでも施設・機材の整った、また、研究の充実のみられる研究機関であり、他国ドナーの協力が入ることに対し、警戒する必要がある。

ただし、プロジェクト方式技術協力を組む際、CPAC を巻き込むこと、これまで得られた技術、研究成果の普及を図ることに留意する必要がある。

## 7 - 2 教訓と提言

(1) ブラジル農牧研究公社（Embrapa）は、派遣専門家から移転された技術を用いた研究の推進および CPAC の研究能力のいっそうの強化を図るために、技術および財政の両面で必要な支援を CPAC の研究者および実験室補助者（テクニシャン）に行うこと。

(2) Embrapa は、国内協力を積極的に推進すること——特に州の農業研究・普及機関に技術協力をを行い、本プロジェクトで開発された技術および知見の導入と活用によるセラードの農業生産者の技術ニーズに対応する適正技術の開発、密接な関係の構築、技術情報提供および技術研修を通じた州の農業研究者の育成を図るべきである。

(3) CPACは、セラード農業開発における面的拡大を抑えつつ、一方で農業生産性の向上を図るために、パールミレットや他の作物を伴った輪作栽培体系の開発を通じて、既開発地域での地力回復・向上を可能とする低投入かつ持続可能な環境調和型の農業技術の開発を継続発展すること。

本件協力の成果として、機能性輪作作物としてのパールミレットを組み入れた輪作体系の開発があげられるが、これは低投入持続的農業の確立および開発に資するものである。

現プロジェクトの到達段階はミレットの大豆増収効果の確認と導入パールミレットの増殖・評価の段階であり、圃場における体系化技術の確立をめざして、反復した試験により完成された技術としての信頼性、安定性を高める必要がある。

(4) 日本・ブラジル双方の行ってきた努力を考慮すると、協力期間の延長にかかる強い必要性は認められない。したがって、当初計画どおり、本プロジェクトの協力期間は1999年7月31日で終了する。

なお、プロジェクトにより移転された技術および知識の継続的な開発と普及は、持続的農業研究システムのいっそうの強化およびブラジル、とりわけセラードの社会・経済開発を推進するためには不可欠である。

(5) セラードの農業生産者の営農に資する有用な技術開発を推進するために、CPACは州の農業研究・普及機関との関係強化に取り組むこと。CPACは、州における農業研究を調整し、プロジェクトで開発された技術および知見の提供を通じて必要な技術移転を行う。

CPACは、州の農業研究・普及機関とプロジェクトで開発された技術をもとに、持続的農業生産システムのための応用技術の開発に取り組み、セラードの持続的農業生産システムの確立に貢献すること。

(6) 日本とブラジルの研究者間で構築された人的関係を双方の継続的な努力により強化すること。

(7) 供与機材の技術的な維持管理を保証するメカニズム作りの必要性。

(8) ブラジル・セラードにおける安定的農業生産および農業環境保全の推進のために、JICAの技術協力のさらなる開発の重要性。

(9) バクテリウムによる大豆害虫の生物防除にかかる研究推進のために、個別専門家派遣などの他の技術協力スキームによりCPACの技術ニーズに対応することが適切である。

## 資 料

- 1 ミニッツ・合同評価報告書（英文）
- 2 詳細暫定実施計画（英文）
- 3 日本側およびブラジル側の投入実績表（和文）
- 4 CPAC 敷地内地図
- 5 ブラジル農務省組織図
- 6 Embrapa 本部組織図
- 7 CPAC 組織図
- 8 評価調査結果要約表
- 9 プロジェクト方式技術協力終了時評価調査表
- 10 アンケート調査結果
- 11 研究成果発表会に用いられたポスター（英文）
- 12 プロジェクト紹介パンフレット（英文）





**MINUTES OF UNDERSTANDING  
OF THE JOINT EVALUATION  
ON THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION  
FOR  
THE PROJECT OF SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT  
AND NATURAL RESOURCES CONSERVATION IN CERRADOS  
IN THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL**

With about three months left until the termination of cooperation term of the Project of Sustainable Agricultural Development and Natural Resources Conservation in the Federative Republic of Brazil (hereinafter referred to as "the Project") on July 31 1999, which started on August 1, 1994, as stated in the Record of Discussions, the Japanese Evaluation Team organized by the Japan International Cooperation Agency, headed by Dr. Norio Nakaya, visited Brazil in order to conduct an overall review and evaluation of the performance of the Project. In order to achieve this, a Joint Evaluation Team (hereinafter referred to as "the Team") was formed consisting of the aforementioned Japanese Team and the Brazilian Evaluation Team headed by Dr. Jamil Macedo .

The Team conducted interviews with the Japanese experts and the Brazilian counterparts assigned to the Project, had a series of discussions with the Brazilian authorities concerned, made field surveys and exchanged views among themselves.

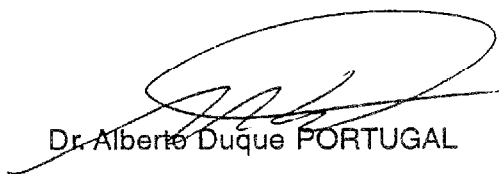
Dr. Alberto Duque PORTUGAL, President of the Brazilian Agricultural Research Corporation, received and agreed the joint evaluation report which is submitted by the Team (attached hereto).

Brasília, April 20, 1999



Dr. Norio NAKAYA

Leader,  
Japanese Evaluation Team,  
Japan International Cooperation Agency,  
Japan



Dr. Alberto Duque PORTUGAL

President,  
Brazilian Agricultural Research Corporation,  
Federative Republic of Brazil

**MINUTES OF UNDERSTANDING  
OF THE JOINT EVALUATION  
ON THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION  
FOR  
THE PROJECT OF SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT  
AND NATURAL RESOURCES CONSERVATION IN CERRADOS  
IN THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL**

With about three months left until the termination of cooperation term of the Project of Sustainable Agricultural Development and Natural Resources Conservation in the Federative Republic of Brazil (hereinafter referred to as "the Project") on July 31 1999, which started on August 1, 1994, as stated in the Record of Discussions (hereinafter referred to as "R/D"), the Japanese Evaluation Team organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), headed by Dr. Norio Nakaya, visited Brazil in order to conduct an overall review and evaluation of the performance of the Project. In order to achieve this, a Joint Evaluation Team (hereinafter referred to as "the Team") was formed consisting of the aforementioned Japanese Team and the Brazilian Evaluation Team headed by Dr. Jamil Macedo.

The Team conducted interviews with the Japanese experts and the Brazilian counterparts assigned to the Project, had a series of discussions with the Brazilian authorities concerned, made field surveys and exchanged views among themselves.

As a result of discussions, the Team agreed upon forwarding to their respective governments the Joint Evaluation Report which is referred to in the document attached hereto.

Brasília, April 19, 1999



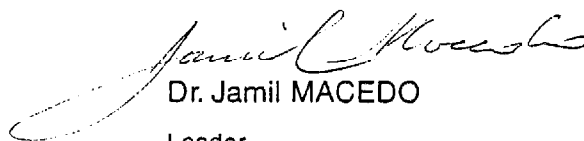
Dr. Norio NAKAYA

Leader,

Japanese Evaluation Team,

Japan International Cooperation Agency,

Japan



Dr. Jamil MACEDO

Leader,

Brazilian Evaluation Team,

Federative Republic of Brazil

JOINT EVALUATION REPORT  
ON THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION  
FOR  
THE PROJECT OF SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT  
AND NATURAL RESOURCES CONSERVATION IN CERRADOS  
IN THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL

1. INTRODUCTION

2. ACTIVITIES OF THE PROJECT

3. MEMBERS OF THE JOINT EVALUATION TEAM

- (1) The Japanese Evaluation Team
- (2) The Brazilian Evaluation Team

4. OBJECTIVE OF THE EVALUATION

5. EVALUATION OF THE PROJECT

5-1. ITEMS OF THE STUDY

5-2. EVALUATION METHODS

5-3. ANALYSIS BASED ON THE EVALUATION CRITERIA

6. RESULTS OF THE STUDY

6-1. ACCOMPLISHMENT IN TERMS OF INPUTS

6-1-1. JAPANESE INPUTS

- (1) Dispatch of Japanese Experts
- (2) Acceptance of Brazilian Counterparts
- (3) Provision of Machinery and Equipment
- (4) Supplementary Fund to cover local costs
- (5) Dispatch of Study Teams

6-1-2. Brazilian INPUTS

- (1) Provision of Land, buildings and facilities
- (2) Allocation of Recurrent Expenses
- (3) Assignment of Counterparts and other personnel
- (4) Supply and Replacement of Machinery and Equipment

## 6-2. Major Achievements by the Project

### 6-2-1. Evaluation of agro-environmental resources

6-2-1-1. Clarifying the distribution of plant species and defining the land use conditions

6-2-1-2. Clarifying the conditions of soil erosion

6-2-1-3. Clarifying the actual conditions of water resources and water quality

### 6-2-2. Soil deterioration

6-2-2-1. Analyzing the primary impediment factors of soil productivity and improving countermeasures

6-2-2-2. Searching for the cause of chemical and biological soil degradation and developing methods for the improvement of the nutrient and water supplying ability

### 6-2-3. Crop protection

6-2-3-1. Studying the conditions underlying the sudden outbreaks of pests and diseases

6-2-3-2. Improving the control technology for soilborne diseases and developing agronomical countermeasures

6-2-3-3. Improving the integrated pest control technology and developing forecasting technology for unforeseen outbreaks of pests

### 6-2-4. Crop production systems

6-2-4-1. Selecting and introducing crops adaptable to the environment

6-2-4-2. Developing the cropping system

## 7. RESULTS OF EVALUATION

### 7-1. EFFECTIVENESS (DEGREE OF GOAL ACHIEVEMENTS)

### 7-2. PROJECT IMPACT

#### 7-2-1. IMPACT

(1) Technical impact

(2) Institutional impact

(3) Economic impact

(4) Environmental impact

#### 7-2-2. EXTENT OF IMPACT

(1) Project level

(2) Sector level

(3) Regional level

(4) Macro level

### 7-3. EFFICIENCY

### 7-4. RELEVANCE

### 7-5. PROSPECTS FOR SUSTAINABILITY

#### 7-5-1. PROSPECTS FOR INSTITUTIONAL SUSTAINABILITY

(1) Implementing agency

(2) Operation and management of the Project

## 7-5-2. PROSPECTS FOR FINANCIAL SUSTAINABILITY

- (1) Prospect for funding of recurrent costs
- (2) Public subsidiary and its stability
- (3) Alternative sources of research funding

## 7-5-3. PROSPECTS FOR PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL SUSTAINABILITY

- (1) Contents of technical transfer and appropriateness of a technical level
- (2) Assignment of counterpart personnel
- (3) Stability of transferred techniques
- (4) Maintenance of equipment and materials
- (5) Development of successors

## 8. CONCLUSIONS

### 8-1. SUMMARY OF FINDINGS AND OBSERVATIONS

- (1) Degree of goal achievement
- (2) Impact
- (3) Efficiency
- (4) Relevance
- (5) Prospect of sustainability
- (6) Summary of technical cooperation between Japan and Brazil on Cerrados

## 9. RECOMMENDATIONS

### ANNEX

- ANNEX 1. List of Japanese experts dispatched
- ANNEX 2. List of Counterparts accepted for the technical training in Japan
- ANNEX 3. List of major machinery and equipment provided
- ANNEX 4. List of supplementary funds to cover local costs
- ANNEX 5. List of budgetary allocation by the Brazilian side
- ANNEX 6. List of Brazilian Counterparts Assigned
- ANNEX 7. Performance Matrix of the Project

## 1. INTRODUCTION

The Cerrados in Brazil covers an area of 204 million hectares and amounts to about 24% of its territory. As it has been considered that 127 million hectares of land (62% of Cerrados ) have great potential for agricultural production, the Government of Federative Republic of Brazil has been carrying out various development plans, and agricultural research and extension activities aiming at increasing the grain production in Cerrados.

The Government of Japan has been cooperating with the Government of the Federative Republic of Brazil for the purpose of promoting agricultural development, particularly agricultural development in Cerrados. The Japan-Brazil Agricultural Research Cooperation Project was implemented from September 1977 to September 1985 and the second phase was carried out from August 1987 to August 1992.

Because of the agricultural progress in Cerrados, with the expansion of the agricultural area with crops as rice, soybeans, corn, wheat, beans, etc., the agricultural production rapidly increased. In the Cerrados, 10 million hectares, the equivalent to 5% of the total area of Cerrados and 35% of the total cultivated area in Brazil, is being used for grain production, and accounts for 28% of the domestic production of grain. The current area being used as pastures amounts to 35 million hectares, which is equivalent to 17% of the total area of Cerrados, and accounts for 40% of the domestic production of beef. On the other hand, due to lack of consideration regarding the negative effects on the environment caused by the rapid agricultural development, some existing agricultural land has been badly affected from the viewpoint of plant and animal ecosystems, soil environment, etc.

The above-mentioned circumstances led, the Government of the Federative Republic of Brazil to request a technical cooperation program from the Government of Japan in 1992, to improve the sustainable agricultural technology which takes the environmental conservation into account.

In response to this request, the Government of Japan through JICA dispatched the Preliminary Study Team from July 17th to July 31st, 1993 for the purpose of confirming the contents of the proposal submitted by the Government of the Federative Republic of Brazil concerning the Project for Sustainable Agricultural Development and Natural Resources Conservation in Cerrados, examining the possibility of its implementation from a technical viewpoint, and scrutinizing its justification according to the Project-type Technical Cooperation Scheme, so as to grasp the background of the above-mentioned Project.

The Long-term Study Team was dispatched by JICA from November 27th to December 20th, 1993 for the purpose of studying the contents of the Project and formulating a tentative framework.

Based on the above-mentioned studies, JICA dispatched the Implementation Study Team from April 9th to April 23rd, 1994 for the purpose of working out the details of the technical cooperation program concerning the Project for Sustainable Agricultural Development and Natural Resources Conservation in Cerrados (hereinafter referred to as "the Project"), and signed the Record of Discussions (hereinafter referred to as "R/D") for the Project on April 19th, 1994, in order to commence a five year technical cooperation

starting August 1st, 1994.

In the course of the Project, JICA dispatched the Consultation Study Team for the purpose of formulating the detailed Tentative Schedule of Implementation.

## 2. ACTIVITIES OF THE PROJECT

In accordance with R/D and Tentative Schedule of Implementation (hereinafter referred to as "TSI") signed on April 19th, 1994, the following activities are being implemented.

- (1) Evaluation of agro-environmental resources
  - 1) Clarifying the distribution of plant species and defining the land use conditions
  - 2) Clarifying the conditions of soil erosion
  - 3) Clarifying the actual conditions of water resources and water quality
- (2) Soil deterioration
  - 1) Analyzing the primary impediment factors of soil productivity and improving countermeasures
  - 2) Searching for the cause of chemical and biological soil degradation and developing methods for the improvement of the nutrient and water supplying ability
- (3) Crop protection
  - 1) Studying the conditions underlying the sudden outbreaks of pests and diseases
  - 2) Improving the control technology for soilborne diseases and developing agronomical countermeasures
  - 3) Improving the integrated pest control technology and developing forecasting technology for unforeseen outbreaks of pests
- (4) Crop production systems
  - 1) Selecting and introducing crops adaptable to the environment
  - 2) Developing the cropping system

## 3. MEMBERS OF THE JOINT EVALUATION TEAM

### 3-1. The Japanese Evaluation Team

- (1) Dr. Norio Nakaya : Team Leader / Soil Fertility  
Research Coordinator General, National Agriculture Research Center, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
- (2) Dr. Yoshiaki Watanabe : Cropping System  
Chief of Cropping System Laboratory, Department of Upland Farming, Tohoku National Agricultural Experiment Station, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
- (3) Dr. Shigeo Naito : Plant Protection  
Chief of Plant Pathology Laboratory, Department of Agro-Environment

*N.*

*[Signature]*

Sciences, Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

- (4) Mr. Hideyuki Takuma : Effect on Cooperation  
Senior Technical Officer, Technical Cooperation Division, International Affairs Department, Economic Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
- (5) Mr. Kenji Kaneko : Plan Evaluation  
Deputy Director, Agricultural Technical Cooperation Division, Agricultural Development Cooperation Department, JICA
- (6) Dr. Yasutaka Uchiyama : Evaluation Analysis  
Staff, International Development Associates Ltd.

### 3-2. The Brazilian Evaluation Team

- (1) Dr. Jamil Macedo : Team Leader  
Secretariat for International Cooperation, Embrapa Headquarters
- (2) Dr. Wenceslau J. Goedert : Soil Fertility  
Professor, Faculty of Agronomy, University of Brasilia
- (3) Dr. Ricardo Vilela de Sousa : Cropping System  
General Coordinator of Soil and Water Coordination, Department of Agricultural Production Supervision and Fomentation, Secretariat of Rural Development, Ministry of Agriculture and Supplying
- (4) Dr. Álvaro Luiz Orioli : Soil Management / Environmental Monitoring  
Technical Manager, Companhia de Promoção Agrícola (CAMPO)
- (5) Dr. José Manuel Cabral de Sousa Dias : Plant Protection  
Chief of Communication and Business, Embrapa Genetic Resource and Biotechnology
- (6) Dr. Euclides Kornelius : Cropping System  
Embrapa Headquarters, Department of Research and Development
- (7) Ms. Mariana Tavares Santos : Effect on Cooperation / Plan Evaluation / Evaluation Analysis  
International Technical Cooperation Assistant, Brazilian Cooperation Agency, Ministry of External Relations





- (8) Mr. Roberto Fabeni Ricardo Junior : Effect on Cooperation / Plan Evaluation / Evaluation Analysis  
International Technical Cooperation Assistant,  
Brazilian Cooperation Agency,  
Ministry of External Relations

#### 4. OBJECTIVES OF THE EVALUATION

(1) To make a comprehensive and objective evaluation of the Project achievements with regard to the contents of R/D, TSI and other official agreements concerned. The cooperation term which is the subject of the evaluation is five (5) years from August 1st, 1994 to July 31st, 1999 (including the scheduled activities and outputs)

(2) To make recommendations and suggestions to the authorities of both Governments concerned with the activities after the termination of the cooperation term of the Project.

#### 5. EVALUATION OF THE PROJECT

##### 5-1. ITEMS OF THE STUDY

The Team conducted an evaluation study with regard to the following items based on R/D and TSI:

- (1) Project inputs
  - 1) Japanese Inputs
    - a) Dispatch of Japanese experts
    - b) Acceptance of Brazilian Counterparts for the technical training in Japan
    - c) Provision of Machinery and Equipment
    - d) Dispatch of Study Teams
    - e) Supplementary funds to cover local costs
    - f) Other
  - 2) Brazilian inputs
    - a) Assignment of Counterpart Personnel and Administrative personnel
    - b) Allocation of Recurrent Expenses
    - c) Provision of Land, Buildings and other necessary facilities
    - d) Supply and Replacement of Machinery and Equipment
    - e) Other
- (2) Project activities and accomplishments
- (3) Impact of the Project
- (4) Management of the Project
- (5) Future plans after the termination of the cooperation term

##### 5-2. EVALUATION METHODS

- (1) The study was conducted by the Joint Evaluation Team which was composed of the Japanese Evaluation Team and the Brazilian Evaluation Team.

- (2) The accomplishment of the activities of the Project was mainly evaluated according to the progress of TSI, making the Performance Matrix of the Project (ANNEX7), because neither a clear index of the accomplishment nor expected outputs of the activities had been expressed in the R/D.
- (3) The evaluation was carried out mainly by means of presentations, interviews and discussions with the concerned personnel and visits to the study sites.

### 5-3. ANALYSIS BASED ON THE EVALUATION CRITERIA

The Team analyzed the performance of the Project using the following five criteria.

#### (1) Effectiveness

Effectiveness of the Project implementation was assessed by analyzing the Project achievements.

#### (2) Efficiency

Efficiency of the Project implementation was analyzed focusing on quality, quantity, timing, utilization of inputs, overall management of Project activities and other external factors which affected the implementation.

#### (3) Impact

Project Impact was identified focusing mainly on positive and negative indirect impact which is related to the Overall Goal of the Project realized as of the final evaluation of the Project.

#### (4) Relevance

The validity of the Project purpose was judged according to the development policy of the Federative Republic of Brazil, the agricultural research policy of the Brazilian Agricultural Research Corporation (hereinafter referred to as "Embrapa"), the research program of the Cerrados Agricultural Research Center (hereinafter referred to as "CPAC") and needs of the beneficiaries.

#### (5) Sustainability

Sustainability of the Project was forecasted by examining such factors as utilization of the Project inputs and qualified Brazilian counterparts, management capacity and resources available for CPAC, etc.

## 6. RESULTS OF STUDY

### 6-1. ACCOMPLISHMENTS IN ITEMS OF INPUTS

#### 6-1-1. JAPANESE INPUTS

##### (1) Dispatch of Japanese Experts

A total of ten (10) long-term experts have been dispatched in accordance with the

*N.*

*mi*

R/D and the TSI. They include team leader, liaison officer and experts in the fields of soil and fertilizer, crop protection, crop production systems which are as stated in the R/D.

Twenty (20) short-term experts have been dispatched.

Details are shown in ANNEX 1.

(2) Acceptance of Counterpart Personnel for Technical Training in Japan

The technical training of Brazilian counterparts in Japan started in the Japanese fiscal year 1994. Since then, a total of twenty-one (21) counterparts were accepted by JICA to provide the technical training in Japan in order to upgrade their technical skills. Two counterparts are planned to get technical training in Japan in June, 1999. All the training programs have been efficiently conducted in cooperation with the Tsukuba International Centre of JICA and related research institutions of MAFF. More detailed information is given in ANNEX 2.

(3) Provision of Machinery and Equipment

Machinery and equipment shown in ANNEX 3 were provided by the Japanese side in order to carry out the Project activities. All machinery and equipment provided have no doubt contributed to the Project activities.

(4) Supplementary Funds to cover local costs

The Japanese side provided a part of the project management cost in order to implement the Project activities in a timely manner.

Supplementary expenditure made by the Japanese side is shown in ANNEX 4.

(5) Dispatch of Study Teams

1) Preliminary Study Team

The Preliminary Study Team was dispatched from July 17th to July 30th, 1993 in order to clarify the background of the request, identify problems for the implementation of the Project, and study the feasibility of the proposed technical cooperation program.

2) Long-term Study Team

The long-term Study Team was dispatched from November 27th to December 20th 1993 for the purpose of confirming the basic framework and preconditions indicated by the Preliminary Study Team, and jointly formulate with the Brazilian side a tentative master plan of the proposed project.

3) Implementation Study Team

The Implementation Study Team was dispatched from April 10th to April 19th, 1994 in order to finalize the master plan and the TSI of the Project.

The R/D and the TSI were then signed on April 19th, 1994.

4) Consultation Study Team

The Consultation Study Team was dispatched from May 26th to June 9th, 1995 in order to formulate the detailed TSI as well as discussing the major issues related

to the Project.

#### 5) Advisory Team

The Advisory Team was dispatched from April 6th to April 21st, 1997 in order to conduct an overall review and an interim evaluation on the performance of the Project and provide advice for smooth implementation of the Project.

### 6-1-2. BRAZILIAN INPUTS

#### (1) Provision of Land, Buildings and other necessary facilities

The Brazilian side provided land, building and facilities necessary for the implementation of the Project. All the facilities of the project sites have been very effectively utilized for the Project.

#### (2) Allocation of Recurrent Expenses

The Brazilian side allocated approximately 1,200 thousand dollars of local running costs as wages for secretary, technical personnel, drivers, field management laborers, traveling fees, telephone, fax, fuel, mailing, electricity, transportation and installation of equipment, etc. from the commencement of the Project, up to the present. The recurrent expenses by the Brazilian side were allocated as shown in ANNEX 5.

#### (3) Assignment of counterparts and other personnel

A total of thirty (30) Brazilian counterpart personnel and a principal counterpart of the group of counterparts for each activity have been assigned to the Project as shown in ANNEX 6.

#### (4) Supply and Replacement of Machinery and Equipment

All the machinery and equipment provided by JICA during the technical cooperation term have been used effectively and efficiently for the Project activities stated in the master plan of R/D. The Brazilian side has been maintaining those machinery and equipment properly, thus those equipment are in good conditions up to the present. The current conditions of those machinery and equipment are shown in ANNEX 3.

### 6-2. PROJECT ACTIVITIES AND ACCOMPLISHMENT

#### 6-2. Major Achievements by the Project

##### 6-2-1. Evaluation of agro-environmental resources

##### 6-2-1-1. Clarifying the distribution of plant species and defining the land use conditions

Natural vegetation types could be discriminated and mapped by using LANDSAT-TM images in an area of approximately 40,000 hectares. The history of land use in the last 30 years in a watershed was successfully performed through analysis of satellite images. The comparison with land suitability map allowed to clarify the adequacy of land use.

#### 6-2-1-2. Clarifying the conditions of soil erosion

Soil erosion in cultivated land in Cerrados, where erosion is caused by heavy rain in rainy season, could be precisely estimated by using optical land level.

#### 6-2-1-3. Clarifying the actual conditions of water resources and water quality

The alkalinity and Electronic Conductivity (EC) are very important to Cerrados area. Considering only EC as a measure of salinity, there is no restriction to use water for irrigation from Federal District (DF). Nitrogen and Phosphorus in the irrigation water are not restrictive, because of their low concentration in DF waters. It is concluded that surface and ground water quality is suitable for irrigation in DF.

#### 6-2-2. Soil deterioration

##### 6-2-2-1. Analyzing the primary impediment factors of soil productivity and improving countermeasures

No-tillage system combined with a cover crop has shown pronounced effects to prevent soil degradation.

The efficient destruction of compacted layer in the soil has been accomplished by tillage using vibro-subsoiler. Destruction of compacted soil layer promoted elongation of plant roots.

##### 6-2-2-2. Searching for the cause of chemical and biological soil degradation and developing methods for the improvement of the nutrient and water supplying ability

Application of slag in soils for cultivation of maize and soybean showed positive effects on their growth. The yield of maize and soybean increased by introducing crops which contribute as green manure. Soil chemical properties were improved by increasing organic matter. The characteristics and mineralization of nitrogen in green manure was clarified.

The results obtained from the survey on the biological activities in Cerrados soil showed that the virgin soil has higher density of mesofauna, compared to cultivated and pasture soils. The highest habitat density, however, was observed in the soybean field which was enriched in soil organic matter.

#### 6-2-3. Crop protection

##### 6-2-3-1. Studying the conditions underlying the sudden outbreaks of pests and diseases

The following research activities were carried out by the Brazilian counterparts:

- 1) Bean pod mottle virus - transmission by seeds
- 2) Taxonomy of fungi, mainly *Colletotrichum* and *Fusarium* based on molecular biology methods
- 3) Epidemiology of rust in Pearl Millet
- 4) Epidemiology of bean golden mosaic virus

*al.*

*1-1-1-1*

6-2-3-2. Improving the control technology for soilborne diseases and developing agronomical countermeasures

Biological studies on soybean stem canker caused by *Phomopsis phaseoli* f. sp. *meridionalis* indicated that the highest virulence of isolates was obtained by inoculation test with 6-day old culture, inducing a large-sized lesion, though the virulence was different among isolates obtained from different districts of the country. The disease was controlled using resistant varieties assessed and selected by a toothpick inoculation method.

In addition, soilborne diseases of soybean and bean seedlings and their causal fungi were determined in irrigated areas of Cerrados, suggesting inoculum densities may increase in fields with a short-term rotation.

6-2-3-3. Improving the integrated pest control technology and developing forecasting technology for unforeseen outbreaks of pests

a) Biological nematode control

*Pasteuria nishizawae*, only effective natural enemy against soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*, was introduced into a potted experiment. The study focusing on propagation method for the parasitic bacteria indicated that high population density was obtained with the diseased nematode inoculated to the host plants in which was dipped into the bacterial suspension previously prepared by air drying at room temperature for more than 7 days.

b) Biological control of soybean pest by Baculovirus

Large scale rearing of soybean insect, *Anticarsia gemmatilis*, for the mass production of the insect nucleopolyhedrosis virus was established using the following procedure.

- 1) Improvement of rearing technology of *Anticarsia*
- 2) Improvement of high quality of artificial diet
- 3) Mass production of living virus insecticide that utilized the virus infected *Anticarsia* larvae.

c) Pests and natural enemies of tropical fruit *Annona muricata* (CPAC's research project)

Pest

- 1) In trunk : Coleopterous *Cratosomus bombina*, *Euripapes pennatus*
- 2) In base of trunk : Coleopterous *Heilipus catagraphus*
- 3) In fruit : Lepidopterous *Cerconata anonella*  
Unidentified beetle
- 4) In growing seed of the fruit : Hymenopterous *Bephralloides pomorum*

Natural enemy

- 1) Parasite of larva : Hymenopterous *Apanteles* sp., *Xiphosomella* sp.
- 2) Parasite of pupa : Hymenopterous *Brachimeria annulata* and *Trichospilus diatraeae*

#### 6-2-4. Crop production systems

##### 6-2-4-1. Selecting and introducing crops adaptable to the environment

Recycling technology of soil-fixed phosphate by using rotation or green manure crops was introduced and high phosphate dissolving ability was found in grasses, *Brachiaria* spp., *Stylosanthes* spp., and *Panicum* spp., adapted to the Cerrados environment.

##### 6-2-4-2. Developing the cropping system

Pearl millet as an optional crop to precede soybean cultivation was experimentally proved to be effective in increasing sustainable production. The benefits are caused by the decrease of soil compactness after pearl millet cultivation and by the supply of organic matter from pearl millet.

For selection of pearl millet as the optional crop, which is more adaptable to Cerrados, about 120 genotypes were introduced from ICRISAT in India. More than half of the genotypes were evaluated and six genotypes were selected as promising varieties comparing with the local varieties. Through the evaluation experiments, the method of selection was established. The genotypes not evaluated up to now, should be evaluated to select the best ones for the Cerrados by CPAC's researchers.

## 7. RESULTS OF EVALUATION

### 7-1. EFFECTIVENESS (DEGREE OF GOAL ACHIEVEMENTS)

The Project activities are being conducted under the close collaboration between the Japanese experts and the Brazilian counterparts, and almost all the Project activities have been carried out completely. By the end of the cooperation term on July 31st, 1999, the Project is expected to obtain still more accomplishments, as there are still some activities remaining to be completed. Besides, It is expected that the Brazilian side will continue relevant research activities in order to further develop the technology and knowledge obtained through the Project.

As a result of the implementation of the Project, the outputs of the Project set up in the Master Plan of the R/D will be nearly achieved at the end of the cooperation term.

Furthermore, for the purpose of developing useful technology and knowledge essential to the sustainable agricultural development in Cerrados, the Project activities are being implemented smoothly through the joint research of the Japanese experts and the CPAC's researchers.

As a result of the smooth and effective technology transfer to the Brazilian counterparts, and of the joint research activities between the Japanese experts and the Brazilian counterparts, most of the project objectives specified in the Master Plan of the R/D were achieved through the Japanese and Brazilian inputs. From the above-mentioned facts, it is concluded that the institutional capability of developing sustainable agricultural technology at CPAC has improved considerably.

It can be judged that the CPAC's research capacity for the development of the

W.

R

sustainable agricultural technology in Cerrados has been strengthened through the implementation of the Project.

## 7-2. PROJECT IMPACT

### 7-2-1. IMPACT

#### (1) Technical impact

The aim of the agricultural development in Cerrados, a region characterized by acid and poor soils located in the Brazilian Central highlands, is to change the region into one of the largest farming areas of the world, making it capable of contributing significantly to the world food supply. This plan has been making progress steadily in terms of the scale of the development and agricultural productivity. Cerrados is rich in natural conditions such as rainfall, the lay of the land, and temperature; at present the greatest factor supporting the agricultural development in Cerrados is the improvement of the agricultural production technology. The Project has been providing innovative technology for sustainable agricultural development through the following activities: 1) grasping of current conditions on ecology and land use in extensive territory introducing remote sensing technology; 2) changing from traditional land use of Cerrados to a sustainable land use considering the conservation of natural resources; 3) biological control methods for diseases and pests of soybeans; and 4) soil conservation through the introduction of functional rotation crops.

#### (2) Institutional impact

In the Brazilian constitution the conservation of the natural environment is emphasized and concrete regulations are laid down. The Amazon region located next to Cerrados, the Pantanal in Mato Grosso, the Atlantic forest, and coastline are conserved as national patrimony. Concerning the emphasis of the natural resources conservation and environmental preservation stated in the Brazilian constitution, the Project has played a leading role.

The technological information which contributes to further technological development has been accumulated during the cooperation term. In addition, as for the development of the applied sustainable agricultural technology useful for the farmers in Cerrados, the importance of active participation of the state agricultural research and extension institutions and farmers has been recognized by the Team. Also the cooperative relationship among these institutions was pointed out on several occasions by the Team. Recognition of the importance of the domestic cooperation has been deepened among the persons concerned with the Project activities. CPAC should strengthen the partnership between the state's agricultural research and extension institutions, the private companies and the higher educational institutions engaged in the agricultural research in Cerrados through the existing umbrella cooperation scheme of CPAC.

*W.*

*W.*



### (3) Economic impact

The soybean production in Brazil began in southern Brazil where the soybean export system and the soybean cultivation techniques have been improving. At this time, Cerrados has not yet been developed. The agricultural development focused on soybean production in Cerrados started in 1970. Since then the region changes to a large agricultural area having seen improvements in income and modernization.

At present, the agricultural frontier has been moving to northern Brazil. With the expansion of agricultural development to northern Cerrados, social infrastructure such as railways, roads, and channels have been improved. The soybean production in Cerrados accounts for about 10 percent of soybean production in the world. Brazil exports most of the soybean produced in Cerrados, and the soybean production plays an important role for acquiring foreign currency. Also the establishment of an efficient transportation system to the ports on the Atlantic Ocean is expected to contribute to improve the competitiveness and socio-economic conditions of northern Cerrados.

The Project is generating useful technologies and knowledge concerning sustainable agriculture capable of contributing to stable agricultural production in Cerrados. Further, the Project is promoting a continuous increase of agricultural production, the decrease of the agricultural inputs such as fertilizers and chemicals, and the conservation of the agricultural environment. The agricultural production in Cerrados is contributing to the stable food supply of the world, as well as to the Brazilian economy.

### (4) Social and cultural impact

It is feared that the traditional agricultural methods fitted into the natural ecosystem and the environmental resources may be eliminated and the environmental resources may be lost by the agricultural development in Cerrados. The Brazilian authorities concerned place particular stress in the right of "indigenous peoples," and the Brazilian constitution prescribes that the preservation of the culture, tradition, land and resources of indigenous peoples are protected. Therefore, the development in Cerrados should be implemented based on the harmony with the land and the succession of the traditional culture on "the indigenous peoples." In northern Cerrados many preserved areas of indigenous peoples are set up. To change the environment through agricultural development is unavoidable, and the trespass on the preserved area has caused serious conflicts between "the indigenous peoples" and the new settlers. The farmers have been deepening their understanding of the natural environmental issues and taking necessary measures toward conservation. However, the scale is still too small. The Project outcomes aimed at agro-environmental conservation and the development of the sustainable agricultural technology capable of preventing an excessive clearing of Cerrados, are expected to apply for the traditional agricultural methods established in the natural ecosystem of Brazil. In that sense, it goes without saying that the Project has been contributing to protect the environment of Cerrados and to secure the succession of the family scale agriculture and the culture of "the indigenous peoples."

*W.*

*71*

#### (5) Environmental impact

The Brazilian Cerrados covers an area of 204 million hectares and amounts for a quarter of Brazil. There are many plants and animals indigenous to Cerrados. The agricultural frontier in Cerrados has been advancing to northern Brazil; and Cerrados native vegetation is being replaced rapidly by agriculture, having soybeans as its main crop. The soil degradation caused by the rapid agricultural development is a serious threat to the stable grain production in Cerrados. In addition, the environmental problems in Cerrados such as the rapid decomposition of organic matter, the biological change of living organisms and the death of pests natural enemies due to monoculture, the pollution of water resources by chemicals and the depletion of water by irrigated agricultural are becoming more serious. The Project has been tackling the above-mentioned problems squarely.

It is expected that the following impacts will be extended to the Brazilian Cerrados through the dissemination of the Project outputs to the state's agricultural research and extension institutions, universities, public corporations, and farmers.

- The further improvement of agricultural productivity maintaining the environment in Cerrados
- The prevention of environmental pollution through the introduction of biological control methods of pests
- The prevention of the soil erosion and degradation through the introduction of pearl millet as a cover crop

#### 7-2-2. EXTENT OF IMPACT

##### (1) Project level

The Project inputs such as the provision of equipment, technical training of the Brazilian counterparts in Japan, and the technical guidance given by the Japanese long and short-term experts have been contributing to the improvement of the research capabilities through the introduction of the advanced equipment and the upgrading research capabilities of CPAC's researchers. The implementation of the Project has generated low cost and sustainable agricultural technology through various factors such as the introduction of plant genetic resources from abroad, the introduction of entopathogenic microorganisms from Japan, the development of artificial breeding technology of insects to multiply Baculovirus, and the introduction of theory of mineralization of organic matter in Cerrado soil.

The direct beneficiaries of the Project are the Brazilian counterparts. In addition to the direct technical guidance received from the Japanese experts, the Brazilian counterparts deepened their technologies through individual efforts, and are now able to conduct the daily research activities based on their skills. In addition, the ability of CPAC staff has been strengthened. After the termination of the cooperation term, the research activities are expected to be carried out continuously by the Brazilian side, so that the range of the beneficiaries will be expanded.

*α.*

*α.*

## (2) Sector level

CPAC is a research institute responsible for research of agricultural technology and the environmental issues in the entire Cerrados region, as well as the technological dissemination to farmers. CPAC holds "the day of the farm" several times a year to disseminate new technology through the demonstration of the farm of CPAC. Many participants such as farmers, the persons concerned with agricultural cooperatives, researchers of universities, and university students join in "the day of the farm" of CPAC. The Project is aimed at developing the technology taking into the conservation of the agricultural environment which can contribute to the stable grain production in Cerrados, intended to increase the grain productivity minimizing agricultural inputs. The cooperative relationship between CPAC researchers and farmers has been strengthened in the fields of plant protection and preservation of soil erosion. The researchers of CPAC have been carrying out the research activities in cooperation with farmers in Cerrados. The achievements which can apply for actual farming are being disseminated directly to neighboring farmers and the persons concerned.

In the course of the Project implementation, the recognition of the importance of integrating the CPAC staff, and staff members of the state agricultural research and extension institutions has deepened, and the Project could become a model for the research on the sustainable agricultural production system.

## (3) Regional level

The Cerrados has a great potential to change the supply of food in the world. On the other hand, the development which has ignored environmental issues may cause irreparable damage related to the destruction of the environment in Cerrados. CPAC has been warning Brazilian people about this matter through mass communication. In addition, the mass communication attaches great importance to the remarks of CPAC. CPAC considers that the improvement of the productivity is more important than the expansion of cultivated areas, in order to allow Cerrados to develop the sustainable agricultural technology. The persons concerned with the Project are challenging the environmental evaluation issues and informing the Cerrados region of such problems through the mass media.

In addition, the Project suggested the direction, necessity and importance of the quality expansion in Cerrados using sustainable agricultural technology, not the expansion of the area.

CPAC is disseminating technology and knowledge to the other researchers of the related agricultural institutes and farmers through several technology transfer techniques.

In Cerrados, the beneficiaries are the researchers of the other institutions and farmers, while researchers of other related institutions through seminars conducted at CPAC, and neighboring farmers benefit by the effects of the trial demonstration.

In the future, the development of applied technology will be developed in collaboration with the state agricultural research and extension institutions and farmers utilizing the technology and knowledge developed by the Project. It is expected that the sustainable agricultural production system will be completed and widely spread out

*M.*

*nit*

throughout Cerrados, thus contributing to the improvement of the agricultural productivity in Cerrados.

#### (4) Macro level

The Project aimed at developing the environmental preservation and sustainable agricultural technology, provided sustainable agricultural technology for the whole soybean production region of South America such as Paraguay, Argentine and Uruguay, all of which have similar problems in terms of the expansion of soybean production and environmental conservation.

For instance, the control methods using natural enemy to soybean cyst nematode, *Pasteruria nishizawae*, introduced from Japan, and the biological control technology using Baculovirus for soybean pests are sustainable agricultural technologies which can be applied to soybean cultivation regardless of the soil conditions, meteorological conditions or cultivating conditions. In addition, the success of the development of the sustainable agricultural technology in Cerrados is expected to contribute to food availability in the world in the 21st century.

#### 7-3. Efficiency

Both the Japanese and Brazilian inputs have basically been carried out in accordance with the original plan, thus leading to the smooth implementation of the Project. As a result, the Project is being carried out efficiently within the cooperation term. With regard to the dispatch of the Japanese experts, a long-term expert in the field of crop production system was delayed due to recruitment difficulty. Although the duration of the short-term experts was so short, the initial Project objectives are expected to be attained fully based on the Brazilian counterpart's efforts. In addition, the Japanese side provided the supplementary funds to cover local costs such as Local Running Costs, Cost for Special Countermeasure Seminars, Cost for Technical Exchange in a timely manner, in order to strengthen the effectiveness of the Project during the cooperation term.

On the other hand, CPAC made utmost efforts to develop the sustainable technology and absorb the outcomes of the Project efficiently assigning a sufficient number of well trained personnel as the counterparts of Japanese experts.

Through the past technical cooperation, CPAC's research and dissemination capabilities are being enhanced, and CPAC is expected to promote the domestic cooperation using the advanced technology and knowledge in order to disseminate the technology and knowledge obtained through the JICA's technical cooperation.

#### 7-4. Relevance

Embrapa as the agricultural research organization in the federal level of Brazil formulated the agricultural research policy (93-97) in 1993. The improvement of the quality of the environment and the technological development on Agro-industry are shown as higher priority issues in the above-mentioned policy; the development, application and dissemination of sustainable agricultural technology is pointed out as one of the main purposes. Reflecting the above-mentioned purpose, the research

N.

2/1/97

subjects of CPAC has been modified from "technological development for agricultural production in Cerrados" to "technological development for a sustainable agriculture in the Cerrados conserving natural resources."

The present Brazilian government promotes the agricultural development in accordance with the above-mentioned agricultural basic policy, therefore, the Project objectives matched the future agricultural and conservation policies.

#### 7-5. Prospects for Sustainability

##### 7-5-1. PROSPECTS FOR INSTITUTIONAL SUSTAINABILITY

###### (1) Implementing agency

CPAC was established as one of Embrapa's research institutes which is responsible for the agricultural research in Cerrados. CPAC has 430 staff members including researchers, technicians and support staff. All the researchers and technicians have been carrying out a high level agricultural research connected with the agriculture in Cerrados and generating considerable results which contribute to agricultural development of Cerrados. There haven't been any significant negative factors obstructing the research activities.

###### (2) Operation and management of the Project

For the smoother implementation of the Project, the President of Embrapa was assigned as Project Director, the General Director of CPAC was assigned as Project Manager. Also the technical director and the support director of CPAC have been assisting the management of the Project. After completing the cooperation term, there will be the possibility the personnel changes due to the retirement of researchers of advanced age, but CPAC will not be abolished considering its important role in Cerrados.

##### 7-5-2. PROSPECTS FOR FINANCIAL SUSTAINABILITY

###### (1) Prospect for funding of recurrent costs

The necessary recurrent expenses for the implementation of the Project are being disbursed without any difficulties; however CPAC has been making an effort to cut down the recurrent expenses under the severe economic conditions. In particular the budget for replacement of existing research equipment and agricultural machinery is insufficient for securing the sustainability of the Project. Therefore, it can be judged that it will be crucial for CPAC to allocate a large budget in order to maintain and improve the research facilities, and to meet the current conditions of development of science technology research.

###### (2) Public subsidiary and its stability

Embrapa is one of the public corporations of the government of Brazil, and most of Embrapa's budget is dependent on its subsidy from the federal government. More than ninety percent of the total budget of CPAC depends on the federal government: and the income from the sales of self-produced seeds, seedlings and milk is relatively small. In addition, there is anxiety about the future due to deficit finances of the federal budget. It is

*W.*



expected that the Brazilian federal government will provide the necessary budget to ensure the sustainability of the Project.

(3) Alternative sources of research funding

Embrapa is the Brazilian agricultural research organization aimed at the development of the agricultural technology, the improvement of the agricultural productivity, and research related to the conservation of natural resources.

CPAC is responsible for the agricultural research activities in Cerrados as one of Embrapa's research institutes in accordance with the above-mentioned objective. Therefore, it will be difficult for CPAC to collect the revenue except for the sales of seeds and agricultural processed goods.

### 7-5-3. PROSPECTS FOR PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL SUSTAINABILITY

(1) Contents of technical transfer and appropriateness of a technical level

Advanced technology was transferred to the Brazilian counterpart personnel, and much sophisticated equipment were provided for CPAC through the implementation of the Project. It can be judged that the contents of the technical transfer were appropriate taking into consideration the relative high research level of CPAC.

(2) Assignment of counterpart personnel

Thirty (30) counterparts among about one hundred researchers were assigned to long- and short-term Japanese experts in order to implement the Project activities successfully. Details are shown in ANNEX 6. There have been a few personnel changes including laboratory technicians.

(3) Stability of transferred techniques

It can be judged that basically all the transferred techniques have been introduced and utilized effectively for the research activities of CPAC. However, there are some research subjects which needs further research by the Brazilian side.

(4) Maintenance of equipment and materials

The machinery and equipment provided by JICA are being used effectively and managed well. The further progress of the Project activities are expected to attain the overall goal of the Project fully.

(5) Development of successors

Most of the CPAC staff were hired in 1975 when CPAC was established; thus many of the CPAC staff are of advancing age, and many will retire soon within a short span of time. Therefore there is a problem in terms of developing successors. Furthermore, new staff were hired only twice during the past ten years. Thus, there is a strong possibility that the number of researchers will decrease unless CPAC can fill these vacancies.

*N.*

*[Handwritten signature]*