

タイ国

ともろこし品質向上計画

評価調査報告書

平成3年9月

国際協力事業団

タイ 国
とうもろこし品質向上計画
評価調査報告書

平成 3 年 9 月

国際協力事業団

国際協力事業団

23249

序 文

タイとうもろこし品質向上計画は1986年12月15日に署名された討議議事録（R/D）に基づき、バンケンとプラプタパートにおいて、研究技術の強化と適性技術の発展を通じ、とうもろこしのアフラトキシン汚染を防止することにより、その品質向上に寄与することを目的として、1986年12月15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5ヶ月後に控え、国際協力事業団は平成3年7月14日から7月26日までの13日間、真鍋 勝・農林水産省・食品総合研究所応用微生物部長を団長とする評価調査団を派遣し、タイ側評価チームと合同でこれまでの活動実績等について総合的な評価を行うとともに、今後の対応策等についての協議を行ないました。

これらの評価結果は日本・タイ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まとめられ、署名の上、両国の関係機関に提出されました。

本報告書は調査および協議の結果をとりまとめたものであり、今後広く関係者に活用され、本プロジェクトならびに関連する国際協力の推進に寄与することを願うものです。

最後に、本調査の実施に当たり、ご協力頂いたタイ国政府関係機関および我が国関係各位に対し厚く御礼申し上げますとともに、本プロジェクトに対するなお一層のご支援をお願いする次第であります。

平成3年9月

国際協力事業団

理事 田口 俊郎

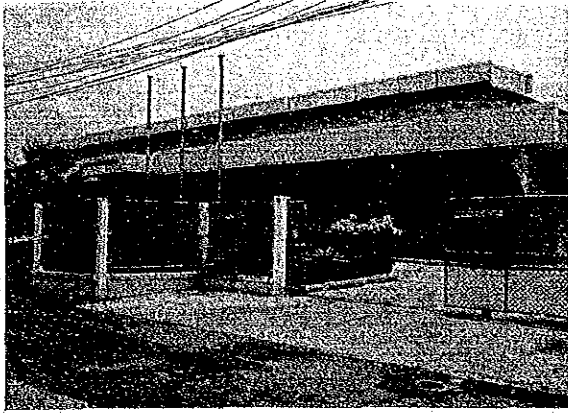


写真-1 とうもろこし品質向上研究センター



写真-2 農業省タノンチット農業局長
表敬訪問

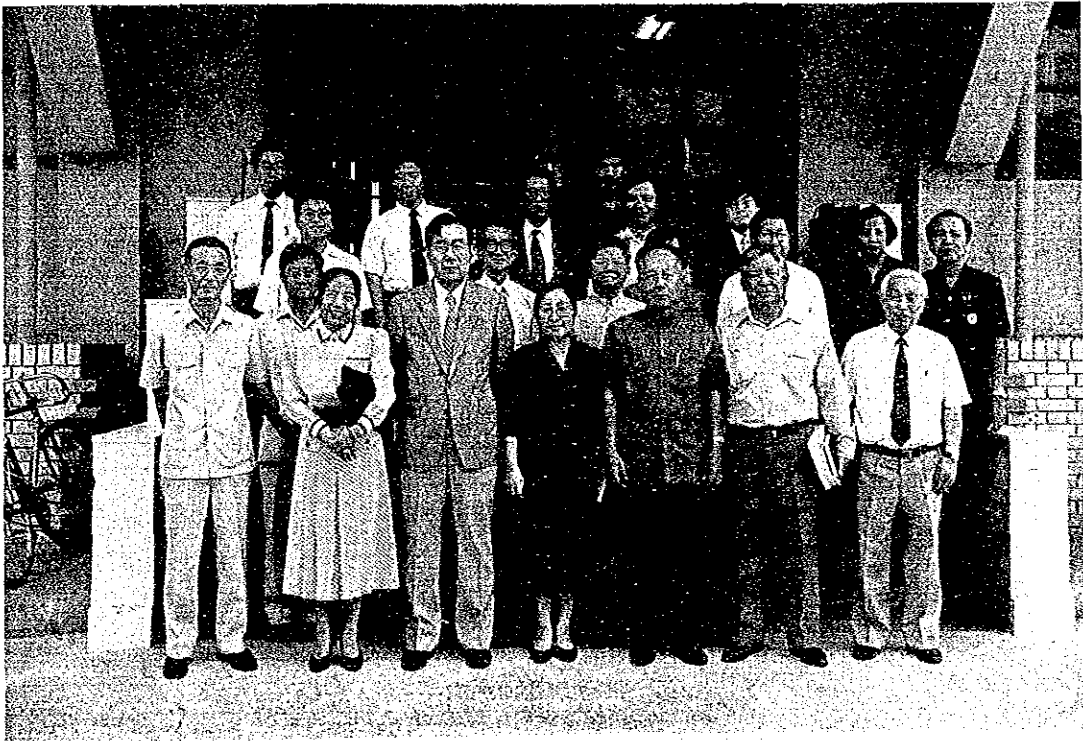


写真-3 プロジェクト専門家、カウンターパートおよび合同評価調査団



写真-4 合同評価（微生物分野研究室見学）



写真-5 乾燥調製分野実験用保管庫
(パンケン)

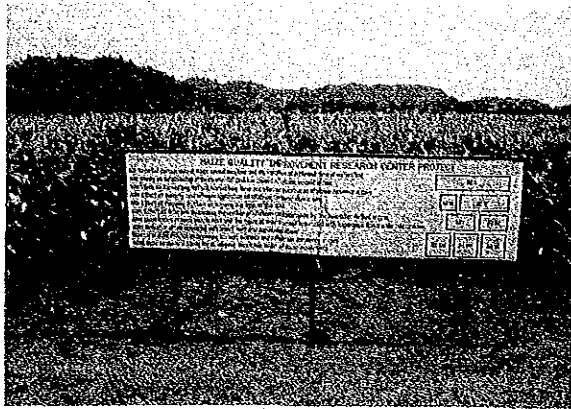


写真-6 プラプタバートの栽培圃場



写真-7 栽培圃場における合同評価調査

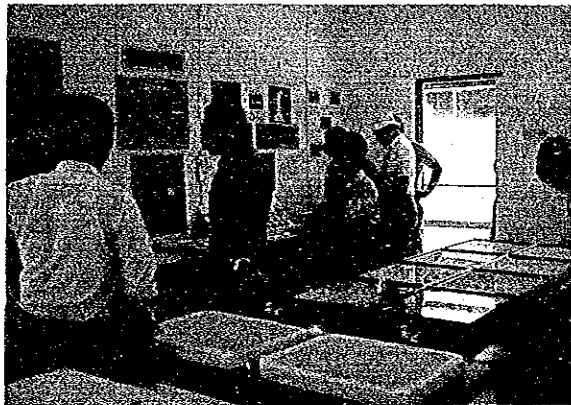


写真-8 プラプタバート作物研究所
合同評価調査



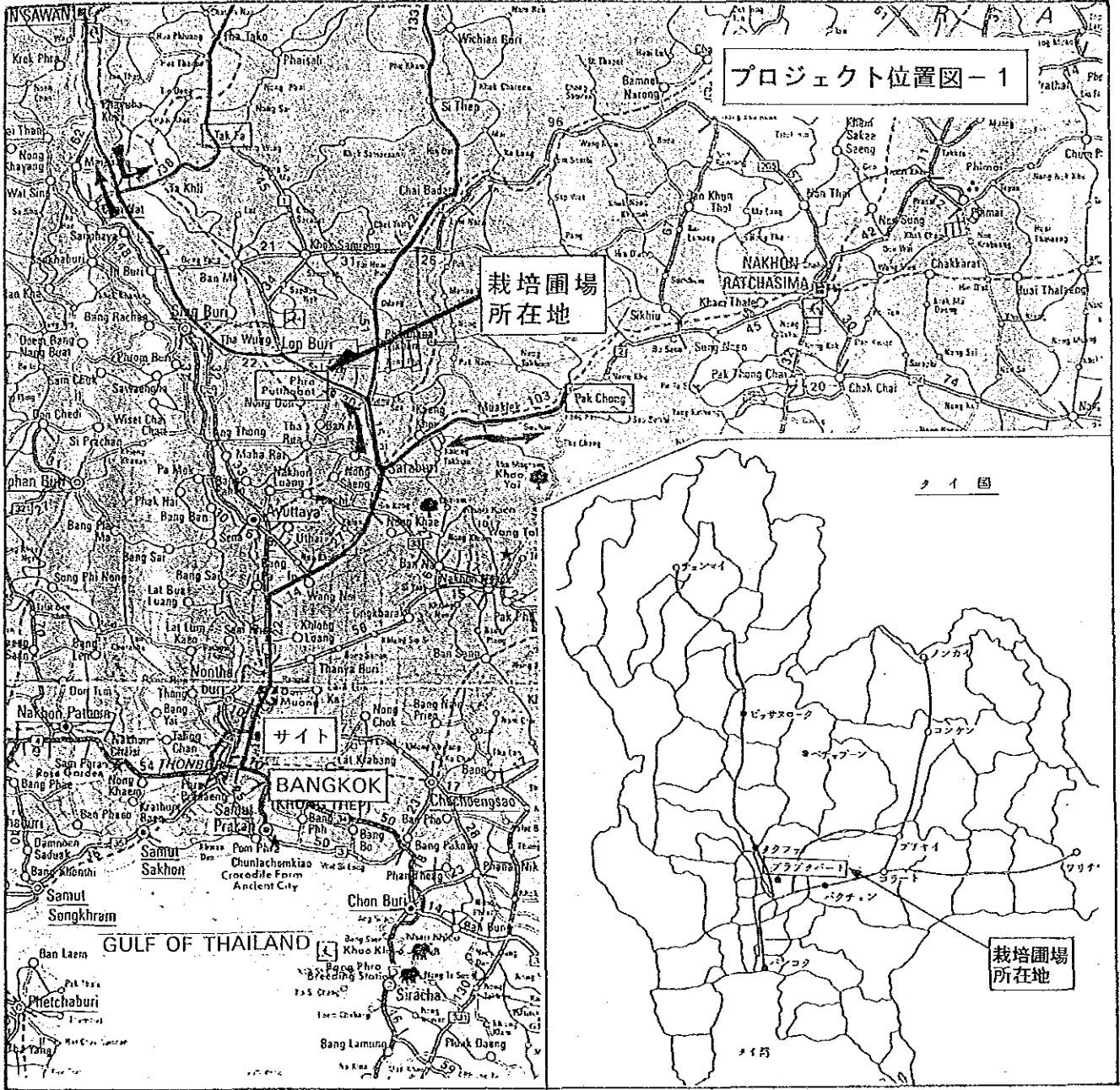
写真-9 プラプタバート近郊農家の
とうもろこし保管庫視察



写真-10 合同評価委員会



写真-11 最終合同評価委員会
(合同評価レポートの署名)



プロジェクト位置図-1

栽培圃場
所在地

タイ国

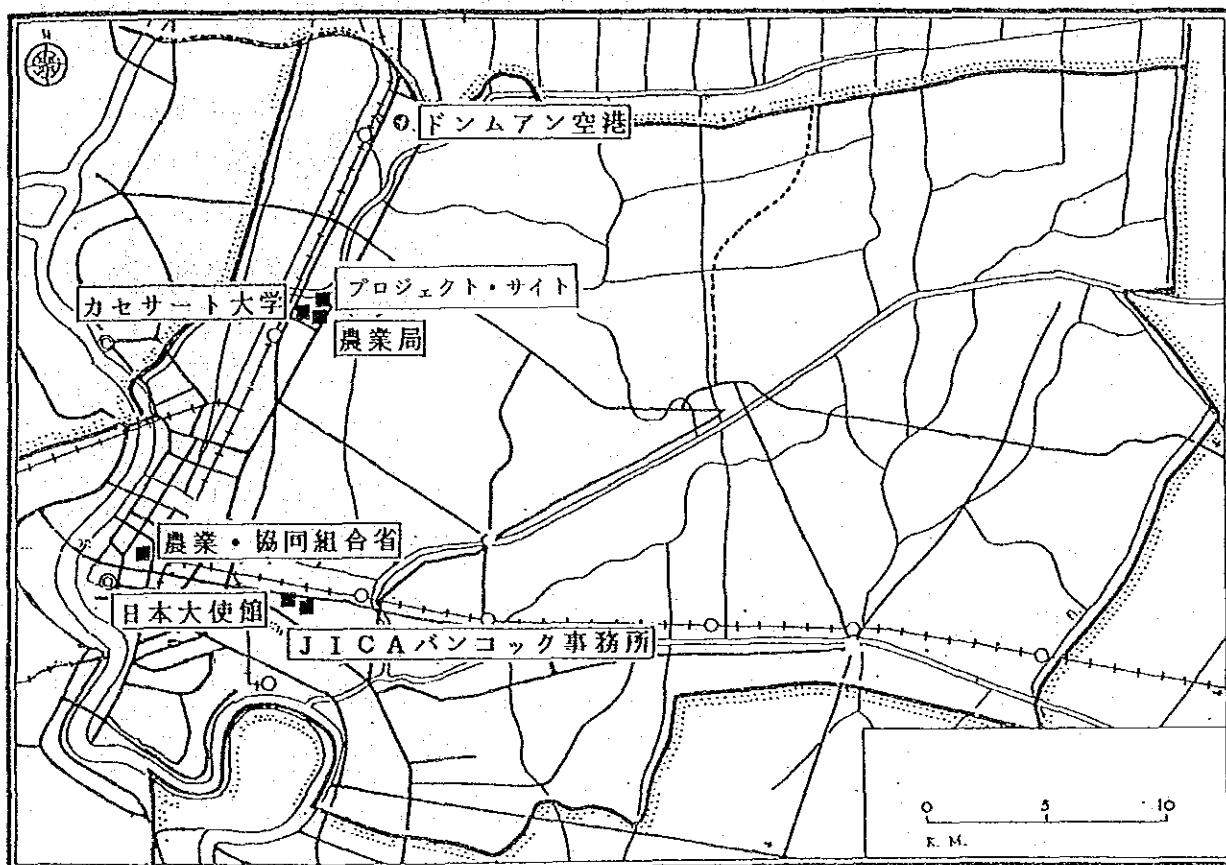
サイト

BANGKOK

栽培圃場
所在地

GULF OF THAILAND

プロジェクト位置図-2



目 次

序 文
写 真
地 図

1. 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 調査行程	2
1. 4 主要面談者	3
1. 4. 1 タイ側	3
1. 4. 2 日本側	4
1. 5 終了時評価の方法	5
2. 要 約	7
3. プロジェクトの当初計画	10
3. 1 プロジェクトの成立の経緯	10
3. 1. 1 タイとうもろこし産業開発計画の活動	10
3. 1. 2 コンタクト調査団の派遣	12
3. 1. 3 事前調査団の派遣	13
3. 2 プロジェクトの発足と計画	14
3. 3 実施に当たって留意すべきと考えられた事項	18
3. 3. 1 実施体制について	18
3. 3. 2 協力内容について	19
4. 中間評価活動の実績	21
4. 1 巡回指導調査（平成元年3月）の概要	21
4. 2 巡回指導調査（平成2年4月）の概要	22
4. 3 巡回指導調査（平成3年1月）の概要	23
4. 3. 1 運営管理上の課題	23
4. 3. 2 終了後の対応方針について	23
4. 3. 3 フェーズⅡについて	24
5. 評価調査結果	25
5. 1 協力計画の妥当性	25

5. 2	プロジェクトの投入	25
5. 2. 1	日本側の投入	25
5. 2. 2	タイ側の投入	38
6.	プロジェクトの活動	41
6. 1	栽培	41
6. 2	乾燥調製	42
6. 3	微生物	44
7.	プロジェクト実施の効果	46
8.	プロジェクトの自立発展の見通し	47
8. 1	組織的自立発展の見通し	47
8. 2	財務的自立発展の見通し	47
8. 3	技術的自立発展の見通し	47
9.	結論及び勧告	48
9. 1	評価の総括	48
9. 2	勧告	51
9. 3	フォローアップを実施するに当たっての留意事項	52

付属資料

①	合同評価報告書	57
②	英文質問票および回答	87
③	各分野プログレスレポート	119
1)	業務調整部門	119
2)	栽培部門	136
3)	乾燥調製部門	161
4)	微生物部門	177
④	延長要請書	230
⑤	メイズ生産性シュミレーションモデル計画協力要請書	248

1. 評価調査団の派遣

1. 1 調査団派遣の経緯と目的

(1) 経緯

飼料用とうもろこし（メイズ）は、従来からタイ国の主要な輸出産品であったので、とうもろこしのアフラトキシン汚染防止の必要性が強く認識された（英文レポート付録1参照。なお、1989年における輸出比率は24%にまで下がっている）。1976年から8年間にわたって協力がなされたとうもろこし産業開発プロジェクトでは、短期専門家の派遣を通じて、若干のアフラトキシンに関する研究がなされた。その後、1984年に新たな協力要請がなされ、1986年12月15日に本プロジェクトに対するR/Dの署名がなされた。

本プロジェクトは、とうもろこし品質向上研究センターにおいて、研究活動の強化と適正技術の発展を通じタイ国の主要輸出品である、とうもろこしのアフラトキシン汚染を防止することにより、その品質向上に寄与することを目的としている。

協力期間は1986年12月15日より1991年12月14日まで5年間である。

プロジェクトの研究センターは、バンコク市・バンケンに所在し、栽培圃場は、バンコク北方約150キロのプラ・プッタパートにある。研究センターは1986年度に無償資金協力6.8億円で建設された。

協力内容は以下の通りである。

- 1) 栽培分野において、アフラトキシン汚染低減のための栽培方法の検討
- 2) 乾燥・調製分野において、収穫後の乾燥・貯蔵法の改善、脱粒機とアフラトキシン汚染との関係、簡易水分計の開発等
- 3) 微生物分野において、アフラトキシン産生菌の生態解明、汚染の実態把握、汚染防止技術の開発、簡易アフラトキシン検出法の開発

(2) 調査の目的

今回、1991年12月14日をもって当初の5年間の協力期間が終了するため、下記の3つの目的により評価調査を行うものである。

- 1) プロジェクトの開始より、1991年12月14日のプロジェクトの終了前までの実績（予定を含む）を総合的に評価すること。
- 2) 協力期間終了後のと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・提言すること。
- 3) 今後の技術協力をより適切かつ効率的に実施するため、評価結果を協力計画策定やプロジェクト実行にフィードバックさせること。

1. 2 調査団の構成

1) 真鍋 勝 (団長・微生物)

農林水産省 食品総合研究所 応用微生物部長

2) 大倉 登美夫 (協力効果)

農林水産省 農林水産技術会議事務局 国際研究課 技術協力係長

3) 甘利 和明 (乾燥調製)

農林水産省 畜産局 自給飼料課 種苗検査官

4) 池谷 文夫 (栽培)

農林水産省 九州農業試験場畑地利用部 飼料作物育種研究室長

5) 飯田 次郎 (計画評価)

国際協力事業団 農林水産計画調査部 農林水産計画課 職員

1. 3 調査行程

日順	月 日 (曜)	調 査 行 程
1	7月14 (日)	東京発→バンコク着 (TG 641) 15:30 着、調整員と日程等打合せ
2	15 (月)	(午前) J I C A事務所打合せ、大使館表敬 (午後) 農業協同組合省、農業局表敬、合同評価委員会①開催 (日程、方法の打合せ)
3	16 (火)	(午前) 農業省次官表敬、および国際農業関係課長表敬、D T E C (技術経済協力局) 表敬
4	17 (水)	(午前) プロジェクト合同調査① (施設見学、全体説明をうける) (午後) 乾燥調製分野の聞き取り (夕) 農業局長主催夕食会
5	18 (木)	(午前) プロジェクト合同調査② (分野別聞き取り、微生物) (午後) プロジェクト合同調査③ (管理分野の聞き取り)、農業局長表敬
6	19 (金)	プロジェクト合同調査④ (分野別聞き取り、プラブックパートにて。栽培分野) (ロブプリ泊)
7	20 (土)	補充調査・英文レポート準備
8	21 (日)	英文レポートに関する団内打合せ
9	22 (月)	(午前) 日本人専門家側との討議 (午後) 合同評価委員会② (レポートドラフト案を協議)
10	23 (火)	(午前) レポート案の修正 (日本側) (午後) 合同評価委員会③ (ドラフト評価レポートの最終討議)
11	24 (水)	合同評価委員会④ (レポートの提示・レポート署名)
12	25 (木)	J I C A事務所報告
13	26 (金)	バンコク→東京 (TG 640) 19:00 着

1. 4 主要面談者

*印はタイ側評価団員

1. 4. 1 タイ側

(1) MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES (MOAC, 農業協同組合省)

Mr. Yookti Sarikaphuti Permanent Secretary.
Dr. Utai Pison * Director of Foreign Agricultural Relations
Division, Office of the Permanent Secretary.
西村 博 アドバイザー (JICA派遣専門家)
Mr. Kasem Prasutsangchan * Staff, Foreign Agricultural Relations Division.

(2) Department of Agriculture (DOA), MOAC (農業協同組合省・農業局)

Dr. Tanongchit Wongsiri Director General.
Dr. Ampol Senanarong Deputy Director-General.
Mr. Montri Rumakom Deputy Director-General.
Mrs. Dara Buangsuwan Director of Plant Pathology and
Microbiology Division.
Mr. Chak Chakkaphak Director of Agricultural Engineering Division.
Mr. Anan Vattanatangum Director of Planning and Technical Division.
Dr. Amnart Chinchest Director of Phuraputtabat Field Crops Experiment
Station.
Dr. Arwooth Na-Lampang Field Crops Specialist.
* (Leader)
Mr. Sompark Siddhipongse * Plant Pathology Specialist.

1) Agronomy Section (栽培分野 Phra Phutthabat Field Crops Experiment Station)

Mr. Narorasak Senanarong Senior Agricultural Scientist,
Agricultural officer Level 8.
Mr. Prasob Tebprayasuwan Agricultural Scientist.
Mr. Sukkapong Vayupas Agricultural Scientist.
Mr. Werawat Nilrattatakoon Agricultural Scientist.

2) Post-harvest Section (乾燥調製分野 Agricultural Engineering Division)

Mrs. Sriwai Singhagasen Agricultural Engineer,
Chief, Storage and Processing Centre.
Mr. Pimol Wutisin Agricultural Engineer.
Mr. Nitat Tanopinijkul Agricultural Engineer.

3) Microbe Section (微生物分野 Plant Pathology and Microbiology Division)

Mr. Prawat Tonboon-ek Chief, Seed & Post-harvest Pathology Group.

- Mr. Suparut Kositcharoenkul Plant Pathologist.
- Mr. Arunsri Wongurai Plant Pathologist.
- Mr. Kanjana Bludhasausi Plant Pathologist.
- Ms. Prisnar Siriacha Plant Pathologist.
- Ms. Surang Suthirawut Plant Pathologist.
- 4) Administration Section (管理分野 Planning & Technical Division)
- Dr. Vijai Nopamornbodi Chief, Foreign Project Sub-Division
- Mrs. Siriporn Sindhusake Chief, Callaborative Project,
Agricultural officer Level 6.
- Mrs. Mullika Saengpetch Agricultural officer Level 5.
- Mrs. Supanon Sirichuyachoo Staff.
- (3) The Prime Minister's Office, Department of Technical and Economic Cooperation
(DTEC, 総理府経済技術協力局)
- Mr. Vudhisit Viryasiri Staff, Japan-Sub division.
- Ms. Ratana Chanthanakorn Staff, Japan-Sub division.
- 稲垣 富一 技術協力調整 (J I C A 派遣専門家)
- (4) Kasetsart University (カセサート大学)
- Mr. Kumnuan Tunpun * Assistant Professor, Faculty of Engeneering.
- (5) Prime Minister's Office, Bureau of Budget(総理府・予算局)
- Miss. Pathara Chorsorapongs * Division Chief, Evaluation Division.
- Mr. Pipat Purnananda * Budget Analyst, Evaluation Division.
1. 4. 2 日本側
- | | | |
|-------|------------|-------------|
| 荒井克祐 | リーダー代行・微生物 | プロジェクト専門家 |
| 清野武司 | プロジェクト調整員 | プロジェクト専門家 |
| 原田光久 | 乾燥調製 | プロジェクト専門家 |
| 仁部輝彦 | 栽培 | プロジェクト専門家 |
| 田部井英夫 | 短期専門家 | プロジェクト専門家 |
| 黒木弘盛 | 一等書記官 | 在タイ日本国大使館 |
| 阿部信司 | 所長 | J I C A 事務所 |
| 谷川与志雄 | 次長 | J I C A 事務所 |
| 宮本秀夫 | 所員 | J I C A 事務所 |
| 大沢英生 | 所員 | J I C A 事務所 |

1. 5 終了時評価の方法

(対応方針)

日本・タイ双方の評価チームによる合同評価を行い、プロジェクトの当初計画、双方の投入実績、活動実績、プロジェクト実施の効果、管理運営体制等につき評価調査を行う。併せて、当初の協力期間終了後における対応方針についても検討し、これらの結果を合同評価レポートにとりまとめ、評価チームとして両国政府関係当局に提言する。

(調査項目)

(1) プロジェクトの当初計画

1) 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捉え、プロジェクトの上位諸計画への寄与度について調査する。

2) 当初計画の妥当性

プロジェクト開始時に作成された討議議事録（R/D）、暫定実施計画（TIP）、及び計画打合せ調査団派遣時に作成された詳細5カ年計画についてその後の変更も配慮して、これまでの到達状況から見て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

1) 日本側の投入

専門家派遣、機材供与、研修員受入れ、調査団派遣、及びローカルコスト負担等その他各種事業について日本側の投入実績を調査し、計画と違いがある場合にはその経緯を分析する。また、これらの投入の適切さについての評価、帰国研修員の動向、機材の保守管理状況の調査も行う。

2) タイ側の投入

土地・建物・施設、カウンターパートの配置、運営経費の負担等についてタイ側の投入実績を調査し、計画と違いがある場合にはその経緯を分析する。また、これらの投入の適切さについての評価も行う。

(3) プロジェクトの活動

各研究分野について、計画打合せ調査団派遣時に作成された詳細5カ年計画（その後の変更も配慮する）に定められた項目について実施状況を調査し、達成度を評価する。

また、目標を達成するのに貢献した主要な要因、あるいは未達成となるに至った理由についての考察も行う。

(4) プロジェクト実施の効果

長期的視点に立って、プロジェクトの実施によって、目的とするとうもろこしの品質向上に関して、どのような効果が生じているか、あるいは今後どのような効果が期待できるか、受益者の範囲を含めて考察を試みる。

また、タイ側カウンターパートや政府関係機関の計画にどのような影響を与えたかも本プロジェクトの効果であるので、この点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、プロジェクトの運営組織が十分な行政能力、財政能力を持っているか、及びプロジェクト実施に必要な要員配置状況について、(2) 2) のタイ側の投入の調査をもとにして、協力期間終了後の自立発展の可能性を考察する。

また、プロジェクト運営のための合同委員会等の委員会の機構、活動についても評価する。

(6) プロジェクト終了後の対応方針

当初の協力期間終了後に本プロジェクトがどうあるべきかについて考察し、日本側、タイ側がそのために取るべき対応策について、その様な結論に至った判断根拠を付して、評価調査団としての提言を行う。

2. 要 約

この度JICAより派遣された「タイとうもろこし品質向上計画」プロジェクトの日本側評価調査チーム5名は、Dr. Arwooth Na Lampangをリーダーとする6名よりなるタイ側評価調査チームと一緒に、合同評価調査団をつくり、本プロジェクトの評価調査を実施した。以下は、その要約である。

タイとうもろこし品質向上計画は、タイの主要輸出品であるとうもろこしに発生する微生物(かび)によるアフラトキシン汚染を軽減、防除することにより、その品質の向上に寄与することを目的として、タイ側と1986年12月15日にR/Dが取り交わされ、以来5カ年計画で実施中のプロジェクトである。

本プロジェクトは、タイ国農業省農業局のもとに推進されており、日本側の協力組織としては業務調整、栽培、乾燥調製、微生物の4部門により構成されている。タイ側の体制は、農業局長であるDr. Tanongchit Wongsiriが本プロジェクトの総括責任者であり、業務調整部門には計画・技術部(Planning and Technical Division)、栽培部門には畑作研究所(Field Crops Research Institute)、乾燥調製部門には農業機械部(Agricultural Engineering Division)、微生物部門には植物病理・微生物部(Plant Pathology and Microbiology Division)が参加・担当している。日本側は、5名の長期専門家が現地に常駐し、これに短期専門家の支援が加わる体制で本プロジェクトを推進している。当チームが訪問した1991年7月時点では、リーダーが空席となっており荒井克祐長期専門家(微生物部門担当)がリーダーも代行していた。その他の長期専門家は、清野武司調整員、仁部輝彦専門家(栽培)、原田光久専門家(乾燥調製)が勤務しており、田部井英夫短期専門家の併せて5名がこのプロジェクトを推進していた。

このプロジェクトは3部門の異なる研究グループと調整部門が一つの目的に向かって活動することから、横の連絡が取り難い状況にあるが、長期専門家の努力により順調に成果が上がっている。タイ農業局も局長をはじめとして、このプロジェクトに力をいれており、タイ側の1987年から当プロジェクトに配分された予算実績は総額1千8百万バーツ(約1億円)にのぼる。日本側とタイ側との関係は良好であり、タイ側の日本側専門家に寄せる信頼も高い。

本プロジェクトの管理運営体制は、農業局長が議長をつとめる年次計画等重要事項を検討する日・タイ合同委員会(Joint Committee)を頂点として、運営委員会、運営小委員会、作業部会が整備されている。日・タイ合同委員会は1年に1~2回開催されており、今回も当チームの帰国前に開催され、日タイ合同の評価チームによる評価調査の報告をおこない了承を受けた。

本プロジェクトは、バンコク市バンケンにある農業局の敷地内に無償資金協力により建設された「とうもろこし品質向上研究センター」を中心とし推進されており、業務調整部門と乾燥調製部門、微生物部門がここを活動拠点としている。栽培分野はプラプタバート畑作試験場を活動の

拠点としており、プロジェクト基盤整備による溜池回収工事は1988年に完成し、1988年度の応急対策整備費による実験室の一部改修工事は完成し、良好な状況で使用されていた。

本プロジェクトの成果については、5年計画であるが研究センターの建設に最初の1年間を費やしており、とうもろこしの栽培から収穫、貯蔵における一連の試験は、最終年の今年（1991）を含めて4回の試験であり、1991年7月現在では3回の試験結果が終了していた。研究は広範囲にわたっており基礎的研究から応用研究まで精力的に進められていた。研究成果の中には、年度ごとの天候の違いや実験回数が少ないために評価が未定のものもあり、今年度の成果に期待する試験もあった。ここに今までに得られた主要な成果を箇条書きに記す。

(1) 栽培部門

1) 新収穫法の開発：

ハスク付き雌穂の収穫・乾燥法（実用に移行可能な開発技術である。）

2) アフラトキシン汚染と栽培法の関係：

完熟雌穂の収穫、収穫期の高湿度と穀粒の高水分の関係（貴重な基礎データである。）

3) A. flavusの生態分析：

空気（0.09 cubic meter）中の A. flavus の菌数は、晴天の日は15.8個、曇の日は5.3個、雨の日は0個。また、栽培地よりも脱粒場所や貯蔵場所が検出頻度が高い。今年も研究を続ける。

4) とうもろこしの生産及び品質のシュミレーション・モデルの開発：

（今年で終了が難しいので継続試験を予定している。）

(2) 乾燥調製分野

1) タイ産とうもろこしのアフラトキシン汚染因子の解明

2) 水分計の改良：

1粒用、雌穂用を開発

3) 高水分とうもろこしの脱粒機の改良

（実用に移行可能な開発技術である。）

4) 雌穂の農家貯蔵の改良：

今年も継続試験を予定している。

(3) 微生物分野

1) タイ産とうもろこしへの A. flavus の着生とアフラトキシン汚染経路の解明

2) とうもろこし穀粒の平衡水分と A. flavus の着生の関係

（今後の乾燥処理を考える上で貴重な基礎データである。）

3) アフラトキシンの簡易、迅速分析法の開発：

新ミニカラム法の開発

（実用に移行可能な開発技術である。）

4) プラスチックバッグ使用高水分とうもろこしのアフラトキシン汚染防止:

ポリエチレンバッグによる酸欠状態での A. flavus の生育阻止。

(実用に移行可能な開発技術である。)

最後に、合同評価調査団が提出した報告の要約を以下に記す。

本プロジェクトが1986年12月に開始されてから、多くの業績が上がっており、各部門にみられるように研究計画や実施におけるタイ側のカウンターパートの技術向上も見られた。タイ国産のとうもろこしのアフラトキシン汚染問題解決の新しい試みの成果は、高い水準にあると思われる。

研究活動の拠点となる研究センターが完成し、微生物部門の長期専門家が赴任した1988年から、本プロジェクトの本格的な活動が開始された。これまでにとうもろこしの収穫を3回経験し、多くの成果がえられているが、1991年度の成果がこれに加えられる必要がある。

本プロジェクトでは、得られた成果を普及するために、技術マニュアルと最終セミナーを実施すべきである。

1991年度の収穫シーズンの試験研究データの解析とマニュアルの作成に6カ月、最終セミナーの準備と開催に更に3カ月が必要と考えられるので、合同評価調査団はこのプロジェクトを9カ月延長することを勧告する。

また、このプロジェクトで得られた技術、装置、施設を十分に利用するために、農業局に対しては、プロジェクトの終了後にも、4部門の仕事が調和して協力的に進められるように管理することを要請する。

将来については、とうもろこし生産におけるシュミレーション・モデルの研究が重要と思われる。

3. プロジェクトの当初計画

3. 1 プロジェクトの成立の経緯

3. 1. 1 タイとうもろこし産業開発計画の活動

タイ国産とうもろこしのアフラトキシン汚染は、同国とうもろこし産業開発計画（昭和51年9月17日～昭和59年9月16日）実施中にも重要な問題と認識されたため、同計画協力期間中には4名の短期専門家による調査がなされた。同調査では、収穫・貯蔵・流通時のアフラトキシンの推移分析から、防除対策提言も含んだ報告を行った。

同計画は、1976年9月17日にR/Dが署名され、農業協同組合省・協同組合促進局を中心とした形で発足した。本プロジェクトの目的は、(1)とうもろこしの品質と生産技術の改良による生産性の向上、(2)X1を通じた農業協同組合の育成強化と農業近代化への寄与である。上記目的達成の為の活動内容は、協同組合展示センターを建設して、(1)センターにてとうもろこし生産技術の実用化試験を行う。(2)プロジェクトエリアの指定した採取圃から購入した種子を普及用種子として調製する。(3)プロジェクトエリアの農協、農民グループの農民を集めて研修を行う。(4)センターにて開発したとうもろこし栽培技術をプロジェクトエリアに展示することである。

しかし、タイ側の本プロジェクトに対する予算措置の遅れから、センター用地の決定が遅れ、センターへのプラント据付が1978年8月、センター開所式が1978年9月に行われた。その後、1978年9月17日に、3年間の協力期間延長が行われ、6名の長期専門家のもとに協力が推進された。

1982年7月には、R/D終了に伴い、エバリュエーションチームが派遣され、2年間のフォローアップ協力が勧告された。

同計画においては、4名の短期専門家によりとうもろこしの品質管理に対して、研究が行われた。昭和59年4月に派遣された巡回指導調査団では以下のように報告がなされている。

プロジェクトの生産技術実用化試験の一環として、とうもろこしに対するアフラトキシン汚染防止対策の策定のため、これまでに、(1)とうもろこし穀粒の汚染菌類の同定とその寄生度、(2)とうもろこしの生産圃場からサイロ業者に至るまでの各流通段階におけるアフラトキシン B_1 の汚染度の試験が実施された。

更に、フォローアップ期間においては、(1)汚染菌類のうちとくに *Aspergillus Flavus* の生態、(2)とうもろこしの収穫時期及び穀粒の損傷に対するアフラトキシン B_1 汚染の経時的変化についての試験を行い、その結果、

(1) アフラトキシンを産生する *A. flavus* は、圃場の表面土壌、空中、昆虫及びイヤコーンの絹糸等から高頻度に検出され、また収穫前1か月のイヤコーンからも検出されたこと。

更に接種試験の結果、*A. flavus* は穀粒に傷がなければ侵入・感染できないこと、また傷が

あっても穀粒の含水量が17%以下であれば侵入できないこと等から、穀粒の傷、昆虫による食害及び含水量が A. flavus の感染に関与していること。

(2) とうもろこし穀粒中のアフラトキシン B_1 は、収穫適期に収穫した完熟のイヤコーン及び乾期に採種した未完熟のイヤコーンからは検出されなかったこと、また雨期に採種した未完熟のイヤコーンは、採集後20日以降からアフラトキシン B_1 の含量が急増すること等が判明し、これらの汚染の要因を回避するためには、(1)収穫時期を乾期に合わせること、(2)穀粒に損傷を与えないこと、(3)収穫のイヤコーンは速やかに乾燥させることが重要であると考えられた。

これら一連の試験は、プロジェクト実施の途中から開始されたこともあり、計画どおりに試験は進められたものの、A. flavus 及びアフラトキシン B_1 の汚染の実態は事例的な試験に終わったものもあり、今後タイ国において、とくにアフラトキシン B_1 の汚染の実態を始めとして、汚染防止対策のための試験の積み重ねが必要である。

同報告書では、さらに以下のような提言がなされている。

プロジェクトにおいて実施されたアフラトキシン汚染防止のための試験は、プロジェクト実施期間の中途から開始されたこともあり、計画どおりに推進されたものの、汚染実態の表層的な面にとどまらざるを得なかったため、若干の汚染防止対策の提案が行われたに過ぎなかった。

このため、今後においてもタイ国側で試験を継続し、汚染防止対策を策定し、とうもろこしのアフラトキシン含量の低減を実現させる努力が望まれる。これまでの試験結果等からみて、今後推進すべき試験及び汚染防止対策の方向等について、留意すべき点は次のとおりである。

(1) 汚染実態調査の継続について

これまでの試験に継続して、生産圃場からサイロ業者に至るまでの物的流通各段階における、アフラトキシン汚染の要因及び汚染の寄与度についての実態調査が必要である。また、栽培地域別あるいは気象条件による収穫後のイヤコーンの汚染実態は、今後の汚染防止対策を緻密に策定する上で必要である。

(2) 汚染防止対策に係る試験について

汚染実態調査から判明した汚染要因を排除あるいは回避した、栽培、収穫及び乾燥方法等についての実用化試験の実施が、次の段階として考えられる。

これまでの試験結果から、収穫時期を乾期に合わせた作付体系をとること及び収穫直後のイヤコーンを速やかに乾燥させること等が提案されているが、前者については、収穫時期を11月以降に遅らせた場合、後作との関連についても検討が必要であり、更に乾期における栽培については、プロジェクトの乾期作種子生産栽培展示で作付けを行った事例からみて、灌がい及びねずみの食害対策等を如何にして克服するかが問題とみられる。また、後者については、簡易かつ低廉な乾燥施設を試作し、収穫後の乾燥による汚染の防止効果を試験する必要がある。

(3) 総合的な汚染防止対策の策定について

以上の試験の結果から、生産及び流通面にわたる総合的なアフラトキシン汚染防止対策を策定することになるが、策定に当たっては、アフラトキシンの汚染量をどの程度まで低減させるか、すなわちアフラトキシン含量の汚染防止目標値の設定（アフラトキシンの定量法の設定を含む）が必要である。この目標値は、国内における飼料原料としての、安全性の面からアフラトキシン含量の許容基準値及びとうもろこしの生産量の大半が輸出に向けられている現状からみて、対輸出国との輸出契約上のアフラトキシン含量の規制値等を勘案して、関係機関との合意の上で設定されるべきであろう。

(4) 汚染防止目標値の遵守について

国内におけるとうもろこしの取引には、含水量についての規制はとくになく、水分14.7%を基準にして高水分のものは含水比例で、取引重量のカット又は重量カットを行うなどしているのが一般であり、水分調整に対する認識も極めて薄く、アフラトキシンの汚染を助長させている一因ともなっている。このような現状からみて、第一に、農家及び流通業者に安全性に対するアフラトキシン汚染の意識の高揚が必要である。

また、流通業者に対して、アフラトキシン含量の目標値を上回るとうもろこしの流通を禁止する措置、禁止措置をとることが無理とすれば、自主的に規制させる指導が必要であろう。なお、流通業者が自主的にアフラトキシンの汚染防止に取り組んでいる例として、アメリカにおける落花生の汚染防止対策がある。

更に、汚染防止目標値の遵守を図る対策として、地域あるいは、物的流通系統を対象にして、農家における簡易な乾燥施設、火力乾燥施設を有するントリーエレベーター等の設置に対して助成を行い、アフラトキシン汚染防止対策実施の効果を全国的に波及させることも考えられよう。

3. 1. 2 コンタクト調査団の派遣

昭和59年4月にとうもろこし産業開発計画の事業総括に係る巡回指導調査団が派遣された際、同国農業局長より非公式ながら、同計画終了後の「とうもろこし品質改善」に関する技術協力要請があった。更に、同年8月の日・タイ年次協議において、「とうもろこし品質改善のための、収穫前および収穫後のアフラトキシン防除技術開発」として取上げられ、11月には、日・タイ貿易不均衡問題を背景として、日・タイとうもろこし貿易に関連し、アフラトキシン対策が問題化しているため、日本による協力可能性を検討するためのコンタクトミッション派遣の要請があった。12月のピチャイ副首相来日時にも派遣要望があり、昭和60年1月には同国から早期実現化が促された。

以上の一連の要請経緯の下に、昭和60年2月20日から2月27日までコンタクトミッションが派遣された。

団員構成は以下の通りである。

1) 谷崎 泰明 総 括 外務省経済協力局技術協力課首席事務官

- | | | |
|----------|------|-------------------------|
| 2) 永山 勝行 | 協力企画 | 農林水産省経済局国際協力課海外技術協力官 |
| 3) 金谷 和夫 | 品質改善 | 農林水産省東京肥飼料検査所飼料衛生課長 |
| 4) 真鍋 勝 | 微生物 | 農林水産省食品総合研究所マイコトキシン研究室長 |
| 5) 戸田 節郎 | 栽培 | 元農林水産省農業研究センター次長 |
| 6) 青木 真 | 業務調整 | 国際協力事業団農林水産計画課 |

同コンタクト調査団は、派遣前に最たる懸案であった輸入問題については、民間企業の問題であり、本調査に係る技術協力が実施されての成果が、即日本の輸入増を保証しない旨をタイ側に説明し、タイ側は理解とともに了承した。

そして事前調査団の早期派遣が肝要であるとの提言を行った。

なお、アフラトキシン汚染問題に関する我国の農水省・熱帯農業研究センターの共同研究について、以下のような報告がなされている。

アフラトキシン汚染問題に関しては、農林水産省熱帯農業研究センターが、昭和60年度からアフラトキシン産生菌及びアフラトキシン汚染の実態把握等について農業協同組合省・農業局と共同研究を行う予定となっており、本件協力を実施するに当たっては、同研究との関係を考慮する必要がある。しかし、この共同研究は、アフラトキシンに関する基礎的研究を行うものであり、即アフラトキシン防除対策に結びつけることを目的とするものではないので、本件協力は、アフラトキシン防除のための実用的方法を指向することで、両者の明確な仕分けが可能である。

3. 1. 3 事前調査団の派遣

昭和60年9月30日から10月11日まで、以下の団員構成による事前調査団が派遣された。

- | | | |
|-----------|-------|----------------------------------|
| 1) 真鍋 勝 | 団長 | 農林水産省食品総合研究所 応用微生物部長
(総括兼微生物) |
| 2) 山崎 隆信 | 協力企画 | 農林水産省経済局 国際協力課海外技術協力官 |
| 3) 平賀 富一 | 無償協力 | 外務省経済協力局 無償資金協力課外務事務官 |
| 4) 高野 剛 | 協力政策 | 外務省経済協力局 技術協力課 |
| 5) 御子柴 晴夫 | 栽培 | 農林水産省熱帯農業研究センター
調査情報部研究技術情報官 |
| 6) 加藤 信夫 | 乾燥／貯蔵 | 農林水産省畜産局 自給飼料課係長 |
| 7) 青木 真 | 業務調整 | 国際協力事業団 農林水産計画調査部農林水産計画課 |

タイ側と協議の結果、概ね合意をみたが、試験圃場サイトについては保留された。さらに調査を行う必要性が高いので、長期調査員の派遣が勧告された。

主要協議結果は以下の通りである。

1) プロジェクトサイト

バンケン農業局敷地内に、センターを設置し、アフラトキシン汚染要因の解析、アフラ

トキシン関係試験技術の改善、汚染防除のための各種手法の効果測定等に不可欠な実験施設を整備するとともに、日本側派遣専門家のみならずタイ側実施部門の栽培、乾燥、貯蔵、微生物の各分野が一致協力して本プロジェクトの円滑な推進を図ることが可能な施設内容（三分野の実験室及び研究室、人工気象室、ワークショップ、普及展示室等）を具備させることとする。

なお、選播可能性試験等栽培分野に必要な実験圃場については、調査団はバンコクから北へ約150km地点にある PhraPutthabat Field Crop Experiment Station（プラプタバート畑作物試験場）が距離的に日帰り可能であり、前とうもろこし産業開発計画（協力期間、昭和51年9月～昭和59年9月）でのサイトでもあり、機材も一部使用可能なものも残っていることから適地であると主張した。しかしタイ側は、バンコクから北へ約210km地点にある Nakorn Sawan Field Crop Research Center（ナコンサワン畑作物研究センター）を、プラプタバートの試験場はこれの一支所にすぎず、今後研究の主力をここに移す計画を持っており、優秀な研究者や機材等もプラプタバートからナコンサワンに移転する予定で、建物も世銀の融資を受けて建設済みであることを理由に主張し、合意に到らなかった。

また、乾燥貯蔵分野においても、バンケンから北へ約30km離れた所に、既にワークショップを有しており、この施設を活用することを主張する意見が Agricultural Engineering Division（農業工務部）から出され、主となるバンケンのセンターと、このワークショップの関係について、今後、整理する必要がある。

このため、タイ側としては、栽培分野の実験圃場の選定及び乾燥・貯蔵分野の既存ワークショップと主要施設機能の関係について農業局全体で調整したいと希望したことから、実施協議までに日本側、タイ側双方検討の上合意することとして、今回は保留とした。

2) 無償資金協力に係る要請

協力実施のために必要不可欠である実験施設の建設については、タイ側は無償資金協力を要望し、その要請書は農業協同組合省内の決裁を経て、10月9日に技術経済協力局へ送付されたので、日本国政府の正式受領後、積極的に検討することとした。

3. 2 プロジェクトの発足と計画

事前調査で残された事項について調査するため、栽培分野、乾燥調製分野について以下の通り1986年2月に2名の長期調査員が派遣された。また、プロジェクト研究施設については、無償資金協力基本設計調査団が1986年4月9日から5月1日まで派遣された。

そして同年12月7日から12月18日まで、以下の団員構成で実施協議調査団が派遣され、12月15日にR/Dが署名された。

(1) 長期調査員派遣実績

1) 御子柴 晴 夫 栽培分野 農林水産省熱帯農業研究センター調査情報部研究

技術情報室

昭和61年2月17日～2月26日まで(10日間)

- 2) 甘利和明 乾燥・調製 農林水産省長野種畜牧場種子検査課圃場検査係長

昭和61年3月2日～3月15日まで(14日間)

(2) 実施協議調査団の構成

- 1) 宮本和美 総括 国際協力事業団 農業開発協力部長
2) 植沢利次 協力政策 外務省経済協力局技術協力課外務事務官
3) 柚木利文 研究計画 農林水産省九州農業試験場畑作部長
4) 小林誠 乾燥調製 農林水産省十勝種畜牧場原種検定課検定第1係長
5) 高畑恒雄 業務調整 国際協力事業団 農業開発協力部 農業開発課職員

1988年3月28日から4月8日まで以下の団員構成で計画打合せ調査団が派遣され、表1に示すように、詳細年次計画が策定された。

(3) 計画打合せ調査団の構成

- 1) 真鍋勝 総括兼微生物 農林水産省 食品総合研究所 応用微生物部長
2) 田淵仁史 乾燥調製 農林水産省 長野種畜牧場 種子検査課長
3) 濃沼圭一 栽培 農林水産省 草地試験場 育種部育種第二研究室
4) 安藤直樹 業務調整 国際協力事業団 農業開発協力部 農業開発課

研究計画

表1 詳細年次計画表(続く)

項目 (大)	項目 (小)	課 題	第1年次 86.12 ~ 87.11	第2年次 87.12 ~ 88.11	第3年次 88.12 ~ 89.11	第4年次 89.12 ~ 90.11	第5年次 90.12 ~ 91.11
1		汚染要因の解析					
	(1)	栽培法とアフラトキシン汚染との関係					
	(2)	収穫後の調製・貯蔵とアフラトキシン汚染との関係					
2	(3)	アフラトキシン汚染に係るAspergillus flavus菌の特性					
		試験方法の改善					
	(1)	アフラトキシンの簡易迅速な分析法					
3	(2)	簡易水分計の開発					
		アフラトキシン防除対策					
	(1)	栽培法の改善					
	(2)	収穫後の処理法の改善					
	(3)	Aspergillus flavus菌抑制によるアフラトキシン汚染の防除					

研究実施計画 乾燥調製分野

項目 (大)	項目 (小)	課 題	第1年次 86.12 ~ 87.11	第2年次 87.12 ~ 88.11	第3年次 88.12 ~ 89.11	第4年次 89.12 ~ 90.11	第5年次 90.12 ~ 91.11
1		汚染要因の解析					
	(1)	収穫後の貯蔵・調製とアフラトキシン汚染との関係					
	A	農家と仲買人の現状					
	B	機械的損傷					
	a)	コーンシェラー	水分含有量				
			損傷粒除去効果				
	C	貯蔵条件					
	a)	貯蔵条件	貯蔵条件				
			乾燥条件				
2		試験方法の改善					
	(1)	簡易水分計の開発					
3		収穫後の処理過程におけるアフラ防除対策					
	(1)	収穫後の処理法の改善					
	A	コーンシェラー					
	B	乾燥方法					
	a)	Continuous flow dryer	低コストな乾燥方法				
	C	貯蔵方法					
	a)	イヤー及び粒に対するアンモニア処理	熱処理				
			熱処理				
			一般農家のための貯蔵施設				

研究実施計画 栽培分野

表1 詳細年次計画表 (続き)

項目 (大)	項目 (小)	課 題	第1年次 86.12 ~ 87.11	第2年次 87.12 ~ 88.11	第3年次 88.12 ~ 89.11	第4年次 89.12 ~ 90.11	第5年次 90.12 ~ 91.11
1	(1)	汚染要因の解析					
		栽培法とアフラトキシン汚染との関係					
		A 品種					
		B 播種期					
		C 作付体系					
		D 栽植密度と施肥					
		E 灌漑					
		F 病虫害					
		G 収穫時期					
		H 収穫法					
		I 種子源					
J アフラ発生の地域格差							
3	(1)	a) 栽培法					
		b) 気象条件					
		c) 病虫害の発生程度					
3	(1)	栽培分野からのアフラトキシン防除対策					
		A 栽培法の改善					
	A	地域別標準作付体系の策定					

研究実施計画 微生物分野

項目 (大)	項目 (小)	課 題	第1年次 86.12 ~ 87.11	第2年次 87.12 ~ 88.11	第3年次 88.12 ~ 89.11	第4年次 89.12 ~ 90.11	第5年次 90.12 ~ 91.11
1	(1)	汚染要因の解析					
		A 栽培とアフラトキシン汚染との関係 生育期間中の汚染要因と対策					
		B 収穫期の汚染要因と対策					
2	(2)	収穫後の貯蔵・調製とアフラトキシン汚染との関係					
		A 収穫後の処理過程における汚染要因と対策					
		(3) アフラトキシン汚染に係る <i>Aspergillus flavus</i> 菌の特性					
2	(1)	試験方法の改善					
		(1) アフラトキシンの簡易迅速な分析法の開発					
3	(1)	A BGYFの改善 酵素抗体性の適用					
		A アフラトキシンの防除対策					
3	(1)	Aspergillus flavus 菌抑制によるアフラトキシン汚染の防除					
		A 化学的防除					
	B	物理的防除					

3. 3 実施に当たって留意すべきと考えられた事項

実施運営上の留意点を、事前、実施協議および計画打合せ調査団の報告からまとめると以下の通りである。

3. 3. 1 実施体制について

本件協力は農業局を相手側実施機関とするが、関係者が2部1研究所にまたがっており、それらの部署がお互いの連携無しにこのアフラトキシン問題に取り組んで来ている為、それぞれの思惑もあり、プロジェクト発足当初は足並が揃いにくい事が予想されるのでこの3者の調整をいかにうまく行なうかが重要であると考えられる。

Plant Pathology & Microbiology Division(植物病理・微生物)が最も積極的かつ希望を持って取り組もうとしている姿勢が窺えた。

これについては、本件プロジェクトの拠点が農業局のあるバンケンに設置される研究所であり、現在もここに拠点を置き、無償資金協力により恩恵を最も多く受ける植物病理・微生物部が中心となって運営されることが考えられる。

また同部では、農水省熱帯農業研究センター派遣の専門研究者とタイ国側研究者によって、アフラトキシン汚染要因の解明やトキシン産生菌の地理的分布、季節的変動に関する研究などが現に実施されている。これらの研究は本プロジェクトとも深い係り合いを持つので連携を図る必要がある。

栽培分野はバンコック北方145km地点のプラプッタバート畑作試験場がかつての「とうもろこし産業開発計画」の現場であったことから、日本側としては同試験場を本件協力の実験圃場として使いたい旨要望していたが、タイ側としてはプラプッタバートは分場に過ぎず、本場であるナコンサワン畑作研究センター(バンコック北方約250km)にて実施すべきであるとし、双方の考えが異っていた。この件については、R/D署名前に派遣された長期調査員の調整事項の1つでもあったが、最終的に日本側提案通り、プラプッタバート畑作試験場で実施することになった。なお、栽培部門のカウンターパートである栽培分野研究者の主力はナコンサワン畑作センターにいる。今後、プラプッタバートの試験場の施設、機器を整備する必要がある。

乾燥調製分野については、日本側としてはバンケンに新設する研究施設にて実施すべきとしたのに対し、タイ側はバンケンからさらに約20km北方にあるクロンルアンの農業機械部貯蔵調製課の機能を強化して行ないたいとしたため、この点の調整についても懸案事項として残されていた。またタイ国側は現在“機械の開発・改良”に重点を置いて推進しつつあるので、日本側が指向する竹等を用いた簡易乾燥施設の改良等に理解と協力をなお求める必要がある。一方、日本側は簡易乾燥施設の開発・改良に重点は置くが、そこでの処理量は限定されるので、大量処理を狙うタイ国側の“機械の開発・改良”等についても十分な実態調査、基礎調査を行なった上で考慮していく必要がある。

関係分野の密接な連携を必要とする本プロジェクトではカウンターパートの常時配置による相

互協力体制が望まれる。

貯蔵・調製課には乾燥実験施設の供与の期待があるようである。このことに関しては、無償供与施設の竣工時期とのからみもあって同課への施設供与は不可能との判断を実施協議調査団は伝えたが、不協和音として残る可能性もあるのではないかと思われるので、誤解をさらに解く努力も必要である。

同課敷地内には乾燥実験等に供する土地面積や施設はないので、当面、農家や仲買人の収穫、乾燥、脱粒、貯蔵等に関する作業実態の把握と問題点の抽出に重点を置く事が適当である。

なお、運営体制の概要は表2を参照のこと。

3. 3. 2 協力内容について

本プロジェクト協力のねらうところは、とうもろこしのアフラトキシン汚染低減のための対処的現場技術の開発試験を協力の主眼としており、汚染低減に対して即効性のある方法を開発し、農家及び仲買人等への普及性の有無を検討してみることにある。協力を開始するに当たって、汚染低減に直接的間接的に有効な方法で開発可能と思われるものは、収穫・脱粒・乾燥・貯蔵・選別方法の改善と簡易なアフラトキシン含有量測定法及び水分含量測定法の開発が挙げられる。また収穫期を梅雨期からはずすことが可能であれば、汚染防止の抜本的対策の一つとなり得ることから、遅播栽培の可能性を耐病性、収量等との関係から検討することとして防除対策検討課題の一つとした。

また本プロジェクトの協力課題として、汚染要因の解析及びアフラトキシン関係試験技術の改善を挙げているが、要因の解析については、上記防除対策検討上不可欠な資料の収集や基礎実験を行うもので、先行して行われる熱帯農業研究センターの基礎研究成果等の活用を図りながらの効率的な実施が望まれ、またアフラトキシン関係試験技術の改善は、汚染要因の解析、汚染防除対策の検討に必要なアフラトキシン含有量、水分含有量の正確な測定技術や産生菌の培養、接種技術をタイ側カウンターパート等に指導することを内容としている。

なお、前回調査時に解毒・除毒方法の開発についてもタイ側から要請された件については、現在有力な方法として化学処理による除毒方法が考えられるが、粒の変色等商品価値を失う恐れが多分にあり、実用化の目途はついていない。このため、解毒・除毒方法の開発試験については、本プロジェクトの課題として掲げないことにした。

普及・広報活動についても、本プロジェクトではカバーしえないと判断されるので、活動項目としないことにした。

なお、本件プロジェクトは、実施する内容が多岐にわたっているため、派遣された長期専門家のみではカバーできない分野も多いことから、短期専門家による支援を強力に進める必要がある。

表2 プロジェクト運営体制の概要（タイとうもろこし品質向上計画）

組織名	議長または責任者	開催	業務の概要	構成員
日・タイ合同委員会 (Joint Committee)	議長 農業局長	年1回 および 必要と認 めたとき	1. プロジェクト年次計画 2. 研究計画および進捗状態 3. プロジェクトに関する諸問題の処理 4. 運営委員の任命	R/Dによって規定 日本側は長期専門家5名 と別途JICAから派遣 された専門家
運営委員会 (Coordinating Committee)	農業局次長 (プロジェクト長)	年4回 および 必要と認 めたとき	1. プロジェクト活動の調整 2. 研究計画の立案に関するアドバイス 3. 予算関係 4. 研究推進上の問題についての協議 5. 運営小委員会および作業部会要員の任命	農業局専門官、関係各部 長および企画技術部職員 日本側はチームリーダー とコーディネーター
運営小委員会 (Coordinating Sub-committee)	企画技術部長 (プロジェクト 次長)	月1回 および 必要と認 めたとき	1. 試験設計および予算案を作成し運営委員会へ提出 2. 三専門分野におけるプロジェクト活動の調整 3. 情報収集のための専門家の招聘 4. 作業部会員に対する指示	プロジェクト長・チーム リーダーを除く代表カウ ンターパートおよびタイ 側企画技術部職員
作業部会 (Working Group)	関係各部長	随時	1. 正職員および日本側専門家によって構成され、一般 管理、収穫調整、栽培、微生物の各分野に分かれて 各々の関係する業務を執行する。 2. 臨時職員によって構成され、上記各分野および日本 側事務室に所属しプロジェクトの推進を支援する。	関係正職員および日本側 専門家全員 タイ側予算によって雇用 された臨時職員
代表カウンタート (Representative Counterparts)		随時	各分野において特に日本側とタイ側とで協議を必要とす る場合の「窓口」的業務を行う	日本側長期専門家とそれ に対応するタイ側専門家

(注) 各組織の業務内容、構成員等については農業局公文書 (DOA ORDER) によって規定づけられている。

4. 中間評価活動の実績

4. 1 巡回指導調査（平成元年3月）の概要

平成元年3月7日から18日まで、下記の団員構成で巡回指導調査団が派遣された。

氏名	分野	現職
1) 真鍋 勝	総括兼微生物	農林水産省食品総合研究所応用微生物部長
2) 長友 勇作	乾燥調製	農林水産省熊本種畜牧場原種検定課長
3) 月星 隆雄	栽培	農林水産省草地試験場環境部作物病害研究室
4) 安藤 直樹	業務調整	国際協力事業団農業開発協力部農業開発課

運営管理上の問題として、以下の項目が指摘された。

- (1) 微生物分野では微生物自体に関する研究と微生物により産生されるアフラトキシンを測定する2分野を担当している状態にある。栽培分野、乾燥調製分野の試験から出てくる試料の大部分は、微生物検査およびアフラトキシン分析を行なう必要があるため、微生物分野に大量の試料が流れていくこととなり、この対応に殆どのエネルギーが使われて微生物分野独自の研究が進められなかった。また、とうもろこしの収穫が数カ月限定されるため、現在の微生物部門の陣容では、短期間内にその処理を行なうことは不可能である。そこで、次年度の研究計画を建てる時点で3部門合同の全体会議を開き測定試料数の調整を行なうこと、また、前年度における試験で毎日測定していた項目の内、隔日または3-4日に1度でも対応できるものについては、測定回数をへらすよう指摘した。

更に、栽培分野では、センターの分析点数の負担を軽減するために、アフラトキシン分析の途中（BGYP法による選別後の抽出作業）まで実施することとしており、プラプラバート試験場において応急対策費による実験室の改修工事を行なっている。

- (2) 乾燥調製分野では、コーンシェラー、アンモニア処理の大規模試験をセンターの中庭において行なっているが、とうもろこしの収穫が一時的に集中し、手狭なため作業の実施に支障をきたしているとともに、コーンシェラー等の実験では多量の粉塵が発生し、ワークショップ等の付近で実験作業を行なうことは、研究者、作業員の衛生上に問題がある。また、乾燥調製作業後のアフラトキシン発生の傾向を見るために貯蔵試験を行なっているが、センターの倉庫は手狭なためワークショップ等にまで貯蔵とうもろこしを搬入せざるをえない状況であり、作業の支障となるとともに、研究者、ワーカーの衛生上問題がある。更に、とうもろこしの収穫期は雨期であり、乾燥調製作業が降雨によりしばしば中断され、作業上支障があり、乾燥調製作業場、倉庫、ANNEX BULD. の屋根拡張が必要となっている。タイ側は乾燥調製作業場の建設予定地としてセンターの北側に用地を確保しているが、予算的に早くて1990年10月以降となるため、日本側の予算措置が要望された。

また、同様に、微生物分野の実験圃場をセンターの北側に建設するため予算措置の要望もあったが、プラプラバート畑作試験場に栽培分野の圃場があるため、乾燥調製分野の作業場等の建設が優先される。

- (3) アフラトキシンは、自然界でもっとも毒性の強い発癌性物質として知られており、研究者、作業員を保護するために安全対策を徹底する必要がある。

センターでは日本人専門家の指導のもと、マスク、手袋等を使用して実験作業を行なっている。また、センターの施設は安全性を十分に検討した設計となっているが、試料調製室の試料粉碎用の小室の換気が不十分であったため、一部改修することとなった。

また、研究者、作業員の衛生を徹底する意味で、健康診断の実施を日本の研究所並に行なうことをタイ側に提案した。

4.2 巡回指導調査（平成2年4月）の概要

平成2年4月9日から21日まで、下記の団員構成で巡回指導調査団が派遣された。

氏名	分野	現職
1) 真鍋 勝	総括兼微生物	農林水産省食品総合研究所応用微生物部長
2) 倉持 正実	乾燥調製	農林水産省畜産局畜政課畜産振興推進室課長補佐
3) 館野 宏司	栽培	農林水産省九州農業試験場草地部飼料作物研究室長
4) 小路 克雄	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

運営管理上の問題として指摘された事項は以下の通りである。

- (1) 乾燥調製分野は、4調査区分について調査項目が多数あり、専門家およびタイ側カウンターパートの方々の努力は相当のものと推察された。しかし、このことは、とすればこの調査項目について十分な調査及び分析を行う上で支障となることから、本プロジェクトの目的に留意しつつ、調査項目の重点化または絞り込みが必要である。

また、本プロジェクトは、タイメイズのアフラトキシン汚染防止を目的としているにもかかわらず、一部の調査でアフラトキシン汚染に関する分析が行われていないものがあるので、他分野と調整の上アフラトキシンの分析を行う必要があると考えられる。

- (2) 本プロジェクトでは、タイ農業局の傘下の研究機関の職員が長期専門家のカウンターパートとして研究を進めているが、研究の手足となって働いているのは大学を卒業したが職がない臨時雇の人達であり、種々の研究技術を教えても新しい定職があれば簡単に辞めて行くために人の移動が激しい。そこで、研究推進上技術を持った研究者不足に常に悩まされている。これは、その国の体制の問題であり、我々の立ち入ることのできない領域かも知れないが、困った問題である。

- (3) アフラトキシンは、天然物質の中で最も発ガン性の強い物質であり、これに関連する研究を進める研究者、作業員については、定期的な健康診断を実施することにより健康管理をする事

が望ましい。そこで、研究者、作業員の健康診断を日本の研究所並に実施することをタイ側に提案したが、現状では難しいとの回答であった。

4. 3 巡回指導調査（平成3年1月）の概要

平成3年1月14日から26日まで派遣された巡回指導調査団の団員構成は以下の通りである。

氏名	分野	現職
1) 石田 良作	総括兼栽培	農林水産省草地試験場生態部長
2) 斉藤 道彦	微生物	農林水産省食品総合研究所食品保全部 貯蔵微生物研究室長
3) 金谷 勉	乾燥調製	農林水産省家畜改良センター長野牧場種苗課長
4) 小路 克雄	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

4. 3. 1 運営管理上の課題

- (1) 最終年度の研究終了後、プロジェクト全体の活動報告書とは別に、研究成果だけを研究論文形式で取りまとめた「研究成果集」のようなレポートを出版することが望まれる。このためには、各分野で、*A. flavus* 菌及びアフラトキシンに関する既往の研究文献を整理することが必要である。
- (2) 「タイとうもろこし品質向上計画」が計画された当初、タイ国のとうもろこしは輸出用が殆どで、これがアフラトキシン汚染問題から輸出困難となり、このプロジェクトが実施されるようになった経緯がある。しかしその後、タイ国のとうもろこしを巡る情勢は変化し、日本への輸出用鶏肉の生産等から、国内需要が増加してきているとのことである。このような情勢変化のなかで、本プロジェクト研究の成果をタイ国においてどのように活用するかは極めて大きな問題である。本調査団は十分な意見聴取が出来なかったが、タイ国側の積極的な活用を期待したいと考える。
- (3) 農業研究活動のようなプロジェクトは、建物や施設設置のように成果が目に見える事業と異なって、成果の現れ方も遅く、内容も具体的に表現し難い面がある。しかし、多くの費用・時間・人材を活用しての協力活動であるので、シンポジウムや論文による発表の機会を作り、成果を公表するとともに、この成果が単にタイ国農業だけでなく、広く東南アジアの国々で活用されることも期待したい。

4. 3. 2 終了後の対応方針について

本プロジェクトは無償資金協力による建物の引き渡ししが昭和63年3月に完了したこと、微生物分野の長期専門家のリクルートが遅れ、昭和63年7月に派遣されたこと等により実質的な研究活動は昭和63年度から開始された。各分野における研究協力活動は順調に進んでおり、2年間の基礎的研究の成果をふまえ、昨年度からは農家規模レベルの実証試験に入っている。

本プロジェクトは本年12月に終了予定であるが、例年とうもろこしの収穫は10～11月頃となっ

ており、その後貯蔵・脱穀試験、アフラトキシン分析、データの解析等様々な作業が残っており、R/D期間内での取りまとめが困難である。また、現在までの3年間の研究結果で、最終的な結論を出すにはまだデータが不足しており、種々の実証試験を行なう必要があることなどが問題として残っている。

プロジェクトの延長問題については、昨年4月の Joint Committee Meeting (巡回指導調査団派遣時) においても議論されており、その際には、研究成果取りまとめのために少なくとも6か月程度の延長が必要である旨プロジェクトより要望が出されている。

さらに、その後 Coordinating Committee, Coordinating Sub-committee 等において協議を重ね、今回の Joint Committee Meeting (平成3年1月・巡回指導調査団派遣時) においては1年延長の要望がなされた。

タイ側の基本的な考えとして、プロジェクト終了後もセンターを分割せず、現在の4部門協力体制を維持し、同一課題で研究を継続していく意向であり、他の研究機関との関係の強化を図り、ラボ・センター、マイコトキシン研究センター等に発展させていく構想も持っている。研究成果の普及技術化についても前向きに検討されており、今後の方向性を決定する上で最終年度における研究活動の位置付けは極めて重要と思われる。

本件についての最終決定は評価調査団によってなされるが、今回の調査団の所見としては、上記理由からも、研究プロジェクトとしての研究の成果を取纏め、マニュアル等を成果品として残すためには少なくとも6か月程度、また、研究の成果をセミナー等により発表することを考慮すると同準備期間も含め9か月程度の協力期間の延長が必要であると思われる。

4. 3. 3 フェーズIIについて

施設・機材等研究を進める上での装備は完備され、かつタイ側カウンターパートに対する技術移転も順調に進んできたことを考えれば、アフラトキシンを含むマイコトキシン汚染防止に係る研究機関としての体制は十分に整い、単純延長の後にはプロジェクトを終了させることが妥当とも考えられる。しかしながら、プロジェクトの終了が即アフラトキシン問題の解決ではなく、むしろ、プロジェクト終了が新たなプロジェクトの始まりとも言え、そういった観点からも、5年間でやっと育ってきた芽を、さらに伸ばしていくような配慮こそが必要であると思われる。

特に、今後の展開として考慮に入れなければならないのは、東南アジア地域におけるタイ国の地域的重要性である。国力も向上し、タイ国自身が同地域のリーダーシップを自覚し始めていることを考えれば、同センターを熱帯地方共通の問題として存在するアフラトキシン研究に係る地域的な一大拠点として発展させていくことも可能性として考えられる。そういった意味で、日本国政府の協力をより継続的かつ発展的に、また、方向性を持って効果的に行なっていく上で、明確にターゲットを絞り込み、一つ一つ問題を解決しながら次のステップに進んでいく形態のプロジェクトとして一つのパイロット的な可能性を本プロジェクトは持ち合わせていることを付け加えたい。

5. 評価調査結果

5. 1 協力計画の妥当性

- (1) 当初、本技術協力の要請が、日・タイ貿易不均衡が問題化していたこと及び日・タイとうもろこし貿易に関連しアフラトキシン汚染が問題化していたことを背景に行なわれた経緯もあり、本とうもろこし品質向上技術協力によるアフラトキシン汚染の低減が、対日輸出問題と接続しかねない状況もあった。

しかし、事前調査、実施協議調査、計画打合せ調査及び巡回指導調査において、本件技術協力がアフラトキシン汚染に係る基礎的研究及び汚染防除の為の技術改善等を目的とし、対日輸出増を保証するものでないことを協力相手機関に再三確認したことにより、タイ国の過大な輸出増に関する期待を避けることができたものと判断される。

- (2) タイ国には諸機関の地方分散の政策があり、事前調査時には栽培分野の試験圃場にはバンコク北方約 210kmにあるナコンサワン畑作物研究センターとする要望があったが、プロジェクトの拠点となるとうもろこし品質向上センターにより近いプラプタバート畑作物試験場とすることで合意された。

また、プロジェクトの拠点をバンコク市内の農業局のあるバンケンに設置したセンターに置いたことにより、農業局との連絡が密に行えたこと、質の高い職員が得られたこと、機材の補給・メンテナンスが容易となったこと等の利点があった。

これにより、本協力関係機関が農業局内の 2 部 1 研究所にまたがっていたにもかかわらず、各分野の連絡調整が密に行われたものと考えられる。

- (3) 本協力は、とうもろこしのアフラトキシン汚染低減のための対処的現場技術の開発試験を主眼にしており、一般農家や仲買人が使用可能な廉価で普及性のあるものであって汚染低下の効果のより上がるものの開発を目標とされたが、その詳細な計画については柔軟に対応することにより成果を収めることができるものと考えられるが、日本からの調査団派遣時に開催された合同委員会でプロジェクトの年次計画を調整したことにより、効果的な対応が可能となったものと判断された。

5. 2 プロジェクトの投入

5. 2. 1 日本側の投入

(1) 専門家の派遣

R/Dに規定された 5 分野について、7 名の長期専門家が派遣された。また、25 名の短期専門家が派遣された。短期専門家は、研究活動を推進する上で、長期専門家を補佐し、重要な役割を担った。短期専門家のうち 2 名は R/D 署名前に派遣された長期調査員である。R/D 期

間の終了までに1名の長期専門家と4名の短期専門家がさらに派遣される予定である。長期1名はリーダーであり、遅滞ない派遣手続が必要である。

専門家の派遣は概ね計画通りなされたが、微生物分野の専門家の派遣は遅れ、約1年間の不在期間が生じた(表-3 専門家派遣リストおよび英文レポート付録2参照)。

(2) 機材供与

総計約1億9千万円の機材が供与され、概ね良好に維持使用されている。協力効果を持続させるため、機材維持のための予算が十分確保される必要がある。これについてタイ側は農業局内部の会議で検討し、適切な措置をとることに努めるとともに、日本側も4年度においてスペアパーツ等、活動の持続性を考慮した機材の補充をすることが必要とされる(表4 機材供与リストおよび英文レポート付録3参照)。JICAタイ事務所と大和機械との契約による巡回修理は有効であり、今後とも継続される必要がある。

(3) 研修員の受入

13名のカウンターパートが日本で研修を受け、終了までにさらに3名の研修が予定されている。12名のうち、9名は農水省の研究機関等で研修を受け、4名は視察に参加した。

元研修生の多くは、現在もプロジェクトに関与している(表5 研修員受入リストおよび英文レポート付録4参照)。なお、プロジェクトの円滑な運営に寄与している管理分野の職員の研修を継続して実施すべきである。

(4) ローカルコスト負担

ローカルコスト負担事業は総額3千7百万円に達する。

主な用途は以下の通りである。第1にプラプタバートの栽培部(作物試験場)において、貯水池の改修(1987年度)、実施棟の改修(1988年度)がなされた。また、バンケンにおけるセンターの付属施設(乾燥調製分野の資機材、倉庫、機械ワークショップがある)のひさしを増設し、雨期における運営の便宜を図り、クロンルアンの農業機械部(乾燥調製部の本拠地)において倉庫を建設した(共に1989年度)。

以上は、プロジェクト基盤整備費、応急対策費、現地運営体制整備費の費目により、支出がなされた。

第2に、実験用とうもろこしの購入と栽培部における貯蔵実験用の倉庫の建設(1991年度予定)のために320万円の支出がなされた(臨時現地業務費)。

第3に、カセサート大学農業経済部に委託し、タイのとうもろこし生産と流通に関する調査を行っている(290万円)。

プロジェクト最終年にあたり、アフラトキシン汚染防止の実用マニュアルのとりまとめと最終セミナーの開催が肝要であり、そのための予算確保が必要である(表6 主要経費実績参照)。

表一3 専門家派遣リスト

現在派遣中の長期専門家は次のとおりである。

田部井英夫 (リーダー)	1991年 9月15日～1992年 9月14日
清野武司 (調整員)	1987年 5月20日～1992年 9月14日
荒井克祐 (微生物)	1987年 7月 8日～1992年 9月14日
仁部輝彦 (栽培)	1987年 6月30日～1992年 9月14日
原田光久 (乾燥調製)	1989年12月 8日～1992年 9月14日

また、平成元年度までに派遣された短期専門家は次のとおりである。

<62年度>

井出口義郎 (実施設計)	1987年12月10日～1987年12月26日
所属先:	(株)三ツ星ベルト
主要業務内容:	プラプタバート畑作試験場貯水池改修工事の実施設計
嶋田秀一 (微生物)	1988年 1月11日～1988年 3月10日
所属先:	農林水産省東京飼肥料検査所
主要業務内容:	無償資金協力によるセンターの微生物関係の分析機材の設置状況のチェック、稼動テストの実施
富岡 譲 (施工監理)	1988年 3月10日～1988年 4月 8日
所属先:	(株)三ツ星ベルト
主要業務内容:	プラプタバート畑作試験場貯水池改修工事の契約及び施工監理
井出口義郎 (実施設計)	1988年 3月10日～1988年 6月17日
所属先:	(株)三ツ星ベルト
主要業務内容:	プラプタバート畑作試験場貯水池改修工事の施行監理

<63年度>

我妻幸雄 (コーンシェラー)	1988年 7月20日～1988年11月19日
所属先:	無職
主要業務内容:	コーンシェラーの効率的利用法に係る試験計画の策定
加茂幹男 (アンモニア処理)	1988年 7月20日～1988年 9月19日
所属先:	農林水産省草地試験場
主要業務内容:	アンモニア処理によるアフラ汚染防止に係る試験計画の策定
石谷與佳 (水分計)	1988年 8月 1日～1988年 8月21日
所属先:	(株)静岡精機
主要業務内容:	簡易水分計の開発及び水分計のCalibration
鶴田 理 (微生物)	1988年 8月19日～1988年 9月27日
所属先:	農林水産省食品総合研究所
主要業務内容:	カビの生態解明に関する試験方法

〈元年度〉

鶴田 理 (微生物) 1989年 6月16日～1989年 8月15日

所属先：農林水産省食品総合研究所

主要業務内容：カビの生態解明に関する試験方法

加茂 幹男 (アンモニア処理) 1989年 7月 6日～1989年 8月24日

所属先：農林水産省草地試験場

主要業務内容：アンモニア処理によるとうもろこしの変色防止に係る検討

我妻 幸雄 (コーンシェラー) 1989年 7月 6日～1989年11月 5日

所属先：無職

主要業務内容：高水分とうもろこし対応コーンシェラー作成

井上 慶一 (乾燥法改善) 1989年 7月25日～1989年 9月24日

所属先：農林水産省草地試験場

主要業務内容：こぶ付とうもろこしの簡易乾燥法改善に係る検討

石谷 與佳 (水分計) 1989年 8月 1日～1989年 9月 9日

所属先：(株)静岡精機

主要業務内容：簡易水分計の開発及び水分計のCalibration

後藤 哲久 (アフラトキシン分析) 1989年 9月14日～1989年12月12日

所属先：農林水産省食品総合研究所

主要業務内容：アフラトキシンの簡易分析法に係る検討

築城 幹典 (シミュレーション) 1989年 9月27日～1989年11月26日

所属先：農林水産省草地試験場

主要業務内容：シミュレーションの基本、データ処理法等に係る指導

〈2年度〉

我妻 幸雄 (コーンシェラー) 1990年 7月20日～1990年11月 3日

所属先：(財)日本国際協力システム

主要業務内容：コーンシェラー改良に関する機械工学上の検討

齊藤 道彦 (微生物) 1990年 8月20日～1990年10月19日

所属先：農林水産省食品総合研究所

主要業務内容：カビの生態解明に関する試験方法

松崎 明 (乾燥調製法) 1990年 8月21日～1990年11月18日

所属先：農林水産省宮崎種畜牧場

主要業務内容：乾燥法の実験・研究に関する指導

齊藤 修 (虫害評価) 1990年10月 3日～1990年12月 2日

所属先：農林水産省北海道農業試験場

主要業務内容：虫害の評価法の簡易乾燥法改善に係る検討

田中 敏嗣 (アフラトキシン分析) 1990年10月 4日～1990年11月27日

所属先：神戸市環境保健研究所

主要業務内容：アフラトキシンの簡易分析法に係る検討

築城幹典（シミュレーション）1990年11月6日～1990年12月16日
所属先：農林水産省草地試験場
主要業務内容：シミュレーションモデルのデータ入力とモデルの変更
齊藤吉満（光合成測定）1990年11月6日～1990年12月24日
所属先：農林水産省草地試験場
主要業務内容：とうもろこし成育期間の光合成量測定に係る指導
小崎道雄（貯蔵微生物）1990年12月4日～1990年12月17日
所属先：東京農業大学
主要業務内容：シミュレーションの基本、データ処理法等に係る指導

〈3年度〉

田部井英夫（アフラトキシン分析）1991年7月3日～1991年8月1日
所属先：なし
主要業務内容：アフラトキシン分析法に係る検討
奥俊樹（シミュレーション）1991年10月19日～1991年12月1日
所属先：農林水産省草地試験場
主要業務内容：シミュレーションモデルのデータ入力とモデルの改良
我妻幸雄（コーンシェラー）1991年12月8日～1991年12月21日
所属先：（社）農林水産技術情報協会
主要業務内容：コーンシェラー改良に関する機械工学上の検討
未定（光合成測定）1992年1月中旬から2か月程度
所属先：
主要業務内容：とうもろこし成育期間の光合成量測定に係る指導
未定（微生物）1992年3月下旬から2か月程度
所属先：
主要業務内容：カビの生態解明に関する試験方法

表一 4 機材供与リスト

昭和63年度までに供与された主要な機材は次のとおりである。

<61年度>

(管理部門)

ステーションワゴン	2台
自動複写機	1台
ソーター	1台

<62年度>

(栽培分野)

電子天秤	5台
天秤用プリンター	5台
乾燥機	1台
PHメーター	2台
微風速計	2台
無停電電源	2台
自動電圧調整機	2台
自記温湿度計	2台
陽光式恒温器	1台
群落相対照度計	1台
隔測自記温度計	2台

(乾燥調製分野)

高周波式水分計	1台
単粒水分計	1台
コーンシェラー (ラプスバー・ツースタイプ)	1台
乾燥機	1台
種子計測機	1台
スポット温度計	1台

(微生物分野)

ロータリー真空エバポレーター	1台
クロマト・ビュー・キャビネット	1台
小型記録計	1台
レオ・メーター	1台
嫌気性培養ジャー	3ヶ
試葉類	1式

<63年度>

(栽培分野)

トラクター	1台
モーターバイク	3台
深井戸水中ポンプ	1台
ロータリーエバポレーター	1台
冷却装置	1台
パーソナルコンピューター	1式
グローブボックス	1台
振とう器	1台
実験器具類	1式
気象観測装置	1式
(気温)	
(湿度)	
(雨量)	
(蒸発量)	

(乾燥調製分野)

コーンシェラー (ベグツースタイプ)	1台
コーンシェラー (プレートツースタイプ)	1台
熱電対コネクター	1式
熱電対センサーモジュール	1式
粒体高度計	1台
インターフェース各種信号変換機	2式
X-Yプロッター	1台
水分計	1台
測色色差計	1台
消耗品棚	1台
精密微差圧計	1台
電力積算計	1式
温度測定システム	1式
パーソナルコンピューター	1式

(微生物分野)

クリーンベンチ	1台
三連室低温恒温槽	1台
乾熱殺菌器	1台
送風低温恒温器	1台
万能顕微鏡レンズ	1式
送風定温乾燥機	1台
真空デシケーター	3ヶ
試薬類	1式

<平成元年度>

(栽培分野)

クロマトビューキャビネット	1台
水分計	2台
実験用器具	1式
気象観測装置	1式
テンションメーター	1台
窒素ガス充填器	1台
コンピューター	1台
オートバイ	3台
スプリンクラー用品	1式
コーンシェラー	1台
純水製造器	1台
クリーンベンチ	1台

(乾燥調製分野)

データロガー	2式
トルクメーター	1個
循環式送風乾燥機	1台
水分計	2台
ロードセル	1個
コーンシェラー	2台
コンピューター	2台
デジタル微差圧計	1台
電子天秤	2台
恒温恒湿槽	1台
日射量計	1台
シードブロアー	1台
軟X線撮影装置	1台
真空乾燥機	1台
インバーター	1台

(微生物分野)

空中細菌サンプラー	1台
マイクロプレートリーダー	1式
E L I S A用試薬	1式
水分計	1台
超遠心粉碎器	1台
コンピューター	1台
自記式温湿度記録計	1台
実体顕微鏡用写真撮影装置	1台
オートバイ	1台
試薬類	1式
コーンシェラー	1台

<平成2年度>

(栽培分野)

光合成測定装置	1式
電源安定装置	1台
台秤	1台
コーンシェラー	1台
RAMメモリーカード	5個
カメラ(交換レンズ付)	1台
小型トラクター(含附属品)	1式
気象観測器用記録装置	1式
培養皿	3,000枚
電子レンジ	3台
データロガー、温湿度センサー	4式
葉面積計	1式
発電機	1台

(乾燥調製分野)

軸流ファン	6個
平旋盤	1台
可変速モーター	1台
データロガー(データカートリッジ)	10巻
フォークリフト	1台
ロードセル	4台
電子天秤	1台
化学天秤	1台
標準温度計	3個
アースマン温度計	1個
デシケーター	2個
デシケーター(活性アルミナ)	5kg
真空ポンプ	1台

(微生物分野)

ガスクロ熱伝導度検出器	1式
低温恒温機用架台	1台
土壤水分計	1台
粉碎機篩	4個
オーバヘッドプロジェクター	1台
スライドプロジェクター	1台

(管理部門)

複写機(含附属品)	1台
スライド映像用モニター	1台
コンピューター	1式
タイプライター	1台
プリンター	1台
テープレコーダー	1台
学術雑誌	53冊

<平成3年度> (予定)

(栽培分野)

捕虫器	1式
自記式土壤水分計	1台
土壤水分計	10台
簡易気象観測機器	1式
無停電電源	1台

(乾燥調製分野)

トルクメーター	1台
ロードセル	6台
計測用コンディショナー	4台
圧力計	1台
バックアップ用電源	3台
コネクティングペアー	200個
軟X線撮影フィルム	10本
レコードチャート	50個
プリンターヘッド	50個
真空ポンプ用オイル	1個

(微生物分野)

コロニーカウンター	1台
シャーレ用ターンテーブル	1台
電気泳動装置	1台
微量高速遠心機	1台
自動試料注入器	1台
粉碎機用篩	10個
バックアップ用電源	1台
車載型電気冷蔵庫	1台

(管理部門)

学術雑誌	49冊
------	-----

表-5 研修員受入リスト

平成元年度までに受け入れられた研修員は次のとおりである。

<62年度>

Mrs. Sriwai Singhagajen 1987年 9月28日～1987年10月17日

役職: Senior Researcher, Agricultural Engineering Div.

研修内容: 視察

主な研修先: 食品総合研究所、熱帯農業研究センター、十勝種畜牧場、
草地試験場、東京飼肥料検査所、静岡精機株式会社等

Mr. Narongsak Senanarong 1987年 9月28日～1987年10月17日

役職: Senior Researcher, Field Crop Research Institute

研修内容: 視察

主な研修先: 食品総合研究所、熱帯農業研究センター、十勝種畜牧場、
草地試験場、東京飼肥料検査所、静岡精機株式会社等

<63年度>

Miss Arunsri Wongurai 1988年 5月16日～1988年 9月15日

役職: Researcher, Plant Pathology and Microbiology Div.

研修内容: アフラトキシン分析法

主な研修先: 食品総合研究所

Mr. Sukapong Vayuparp 1988年 6月20日～1988年10月21日

役職: Researcher, Phuraphuthabaht Field Crop Experiment Station

研修内容: とうもろこしの成長解析

主な研修先: 宮崎県総合農業試験場

Dr. Mitri Naewbanij 1988年10月 2日～1988年11月30日

役職: Engineer, Agricultural Engineering Div.

研修内容: 乾燥調製法 (アンモニア処理等)

主な研修先: 草地試験場

Dr. Vijai Nopamornbodi 1989年 3月 6日～1989年 3月24日

研修内容: 視察 (準高級)

主な研修先: 食品総合研究所、熱帯農業研究センター、
農業環境技術研究所、九州農業試験場、
東京飼肥料検査所、静岡精機株式会社等

<元年度>

Mr. Prasop Debyasuvarn 1989年 7月10日～1989年 9月 2日

役職: Researcher, Phuraphuthabaht Field Crop Experiment Station

研修内容: とうもろこしの品質向上のための栽培的研究手法

主な研修先: 草地試験場

Mr. Chaiwat Paosantadpanich 1989年10月30日～1990年 1月28日

役職: Engineer, Agricultural Engineering Div.

研修内容: とうもろこしの乾燥調製貯蔵法

主な研修先: 草地試験場

Mr. Suparat Kositcharoenkul 1990年 1月14日～1990年 4月17日

役職: Researcher, Plant Pathology and Microbiology Div.

研修内容: アフラトキシン分析法

主な研修先: 食品総合研究所

Ms. Siriporn Sindhusake 1990年 3月 5日～1990年 3月28日
役職：Researcher, Planning and Technical Div.
研修内容：視察
主な研修先：熱帯農業研究センター、食品総合研究所、
農業研究センター、草地試験場、九州農業試験場

<2年度>

Ms. Prisnar Siriacha 1990年 1月14日～1990年 4月17日
役職：Researcher, Plant Pathology and Microbiology Div.
研修内容：貯蔵微生物と毒素の分析
主な研修先：食品総合研究所、東京農業大学
Ms. Kanjana Bhudasamai 1990年10月15日～1990年 1月20日
役職：Researcher, Plant Pathology and Microbiology Div.
研修内容：毒素生産菌の同定及び毒素の分析
主な研修先：食品総合研究所
Mr. Pimol Wuttisin 1991年 1月 7日～1991年 4月17日
役職：Engineer, Agricultural Engineering Div.
研修内容：とうもろこしの乾燥調製貯蔵技術
主な研修先：草地試験場、静岡精機株式会社

<3年度>

Dr. Vichitr Benjasil 1991年 7月28日～1991年 8月14日
役職：Director, Field Crops Research Institute
研修内容：視察
主な研修先：草地試験場、東北農業試験場、北海道農業試験場、
農業環境技術研究所、タキイ種苗
Mr. Prawat Tanboon-ek 1991年 9月23日～1991年10月15日
役職：Researcher, Plant Pathology and Microbiology Div.
研修内容：貯蔵微生物によるマイコトキシン産生研究
主な研修先：食品総合研究所、東京肥飼料研究所、東京農業大学、
東京理科大学、神戸市環境保健研究所、日本配合飼料、
島津製作所京都工場
Mr. Nitat Tangpinijkul 1992年 1月中旬から4か月間
役職：Engineer, Agricultural Engineering Div.
研修内容：とうもろこしの乾燥調製貯蔵技術
主な研修先：草地試験場、北海道農業試験場、生研機構等（予定）

表6 タイとうもろこし品質向上計画主要経費実績

(単位：千円)

	1987	1988	1989	1990	1991	計
1. 機材供与費	28,965	9,254	55,907	82,437	15,000	191,563
(当年)	24,595	7,130	20,644	44,786	15,000	
(繰越)	4,370	2,124	35,263	37,651	0	
2. 現地業務費	6,272	7,579	5,204	8,600	4,508	32,163
(当年)	6,272	7,579	5,204	8,600	4,508	
(繰越)	0	0	0	0	0	
2.1 プロ基盤整備費	773	14,435	0	—	—	15,208
(当年)	773	0	0			
(繰越)	0	14,435	0			
2.2 応急対策費	0	2,538	0	—	—	2,538
(当年)	0	2,538	0			
(繰越)	0	0	0			
2.3 臨時分	—	—	481	2,313	360	3,154
			(実験 材料)	(実験 材料)	(試験用 貯蔵庫)	
				1,214	1,700	2,914
				(流通 調査)	(流通 調査)	
運営体制整備費			5,905	—	—	5,905

(5) 調査団派遣

コンタクト調査を含め、これまでに7調査団が派遣された（英文レポート付録5参照）。

5. 2. 2 タイ側の投入

(1) 土地、建物、施設の提供

センター建物が1988年3月に、無償資金協力（6.8億円）により竣工した。そして、実質的な研究活動が推進されることになった（表7 無償資金協力概要参照）。

(2) カウンターパートの配置

1988年より人員が配置され、1991年には総計68名に達している。

32名が常勤であり、36名は臨時雇いである。常勤は全てカウンターパートであり、うち24名は技術職、8名は行政職である（英文レポート付録6参照）。

(3) 運営経費の負担

1987年からプロジェクトに配分された予算実績は総額1千8百万バーツ（約9,900万円）にのぼる。

旅費、日当、消耗品、スペアパーツ等は運営費という費目から支出されるが、その5割が微生物部に配分されている（表8 タイ側予算実績参照）。

表-7 無償資金協力概要

実施 年度	61	案件名	とうもろこし品質向上研究所設立計画 Establishment of the Centre for Maize Quality Improvement	
要請の背景 および経緯	タイ国産とうもろこしの生産量の多くは輸出にあてられているが、アフラトキシン汚染の問題は、貿易上の大きな障害となっている。アフラトキシンは天然物の中でも最も強い発ガン物質といわれており、汚染防除のための研究が急務とされている。同国政府は、とうもろこしの品質向上を図るための基礎的な試験研究が可能な研究所設立計画を策定し、施設の建設および機材の供与を要請越したものの。			
供与額	6.80億円	調査実績		
交換公文署名日	62.1.22	区 分	期 間	
相手国受入機関	農業協同組合省	基本設計調査	61.4.9~5.1	
	農 業 局	報告書説明	61.7.7~7.16	
施設等所在地	バンコク			
協力の概要				
<p>施設</p> <p>(1) 研究棟 (894.24㎡) 管理部門、研究部門、実験部門、倉庫</p> <p>(2) 別 棟 (433.96㎡) 収穫調製・貯蔵部門 野外実験機材部門</p> <p>(3) そ の 他 (171.81㎡)</p> <p>機 材</p> <p>(1) アフラトキシンの分析と産生菌の生態解析に関する機材</p> <p>(2) 汚染の要因解明、改善のための収穫後調製・貯蔵などの実験・試作用機材</p> <p>(3) 汚染実態調査のための車輛と栽培試験機材</p> <p>(4) 研究成果とりまとめに必要な機器</p>				

表 8 タイ側予算実績

Conclusion of RTG Budget for The Maize Quality Improvement Research Centre Project.
(Thai Fiscal Year 1987 - 1991)

Year	Item	Temporary Wages	Remuneration Cost	Public Utility Cost	Civil Works & Equipment Cost	Total
1st Year (1987)(approved)		-	-	-	2,030,300	2,030,300
2nd Year (1988)(approved)		333,000	979,100	246,200	1,277,600	2,835,900
3rd Year (1989)(approved)		824,100	1,872,200	246,200	-	2,942,500
4th Year (1990)(approved)		1,259,300	2,865,200	588,000	-	4,712,500
5th Year (1991)(approved)		1,259,300	3,283,900	588,000	238,900	5,370,100
Total						17,891,300

RTG Budget for the Maize Quality Improvement Research Centre Project.
(Thai Fiscal Year 1987 - 1991)

Group/ Section	Item	Temporary Wages					Remuneration Cost				
		1st Year 1987	2nd Year 1988	3rd Year 1989	4th year 1990	5th Year 1991	1st Year 1987	2nd Year 1988	3rd Year 1989	4th year 1990	5th Year 1991
Agronomy Section		-	93,630	224,700	318,000	318,000	-	250,000	345,500	463,500	568,500
Microbe Section		-	80,280	192,700	322,500	322,500	-	483,700	1,033,000	1,625,400	1,725,400
Post-Harvest Section		-	90,830	218,000	298,800	298,800	-	114,100	196,000	326,000	426,000
Administration Section		-	68,260	188,700	320,000	320,000	-	130,500	297,700	450,300	564,000
Total			333,000	824,100	1,259,300	1,259,300		978,300	1,872,200	2,865,200	3,283,900

Group/ Section	Item	Public Utility Cost					Civil Work & Equipment Cost				
		1st Year 1987	2nd Year 1988	3rd Year 1989	4th year 1990	5th Year 1991	1st Year 1987	2nd Year 1988	3rd Year 1989	4th year 1990	5th Year 1991
Agronomy Section		-	35,000	-	45,000	45,000	-	-	-	-	-
Microbe Section		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Post-Harvest Section		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Administration Section		-	211,200	246,200	543,000	543,000	2,030,300	1,277,600	-	-	238,900
Total		-	246,200	246,200	588,000	588,000	2,030,300	1,277,600	-	-	238,900

Group/ Section	Item	Total				
		1st Year 1987	2nd Year 1988	3rd Year 1989	4th year 1990	5th Year 1991
Agronomy Section		-	379,430	570,200	826,500	931,500
Microbe Section		-	563,980	1,225,700	1,947,900	2,047,900
Post-Harvest Section		-	204,930	414,000	624,800	724,800
Administration Section		2,030,300	1,687,560	732,600	1,313,300	1,665,900
Total		2,030,300	2,835,900	2,942,500	4,712,500	5,370,100

Remarks : 1st Year - Oct. 1986 - Sept. 1987
2nd Year - Oct. 1987 - Sept. 1988
3rd Year - Oct. 1988 - Sept. 1989
4th Year - Oct. 1989 - Sept. 1990
5th Year - Oct. 1990 - Sept. 1991

6. 研究実績

6. 1 栽培

(1) 栽培法とアフラトキシン汚染との関係解明

タイのとうもろこし生産におけるアフラトキシン問題の背景を栽培との関連で解明するため、品種選定、播種期、収穫期、灌漑、栽植密度、窒素施用量、輪作、虫害防除等の主要栽培法がアフラトキシン汚染に及ぼす影響が広範に調査された。その結果、栽培法にかかわらず栽培期間中の圃場でのアフラトキシン汚染はきわめて希であることが立証された。貯蔵期間中のアフラトキシン汚染は子実の含水率が低下する登熟後期に収穫することによってやや減少する傾向が認められたが、いずれの栽培法によっても貯蔵期間中には汚染発生が認められた。これらのことから、汚染は主として収穫期および収穫後における子実の含水率と空気中の相対湿度が高いことに起因して生じると考えられた。

(2) アフラトキシン汚染防止のためのハスク付き収穫法の開発

慣行のハスクを剥離する収穫法（常法）と比較して、ハスク付き収穫法が貯蔵期間中のアフラトキシン汚染の著しい防止効果を示すことが明らかにされた。貯蔵期間中の子実の含水率の低下には収穫法による有意差はなかったが、ハスク付き収穫法でのアフラトキシン汚染は、常法でのそれより播種後95、105、115日目の収穫でそれぞれ84.0%、88.6%、60.5%減少した。また、アフラトキシン汚染が20ppb以下に維持される安全貯蔵期間は、常法では播種後95、105、115日目の収穫でそれぞれ1.3、2.7、3.3週間であったのに対して、ハスク付き収穫法ではそれぞれ4.7、5.3、6.7週間に延長された。

そこで、ハスク付き収穫法についての農家レベルでの実証試験が試みられた。すなわち、常法とハスク付き収穫法との比較試験が地域を異にする3農家で8週間貯蔵条件下で行われた。常法でのアフラトキシン汚染は、農家1、農家2、農家3でそれぞれ平均179.9ppb、294.3ppb、273.3ppbであったのに対して、ハスク付き収穫法でのそれは、それぞれ平均66.5ppb、103.2ppb、119.9ppbに減少した。アフラトキシン汚染のレベルは求められる安全基準（20ppb）より高かったが、ハスク付き収穫法による汚染の減少率は、農家1で63.0%、農家2で64.9%、農家3で56.1%ときわめて大きかった。しかし、実証試験ではもう1つの貯蔵菌（糸状菌の仲間）*Botryodiplodia* spp. の感染によって子実の外観が劣化することが問題点として指摘された。本菌はトキシン産生菌ではないが、圃場で子実にとりつき貯蔵中の高温・多湿条件下で感染して増殖すると考えられ、感染によっては種皮は黒変し胚乳は緑変する。

タイの社会経済的条件を考慮すると、以上の結果から、ハスク付き収穫法は、アフラトキシン汚染を防止するための新収穫技術として有望視される。ただし、*Botryodiplodia*感染の解決は今後の研究課題として残されている。

(3) A. flavus菌の発生生態の解析

アフラトキシン問題を解決するための基礎データを得る目的で、とうもろこしの栽培期間における A. flavus 菌の大気中の孢子飛散状況が圃場、貯蔵場所とその周辺で調査された。A. flavusの飛散程度には季節変化や年次変化よりも天候による変化が顕著であることが明らかになった。1989年の例を示すと、大気サンプル中に孢子が採取された頻度は、晴天日15.8%、曇天日 5.3%、雨天日 0.0%であった。また、孢子の飛散は圃場よりも貯蔵場所とその周辺で多いことが判明した。

一方、とうもろこしの主要生産地帯におけるアフラトキシン汚染の発生状況についての調査も試みられたが、各地域間で貯蔵条件や貯蔵期間を異にするため一定の傾向は見出し得なかった。

これらの研究は、A. flavus 菌の感染経路の解明にむけて今後の研究蓄積が望まれる。

(4) とうもろこしの生産と品質に関するシミュレーションモデルの開発

タイとうもろこしの生産と品質についてより体系的に解析するため、シミュレーションモデルの開発が行われた。子実生産関連特性のパラメーターの計測とモデルの構築に際しては日本人短期専門家の協力指導のもとに研究が進められた。タイの子実生産に関するシミュレーションモデルは、ホールクロップの乾物生産に関して作成された日本のモデルを基本にして、それを修正する方法で構築された。タイのモデルでは、とくに気象パラメーターについて、日本の乾物生産モデルで用いられている温度と日射量のほかに、新たに雨量を追加する必要があった。子実生産関連パラメーターはブラブタバート畑作試験場での計測データに基づいて決められたが、主要とうもろこし生産地帯に広範に適用できるシミュレーションモデルの開発が望まれる。また、アフラトキシン汚染を解析するためのモデルの開発も今後の問題点として残されている。

6. 2 乾燥調製

(1) タイメイズのアフラトキシン汚染要因

農家とミドルマンの現地調査により、(1)アフラトキシン汚染は、2回作付け地帯の1作目とうもろこしと1作地帯に主にみられ、(2)収穫後10日以内のサンプルの半数近くが A. flavus に感染していたことが判った。

脱粒したとうもろこしのアフラトキシン汚染は水分17%を超えると2週間以内に汚染され、水分22%で最大となり、30%ではカビが最も繁殖しているが、アフラトキシンは少なかった。更に損傷粒や不純物の混入により汚染は早くなる。

高水分のイヤーマイズも湿度の高いところに貯蔵すると危険である。A. flavus 感染は穀粒の小さな傷でも起こる。

(2) 水分計の開発

とうもろこしの水分の測定が収穫時期や収穫後の処理法の判定に必要である。

そこで、特に農家レベルでの簡易で低価格の水分計を開発することが必要である。製作費を抑えるため米に使用されている水分計のセンサーを改良した。この改良センサーはブライヤー型と呼ばれるもので、2本の金属ネジとイヤーマイズを押さえる棒から出来ている。新しい水分計はオープン法で較正した。

この水分計はイヤーマイズの水分を2%の標準誤差で測定可能で、イヤーマイズの水分測定に実用化し得ると思われる。

(3) 高水分とうもろこし用のコーンシェラ（脱粒機）改良

機械的損傷はアフラトキシン汚染の重要な要因であり、脱粒過程がその主な原因の一つである。そこで、とうもろこしの粒の損傷を少なくするようコーンシェラを改良する必要がある。

コーンシェラの性能試験、シリンダーの試作試験により、3タイプのシリンダー（Rectangular Spike Tooth Cylinder with Drum, Spike Tooth Cylinder with Drum, Spike Tooth Cylinder with Cage）が選ばれた。水分18、22、26、30%のとうもろこしを使って3機種のシリンダー回転速度10-12.5m/sで試験した。水分18、22、26%では破碎率は低く、30%になると上昇した。しかし、有意な差は示さず、性能は同等である。この実験は3年間続けられ、破碎率は年々減少を続けた。この傾向から工作精度がコーンシェラの性能に密接に関連しているといえる。

新しく改良されたコーンシェラの組み立てには、機械の製作・保守管理を特に考慮して、Spike Tooth with Cage を選んだ。

新しいコーンシェラの組み立てに歯及び選別部はタイですでに開発されており、運転条件（風速、ふるい速度等）を更に調査する必要がある。

一方、イヤーマイズをハスク付きで脱粒する試験が行われた。これは、栽培部門から、ハスク付きで収穫・貯蔵するとアフラトキシンが減らせるということが指摘されたためである。Rasp-Barを使用したコーンシェラがハスク付きイヤーマイズに良好な脱粒成績を示した。このコーンシェラは、ハスク付き収穫が農家レベルで実施されれば、実用化されると思われる。

(4) 農家貯蔵庫の改良

この実験は、農家貯蔵庫の内部環境を明らかにし、アフラトキシン防止のために改良することにある。このため、農家規模の貯蔵庫を2基作成した。1基には床に1本、中央層に2本、合わせて3本の空気抜きを加えた。それぞれに5トンのイヤーマイズを貯蔵し、温度変化を調査した。

アフラトキシンと水分を貯蔵開始から3、7、14、30、63日目に調査した。各貯蔵庫の中央部に高温域がみられた。温度上昇は3本の空気抜きで抑えられ、特に底にある空気抜きが最も効果があった。

イヤーマイズの乾燥は、改良貯蔵庫で早かった。しかし、アフラトキシン汚染は差が無かった。アフラトキシン汚染は3日目から始まり、7日目には安全水準の10ppbを超えた。

貯蔵庫の改良や貯蔵庫に詰めたイヤーメイズの乾燥法の開発について更に調査を行うことが、農家貯蔵庫のアフラトキシン汚染を減少させるために必要である。

6. 3 微生物

微生物部門は、他の研究部門である栽培部門と乾燥調製部門と密接な関係を図りつつ研究を実施した。他の部門で実施する実験成果の判定には、アフラトキシン産生菌である A. flavus を中心とする微生物の挙動及びアフラトキシン汚染の状況を把握する必要がある、微生物の分離、同定及びアフラトキシンの分析技術を有する衛生部門がこれに協力した。他の部門との共同研究成果については、栽培部門と乾燥調製部門で報告されており、省略する。

微生物部門独自で実施した主要研究成果について紹介する。

(1) タイ産とうもろこしへの A. flavus の着生とアフラトキシン汚染経路の解明

タイ産とうもろこしへの A. flavus の着生とアフラトキシン汚染経路を解明するため、タイ国のとうもろこし生産地である北部、中部地域から土壌、空気、とうもろこしの雌穂や穀粒等を季節的に採取して試験した。A. flavus の菌数が高い試料は、とうもろこし栽培地域の土壌と農家及び仲買人のとうもろこし貯蔵庫であった。とうもろこしを脱粒している場所の近くの空気中からは著しく多数の A. flavus が検出された。収穫直後の雌穂や穀粒は、長期間貯蔵に比べて A. flavus の着生が少なかった。一方、とうもろこし栽培地域の空気中には A. flavus の浮遊がほとんど認められない。これらの事実により、A. flavus の着生する主要な経路は、脱粒処理工程にあると思われる。とうもろこしのアフラトキシン汚染については種々の条件があるが、通常、雌穂よりも脱粒した穀粒に高い汚染が認められた。地域差による A. flavus の着生とアフラトキシン汚染の違いは認められなかった。

(2) とうもろこし穀粒の平衡水分と A. flavus の着生の関係

とうもろこしの乾燥あるいは貯蔵中に生ずる水分含量の変化と A. flavus の着生は、それをとりまく大気中の湿度に大きく支配される。乾燥処理で高水分のとうもろこしを高温条件下に長時間おいても、空気中の湿度が高ければ乾燥は進まず、付着しているカビが生育してくる。また、よく乾燥したとうもろこしを高湿条件のもとに放置しておく、次第に吸着してかびが生育してくることがしばしば起こる。そこで、タイ産とうもろこし穀粒の平衡水分と相対湿度の関係を測定した。相対湿度が92.6%、84.2%の高湿度領域にとうもろこし穀粒を長期間放置すると、平衡水分含量は20-21%、16-17%となった。この状態にとうもろこし穀粒を放置すると8週間以内に A. flavus の生育が認められた。一方、相対湿度が80%、75%、70%に9週間放置すると平衡水分含量は15-16%、14-15%、13-14%となり、その間に A. flavus の生育は認められなかった。

このような乾燥に関連する現地の産物を使った試験により得られた基礎データは、今後の乾燥に関する試験を進める上で貴重なデータである。

(3) アフラトキシンの簡易、迅速分析法の開発

タイの国情に合ったアフラトキシンの簡易、迅速分析法を開発するために、輝く黄緑蛍光法 (Bright greenish yellow fluorescence method, BGYF)、免疫法 (ELISA)、ミニカラム法について検討を加えた。

BGYFは簡易で迅速な方法であるが、測定結果に誤差が大きく、一次スクリーニングというより予備スクリーニング程度にしか使用できないようである。

ELISAは複雑な前処理がなく、精度が高く、迅速な分析法であるが、分析に使用する市販の抗体が蛋白であるため高温では有効期間が短く、価格も高い欠点があるため、現状では、タイ国での飼料用とうもろこしの検査に使用するには無理がある。この方法は、研究開発がより進み、有効期間の長い安価な分析キットが市販されるようになれば大変に有望な分析法である。

簡易分析法としてミニカラム法が開発されているが、より簡易で安価な方法を検討し、開発した。既存の方法では試薬を12-15種類必要であったのを4種類に減らし、分析時間も1/2の15分間に短縮した。試料一点の分析費用も50パーツから18パーツに低減することができた。分析限界も10ppbと低濃度まで測定できるので、今後タイ国で普及するに値する方法と考えられる。

(4) プラスチックバック使用による高水分とうもろこしのアフラトキシンの汚染防止

とうもろこし穀粒を高密度ポリエチレンバックに詰めて密封すると、袋の内部は急激に酸素が消費され炭酸ガス濃度が上昇し A. flavus の生育を抑える効果のあることを、熱帯農業研究センターと本プロジェクトの微生物部門のスタッフが発見した。特に、収穫直後の高水分とうもろこしは呼吸が活発であり、バックに詰めて密封するだけで袋の中は急激に酸欠になり、炭酸ガス濃度が上昇する。高水分のとうもろこしをバックに詰めて、室温に4週間放置したが A. flavus や他のカビの生育はなく、勿論アフラトキシンの汚染も認められなかった。タイのとうもろこしの大部分は雨期に収穫され、乾燥設備の能力を越えて収穫することが多く、高水分のとうもろこしにカビが生育してアフラトキシンの汚染が発生する。この乾燥処理するまでのアフラトキシンの汚染の危険な期間を、バックにいれて品質低下を防止することのできるこの方法は、簡便で安価に実施することからタイの国情にあった有効な方法である。現在、プラスチックバック使用により高水分とうもろこしを保存した試料を使用しての動物試験を実施中で、この方法で保存した場合の飼料としての価値を検討中である。

7. プロジェクト実施の効果

本プロジェクトは、栽培、乾燥調製、微生物の3分野の研究グループ及び業務調整が密接な連係を保ちつつ研究が実施され、実用性の高い成果が得られている。

栽培分野では13の試験研究が行われ、普及を通じ農家に技術移転可能な成果が得られている。乾燥調製分野では17の試験研究が実施され、農家及び仲買業者が活用可能な成果が得られている。微生物分野では栽培、乾燥調製分野からのサンプル分析に当たりつつ13の試験研究が行われ、将来の応用研究の基礎になる成果が得られている。

プロジェクトで得られた成果は、毎年開催される農業局主催の Annual Conference及び研究集会等で発表された。また、1988、1989年にタイの研究者を対象に開催されたアフラトキシン防除に関するトレーニングコースに参加し、プロジェクト活動等を紹介した。これらの活動を通じアフラトキシン防除の必要性に対する認識を高めることに役立っている。

現在、とうもろこしの流通実態を調査中であり、アフラトキシン防除にかかる適切な対処法をプロジェクトの研究成果とともにマニュアルとして取りまとめる予定である。

アフラトキシン防除に関する情報はセンターのコンピューターに集積されておりタイ国内においてその利用が前向きに検討されている。

8. プロジェクトの自立発展の見通し

8. 1 組織的自立発展の見通し

タイ側の基本的な考えとして、プロジェクト終了後もセンターを分割せず、現在の4部門協力体制を維持し、同一課題で研究を継続していく意向であり、他の研究機関との関係の強化を図り、ラボ・センター、マイコトキシ研究センター等に発展させていく構想をもっている。研究成果の普及技術化についても前向きに検討されている。

8. 2 財務的自立発展の見通し

タイ側負担の予算については、年々増額されており91年度予算はプロジェクト開始時の2倍強にあたる5,370千バーツとなっており、タイ側の熱意を表しているものと思われた。

プロジェクト終了後にも適切な予算措置が求められるが、通常タイ国は研究所に対する予算及び人員は決して充分なものではなく、プロジェクト最終年度においては日本側としても活動の持続性を考慮した機材の補充等が望まれる。

8. 3 技術的自立発展の見通し

施設・機材等研究を進める上での装備は完備され、かつタイ側カウンターパートに対する技術移転も順調に進んできたことを考えれば、アフラトキシン汚染防止に係る研究機関としての体制は十分に整いつつある。

現在、とうもろこしの流通実態を調査中であり、アフラトキシン防除にかかる適切な対処法をプロジェクトの研究成果とともにマニュアルとして取りまとめる予定であり、アフラトキシン防除にかかる技術的自立の為に活用されるものと考えられる。

アフラトキシン防除に関する情報はセンターのコンピュータに集積されておりタイ国内においてその利用が前向きに検討されている。

9. 結論及び勧告

9. 1 評価の総括

タイとうもろこし品質向上計画は、タイの主要輸出産品の一つであるとうもろこしに生育する微生物（かび）により産出されるアフラトキシン汚染を軽減、防除することにより、その品質の向上に寄与することを目的として、タイ国農業局と1986年12月15日にR/Dが取り交わされ、以来5カ年計画で実施中のプロジェクトである。

本プロジェクトの管理運営体制は、農業局長が議長をつとめる総合的な年次計画等最重要事項を検討する日・タイ合同委員会 (Joint Committee Meeting) を頂点として、運営委員会 (Coordinating Committee Meeting)、運営小委員会 (Coordinating Sub-Committee Meeting)、作業部会 (Working Group Meeting) が整備されプロジェクトの円滑な運営管理に役立っている (表9 開催実績参照)。日・タイ合同委員会は1年に1~2回開催が予定されており、1988年以来派遣された巡回指導調査に併せて開催され、今回も当調査評価チームの訪問時に開催され、日タイ合同の評価チームによる評価調査の報告をおこない了承を受けた。二国間で実施するプロジェクトは両者の意思の疎通が必要であり、このような運営体制が確立して運営されていることは、本プロジェクトの推進に効果があったと思われる。

表-9 プロジェクト合同委員会等開催実績

(1) プロジェクト合同委員会	(3) 運営小委員会
1) April 5th, 1988.	1) January 15th, 1988.
2) March 16th, 1989.	2) February 25th, 1988.
3) April 19th, 1990.	3) June 29th, 1988.
4) January 24th, 1991.	4) October 17th, 1988.
	5) December 8th, 1988.
(2) 運営委員会	6) February 17th, 1989.
1) March 14th, 1988.	7) December 4th, 1989.
2) August 2nd, 1988.	8) February 2nd, 1990.
3) December 22nd, 1988.	9) April 5th, 1990.
4) December 15th, 1989.	10) July 6th, 1990.
5) February 13th, 1990.	11) December 28th, 1990.
6) November 30th, 1990.	12) June 13th, 1991.
7) January 3rd, 1991.	

本プロジェクトは、タイ農業局との協力のもとに推進されており、組織としては業務調整、栽培、乾燥調製、微生物の4部門により構成されている。タイ側の体制は、タイ農業局長である Dr. Tanongchit Wongsiri が本プロジェクトの総括責任者であり、業務調整部門には計画・技術部 (Planning and Technical Division)、栽培部門には畑作研究所 (Field Crops Research Institute)、乾燥調製部門には農業機械部 (Agricultural Engineering Division)、微生物部門には植物病理・微生物部 (Plant Pathology and Microbiology Division)が参加・担当している。日本側は、リーダーと各部門に1名の長期専門家が付き計5名が現地に常駐し、これに短期専門家の支援が加わる体制で本プロジェクトを推進している。

微生物部門は、他部門が実施する試験のアフラトキシンを産生するかびの生態の調査や分離同定をし、アフラトキシンの分析を行うと共に、自部門の試験を進める必要があり、他部門のかびの同定やアフラトキシン分析の要求を十分に受け入れることが出来ない状況が出ていた。反省になるが、この部門は他部門の仕事を受け持つ重要な部門であったので、微生物と分析の2部門に分けスタッフを充実すればより効果的であったと思われる。

このプロジェクトは3部門の異なる研究グループと調整部門が一つの目的に向かって活動することから、横の連絡が取り難い状況にあるが、長期専門家の努力により順調に成果が上がっている。タイ農業局も局長をはじめとして、このプロジェクトに力をいれており、タイ側の1987年から当プロジェクトに配分された予算実績は総額1千8百万バーツ(約1億円)にのぼる。日本側とタイ側との関係は良好であり、タイ側の日本側専門家に寄せる信頼も高い。

本プロジェクトは、バンコク市バンケンにある農業局の敷地内に無償資金協力により建設された「とうもろこし品質向上研究センター」を中心として推進されており、業務調整部門と乾燥調製部門(当初は研究センターから35km離れたクロン・ルアンにある農業機械部貯蔵・調査課に位置していた。)、微生物部門がここを活動拠点としている。栽培分野は研究センターから130km離れたプラプタパート畑作試験場を活動の拠点としており、プロジェクト基盤整備による溜池回収工事は1988年に完成し、1988年度の応急対策整備費による実験室の一部改修工事は完成しており、施設的にはかなり良好な状況にあり、有効に利用されていた。しかし、栽培部門が管理する研究圃場が研究センターからかなりの距離があり、他の研究部門特に微生物部門との連携が充分に取り難いことと、この研究圃場が田園の中にあり、栽培部門の長期専門家の生活が大変であったと想像された。

本プロジェクトの目的は、タイ国におけるとうもろこしの栽培、収穫調製、貯蔵、流通の各段階で、アフラトキシン産生菌であるかび (*Aspergillus flavus* または *A. parasiticus*) の生態および産生菌によるアフラトキシン汚染の実態を解明し、アフラトキシン汚染の軽減、防除のための手段を開発し、タイ産とうもろこしの品質を向上しようとするプロジェクトであることから、研究目的がはっきりしているが、基礎研究から応用研究をカバーする必要があり、研究対象のとうもろこしが飼料用で安価なため、開発すべき手法がタイ国に適合した容易で廉価なものでなけ

ればならない困難さがある。本プロジェクトの成果については、5年計画であるが研究センターの建設に最初の1年間を費やしており、とうもろこしの栽培から収穫、貯蔵における一連の試験は、最終年の今年（1991）を含めて4回の試験のみであり、1991年7月現在では3回の試験結果がだされていた。研究は広範囲にわたっており基礎的研究から応用・実用研究まで精力的に進められていた。研究成果の中には、年度ごとの天候の違いや実験回数が少ないために評価が未定のものもあり、今年度の成果に期待する試験もあった。

各部門より主要な研究課題を4個ずつ以下に記す。

(1) 栽培部門

- 1) アフラトキシン汚染防止のための収穫法の開発：タイ国におけるとうもろこしの収穫は、一般にハスクをのぞいて雌穂を収穫し、物置等に入れて乾燥しているが、ハスク付きで収穫し乾燥すると、在来法に比べてアフラトキシンの汚染が少なく、タイ国の社会経済的条件下でのアフラトキシン汚染防止技術として有力な方法である。
- 2) アフラトキシン汚染と栽培法の関係：完熟雌穂の収穫、収穫期の高湿度と穀粒の高水分の関係を明らかにしており、今後研究を進めていく上に貴重な基礎データとなる。
- 3) A. flavusの生態分析：空気（0.09 cubic meter）中のA. flavusの菌数は、晴天の日は15.8個、曇の日は5.3個、雨の日は0個。また、栽培地よりも脱粒場所や貯蔵場所が検出頻度が高い結果が出ている。今年も研究を続ける予定であるが、貴重なデータである。
- 4) とうもろこしの生産及び品質のシュミレーション・モデルの開発：研究開発が遅れたために今年度で終了が難しいので継続試験を予定しているが、期待される課題である。

(2) 乾燥調製分野

- 1) タイ産とうもろこしのアフラトキシン汚染因子の解明：脱粒したとうもろこしのアフラトキシン汚染は水分が17%を超えると2週間以内に認められ、水分が22%で汚染が最大になる。更に損傷粒や不純物により汚染は早くなる。この知見は今後とうもろこしを乾燥・貯蔵する時の貴重な基礎資料となる。
- 2) 水分計の改良：とうもろこしの水分の測定が収穫時や収穫後の処理法の判定に必要である。そのため低価格の水分計を改良開発した。また、1粒用、雌穂用水分計の開発も行っている。タイ国での実用化が期待される。
- 3) 高水分とうもろこしの脱粒機の改良：とうもろこし穀粒の機械的損傷はアフラトキシン汚染の重要な要因であり、脱粒工程がその主な原因の1つである。コーンシェラの改良および操作条件が明らかになりつつあり、また、ハスク付き雌穂からの脱粒にもRasp-barを使用したコーンシェラが良好な脱粒成績を示している。これは、実用に移行可能な開発技術である。
- 4) 雌穂の農家貯蔵の改良：重要な研究課題であり、貯蔵庫に積まれた雌穂の中央部および底部の空気抜きが重要であることなどが明らかになっているが、今年は模型の貯蔵庫を造り継続試験を予定している。

(3) 微生物分野

- 1) タイ産とうもろこしへの A. flavus の着生とアフラトキシン汚染経路の解明：とうもろこし栽培圃場の空気中にはアフラトキシン産生菌の浮遊が少ないが、栽培圃場の土壌や農家および仲買人のとうもろこし貯蔵庫、とうもろこしを脱粒している場所の近くの空気中にはアフラトキシン産生菌が多数検出されている。これらの基礎データは、汚染防止手法開発に必要である。
- 2) とうもろこし穀粒の平衡水分と A. flavus の着生の関係：とうもろこし穀粒の平衡水分と A. flavus の着生の関係を明らかにすることは、今後の乾燥処理を考える上で貴重な基礎データである。
- 3) アフラトキシンの簡易、迅速分析法の開発：BGYF法、免疫法、ミニカラム法等が検討されたが、ミニカラムの改良法が短時間で少量の試薬で分析でき、分析限界も10ppb と低濃度まで測定可能であり、タイ国で普及するに値する方法である。
- 4) プラスチックバッグ使用高水分とうもろこしのアフラトキシン汚染防止：ポリエチレンバッグによる酸欠状態での A. flavus の生育を阻止する方法で、この方法で処理したとうもろこし穀粒で飼育試験をした結果、品質的に問題がなかったことから、タイ国で実用に移行可能な貴重な開発技術である。

以上のように実施途中の課題もあるが、多くの実用化の可能な技術が開発されており、本プロジェクトに参加された方々の並々ならぬ努力と才能に敬服する。

9. 2 勸告

評価の総括で記したように、3回の栽培、収穫という少ない機会の試験研究で大きな成果をあげており、今後の試験研究に役立つ多くの基礎データに加えて種々の実用化の可能な技術の開発がある。これらの研究成果は、プロジェクトの途中でも研究誌等に発表して広く公表することが望ましい。ただそのためには、タイ国で試験研究に没頭している長期専門家は余りにも忙しいので、JICA関係者、巡回指導調査団、短期専門家等の経験者を中心とした支援組織を作り協力することが望まれる。これがこのプロジェクトの成果を一層あげる結果となる。

本プロジェクトは、日・タイ両国において多大の経費、人的資源を投じて実施されている事業であり、タイ国においてその成果の積極的な活用を期待したい。そのために、ここで得られた成果をプロジェクト終了時にタイ国内において公表するためのセミナーを開催することを希望する。このセミナーには、タイ国関係者、長期専門家が参加することは勿論であるが、短期専門家等で協力頂いた方々の参加があれば、セミナーの内容がより充実し、すばらしい成果を上げることが出来るであろう。また、とうもろこしの栽培から収穫、流通にいたる技術マニュアルを取りまとめることにより、これらに関係する人達の質的向上が図られ、タイ産とうもろこしの品質が向上すると考えられるので、技術マニュアルの取りまとめを希望する。この試験研究データの解析や

技術マニュアルの作成を支援する数名の短期専門家の派遣が、1992年度には必要と思われる。

1991年度の収穫シーズンの試験研究データの解析と技術マニュアルの作成に6カ月、最終セミナーの準備と開催に更に3カ月が必要と考えられるので、合同評価調査チームはこのプロジェクトを9カ月延長することを要請する。

また、このプロジェクトで得られた技術、装置、施設を十分に利用するために、農業局は、プロジェクトの終了後にも、4部門の仕事が調和して協力的に進められるように管理することを要請する。

9. 3 フォローアップを実施するに当たっての留意事項

1991年度の試験研究の成果が出ていない段階であり、本プロジェクトが初期の目的のどの程度を達成しているかを評価することは難しいが、タイ国産とうもろこしのアフラトキシン汚染をゼロにすることは困難であり、まだ解明・開発すべき課題は多く残るとと思われる。また、アフラトキシン汚染はとうもろこしのみならず多くの農産物等にも発生することから、これらの立派な施設を使用して継続して試験研究を続けられることをタイ側に希望する。かびが産生する毒は、アフラトキシンの他にも多数あり、タイ国で問題となると思われるものにFusarium菌が産生する毒等があり、農産物への汚染も考えられる。これらの対応にも、本プロジェクトの施設や人的資源が役に立つと考えられる。

この度のタイ訪問時に、タイ側からいろいろな意向が示された。農業・協同組合省への表敬訪問では、Mr. Yookti Sarikaphuti (Permanent Secretary:次官) に合うことができた。Yookti次官は、タイは農業国で今後とも農産物を外国に輸出しなければならない。有利に輸出をするためには、輸出農産物(米、とうもろこし、キャサバ、熱帯果実等)の品質を向上する必要があり、それには正確な品質保証ができるようにしたい。マイコトキシン汚染については、特に重要と考えているので当プロジェクトの第2フェーズを考えたいとの意向を示した。農業局次官であるDr. Ampol Senanaronghaは、Joint Committee Meetingにおいて、当プロジェクトで開発した技術のタイ国の農家、仲買人、飼料会社等への普及にも、日本側の協力要請が必要である旨発言した。調整部門との話し合いの時点で、タイ国側(Dr. Vijai Nopamornbodi)は第2フェーズについての素案を提出した。また、研究者との話では、タイ国ではアフラトキシンの汚染はとうもろこしだけでなく、ピーナッツ、米等にも問題があり、その他のマイコトキシンについても農産物に汚染があり、とうもろこしのアフラトキシン汚染だけでなく他のマイコトキシン汚染についても協力研究を進める希望を持っていた(別紙 フェーズII素案参照)。

これらの提案については、タイ国にはこの他に多くの協力希望案件があるので、タイ国側の総理府経済技術協力局をとおして日タイ年次協議に提出する等の働きかけにより、在タイ日本大使館を通して正式要請を挙げて貰いたいと答弁した。

QUALITY IMPROVEMENT RESEARCH CENTRE FOR
MAIZE AND OTHER ECONOMIC CROPS

Justification

Scope of Work

1. Continue on-going research activities.
2. Apply developed research technologies for Maize to other commodities.
3. Research on other mycotoxic substances.
4. Research on residual mycotoxin substances on animal products.

Period of Extension

1. 5 years to complete the activity cycle.

Participating Agencies

1. DOA as :
 1. Field Crops Research Institute.
 2. Plant Pathology and Microbiology Division.
 3. Agricultural Engineering Division.
 4. Planning and Technical Division.
 5. Others.
2. Other Agencies.
 1. Department of Livestock.
 2. Universities.
 3. Private Sector.

