

タイとうもろこし品質向上計画 総合報告書

平成 4 年 10 月

国際協力事業団

農開技

J R

93-11

国際協力事業団

25748

JICA LIBRARY



1110595[4]

ま え が き

1970年代のタイにおけるとうもろこしの年間生産量は約450万トンで、タイの主要農産物の一つであった。また、主要な輸出作物の一つであり、全生産量の約80％が輸出されていた。しかし、有毒物質アフラトキシンによる汚染から輸出に悪影響を与えるという深刻な問題が発生した。このため1984年、タイ国政府は、とうもろこしのアフラトキシン汚染防止・軽減による品質の向上を図るため、我が国に無償資金協力及びプロジェクト方式技術協力を要請してきた。

これを受け日本国政府は、1986年4月に無償資金協力のための基本設計調査団を派遣し、同年11月28日、タイ国政府との間で交換公文を取り交わした。一方、プロジェクト方式技術協力では、1985年2月、コンタクト調査団、同年9月、事前調査団、そして1986年2月には長期調査員を派遣し、協力内容について検討を進めた。1986年12月には実施協議調査団を派遣しアフラトキシン対策のための研究技術の強化と適正技術の開発を通じ、とうもろこしの汚染を防止し、品質向上に寄与することを目的として、12月15日、R/Dにとりまとめ、5年間のプロジェクト方式技術協力を開始した。

本計画は、9か月の延長後、日本側専門家とタイ側カウンターパートとの熱意と努力により多くの成果をあげ、1992年9月14日に終了した。

ここに、帰国した専門家のプロジェクト活動の実績を総合報告書としてまとめたが、単に記録としてではなく、他のプロジェクトの参考になれば幸いである。

最後に、本報告書作成にあたりご協力をいただいた田部井リーダーをはじめ、帰国専門家各位に対し謝意を表するとともに、本プロジェクト実施中にご協力を賜った関係各位に厚くお礼申し上げます。

平成4年10月

国際協力事業団

農業開発協力部

部長 有川 通世

目 次

まえがき

I. プロジェクトの概要	1
1. プロジェクト要請と背景	1
2. プロジェクト協力の期間と場所	1
3. プロジェクトの目的	2
4. プロジェクト協力の方法	2
5. 技術協力の視点	2
6. プロジェクトの評価と対応	2
7. プロジェクトの成果	3
8. 設立後の経過	5
II. 研究概要	27
1. 栽培部門	27
2. 乾燥・調製部門	37
3. 微生物部門	44
別添 1. タイ側管理部門報告 (経過報告、プロジェクト運営組織、内部通達) 資料 (Record of Discussions)	59
別添 2. とうもろこし栽培生産・流通調査 要約	103

I. プロジェクトの概要

1. プロジェクト要請と背景

タイのとうもろこし生産について日本は、1976年から8年間、生産向上のための技術協力を行った実績がある。その結果、増産については一応の成果があった。その当時、年間生産量は約450万tで、そのうち約80%が輸出されており、農業国であるタイ国にとって重要な輸出農産物の一つとなっていた。しかし、前記の協力期間中に、すでに新たな有害物質アフラトキシンによるとうもろこしの汚染という深刻な問題が発生した。アフラトキシンは、Aspergillus flavus 菌という<カビ>がとうもろこし等に寄生して産生する物質で、強い急性毒性とともに、自然界で生ずる物質としては最強の発癌性を有している。そのため、輸出にも悪影響が出始めるに至った。

このため、タイ国政府（農業・協同組合省）は、アフラトキシン汚染の対策研究として、

- (1) 乾燥貯蔵法の改善
- (2) 作付体系の改善・抵抗性品種の選定
- (3) アフラトキシンによる汚染実態の把握

等、とうもろこしのアフラトキシン汚染防止・軽減・品質の改善向上を図るための研究事業を計画し、日本国政府に対してプロジェクト方式の技術協力と、必要な研究センターの建設を要請してきた。これを受けて、日本国政府は1985年2月にコンタクトミッションを派遣し、要請の背景、要請の内容、協力の可能性等について調査を行い、続いて同年9月には事前調査団を派遣し、プロジェクト方式の技術協力の大枠について調査を行った。また翌年1986年2月には、プロジェクト方式の技術協力を開始するにあたり、必要なタイ側の体制整備状況、協力期間中の活動内容等を調査するため、2名の長期調査員を派遣した。

一方、本プロジェクトの実施にあたっては、微生物研究室をはじめ、研究の中心となる施設が必要であり、この施設については無償資金協力により建設されることとなり、1986年4月に基本設計調査団が派遣された。同無償資金協力計画は、同年11月28日閣議了承され、E/Nの交換が行われた。

上記無償資金協力の閣議了承及び事前調査等を踏まえ、1986年12月15日に本プロジェクトの暫定実施計画に、タイ側農業局長 Dr. Yookti Sarikaphuti と日本側実施協議調査団長宮本和美氏による署名・交換が行われ、同日をもって本プロジェクトを開始するに至った。

2. プロジェクト協力の期間と場所

技術協力期間：昭和61年（1986）12月15日～平成4年（1992）9月14日、5年9か月間

相手国機関：タイ国農業・協同組合省 農業局

研究所：The Maize Quality Improvement Research Center（無償援助）

3. プロジェクトの目的

とうもろこし穀粒に感染する A. flavus 菌によって、産生される発癌性物質アフラトキシンの汚染を防ぐための新しい技術開発。このために以下の3分野での研究技術協力の実施。

- 1) 栽培分野：アフラトキシン汚染軽減のための栽培方法の検討、等。
- 2) 乾燥・調製分野：貯蔵中の汚染要因の解明、収穫後の乾燥・貯蔵法の改善、脱粒機の改良、簡易水分計の開発、等。
- 3) 微生物分野：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、等。

4. プロジェクト協力の方法

1) 専門家の派遣

長期専門家（5名）：リーダー、調整員、栽培、乾燥・調製、微生物の各分野。

短期専門家（毎年3～4名）：栽培、乾燥・調製、微生物の各分野。

2) 研修員の受入れ：毎年数名のカウンターパートの日本国内研修。

3) 機材供与：化学分析用高額機器、乾燥・調製機械、栽培関係研究機材等の供与。

5. 技術協力の視点

アフラトキシンに関しては、すでにタイ貿易研修センター・プロジェクト（JICA）において「とうもろこしの品質検査」面での技術協力（1987年9月終了）と、農林水産省・熱帯農業研究センターによる基礎的共同研究が行われた（1990年3月終了）。本プロジェクトも、これらとの連携のもとで、研究推進を行った。

6. プロジェクトの評価と対応

プロジェクトの試験結果は、平成3年7月に実施された最終評価調査団によって、高く評価された。本プロジェクトは平成3年12月14日で終了の予定であったが、最終評価調査団の勧告によって、プロジェクト最終年である1991年の作期のデータを解析し、最終報告書とするためには期間の延長が必要なこと、また、得られた成果を普及に移行するための技術マニュアルの作成と、セミナーの開催を含めて、9か月のプロジェクト期間の延長となった。

7. プロジェクトの成果

得られた成果は、次のように要約される。

栽培分野：

- 1) アフラトキシン汚染は、圃場の立毛中や収穫時には稀で、主として収穫後に起きる。
- 2) とうもろこしの収量は、5月播種の慣行栽培で最も高く、安定的であるが、8月～9月播種の遅植えとなるほど減収となる。収穫時のアフラトキシン汚染発見率は、5%以下であった。とうもろこしの収量の多少と、貯蔵後のアフラトキシン汚染とは無関係である。収穫時のとうもろこしの水分含量が25%以下の場合は、貯蔵後のアフラトキシン汚染は極端に減少する。
- 3) 窒素施用とアフラトキシン汚染との関係では、無窒素区及び少窒素区(10kgN/rai)で高く、多窒素区(20 & 30kgN/rai)で低かった。
- 4) 貯蔵後のアフラトキシン汚染は、播種後95日収穫のとうもろこしで最も高く、収穫時期を遅らせるほど低くなり、播種後125日収穫では、ほとんどゼロになる。
- 5) 収穫後のとうもろこしの水分減少率は品種により異なり、早生種のほうが早い。1粒用水分計を用いて計測した1穂の水分変動は、日平均±10.1%～±15.1%であったが、同一プロットの9穂の平均水分含量は、収穫日により±6.8%～±12.3%とばらついた。
- 6) アフラトキシン産生菌 A. flavus 孢子の空気中における飛散は、圃場よりも脱粒場や貯蔵庫中で多く、年次よりも、その日の気象状況に、より支配される。
- 7) 土壌中の A. flavus 菌濃度と輪作との関係は、とうもろこし・ラッカセイ、とうもろこし・ソルガム、とうもろこし・ゴマの組合せで高まり、とうもろこし・マングビーン、とうもろこし・ダイズ、とうもろこし・とうもろこし、とうもろこし・休閒の組合せでは変わらなかった。土壌が多湿な場合は、どの組合せでも低く推移した。
- 8) アフラトキシン汚染の防止技術として、ハスク付き収穫法が有効である。雌穂の乾燥スピードは、ハスク無しと有意差はなかった。
- 9) アフラトキシン汚染に果たす昆虫の役割は、A. flavus 菌の圃場内での運び屋としては意味があるが、害虫加害とアフラトキシン汚染との関係は、定かではなかった。
- 10) タイとうもろこしの生産と品質向上を目的としたシミュレーションモデルの作成を、日本のモデルを参考に試みてみた。

乾燥・調製分野：

- 1) アフラトキシン汚染は、二期作栽培の一期作目と単作のとうもろこしに多い。
- 2) アフラトキシン汚染は、農家貯蔵の初期の段階で発生する。

- 3) タイとうもろこしの標準水分測定法（オープン法）を作成した。また、各種水分計の性能試験を行い、とうもろこし用低価格水分計を開発した。
- 4) 各種タイプのとうもろこし用脱粒機の性能試験を行い、高水分とうもろこしでも、損傷の少ない脱粒機を開発した。
- 5) 農家用とうもろこし貯蔵庫の改良では、空気抜きを水平方向にした場合が最も効率的で、アフラトキシン汚染防止にも有効であった。垂直方向にした場合には、乾燥効率は水平方向よりやや落ちるが、アフラトキシン汚染はかなり抑えられた。
- 6) 乾燥法の試験では、水分含量 24% のとうもろこし穂は、1 日 2 時間・2 週間の通風乾燥で 16% に、加熱乾燥法では 11% に下がったが、貯蔵後のアフラトキシン汚染は僅かに認められた。とうもろこしの水分平衡は、穂と粒では異なり、穂のほうが低い値で釣り合った。
- 7) 亜硫酸ガスによる貯蔵中の燻蒸は、亜硫酸ガスが残っている間は、アフラトキシン汚染に有効であった。

微生物分野：

- 1) 各地の試料からアフラトキシン産生菌の分離される割合は、とうもろこしから 35%、空气中から 33%、土壌中から 40% であった。
- 2) A. flavus 菌の生育に必要なとうもろこしの最低水分活性値は、0.85（水分含量として約 18%）であった。
- 3) A. flavus 菌は、圃場の土壌と貯蔵庫の塵から分離されるが、収穫直後のとうもろこしからは、あまり分離されない。分離頻度は、稼働中の脱粒機付近の空气中で非常に高く、圃場では低かった。この脱粒作業が A. flavus 菌汚染の主原因と考えられる。アフラトキシン汚染は、収穫後のとうもろこし・脱粒したとうもろこしで高く、収穫直後のとうもろこしでは低かった。地域差は認められない。
- 4) A. flavus 菌の汚染は、手作業脱粒のとうもろこしで低く、機械脱粒に多かった。水分含量 29% のとうもろこしを貯蔵した場合、アフラトキシン含量は 1 か月後が最高で、その後は徐々に減少した。
- 5) 立毛中のとうもろこしの A. flavus 菌汚染は、他の部分に比べて、シルク・芯・穀粒に多い。芯よりは穀粒のほうが高い。
- 6) 好天の場合は、乾燥は 1～2 日で終了する。太陽光線が強い場合には、アフラトキシンの分解がみられるようである。
- 7) 害虫加害のとうもろこしは、病害に侵され易い。また、虫害粒の周囲の健全粒には、A. flavus 菌が認められる。
- 8) 紫外線下の蛍光発色法は、アフラトキシンの第 1 次スクリーニング法として有効である。

アフラトキシン B₁ 含量との関係は、カウント 5 以下の試料の場合には、20 ppb (FAO・WHO のガイドライン) 以下なので安全と見なし、カウント 5 以上の場合にのみ精密検査するという検査体制が可能となる。

- 9) タイの国情に合ったアフラトキシン簡易分析法「ミニカラム法」を開発した。検査精度は 10ppb。
- 10) アフラトキシン産生菌かどうかを判定する、ココナッツ加用選択培地を開発した。
- 11) A. flavus 菌の生育とアフラトキシン汚染防止のためのアンモニア処理は、貯蔵初期には有効であるが、とうもろこし粒は黒変し、悪臭が残る。
- 12) 嫌氣的処理（プラスチックバッグ使用）による、高水分とうもろこしのアフラトキシン汚染防止技術を開発した。

8. 設立後の活動経過

1987 年度

1. 専門家派遣

(1) 長期専門家の派遣

長期専門家として業務調整員・清野武司専門家及び乾燥・調製担当・小林誠専門家が 5 月 20 日、栽培担当・仁部輝彦専門家が 6 月 30 日、チームリーダー吉山武敏専門家が 7 月 21 日にそれぞれ派遣された。微生物担当専門家の派遣は人事の都合上、行われなかった。

(2) 短期専門家の派遣

- 1) 井出口義郎専門家 (12 月 15 日～12 月 26 日) 1 回目
(3 月 10 日～6 月 17 日) 2 回目

1 回目：畑作研究所管轄のプラプタバート試験場にある貯水池の修復工事のための設計見積の業務。

2 回目：工事施工管理、工事作業監督。

- 2) 嶋田秀一専門家 (1 月 11 日～3 月 10 日)

無償資金協力関係協与機材の設置に関しカウンターパートとの計画打合せ及び取扱い指導。

- 3) 富岡 譲 (3 月 10 日～4 月 6 日)

貯水池修復工事にかかわる施工手続き、建設業者に対する説明と交渉。

2. カウンターパート研修受入れ

- 1) Mrs. Sriwai Singhagajen 乾燥・調製部門
- 2) Mr. Narongsak Senanarong 栽培部門

9月28日から10月17日まで東北・北海道地区の農業研究機関の視察研修。

3. 技術協力供与機材

1986年度繰越予算5.1百万円、1987年度予算23.34百万円の供与機材購入（機材リスト別添）。

4. プロジェクトの動向と専門家の主な対外活動

微生物関係の長期専門家を除く、4名の長期専門家が派遣されプロジェクト業務が開始された。チームリーダー及び調整員は農業局本館5階の一室に事務所を仮設し執務、乾燥・調製及び栽培関係の専門家は、それぞれ関係部門の部署に部屋を置き業務に就いた。

業務内容はセンター建設中の工事現場巡回（週1回）進捗状況の把握、プロジェクト対応のための組織作り、運営委員会、運営小委員会、作業部会を設置し、プロジェクトの管理体制を確立。

農業・協同組合省に派遣されている川又専門家の司会によるアフラトキシンに関係しているプロジェクトの専門家（カセサート大学チーム、貿易センターチーム、OMIC、熱研チーム及び本プロジェクトチーム）と情報交換を7月30日に実施。

マイコトキシンに関する第2回国際会議が、FAO、WHO、UNEPの主催により9月28日から10月2日までバンコクで開催されオブザーバーとして出席。

東北タイとうもろこし生産地視察：10月4日から9日までとうもろこし生産地の農業試験場及び生産農家の調査視察。

乾燥・調製部門によるとうもろこし生産農家の実態調査（11月）。

プラプタパート試験場の宿舍を応急対策費で整備し、栽培担当・仁部専門家移動・常駐。

チームリーダー会議（1月17日～1月23日）。

センター研究棟の建築完了、3月21日に引渡し式が行われた。

計画打合せ調査団受入れ（3月28日～4月8日）。

1988年度

1. 専門家派遣

- (1) 長期専門家として微生物担当・荒井克祐専門家が7月8日に着任、当初計画の全員5名

体制になった。

1) 専門家の一時帰国

小林 誠専門家 (6月14日～7月13日)

清野武司専門家 (8月6日～8月30日)

吉山武敏リーダー (9月12日～10月11日)

(2) 短期専門家

1) 井出口義郎専門家 (3月10日～6月17日) 2回目

2) 富岡 譲 専門家 (3月10日～4月6日)

上記2名は前年度から引き続き貯水池修復工事の契約業務及び施工管理・現場監督の業務に従事。

3) 我妻幸雄専門家 (7月20日～9月19日) コーンシェラー改良

4) 加茂幹夫専門家 (7月20日～9月19日) アンモニア処理

5) 石谷與佳専門家 (8月1日～8月21日) 水分計の開発

6) 鶴田 理専門家 (8月19日～8月27日) 菌の分類

各専門家予定の業務を終え、報告書を作成し、JICA、DOA及びDTECに提出し帰国した。

2. カウンターパート研修受入れ

本年度は4名要請し下記のカウンターパートが受け入れられた。

1) Miss Arunsri Wongrai (5月16～9月15日) 微生物関係

2) Mr. Sukapong Vayupap (6月20～10月21日) 栽培関係

3) Dr. Maitri Naewbanij (10月2～11月30日) 乾燥・調製関係

4) Dr. Vijai Nopamornbodi (3月6～3月21日) 行政管理関係

3. 技術協力供与機材

1988年度機材供与費43.270百万円の大部分を現地調達で購入した(機材リスト別添)

4. プロジェクトの動向と専門家の主な対外活動

計画打合せ調査団の対応: 3月28日～4月8日まで団長兼微生物担当・真鍋勝(食総研)、乾燥・調製担当・田淵仁史(長野種畜牧場)、栽培担当・濃沼圭一(草地試)、業務調整・安藤直樹(JICA)構成の調査団と本年度の研究計画を検討し、当初の暫定計画を修正し、4月5日に第1回タイ・日本合同委員会を開き承認を得た。

農業局年次研究発表会: この行事は毎年4月に開催されるが、本年は南タイのスラタニで

開かれ、専門家が出席し、吉山リーダーが当プロジェクトの概要を発表した。

プロジェクト事務所移転：研究棟完成に伴い、5月9日、仮事務所から新館に移動。

開所式：5月31日、タイ王国Maha Chakri Srinthorn王女、日本側から木内大使ほか200名の関係者の出席のもとに盛大に挙行された。

貯水池修復工事完成：4月下旬に始めた修復工事が6月14日に完了し、タイ側に引き渡された。

タイ国内とうもろこし及びソルガム研究報告会：7月12日から15日まで南タイのスラタニで開催、仁部専門家出席。

農業局、FAO、国連開発計画、ASEAN穀類ポストハーベスト計画共催のマイコトキシン防除に関する講習会が9月14日から20日まで開かれ、荒井専門家が講師として招かれた。

農業局、農業普及局、農業・協同組合省共催による、とうもろこしアフラトキシン防除展示会が9月29日、ナコンサワン試験場で開かれ、荒井・小林両専門家が出席。

リーダー会議：1月29日から2月9日まで東京で開催されたリーダー会議に吉山リーダーが出席。

巡回指導調査団の対応：1989年3月7日から18日まで、総括兼微生物担当・真鍋勝団長（食総研）、乾燥・調製担当・長友勇作（熊本種畜牧場）、栽培担当・月星隆雄（草地試）、業務調整・安藤直樹（JICA）構成の調査団より研究活動及びプロジェクト運営の指導を受け、同時に今後の計画等の討議をし、3月16日に第2回のタイ・日本合同委員会を開き、承認を得た。

1989年度

1. 専門家派遣

(1) 長期専門家の交替と延長、一時帰国

1) チームリーダー	吉山武敏専門家	離任帰国	(12月20日)
2) 同上後任	植田精一専門家	着任	(12月8日)
3) 乾燥・調製担当	小林 誠専門家	離任帰国	(11月19日)
4) 同上後任	原田光久専門家	着任	(12月8日)
5) 栽培担当	仁部輝彦専門家	延長	(1年)
6) 微生物担当	荒井克祐専門家	延長	(1年)
7) 業務調整	清野武司専門家	延長	(1年)

一時帰国

- 1) 微生物担当 荒井克祐専門家 (7月8日～8月3日)
- 2) 栽培担当 仁部輝彦専門家 (1990年1月10日～2月10日)

チームリーダーの業務引継ぎは約2週間の重なりがあり順調に行われたが、乾燥・調製担当の専門家は3週間の空間ができ、引継ぎが不十分の感あり。

(2) 短期専門家

本年度7名の短期専門家の派遣を要請し、下記の専門家が派遣された。

- 1) 鶴田 理専門家 (6月16日～8月15日) 菌の分類
- 2) 加茂幹夫専門家 (6月6日～8月24日) アンモニア処理
- 3) 我妻幸雄専門家 (6月6日～11月19日) コーンシェラー改良
- 4) 井上慶一専門家 (7月25日～9月24日) 乾燥方法
- 5) 石谷與佳専門家 (8月1日～8月21日) 水分計の開発
- 6) 後藤哲久専門家 (9月14日～12月12日) アフラトキシン分析
- 7) 築城幹典専門家 (9月27日～11月26日) 生産シミュレーション

各専門家は予定の業務を終え、報告書を作成し、JICA、DOA及びDTECに提出し帰国した。

2. カウンターパート研修受入れ

本年度4名要請し下記のカウンターパートが受け入れられた。

- 1) Mr. Prasop Depayasuvan (6月20～10月21日) 栽培関係
- 2) Mr. Chaiwat Paosantadpanich (7月1～9月2日) 乾燥・調製関係
- 3) Mr. Suparat Kositchareonkul (1月14～4月17日) 微生物関係
- 4) Mrs. Siriporn Sindhusake (3月5～3月28日) 行政管理関係

3. 技術協力供与機材

1989年度機材供与費57.785百万円の大部分が現地調達で購入された(機材リスト別添)。

4. プロジェクトの動向と専門家の主な対外活動

農業局主催の国内年次研究報告会が4月24日から28日まで東北タイのコンケンで開催され、長期専門家全員が出席。仁部、荒井、小林各専門家がそれぞれの担当分野の研究を発表報告した。

DTECによる無償及び技協供与機材の検査。

マイコトキシン防除対策の講習会が7月31日から8月12日までバンケンで開かれ、カウ

ンターパート及び専門家が講師として出席。当センターではプロジェクトの活動の説明と分析の演示を行った。

農業局長 Dr. Riksh 定年退職送別会出席、新局長に前局次長であり当センターのダイレクターである Dr. Tanongcht Wが就任した。

JICAタイ事務所主催による在タイ・業務調整員会議が10月27日に開催された。

11月1日、現地報告会をプラプタバード試験場で開き、各部門の本年度の研究状況等の報告と検討をした。

熱帯農業研究センター及びJETROの主催で開かれている農業セミナーが100回目を迎えて12月1日に開催、リーダーが当プロジェクトの研究概要を紹介する。

長期専門家の交替：吉山リーダーは任期終了し、12月20日に帰国した。後任者植田精一新リーダーが12月8日に着任し、この間、業務引継ぎを行った。

乾燥・調製分野担当の小林誠専門家は11月19日任期終了帰国し、後任の原田光久専門家が12月8日着任、業務を開始した。

本部主催チームリーダー会議が（2月15日～21日）JAKARTAで開催され、植田リーダーが出席。またJICAタイ事務所主催の在タイ・チームリーダー会議が3月13日に開催され、情報交換と問題を討議した。

1990年度

1. 専門家派遣

(1) 長期専門家再延長、一時帰国

本年度任期切れになる3名の専門家の任期延長決定。

- | | | |
|----------|---------|--------------------------|
| 1) 業務調整 | 清野武司専門家 | （1990年5月20日～1991年12月15日） |
| 2) 栽培担当 | 仁部輝彦専門家 | （1990年6月30日～1991年12月15日） |
| 3) 微生物担当 | 荒井克祐専門家 | （1990年7月8日～1991年12月15日） |

休暇一時帰国

- | | | |
|------------|---------|-----------------------|
| 1) チームリーダー | 植田精一専門家 | （1990年5月9日～5月17日）（私費） |
| 2) 業務調整 | 清野武司専門家 | （1990年7月10日～8月10日） |
| 3) チームリーダー | 植田精一専門家 | （1991年3月9日～4月9日） |
| 4) 乾燥・調製担当 | 原田光久専門家 | （1991年3月7日～4月7日） |
| 5) 業務調整 | 清野武司専門家 | （1991年3月26日～4月5日）（私費） |

(2) 短期専門家派遣

本年度10名の短期専門家の派遣を要請し、下記の専門家が派遣された。

- 1) 我妻幸雄専門家 (7月20日～11月 3日) コーンシェラー改良
- 2) 斉藤道彦専門家 (8月20日～10月19日) A. flavus 菌生態
- 3) 松崎 明専門家 (8月21日～11月18日) 乾燥・調製法
- 4) 斉藤 修専門家 (10月 3日～12月 3日) どうもろこし虫害評価法
- 5) 田中敏嗣専門家 (10月 4日～11月27日) アフラトキシン分析法
- 6) 斉藤吉満専門家 (11月 6日～12月24日) どうもろこし光合成
- 7) 築城幹典専門家 (11月 6日～12月10日) 生産シミュレーション
- 8) 小崎道雄専門家 (12月 4日～12月17日) 貯蔵微生物

各専門家は予定の業務を終え、報告書を作成し、JICA、DOA及びDTECに提出し帰国した。

2. カウンターパート研修受入れ

本年度は4名要請したが、1名削減され、下記の3名のカウンターパートが受け入れられた。

- 1) Mrs. Prisnar Siriacha (6月30～7月29日) 微生物関係
- 2) Mrs. Kanjana Bhudhsamai (10月15～1月15日) 微生物関係
- 3) Mr. Pimol Wattisin (1月 7～4月28日) 乾燥・調製関係

3. 技術協力供与機材

1990年度機材供与費44.947百万円。全部現地調達で購入(機材リスト別添)。

4. プロジェクトの動向と専門家の主な対外活動

4月9日から21日まで真鍋勝団長(食総研)、倉持正美技官(畜産局自給飼料課課長補佐)、館野宏司室長(九州農試草地部)、小路克雄担当職員(JICA)の4名による巡回指導が行われた。この間の4月19日に第3回日本・タイ合同委員会が開催され、事業計画について同意・承認された。

農業局主催の恒例年次研究発表会がパタヤで4月23日から27日まで開かれ、仁部専門家が「どうもろこし雌穂のハスク付き貯蔵によるアフラトキシン汚染防止」、原田専門家が「アフラトキシン汚染防止の乾燥・調製法」、荒井専門家が「貯蔵中どうもろこしの水分活性値・水分平衡」、について、それぞれ発表した。

5月24日 イラン国農業副大臣来訪、施設案内とプロジェクト活動の概略説明。

チャンタブリ園芸試、農家視察実施。

6月27日 テュジニア国農業副大臣来訪、施設案内とプロジェクト活動の概略説明。

7月11日 運営体制整備費による Annex ビルの屋根拡張とクロンルワンの貯蔵施設工事開始。

8月14日 ソルガム・メイズセミナーに仁部専門家出席。

9月12日～14日 植田リーダー、清野調整員プラプタバード試験場及びパクチョンのスワン農場調査視察資料収集の実施。

10月12日 JICAタイ事務所主催の業務調整員会議。

10月18日 運営体制整備費による Annex ビル屋根拡張とクロンルワン貯蔵施設工事完成。

平成3年(1991)1月14日から6日まで、プレエバリュエーションの機能を持った総括兼栽培担当・石田良作団長(草地試)、微生物担当・斉藤道彦(食総研)、乾燥・調製担当・金谷勉(家畜改良センター)、業務調整・小路克雄(JICA)構成の調査団により指導と評価が行われ、第4回の日本・タイ合同委員会で合意・承認を得た。

植田リーダーが一時帰国中、心臓の手術を受けた。

清野調整員がJICA定年退職のため私費一時帰国する。

1991年度

1. 専門家派遣

(1) 長期専門家帰国、派遣

チームリーダー植田精一専門家が健康の都合上、4月30日に早期帰国し、後任として田部井英夫専門家が9月15日に着任した。その間、微生物担当の荒井克祐専門家が代行した。

(2) 長期専門家再延長、一時帰国

プロジェクトの延長に伴い4名の専門家の任期延長決定。

- | | | |
|------------|---------|---------------------------|
| 1) 業務調整 | 清野武司専門家 | (1990年 5月20日～1992年 9月14日) |
| 2) 栽培担当 | 仁部輝彦専門家 | (1990年 6月30日～1992年 9月14日) |
| 3) 微生物担当 | 荒井克祐専門家 | (1990年 7月 8日～1991年 9月14日) |
| 4) 乾燥・調製担当 | 原田光久専門家 | (1991年12月 8日～1991年 9月14日) |

休暇一時帰国

- | | | |
|----------|---------|---------------------------|
| 1) 栽培担当 | 仁部輝彦専門家 | (1992年 1月19日～1992年 2月19日) |
| 2) 微生物担当 | 荒井克祐専門家 | (1992年 1月15日～1月24 私費) |

(3) 短期専門家派遣

本年度4名の短期専門家の派遣を要請し、下記の専門家が派遣された。

- | | | |
|-------------|------------------|-----|
| 1) 田部井英夫専門家 | (7月 3日～ 8月 1日) | 微生物 |
|-------------|------------------|-----|

- 2) 奥 俊樹専門家 (10月19日～12月 1日) シミュレーションモデル
- 3) 我妻幸雄専門家 (12月 8日～12月21日) コーンシェラ改良
- 4) 小山信明専門家 (3月19日～ 4月16日) 光合成測定
- 5) 齊藤道彦専門家 (4月10日～ 5月22日) A. flavus 菌生態

各専門家は予定の業務を終え、報告書を作成し、JICA、DOA及びDTECに提出し帰国した。3)、4)の専門家の派遣予定が専門家の都合で遅れたが、平成3年度の予算で実施した。

2. カウンターパート研修受入れ

本年度は4名要請のところ、当初1名削減され3名であったが、研修時期と期間の関係で次年度予定候補者を前倒しして本年度の予算で受け入れられ、下記の4名が研修に参加した。

- 1) Dr. Vichitr Benjasil (7月28日～ 8月14日) 栽培関係
- 2) Mr. Prawat Tanboo-ek (9月23日～10月15日) 微生物関係
- 3) Mrs. Boonluck Seetanun (3月 8日～ 3月27日) 行政管理関係
- 4) Mr. Nitat Tangpinijkul (3月30日～ 6月23日) 乾燥・調製関係

3. 技術協力供与機材

1991年度機材供与費15百万円(現地調達)、携行機材費2百万円(本部調達)が投入された(機材リスト別添)。

4. プロジェクトの動向と専門家の主な対外活動

農業局主催の恒例年次研究発表会が南タイのハジャイで4月22日から25日まで開かれ、栽培関係・仁部専門家、乾燥・調製関係・原田専門家及び微生物関係・荒井専門家がそれぞれの研究成果を発表した。

日本・タイ合同最終評価調査が6月16日から24日まで実施され、合同委員会を同月24日に開催、調査結果の報告に従い9か月の延長が承認された。

昨年度よりカセサート大学に委託契約をしていた、タイとうもろこしの生産と流通調査が終了し、12月末にレポートが提出された。

プロジェクトダイレクターDr. Tanonchit Wongsiri(農業局長)が9月30日をもって定年退職した。同時にプロジェクトダイレクターを辞任した。後継者として、Dr. Montori Rumakhon(農業局次長)が2月10日、内部辞令によって就任した。

3月16日 プラプタバードにおいて4部門の専門家及びカウンターパートによる現地検討会を実施した。

1992年度

1. 専門家派遣

(1) 長期専門家帰国、派遣

本年度はプロジェクト延長のため前年度のリーダーを除く各専門家がプロジェクト終了まで任期を延長した。

(2) 短期専門家派遣

本年度3名の短期専門家の派遣を要請し、下記の専門家が派遣された。

- 1) 真鍋 勝専門家 (7月27日～8月8日) アフラトキシン分析
- 2) 我妻幸雄専門家 (7月27日～8月14日) コーンシユラ改良
- 3) 塩見正衛専門家 (8月18日～8月27日) シミュレーションモデル

2. カウンターパート研修受入れ

本年度は2名要請し、下記のカウンターパートが受け入れられ、研修に参加した。

- 1) Mrs. Pampoon Sarntthoy (9月6日～9月25日) 行政管理関係
- 2) Mr. Kosum Tanapaibool (9月6日～10月10日) 機器管理

3. 技術協力供与機材

1992年度機材供与費として機器交換部品及び消耗資材購入費6,325千円が承認され、本邦調達、購送される。

4. プロジェクトの動向と専門家の主な対外活動

微生物分野のカウンターパートMrs. Prisnar Siriachaが東京農業大学の学位を取得し、4月15日にJICAタイ事務所において、大使館員黒木一等書記官及び熱帯農業研究センター代表・藤本氏参加のもとに学位授与式が行われ、阿部所長より学位記が授与された。

農業局主催の恒例年次研究発表会が北タイのチェンライ県で4月20日から24日まで開かれ、栽培関係・仁部専門家、乾燥・調製関係・原田専門家及び微生物関係・荒井専門家がそれぞれの研究成果を発表した。

JICA及び農業局主催によるタイとうもろこし品質向上に関するセミナーが、8月3日から6日までの4日間Nakhon Ratchasima 県Khao Yai のGolden Valley Hotel で開催、タイ側は副農業大臣はじめ農業局長、局次長、大学教授等要人を含め120名余が出席し、日本側からは上記短期専門家、関係機関専門家等12名の出席があった。

農業セミナー(熱農研及びJETRO主催)が8月20日JETROホールで開かれ、当プ

プロジェクトの各専門家がそれぞれの分野の研究成果を発表した。

タイ農業開発におけるシミュレーションモデル利用のワークショップが農業局畑作研究所主催で8月21日 Bankhen で開かれ、講師として塩見短期専門家が招かれた。

9月7日 在タイ日本国大使館において、大使館及びJICA事務所の関係者に当プロジェクトの最終報告会を行った。

長期専門家派遣一覧表

専 門 家	1 年 目 12月,1986 - 12月,1987	2 年 目 12月,1987 - 12月,1988	3 年 目 12月,1988 - 12月,1989	4 年 目 12月,1989 - 12月,1990	5 年 目 12月,1990 - 12月,1991	延長期間目 12月,1991 - 9月,1992
<チームリーダー>						
吉山 武敏	(Jul. 21, 1987 - (Dec. 20, 1989)					
植田 精一			(Dec. 8, 1989 - Apr. 30, 1991)			
田部井英夫					(Spt. 15, 1991 - Spt. 14, 1992)	
<長 期 専 門 家>						
清野 武司 (業務調整員)	(May. 20, 1987 - May. 19, 1989)		(May. 20, 1989 - Spt. 14, 1992)			
小林 誠 (乾燥・調製)	(May. 20, 1987 - Nov. 19, 1989)					
原田 光久 (乾燥・調製)				(Dec. 8, 1989 - Spt. 14, 1992)		
仁部 輝彦 (栽 培)	(Jun. 30, 1987 - Jun. 29, 1989) - (Jun. 30, 1989 - Spt. 14, 1992)					
荒井 克祐 (微 生 物)		(Jul. 8, 1988 - Jul. 7, 1990) - (Jul. 9, 1990 - Spt. 14, 1992)				

短期専門家派遣一覧表

専 門 家	1 年 目 12月, 1986 - 12月, 1987	2 年 目 12月, 1987 - 12月, 1988	3 年 目 12月, 1988 - 12月, 1989	4 年 目 12月, 1989 - 12月, 1990	5 年 目 12月, 1990 - 12月, 1991	延長期間目 12月, 1991 - 9月, 1992
<短 期 専 門 家>						
* 1987 年度						
井出口義郎(貯水池施工)	—	—— (1) (Dec. 15, 1987) (2) Mar. 10 - Jun. 17, 1988)				
嶋田 秀一(微生物)		—— (Jan. 11 - Mar. 10, 1988)				
富岡 譲(貯水池施工)		— (Mar. 10 - Apr. 8, 1988)				
* 1988 年度						
我妻 幸雄(乾燥・調製)		——	(Jul. 20 - Sept. 19, 1988)			
加茂 幹夫(乾燥・調製)		——	(Jul. 20 - Sept. 19, 1988)			
石谷 興佳(乾燥・調製)		——	(Aug. 1 - Aug. 21, 1988)			
鶴田 理(微生物)		——	(Aug. 19 - Sept. 27, 1988)			
* 1989 年度						
鶴田 理(微生物)			——	(Jun. 16 - Aug. 15, 1989)		
加茂 幹夫(乾燥・調製)			——	(Jul. 6 - Aug. 24, 1989)		
我妻 幸雄(乾燥・調製)			——	(Jul. 6 - Nov. 5, 1989)		
井上 慶一(乾燥・調製)			——	(Jul. 25 - Sept. 24, 1989)		
石谷 興佳(乾燥・調製)			——	(Aug. 1 - Sept. 9, 1989)		
後藤 哲久(微生物)			——	(Sept. 14 - Dec. 12, 1989)		
築城 幹典(栽培)			——	(Sept. 27 - Nov. 26, 1989)		
* 1990 年度						
我妻 幸雄(乾燥・調製)				——	(Jul. 20 - Nov. 3, 1990)	
斉藤 道彦(微生物)				——	(Aug. 20 - Oct. 19, 1990)	
松崎 明(乾燥・調製)				——	(Aug. 21 - Nov. 18, 1990)	
斉藤 修(栽培)				——	(Oct. 3 - Dec. 3, 1990)	
田中 敏嗣(微生物)				——	(Oct. 4 - Nov. 27, 1990)	
築城 幹典(栽培)				——	(Nov. 6 - Dec. 16, 1990)	
斉藤 吉満(栽培)				——	(Nov. 6 - Dec. 24, 1990)	
小崎 道雄(微生物)				——	(Dec. 4 - Dec. 17, 1990)	
* 1991 年度						
田部井英夫(微生物)				(Jul. 3 - Aug. 1, 1991)	—	
奥 俊樹(栽培)				(Oct. 19 - Dec. 1, 1991)	——	
我妻 幸雄(乾燥・調製)				(Dec. 8 - Dec. 21, 1991)	—	
小山 信明(栽培)				(Mar. 19 - Apr. 16, 1992)	——	
斉藤 道彦(微生物)				(Apr. 10 - May 22, 1992)	——	
* 1992 年度						
真鍋 勝(微生物)					(Jul. 27 - Aug. 8, 1992)	——
我妻 幸雄(乾燥・調製)					(Jul. 27 - Aug. 14, 1992)	——
塩見 正衛(栽培)					(Aug. 18 - Aug. 27, 1992)	——

カウンターパート研修受入れ

研修員氏名・受入れ年度	1 年 目 Dec.1986 - Dec.1987	2 年 目 Dec.1987 - Dec.1988	3 年 目 Dec.1988 - Dec.1989	4 年 目 Dec.1989 - Dec.1990	5 年 目 Dec.1990 - Dec.1991	延長年目 Dec.1991 - Dec.1992
* 1987 年度 Mr. Narongsak Senanarong (栽培部門) Mrs. Sriwai Singhagajen (乾燥・調製部門)	■ (Sep. 28 - Oct. 17, 1987) ■ (Sep. 28 - Oct. 17, 1987)					
* 1988 年度 Mis. Arunsri Wongurai (微生物部門) Mr. Sukapong Vayuparp (栽培部門) Dr. Maitri Naewbanij (乾燥・調製部門) Dr. Vijai Nopamornbodi (管理部門)		■■■■ (May 16 - Sept. 15, 1988) ■■■■ (Jun. 20 - Oct. 21, 1988) ■■■■ (Oct. 2 - Nov. 30, 1988)		■ (Mar. 6 - Mar. 21, 1989)		
* 1989 年度 Mr. Suparat Kositchareonkul (微生物部門) Mr. Prasop Depayasuvan (栽培部門) Mr. Chaiwat Paosantadpanich (乾燥・調製部門) Mrs. Siriporn Sindhusake (管理部門)				■■■■ (Jan. 14 - Apr. 17, 1990) ■■■■ (Jul. 1 - Sep. 2, 1989) ■■■■ (Oct. 30 - Jan. 2, 1990) ■ (Mar. 5 - Mar. 28, 1990)		
* 1990 年度 Mrs. Prisnar Siriacha (微生物部門) Mrs. Kanjana Bhudhasamai (微生物部門) Mr. Pimol Wittisin (乾燥・調製部門)			(Oct. 15, 1990 - Jan. 15, 1991) ■■		■ (Jun. 30 - Jul. 29, 1990)	
* 1991 年度 Dr. Vichtri Benjasil (栽培部門) Mr. Prawat Tanboon-ek (微生物部門) Mr. Nitat Tangtinijkul (乾燥・調製部門) Mrs. Boonluck Seetanun (管理部門)			(Jan. 7, 1991 - Apr. 28, 1991) ■■■■ (Jul. 21 - Aug. 7, 1991) ■ (Sep. 23 - Oct. 10, 1991) ■		(Mar. 31 - Jun. 30, 1992) ■■■■ (Mar. 8 - Mar. 27, 1992) ■	
* 1992 年度 Mrs. Permpoon Saranthoy (管理部門) Mr. Kosum Tanapaibool (機器保守管理)					(Sep. 6 - Sep. 25, 1992) ■ (Sep. 6 - Oct. 10, 1992) ■■■■	

供与機材・ローカルコスト負担予算(1,000 ¥)

年度別・部門別	1 年 目 Dec. 1986 - Dec. 1987	2 年 目 Dec. 1987 - Dec. 1988	3 年 目 Dec. 1988 - Dec. 1989	4 年 目 Dec. 1989 - Dec. 1990	5 年 目 Dec. 1990 - Dec. 1991	延長年目 Dec. 1991 - Spt. 1992
<u>1987 年 度</u> (管理部門)	5,100 ¥					
<u>1987 年 度</u> 1) 管理部門 2) 栽培部門 3) 乾燥・調製部門 4) 微生物部門	7,603 ¥ 12,435 ¥ 6,392 ¥					
<u>1988 年 度</u> 1) 管理部門 2) 栽培部門 3) 乾燥・調製部門 4) 微生物部門		1,360 ¥ 12,670 ¥ 13,140 ¥ 16,100 ¥				
<u>1989 年 度</u> 1) 管理部門 2) 栽培部門 3) 乾燥・調製部門 4) 微生物部門			4,382 ¥ 16,543 ¥ 20,662 ¥ 16,198 ¥			
<u>1990 年 度</u> 1) 管理部門 2) 栽培部門 3) 乾燥・調製部門 4) 微生物部門				8,384 ¥ 26,314 ¥ 7,218 ¥ 3,031 ¥		
<u>1991 年 度</u> 1) 管理部門 2) 栽培部門 3) 乾燥・調製部門 4) 微生物部門					264 ¥ 5,610 ¥ 3,573 ¥ 5,576 ¥	
<u>1992 年 度</u> 1) 栽培部門 2) 乾燥・調製部門 3) 微生物部門						3,023 ¥ 1,985 ¥ 1,334 ¥
Total	31,530 ¥	43,270 ¥	57,785 ¥	44,947 ¥	15,023 ¥	6,352 ¥

ローカルコスト負担 1. プラプタバード 貯水池修復工事 3,060,000パーツ(1987年度)
2. プラプタバード 実験室改造工事 484,000パーツ(1988年度)
3. アネックスビル 屋根拡張工事及び貯蔵庫建築 1,010,000パーツ(1990年度)

CLASS 1=>300,000B OR 1,600,000¥
CLASS 2=<1. >20,000B OR 100,000¥

主要機材リスト
LIST OF EQUIPMENT FROM JICA (1987)

NO	N A M E	M O D E L	CLASS	QNT.	CRY	P R I C E	CAT.	SECTION	R E M A R K S
1	STATION WAGON	NISSAN BLUEBIRD	1	2	B	658,600.00	TCE	ADMI.	
2	OLYMPIA MASTERTYPE	BT	2	1	B	28,000.00	TCE	ADMI.	
3	AIRCONDITIONER	FRESH SCU 33	2	1	B	30,366.00	SSP	ADMI.	
4	CANON COPY MACHINE	NP-3525	2	1	B	170,500.00	TCE	ADMI.	
5	JAPANESE-PRINTER	PC-PR201H2	2	1	¥	220,000.00	ACC	ADMI.	
6	ENGLISH WORDSTAR	SOFT	2	1	¥	115,000.00	ACC	ADMI.	
7	PERSONAL COMPUTER	NEC PE-9801 VM-21	2	1	¥	350,000.00	ACC	ADMI.	
8	U-POWER SYSTEM	UPS-062.2-72A	2	2	B	66,000.00	TCE	AGRO.	
9	TEMP.CONTROL BOX	NTL-500D	2	1	B	207,900.00	TCE	AGRO.	
10	REL.ILLUMIN.METER	NS-2	2	1	B	38,420.00	TCE	AGRO.	
11	PAPER COPIER	FC-5	2	1	B	36,500.00	TCE	AGRO.	
12	TEMPERATURE RECORDER	EL100-06	2	1	B	68,000.00	TCE	AGRO.	
13	E/T ELEC.TYPEWRITER	STANDARD 200 BT.	2	1	B	28,900.00	TCE	AGRO.	
14	ELECTRONIC BALANCE	FX-300	2	5	B	275,000.00	TCE	AGRO.	
15	CHLOROPHYL METER	SPAD-501	2	1	B	40,680.00	TCE	AGRO.	
16	THERMOMETER		2	1	B	20,500.00	TCE	AGRO.	
17	DRYER WITH TIMER	SHIMIZU PS-712	2	1	B	259,000.00	TCE	AGRO.	
18	ANEMOMETER	SHIBATA	2	2	B	80,000.00	TCE	AGRO.	
19	RHEOMETER	FUDOH KOGYO	1	1	B	435,000.00	TCE	MICRO	
20	AUTO VOL.REGULATOR	7.5KVA, 27.27A	2	2	B	86,600.00	TCE	MICRO	
21	VACUUM EVAPORATOR	N-4, A-3S	2	1	B	84,000.00	TCE	MICRO	
22	CHROMATO VUE CABINET	FUNAKOSHI YAKUHIIN	2	1	B	61,600.00	TCE	MICRO	
23	MAIZE SHELLER	MS-800	1	1	B	1,280,000.00	TCE	P.HAR	
24	BATTERY QUICK CHARGE	EM-700	2	1	B	31,750.00	TCE	P.HAR	
25	DRYING OVEN	PS-760	2	1	B	79,000.00	TCE	P.HAR	
26	MOISTURE TESTER	CTR-800	2	1	B	99,000.00	TCE	P.HAR	
27	MOTOR PULLER SET	E-24	2	1	B	26,450.00	TCE	P.HAR	
28	MULTI AUTO COUNTER	KIYA KC-1	2	1	B	279,400.00	TCE	P.HAR	
29	MOISTURE TESTER	SMR-40	2	1	B	105,000.00	TCE	P.HAR	
30	CAR WASHER	CWH-780	2	1	B	135,600.00	TCE	P.HAR	
31	AIRCOMPRESSOR	SP-15CP	2	1	B	65,000.00	TCE	P.HAR	
32	MOISTURE METER	KOMETTO C-D2L	2	3	¥	144,000.00	ACC	P.HAR	

CLASS 1=>300,000B OR 1,600,000¥
CLASS 2=<1, > 20,000B OR 100,000¥

主要機材リスト
LIST OF EQUIPMENT FROM JICA (1988)

NO	N A M E	M O D E L	CLASSQNT.	CRV	P R I C E	CAT.	SECTION	R E M A R K S
1	SUZUKI MOTORCYCLES	RC100SSJ	2	3	85,500.00	TCE	AGRO.	
2	CROSS BEATER MILL	TYPE SK 1	2	1	67,500.00	TCE	AGRO.	
3	KUBOTA POWER SPRAYER	KS-43E	2	2	23,000.00	TCE	AGRO.	
4	AIRCONDITION	25000 BTL	2	1	30,000.00	SSP	AGRO.	
5	COOLING ACE & ASPIRATOR	CA-111A	2	1	75,600.00	TCE	AGRO.	
6	CYCLONE, RECEPTACH 5 1	RETSCH(PARTS)	2	1	25,200.00	TCE	AGRO.	
7	LOW TEMP FREEZER	ULT 1535	2	1	75,800.00	TCE	AGRO.	
8	VIBRATORY FEED JOR	RETSCH(PARTS)	2	1	33,500.00	TCE	AGRO.	
9	KUBOTA POWER TILLER	K120 X GA100	2	1	140,000.00	TCE	AGRO.	
10	SUCTION PUMP	FS2J 518 80X65	2	1	31,500.00	TCE	AGRO.	
11	SUBMERSIBLE PUMP	SP27-7	2	1	91,350.00	TCE	AGRO.	
12	CROSS BEATER MILL	TYPE SK FOR 220VOLTS	2	1	67,500.00	TCE	AGRO.	
13	STAINLESS STEEL 24 TEETH	RETSCH (PARTS)	2	1	27,000.00	TCE	AGRO.	
14	ROTARY VACUUM EVAPORATOR	MODEL N-1	2	1	31,290.00	TCE	AGRO.	
15	COMPUTER	SUPER/AT/TURBO	2	1	132,800.00	TCE	AGRO.	
16	SELF BALANCING RECORDER	M-187	2	1	486,000.00	TCE	AGRO.	
17	PANEL RACK	M-351-18	2	1	1,140,000.00	TCE	AGRO.	
18	INSTRUMENT SHELTER	M-011-02	2	1	193,000.00	TCE	AGRO.	
19	ROTARY VACUUM EVAPORATOR	MODEL N-1	2	1	149,000.00	TCE	AGRO.	
20	SHAKER	SA-31 AC220V 50HZ	2	1	227,000.00	TCE	AGRO.	
21	EVAPORATION SENSOR	D-211	2	1	594,000.00	TCE	AGRO.	
22	TERMINAL BOARD	M-452-10	2	1	103,000.00	TCE	AGRO.	
23	RAINFALL CONVERTOR	M-824	2	1	194,000.00	TCE	AGRO.	
24	RAINFALL SENSOR	B-011-00	2	1	102,000.00	TCE	AGRO.	
25	POWER MODULE	M-831	2	1	225,000.00	TCE	AGRO.	
26	SOLAR RADIATION CONVERTOR	M-825	2	1	307,000.00	TCE	AGRO.	
27	DEWPOINT SENSOR	E-771-11	2	1	123,000.00	TCE	AGRO.	
28	TEMPHUM. CONVERTOR	M-824	2	1	307,000.00	TCE	AGRO.	
29	POWER SUPPLY STABILIZER	NSP-1KVA	2	1	490,000.00	TCE	AGRO.	
30	LOW TEMP. CUBATOR	EL-5R3 220V	1	1	2,667,000.00	TCE	MICRO	
31	DEHUMIDIFIER	11.8L. W25Q	2	2	52,800.00	TCE	MICRO	
32	DEHUMIDIFIER	11.8L. W25Q	2	1	26,400.00	SSP	MICRO	
33	DYING STERILIZER	SG-62 WITH TIMER	2	1	301,000.00	TCE	MICRO	
34	CLEAN BENCH	CCV-811	2	1	1,127,000.00	TCE	MICRO	
35	OBJECTIVE LENS	NIKON 60X	2	1	141,000.00	TCE	MICRO	
36	CONVECTION OVEN	DN-63	2	1	355,000.00	TCE	MICRO	
37	CONVECTION OVEN	DN-93	2	1	995,000.00	TCE	MICRO	
38	ANALOG TO DIGI CONVERTER		2	1	24,848.00	TCE	P.HAR	
39	TRANSDUCER EXCITATION		2	1	20,160.00	TCE	P.HAR	
40	PLOTTER WITH CABLE	DXV1300	2	1	46,500.00	TCE	P.HAR	

主要機材リスト
LIST OF EQUIPMENT FROM JICA (1988)

CLASS 1=>300,000B OR 1,600,000¥
CLASS 2=<1, > 20,000B OR 100,000¥

NO.	N A M E	M O D E L	CLASS	QNT.	CRV.	P R I C E	CAT.	SECTION	R E M A R K S
41	MAIZE BELT CONVEYER		2	1	B	37,000.00	TCE	P.HAR	
42	GRAPHIC DIGITIZER	KD 4300 B & CABLE	2	1	B	23,000.00	TCE	P.HAR	
43	COUNTER TOTALIZER		2	1	B	27,972.00	TCE	P.HAR	
44	DATA LOGGER MAINFRAME	& PRINTER S/N 474500	2	1	B	232,848.00	TCE	P.HAR	
45	V.S. MOTOR & ACCESSORY	MOTOR 15 HP	2	1	B	52,000.00	TCE	P.HAR	
46	V.S. MOTOR & ACCESSORY	MOTOR 10 HP	2	1	B	38,160.00	TCE	P.HAR	
47	THERMOCOUPLE OR DC VOLT		2	3	B	60,480.00	TCE	P.HAR	
48	ADVANCED MATH OPTION		2	1	B	37,296.00	TCE	P.HAR	
49	CATRIDGE TAPE DRIVE	DC 100	2	1	B	58,968.00	TCE	P.HAR	
50	RS 232 INTERFACE		2	1	B	30,744.00	TCE	P.HAR	
51	NEC POWER MATE		2	2	B	114,800.00	TCE	P.HAR	
52	PRINTER	EPSON LQ1050 & CABLE	2	2	B	47,000.00	TCE	P.HAR	
53	CORN SHELLER		2	1	B	25,500.00	TCE	P.HAR	
54	HARDNESS TESTER	KIYA 1600-D	2	1	¥	107,000.00	TCE	P.HAR	
55	MOISTURE MEETER	CTR-800	2	1	¥	433,000.00	ACC	P.HAR	
56	TEMP&HUM. TRANSMITTER	THT-A	2	5	¥	640,000.00	TCE	P.HAR	
57	MONOGRAN MOISTURE TESTER	CRT-160A	2	1	¥	525,000.00	TCE	P.HAR	
58	MOISTURE METER	SMR-40	2	1	¥	438,000.00	ACC	P.HAR	
59	SOFTWARE, DATA TRANSFER	FOR RC98, BASIC	2	1	¥	369,000.00	TCE	P.HAR	
60	PRECISION DIF. MANOMETER	ISP-3-50Ds 220V	2	1	¥	923,000.00	TCE	P.HAR	
61	DIGITAL PRINTER	TYPE:3171	2	1	¥	153,000.00	TCE	P.HAR	
62	DATA MEMORY	MP100FD WRITER	2	1	¥	406,000.00	TCE	P.HAR	
63	POWER METER	CLAMP:3 PHASE, 3151	2	1	¥	185,000.00	TCE	P.HAR	
64	CP-1B CONVERTOR		2	1	¥	176,000.00	TCE	P.HAR	
65	GP-1B INTERFACE ADAPTER		2	1	¥	133,000.00	TCE	P.HAR	
66	DATA MEMORY	TYPE:3172	2	1	¥	191,000.00	TCE	P.HAR	
67	BOTTLE RACK	S-RAM	2	1	¥	128,700.00	TCE	P.HAR	
68	COLOR DIFFERENCE METER	U-1536W	2	1	¥	840,000.00	TCE	P.HAR	
69	THERMOCOUPLE TRANSMITTER	TC-P111	2	1	¥	242,000.00	TCE	P.HAR	
70	PLOTTER FOR PC98	TCS-25B AC100V	2	2	¥	164,000.00	TCE	P.HAR	
71	MULTI HYGROMETER	PL-500	2	2	¥	852,000.00	TCE	P.HAR	
72	DATA LOGGER	SM370 220V	2	2	¥	612,000.00	TCE	P.HAR	
73	THERMOCOUPLE MODULE	TYPE:5001A	2	1	¥	148,000.00	TCE	P.HAR	
		AD-12-16(98)	2	1	¥				

CLASS 1=>300,000B OR 1,600,000¥
CLASS 2=<1, >20,000B OR 100,000¥

主要機材リスト
LIST OF EQUIPMENT FROM JICA (1989)

NO	N A M E	M O D E L	CLASSQNT	CRV	P R I C E	CAT.	SECTION	R E M A R K S
1	WORD PROCESSOR	CANOWORD4100	2	1 ¥	237,000.00	ACC	ADMI.	
2	AIR SAMPLER	SAS COMPACT	2	1 ¥	560,000.00	ACC	MICRO.	
3	E.O. GAS STERILIZER	SEMEL-502 220V	2	1 ¥	322,800.00	ACC	MICRO.	
4	PORTABLE RECORDER	MODEL 3057-23	2	1 ¥	225,000.00	ACC	P.HAR	
5	OXYGEN METER	OXGI YOKOGAW E	2	1 ¥	186,240.00	ACC	P.HAR	
6	PERSONAL COMPUTER	PC-286 1E std	2	1 ¥	257,600.00	ACC	P.HAR	
7	A/D BOARD	MODEL 12 A/D -L	2	1 ¥	168,300.00	ACC	P.HAR	
8	GAS DETECTOR	GASTEC 801	2	1 ¥	135,000.00	ACC	P.HAR	
1	RECORDING TENSIONMETER	DAIKI DIK-3202	2	2 ¥	346,000.00	TCE	AGRO.	
2	CORN SHELTER	TIKUMASUKI 3	2	1 ¥	360,000.00	TCE	MICRO	
3	SOFT X-RAY APPARATUS	SOFROM SRO-505	1	1 ¥	2,346,000.00	TCE	P.HAR	
4	RADIATION CONVERTER	NAKAASA M-825	2	1 ¥	314,000.00	TCE	P.HAR	
5	ELECTRONIC BALANCE	TERAOKA S-NK300	2	2 ¥	210,000.00	TCE	P.HAR	
6	SOLAR RADIATION SENSOR	NAKAASA H-201	2	2 ¥	538,000.00	TCE	P.HAR	
7	DIFFERENTIAL MANOMETER	SHIBATA ISP-5-50D	2	1 ¥	693,000.00	TCE	P.HAR	
8	DIFFERENTIAL MANOMETER	SHIBATA ISP-6-2000D	2	1 ¥	693,000.00	TCE	P.HAR	
9	TOYOTA CRESSIDA VAN	1990	1	1 B	355,000.00	TCE	ADMI.	
10	COLOR TELEVISION	NATIONAL TVC-V660	2	1 B	39,150.00	TCE	ADMI.	
11	DUPLICATOR WITH CABINET	GESTETNER	2	1 B	68,000.00	TCE	ADMI.	
12	WIRE STITCHING MACHINE	PAUL MODEL 747	2	1 B	67,500.00	TCE	ADMI.	
13	VIDEO CAMERA	NATIONAL MODEL NV-M7	2	1 B	48,100.00	TCE	ADMI.	
14	SLIDE PROJECTOR	OMNIGRAPHIC.252	2	1 B	31,140.00	TCE	ADMI.	
15	PORTABLE REFRIGERATOR	MPFT-560	2	2 B	64,440.00	TCE	ADMI.	
16	CHELF		2	1 B	25,000.00	TCE	AGRO.	
17	KERNEL MOISTURE METER	CTR-160A	2	1 B	134,000.00	TCE	AGRO.	
18	TAYON PC	386 SX S/NO B-0066	2	1 B	73,000.00	TCE	AGRO.	
19	SELF BALANCING RECORDER	P/N M-182	2	1 B	136,290.00	TCE	AGRO.	
20	FUME HOOD (WOOD)		2	2 B	128,000.00	TCE	AGRO.	
21	WIND CONVERTOR	P/N M-821	2	1 B	86,250.00	TCE	AGRO.	
22	LAMINAR FLOW	ISSCO	2	1 B	110,000.00	TCE	AGRO.	
23	P.D. HUMIDITY METER	HN-D19	2	2 B	84,000.00	TCE	AGRO.	
24	SUNSHINE SENSOR	P/N H-061	2	1 B	109,250.00	TCE	AGRO.	
25	AIR SAMPLER	NIHON GENERAL SAS	2	1 B	120,000.00	TCE	AGRO.	
26	SOIL TEMPERATURE	P/N E-733	2	1 B	22,977.00	TCE	AGRO.	
27	TOKUSHU BLENDER	AM-M (2L)	2	1 B	166,000.00	TCE	AGRO.	
28	SAMPLE CONCENTRATOR	M6-1	2	1 B	35,000.00	TCE	AGRO.	

CLASS 1=300,000B OR 1,600,000¥
CLASS 2<1, >20,000B OR 100,000¥

主 要 機 材 リ ス ト
LIST OF EQUIPMENT FROM JICA (1989)

NO	N A M E	M O D E L	CLASS	QTY	C R Y	P R I C E	C A T.	S E C T I O N	R E M A R K S
29	CHROMATO-VUE CABINET	C-70G	2	1	B	79,800.00	TCE AGRO.		
30	WATER STILL	D 4745 NANOPURE	2	1	B	160,720.00	TCE AGRO.		
31	MOTORCYCLE	YAMAHA MATE100	2	3	B	93,000.00	TCE AGRO.		
32	WIND SENSOR	P/N A-722	2	1	B	82,800.00	TCE AGRO.		
33	ROTARY VACUUM EVAPORATOR		2	1	B	31,290.00	TCE AGRO.		
34	CENTER TABLE		2	1	B	26,500.00	TCE AGRO.		
35	ELECTRIC BALANCE (KUBOTA)	KA-10-300B	2	1	B	79,600.00	TCE AGRO.		
36	KOKUSAN CENTRIFUGE	H-18	2	1	B	42,000.00	TCE AGRO.		
37	SEEDBURO MOISTURE TESTER	SS 250	2	1	B	81,000.00	TCE AGRO.		
38	CENTER TABLE		2	2	B	48,000.00	TCE AGRO.		
39	MICROPLATE READER	MPR-A4	1	1	B	306,450.00	TCE MICRO.		
40	CCTV CAMERA DX-7000SE	ATTACHED PAPER	1	1	B	727,600.00	TCE MICRO.		
41	HYGROTHERMOMETER	AR-YBL, YAMATO	2	1	B	257,640.00	TCE MICRO.		
42	PERSONAL COMPUTER	ZECTECH 385-25	2	1	B	87,000.00	TCE MICRO.		
43	MOTORCYCLE	HONDA NOVA-S	2	1	B	38,500.00	TCE MICRO.		
44	MOISTURE METER	400-G	2	1	B	79,500.00	TCE MICRO.		
45	ULTRA CENTRIFUGAL MILL	ZM-1	2	1	B	189,200.00	TCE MICRO.		
46	HYGROTHERMOMETER, DIGITAL	AD-2, YAMATO	2	1	B	73,872.00	TCE MICRO.		
47	PRINTER	LQ-1050	2	1	B	23,500.00	TCE MICRO.		
48	REACTI-THERM	AK-14010	2	1	B	20,770.00	TCE MICRO.		
49	NIKON MICROFLEX	HFX-35	2	1	B	92,000.00	TCE MICRO.		
50	FIBER OPTICS B.I. SET	NIKON	2	1	B	30,800.00	TCE MICRO.		
51	MOISTURE METER	DOLE-400B	2	2	B	129,350.00	TCE P.HAR.		
52	K-TYPE THERMOMETER	08528-40,08507-66	2	1	B	20,320.00	TCE P.HAR.		
53	ELECTROINE BALANCE	U 4600P	2	1	B	32,555.00	TCE P.HAR.		
54	VACUUM OVEN WITH STANL	DP-32	2	1	B	96,580.00	TCE P.HAR.		
55	LOAD CELL	CMX-200 L	2	2	B	92,640.00	TCE P.HAR.		
56	MOTOR TOOL KIT	AC 220 V	2	1	B	26,220.00	TCE P.HAR.		
57	TAVON PC	80386 TOWER CASE	2	1	B	190,700.00	TCE P.HAR.		
58	OVEN	DF-62	2	2	B	208,230.00	TCE P.HAR.		
59	TEMP & HUMIDITY CHAMBER	IG-42H	2	1	B	169,560.00	TCE P.HAR.		
60	SEED BLOWER	757	2	1	B	104,440.00	TCE P.HAR.		
61	CAMERA	EOS	2	1	B	62,060.00	TCE P.HAR.		
62	7/C &DC VOLTS SCANNER	2280B-162	2	10	B	200,000.00	TCE P.HAR.		
63	CHROMATO VIEW CABINET	G 70 G	2	1	B	54,190.00	TCE P.HAR.		
64	A/D CONVERTER-CARD	2280B-161	2	2	B	49,600.00	TCE P.HAR.		
65	WEIT PER BUSHEL TESTER	26 M	2	1	B	26,440.00	TCE P.HAR.		
66	LABORATORY ASPIRATOR	95 BGV	2	1	B	321,200.00	TCE P.HAR.		
67	INVERTER	FVR - G5	2	1	B	164,750.00	TCE P.HAR.		
68	DATA LOGGER EXTENSION	2281A	2	2	B	56,000.00	TCE P.HAR.		

CLASS 1 = > 300,000B OR 1,600,000¥
CLASS 2 = < 1, >20,000 OR 100,000¥

主要機材リスト
LIST OF EQUIPMENT FROM JICA (1990)

NO	N A M E	M O D E L	QNT.	C L A S S I F Y	P R I C E	C A T.	S E C T I O	R E M A R K S
1	Portable Photosynthesis	Licor LI-6200	1	1	750,000.00	TCE	Agro.	
2	Main Controller	Model N-801	1	1	604,000.00	TCE	Agro.	
3	Delta Logger	LACI	4	2	300,200.00	TCE	Agro.	
4	Leaf Area Meter	AAM-8	1	2	275,000.00	TCE	Agro.	
5	Kubota Farm Tractor	L2050/4WD	1	2	250,000.00	TCE	Agro.	
6	Lap - Top Computer	Use for data logger	2	2	240,000.00	TCE	Agro.	
7	Solar Radiation sensor	H-201	1	2	151,515.00	TCE	Agro.	
8	Printer	Model M-948	1	2	125,000.00	TCE	Agro.	
9	Kobashi Rotary	M. S. 60	1	2	80,000.00	TCE	Agro.	
10	Sili, Voltage Stabilizer	LC-107	1	2	72,000.00	TCE	Agro.	
11	Spare Parts Kit	Licor LI-SP-6200	1	2	72,000.00	TCE	Agro.	
12	Sartorius	E 5500 s 5,500 gm,	1	2	55,400.00	TCE	Agro.	
13	Gas Calibration Cylinder	Licor LI-6000-01	1	2	51,000.00	TCE	Agro.	
14	Maize sheller	Alvan Blanch Abms	1	2	45,000.00	TCE	Agro.	
15	ATM Maize seeder	P. F. -862	1	2	40,900.00	TCE	Agro.	
16	Generator	EM4500SX	1	2	40,000.00	TCE	Agro.	
17	Four Liter Chamber	Licor LI-6000-10	1	2	40,000.00	TCE	Agro.	
18	Quater Liter Chamber	Licor LI-6000-13	1	2	30,000.00	TCE	Agro.	
19	Memory card	M/B 386 SX RAM 6 MB	1	2	26,000.00	TCE	Agro.	
20	Epson LQ plus printer	1050	1	2	450,000.00	TCE	P. HAR	
21	Komatsu Forklift	FG10NT-15	1	2	182,000.00	TCE	P. HAR	
22	Shaphers Made in U.S.S.R.	Model 7305-T Max.	4	2	147,320.00	TCE	P. HAR	
23	Load cell Orientec	CMX-200 L.	1	2	95,700.00	TCE	P. HAR	
24	Chemical Balance Mettler	AE 200	1	2	72,500.00	TCE	P. HAR	
25	Electric Balance Mettler	PM 4000	2	2	65,250.00	TCE	P. HAR	
26	Desiccator	Sokiya	1	2	65,000.00	TCE	P. HAR	
27	Vacuum Pump	PD-52	1	2	23,955.00	TCE	P. HAR	
28	V.S. Motor 3	HP. 380.50 HZ.	1	2	21,450.00	TCE	P. HAR	
29	Psychrometer Assmann	YAMATO GM	1	2	287,680.00	TCE	MICRO	
30	Shimadzu GasChromatograph	GC-8 APT	1	2	47,900.00	TCE	MICRO	
31	Kodak Slide	S-AV 2050 AF	1	2	31,500.00	TCE	MICRO	
32	Kodak Overhead Projector	Ektalite R 3 10-1109	1	2	24,275.00	TCE	MICRO	
33	Moisture meter for soil	J3	1	2	310,000.00	TCE	ADMI.	
34	IBM Personal System/2	Model 8570/A21	1	2	316,000.00	TCE	ADMI.	
35	IBM Personal System/2	Model 8555/F61	2	2	210,000.00	TCE	ADMI.	
36	Ricoh Copier Machine	FT-8590	1	2	106,000.00	TCE	ADMI.	
37	Dot-Matrix Printer Epson	LQ-2550	3	2	78,000.00	TCE	ADMI.	
38	Token-Ring Adapter/A	Model 69X8138	1	2	60,000.00	TCE	ADMI.	
39	External Tape Drive	Use for Computer	3	2	65,000.00	TCE	ADMI.	
40	UPS-7019 Back Up 500	QUASAR	1	2	57,000.00	TCE	ADMI.	
41	Dot-Matrix Printer	PR-FR201 HE-2	1	2	50,500.00	TCE	ADMI.	
42	Slide Kodak	Model 575-AF	1	2	48,000.00	TCE	ADMI.	
43	Olympia Electronic type.	Supertype 230 BT	1	2	45,000.00	TCE	ADMI.	
44	Sorter	CH-2080	1	2	45,000.00	TCE	ADMI.	
45	Document Feeder	DF-51	1	2	27,000.00	TCE	ADMI.	
46	Multi Station Access Unit	Model 6091014	1	2	314,990.00	ACC	MICRO	
47	Atto. Electrophoresis Set	Use for experiment	1	2				

CLASS 1 = > 300,000B OR 1,600,000¥, CLASS 2 = <1, >3
CLASS 3 = < 20,000B OR 100,000¥, CLASS 4 = CONSUMPTIVE ITEMS

LIST OF EQUIPMENT FROM JICA (1991)

NO	N A M E	M O D E L	QNT.	CLASS	P R I C E	CAT.	SECTION	USE	MAIN	R E M A R K S
1	Silicon ups	SI-100	1	2	38,250.00	TCE	Agro.			
2	Data Logger with accessory	LI 1000-32	15	2	167,680.00	TCE	Agro.			
3	Sensor for Recording System		15	2	118,800.00	TCE	Agro.			
4	Allurement Insect Collecto	Ikeda	1	1	507,000.00	TCE	Agro.			
5	Tensiometer	Daiki 3100	10	3	58,000.00	TCE	Agro.			
6	Tensiometer	Daiki 3202	2	2	139,400.00	TCE	Agro.			
7	Torque Meter	QM-2---B	1	2	181,350.00	TCE	P.HAR			
8	Digital Indicator	SD-5500-00	1	2	35,075.00	TCE	P.HAR			
9	Conditioner	WDC-500C	2	2	339,200.00	TCE	P.HAR			
10	Smart Ups	1250 VA	2	2	97,196.00	TCE	P.HAR			
11	Optional Accessories for Autosampler		1	2	248,400.00	TCE	MICRO			
12	Back up Battery	Smart UPS600	1	2	32,420.00	TCE	MICRO			
13	Colony Counter	CC-21	1	2	62,500.00	TCE	MICRO			
14	Automatic Turn Table	TM-701	1	3	10,175.00	TCE	MICRO			
15	Stepdown Transformer	AC 200 V	1	3	3,175.00	TCE	MICRO			
16	Foot Switch	TM702	1	3	1,625.00	TCE	MICRO			
17	Electrophoresis System	AE-3235C	1	2	97,725.00	TCE	MICRO			
18	Electrophoresis Power Supply		1	2	179,825.00	TCE	MICRO			
19	Sieve 1 mm for Atomizer ZM-1		4	3	29,500.00	TCE	MICRO			
20	Sieve 2 mm for Atomizer ZM-1		6	3	44,250.00	TCE	MICRO			
21	Portable Refrigerator	MRFT-560A	1	2	26,375.00	TCE	MICRO			
22	Micro Refrigerated Centrifuge		1	2	258,175.00	TCE	MICRO			
23	Rotor For H-1500FR.	RM-150	1	2	29,100.00	TCE	MICRO			
24	Journals	8 kinds	8	3	48,445.00	TCE	ADOMI			
25	Recorder for tension meter	DIK-3010	1	2	224,800.00	ACC	Agro.			
26	Load cell & accessory	LC-200KN	2	3	554,100.00	ACC	P.HAR			
27	Thermal sensor	GP-9660	1	3	61,000.00	ACC	Agro.			
28	Junction box	SJB-4C	2	3	88,800.00	ACC	P.HAR			
29	Recording paper etc.		20	4	154,900.00	ACC	Agro.			
30	Floppy disk	3.5"	20	4	57,000.00	ACC	P.HAR			
31	Floppy disk	5"	20	4	77,800.00	ACC	P.HAR			
32	Chemicals etc.	28 kind		4	140,560.00	ACC	MICRO			
33	Recording paper, pen etc.	12 kind		4	383,831.00	ACC	Agro.			

II. 研究概要

1. 栽培部門

栽培分野のプロジェクトにおける研究計画と背景

タイ国におけるアフラトキシン問題に関して従来、収穫後の問題として考えられていた。過去タイで行われたアフラトキシン研究では栽培分野の研究はほとんど無く、菌が作り出す毒素という観点から微生物分野の研究、穀粒水分と菌の生育関係から貯蔵・乾燥に関する研究、及びアフラトキシン分析技術での対応がなされていた。事実、本プロジェクトの試験の結果、栽培圃場や収穫時のアフラトキシンの汚染は極めて少なく、かつ非常に低濃度の汚染であった。

本プロジェクトにおける栽培の位置付けは、生産・収穫後処理・流通過程の中でタイのアフラトキシン問題と取り組むという考えで計画が設定されたため、過去にタイ国内で実施されたアフラトキシン研究で考えられなかった栽培分野の設置が決定された。

プロジェクト開始にあたり、各部門で、

- 1) 汚染要因の解析、
- 2) 汚染要因に対する対策技術の策定、
- 3) 研究技術の開発

を基本的な考えの柱とした。

栽培部門はこの考えを基に、栽培技術を要因としてそれぞれのアフラトキシン汚染との関係を直接要因、間接要因という観点から解析する方向で要因解析の計画が作られた。対策技術としては、要因解析から確認された要因について技術の策定に取り組む方針で当初具体的な課題は設定されなかった。研究技術の開発については、栽培分野では課題となる問題はなかった。栽培は、プロジェクトの主課題である、とうもろこしを生産する立場から、生産されるとうもろこしの品質について、収穫後処理の指針にする目的で、栽培条件と品質の関係を明確にする課題があげられた。実施計画は、プロジェクトで計画され実施計画調査団との検討、合同委員会の承認を得て策定された。

協力計画

協力期間の計画は、プロジェクト実施年（1987）はすでにとうもろこしの作付け時期に入っていた関係でアフラトキシンに関する資料収集と実施計画の作成のカウンターパートとの打合せに時間を費やされた。研究は予備試験及び基礎調査程度とした。1988年の作期以降を研究期間とし、各分野とも、当初の2か年間に要因解析、後半を対策技術の作成に当て、技術開発については機材の調達、短期専門家の手当が出来次第、始めることとした。

研究成果

研究課題は、要因解析と対策技術の項目分けをしたが、個々の課題は明確に項目分けできるものと、両者にまたがるものがあるが、ここでは一応開始当初の考えを基に区分して研究成果の要約を述べるものとする。結果はすでに述べた直接要因・間接要因という考えで評価を行った。直接要因は収穫時にアフラトキシンに汚染されたものに対する評価、間接要因は収穫後2週間から2か月間の貯蔵期間中に対する評価である。文中で必要な図表は英文報告書の頁と図表番号をカッコ()中に添えた。

1. 要因解析

1) 作付け時期とアフラトキシンの発生

タイとうもろこしの栽培は、大部分が雨期の一作目に作付けされ二作の前、雨期中盤の8月から9月にかけて収穫される。そのため、*Aspergillus flavus* 菌の生育に良好な条件であり、さらに収穫時の穀粒水分が25%以上であるためアフラトキシンが産生されるとされていた。従来、対策として作付け時期を遅らせて乾期に収穫すれば汚染はないとされていたが、収量・前作との関係で最も適当な植付け時期と収穫時期を求めるために、この課題が上げられた。

試験は、作付け時期を4月中旬から9月初めまで2週間間隔で11回の植付けをし、水分条件を天水区と過去10年間の平均降雨量を1週毎に算出した量を保証点とする灌漑区とした。収穫時期は播種後95、105、115、125(1988年のみ)日目とした。収穫された雌穂はサンプル抽出後2か月間貯蔵し2週間隔でアフラトキシン汚染を観察した。

4か年の平均収量は天水区では5月撒きをピークに作付け時期が遅くなれば収量は減少した。灌漑区は4月から5月撒きでは高く、その後収量は急激に低下した。(本文13頁、図-9)

収穫時の穀粒水分は天水区と灌漑区に大きな差はなかった。収穫時期では95日収穫では35%前後で、105日では30%、115日では25%、125日では20から25%の間であった。収穫時期が遅れると6・7月以後の作付け区では、それ以前の作付けより水分の低下が観られた。これは収量の低下により雌穂が小さくなるためと考える。(本文13-14、図-10)

アフラトキシン汚染は収穫時にはほとんど観られず、検出された場合もほとんどが10ppb以下であった。天水区は灌漑区より全体平均で低い汚染程度であった。植付け時期による汚染は、サンプル平均で天水区では6月後半以後植付けで、50ppb以下になり、天水区では7月植付け以後急に低下した。(本文15頁、図-11)

収穫時期による汚染では、年次変動・作付け時期による変動があるが、平均で95日収穫

から125日まで収穫が遅いほど汚染は低くなった。(本文16頁、図-12)貯蔵期間中の汚染では、サンプル・年次による変動があるが、平均で2週までは低い汚染であるが、天水区では6週目、灌漑区では8週目に最高に達した。(本文16頁、図-13)

4年間の全サンプルから、収量とその後のアフラトキシン汚染との関係、収穫時の穀粒水分と貯蔵期間中の汚染を調べた。収量との関係では200kg/rai以下で汚染が観られなくなったが、これは8・9月植付けで得られたもので収穫時の水分が非常に低いとうもろこしであることが解った。収穫時の穀粒水分と貯蔵中の汚染では25%以下で収穫された場合、天水区で7%、灌漑区で4%のサンプルに汚染が観られたのみであった。20%以下で収穫された場合には汚染は観られなかった。(本文16頁、図-14)

結果として、収量の観点から作付け時期を遅らせるのは農家の健全な農業経営の観点から奨励できない。現在慣行法として行われている5月植えは年次変動があるものの収量は高い。しかしながら、穀粒水分25%以上で収穫することは収穫後貯蔵でアフラトキシンの汚染の可能性があるので、25%以下で収穫するために115日以後おそらく120日くらいで収穫するのが望ましい。極端に収穫時期を遅らせることは、倒伏や虫害の増加等を招きアフラトキシン以外の品質で問題が生じると考える。

この課題は1989年、作付け時期により生育・収量に違いが生じることから、タイとうもろこしの生産・品質のシミュレーションモデルの構築の要請が出された。モデルの目的は、タイとうもろこしの気象要因に対する反応、生理的特性を解明し、収量予測と共に最適植付け時期を模索するものである。

2) 収穫法の違いによる穀粒水分の状態及びアフラトキシンの汚染への影響

タイの慣行収穫法は、圃場で雌穂をもぎハスク(包皮)を取り除いた後、竹籠または露地に積み、その後、麻袋に詰めて貯蔵施設または売渡しの場所まで運搬する方法が一般的に行われている。

ハスク付き収穫法は、雌穂をハスクで覆ったまま収穫することにより収穫・運搬・貯蔵中の穀粒表面の物理的損傷を減少し、かつ大気中のフラバス菌との接触を防ぐという点から考えられた。

試験は、慣行法とハスク付きによる収穫法と収穫時期を95日、105日、115日として、収穫から8週間の貯蔵期間に穀粒水分の減少とアフラトキシンの発生について調べた。

穀粒水分は2~3%の差で両収穫法共に減少し、有為な差は観られなかった。貯蔵期間後期にはほとんど差はなかった。(本文20-21頁、図1、2、3)

アフラトキシンの発生は、収穫時期が早いほど高く、115日収穫ではほとんど発生を観なかった。収穫法によるアフラトキシンの汚染では、汚染は観られるもののハスク付き収穫法

は発生の頻度は低く、かつ発生した場合でも著しく汚染の程度は低かった。全サンプルの平均でハスク付き収穫での汚染の程度は慣行法に比べて約80%ほど低くなった。また貯蔵期間で20 ppb以下の安全期間についても、ハスク付き収穫により2週間から4週間延長することができた。(本文22頁、表-1)

1988年と1989年の2年間の試験場での試験からその効果を認め、1990年には場内試験と併せて農家圃場を使った実規模での現地試験を始めた。現地試験については対策技術の項で報告する。

3) 栽植密度と窒素施肥水準の違いによるアフラトキシン汚染の効果

タイの慣行法の栽植密度は、手植えの場合は畦間75cm・株間50cmの2本立て、機械植えの場合は畦間75cm・株間25cm 1本立てが一般的で1ライ(1,600m²)当たり8,533本である。

窒素施肥は、奨励技術ではライ当たり窒素10kgであるが、農家により一定ではなく施肥しない場合も多く観られる。

栽植密度について、従来、圃場での穀粒の水分を早く下げるため本数を少なくするほうが良いとする報告もあり、栽植本数と収穫時の穀粒水分とアフラトキシンの発生を調べる。窒素施肥については、アメリカでの研究から多肥栽培でトキシンの産生を抑えられたという報告がされている。

試験では、栽植密度を手植えの間隔で一株当たり1本・2本・3本立てとした。窒素施肥水準は、ライ当たり0・10・20・30kgNとした。穀粒水分は、収穫時と2週間の貯蔵後に調査した。

結果は、低密度で圃場内空気の通りは良くなったが、栽植密度による穀粒水分の違いは観られなかった。両処理による収量は差は認められたが、アフラトキシンの発生は収穫時にはほとんど観られず、2週間の貯蔵後でも非常に少なく、かつ低度で処理による有意な差異は認められなかった。(本文28頁、図-2、表-4)

この試験では、収穫時にはほとんど汚染がないことから窒素の施肥に対するアフラトキシンの産生についての知見が得られなかった。そのため、フラバス菌の接種による窒素施肥の効果を別課題としてあげたので次項で報告する。

4) 接種法による窒素施肥の効果

前項で述べた課題から、窒素施肥の効果はフラバス菌の接種により調べる目的で、この課題をあげた。接種法は、1989年は無処理区とシルク・チャンネル(silk channel)法、1990年はピン・バー(pin-bar)法を追加した。1991年は前2年の経験から無処理区とピン・バー法を採用した。

シルク・チャンネル法は雌穂の先端の絹糸抽出部から注射器でフラバス菌の懸濁液を注入する方法である。ピン・バー法は板に25本のミシン針または注射針を固定し、懸濁液に針を浸し雌穂の穀粒部にハスクの上から突き刺す方法である。

フラバス菌の感染は無処理区では2%以下の感染率で、シルク・チャンネル法は3~4%、ピン・バー法で60%(1990)、98%(1991)であった。(本文32頁、表-2)

無処理区：シルク・チャンネル法では菌の感染が非常に低かったためアフラトキシンの汚染の程度も無処理区ではほとんど観られず、シルク・チャンネル法では最高で30ppb以下で窒素処理による差異は観られなかった。ピン・バー法では、1990年はN0区で2,300ppb、N10区で1,300ppb、N20区で1,400ppb、N30区で130ppbであった。この年はサンプルの反復を取らなかったため有意差の検定はできなかった。1991年は窒素処理区でそれぞれ1,900ppb、2,200ppb、1,400ppb、1,563ppbで低施肥区(N0、N10)と高施肥区(N20、N30)の間に有意差が認められた。(本文33-34頁、図-2-1-3)

この課題は、結果の再確認のため今年も継続して試験を続けている。

5) 作付け体系と土壌中のフラバス菌の生息密度

タイにおけるとうもろこし栽培は一般的に雨期の第一作に栽培される。後作は大豆、緑豆、ソルガムなどがよく観かけられるが、二作目の雨期の長さにより一定しない。

この課題はタイのアフラトキシシン研究で先行していた熱研の経験から緑豆作付けの後ではフラバス菌が減少するようだとの助言を受け、とうもろこしの可能な作付けの組合せによるフラバス菌の生息を調査し、菌の生態系からの汚染源の減少の可能性を目的としてあげられた。

作付けの組合せは以下のとおり。

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1) Maize - Soybean | 6) Soybean - Maize |
| 2) Maize - Mungbean | 7) Mungbean - Maize |
| 3) Maize - Sorghum | 8) Sesame - Maize |
| 4) Maize - Peanut | 9) Peanut - Maize |
| 5) Maize - 休閑 | 10) Maize - Maize |

作付けは5月中旬から下旬に第一作を植え付けた。栽培は標準的な奨励技術とし、干ばつ時には補助的に灌水した。

土壌のサンプリングは第一作の植付け前・第一作の収穫後・第二作の収穫後に土壌表面と10cmの深さで行った。

結果は、作付けの組合せによる多少の変化はあるものの、顕著な差異は観られなかった。全般的に観て、とうもろこしと大豆・緑豆の組合せは低い密度で変化し、ソルガム・ピーナ

ッツで変化の程度は高かった。また土壌が過湿な状態になった1990年のサンプルでは、いずれも非常に低い生息密度になっていた。しかし微生物の専門家から、この程度の変化は有為な差異とは認められない、との助言を受けた。また、この種の試験は環境の影響を受け易いので第一段階としては環境要因をなるべく少なくした条件で試験を設定することが望ましい、との助言を受けた。そのため、プロジェクト終了に際し、カウンターパートの畑作研究所には、アフラトキシン問題があるピーナッツについては再考の必要があることを勧告した。

2. 対策技術

1) 奨励技術のための収穫法の実規模試験

この試験の目的は、要因解析で得られたハスク付き収穫法によるアフラトキシン防除の効果を農家での実規模試験でその結果を確認し、奨励技術に資するために行われた。

1990年から2年間ロブプリ県のプラプッタバート畑作試験場の周辺農家3と契約し、栽培はすべて農家の慣行法によって行い、収穫段階で慣行法とハスク付きで収穫し貯蔵庫を二分し、それぞれの処理区で約10週間貯蔵した。

それぞれの農家の貯蔵庫の形態はまちまちで、農家1は70cmの高床で床は一面を板で敷き詰めてあり、側壁は板で簀の子式であった。農家2は30cmほど床を上げてあり、床・側壁共竹の簀の子式であった。農家3は1990年のみ使用した。貯蔵庫は住居の下にあり、床は25cmの高さで床・側壁共竹の簀の子式であった。農家4は1991年に使用し、25cmの床に竹の床・側壁であった。屋根は農家3以外はトタンの波板が使われていた。

1990年農家1、2、3でそれぞれ約17.5、8.7、9.8トンのとうもろこしを収穫した。

1991年には、農家1、2、4で約21、23、24.5トン进行収穫した。

1990年の収穫時のとうもろこしの熟度はそれぞれ播種後104、100、110日で、1991年は、119、113、107日であった。1991年は1990年より1週間から2週間遅く収穫した。そのため収穫時の穀粒水分は農家1、2で約5%ほど低く、農家3、4は2~3%程度低かった。3農家の平均穀粒水分は、1990年は28.1%で、1991年は25.2%であった。アフラトキシンの発生では、他の試験と併せて判断して一般的に1990年は1991年より高い汚染が認められたが、収穫時の穀粒水分による汚染レベルへの影響が大きいと考えられる。アフラトキシン汚染は収穫から貯蔵期間の全サンプルの平均でハスク付き収穫は80.9ppb、慣行法は198.8ppbであった。1991年のハスク付きは47.0ppbで慣行法は47.7ppbであった。ハスク付きの効果は高い汚染で顕著に観られ、汚染が少ない時には、その効果は認められなかった。(本文48頁、図-2)

貯蔵庫内の温度は貯蔵量・穀粒水分(収穫時の熟期)・貯蔵庫の構造に左右されるが高温・高湿により圃場感染病である *Botryodiplodia* spp. による黒粒の発生が1990年に多く観

られた。また高温・多湿条件での貯蔵は穀粒の光沢を損ない、別の面での品質の低下を招いた。(本文 49 頁、図-3)

実用化に向けて社会・経済要因についても検討された。ハスク付き収穫法による収穫速度は、慣行法に比べて、労働者の熟練度にもよるが、30%程度の時間的な効果が認められた。しかしながら、ハスク付き収穫は収穫物の容量が15%程度大きくなり、運搬・輸送のコストを考慮する必要がある。

ハスク付き収穫法はアフラトキシン防除の手段としての効果は認められたが、実用化には問題が残されている。大きな問題は脱粒である。現在一般に使われている脱粒機はハスク無しの雌穂用に作られているため、ハスクに水分があり粉碎されにくい条件では脱粒中に機械詰まりを起こし、作業は不可能である。解決方法として、プロジェクトのポストハーベストグループでコンバイン・ハーベスターで使用されている方式の脱粒部の利用で機械詰まりは解決されたが、不要物の吐き出し口の改良はまだ必要である。ある農家で米の脱穀機を使ってハスク付きとうもろこしの脱粒をしたという報告がある。また1か月以上貯蔵しハスクが十分乾燥した状態では通常の脱粒機でも少し効率は落ちるが、可能である。

以上の結果からハスク付き収穫法を実行するにあたって以下の点を考慮して決定されるべきである。

- (1) 販売までどのくらい貯蔵するのか？
- (2) ハスク付きで脱粒できるか？ または脱粒する前に手でハスクを除去できるか？
- (3) 収穫時に十分な労働者が確保できるか？
- (4) 第二作の植付けはいつなのか？

結論として現在の一般的な状況から、以下の条件下ではハスク付き収穫法は有利と考える。

- (1) 農家が長期間貯蔵するつもりで、その期間はハスクが完全に乾燥するのに十分な期間である場合。
- (2) 農家が労働者不足で収穫適期に収穫できない時、第二作の植付け予定で収穫を急ぐ時。

3. 品質表示

1) 品種による収穫時の穀粒の水分特性

アフラトキシン問題において穀粒の水分は大きな要因の一つである。穀粒水分は A. flavus 菌の増殖や毒素の産生と密接な関係があることが知られている。

穀粒水分は一般に、水分計の関係からバルクの水分として測定、表示される。また前のタイ貿易研修センター・プロジェクトの穀物検査の専門家から、品質検査の折、観た目には上質のとうもろこしでも、時々1、2粒のフラバス感染粒が混じっていることがあり、そのた

めアフラトキシンの分析で高い値の汚染が認められる場合があるのはなぜかという指摘があった。とうもろこしの圃場において、しばしば収穫間近の一つの雌穂で明らかに水分の違いによると思われる色の違った粒を観かけることがある。

この課題は、それぞれの収穫時に穀粒水分がどの程度になっているか、また穀粒の中で水分にばらつきがどの程度あるのか、タイの品種間に水分特性に差異があるのか等を調べ収穫後の処理の指針に供する目的で計画された。

4年間に供試された品種は以下のとおり。

1988年…… Suwan 1、Suwan 2、KU2602

1989年…… Suwan 1、Suwan 2、KU2602、Suwan 3

1990年…… Suwan 1、Suwan 3、Nakhon Sawan 1

1991年…… Suwan 1、Suwan 3、Nakhon Sawan 1

供試品種のうち育種法の違いではKU2602がハイブリッドで、その他はすべて合成品種である。また、熟期ではSuwan 2が100日で早生品種、その他は110日の中生品種とされている。

1991年は、試験で使われた水分計のデータを一般に使われている水分計3種に換算するために試験法を変えた。

それぞれの品種は毎年標準の栽培法で植付けを行った。穀粒水分は50%絹糸抽出後35日から64日まで30日間毎日測定した。一日の測定には一品種当り9本(処理区当り3本×3反復)の雌穂の全粒を使った。測定には、静岡精機の一粒水分計CTR-160を使用した。

日々の水分の測定値は一定でなく、上下を繰り返しながら下降していった。50%絹糸抽出後35日から5日間の測定開始時の水分はSuwan 1、Suwan 2、KU2602、Suwan 3、Nakhon Sawan 1で、それぞれ32.0%、29.5%、33.2%、33.6%、33.5%であった。また測定終了時の60日から64日の5日間の平均は、それぞれ22.4%、20.7%、22.6%、22.7%、23.0%であった。(本文59-60頁、図-2)

早生品種のSuwan 2は水分のレベルが他の4品種よりも低かった。

一日の9本の雌穂間の水分のばらつきは30日間で平均水分に対して±6.8%から±12.3%の範囲にあった。また各品種の一日の全穀粒のばらつきは平均水分に対して±10.1%から±15.1%の範囲にあった。(本文61頁、図-3)

雌穂の先端部、中間部、基部の部位間の水分の違いは、品種間に僅かながら違いが観られた。Suwan 1、Suwan 2、KU2602では、測定の早い時期では先端部が水分が高く基部、中間部と低くなり、後期では基部が一番高水分で、中間部、先端部と低くなった。Suwan 3、Nakhon Sawan 1では、測定初期では基部が一番高く、後期にはSuwan 3は中間部・基部

が、Nakhon Sawan 1 は中間部が一番高水分となった。

1991年には、試験で使用した一粒水分計のデータを市販されている Dole 400、Stain-lite、Seed Burrows 700 に換算するために 35 日から一週間間隔でそれぞれ 100 粒、3 oz.、200 grms.、200 grms. の 5 反復で測定した。50 %絹糸抽出日から算出した日数で 35 日から 64 日までの収穫日における平均水分と考えられる最高・最低水分を五品種について、それぞれの機種毎に表示し、収穫時の穀粒水分の指標とした。（本文 62-66 頁、表-9-1-5）

2) アフラトキシン問題における昆虫の役割

とうもろこしにはいくつかの害虫が知られている。そのうち雌穂に害を及ぼす害虫による虫害は穀粒に物理的損傷を与えることにより品質を損なうだけでなく、アフラトキシン問題においては A. flavus 菌の穀粒への侵入を容易にし、毒素の産生の原因となることが報告されている。

この課題は、タイとうもろこし栽培における虫の役割を、圃場への発生、被害の程度・時期、フラバス菌・アフラトキシン汚染とのかかわり等について調査し、アフラトキシン問題と虫の役割を概略的に把握するものである。

とうもろこしに着く虫の種類と発生数の調査は、1 ライ (40 m × 40 m) のとうもろこしについて植付け後 40 日から 113 日 (1989 年)、90 日 (1990 年)、98 日 (1991 年) まで週に 2 回、虫の種類と数を調査した。また同様の方法で、別の 1 ライの圃場で殺虫剤の処理区と無処理区で調査した。

特定のとうもろこし害虫の圃場への発生はフェロモン・トラップ、誘蛾灯を圃場に設置して発生数を調査した。また不特定の地上昆虫についてはピット・フォール・トラップを圃場内に設置した。トラップで捕獲した昆虫を無作為に抽出し、寒天培養基で虫の体表のフラバス菌の有無を調査した。

収穫時期による虫害発生については、植付け後 80 日から 120 日まで毎週 100 本の雌穂を収穫し、虫害の割合とアフラトキシン汚染を調査した。

貯蔵中の虫の発生と虫害については、斉藤短期専門家の指導の一部として農家貯蔵庫において調査された。

雌穂に害を与えることがわかっている Corn Stem Borer と Corn Ear Worm の発生は年により異なり、その数も違った。とうもろこし生育中の発生回数は一回以上あることがわかった。また、これらの害虫の卵と幼虫には顆粒のフラダンの散布では効果がないことがわかった。そのほかに多くの虫を観測し発生の時期を観た。これらの中で油虫やてんとう虫の仲間は殺虫剤の効果が非常に大きいことがわかった。（本文 75-79 頁、別表-1-6-B）

Corn stem borerの蛾のフェロモン・トラップによる捕獲でも発生の時期及び発生数は年により異なることがわかった。またCorn ear worm についても同様のことが言える。両者のとうもろこし生育期間中の発生は一回以上と考えられる。(本文70頁、図-1&2)

地上昆虫では、Flour beetle の捕獲数が一番多く、その次は蟻であった。

フェロモン・トラップで捕獲したCorn stem borerとその他の不特定の昆虫、地上のピット・フォール・トラップでの不特定の虫の体表上のAspergillus sp. 菌とその他の有無の調査では、Corn stem borer には50%以上にフラバス菌が観られ、その他の虫では30~40%の虫に菌が観られた。地上の虫では70%以上にフラバス菌が観られた。(本文71頁、表-1)

穀粒の虫害は圃場での期間が長いほど被害粒の割合は多くなった。また被害を受けた雌穂の被害粒と無被害粒のフラバス菌の存在率は、無被害雌穂よりも非常に高く、熟期が進むにつれて、その差は大きくなった。しかしながら被害粒とアフラトキシンの汚染には明確な差異は観られなかった。(本文72頁、図-3&4)

収穫時の穀粒水分により貯蔵中の虫の発生に違いが観られた。高水分からの貯蔵では、低水分とうもろこしよりMaize weevil、Corn sap beetle の発生が多く、貯蔵期間が長くなれば発生率は高くなった。虫害の発生はハスク付きと慣行法のハスク無し貯蔵で調査され、床下の通気の良い農家1、2ではハスク付き貯蔵で被害雌穂の割合が低かったが、通気が悪い農家3では被害に違いはなかった。(本文73頁、図-5&6)

2. 乾燥・調製部門

1. 収穫後の処理・貯蔵とアフラトキシン汚染の関係

アフラトキシン汚染にかかわる要因の分析を行った。最初に行った実態調査の中で農家で10日間貯蔵したとうもろこしのうち4割強からアフラトキシンが検出された。農家での貯蔵のかなり早い段階でアフラトキシン汚染が開始することが推測された。アフラトキシン汚染に最も大きく影響するものは水分・貯蔵環境・穂及び実の傷などの状態の三つである。

A. flavus はかびの仲間でも比較的乾燥に強く、アフラトキシン汚染には水分の影響が最も大きく現れている。長期貯蔵を考えた場合には14.5%が安全な水準と言われている。水分の影響はイヤーメイズと脱粒したとうもろこしでは違い、イヤーメイズでは26%、脱粒したとうもろこしでは22%が最も危険な水分となっている。水分が増加した場合、他の菌やかびとの競合等によりアフラトキシン汚染が減少する傾向にある。

水分と密接な関係にあるのが貯蔵環境である。特にイヤーメイズの場合、乾燥した換気の良い条件では、高水分のとうもろこしもアフラトキシンに汚染されることなく貯蔵可能であった。乾燥した条件ではA. flavus の新たな侵入が抑えられることにより汚染が抑制されると推定される。

穂及び実の状態もアフラトキシン汚染に影響を与える。貯蔵中の穂を観察すると実の表面の傷などからA. flavus が侵入していることが多い。また、脱粒した状態では実と穂の接点からの侵入が極めて多く観られた。脱粒した実では、チップにあたる部分が露出しているうえ、種皮も損傷が多く水分等の条件が揃えば極めて容易に汚染される。

1) 実の損傷・水分とアフラトキシン汚染の関係 (pp. 1 - 10)

イヤーメイズと脱粒したメイズを貯蔵・乾燥させながらA. flavus 感染割合を調査した。脱粒した実はいヤーメイズに比べて感染が早く、割合も高かった。各種シェラーで脱粒した実を貯蔵した試験では、貯蔵中の高温によりやや汚染が軽減される傾向も観られたが、22~27%のものを中心に高い汚染が観察された。

脱粒したとうもろこしに破碎粒・不純物などを混合して貯蔵した試験では、どの場合もアフラトキシン汚染は観られたが、不純物により汚染開始が早まる傾向が観られた。また、水分22%前後が最も汚染が激しく、30%では逆に下がる傾向にあった。

2) 取扱い時の損傷増加の推定 (pp. 11 - 14)

収穫後の選別作業による損傷の増加とA. flavus 感染への影響を調査した。選別作業により逆にA. flavus 感染が増加し、増加の主な要因は選別時の傷口からのA. flavus の感染によるものと判明した。

3) とうもろこしの収穫後の処理開始までの猶予期間 (pp. 15 - 18)

イヤーメイズを風通しの良い場所と麻袋の二通りに期間を変えて貯蔵し、アフラトキシン汚染への影響を調査した。風通しの良い場所(平型乾燥機中)では貯蔵中にアフラトキシン汚染は発生しなかった。また、貯蔵中に若干水分が自然に下がっていった。麻袋中の貯蔵では水分 25 % で 2 週間の貯蔵中に 465ppb という高濃度の汚染が観られた。水分 30 % では逆にアフラトキシン濃度が下がった。この水分ではとうもろこしの粒は A. flavus 以外の菌により汚染され、A. flavus 汚染が抑えられていた。

4) 農家貯蔵庫の内部環境分析 (pp. 19 - 22)

5 トン規模の貯蔵庫を 2 基、高床式と平床式で作成し、内部の貯蔵環境を調査した。どちらの貯蔵庫もイヤーメイズの呼吸作用などにより高温となり、外気より 6 ~ 9 °C 高い部分が貯蔵庫中心よりやや上に観察された。温度上昇は日が経つにつれ減少した。貯蔵庫内部の湿度は測定困難であったが、貯蔵初期には 100 % 近い値を示していたものと思われる。水分は 1 か月の貯蔵期間中に 30 % から 15 % まで下がった。アフラトキシン汚染の調査は行われなかったが、イヤーメイズはかなり汚染されていた模様である。

今回の試験では床は板を敷き詰めており、高床式と平床式の間に差は観られなかった。

5) 通風乾燥効果の分析 (pp. 23 - 26)

イヤーメイズを平型乾燥機で通風乾燥を行い、その間の重量変化及び外気の条件などから常温通風による乾燥効果について分析した。同時に行われた貯蔵庫の改良試験及び乾燥効果の調査のための予備試験から、イヤーメイズの実とコブの水分の関係、イヤーメイズの外気との平衡水分など乾燥に関する基礎データを集め、分析した。実とコブの乾燥速度は昼間は速く夜間は遅くなる。連続通風条件下では、夜間の水分吸収もかなりの量となった。イヤーメイズは連続通風の条件下では乾燥 2 日目に水分の吸収が始まっているが、この時点ではイヤーメイズの水分は平衡水分より高く、まだ水分吸収は考えられない。

イヤーメイズの水分と外気の湿度から乾燥速度を求める式を直線回帰により導いた。

6) 通風条件下でのイヤーメイズ乾燥のシミュレーション (pp. 27 - 30)

前記試験で得られた乾燥速度は実際の乾燥に当てはめるとかなり違ったものとなる。実際の乾燥では水分吸収が予測より早く起こるとともに、乾燥が予想より早く始まり早く終わるというタイムラグの問題が起こった。これを解決するために、イヤーメイズの実とコブをそれぞれ 5 層に分けて各層間の水分移動及び表面の水分蒸発により説明することとした。表面からの乾燥速度は表面水分から導かれる平衡水蒸気圧及び平衡水上気圧と外気の水蒸気圧の両方に比例することとした。これにより乾燥初期の高い乾燥率や高水分時にも起こる吸湿などが説明された。このモデルの欠点としては吸湿時にも表面水分を基に吸湿速度を推定しているため吸湿が実際より低く評価されること、及び依然タイムラグが完全には解消していな

いことである。

7) タイメイズの農家とミドルマンの収穫後処理についての現状調査 (pp. 31 - 44)

プロジェクトの開始にあたって、1987年に農家及びミドルマンの実態調査を行った。調査にあたっては主要生産地の4県から、さらに主産地(郡)を選び、さらに村・農家等を選んだ。

とうもろこしの生産地は大きく三つに分類され、一作地帯、裏作作付け地帯、裏作とうもろこし地帯となる。農家は自分ではとうもろこしをあまり乾燥させることはなく、乾燥施設があったり、圃場で堆積する程度の乾燥を行う農家も少ない。また、乾燥によっても農家はあまり利益を得ることが無い。一作地帯ではすべての農家が平均して50日以上貯蔵するのに対し、他では約4割の農家が17日程度貯蔵しているにすぎない。コーンシユラは農家にほとんど普及しておらず、ミドルマン等に脱粒を依頼している。貯蔵中の汚染は地域により大きな差が観られる。汚染は比較的早く始まり、貯蔵後10日経ったサンプルでは4割がアフラトキシンにより汚染されていた。

2. 測定方法の開発

とうもろこしの品質及び貯蔵方法等を決定するうえで重要な水分の測定方法について調査を行った。最も正確な水分測定方法はオープン法であるが、簡略化して粒のまま4時間乾燥する方法を開発した。誤差は0.4%と簡易法としては十分な精度である。各種の水分計について精度を調査した。輸入水分計はタイとうもろこしに対してある程度の誤差を示した。簡単に圃場・貯蔵庫などで水分を測定する方法としてイヤーマイズ水分計の開発を試みた。実用水分計まで後一步となった。

8) オープン法の基準化 (pp. 45 - 52)

水分を簡単かつ正確に測定するため、簡易オープン法が開発された。温度・乾燥時間等を変化させて影響を調査した。簡易オープン法は、130℃で4時間、5gのサンプルを粒のまま乾燥させる方法である。基準とする103℃、72時間、15g法との比較では、標準誤差0.4%であった。乾燥時間を延ばすと、若干精度が向上するようであった。品種間差等は観られなかった。

9) 既存水分計のキャリブレーションテスト (pp. 53 - 61)

現在タイで使用されている水分計を中心にオープン法との比較試験を行った。水分計には電気抵抗型及び静電容量型の2種類あり、タイで主に使用されているのは静電容量型のDoyle-400である。電気抵抗型はタイのとうもろこしに対し、比較的誤差が少なかった。静電容量型の水分計は水分20%~25%の間でキャリブレーションが変わる特性を示した。タイで開発された水分計はタイのとうもろこしに対してかなり正確な値を示したが、輸入水分計は

実際の水分よりかなり高い値を示した。

キャリブレーションの品種間差はあまり認められなかった。サンプルの水分を調製してからの日数により水分計の測定値が影響を受ける。

10) 水分計の開発 (pp. 62 - 67)

貯蔵中または立毛状態でのとうもろこしの水分を簡易に測定するためにイヤーマイズのまままで測定可能な水分計の開発を行った。開発費を下げるため、既存の電気抵抗型水分計にイヤーマイズ用の電極を取り付ける方法を採用した。ナイフ型電極とプ라이어型電極の2種類を試作した。測定値の安定度からプ라이어型を選択した。実用化に必要な精度はほぼ確保し、再度データを取ってキャリブレーションを行えば完成となる。

3. 収穫後処理によるアフラトキシン対策

収穫後に農家は、とうもろこしを平均1か月程度貯蔵する。この間に汚染を受けるととうもろこしも多く、農家で貯蔵中の処理が問題となっている。農家のようにイヤーマイズでの貯蔵は脱粒したとうもろこしに比較してかなり安全であるが、それでも26%といった高水分での貯蔵は多々見受けられ、貯蔵中に A. flavus を発見する場合も多い。

通風を良くして、できるだけイヤーマイズの貯蔵庫内の湿度を下げる必要がある。とうもろこしを安全に貯蔵するためには層の厚さは50cm程度にすることが望ましい。これにより貯蔵庫内部の湿度を下げ、A. flavus の感染をある程度まで防げる。このためには、木や竹の枠で空気抜きを付けたり、内部に空洞を確保したりする必要がある。これ以外の方法としては貯蔵庫での乾燥・二酸化硫黄処理などがあげられる。

貯蔵庫で乾燥を行う場合、イヤーマイズは空気抵抗が少ないため1kw以下の小型の送風機でも十分に合う。通風乾燥の主目的は強制換気により貯蔵庫内部の湿度を下げることにあり、乾燥に時間がかかっても安全に貯蔵できる。熱風を送ることにより乾燥を促進できるが、通風乾燥以上に乾燥むらが出る。

化学処理では、二酸化硫黄による燻蒸でアフラトキシン汚染を軽減できる。二酸化硫黄処理はかなり危険であるが、農家は他の作物ですでに経験があり、若干の訓練で安全に行えると期待できる。

脱粒時の傷を減少させることによりアフラトキシン汚染を遅らせることができるため高水分とうもろこしでも傷のつきにくいコーンシェラを開発した。しかし、脱粒したとうもろこしは極めて A. flavus に感染し易く、また、貯蔵中の自然換気も悪いため脱粒後のアフラトキシン対策は速やかに行う必要がある。このため、脱粒後はできるだけ速やかに乾燥させるとともに、脱粒作業は後の乾燥処理等の進捗状況を考慮しながら進めていく必要がある。

(高水分とうもろこしのためのコーンシェラ開発)

11) 既存シェラの高水分とうもろこしでの性能試験 (pp. 68 - 74)

4 基のコーンシェラ、Dokbua-77、NCR-1200、Alvan Blanch、Chikuma を水分 16 % ~ 32 % のとうもろこしで性能試験を行った。Chikuma が最もとうもろこしの損傷が少なく 2.6 % で他の 3 機種は 4.2 ~ 5.9 % と高かった。未脱粒の割合は、逆に他の 3 機種で 0.4 % ~ 3.0 % であったのに対し、Chikuma は 20.3 % を記録した。水分はとうもろこしの損傷に与える影響が大きく、ドラムの回転速度は機械の定格速度の範囲で行ったため、影響は観られなかった。

12) とうもろこしの損傷と機械設計、運転条件、水分との関係 (pp. 75 - 86)

脱粒歯の形状、コブの流れ、及びコンケーブクリアランスを変えた 7 種の脱粒ドラムを試作し、性能を比較した。粒の損傷は脱粒歯の速度が上がるにつれ増加し、とうもろこしの水分が上がるにつれて増加した。未脱率については誤差が大きく、解析困難であった。コンケーブクリアランスは、広がるにつれて損傷が減り、未脱率が増加する傾向を示した。

13) コーンシェラ改良 (pp. 87 - 106)

前記試験で選んだ機種 (spike tooth) の脱粒時のイヤーの流れをさらに改良するために、歯を 5 桁またはドラムの上に螺旋状に配列した。とうもろこしの損傷はタイプ毎の差はほとんど観られなかった。エネルギー消費は参考に試験した昨年までのタイプ (plate tooth) と比較して著しく減少した。損傷は概ね減少したが、水分 30 % において急増した。

イヤーの流れを逆に抑えるため新たに spike tooth をベースとした混合タイプの脱粒歯を試作・試験した。とうもろこしの傷にタイプ間の差は観られなかった。未脱率とタイプ間には関連が観られ、混合タイプは未脱率が減少したが、エネルギー消費は増加した。

(簡易乾燥法の開発)

14) ソーラーハウスと送風機によるイヤーマイズの乾燥試験 (pp. 107 - 114)

太陽熱利用の乾燥施設に送風機を利用し換気を行い、さらに送風機のエンジンの熱を利用した乾燥法を試験した。密閉循環型と半開放脱湿循環型の二通りを比較した。密閉循環型が乾燥効率が良く、水分 35 % から 14 % まで 3 日間で乾燥した。乾燥を開始して 60 時間経過すると、夜間の湿った空気では乾燥しなくなっていた。

15) ビニールハウスによるイヤーマイズの乾燥 (pp. 115 - 119)

従来から試験されてきたビニールハウスを 3 層にして処理量を上げるとともに、密閉型にして熱効率を向上させる試験を行った。3 層のうち中・下層の乾燥が遅れる傾向にあった。密閉型のため、高湿度で A. flavus 感染が起こっており、防湿及び庫内温度の均一化が課題となっている。

16) 貯蔵乾燥効果の研究 (pp. 120 - 123)

5 t 規模の貯蔵庫に 3kw のエンジンを利用した送風機及び乾燥機で乾燥を行い、効果を調査した。送風機では毎分 60 m³ の割合で送風し、乾燥機は同じ風量で 50℃ の空気を送った。どちらも毎日 2 時間、日中の処理であったが、2 週間の処理で通風区では 23.7% → 16.2 に、乾燥区では 23.8 % → 10.9 % に乾燥した。乾燥区では、安全と言われる 14.5% への乾燥を 9 日間で達成した。

(とうもろこしのアンモニア及び尿素処理)

アンモニア処理によりアフラトキシン汚染を防止するとともに、アフラトキシンの分解も期待して試験を行った。アンモニア処理はとうもろこしを変色させる作用があり、変色を防ぎながらアフラトキシンを防ぐために試験を行った。実験室規模の試験では変色を防げたが、農家規模の試験では、変色またはアフラトキシン汚染は防ぎ得なかった。

17) アンモニア処理による A. flavus の抑制及びアフラトキシン汚染の防止 (pp. 124 - 129)

18) 尿素処理による A. flavus の抑制及びアフラトキシン汚染の防止 (pp. 130 - 135)

19) アンモニア及び二酸化硫黄添加による通風乾燥 (pp. 136 - 138)

(高水分とうもろこしの二酸化硫黄添加貯蔵)

20) 硫黄ケーキを用いた二酸化硫黄処理の予備試験 (pp. 139 - 142)

硫黄の燃焼を安定的に行うため、硫黄ケーキを開発し二酸化硫黄処理を行った。処理に必要な硫黄はイヤーメイズ重量の 0.25 % であったが、効果は長続きしないため、繰り返し処理を行うことが必要であった。

21) 高水分とうもろこしの二酸化硫黄による貯蔵庫処理 (pp. 143 - 145)

硫黄は直接燃焼させる炉が開発されたためこれを利用して処理を行った。処理濃度は硫黄の燃焼時間などからイヤーメイズの重量 0.06 % と、予備試験より下げた。処理時に貯蔵庫を覆う密閉試験は逆に二酸化硫黄の拡散がうまくいかず、アフラトキシンで汚染されたが、開放試験では 1 週間毎の 3 回処理で汚染が抑制された。汚染が抑制された部分では二酸化硫黄の残留が 200ppb を超えており、二酸化硫黄濃度とアフラトキシン汚染には相関がある。

(貯蔵庫の改良)

22) 高水分とうもろこしのための貯蔵庫の改良 (pp. 146 - 154)

水平方向の風抜き、内部の空洞及び空気抜きの煙突など各種の改良効果を比較した。この試験では貯蔵庫の床板に隙間を設けて通風を良くしたため全体的に通風が良くなり、農家貯蔵庫で観られた貯蔵庫内気温の上昇は、あまり観られなかった。アフラトキシン汚染防止に

効果のあった貯蔵庫は、水平方向に大きな風抜きを設けたものと、内部に大きな空洞を設け空気抜きの煙突を設けたもので、特に前者は貯蔵庫内の湿度低下効果も著しく、貯蔵したとうもろこしの乾燥速度も上がった。

改良効果は風抜きの大きさなどよりも、残ったとうもろこしの層を薄くしてイヤーメイズの周りの湿度を下げることで起こる模様である。

3. 微生物部門

1. マイコトキシンとアフラトキシン

マイコトキシンとはカビの産生する毒性物質を意味している。古くはムギの麦角病やアカカビ病などに侵された穀類を食料、飼料としてヒトや家禽、家畜が食して中毒症状を起こしたり、死に至ったことはよく知られている。これは *Claviceps purpurea* というカビによって産生されたエルゴタミンなど数種のアルカロイドに起因することがわかった。現在、マイコトキシンはその数100とも200とも言われている。

1960年、イギリスで10万羽の七面鳥が死ぬという事件が起こった。はじめは原因がわからず、Turkey-X disease という名前がつけられていたが、総力を挙げての研究の結果、ブラジルから輸入された飼料用落花生脱油粕に寄生していた麹カビの一種、*Aspergillus flavus* が産生する毒性物質によることがわかり Ailatoxin と命名された。アフラトキシンは地球上で最も毒性の強い物質で、肝臓癌などを発生させるとして非常に恐れられている。図-1 に示したように、これまでの研究からアフラトキシンは B₁、B₂、G₁、G₂ のほかに肉やミルクなどから検出される M₁、M₂ など10数種類の類似物質があることがわかっている。その後の研究

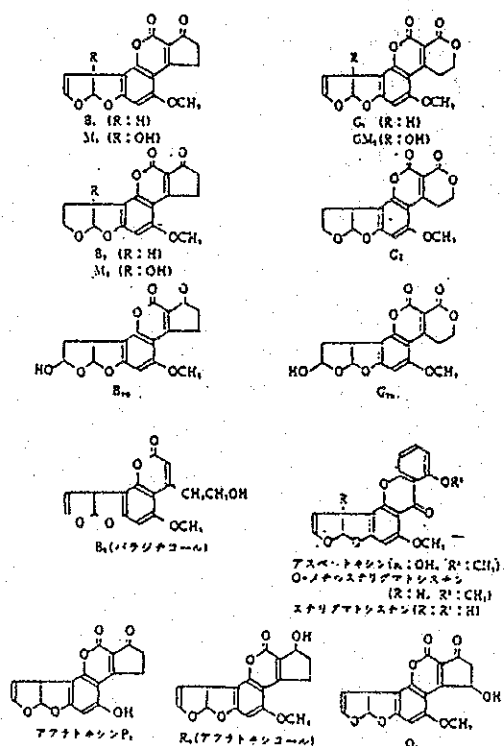


図-1 代表的なアフラトキシンの化学構造
(食糧、その科学と技術No. 29)

で *A. flavus* ばかりでなく同じ麹カビの一種である *A. parasiticus* もアフラトキシンをつくり出すことがわかった。表-1 に幾つかのマイコトキシン産生菌の種類と毒性物質及び、それを摂取した場合の症状について載せた。実験動物にアフラトキシン B₁ の半数致死量 (LD₅₀ : 50% 致死量) は、ウサギ 0.3 mg/kg、イヌ 0.5 - 1.0 mg/kg、ネコ 0.55 mg/kg、ラット(雄) 7.2 mg/kg、ラット(雌) 17.9 mg/kg、アヒルの雛 0.335 mg/kg、ヒツジ 1.0 mg/kg という結果もある。

WHO や FAO は、このように危険なマイコトキシンの被害を避けるためにガイドラインを示している。また、それぞれ独自の規制値をもって対処している国もある。参考までに表-2 に数か国の規制値を載せた。

表-1 いくつかのマイコトキシンとその作用など

マイコトキシン	主 な 生 産 菌	毒 性	mp (°C)
aflatoxin	<i>A. flavus</i> <i>A. parasiticus</i>	肝癌 (急性は肝壊死)	237 ~ 289
citreoviridin	<i>P. citreo-viride</i> <i>P. ochrosalmoneum</i>	上行性麻 (衛心 気様症状)	107 ~ 111
citrinin	<i>P. citrinum</i> <i>P. viridicatum</i> など	腎障害、血圧下降	170 ~ 172
luteoskyrin	<i>P. islandicum</i>	肝脂肪変性、肝癌	287
ochratoxin A	<i>A. ochraceus</i> group <i>P. viridicatum</i> など	肝障害、肝癌	221
patulin	<i>P. expansum</i> , <i>P. patulum</i> , <i>A. clavatus</i> など	神経毒、皮下肉腫	110
penicillic acid	<i>P. cyclopium</i> , <i>P. palitans</i> など多くの菌種が生産する	蛋白質合成阻害	58 ~ 85
rugulosin —	<i>P. rugulosum</i> <i>P. tardum</i> など	肝障害	290
sterigmatocystin	<i>A. versicolor</i> <i>E. nidulans</i> など	肝癌、胆管癌	248
(trichocheenes) deoxynivalenol rusarenon-X T ₂ -toxin nivalenol など	<i>F. graminearum</i> <i>F. nivale</i> <i>F. solani</i> など	白血球減少症、 下痢、嘔吐	151 ~ 153 91 151 222
zearalenone	<i>F. tricinatum</i> <i>F. lateritium</i> など	子宮筋細胞の異常 増殖	164 ~ 165

A. は *Aspergillus*, *P.* は *Penicillium*, *E.* は *Emmericella*, *F.* は *Fusarium* の略
(鶴田 理：生活と衛生微生物)

表-2 世界各国におけるマイコトキシン規制例

マイコトキシン	国名	対象物	許容量 (ppb)	備考
アフラトキシンB ₁	オーストラリア	全食品	5	
アフラトキシンB ₁	ブラジル	ピーナッツミール	50	輸出規制
アフラトキシンB ₁	EC	飼料	50	
アフラトキシンB ₁	西ドイツ	ピーナッツ、ナッツ	5	
アフラトキシンB ₁	フィンランド	ナッツ、ナッツ製品	5	
アフラトキシンB ₁	インド	ピーナッツミール(食品)	30	
アフラトキシンB ₁	日本	全食品	0	検出限界
アフラトキシンB ₁	南アフリカ	全食品	5	
全アフラトキシン	西ドイツ	ナッツ	10	
全アフラトキシン	フランス	全食品	10	
全アフラトキシン	ニュージーランド	全食品(輸入品)	15	
		エンドウ豆(輸出用)	5	
全アフラトキシン	米国	全食品、飼料	20	
		綿実	300	乳牛用を除く
アフラトキシンM ₁	米国	ミルク	0.5	
ステリグマトシスチン	ベルギー	全食品	0	検出限界
オクラトキシンA	ベルギー	豚肉	0	検出限界
オクラトキシンA	デンマーク	豚肉	25	
		豚の肝臓と腎臓	10	
パツリン	ベルギー	全食品	0	検出限界
パツリン	ノルウェー	リンゴジュース(濃縮)	50	
パツリン	スウェーデン	リンゴジュース(濃縮)	50	
パツリン	スイス	リンゴジュース	50	
デオキシニパレノール	カナダ	ベビーフード用穀類	0	生産者に勧告
		その他の穀類	未定	毒性の解明と 収穫状況等で

(食糧・その科学と技術No 29)

2. タイ産とうもろこしとアフラトキシン

タイにおけるとうもろこし(飼料用)の生産は、1960年には50万t程度にすぎなかったが、近年、栽培面積の増加にしたがって生産量も400万tを超えるまでに急成長した。しかし、大増産の陰で発癌性を有するカビ毒“アフラトキシン”の汚染問題が発生し、輸出に影響を及ぼすようになった。

1991年、MQIRCとカセサート大学のDepartment of Agricultural and Resource Economics は共同で「タイ国におけるとうもろこしの生産とマーケティング」に関する調査を行ったが、その中で飼料会社はアフラトキシンについて多大の関心をもっており、そのために

分析室を備えて品質管理を行っていること、また、輸出業者は自身による規格を設けて受入れ検査を実施しているうえに、国際的に公認された検査機関にアフラトキシン含量の分析を依頼して品質保証をしていることを認めた。しかしながら、末端の農家や仲買人レベルになると、アフラトキシンやそれを生産する原因が、ある種のカビによるものであるらしいということを知っていても、農家は大量の収穫物を売り急ぎ、仲買人はその脱粒と乾燥に追われ、常に良い品質の製品を作るところまで配慮が届かないという実情を知った。

ここにMQIRCの微生物グループが実施したとうもろこしのアフラトキシン汚染が畑から最終製品までどのように進行していくかを調べた結果がある。

表-3は1989年から1990年にかけてChiang Rai、Lop Buri、Nakhon Ratchasimaの農家の畑から新鮮なとうもろこしを採取してきてアフラトキシンの含量を測定した結果である。全く検出されないもの（ND）がいずれも85%以上で、特にNakhon Ratchasimaの農家から採取したとうもろこしでは95%という良い結果であった。アフラトキシンによって汚染された範囲は1 ppbから200 ppbまで幅広く観られるが、3地域のうちでChiang Raiからのものに、国際規制値の20 ppbを超えるものが約6%検出されているが、栽培中の虫害によるものと思われる。一方、商人の倉庫、サイロ業者から採取してきた、乾燥、貯蔵中のとうもろこしのアフラトキシン含量は、畑から採取してきたばかりの新鮮なものとは大分様相が異なってくる（表-4）。

アフラトキシンが全く検出されなかったとうもろこしは半減または1/9に減り、逆に規制値の20 ppb以上に汚染されたものが増加する傾向が観られた。中には200 ppb以上という異常に高汚染のものもいくつか観られた。これらの原因は、収穫後、農家の貯蔵小屋に貯蔵している間に起こった汚染と脱粒後、乾燥終了までの間に生じたものと言える。

表-3 農家の畑から採取したとうもろこしのアフラトキシン含量

AFB ₁ (ppb)	Chiang Rai	Lop Buri (Sara Buri)	Nakhon Ratchasima
	%	%	%
ND	84.7	87.5	95
1~5	2	8.3	2
6~10	2	4.2	0
11~20	2	0	2
21~50	2	0	0
51~100	2	0	0
101~200	4.3	0	0

表－４ 商人の倉庫、サイロから採取したとうもろこし中のアフラトキシン含量

AFB ₁ (ppb)	Middlemen			Silo
	Chiang Rai	Nakhon Ratchasima	Lop Buri	Sara Buri
	%	%	%	%
ND	26	47	10	9
1～5	22	7	50	52
6～10	8	16	0	15
11～20	11	6	30	9
21～50	27	11	0	6
51～100	1	1	10	8
100～>200	4	11	0	1

3. Aspergillus flavus と他の穂・粒につくカビとの識別

カビがとうもろこしの穂あるいは子実を侵す機会は、圃場内の感染、貯蔵中の感染及び脱粒・乾燥処理中の感染とに大別できる。いずれの場合も多かれ少なかれ Aspergillus flavus が検出されるが、立毛中に比べて収穫後の貯蔵・調製（脱粒、乾燥）中のとうもろこしから検出される割合が圧倒的に多い。収穫・調製処理したとうもろこしを表面殺菌せずに直接培養基の上に乗せて培養してみると、A. flavus をはじめ、A. niger、A. tamarii などの麹カビの仲間、Eurotium spp.、Fusarium spp.、Mucor、Rhizopus、Nigrospora sphaerica、Penicillium citrinum など、いろいろなカビが生えてくる。時には白い酵母のコロニーが観られることもある。

A. flavus は典型的な黄緑色の胞子の塊をもっているので、他のカビによる病徴と容易に識別することができるが、同属の A. clavatus、A. funigatus、A. versicolor は似たような緑色系の胞子を作るので疑わしいときは顕微鏡によって胞子嚢を観察して A. flavus の特徴があるか否かを確認しなければならない（図－２）。

表－５にとうもろこしの穂につくカビの種類、病名、特徴を載せた。

4. Aspergillus flavus の毒素産生能

同じ Aspergillus flavus でも菌叢（コロニー）の色、菌核形成の有無、さらにはアフラトキシンを作る能力（産生能）に差異がある。

MQIRCの微生物グループは、とうもろこし粒、とうもろこし畑の中の空気、泥、農家や仲買人の貯蔵庫から採取した泥、塵埃などを培養して分離した A. flavus 335 点についてアフラトキシン産生能の試験を行った。各分離菌株の A. flavus の胞子をグルコース／イースト液体

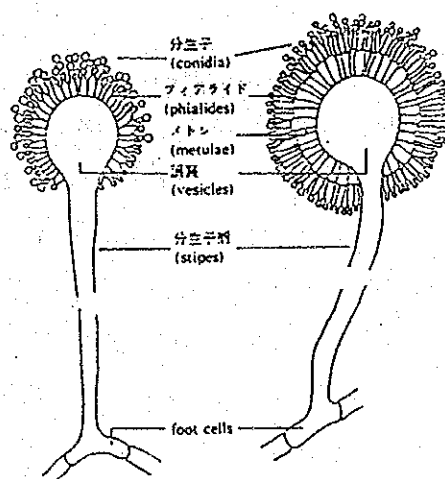
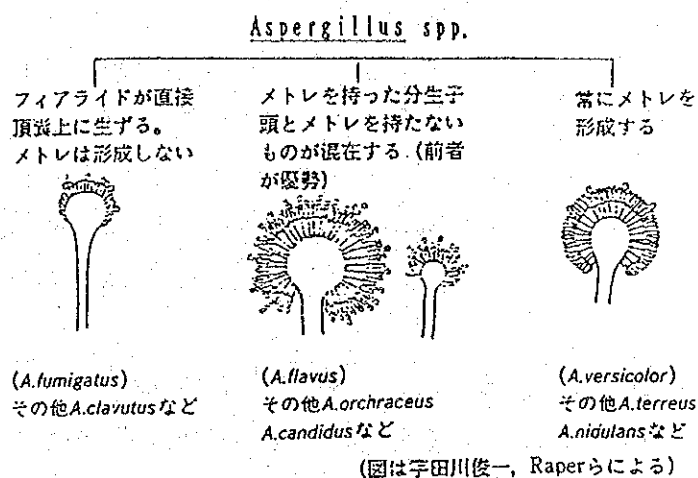


図-2 Aspergillus の分生子形成構造と分類
(食糧・その科学と技術No. 29)

表-5 とうもろこし穂、粒に起こる病気と病原菌及びその病徴

病 名	病 源 菌	病 徴
Aspergillus ear rot	<u>Aspergillus flavus</u>	Yellow-green spore mass
	<u>A. niger</u>	Black spore mass
	<u>A. ochraceus</u>	Chinese yellow spore mass
Black kernel rot	<u>Botryodiplodia theobromae</u>	Black shiny kernel
Charcoal ear rot	<u>Macrophomina phaseoli</u>	Pale yellow kernel
Cladosporium ear rot	<u>Cladosporium herbarum</u>	Dark colored ear
Diplodia ear rot	<u>Diplodia maydis</u>	White mold
	<u>D. macrospora</u>	White mold
Gibberella ear rot	<u>Gibberella zeae</u>	Reddish-pink on kernel
(Fusarium kernel rot)	<u>G. fujikuroi</u>	Cottony mold on cob
Nigrospora ear rot	<u>Nigrospora oryzae</u>	Discolored kernel
		Black specked on kernel
Penicillium ear rot	<u>Penicillium spp.</u>	Blue-green powder on cob

培養液に植え付け、1週間、暗温室の中で培養し、その液についてTLC（薄層クロマトグラフ）法でアフラトキシンを測定した。その結果、とうもろこしから分離した150菌株のうち53株、畑の空気中から捕えた15菌株のうち5株、泥からの170菌株のうち68株がアフラトキシンを産生することが認められた。アフラトキシン産生量は、とうもろこしからの分離菌株では最高43,035 ppb、空気からの分離菌株では最高283 ppb、泥からの分離菌株では最高74,179 ppbであった。

ここで興味あることは、泥から分離した68菌株のうち10株がアフラトキシンBグループのみならずGグループも産生したが、とうもろこし粒、畑の空気からの分離株はBグループしか作らなかったことである。菌株形成の有無とアフラトキシン産生能の関係は特に認められなかった。

5. Aspergillus flavus の汚染—表面汚染と内部侵入

タイのとうもろこしは鮮やかな黄色の色素を含んでいるので採卵用の鶏の飼料として人気がある。一見きれいそうに見えるとうもろこしを培養基の上で培養してみると Aspergillus flavus、A. niger などの麹カビ類や Penicillium citrinum、P. funiculosum などの青カビ類、その他 Fusarium 属、Rhizopus 属、Botrydiprodia 属などのカビ類のほかに Bacteria（細菌）、Yeast（酵母）などいろいろな微生物が生えてくるのが観察される。これはとうもろこしの表面に付着したもののから粒の内部に侵入したものまで全部のカビを観ているわけであるが、そのとうもろこしを1～3%次亜塩素酸ソーダ液（殺菌・漂白剤に用う）の中で激しく振りながら表面に付着しているカビや細菌類をよく殺菌し、さらに滅菌水で次亜塩素酸ソーダを洗い落として培養基の上で培養してみると、生えてくるカビ類や細菌類の数は極端に少なくなってくる。これは表面に付着していたカビや細菌類が次亜塩素酸ソーダと滅菌水で殺菌・洗滌されたため、とうもろこし粒の中に侵入していたカビ類だけが増殖して培養基の上に表われてくるのであって、前者を Contamination（表面汚染）と呼ぶのに対して、後者を Infection（内部侵入）と呼んで区別している。A. flavus infection は、水分18%以上の脱粒したとうもろこしを長く放置しておくで激しく起こり、その間にアフラトキシンを産生する。したがって、高水分の脱粒したとうもろこしは、できるだけ速やかに18%まで一次乾燥し、さらに数日の間に水分14%以下にまで仕上げ乾燥をしなければならない。水分14%以下に良く乾燥したとうもろこしでは A. flavus はじめ他の微生物の増殖は少ないし、アフラトキシンによる汚染もほとんど起こらない。

6. Aspergillus flavus の生態と感染経路

アフラトキシンを産生するカビは、今のところ、麹カビの種類の Aspergillus flavus と

A. parasiticus だけと言われている。アメリカでは A. flavus と A. parasiticus が発見されているが、タイでは今のところ A. flavus が主で、A. parasiticus は確認されていない。

A. flavus は主に土壤中に生息するカビであるが、貯蔵庫の中のとうもろこしの破片や泥の中にも多数生息している。とうもろこし畑の中で空気中に浮遊している A. flavus の密度は極めて少ないが、とうもろこしの収穫、貯蔵、乾燥が始まると農家の貯蔵小屋や商人の倉庫の中の空気中の A. flavus の密度は急速に高くなっていく。

前項で説明したように収穫したての新鮮なとうもろこしを直ちに脱粒、表面殺菌して培養基の上で培養してみると、ほとんどの粒は A. flavus に侵されていない (No infection)。ところが、収穫したとうもろこしの穂を農家の小屋に長い間貯蔵していると、次第に infection の程度が高くなっていく。仲買人や商人のところから出てきた商品とうもろこしは、さらに A. flavus に侵されていることが、これまでの試験の結果からわかっている。

A. flavus はどんな条件の時に殖えていくのか？

1) 畑の中での感染

1989年の予備試験で、栽培中のとうもろこしに A. flavus による infection が観察された。この感染がどこで、いつ起こるのか、1990年6月、プラプタバー畑作試験場で標準栽培中のとうもろこしを対象に、開花期から完熟期まで、葉、茎、雄花、シルク、穂、穂芯、とうもろこし粒をそれぞれ部位別に生育過程を追って採取し、組織内部に侵入した A. flavus を調べた。葉、茎、雄花から僅かであるが A. flavus が検出された。興味あることに、開花期及びその後の枯死したシルクの導管内部に A. flavus の侵入が観られた。この時期、蟻や飛来昆虫がシルクにたかっているのが観られるが、それらが A. flavus の胞子を運んできたのであろう。シルクは授粉器管として直接に穂内部につながっており、環境条件によっては A. flavus の菌糸が導管を通過してとうもろこし粒に直接に感染を引き起こすことが考えられる。事実、乳熟期、糊熟期に入ると、穂芯やとうもろこし粒への侵入が観られるようになる。これらのとうもろこし粒についてアフラトキシンを測定してみると、低レベルではあるが B₁、B₂ が検出されている。完熟期近くになると穂の外側の包葉にもかなりの汚染が観察されるが、穂は二重、三重に包葉で覆われており、A. flavus が包葉を通して穂内部のとうもろこし粒に被害を及ぼした形跡は観られなかった。

次に、畑の中で立毛状態の時、Ear worm などが穂の包葉を食い破って中に入り込んで実を食い荒らす際、体表面についていた A. flavus の胞子が食害された部分に着生して、そこから増殖する例がしばしば観られる。

2) 収穫後の感染

まず、農家の小屋の中で穂を貯蔵中、収穫作業中あるいは運搬の際に粒の表面についた傷口から A. flavus の侵入が始まっているのが観られる。とうもろこしの水分は 20～30 %、

しかも気温、湿度が高いため A. flavus はじめ、その他のカビにとって絶好の繁殖条件である。

次は、脱粒作業中に機械的衝撃によってやわらかい粒の表面に傷がつき、すでに A. flavus に侵された部分から飛散する孢子が傷口部について高い水分のままで二日も三日も放置しておかれると、そこから A. flavus の粒内部への侵入と増殖が始まる。

最後の汚染の機会は天日乾燥中に雨に見舞われ、未乾燥のまま山積みにしてシートを被せて天候の回復を待っている間に A. flavus が増えることである。

水分を 14% 以下に乾燥したとうもろこしの A. flavus とアフラトキシンの動きは少ない。

いずれにしても脱粒作業中の汚染が最も大きい原因であることは間違いない。

A. flavus はどのくらいの水分含量の時に増えるのだろうか？

タイのとうもろこしは雨期の最中に栽培、収穫するため、生育日数によっても異なるが、粒に含まれている水分含量が 20～30%、稀には 35% ということもある。このような状態のとうもろこし粒に傷がついた場合、栄養分に富んだ実の内部は剥きだしの状態になり、微生物の生育にとっては絶好の条件である。

表一 6 水分活性値と A. flavus の着生限界

Aw	<u>A. flavus</u>	Aw	<u>A. flavus</u>	Aw	<u>A. flavus</u>
1.00	++++	0.93	++	0.83	—
0.99	++++	0.93	—	0.82	—
0.98	++++	0.92	++	0.81	—
0.98	+++	0.92	—	0.80	—
0.98*	—	0.91	+	0.78	—
0.97	++++	0.91	—	0.76	—
0.97	+++	0.90	++	0.75	—
0.97	++	0.90	—	0.74	—
0.97*	—	0.89	++	0.68	—
0.96	+++	0.89	+	0.65	—
0.96	++	0.89	—	0.62	—
0.96	++++	0.88	—	0.58	—
0.95	+++	0.87	+	0.43	—
0.95	++	0.87	—		
0.95	+	0.86	—		
0.94	+++	0.85	+		
0.94	++	0.85	—		
0.94	—	0.84	—		
* germinated	+ 1～2	kernels	+++	highly	
— no infect	++ few	infected		infected	
		kernels	++++	all kernels	
		infected		infected	

MQIRCの微生物グループは、水分含量の異なる新鮮なとうもろこしを、酸化エチレン（エチレンオキシドガス）で殺菌し、それぞれに A. flavus の孢子を接種してその増殖の様子を観た。表-6は水分活性値(A_w)と菌の増殖の程度を示したものである。その結果、水分活性値 0.85 以上の状態で 1 週間放置しておく、ほとんど全部のとうもろこし粒に A. flavus が生えてくるのが観察される。この水分活性値はとうもろこし中に含まれる水分含量としては約 18% である。すなわち、高水分とうもろこしを脱粒したならば、できるだけ速やかに水分含量を 18% まで乾燥しなければならないことを示唆している。脱粒後、1～2 日のうちに水分 18% まで乾燥すれば 1 週間は A. flavus の増殖の恐れは少ないため、その間に天日乾燥なり機械乾燥をして水分 14% まで乾燥すればよいわけである。

7. アフラトキシンの簡易分析法の開発

正確なアフラトキシンの分析は高速液体クロマトグラフ (High Performance Liquid Chromatography : HPLC) や薄層クロマトグラフ (Thin Layer Chromatography : TLC) 法などで行われるが、いずれも高価な High-tech 装置と熟練した高度の分析技術者が必要である。近年開発された、バイオテクノロジー技術を利用した Immunoassay 法は鋭敏ではあるが、試薬の一つである酵素剤の長期保存ができない、酵素剤など薬品代が高価である、などの理由でタイでは、まだ一般的な方法ではない。

ここでは装置も安価で簡便な分析法として、BGYF 法と改良ミニカラム法について試験した結果について説明する。

(1) BGYF : Bright Greenish Yellow Fluorescent

現在、サイロ業者などは入荷してくるととうもろこしのアフラトキシンの汚染の程度を BGYF 法で判定している。粗砕したとうもろこしを 365 nm の紫外線ランプを内蔵した暗箱内に平らに広げ、発生する蛍光片数 (BGYF) を計測してアフラトキシンの汚染の有無を推定している。この蛍光はアフラトキシンだけでなく、同時に Aspergillus flavus によって産生される二次代謝産物のコージ酸によっても発生するため、蛍光片数とアフラトキシン含量は必ずしも平行しないうらみがある。我々の研究の結果では BGYF Count が 33 × 38 cm に 5 個以下ならばアフラトキシン含量は FAO、WHO による規制値の 20 ppb 以下であるが、それ以上になるとデータにバラツキが出て正確な値を知ることはできないことが確認された。したがって、本法は前記規制値以下か上かの判定 (スクリーニング) に用いるには有用である。もし 6 個以上の BGYF を計測した場合、正確なアフラトキシン含量を知ろうとするならば、TLC などによる化学分析法によって測定を行わなければならない。

(2) Minicolumn の改良

アフラトキシンの簡易分析法として U S A では Minicolumn 法が公定法として認められている。この方法もサイロなどの取引現場におけるスクリーニングに使われている。原理はアフラトキシンを特異的に吸着する Florisil を含む数種類以上の吸着剤、脱水剤を詰めたガラス管（内径 4 mm、長さ 15 cm）にとうもろこしの溶剤抽出液を上から流して、中間の Florisil 層に吸着されたアフラトキシンを 365 nm の紫外線で照射して発する蛍光の強さからアフラトキシン含量を測定する方法で BGYF 法に比べてやや精度は高い。我々は U S A における方法よりも使用薬品数を減らし、溶媒によるアフラトキシン抽出時間の短縮、展開方法（吸着操作）及びその時間の短縮、さらに使用する器具類も減らした Minicolumn を考案し好結果を得た。

< DoA modified minicolumn の操作法 >

(1) 直径 4 mm、長さ 15 cm のガラス管の底に 0.5 cm 程度の脱脂綿を固く詰め、その上にシリカゲル 1.5 cm、Florisil 1.0 cm、さらにシリカゲル 8.5 cm を 3 層に緊密に詰める。最後に上端に脱脂綿を 0.5 cm 詰めてから 120℃ で 1 時間活性化し、シリカゲルの入ったデシケータの中で使用するまで保存しておく（図-3）。

(2) 約 50 gm のとうもろこし粒を小型コーヒーマルでよく粉砕する（コーヒーマルがなけ

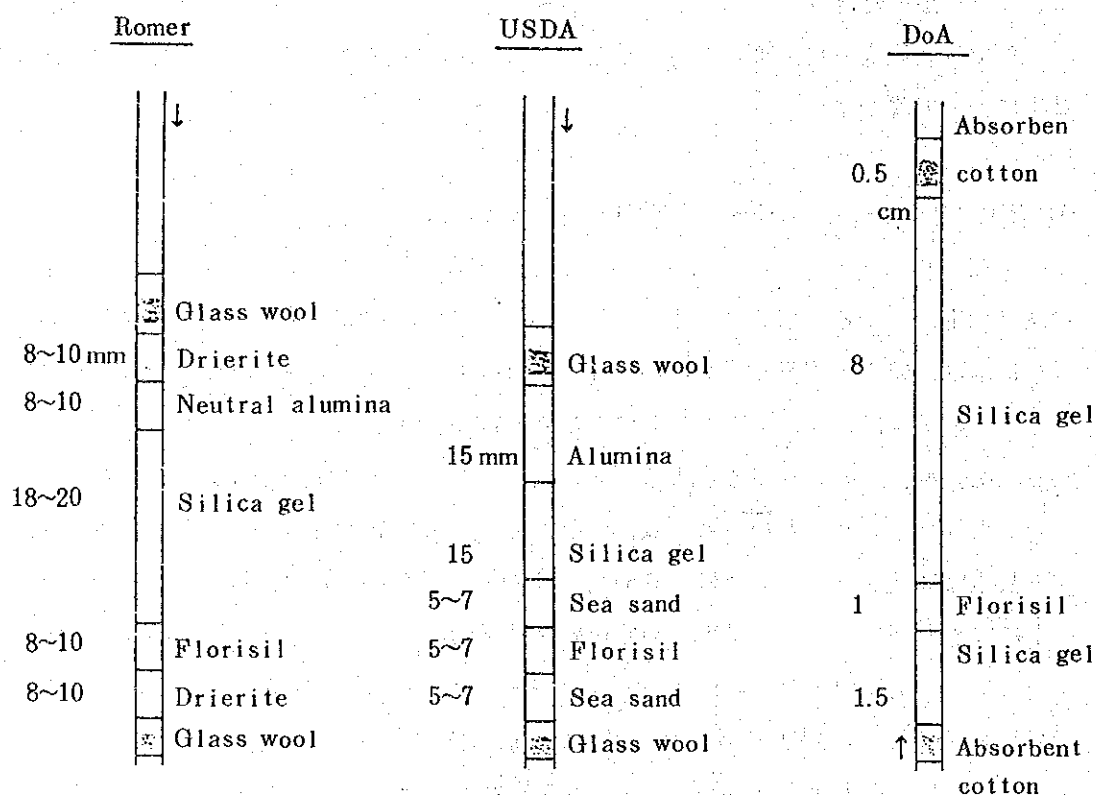


図-3 現行ミニカラムと DoA 改良カラム

ればソムタムを作る石臼でもよい)。

(3) 粉末試料を 300 ml のビーカーに移し、100 ml のクロロフォルム／メタノール (97:3) 溶媒を加えて、水を張った高周波洗浄器内で 10 分間抽出する (高周波洗浄器がなければ共栓付き 300 ml 容の三角フラスコを用い、30 分間手で振盪してもよい)。

(4) 抽出が終わったならばビーカーに円筒濾紙または折り畳んだ濾紙を底部まで入れ、濾紙内に澄明な液が浸透してくるのを待って、前もって調整してあった minicolumn を挿し入れ、試料溶液が毛管現象によって minicolumn の先端に達するまで約 15 分間展開する。

(5) 展開が終わった minicolumn を紫外線照射箱の中で、同時に展開したアフラトキシン標準試料 (B₁、B₂、G₁、G₂、純品をアフラトキシンを全く含まないとうもろこしに加えて調整する: 0、5、10、20、50 及び 100 ppb) の蛍光の強さと比較する。

表-7 は標準アフラトキシンによる蛍光強度、表-8 にとうもろこし試料に適用した結果を示した。

表-7 標準アフラトキシンと蛍光強度

Asorbent	column ID mm.	spiked aflatoxin B ₁ (ng/g)							
		0	5	10	20	30	40	50	100
Silica gel (1.5 cm.)	3	—	—	+	+	++	++	+++	++++
	4	—	—	+	+	++	++	+++	++++
	5	—	—	+	/	/	/	/	/
Alumina oxide (4 cm.)	3	—	—	+	+	++	++	+++	++++
	4	—	—	+	+	++	++	+++	++++
	5	—	—	+	+	++	++	/	/

— not detected

+ detected

/ could not observed

表-8 DoA改良ミニカラムとHPLCによるアフラトキシン測定値の比較

Sample	AF, B1 (ppb) CB method	Total aflatoxin (ppb) modified procedure		
		person A	B	C
1.	73	50-100	50-100	50-100
2.	44	20-50	< 50	20-50
3.	34	50-100	< 50	50-100
4.	22	10	10-20	20-50
5.	107	> 100	> 50	=100
6.	59	= 50	> 50	50-100
7.	98	50-100	> 50	50
8.	67	= 100	> 100	> 100
9.	60	> 50	> 50	50-100
10.	30	20-50	20-50	20-50
11.	21	20-50	> 20	20-50
12.	820	>> 100	>> 100	>> 100
13.	11	10	10-20	< 20
14.	6	< 10	10	< 10
15.	45	= 50	50	= 50

8. プラスチックバッグを用いた高水分とうもろこしの新貯蔵法

タイのとうもろこしの収穫は8月から10月初旬の雨期の最中に行われているが、収穫したとうもろこしは20%から35%の水分を含んでいるため、カビの被害を受け易い弱点を持っている。農家は収穫したとうもろこし穂の包葉(Husk)を剥いて貯蔵小屋に運び、商人の持つ脱粒機がくるまで貯蔵しておく。その間、短くて2~3日、長い場合には1週間から10日くらい小屋の中に積まれていることがある。

脱粒したとうもろこしは直ちに天日乾燥なり機械乾燥すれば、Aspergillus flavus やその他のカビ類に侵される機会は比較的少ないが、脱粒作業が夕方になってしまったような場合は、止むを得ず麻袋に詰めておいて翌朝、日の昇るのを待って乾燥を始めることになる。その間、とうもろこしの水分が高く、かつ活性が強いため、呼吸により袋の中の温度は50℃前後まで上昇する。もし天候が悪ければ、2日も3日もその状態におかれることになりA. flavus はじめ、各種のカビや細菌類の被害を受けることになる。このような被害を避けるためにアンモニア、亜硫酸ガスなどの化学薬品の使用が試みられ、一応の効果が認められているが、薬品の取扱い、値段、臭い、とうもろこし粒の着色、使用資材・施設などいくつかの解決すべき問題が残され

ている。

MQIRCの微生物グループは熱農研センターとの連携のもとに簡便で比較的安価な方法として、単にプラスチック袋に脱粒した高水分のとうもろこしを詰めて貯蔵しておく方法を開発した。プラスチック袋の価格は1枚約100kg容で6～7バーツ程度である。脱粒した高水分とうもろこしをプラスチック袋に詰めて、中の空気を出来るだけ排除してから、紐で口を縛って密封貯蔵しておく、A. flavus はじめ、他のカビ類の発生を抑制することができることを認めた。この方法の特徴は、貯蔵開始時、プラスチック袋の中の酸素は急激に減少し、逆に炭酸ガスが増え、そのため、空気のない条件を好む乳酸菌やイーストが乳酸やアルコールを生成して、A. flavus その他のカビ、細菌類の増殖を抑えることができることである(図-4)。やや酸性の醗酵臭を生ずるが不快臭ではない。とうもろこしの色は4週間貯蔵してもほとんど変わりがなかった。また、その間、A. flavus もアフラトキシンも全く検出されなかった(表-9)。これらのとうもろこしを鶏の飼料に配合して栄養試験をしたが、市販の飼料用とうもろこしと比較しても全く差異のないことがわかった。

この貯蔵法は、悪天候などのため高水分脱粒とうもろこしの乾燥が順延するような場合の緊急避難対策として有用である。いったんプラスチック袋の口を開けてしまった場合、A. flavus その他の好気性菌が急速に生えてくるので、開封後は速やかに天日乾燥するなり機械乾燥をする必要がある。プラスチック袋は機械的衝撃や手鉤による運搬作業に弱いので麻袋で保護するなどの配慮が必要である。残された問題点として、サイロやポリタンクのような大型密閉容器による貯蔵の可能性を検討する必要がある。

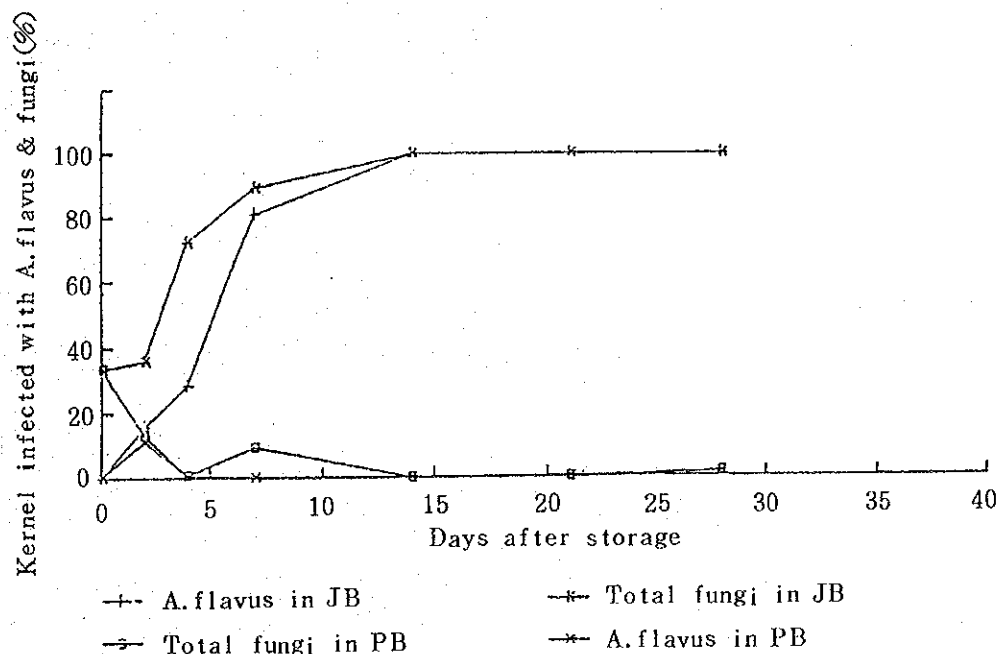


図-4 プラスチックバッグ貯蔵中のA. flavus その他のカビの変化

表-9 プラスチックバッグ貯蔵中のアフラトキシンの変化

Aflatoxin (ug/kg) Treatment	Days after storage					
	0	2	7	14	21	28
plastic bag	ND	ND	ND	ND	ND	ND
jute bag	ND	ND	13	147	250	618

別添 1.

タイ側管理部門報告

FINAL REPORT (Thai side)
(Fiscal Year 1987-1992)

I. DURATION OF PROJECT

The Department of Agriculture was supported by Technical assistance of Japanese Government, through JICA, to carry out researches in order to control Aflatoxin in Maize. The Record of Discussion was executed between the Japanese Implementation Survey Team and the authorities concerned of the Government of the Kingdom of Thailand on the Japanese Technical Cooperation for the Maize Quality Improvement Research Centre Project since December 15, 1986. The duration of the project was 5 years (December 15, 1986 through December 14, 1991).

Five months before completion of the project, both governments agreed to carry out a joint evaluation of the project which held on July, 1991.

The joint evaluation team recommended that the project should be extended for 9 months for data analysis, technical manual making and holding a seminar. Both governments agreed to the recommendation of evaluation team. The project then extended and terminated on September 14th, 1992.

II. Organization Structure and Administration System

The Department of Agriculture issued many orders for appointment of committee, working group and others since the beginning of the project until now as shown in this report in Annexs.

III. PROJECT STAFF

The present staff are the following:-

1. Permanent Officers 32 persons
 - 1.1 Administration Group 8 persons
 - 1.2 Post Harvest Group 6 persons
 - 1.3 Agronomy Group 10 persons
 - 1.4 Microbe Group 8 persons

2. Temporary Employees.

The number of temporary employees was reduced from 39 positions last year into 36 positions because of the cancellation of 3 positions of security guard under administrative group.

- 2.1 Administration Group 8 persons
- 2.2 Post Harvest Group 9 persons
- 2.3 Agronomy Group 10 persons
- 2.4 Microbe Group 9 persons

IV. TRAINING OF THAI COUNTERPART

The Department of Agriculture was provided by JICA with scholarships for Thai counterpart in training and study tour in Japan in many fields concerning researches of the Project. Since the beginning of the project in 1987 until January 1991, 12 of Thai counterparts had returned to Thailand to work in the following fields:

- Administration 4 persons
- Post Harvest 6 persons
- Agronomy 4 persons
- Microbe 5 persons

V. BUDGET

1. Royal Thai Government Budget.

The Royal Thai Government (RTG) has provided the budget for project annually totalling 24,093,400 Bahts since the project began its implementation in 1987 Fiscal Year until project terminate as shown in Table 1 and 2.

2. JICA Budget.

JICA provided the project budget for technical equipment, construction and others annually totaling 198,907,000 Yen.

VI. THE PROJECT COMMITTEE MEETING

Since 1988 the project committee Meeting were held as follows:

1. The Joint Committee Meeting were held on dates hereafter:

- 1.1 April 5th, 1988
- 1.2 March 16th, 1989
- 1.3 April 19th, 1990
- 1.4 January 24th, 1991

2. The Joint Evaluation Committee Meeting was held on July 24th, 1991.

3. The Coordinating Committee Meeting were held on dates hereafter:

- 3.1 March 14th, 1988
- 3.2 August 2nd, 1988
- 3.3 December 22nd, 1988
- 3.4 December 15th, 1989
- 3.5 February 13th, 1990
- 3.6 November 30th, 1990
- 3.7 January 3rd, 1991
- 3.8 September 19th, 1991
- 3.9 February 13th, 1992
- 3.10 April 1st, 1992

4. The Coordinating Sub-Committee Meeting were held on the dates hereafter:

- 4.1 January 15th, 1988
- 4.2 February 25th, 1988
- 4.3 June 29th, 1988
- 4.4 October 17th, 1988
- 4.5 December 8th, 1988
- 4.6 February 17th, 1989
- 4.7 December 4th, 1989
- 4.8 February 2nd, 1990
- 4.10 July 6th, 1990
- 4.11 December 28th, 1990
- 4.12 June 13th, 1991
- 4.13 August 22th, 1991
- 4.14 September 6th, 1991

4. The Working Group Meeting were held by the respective group members, when necessary.

VII. RESEARCH ACTIVITIES

Research activities were carried out mutually between Thai researchers and Japanese experts both long-term and short-term which will be reported by Japanese side.

VIII. THE SURVEY OF MAIZE PRODUCTION AND MARKETING IN THAILAND

Subsequent to the discussion on research work of the Maize Quality Improvement Research Centre Project, one more activity was added to achieve project objective. This activity was the Survey of Maize Production and Marketing in Thailand and objectives of this study were to analyze the maize commodity system in Thailand in order to provide some guidelines for the planning of future Thai maize policy and justify the project activities to the present and future situation. The specification of the study were as follows:

- a) To describe current maize production system in Thailand
- b) To investigate, in detail, the cultivation practice and postharvest handling of maize both at farm and market levels
- c) To estimate cost of maize production at regional level in different growing reasons
- d) To describe market structure of Thai maize and to forecast future demand for maize

Subsequent to Coordinating and Sub-Coordinating Committee concerning the Survey of Maize Production and Marketing in Thailand, the project requested for financial support from JICA, Tokyo based on the proposal submitted by Dr. Saran Wattanuchariya, Professor of Kasetsart University. The contact of the study was signed on May 23th, 1991 by JICA Thailand Office and Dr. Saran Wattanuchariya and the survey was conducted during the month of February 1991 to December 1991. The report of the study was proceeded for printing and published in July, 1992.

IV. INFORMATION CENTER

Following JICA provision of 3 units of computer to keep all project information, DOA assigned this task to the Research System and Information Center Sub-Division, Planning and Technical Division. Now, the computer machines had been installed and the software to be used will be CDS-ISIS by UNESCO. The Database system is now already used.

X. Seminar

The committee of the project was agreed that the Seminar on Maize Quality Improvement was held before the project terminate during 3-6 August 1992, at Golden Valley Resort, Nakhon Ratchasima Province. All concerned agencies, both private and government, be invited. The objectives of this seminar are:

- 1) To report the Maize Quality Improvement Research Centre Project, research progress and achievement.
- 2) To expose the existing problem on aflatoxin in maize commodity system and discuss the strategies, the present technics and recent research work in order to prevent or control aflatoxin.

XI. Future Plan

After the project terminated, buildings and equipment were taken over completely by the Thai Government. The Department of Agriculture would extend researches to crops other than maize to continue utilization of building and equipment which would bring more benefit to Thailand.