

タイ国とうもろこし品質向上計画 事前調査報告書

昭和60年11月

国際協力事業団

タイ国とうもろこし品質向上計画 事前調査報告書

JICA LIBRARY



1030959[9]

昭和60年11月

国際協力事業団

国際協力事業団

受入 月日 '86. 5. 29	122
登録No. 12716	84.1
	AFP

はじめに

タイ国では、主要輸出品の一つであるとうもろこしの品質不良、特にマイコトキシン（黴菌）の一種であるアフラトキシンによる汚染が同国の輸出に影響し、大きな問題となっている。1984年8月、同国政府はアフラトキシン汚染の軽減によって、農家所得・生産水準の改善、ひいては国際収支の改善を図るべく、“The Development of Pre and Post Harvested Techniques to Prevent and Protect the Incidence of Aflatoxin in Corn in order to Improve Corn Grain Quality”として技術協力を我が国に対し要請越した。

1985年2月、国際協力事業団はその要請内容をより明確にすべく、6名から成るコンタクトミッションを派遣し、輸出問題と接続しないこと、我が国の可能な技術協力対応の説明等々を行った。

その後、各関係機関との検討／協議が幾度もなされた結果、タイ国産とうもろこしの品質向上を図るためのアフラトキシン含有量低減に関する技術の開発改善を目的とした「タイ国とうもろこし品質向上計画」The Project of Quality Improvement in Corn in The Kingdom of Thailand」のプロジェクト方式技術協力を実施すべく我が国の体制が整えられたため、当事業団は本年9月30日から12日間に亘り、農林水産省食品総合研究所応用微生物部真鍋勝部長を団長とする7名から成る事前調査団を派遣した。

本報告書は、技術協力構想の検討、技術協力実施上の問題の把握等々の事前調査結果を取り纏めたものであり、本書が、今後本プロジェクト実施に向けて円滑な推進のための基礎資料として広く関係者に利用されることを願う次第である。

最後に、本調査の実施に際し、多大な御支援と御協力を賜ったタイ国政府関係機関、在タイ日本大使館及び外務省、農林水産省の関係各位並びに同国派遣専門家他多くの方々に対し、深く感謝の意を表するものである。

昭和60年11月

国際協力事業団

理事 山 極 榮 司

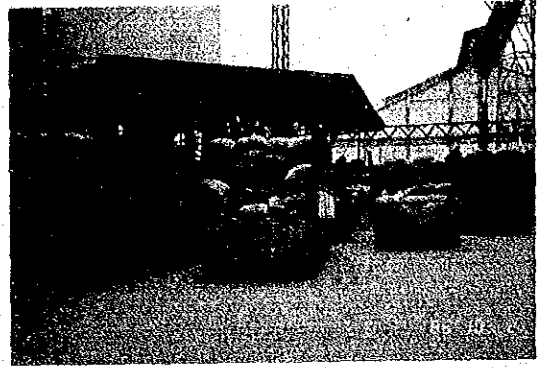
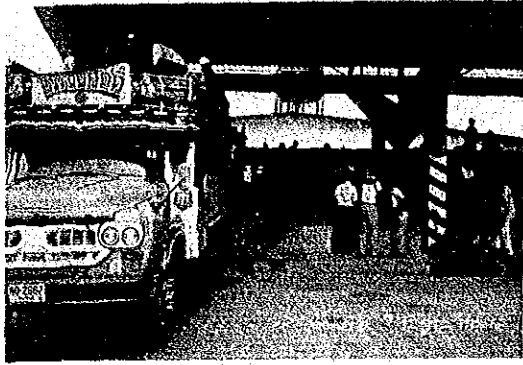
タイ王国主要指標

国土面積	514千km ² (日本の約1.4倍)
耕地面積(1981)	190千km ² (とうもろこし作付面積約1.4千km ²)
人口(1981)	48,130千人(年平均人口増加率約1.8%)
種族	タイ族 ラオ族(東北部, 北部) マレー族(南部) 中国系タイ人
言語	公用語はタイ国である。 東北の国境地帯ではラオ語, ベトナム語, カンボジア語も使われ, また, マレンシアに近い地方では, マレー語も使用されている。
宗教	国教は仏教(93.6%)である。他に回数(3.9%), 基督教(0.6%), その他(1.9%)である。
気候	雨期(5~10月)と乾期(11~4月)に分かれ, 年平均降水量は約1,600mmである。
国内総生産(1981)	8,170億バーツ(8兆6,438億円)
予算(1983/1984)	1,920億バーツ
通貨	Bht(バーツ) 約10.00円(1985)

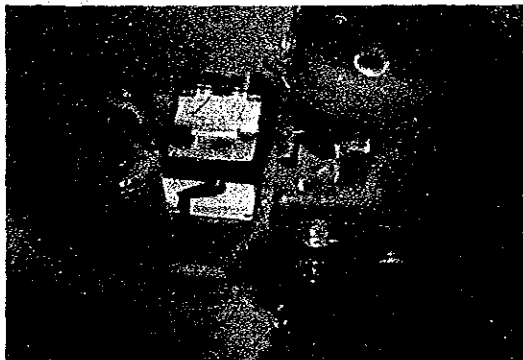
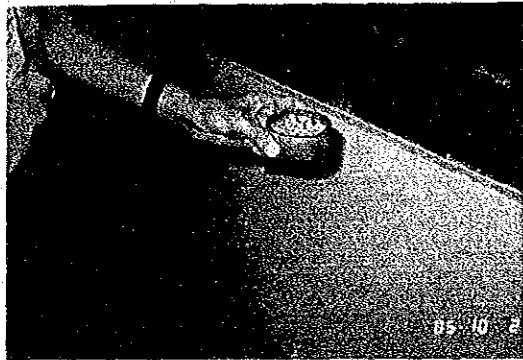
(参考) バンコク市周辺年間気温表

月別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
温度 (°C)	最高	33	34	35	36	35	34	33	33	33	32	32
	最低	19	21	23	24	24	24	24	24	24	22	19
	平均	27	28	29	31	30	29	29	29	28	28	27
降雨日数	1	3	4	6	17	18	19	19	21	17	7	3

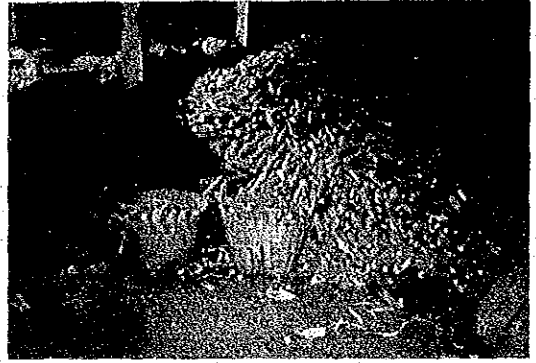
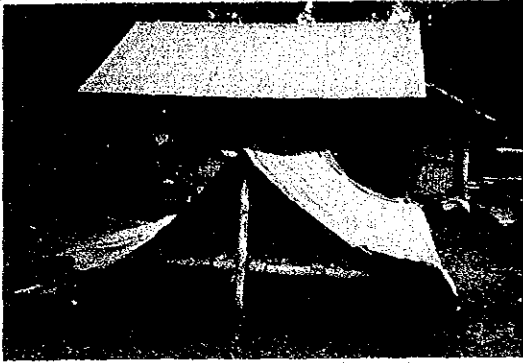
調査関係写真



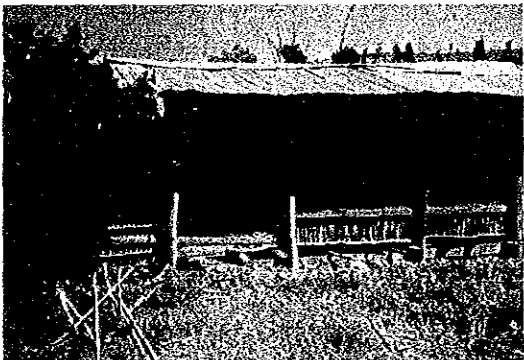
船積貯蔵庫でのとうもろこし搬入



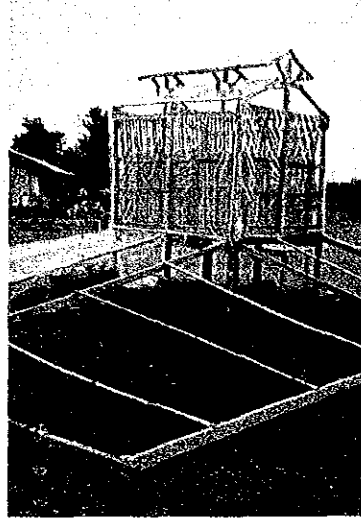
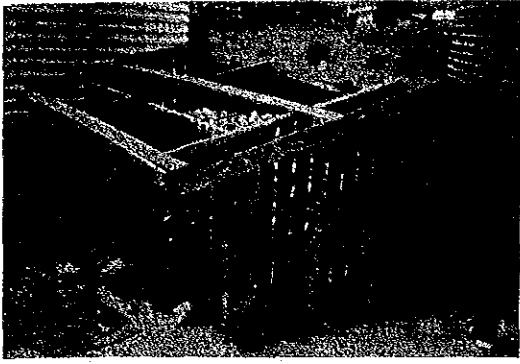
入庫前の検査（左：含水量，上：アフラトキシン）



採種農家での乾燥及び選別



仲買人の貯蔵庫



乾燥／貯蔵の実験



現地調査 (Tak Fa)



合同協議 (議長及びチーム側)

主なタイ側関係者

今後、関係の継続が考えられる主なタイ側の関係者を挙げると下記の通りである。
尚、備考は今回の対応感触に基づいている。

氏名	部署*	備考
Dr. Tanongchit Wongoiri	Deputy Director General III (Technical Services) : Department of Agriculture (DOA), Ministry of Agriculture and Cooperatives (MOAC)	本プロジェクトの取纏め役
Mr. Chanuan Ratanavaraha	Director : Planning and Technical Division, DOA, MOAC	本プロジェクトの実務上の取纏め役 Deputy Director General II (Administration and Finance) 下の部署
Mr. Amnuay Tongdee	Director : Nakorn Sawan Field Crops Research Centre, DOA, MOAC	栽培分野に関連し、圃場及びカウンターパート等について、今後の話し合いが必要であり、職責任上 Tak Fa の圃場利用を主張している。 Deputy Director General I (Research) 下の支部署
Mrs. Dara Buangsuwon	Chief : Seed and Postharvest Pathology Branch, Plant Pathology and Microbiology Division, DOA, MOAC	微生物分野の取纏め役 実務上、下位職ながらその発言には重きを置かれている。
Mr. Chak Chakkaphak	Director : Agricultural Engineering Division, DOA, MOAC	Deputy Director General III 下 乾燥/貯蔵分野の取纏め役
Mr. Anucha Chintakanand	Advisor and Coordinator of the Advisory Council to the Deputy Prime Minister : Office of The Prime Minister	Deputy Director General III 下 ビチャイ副首相来日時の要請プロジェクトでもあることから、その促進及び効果に注目している。
Mr. Pongthian Payakniti	Deputy Director General : Department of Foreign Trade, Ministry of Commerce	貿易問題上の関係であるが、本プロジェクトと輸入についての切離しは、コンタクトミッション同様説明を行っているが、今後もその説明継続は必要となろう。
Mr. Kasit Bhiromya	Director : Planning and Policy Division, Ministry of Foreign Affairs	日タイ経済構造調整委員会による白書の実務上の取纏め役
Mr. Sutin Susila	Chief : Japan Sub-Division, Division I of External Cooperation, Department of Technical and Economic Cooperation (DTEC)	本プロジェクトの DTEC 担当者

* 参考資料④3) 農業局組織図他を参照

目 次

はじめに

タイ王国主要指標

調査関係写真

主なタイ側関係者

第1章 調査団の派遣	1
1-1 経緯及び目的	1
1-2 団員構成	2
1-3 調査行程	3
1-4 調査行程図	4
第2章 調査結果の要約	5
第3章 現地調査の結果	6
3-1 技術協力の方向	6
3-1-1 プロジェクトガイドライン	6
3-1-2 協力の進め方	8
3-2 アフラトキシン産生菌	10
3-2-1 アフラトキシンの概要	10
3-2-2 現状と問題点	17
3-2-3 今後の方針	21
3-3 栽培	22
3-3-1 各研究センターの概要	22
3-3-2 現状と問題点	31
3-3-3 汚染の要因	32
3-3-4 今後の方針	34
3-4 乾燥／貯蔵	47
3-4-1 収穫後の乾燥及び調整	47
3-4-2 現状と問題点	48
3-4-3 今後の方針	57

第4章 必要な施設及び資機材	79
4-1 施設	79
4-1-1 建設予定地	79
4-1-2 施設の概要	83
4-2 資機材	94
付 録 参考資料(目次)	99
1. 訪問先及び面会者	
2. サマリー・レポート	
3. 技術協力に係る協定	
4. 行政組織図	
5. プロジェクト要請書	
6. 我が国の経済・技術協力実施状況	
7. 主要プロジェクトの所在地	
8. 農林畜水産業の概要	
9. タイ国に対する農業協力	
10. その他	

第 1 章 調査団の派遣

1-1 経緯及び目的

タイ国産とうもろこしのアフラトキシン汚染は、生産性向上等を目的として我が国の協力で進められた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）の実施中にも重要な問題と認識され3名の短期派遣専門家による調査等の対応が図られた。

その後、昭和59年8月の日・タイ年次協議における「とうもろこし品質改善のための、収穫前収穫後のアフラトキシン防除技術開発」としての技術協力要請に重ねて、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汚染が問題化していることもあり、我が国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強く求められた。

これを受けて本年2月に8日間に亘り、要請背景、目的、内容等を確認／把握すべく6名から成るコンタクトミッションの派遣がなされた。その調査結果は、主に次の通りである。

- 1) アフラトキシン汚染低減が対日輸出増を保証するものでないことのタイ側の了承
- 2) 収穫方法の改善、乾燥／貯蔵法の改善、抵抗性品種検定法の確立及びアフラトキシン簡易検出法開発等の協力可能な分野の説明
- 3) 毒物用実験施設の必要性について日本側の理解
- 4) その他

以上の経緯を踏えて、各機関々係者による検討／協議が幾度と重ねられた結果、タイ国産とうもろこしの品質向上を図るための、アフラトキシン含有量低減に関する技術の開発改善を目的として、

- 1) 汚染要因解析
- 2) アフラトキシン関係試験技術の改善
- 3) アフラトキシン防除対策の検討
- 4) 広報活動

から成る協力課題に基づく「タイ国とうもろこし品質向上計画（“The Project of Quality Improvement in Corn in The Kingdom of Thailand”）」のプロジェクト方式技術協力（産業開発協力費）を実施すべく、我が国の体制が整えられた。

かゝる一連の経緯の下に、以下のことを主な目的として事前調査団を派遣した。

- 1) 関係機関の考え方の把握／再確認他
 - (1) コンタクトミッション派遣以降の対応姿勢の把握
 - (2) 技術移転後、その成果の活用のされ方の把握
 - (3) 優先度／緊急性等の再確認
- 2) 技術協力構想の検討
 - (1) プロジェクトガイドラインの検討／協議
 - (2) 上記(1)に係る各専門分野別協力内容の検討／協議
 - (3) 上記(1)に係る必要施設の検討／説明
 - (4) 協力の進め方の検討／説明
- 3) 技術協力実施上の問題の把握
 - (1) 運営形態／位置付けと責任体制の把握
 - (2) 各専門分野別カウンターパート配置可能性
 - (3) 上記(2)に係る所属関係先の支援体制現況の把握
 - (4) 専門家の居住環境
- 4) 各専門分野別補足調査及び関連資料並びに情報の入手
- 5) その他

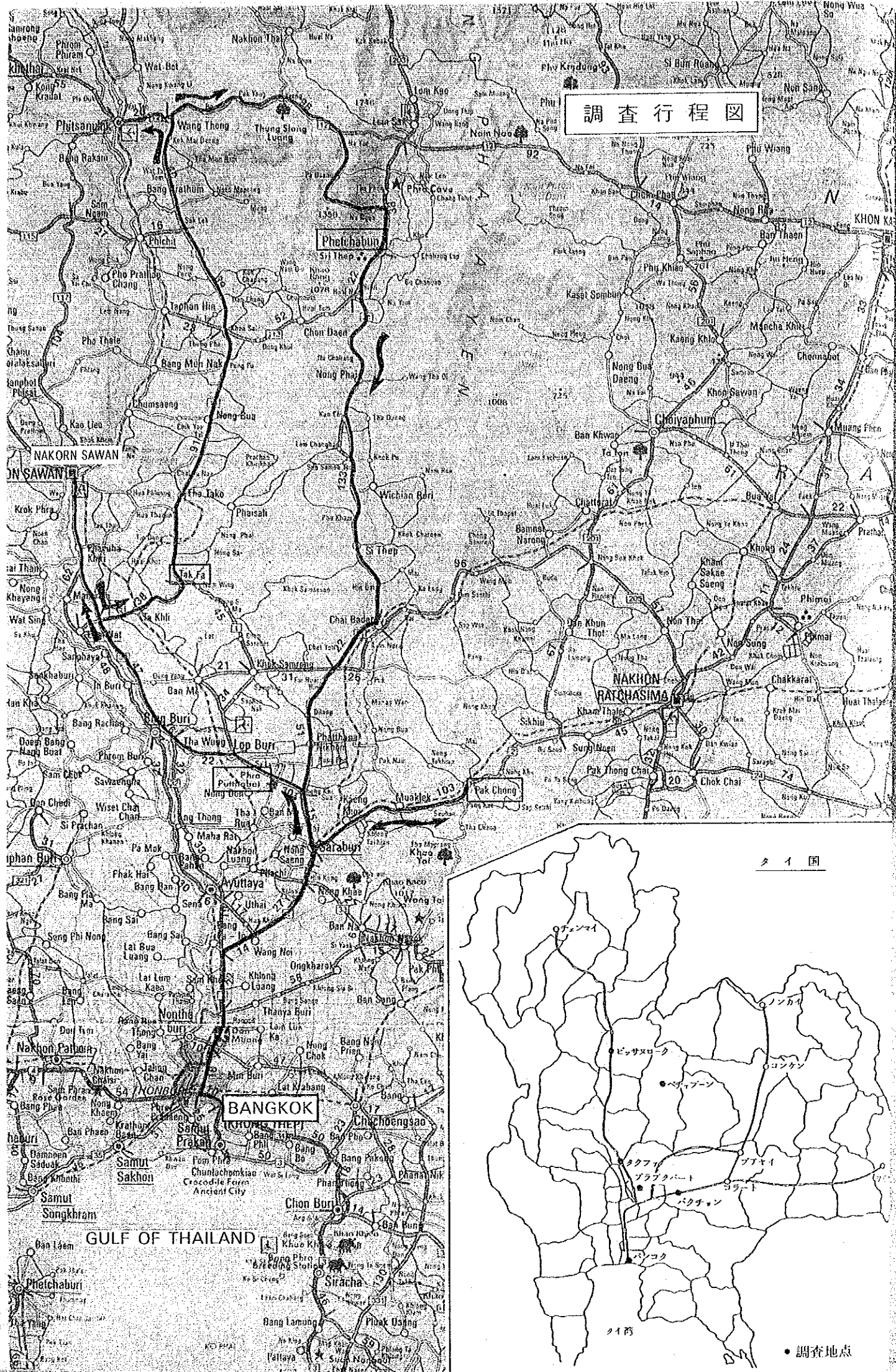
1-2 団員構成

団 長	真 鍋 勝	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)		
協 力 企 画	山 崎 降 信	農林水産省経済局 国際協力課海外技術協力官
無 償 協 力	平 賀 富 一	外務省経済協力局 無償資金協力課外務事務官
協 力 政 策	高 野 剛	外務省経済協力局 技術協力課
栽 培	御子柴 晴 夫	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
乾 燥 / 貯 蔵	加 藤 信 夫	農林水産省畜産局 自給飼料課係長
業 務 調 整	青 木 真	国際協力事業団 農林水産計画部農林水産計画課

1-3 調査行程

日順	月日(曜)	行 程
1	9月30日(月)	Tokyo→Bangkok by TG625
2	10月1日(火)	A.M. 農業・協同組合省及び技術経済協力局表敬訪問 P.M. 大使館及びJICA事務所との打合せ
3	10月2日(水)	A.M. 海外貨物検査株式会社バンコク支店訪問, 調査 P.M. 農業局との協議
4	10月3日(木)	Bangkok→Pak Chong (とうもろこし及びソルガム研究センター)→Phra Putthabat (畑作物試験場)訪問, 調査 ①→Nakorn Sawan (団長, 山崎, 御子柴, 加藤, 青木) ②→Bangkok (平賀, 高野)
5	10月4日(金)	①→Tak Pa (ナコンサワン畑作物研究センター)訪問, 調査 →Phitsanulok ② 大使館との打合せ
6	10月5日(土)	①→Phetchabun (畑作物試験場)訪問調査→Bangkok ② 大使館との打合せ
7	10月6日(日)	団内打合せ
8	10月7日(月)	A.M. 農業国との協議 P.M. ① JICA事務所との打合せ(団長, 山崎, 青木) ② 大使館との打合せ(平賀, 高野) ③ 各専門分野別打合せ(御子柴, 加藤)
9	10月8日(火)	A.M. 農業局との協議 P.M. ① 大使館との打合せ(団長, 山崎, 青木) ② 貿易研修センター計画視察(平賀, 高野) ③ 各専門分野別打合せ(御子柴, 加藤) サマリー・レポートの検討
10	10月9日(水)	A.M. ① 外務省表敬訪問(団長, 山崎, 平賀, 高野) ② 各専門分野別打合せ(御子柴, 加藤) ③ サマリー・レポートの作成(青木) P.M. ① 総理府及び商務省表敬訪問(団長, 山崎, 平賀, 高野) ② 各専門分野別調査結果取纏め(御子柴, 加藤) ③ JICA事務所との打合せ(青木)
11	10月10日(木)	A.M. 合同協議 P.M. 大使館及びJICA事務所報告 記者会見
12	10月11日(金)	Bangkok→Tokyo by TG624

調査行程図



タイ国

● 調査地点

第 2 章 調査結果の要約

前章の調査行程による通り、関係者との協議及び現地調査を行ったが、タイ側の各関係者とも本プロジェクトに対して多大な期待を寄せている。今後のプロジェクト実施に向けて日本側の各関係機関の密接な連携が、求められることは必須であろう。

10月10日の技術経済協力局、農業局等関係者から成る合同協議にて、日本側提示による協力を案を基に協議を行った結果、概ねタイ側の合意を得たので、調査サマリー・レポート (cf.P.108) として纏めた上、農業局長へ提出した。

協議結果の主要な点は、下記の通りである。

1) プロジェクトサイト

協力拠点とするセンターをバンコク市内 Bang Kaen (バンケン) におくことは合意したが、試験圃場については次の相違が生じたため、今後の検討事項とした。

- (1) 日本側： 拠点とするセンターに近い等の理由から Phra Putthabat (プラプタバート) を要望。バンコク北方約 150 km 在。
- (2) タイ側： 地方分散の政策マスターに基づき等の理由から Nakorn Sawan (ナコンサワン) を要望。バンコク北方約 210 km 在。

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日技術経済協力局へ送付された (cf.P.136) 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) 協力開始時期

タイ側の強い早期開始要望に対して、協力実施に必要な施設及び資機材の確保の目途がついた段階で、その実現方検討することとした。

尚、以上の結果、特に1) に関して等、更に調査の必要性から長期調査員の派遣を検討すべきであろう。

第3章 現地調査の結果

3-1 技術協力の方向

3-1-1 プロジェクトガイドライン

昭和60年2月派遣のコンタクトミッションによって、とうもろこしのアフラトキシン汚染防除対策に強い関心を持っているタイ国農業・協同組合省農業省及び商務省外国貿易局が日本に対してどのような技術協力を期待しているか、また我が国としてどのような分野で協力の可能性があるかという調査検討結果が「タイ国アフラトキシン防除対策計画コンタクト調査報告書」に記されているが、今回その調査結果を踏えながらも、その後国内で我が国が現時点で協力可能な項目及び具体的内容について検討を加えた協力試案をもってタイ側と協議し、一部試験圃場サイト決定の保留等を除いて概ね協力試案の通りタイ側の合意を得た。

内容詳細は、参考資料のサマリー・レポート（英文及び抄訳：P.116）の通りであるが概要をここに記す。

- 1) 協力方式及び名称： プロジェクト方式技術協力 とうもろこし品質向上計画
- 2) 目的： タイ国産とうもろこしの品質向上を図るため、アフラトキシン含有量低減に
2) 目的： タイ国産とうもろこしの品質向上を図るため、アフラトキシン含有量低減に関する技術の開発改善を行う
- 3) 協力対象機関： 農業・協同組合省農業局
- 4) 協力期間： 5年以内
- 5) 協力内容
 - (1) 汚染要因解析 ①～③
 - (2) アフラトキシン関係試験技術の改善 ①～②
 - (3) アフラトキシン防除対策 ①～④
 - (4) 広報活動

上記研究及び開発の成果を農民及びミドルマン等へ啓蒙普及することを目的とした、展示場の設置及び広報用ビデオ作成等の活動

6) 派遣専門家

長期専門家の派遣は、次の4分野とし、リーダーは①から③までの中から兼務とする。また5)の協力内容への長期専門家の対応区分も一応次のように考える。

- i) 業務調整……………協議は行っていないが、リーダーの補佐として、総括的に対応する形となるであろう
- ii) 栽培……………(1)①, (1)②及び(3)①
- iii) 貯蔵／調整……………(1)③, (3)②及び(3)③
- iv) 微生物……………(2)①, (2)②及び(3)④

なお、協力内容の(4)広報活動については、短期専門家による対応とし、他の協力内容についても、必要に応じ短期専門家派遣による応援を考える。

7) プロジェクトサイト

バンケンの農業局敷地内に、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。

尚、選播可能性試験等栽培分野で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 Phra Prathachat 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（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が、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。

又、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。

3-1-2 協力の進め方

1) 本プロジェクトの目標

タイ国におけるとうもろこしのアフラトキシン汚染は、国際的許容値の20 ppbに比してはるかに高い平均100 ppb程度であり、その原因としては、タイ国の梅雨期の高湿多湿の気象条件、べト病回避のためあるいは収量確保、裏作との関係等から採られている梅雨末期にとうもろこしの収穫乾燥期が重なる栽培パターン、収穫・乾燥・貯蔵・撰別の方法等に問題があると言われている。しかしこれらの要因がアフラトキシン汚染度どのようなメカニズムで関与しているか判明しておらず、更に、アフラトキシン産生菌の生態解明さえなされていない。抜本的なアフラトキシン防除対策を検討するためには、これらの汚染要因の科学的解析結果を待たねばならないが、これらの基礎的研究には長期間の地道な努力を要するのが常である。我国が昭和60年度から開始した熱帯農業研究センターとタイ国との共同研究協力においては、このような立場に立って、「熱帯農産物の微生物産生物質汚染の防止に関する研究」として、(1)マイコトキシン産生菌及びマイコトキシン汚染の実態把握、(2)主要マイコトキシン産生菌の生態解明、(3)微生物汚染防止技術の開発を目的とする研究を長期構想とし、当面の研究目標を汚染の実態把握及び産生菌の生態解明の研究において協力を開始したところである。

このような現況にあって、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・撰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集収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は掲げないこととした。

また、乾燥機械、貯蔵施設等の開発に当たっては、当然一般の農家や仲買人が使用可能な低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ゝ開発を目標とするが、タイ国におけるとうもろこしの価格は、やっと船積みサイロ業者が水分含量率による差をつけるようになった段階であり、農家段階では価格差がない場合が多いようであり、本プロジェクトの成果を農家等が活用するための最大の隘路になるのではないかと懸念される。この点については、事前調査団が商務省を表敬訪問した際にも指摘しておいたが、商務省関係者の言によれば、これから仲買人、農家段階へと水分含量による価格差が波及していくものと考えるところであった。

2) タイ側の実施体制

本プロジェクトの実施機関である農業・協同組合省農業局の組織は参考資料の通りであるが、この内本プロジェクトに関係するものは、Field Crops Research Institute (畑作物研究所)、Plant Pathology and Microbiology Division (植物病理微生物部)、農業工務部であり、各々栽培分野、乾燥・貯蔵分野、微生物分野の長期専門家のカウンターパートを用意することになっている。

プロジェクトを運営していく上では、これら三分野が密な連携をとりながら進めなければならぬと考えるが、今回事前調査の協議過程で受けた印象では、農業局側はまだこのことについて深く検討している様子はいかかえず、関係する2部1研究所の本プロジェクトに対する取組み方を総括的に検討する者を早急に決める必要があると思われる。今回事前調査協議で議長を務めた Tanongchit (タノンチット) 農業局次長(技術担当)も、これを認め、農業局内で早急に検討するとのことであった。

3) 協力の開始時期

本件プロジェクトの実施に当たっては、アフラトキシン分析、栽培分野の研究、乾燥貯蔵分野の開発試験等を密接な関連のもとに効率的に進める必要があり、また研究の対象が強い発ガン性物質であるため安全性を考慮しながら分析、実験を行う必要があることからこれらに対応できる建物施設の整備が必要とされている。このため、タイ側はこれの無償資金協力を要請しており、その後正式要請書が1985年内に日本政府に提出される見込みである。

これを受けて無償資金協力で対応した場合、完成は早くとも1987年の秋以降になると思われるが、本プロジェクトの協力開始時期については、タイ政府から早期実施の要望が強く出されている状況に鑑み、1986年のとうもろこし収穫時期から一部専門家を派遣し汚染要因の解析等施設整備の完成を待たずとも研究を始めることが可能な内容について協力を開始することが望ましいと思われる。

3-2 アフラトキシン産生菌

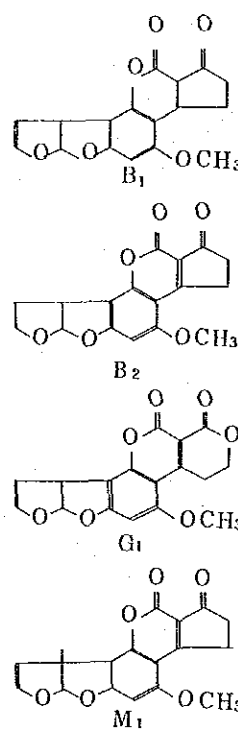
3-2-1 アフラトキシンの概要

今回のタイ国関係者との討議の中で彼等はアフラトキシンの言葉は知っているが、食品衛生上如何に有毒な物質であるかについては殆んど理解されていないようであるため、今後タイ国側と折衝を続けていく上で参考になると思われる事柄について記す。

アフラトキシンは、*Aspergillus Flavus* (アスペルギルス・フラブス：以下 A. Flavus) といわれる。が産生する有毒物質であり、人間を含めた温血動物に対して強い急性毒性を示すのみならず、極めて強い発ガン性を有する。この物質は、今日までに知られている天然物の中で最も強い発ガン物質といわれている。アフラトキシンには、第1図に示すように現在構造の判明しているものが10数種もあるが、各種アフラトキシンの動物に対する毒性は、アフラトキシン B₁ が最も強く、以下 G₁, B₂, G₂ の順である。又、B₁ が生体内代謝の結果生ずる M₁ も B₁ とほぼ同程度の毒性を示す。一般的にアフラトキシン産生菌がとうもろこし穀粒に生育すると、アフラトキシン B₁, B₂, G₁, G₂ の千種類が産生されるが、B₁ と B₂ の B グループのみ産生する菌株もあり、タイ国とうもろこしのアフラトキシン汚染は B グループのみが約70%と多い。アフラトキシン B₁ の毒性は B₂ の約8倍であり、黴による産生量も一般的に約10倍であることから、アフラトキシンの規制を B₁ のみについて実施している国がある。世界各国のアフラトキシン規制については、「タイ国アフラトキシン防除対策計画コンタクト調査報告書」(昭和60年3月 JICA) による第1表の通りである。

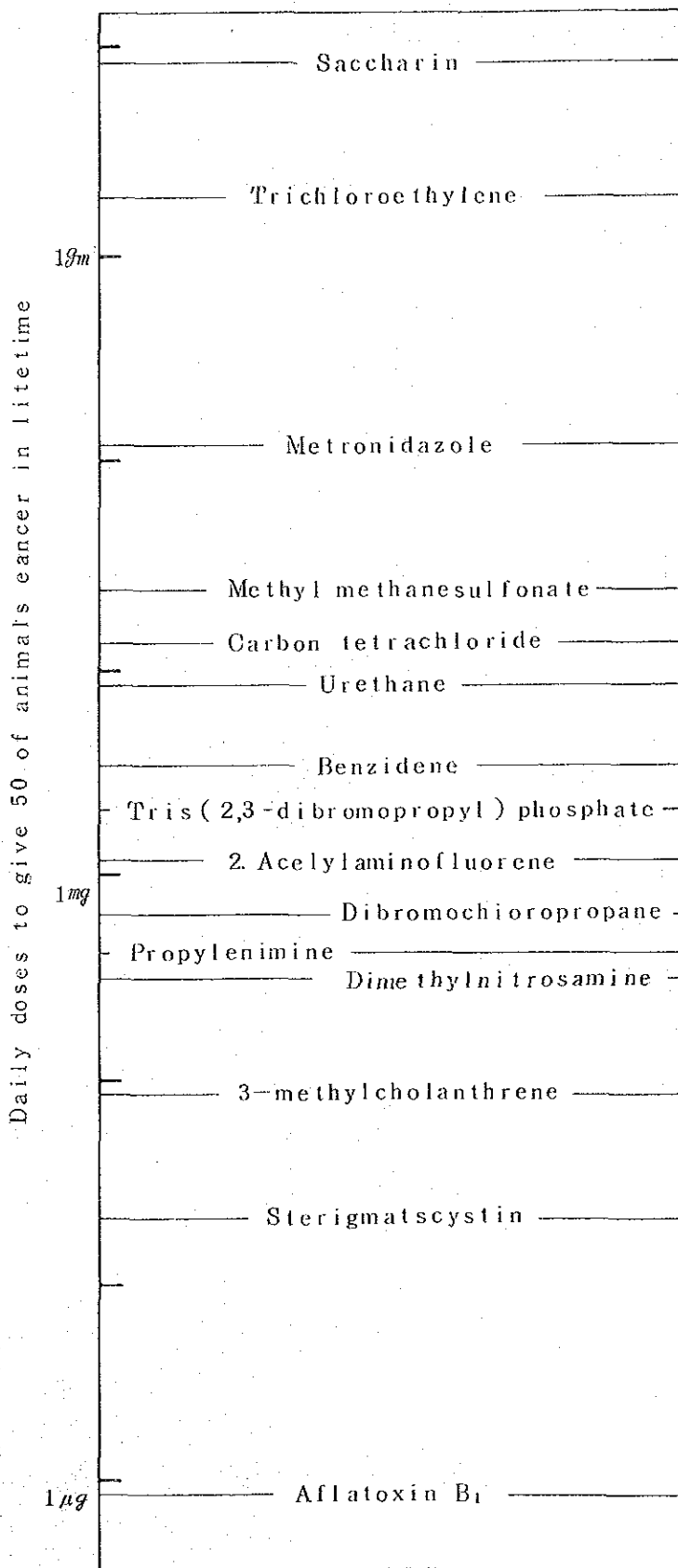
前述の如く、アフラトキシンは既知諸物質と比較して、比類なく強力な経口発ガン性を実験動物に対して示すことが明らかにされている。そのみならず人間の肝臓ガン発生に関しても重要なかわりを有することが、世界各地における疫学調査の結果を通じて示唆されている。近年多くの化学合成物質等が、動物試験の結果実験動物に対して発ガン性を示す場合のあることがしばしば報告される。しかし、その際に実験動物を発ガンさせるために必要な物質の量は、人間の実生活ではあり得ないような高濃度であることが大部分である。サイエンス誌に発表された実験動物に対する各種発ガン物質の強さを比較したものが第2図である。この図によると、アフラトキシン B₁ は最も発ガン性が強く、1日に実験動物に約0.8 μg を毎日与えると50%がガンになり、次に発ガン性が強い物質として Sterigmatocystin (ステリグマトシスチン) が示されているが、これも黴の産生するマイコトキシンの一種である。この図は縦軸が対数目盛となっているので、アフラトキシン B₁ はステリグマトシスチンの20倍以上の発ガン性を有していることになる。アフラトキシンの人間に対する発ガン性については疫学調査から推論するより方法がないが、第2表と第3表に外国の研究者の成果を示すが、日常食生活を通して実際に暴露され得る範囲の微量(1日数 μg)で、その地域住民の肝ガン発生率を上昇させることが明らかにされている。

第1図 アフラトキシンの毒性概要

マイコトキシンの種類	中毒例と病変	実験動物における障害	その他																
<p>アフラトキシン</p> <p>B₁</p> <p>B₂</p> <p>G₁</p> <p>G₂</p>	<p>動物</p> <p>七面鳥“X”病(英国)</p> <p>マス肝ガン(米国その他)</p> <p>肝小葉周辺性壊死</p> <p>ほか胆管異常増殖</p> <p>ヒト</p> <p>幼児急性中毒</p> <p>(Reye's syndrome?)</p> <p>肝臓1kgあたり47~93 μg B₁ 検出</p> <p>急性中毒性肝炎(インド)</p> <p>患者 1,000 名弱</p> <p>死者 160 名強</p> <p>トウモロコシ汚染量 6.25~15.6 ppm</p> <p>患者推定摂取量 2~6 mg/日/月</p> <p>最近人間の肝ガンとの関係が明らかにされつつある。</p> <p>肝ガン高発生率地域住民(タイ国)のアフラトキシン摂取量</p> <p>B₁ 50~55 ng/体重 1kg/1日</p>	<p>急性毒性:</p> <p>アヒルヒナ経口毒性 (LD₅₀) 体重1kgあたり</p> <p>B₁ 240 μg</p> <p>B₂ 1,700 μg</p> <p>G₁ 784 μg</p> <p>G₂ 3,450 μg</p> <p>慢性毒性:</p> <p>肝臓</p> <p>フッジャーラットに対するB₁の経口発ガン性飼料中</p> <p>♂ 68週</p> <p>15 ppm ♀ 82週(100%)</p> <p>アフラトキシン投与量と肝ガン発生率の関係</p> <p>諸実験のまとめ:</p> <p>(飼料中)(24カ月日)</p> <table border="1" data-bbox="710 1176 933 1500"> <thead> <tr> <th>ppb</th> <th>発ガン%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	ppb	発ガン%	0	0	1	9	5	5	15	19	20	38	50	85	100	100	<p>生産菌</p> <p>Aspergillus Flavus, A. parasiticus</p> <p>化学構造</p>  <p>B₁</p> <p>B₂</p> <p>G₁</p> <p>M₁</p>
ppb	発ガン%																		
0	0																		
1	9																		
5	5																		
15	19																		
20	38																		
50	85																		
100	100																		
<p>M₁, M₂</p> <p>P₁, Q₁</p> <p>ほか</p>		<p>急性毒性:</p> <p>アヒルヒナ経口毒性</p> <p>体重1gあたりのLD₅₀</p> <p>M₁ 320 μg</p> <p>M₂ 1,230 μg</p>	<p>B₁ 生体内代謝物として</p> <p>尿・乳中に排出</p>																

(栗飯原景昭)

第2圖 Estimating Potency of Carcinogen



(Science 誌)

第1表 Aflatoxin Control in Various Countries

Country(s)	Legal Control	Commodity	Food	Feed	Aflatoxins Limit (µg/kg)	Remarks
Brazil	Ministerial decree	Peanut meal		x	50 B ¹	Export control
Canada	Administrative guideline	Consumer nuts and nut products	x		15 B ²	Control under hazard to health
Denmark	Decree	Peanuts, shelled Brazil nuts, peanut products	x		0	Analytical method sets 5 B
ECC Countries ³	Council directive	All mixed feeds Dairy supplements		x x	10-50 B 20 B	Dependent on animal
France	Regulation (in preparation 1 April 1976)	All foods	x		5 B	
West Germany	Regulation (effective 1 Jan. 1977)	All foods	x		5 B or 10T	Not to exceed either criterion
India	Indian Standards Institute Suggestion	Peanut meal	x		30 B	Based on WHO/PAC recommendation
Israel	Stored Products Research Lab. recommendation	All feedstuffs		x	20 B	
Italy	Ministry of Health circular	Peanuts or peanut products	x		50 B	
Japan	Regulation	All foods	x		0	Analytical method sets 10 B
日本		Peanut meal		x	1,000 B	Use in feed limited
		飼料の種類				配合割合
		飼用(幼子用及びブレイク期用を除く。)				4%以下
		飼料				4%以下
		飲用(乳期用を除く。)				2%以下
		搾乳牛用飼料				4%以下
		牛用(乳期用及び搾乳牛用を除く。)				飼料
Malawi	Export regulation	Peanuts	x		5 B	
Malaysia	Food code	All foods	x		0	Set by analytical method
Netherlands	Royal decree	Peanuts and peanut products	x		0	Analytical method sets 5 B
Norway	Ministry of Agriculture regulation	Oilseed meals		x	600 B	Limited in feed concentrate to 8%
Poland	Bill	All foods	x		0	Set by analytical method
	Ministry of Agriculture regulation	All mixed feeds			0-200 B	Dependent on animal, and regulated limit of peanut products in feed
Rhodesia	Voluntary code	Peanuts Mixed feeds	x	x	25 B 50-400 B	Dependent on animal
Sweden	Royal decree Advisory standard	All foods Peanut meal	x	x	5 T 600 B	Dairy feed limit 15%
United Kingdom	Tariff regulation	Peanuts	x		50 B	
United States	Regulated tolerance	Consumer peanut products	x		15 T	Proposed regulation
	Administrative guideline	All other foods or feeds	x	x	20 T	Except raw shelled peanuts - 25 T

¹Aflatoxin B₁, ²Total aflatoxins, ³European Economic Community.

Source: Mycotoxins in human and animal health (1975)

日本の備考欄は一部訂正あり。

第2表 原発性肝ガン発生率とアフラトキシン暴露に関する各地域住民における疫学調査概要

地 域	アフラトキシンの 食品汚染状態			人口10万人当たり肝癌 患者数			調 査
	検 体 数	アフラトキシン 陽 性 率(%)		男 性	女 性	総 数	
スワジランド	アフラトキシン汚染ラッカセイ						Keen and Martin(1971)
高地地区	37	8				2.2	
中間地区	67	25				4.0	
低地地区	26	54				9.7	
ムランガ(ケニア)	家族日常食品						Peers and Linsell(1973)
	B ₁ 平均 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	検 体 数	アフラト キシン陽 性率(%)				
高地乾燥地区	2.9	808	4.2	3.1	0		
中間地区	3.2	808	6.2	10.8	3.3		
低地湿潤地区 全地区住民平均	3.7	819	9.6	12.1	5.4	3.8	
ウ ガ ン ダ	一 般 食 品						Alpert 等 (1970)
	B ₁ 平均 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	検 体 数	アフラト キシン陽 性率(%)				
カラマヤン	189	105	36			3.5	
ブ ガ ン ダ	39	149	11			2.0	
西 ナ イ ル	44	128	8			2.3	

第3表 肝ガン発生率とアフラトキシン摂取に対するタイ国における調査概要

調査地区	家庭食を通じて摂取されるア フラトキシンB ₁ の1日平均量 (ng/体重1kg)		人口10万人当たり年間肝癌患者発生数 (男女総数)		
	摂取季節	年間平均			
シンブリ地区	118~126	51~55	14.0		
ラトブリ地区	73~108	31~48	7.6		
ソククラ地区	<1~ 1	0~<1	2.0		
調査地区	調 理 食 品 一 般		米		肝癌発生率 (同上)
	アフラトキシ ン汚染率(%)	1回最高摂取量 ($\mu\text{g}/\text{体重}1\text{kg}$)	アフラトキシ ン汚染率(%)	最高汚染量 ($\mu\text{g}/\text{米}1\text{kg}$)	
シンブリ地区	2	13	3	600	14.0
ラトブリ地区	5	3.2	10	180	7.6
ソククラ地区	0.6	1.1	1	71	2.0

(Schank等1972)

アフラトキシンの自然汚染調査報告は世界中から出されており枚挙に暇がないが、収穫後の保蔵管理が適切でない農産物に数百 ppmにおよぶ汚染も認められる場合がある。アフラトキシン産生菌の分布が極めて稀な我が国の場合、国内産農産物のアフラトキシン汚染の危険性は殆んど考えられない。しかし、アフラトキシン産生菌分布が普遍化している東南アジア諸国、一部アフリカ諸国、南米諸国及び米国から輸入される農産物に関しては、輸入検査態勢が整えられている。第4表に粟飯原等が実施した我が国における輸入食品及び市販食品のアフラトキシン汚染調査結果を示す。この表の中に食品用とうもろこしの調査結果が示されているが、輸入品で10 ppb以上が140点中1点であり、市販食品についても10.5点中1点と汚染が少ないことがわかる。タイ国とうもろこしは殆んどが飼料用であり、直接比較の適切性は別としても雲泥の差である。

タイ国とうもろこしは飼料用であるから、動物の生育に影響がでなければアフラトキシン汚染も気にすることが無いとの論法も出そうだが、畜産物への残留移行の問題がある。アフラトキシンを含む飼料で家畜、家禽を飼育した場合に、畜産物へのアフラトキシンの残留移行に関しては世界各国で実験が行なわれた。その結果を米国FDAのRodricksが纏めたのが、第5表である。即ち、肉類、卵はまず問題ないが、牛乳が最も警戒すべきことがわかる。西独、米国の調査によっても牛乳中のアフラトキシン M_1 の自然汚染が報告されている。最近の乳牛についての実験報告では移行比が約100:1の報告もあり、100 ppbのアフラトキシン B_1 汚染の飼料を乳牛に与えると、それから採れる牛乳は1 ppbのアフラトキシン M_1 の汚染となる。米国においては、市販牛乳のアフラトキシン M_1 の規制値は0.5 ppbであることから、その規制値を超過することになる。アフラトキシンの食品への汚染により発生した事故の中で特に注目されるのはインドにおける中毒事例である。インドのニューデリーとボンベイの中間に位置する地方は、とうもろこしを主食としており、アフラトキシン汚染が6,000から15,000 ppb程度のとうもろこしを食して1,000名余の肝臓障害患者と100名以上の死者を出した。これが、これまでに報告された最大のアフラトキシン中毒例である。

3-2-2 現状と問題点

タイ国のとうもろこし生産量は、1984/85年が450万トンで史上最高といわれていたが、本年度の1985/86年の収穫は500万トンを上廻ると予想されており、史上最高の前年度の10%以上の増産である。世界的にも農産物の収穫は良好であり、世界市場における農産物の値段は安定または低下気味である。一方、タイ国が今までとうもろこしの輸出先としていた韓国、台湾、フィリピン、マレーシア、シンガポールのアジア地域や中近東の諸国がアフラトキシン問題に注目し始めたこと、及び中国がとうもろこしの大きな輸出国に成長したことが影響してか、本年9月タイ国とうもろこしの値段は例年より10~15%低い状態にあった。

10月3~5日に実施した総行程1,500km近くに及ぶ現地調査では、圃場で栽培中、又は完熟した収穫直前のとうもろこし農家でのEar Corn(イヤコーン)の乾燥と保管、及び仲買人による乾燥と保管等を視察することができた。各段階におけるとうもろこしを見ることができたのは、市場のとうもろこし価格が低く荷動きが悪化しており、各段階でとうもろこしがだぶついているためと思われる。圃場で完熟したとうもろこし穀粒の肉眼による調査では、Fusarium菌(フザリウム)による汚染は認められたが、アフラトキシン産生菌の汚染は認められなかった。農家で乾燥中のイヤコーンの中には、アフラトキシン産生菌の生育が認められるものがあり、この黴とうもろこし穀粒は100~1,000ppb以上のアフラトキシンに汚染しているものと思われる。この農家の段階で損傷及び黴の生育したイヤコーンを丁寧に選別すれば、タイ国とうもろこし穀粒のアフラトキシン汚染がかなり減少すると思われる。この農家における乾燥及び保管方法には改良の余地が多い。仲買人は、イヤコーンからとうもろこし穀粒を脱粒し、大部分が天日乾燥である。殆んど仲買人は、とうもろこしの荷動きが悪いため多量のとうもろこしを保有しており、農家からの買入れも中止している状態であった。収穫から20日間も経過したとうもろこし穀粒は明らかにアフラトキシン産生菌の生育が認められ、品質が大巾に低下していた。従って、アフラトキシン汚染を防止するには、農家及び仲買人の段階での処理を改善する必要がある。大型サイロ会社を2ヶ所視察したが、両れの会社も熱風による大型乾燥機を保有し、サイロ保管中にも温度管理が行われており、この段階でのアフラトキシン汚染の増加は少ないようである。

海外貨物検査株式会社(OMIC)のバンコク支店が実施した、年度別タイ国とうもろこしの輸出時のアフラトキシン調査結果を第6表に示す。この表の(A)と(C)は注に示すようにサンプリング方法が同じであり、又調査時期も(A)は1981年12月~1982年3月、(C)は1984年12月~1985年4月と大凡一致しているので両Cropのアフラトキシン汚染を(A)と(C)で比較してみると平均で(C)の方が16ppb良くなっており、80ppb以上の高濃度汚染も(A)の26.8%に対して(C)では13.7%と半減しており品質の向上が認められる。

第6表 タイ国とらもろこの年度別アフラトキシン調査結果

	(A) '81/82 CROP 船積み前検査	(B) '81/82 CROP 船積み時検査	(C) '84/85 CROP 基礎調査	(D) '85/86 CROP (9月30日まで) 基礎調査
サンプル数	201ヶ	110ヶ	314ヶ	85ヶ
AFLA Min (ppb)	0	9	0	2
Max	313	163	343	343
Ave	62	635	46	-
アフラ汚染度	201ヶ(100.0%)	110ヶ(100.0%)	314ヶ(100.0%)	85ヶ(100.0%)
< 20 ppb	53 (26.4)	7 (6.4)	116 (36.9)	15 (17.7)
21~ 40	34 (16.9)	20 (18.2)	82 (26.1)	15 (17.7)
41~ 80	60 (29.9)	55 (50.0)	73 (23.2)	22 (25.9)
81~160	36 (17.9)	27 (24.5)	30 (9.6)	25 (29.4)
> 160	18 (8.9)	1 (0.9)	13 (4.1)	8 (9.3)

〔注〕 サンプルング方法

(A) と (C) ……サイロピンの下部より数トン下のメイズを流出させその間に定期的にサンプリングし合計4~5 kgのサンプルを採取

(B) ……船積み中にコンベヤーベルト上から約50m毎に1kg採取

2.000m毎にまとめSub-Lotサンプルとした。

(OMIC資料より)

フィリピン、韓国、中近東諸国のタイ国とうもろこしの買付け条件は、アフラトキシンの最高許容汚染値を50 ppbとしており、'84/85 Cropについては殆んどのとうもろこしがこの条件に合致するものであった。このようにタイ国とうもろこしのアフラトキシン汚染は減少傾向にあったが、'85/86 Cropについては市況の悪化による影響を受けてか、4年前の状態に戻った感がある。

アフラトキシン問題に関して農家段階では未だ衆知徹底していないが、仲買人、サイロ会社では関心が高い。あるサイロ会社ではとうもろこし買付時、アフラトキシン汚染を調べるため紫外線燈を付けた暗箱を用意しており、とうもろこしを約10メッシュに荒挽きにした試料をこの暗箱に入れ、紫外線を当てて黄緑色に輝く螢光(Bright greenish-yellow fluorescence: BGYF)の有無で判定しており、このBGYFが発見されるととうもろこしは買付を拒否しているようである。アフラトキシン問題の解決に関しては、生産者の農家段階までの教育が大切である。

1984年8月から12月にかけて英国政府は、タイ国とうもろこしのアフラトキシン汚染を改善するためのプロジェクトに協力する目的で、コンサルタントチームを派遣した。当チームが、タイ国農業局に提出した報告主旨は、次の通りである。

- 1) アフラトキシン産生菌A. Flavusは高温高湿下でよく繁殖するので(最適温度25~35℃)、タイ国の雨期は、A. Flavusの繁殖に最も適した条件下にある。
- 2) A. Flavusの繁殖には穀物自体の水分含有率が重要な要素となっており、とうもろこし穀粒についてみると外気温25℃、相対湿度75%の下では水分含量が14%以下において繁殖しない。
- 3) 収穫前のとうもろこし穀粒のアフラトキシン汚染度についての調査結果では、タイ国の場合は90点の試料について分析したがアフラトキシンを検出せず、インドネシアの場合には22点の試料の平均アフラトキシン汚染度は6 ppbの報告がなされている。
- 4) とうもろこし穀粒のアフラトキシン汚染は収穫後2~3日で始まり、次の7~10日で急激に増加している。

以上のアフラトキシンに関する今迄の調査研究から、タイ国とうもろこしのアフラトキシン汚染は主に収穫後の早い段階(収穫から水分含量を14%以下に下げるまでの段階)で起っていると考えられる。従って、タイ国とうもろこしの品質を向上するために、下記の事柄を実施するように勧告している。

- 1) 収穫後速やかに(可能な限り2日以内)水分含量を14%以下までに乾燥すること。
- 2) 農家、仲買人、農民団体・組合の段階で使用可能である適当な乾燥システムの開発を試みる。その補助手段として農家段階での自然乾燥法の改善、又は明らか

に黴の生えているイヤコーンの除去等を取入れる。

- 3) 全ての生産地で、収穫時のアフラトキシン汚染が殆んど認められないとの報告の確認調査が必要である。又、圃場で乾燥することが、アフラトキシン汚染の増大に関係があるか否かの調査も必要である。
- 4) 等級格付けの中にアフラトキシンの項目を入れ、農家や仲買人が低水分含量、低アフラトキシン汚染のとうもろこしを出荷するよう奨励する。
- 5) 国内市場取引時におけるサンプリング法の確立と検査法の改善を図る。
- 6) 公・民間両方に対して、アフラトキシン調査技術、品質管理、サンプリング・分析技術の研修を行う。
- 7) 農家、仲買人が乾燥施設への投資可能な融資制度を確立する。
- 8) 市場流通時にアフラトキシン汚染が基準値を越えない程度に、短期間安全に保管可能である中間的な水分含量は約何%かについて調査する。

当チームは、タイ国とうもろこしのアフラトキシン汚染を短期で基準内におさえる手段を検討しており、乾燥機を如何に効果的に使用するかを主題としているので、このような勧告になったと思われる。続けて長期的にアフラトキシン汚染を防止する手段が、下記のように検討されている。

- 1) アフラトキシン抵抗性品種の育種
- 2) 作付パターンの変更

タイ国とうもろこしは雨期の後半に播種し完全に乾期に入ってから、完熟したとうもろこしを収穫する等を挙げている。抵抗性品種の育種にはかなりの年数を要するであろうし、作付パターンの変更も、年により雨期の終る時期が一定していないので早魃に見舞われる危険性もあり慎重に検討されなければならない。

3-2-3 今後の方針

本プロジェクトがスタートした場合の微生物部門がタイ国側と行う業務は、まず、アフラトキシン産生菌を取扱うための設備の充実と技術の習得である。この菌は強い毒性物質を産生することから、取扱いには十分な注意とそのための設備が必要である。この菌の分離、培養、観察、接種の一連の技術を習得するにはかなりの時間を要するが、特に、菌の観察による分離には多くの経験が必要である。微生物部門では微生物に関する他の、アフラトキシンを分析する必要がある。現在、アフラトキシンの分析方法には、薄層クロマトグラフィー、高速液体クロマトグラフィー、ミニカラムによる3通りの方法が開発されている。まず、開発済みの3方法を習得して、本プロジェクトによって生じる多くの試料のアフラトキシンを分析することになる。これら微生物と分析の業務が可能な設備と技術の習得によって、アフラトキシン産生菌の生態を明らかにし、如何なる方法でとうもろこしにアフラトキシン汚染を発生させるかを究明し、その汚染を減少する手法を開発する予定である。一方、農家や仲買人の時点で、手軽にとうもろこしの水分含量やアフラトキシンの汚染程度の測定可能な方法の開発を試みる。

以上のことを実施するには、有毒菌や毒性物質を取扱うことから、このプロジェクトに参加する人々の健康面及び周囲の環境の保全を保證する新しい建物“Mycotoxin Laboratory (仮称)”が必要である。この建物及び必要機材について、当分野の取纏め役であるMrs. Dara B.を中心に協議/検討した結果は、第4章に記した。

3-3 栽培

3-3-1 各研究センターの概要

1) National Corn and Sorghum Research Center (とうもろこし及びソルガム研究センター)

(1) 概要

バンコクの北東約170 kmに在る Pak Chong (パクチョン)の街へ入る手前右方に大農場が見える。門を入れて左側に大きな灌漑用貯水池が見え、門から真っ直ぐに優美な並木路が開け、その両側に広大な農場が見える。圃場を前にした小高い丘に突きあたるところに建物施設が在る。

当センターは約25年前、ロックフェラー財団の出資で、タイにおけるとうもろこし及びソルガムの育種と栽培法改善を目的として開設された。約10年前までは、同財団から育種及び病害の専門家が派遣され、Kasetsart (カセサート)大学と共同して新品種の育成及びべト病対策に当り、他方、東南アジア諸国から若手のとうもろこし研究者を招いて研修を実施してきた。当時育成された品種にべト病抵抗性を有する Suwan 1 及び 2 がある。その後、当センターは CIMMYT (国際とうもろこし・小麦改良センター)の極東地域センターとしての活動を行うようになった。現在は、CIMMYTの職員はバンコクに駐在し、当センターは、主としてカセサート大学の実験農場となり、以前から実施している研修と CIMMYTの極東実験場としての機能は果しているが、タイ国農業普及局による利用が増加している。

害、利用及び圃場生態等に分かれて13のプロジェクトを進めており、その成績は Thailand National Corn and Sorghum Program (1981 Annual Report) に報告されている。尚、要旨については本項(3)に記した。

灌漑用貯水池は必要に応じ深井戸から給水されており、圃場全面の配管によって常時灌漑可能である。耕作機械はロックフェラー財団管理時代に完備されている。

視察時、生育段階の異なるとうもろこしが栽培されており、品種比較及び育成系統を観察した。現在、奨励品種として Suwan 1 及び Suwan 2 があり、前者は生育日数 110 日でべト病抵抗性を有し、タイの品種の中では最も高い収量を維持している混成品種であり、タイでは最も多く栽培されている。後者の生育日数は 100 日で前者より 10 日程早く、べト病抵抗性を有するが、収量が前者より若干劣るため、農民はあまり使っていないとのことであった。他に、育成中の雑種 (写真 A-1, P. 39) があり、雑種としては、Suwan 1 に乾燥抵抗性を持たせた単交雑種と 3 元交雑種 No. 2301 (A-2) があつたが、これらの生育日数は 105 日で収量は Suwan 1 より若干劣るようである。べト病防除薬剤 Ridomil の使用については、現在用いている品種は、全てべト病抵抗性を有しており不要とのことであった。因みに、ha 当り 18 kg の種子に対して

126 g の Ridmil を必要とするため、その価格は 180 Bht/ha であるが、農民にとっては高値のようである。

(2) 栽培基準

カセサート大学が、農民向けに奨励している栽培基準は次の通りであり、大学も標準栽培はこれに従っている。

① 作 期

毎年の降雨統計を見て最適期に播種すること。尚、収穫期に雨があれば穂上での発芽、又は細菌の繁殖を生ずるので注意が必要である。

② 品 種

国で奨励し、保証している品種だけを用いること。当センターが農家へ配付している品種は、次の通りである。

a) Suwan 1 b) Suwan 2 c) Hybrid Suwan 2301

③ 圃場整地

耕起：深さ 15~30 cm に耕起し、2 週間以上太陽にさらした後、再度耕起して生えた雑草を抑え、均平する。

④ 栽植密度

畦巾 75 cm 株間 25 cm 1 本立、又は

畦巾 75 cm 株間 50 cm 2 本立

⑤ 施 肥

耕起前：配合肥料 (16-20-0) 180 kg~300 kg/ha

尚、とうもろこし稈、又は堆肥使用がより良い。

⑥ 雑草防除

除草剤の使用及び除草が必要である。

⑦ 害虫防除

摘取り又は薬剤散布を行う。

⑧ 病害防除

a) Sorghum downy mildew disease

i) 適期に栽培

ii) Epron の種子粉衣 (7 g Epron/1 kg seed)

iii) 対病品種の利用 (Suwan 1 & 2, Suwan 2301)

b) 他の病害として黒穂病、スタルクロット等あるが、タイでは問題ない。

⑨ 収 穫

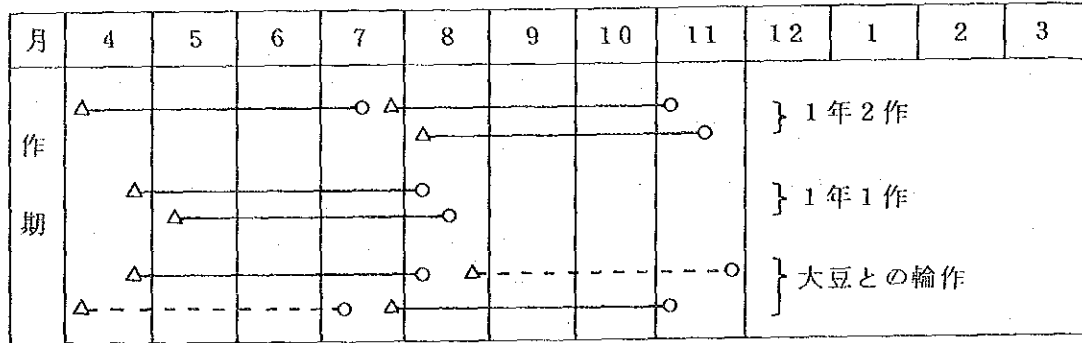
降雨時を避け、登熟して乾いた穂だけを収穫し、直接地表面に置かない。貯蔵の前に腐敗した雌穂は取除き、子実は水分含量 15% まで天日乾燥し細菌の繁殖を防ぐよ

りにする。尚、子実を乾燥した場所に置く。

⑩ 種 子

農民自身採種意志があるならば、Suwan 1、又は Suwan 2 を用いること。尚、Hybrid種は自家採種不可能である。

当センターでの作期は、灌漑施設が完備されているので常時接種可能であるが、現況は次の通りである。



注) —— (とうもろこし) ----- (大豆)

(3) Annual Report (1981)の抜粋要約

① 作期と収量

直接、作期と収量との関係を検討したものはないが、異なった季節に栽培した種子生産と、その単位収量を示したものが第1表である。雨期作と乾期作では収量の差は見られないが、遅れた雨期作では23%の減収となっている。

第1表 Suwan 1 C₇ foundation seed production in 1981

Season	Area (ha)	Yield (kg/ha)	Total production (kg)	Seed production (kg)
Early rainy Season	11.9	4234	50,225	43,865 (87.34) *
Late rainy season	130.2	3258.77%	424,299	368,350 (86.81) *
Dry season (irrigated)	10.2	4194.91%	42,945	39,210 (91.30) *
Total	152.3	3397	517,469	451,425 (87.24) *

* Percent of the total production (Annual Report p. 266)

② 農家圃場における品種比較成績

第2表 Corn grain yield (kg/ha) from the variety trial conducted in farmers' fields during the early rainy season of 1981

	Lam-Sompung	Lam-Payaklang	Wang-Muang	Sab-Born	Salang-Phan	Nong-Ta-Kacws	Average
Suwan 1 (S)C ₇	3679	4141	3728	7100	6052	4590	4882
Suwan 2 (S)C ₅	3607	2716	3031	6047	5042	3191	3939
Caripeno	4379	4809	3329	6433	5399	3972	4720
Suwan source 11	4817	5035	4003	7062	5971	4739	5271
Suwan source 12	3826	4619	3622	6985	5668	4069	4798
KUH 9100	4043	4865	4049	7570	6824	4651	5335
KU Hi 2301	5023	4473	4257	7537	7070	4461	5470
KU Hi 2302	4786	5123	3434	7151	5593	4671	5126
Farmer variety	4823	4870	3538	7120	4520	4258	4855
Average	4331	4517	3666	7001	5793	4289	4933
L. S. D. .05	842	1201	651	N. S.	1332	725	
C. V. (%)	13.4	18.1	12.2	11.1	15.7	11.6	

(p. 95)

第3表 Corn grain yield (kg/ha) from the variety trial conducted in farmers' fields during the late rainy season of 1981

Variety	Grain yield		
	Wang-Muang	Pak-Chong	Average
Suwan 1 (S) C ₇	3052	4121	3586
Suwan 2 (S) C ₅	2677	3393	3035
Caripeno	3617	4055	3836
Suwan source 11	3622	4463	4042
Suwan source 12	2025	4835	3430
KUH 9100	3270	4848	4059
KU Hi 2301	3514	5003	4258
KU Hi 2302	3080	4756	3918
C. S. Hybrid 1	2691	4833	3762
Farmer variety	2158	4674	3416
Average	2971	4498	3733
L. S. D. .05	N. S.	712	
C. V. (%)	24.3	9.8	

(p. 96)

成績の一部は第2、3表に示した通りであるが、早雨期作の場合、品種間差は5.4 t/ha から3.9 t/ha、Suwan 2は生育期間が短いことから他の品種より劣るが、その他の品種間には大差は見られない。しかし、地域間差は7.0 t/ha から3.7 t/haで、大きいと思われる。又、第3表に示した後雨期作の収量は早雨期作と比べて非常に劣ることが判る。

③ 肥料と除草剤の効果

除草剤は Atrazine 2.5kg/ha を播種直後、地表に散布、手取除草の場合は播種後3週間以内に実施している。1区は8mの長さの8畦とし、Sara Buri(サラブリ)の農家で試験した結果は第4表の通りであるが、除草剤使用と手取除草の間に大差はなく、施肥の有無によって大差がある。

第4表 Average grain yield (kg/ha) of 6 corn cultivars at 3 different methods of cultivation during the late rainy season of 1981, conducted in Ban Lam-Sompung, Saraburi

Variety	Farmer planting rate	Recommended plant density		Average
	no fertilizer hand weeding	no fertilizer atrazine	fertilizer atrazone	
Suwan 1 (S) C ₇	3746	4136	5021	4301
Suwan 2 (S) C ₅	2738	3097	4961	3599
Caripeno	2832	3587	5038	3819
KU Hi 2302	4435	4560	4618	4537
Tak-Fa white	2162	2776	3473	2804
Farm variety	2612	2773	2907	2751
Average	3088	3482	4336	3635
L.S.D. .05	862			
C.V. (%)	13.0			

(p. 99)

④ Suwan 1 に対する要水量と灌漑間隔についての試験

1980~1981年に、Suphan Buri (スファンブリ) の Sumchuk Crop Water Requirement Experiment Station で下記の4試験を行った。

T₁ 10日間隔で50mmづつ9回灌漑

T₂ 10日 " " 7回 "

T₃ 20日 " " 5回 "

T₄ 発芽を促進するために1回だけ灌漑

結果は、T₁区が最高収量約5.9 t/haを上げ、要水量は415.2mm、1日当りでは4.13mmであった。

⑤ 農家貯蔵期間とアフラトキシンとの関係

1980年の雨期作に Phetchabun (ベチャブン) の農家で栽培したとうもろこしを採集し、そのアフラトキシン含量を測定した結果は、第5表の通りである。

圃場で収穫前に採集したものからはアフラトキシンは検出されなかったが、農家の貯蔵庫に1ヶ月及び2ヶ月置いて採集した穀粒からは25%及び63%のサンプルについてアフラトキシンが検出され、農家の貯蔵方法如何んによるもの、農家貯蔵の危険性を明らかにしている。

第5表 Number of aflatoxin positive samples according to storage life

Source of samples	Samples size	Positive samples		Concentration of aflatoxin in positive samples (ppb)
		No.	(%)	
Field, pre-harvest	40	-	0	No detection
Farmers' storage - 1 month	16	4	25	>20, 20, 20, trace
Farmers' storage - 2 months	8	5	63	>20, 20, 20, trace, trace

(p. 131)

2) Phra Putthabat Field Crop Experiment Station (プラプタバート畑作物試験場)

当試験場は Nakron Sawan Field Crops Research Center 下にある3つの試験場の内の1つで、バンコクに最も近く北方約145 kmに位置する。尚、道路を隔てた反対側には技術協力を実施した前とうもろこし産業開発計画センターがある。

ここでの圃場は約4.6 haで、土壌は pH 約5.5の Reddish Brown Lateritic Soil である。

圃場は区画整理が良く、灌漑設備も完備されているが、乾期が長く続くと貯水池の水が不足する場合があるということであった。尚、年間平均降雨量は1,097 mmである。

3名の Breeder によって、とうもろこし育種が最も力を入れて進められている。育種目標は早生多収で黄色種・白色種のセミデントコーンを取扱っていた。輪作体系は、次の通りである。

月	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	
		Mung bean			○		Corn			○			Sorghum		
	△					△					△				

注) △(播種期) ○(収穫期)

職員は場長以下、 Breeder (Mr. Sukapong Vayaparp 他2名)
 Assistant (5名)
 Labor (50名)

によって運営されている。

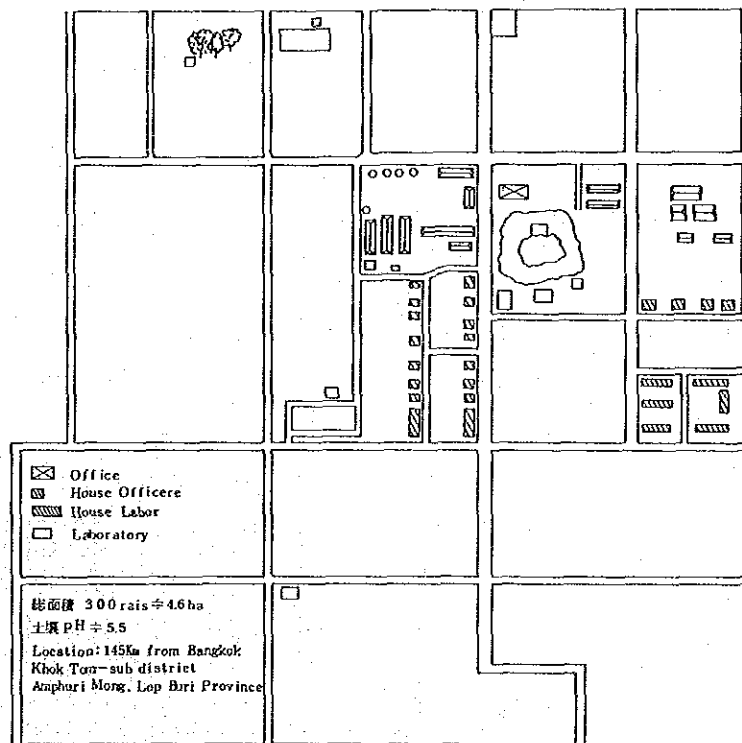
平面位置図は第1図の通りであるが、事務所1棟、研究室5棟、作業室13棟、宿舍等の他に4基の大型サイロを備えている。但し、サイロは近々3基を移転、1基だけを残し、又3名の Breeder も漸次ナコンサワンへ配置換えするようである。

他の研究課題として、バンコクに近いことから、農業局の研究機関が必要に応じて試験圃場、又は試料採集の場として利用しているようである。その一つとして Plant Pathology and Microbiology Division (植物病理及び微生物部)に属するマイコキシン関係の現場として、FAO (国連食糧農業機関)の協力プロジェクト及び英国の協力プロジェクトが実施され、英国の研究者の1人が一角で、とうもろこしアフラトキシン関係の仕事を進めていた。今日迄の結果から、とうもろこし登熟後の圃場期間を変えてアフラトキシンの発生を見たが、大きな差異は見られなかったとのことであった。

又、FAOのプロジェクトでは太陽熱利用による雌穂の乾燥実験の準備を進めていた。Agricultural Engineering Division (農業工務部)では、とうもろこしの雌穂芯を燃料にして乾燥機用半自動熱原機を試作、実験し、既に実用に供していた。

(A-3)は熱帯農業研究所員の行った A. Flavus の接種試験の雌穂であるが、接種粒における菌の繁殖を見られた。

第1図 建物位置図



3) Nakorn Sawan Field Crops Research Center (ナコンサワン畑作物研究センター)

当センターは、1963年に開設され、バンコクからほぼ真北へ約244km. のタクファに在る。全国に広がる7ヶ所の畑作物研究センターの内の1つで、バンコクに最も近いセンターである。それ等センターを統轄しているバンコクの畑作物研究所は、研究管理のみで圃場を有さない。

当センターは、前述の Phra Putthabat Field Crop Experiment Station, 後述の Phetchabun Field Crop Experiment Station 及び Banmaaisamrong Field Crop Experiment Station の3試験場を統轄している。

216 ha の圃場を有し、土壌は黒か濃い灰色の Rendzina 又は Grumusol であり、pH は7.8~8.5でややアルカリ性を帯びている。

この地方の気温は23~33°C、年平均は28°Cであり、関係湿度は45~90%、日中は比較的乾燥するが、夜間は90%前後である。年間降雨量の平均は1,100mm前後である。

当センターは、タイ中央北部のナコンサワンは勿論のこと、Pichit (ピチャット)、Lop Buri (ロップリ)、サラブリ、ベチャブン及び Nakron Rachasima (ナコンラチャシマ) 州を活動範囲とし、主要作物として綿及びとうもろこしに関する基礎研究、応用研究を包含する全ての農業研究を推進することとなっている。又、必要に応じ、この地方の農業普及及び農民の研修、展示園、研究会、技術の出版等も分担している。更に、農業局及び畑作物研究所の目標を達成するための重要試験研究及び種子生産場としての役割を果たしている。

又、国際研究機関の International Maize and Wheat Improvement Program (CIMMYT)、Australian Center for International Agricultural Research Center (ACIAR)、Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) 及び International Soybean Program (INTSOY) 等ととうもろこし、小麦、大豆等の関連共同研究を実施しているが、これらの研究を通して、次のような成果を挙げてきた。

綿：Tak Fa No 1, Srisamrong 2 (G115-7) 及び Srisamrong 3 等の育成

とうもろこし：TEF 112 (早生種) の育成

大豆：OCB の育成等

当センターの圃場面積の約半分100ha以上は、とうもろこしに当てられている。敷地内には深井戸からの汲上げによる貯水池があり、10~20haの灌漑が可能であるが、現在その殆んどが育種のために使われている様子で、近々、世界銀行の融資によって圃場の灌漑施設が完備するとのことであった。

現況の作期は、次の通りである。

月	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
作 期		△		Corn		○	△	Soybean		○		
	△	Mung bean	○	△		Cotton			○	○		

注) △ (播種期) ○ (収穫期)

4) Phetchabun Field Crop Experiment Station (ペチャブン畑作物試験場)

当試験場は、バンコクから北方約346 km に在り、建設中である。

3-3-2 現状と問題点

1) 農家のとうもろこし

農家で収穫前のとうもろこしを見たのは、時間的制約により1ヶ所のみであった。Phitsanulok (ピサノロック) の東約120 kmでの農家圃場を遠望(写真A-4,5)し、そこからバンコク方面南へ下る道路沿いには、多くのとうもろこし圃場が見られたが、収穫済みのもの、遅れて播種したもの、価格が低いため収穫せず放置してあるもの等があった。約10 km下ったところの道路脇の圃場のとうもろこし品種は Suwan 1 とのことであったが、収穫適期を過ぎていたためミモザ等の雑草が繁っていた。しかし、雌穂は大きく立派なものであり、又、良天候が続いていたためか乾燥程度も良かった。収穫前に雌穂の垂れ下ったものと、上向きに立上ったものでは乾燥程度に差異があるか否かに焦点をあてたが、幸いに雌穂の状況の異なるものを見出した。一方は雌穂の状況による粒の汚染は見られず(A-6)、他方は雌穂の上に立上ったものが健全で、垂れ下った雌穂の上部1/4部分はフザリウムによる汚染を受けているようである(A-7)。又、同地で雌穂包皮の問題が挙げられる。包皮の被覆が十分でないものは、雌穂の先端部分が雑菌に汚染されているものがあった(A-8)。一概には言えないが、A. Flavus に汚染される機会という観点からみれば、雌穂の垂れ下る特性よりは、雌穂包皮が長く、堅く締まる特性の方がより重要な問題と思われる。

尚、同地でとうもろこし雌穂が鼠に食害されたもの(A-9)を見出したが、圃場に在る間から粒に傷が着く場合、仮に十分な水分があればA. Flavus に汚染される危険性がある。

2) ベチャブン畑作物試験場のとうもろこし

当試験場で収穫前のとうもろこしがあったが、前述の農家のものと同様に、収穫適期を過ぎ雑草の中にあったもの、乾燥の程度は良く、A. Flavus に汚染されたと思われるものはなかった。これは、やゝ遅播きで、比較的雨が少なくなって登熟したために汚染されていないのか、又は丘陵地で気温が比較的低いため汚染されないのか等々、その要因は判らなかった。たゞ、当試験場より北では、病虫害等を受けた貯蔵中の雌穂にも直接A. Flavus に汚染されたものは見出しなかった。

Ear wormに食害されたとうもろこし(A-10)を観察したが、この虫は包皮の上から丸い穴をあけて、穂から雌穂の軸まで侵入した経過が見られ、侵入した部分の周辺の子実は軸を食害されているので発育しなかったものと思われる。尚、同様に虫害による例として、(A-11)のようにStem borerやEar wormによって傷つけられた雌穂を観察したが、その傷口からA. Flavusが侵入、汚染する危険性があり、それらは登熟後期の気象条件に左右されるものと思われる。

3) 集荷業者による乾燥中のとうもろこし穀粒

バンコクへの帰途、立寄ったガソリンスタンドで乾燥中のとうもろこし穀粒を観察したが、A. Flavus に汚染されたものが多かった。それ等は、集荷業者が農家から購入したものの湿気が多いので、出荷前に再度乾燥しているとのことであったが、収穫後多湿のまま相当期間農家の倉庫で貯蔵されている期間中汚染されたものと思われる。

3-3-3 汚染の要因

今回の調査から汚染の要因を究明することは困難であるが、*A. Flavus* は腐生菌であること及び農産物は別としても、空气中各所に在ることを基本に置いて、その汚染要因は次のように考えられる。

1) 収穫前の汚染

授精後、枯れ始めた雌穂絹糸から侵入する場合、絹糸の枯死に伴ない付着した菌は、絹糸の中を菌糸を伸ばして登熟中の胚芽部に達するものと考えられる。たゞ、その菌子は生命力をもった部分では、活動不可能なので菌糸の生長は非常に遅く、少なくとも登熟完了までは殆んど被害を呈さないものと考えられる。

2) 病虫害、鼠害等による傷口

とうもろこし植物体は雌穂を含めて多くの病虫害をもち、例えば胡麻葉枝病、Stem borer 等があり、又登熟中の雌穂は野鼠他外敵の美味な飼料である。これ等の被害を受けた局部は部分的に枯死し、*A. Flavus* の感染を受易い状態になる。

3) 雌穂包皮

一般に、とうもろこし雌穂包皮は十分に長く、堅く締まって、あたかも包装を施したように子実の発育を助成し、病虫害他の外敵から守る役割をもっているが、多収性品種を育成する選抜過程で、多収となるために雌穂軸の大きくなるものを選ぶ結果となることもあり、軸の先端部分が包皮から抜け出るような性質をもつものもある。この場合、軸の先端部分は露出される結果となり、登熟後期に菌の付着を容易にしている。こゝから次第に雌穂軸を汚染し、菌は雌穂軸の内側から子実の胚芽部に達し、徐々に子実を汚染することが考えられる。

この場合でも、汚染される程度にもよるが、登熟中に菌糸が子実の胚芽部に達する程度で、アフラトキシンの生産は収穫までには殆んど進んでいないものと考えられる。

3-3-4 今後の方針

1) 防除対策

- (1) 胚芽部への菌の侵入を防ぐ抵抗性品種の選抜
- (2) 雌穂包皮の長く締まった品種の選抜
- (3) 病害（例えば、胡麻葉枝病）抵抗性品種の選抜
- (4) 虫害・鼠害等外敵からの防除対策
- (5) 収穫期を乾燥期に合わせるような栽培方法の検討
- (6) 登熟後の雌穂を速やかに乾燥する対策
- (7) 脱粒時に穀粒を損傷させない対策
- (8) 脱粒後は菌の繁殖を防ぐため、可及的速やかに水分含量15%まで乾燥
- (9) 乾燥後は、再加湿されることなく貯蔵する方策

栽培分野としては、(1)~(6)までを中心に汚染要因の解明と、その防除対策を検討する必要がある。尚、5年間技術協力予定としては、次のように考えられる。

又、必要機材について協議/検討した結果は、第4章に記した。

内 容	技 術 協 力 予 定 年 次					備 考
	1	2	3	4	5	
汚染要因解明実験	○		○			専門家の到着時を初年次の始めとし、5ヶ年間で終了するよう進めるものとする
品種生態適性実験	○				○	
栽培方法に関する実験	○	○	○			
病害抵抗性適性実験	○				○	
栽培適期実験	○		○			
天候と雌穂の乾燥・汚染	○		○			
外敵防除対策			○		○	
防除対策の総合的検討					○	○

2) 栽培実験圃場の選定

(1) 現 況

本技術協力の拠点は、既にバンケンに置くことを前提として、以下について考える。バンケンに最小1haの整備された実験圃場を確保することが望ましいが、バンケンには水田はあるが畑地がない。タイ側の状況を見れば、とうもろこし作は第2図の通り、中央に位置している。7ヶ所の畑作物研究センターの内、とうもろこしを主作の1つとして取上げ、且つバンケンに最も近いセンターはタクファに在る。本節第3項3)に記述の通り当センターは新しい研究施設を建設し、216haの農場を有する。又、タイ国のとうもろこしを研究する主要な研究者が集まっており、今後行政的な面からも、更に集め

ようとしており、カウンターパートの確保が容易である点が特長である。たゞ、バンケンを拠点とする本協力にとっては、距離的に遠いこと、圃場の灌漑設備が整備計画中であること、及びタイ側カウンターパートにとって他の研究計画と分離し難い等の短所がある。

当センターは、幸い3つの試験場をもち、その内の1つが本節第3項 2) に記述の通りロブブリ県のプラブタパートにある。当試験場は前述のようにバンコクから車で2時間の距離にあり、バンコクから日帰りの研究業務も可能で、近距離ということではとゞかないのが現状である。当試験場は小規模ではあるが実験室を有し、4.6 haの圃場は平坦で、全面灌漑可能な施設を備えている。現在、主要な研究課題はナコンサワン畑作物研究センターへ移管されつつあり、とうもろこし育種系統の地域適応性検証が残る程度で、圃場の使用に関して競合がないこと等の特長もある。本協力としてはバンケンでは困難な栽培実験、雌穂試料の確保圃場、乾燥の現地実験等を行うため、本協力専用に近い形で圃場をもつことが可能なことは非常な特長となり得る。

しかしながら、タイ側としては以前から、農業局の組織改変とともに、畑作物研究の中心を地方へ分散する計画をもって7ヶ所のセンターを設け、各々を地域とその特定作物の面で特徴を有する研究施設にしようとしているが、とうもろこしに関しての中央農業研究施設としてナコンサワン畑作物研究センターがある。従って、殆んどのとうもろこし研究者が当センターに集まりつつある。即ち、試験場単位としては地域的な適応試験に限られ、センターの指示に基づいて、圃場栽培を担当する業務科的位置付けにしようとしている。かゝる状況からタイ側としては、本協力の圃場部分はカウンターパートの配属を含めて、ナコンサワン畑作物研究センターでの実施を希望している向きがある。

(2) 2地点の比較

前述の通り、圃場の場所については、タイ側と我が方との思惑の差異があり、今後の話し合いが待たれる状況である。ここに、物理的な差異を列記すると下記の通りである。

① 宿 舎

a) タクファ

長期滞在の際、職員宿舎の確保は容易であるが、生活物資、食品材料等は約85 km北方にあるナコンサワンで求めなければならない。尚、ナコンサワンには適当なホテルがある。

b) プラブタパート

場内に宿泊施設はないが、約18 km離れたロブブリに湯水なしのホテルがあるとのことであったが、バンコクからの日帰りは可能である。

② カウンターパート

作物関係のカウンターパートはタクファのセンターに求める事になり、当地へ行け

は容易に得られるが、アフラトキシン対策のみに関与することは困難であると思われる。可能ならば試験場への配属によって、より一層アフラトキシン対策に取り組んで仕事を進めることが望ましい。

③ 圃 場

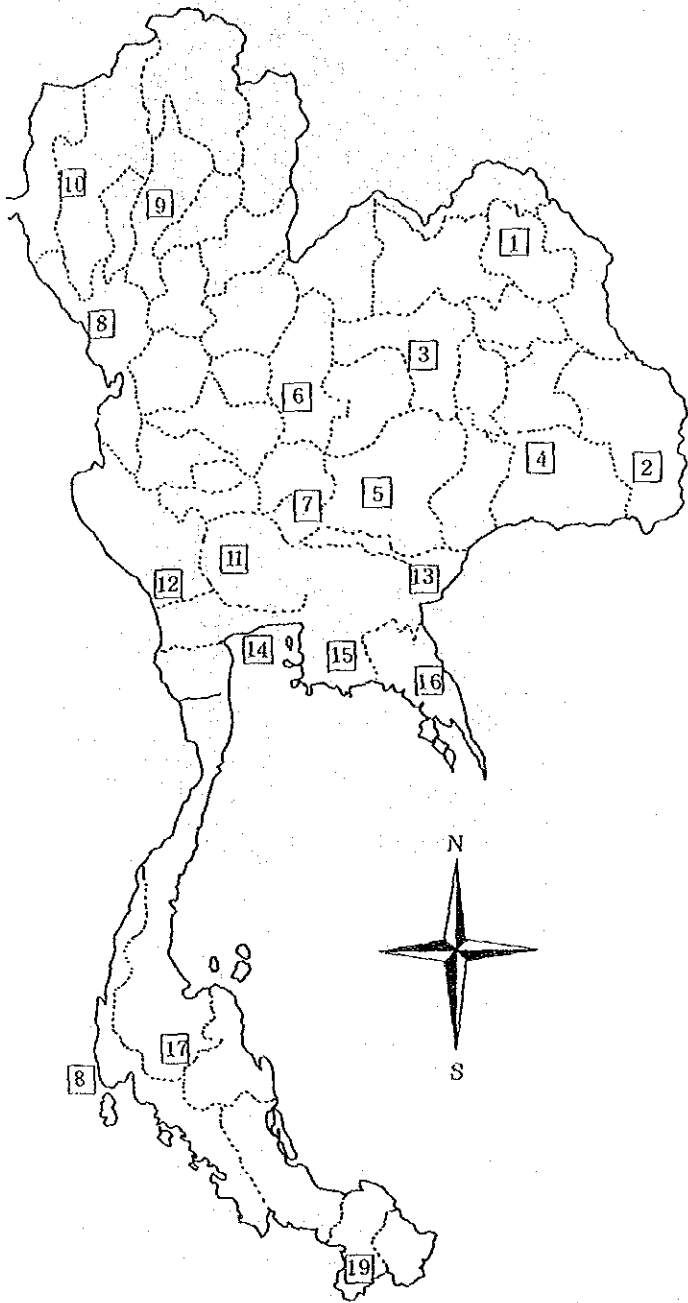
センターは100 ha 余のとうもろこし畑があり、広さは十分であるが灌漑施設は一部分に限られ、他は計画中である。

広さは試験場で十分と考えられ、灌漑施設も全面に備えられているが、乾期の著しい時には用水不足もあるとのことであった。

④ 耕作機械

両れとも、耕作機械は持ち込む必要がある。

第2圖 Agro-Economic Zones Thailand



Major Crops of the Agro-Economic Zones

- 1 Tobacco, cattle, buffalo, silk, cassava.
- 2 Kenaf, silk, cattle.
- 3 Cattle, buffalo, kenaf, silk, cassava.
- 4 Cattle, buffalo, kenaf, silk, corn, cassava.
- 5 Corn, kenaf, cattle, cotton, silk, castor, cassava.
- 6 Corn, sorghum, tobacco, cotton, mungbean, soybean.
- 7 Corn, mungbean, cotton, soybean, sorghum.
- 8 Soybean, groundnut, corn, mungbean.
- 9 Cotton, tobacco, soybean, cattle, buffalo.
- 10 Tobacco, soybean, cattle, buffalo.
- 11 Rice, diversification crops in paddy field, sugarcane.
- 12 Cattle, sugarcane, cassava, corn, cotton, castor.
- 13 Rice, cassava, buffalo.
- 14 Marine, fisheries, coconut.
- 15 Cassava, sugarcane, marine fisheries.
- 16 Para rubber, fruit-trees, marine fisheries.
- 17 Rice, para-rubber, coconut, cattle, buffalo, coffee, marine fisheries.
- 18 Para-rubber, coconut, marine fisheries.
- 19 Para-rubber, coconut, fruit-trees, coffee.

Office of Agricultural Economics
Ministry of Agriculture and Co-operatives

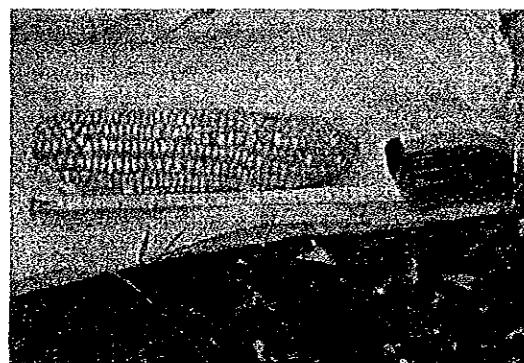
出所：Thailand's National Agricultural Extension system (DAE発行)



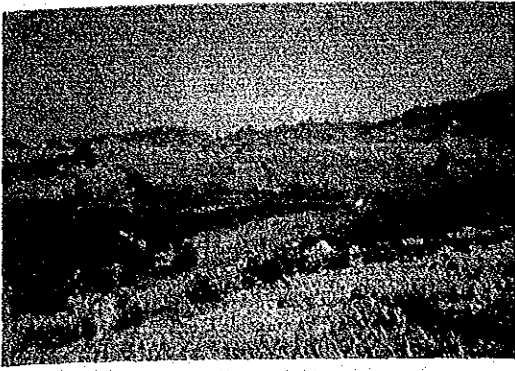
- 1 育成中の一代雑種圃場及びその接写一例



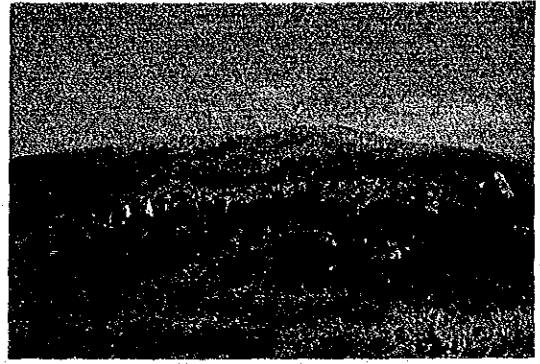
A-2 新しい一代雑種2301圃場及び雌穂の接写



A-3 乾燥中の Suwan1 及び A. Flavus 菌を1部に接種した Suwan1 の雌穂。
中央左よりの部分の、やゝ緑色を帯びた部分へ傷をつけて接種したもので、粒全体が
淡黄化し、粒の内部全体にアフラトキシンが詰まっているようである。



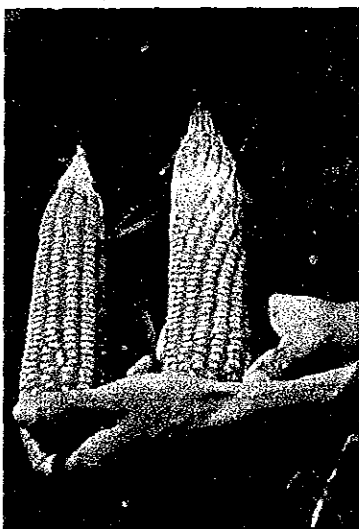
A-4 農家の土地利用状況
 (ペチャブン 北方約45 km地点)



A-5 農家のとうもろこし収穫跡
 (ペチャブン北方約30 km地点)



A-6 雌穂の垂れ下り(左)と立上り(右)の粒の健全、この場合ともに健全
 (ペチャブン北方約30 kmの地点での農家圃場)



A-7 圃場乾燥期における雌種の垂れ下りと病害発生との関係を示す一例
 左図、左：雌穂の立上り穂、右：垂れ下り穂(右図)
 右図、左図の右に示した穂の収穫前



A-8 包皮不完全による雌穂先端の損傷（ベチャブン北方約30km地点の農家圃場）
左：包皮を被ったまゝ，右：同穂の被害状況）



A-9 圃場における野鼠害
左：ベチャブン北方約30km地点の農家圃場，中，右：ベチャブン畑作物試験場



A-10 Ear worm被害穂
左：包皮上部の丸い穴から侵入
中：包皮の一部をはいだところ（穂芯へ侵入した穴が見える）
右：雌穂上部には登熟粒はなく，虫は穂芯の内部へ侵入



A-11 虫害穂

左：Stem borerの侵害によって折れたとうもろこし幹と雌穂
右：Ear wormの侵害による不完全粒を生じた雌穂

3-4 乾燥/貯蔵

3-4-1 収穫後の乾燥及び調整

タイにおける5大とうもろこし産地は、Nakron Rachasima (ナコンラチャシマ)、Lop Buri (ロップリ)、Sara Buri (サラブリ)、Nakorn Sawan (ナコンサワン)、Phetchabun (ペチャブン)が挙げられる。

現地調査では、サラブリを除いた各産地の農家、仲買人畑作物試験場等を訪れ、乾燥及び調整に関する実態調査を行った。通常この時期は、収穫も終わり大部分のとうもろこしが農家の手を離れてサイロ業者等に渡っているが、今年はとうもろこしの価格が平年と比べて2割程度低いため、収穫後長期に亘り保管し、市場価格の回復待ちの農家が多かった。一般に、農家は納屋等を利用した簡易貯蔵庫に積み上げて、通気性の悪い状態で貯蔵するため、この期間が長くなる程品質は悪化するが、調査した農家、仲買人の貯蔵庫内のイヤコーンの品質も全般的に悪かった。

一方、プラタバート畑作物試験場(以下試験場)では、竹を利用した実験用とうもろこし貯蔵庫、太陽熱を利用した実験用の乾燥施設等があったが、いずれも乾燥速度、経済性等の点で問題があると思われる。

農家、又は仲買人の段階においても乾燥/貯蔵施設については、特に見るべきものがなかった。乾燥については日干しする程度であり貯蔵についても通気性の悪い納屋を利用しており、これがアフラトキシン汚染の最たる原因であると思われる。

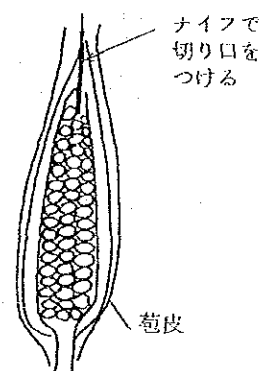
3-4-2 現状と問題点

1) 現 状

(1) 収穫方法

試験場近傍の契約採種農家（農業普及局との契約）での聴取りによると、とうもろこしの苞皮の一部を金属刃で切り口をつけ（第1図）、手で苞皮を取除きイヤコーンを1日当たり約400kg収穫しているとのことであった。又、カウンターパートの話によれば、竹へらで収穫する農家も多いようである。こうした収穫方法は、イヤコーンを傷つけることが殆んどないと思われる。

第1図



(2) ①乾燥／貯蔵方法

前述の採種農家では、庭先に竹等を利用した乾燥台を作り、その上に収穫したイヤコーンを載せて日干し乾燥していた（写真DS-1、2、p.73、但し、DS-2の雨よけシートは農業普及局の所有物）。この方法では、天気が良好であれば3～4日で、水分含量が15～15%まで下がるようである。その後、貯蔵小屋（DS-2）

に納める。タイ国政府は、この基盤種子（Basic Seed）を、水分含量14.5%以下のものは27Bht/15kg、それ以上のものは22Bht/15kgで買入れている。

ナコンサリン畑作物研究センター（以下センター）近傍の農家調査では乾燥施設がなく、収穫後、天気が良好な時のみ、圃場でイヤコーンを日干し乾燥後即簡易乾燥小屋（DS-4）に貯蔵していたが、このイヤコーンの水分含量は約17～18%であった。又、住居床下の収納室にイヤコーンを貯蔵している農家も移動途中に見受けられた。

殆んどの農家は乾燥施設を有しておらず、立毛中にイヤコーンを可能な限り乾燥、又は収穫後イヤコーンを日干し乾燥する程度である。従って、こうした乾燥不十分なイヤコーンを高温多湿の気候条件下で、通気性の悪い乾燥小屋に長く貯蔵する程アフラトキシン汚染度は高くなる。今年のようにとうもろこし価格が暴落している時は、貯蔵期間が特に長くなる。

一方、仲買人の段階においても農家と大差ない乾燥／貯蔵方法であった。センター近傍の仲買人のところでは、とうもろこし価格の暴落影響で少量のとうもろこし粒が屋内のコンクリート床上に置かれていた。尚、農家から1.5Bht/kgで買入れたが、水分含量による価格差はつけていないとのことであった。一方、ビサノロックからベチャンへ向う途中のBan Rin Sri Muang（バンリンスリマング）村の仲買人の貯蔵小屋（DS-5）には、脱粒前のイヤコーンが貯蔵されていたが、乾燥施設はなかった。一般的に、仲買人は、農家に脱粒機を持ち込み脱粒後買上げているが、この仲買人は、

農家よりイヤコーンを買上げ後、自前の脱粒機によって脱粒するため、農家（この仲買入との契約農家数は50戸）で収穫されたイヤコーンは乾燥せず、貯蔵小屋に即収納することから、かなりのイヤコーンがフザリウム等の菌に汚染されており、品質は相当悪かった。

又、ベチャブンからバンコクへの途中に見かけた仲買入の乾燥状況は（DS-6）の通りであるが、このとうもろこし粒は農家が1カ月前の収穫後、全く乾燥しておらずアフラトキシン汚染度は著しかった。貯蔵庫は農家のものと大差なかった。

一般的に、仲買入の段階でも日干し乾燥が主で、広い露天コンクリート、空地等であらうもろこし粒を広げ日干し、反転させながら乾燥する。

② 簡易乾燥施設実験事例

試験場では各種の簡易乾燥施設を考案し、実験に取り組んでおり、その事例を挙げる。竹製の改良型貯蔵庫（Corn crib: DS-7）Mr. Prawat T. (Chief: Mycotoxin Section) 等が考案したものである。イヤコーン収納容量は、大型が3.5t 中型が2.5t、小型が1.5tで、1日当りの乾燥速度は各々の差がなく約3%である。一般農家に豊富にある竹を使用しているため価格面の問題は無いが、通気性或いは雨期後半特有のスコール対策の検討を要すると思われる。又、竹製プレート式乾燥台（容量2.5t）の乾燥速度は約4~5%/dayと云うことであった。

又、Mr. Prawat T. 等は昨年より太陽熱利用の乾燥施設（DS-8）を考案し、実験を行っている。竹及び木で枠組みし、その上にプラスチックフィルムで被覆し、更に内側の地面には黒く着色した石を置き太陽熱の吸収率及び保温効果を高めており、その容量は1.5~3.5tである。使用しているUV抵抗性フィルム（700Bht/80m²）は3~4年は使用可能であるが、普通のプラスチックフィルムでは約1年で使用不可能となる。乾燥速度等の具体的なデータは未整理であったが、通気性の問題があると思われる。

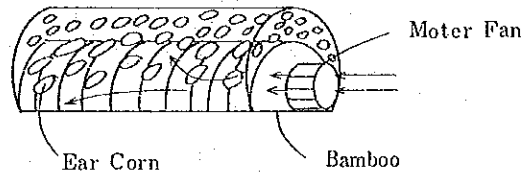
又、センターでは採種用基礎種子の調整を行っていた。コンクリートの上であらうもろこし粒を日干し、反転乾燥（DS-9）していたが、その水分含量は、収穫時が29%、その後日干し乾燥して20%にし、脱粒後引き続き3日間乾燥し約18%の状態のものである。

次に、試験場において農業機械技術者（Storage and Processing Section: 収穫調整課、農業工務部）により考案された乾燥機事例を挙げる。

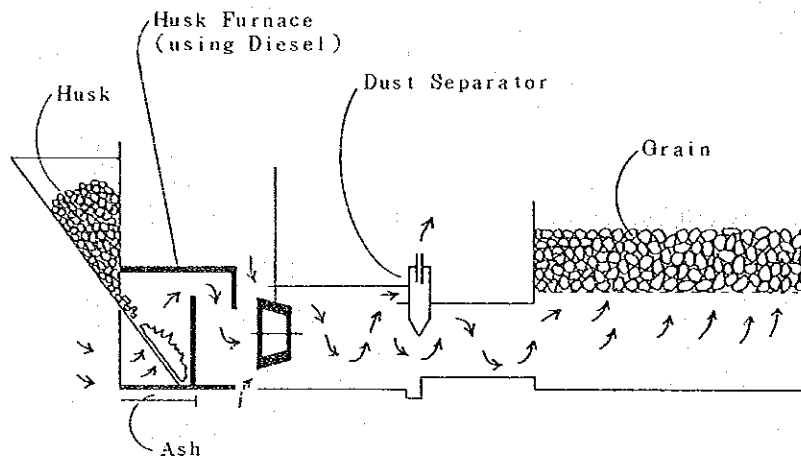
先ず、モーターファンを備えた箱型温風乾燥機（DS-10）は熱源として脱粒後の乾燥とうもろこし穂芯を用いている点に特色がある。実際にとうもろこし、マングビーン等畑作物の穀粒乾燥に使われており、とうもろこしは、収穫後に脱粒し、水分含量20~30%のとうもろこし粒を3日間（8hr/day運転）で12~15%に調整している。又、同様に穂芯を熱源としたサイロ型の実験用乾燥貯蔵機（DS-11）は、0.5%/hr

で水分を下げる能力を有し、水分含量26%のとうもろこし粒を24時間の連続稼動で13%にまで下げることが可能である。他に農業工務部管轄の Klong Luang District (クロングルアグ)のセンターでは竹を利用した簡単な乾燥機(第2図)及び籾殻を熱源とした乾燥機(第3図、DS-12)を考案していた。

第2図 Ear Corn Dryer utilizing forced natural air



第3図 Working System of Flat Bed Dryer



以上のような乾燥機械は迅速乾燥の点で優れているが、タイでは非常に高価であるため(箱型温風乾燥機は約30,000 Bht)、農家及び仲買人に普及を図ることは非常に困難である。

(3) 脱粒方法

前述したが、一般的に、農家がイヤコーンを収穫した直後に仲買人が脱粒機を持ち込み脱粒する。多くの農家はイヤコーン収穫後、即出荷されている。今回の調査では、バンリンスリマング村の仲買人が所有する脱粒機を見たのみであるが、それは極めて旧式なタイ製脱粒機(DS-13)であった。この型は、収穫後十分に乾燥していないイヤコーンを脱粒した場合、かなりの損傷をとうもろこし粒に与えると思われるが、他の多くの仲買人も同型の脱粒機を所有しているようである。尚、参考までにセンターにおける脱粒機等を(DS-14)に示した。

2) 問題点を列挙すれば、下記の通りである。

(1) 北部及び中部のとうもろこし主要産地における収穫・貯蔵期が9~10月の雨量のピーク時と重なる(第1表)。

(2) とうもろこしの流過程において、仲買人支配下のものが極めて大きく、農家での収穫物の97.25%は仲買人へ出荷されるのに対し、政府機関、農業協同組合へは僅か2.75%のみの売渡しである(第14図)。

アフラトキシン防除のためには、農家のみでなく仲買人等を含めた対策を考慮する必要があるが、これら仲買人には政策が浸透し難い。

(3) 仲買人等が農家からとうもろこしを購入する時は、品質(水分含量、アフラトキシン汚染度等)による価格差を殆んど設けていないため(設けている場合でも、僅少である)農家に乾燥等収穫後の管理に対する意識が生まれてこない。

(4) 従って、農家の経済状況からしても、収穫後の管理に余分な投資を行う可能性が低いと思われる。

(5) 調査農家数が少なく、断言はし難いが、一般的に殆んど農家は乾燥施設を所有しておらず、晴れ間に日干しする程度である。しかも、乾燥時期が雨期と重なるため時間を要し(特に、芯付きのまゝでは乾燥速度は遅い)、一般農家では17~18%の水分含量まで下げるのが限界と思われる。こうした緩やかな乾燥の間にもアフラトキシン産生菌は増殖する。

(6) とうもろこし価格の値上り待ちの理由から、乾燥十分なイヤコーンを床下や納屋等の自然通風の悪い所で貯蔵する農家ではアフラトキシン汚染度が一層進行する。

(7) 仲買人等が農家に旧式脱粒機を持ち込み、高水分含量のイヤコーンを脱粒する時には、とうもろこし粒が損傷を受ける可能性が高い。

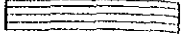

(8) 仲買人等が農家からとうもろこしを購入する時は、一般に品質検査を行わないので、この段階で良質とうもろこしと混合されアフラトキシン汚染が一層広がる。

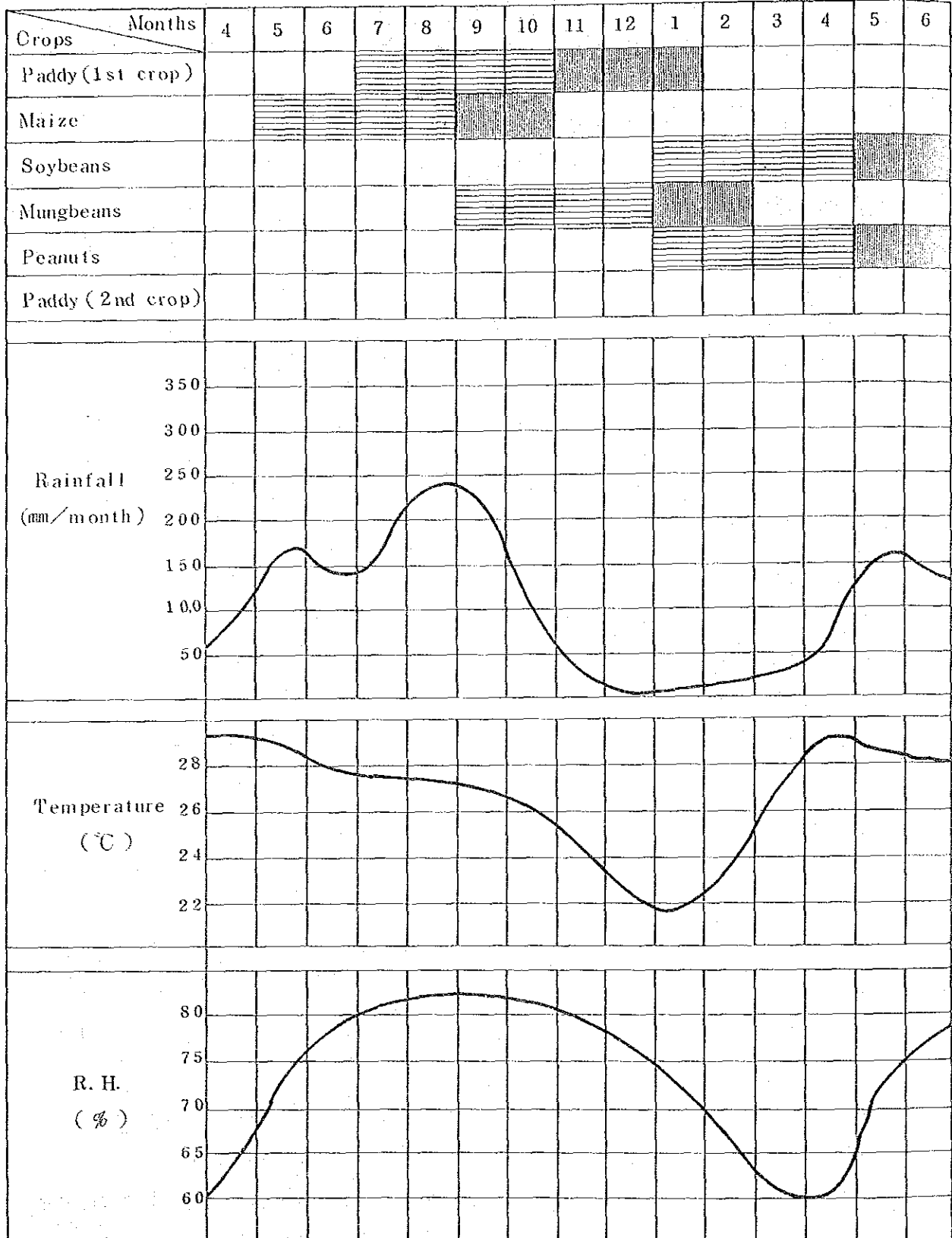
(9) 仲買人段階においても適切な乾燥/貯蔵施設を有さないことから、脱粒後吸湿性の増したとうもろこし粒は、さらにアフラトキシン汚染を受け易い条件下(特に、簡易倉庫内)に置かれる。

第1表 主要畑作物の作期と気象要因との関係

1) Northern Region

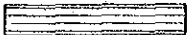

Crops, Planting and Harvesting time

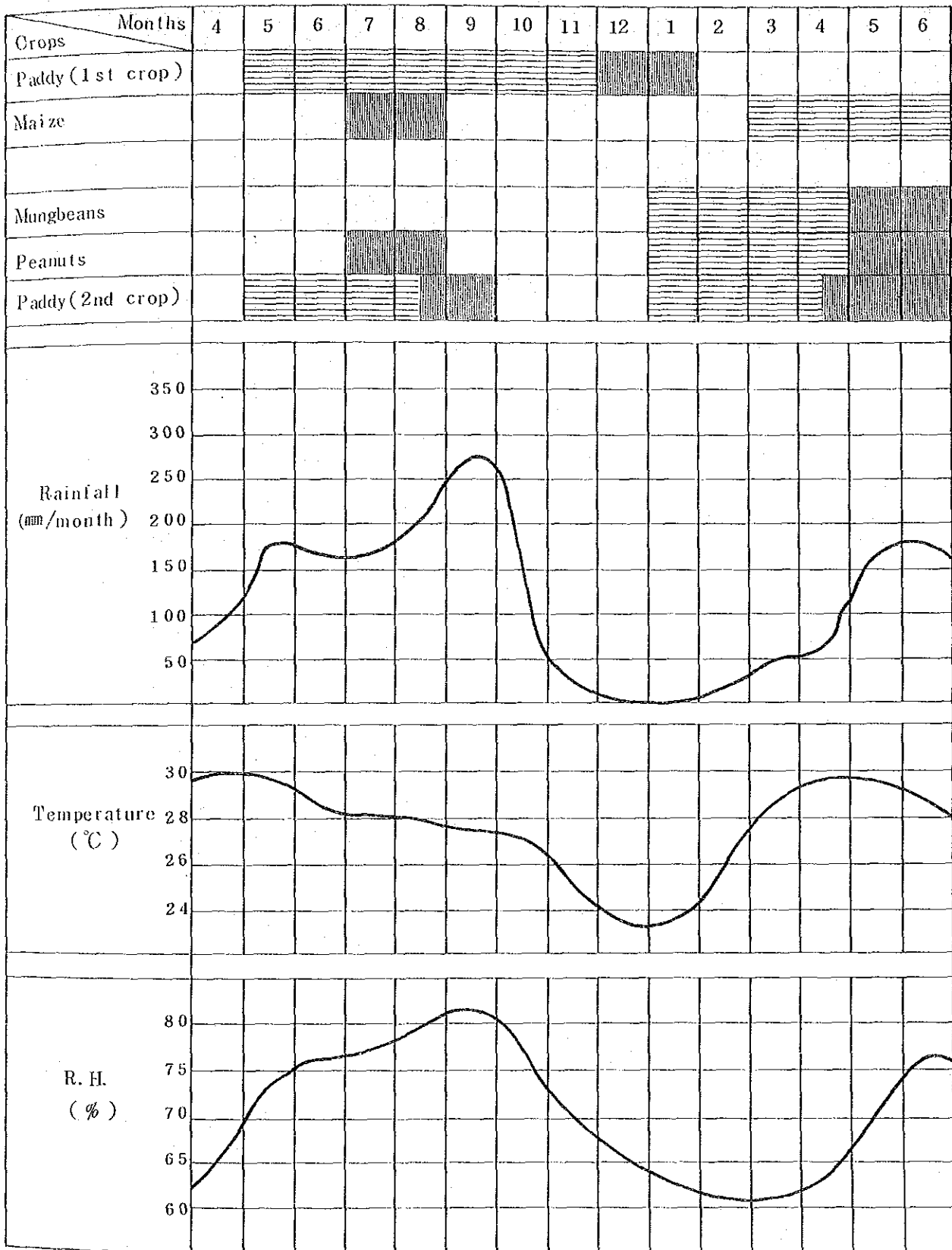
Planting time 
Harvesting time 



2) North-Eastern Region

Crops, Planting and Harvesting time


Planting time 
 Harvesting time 

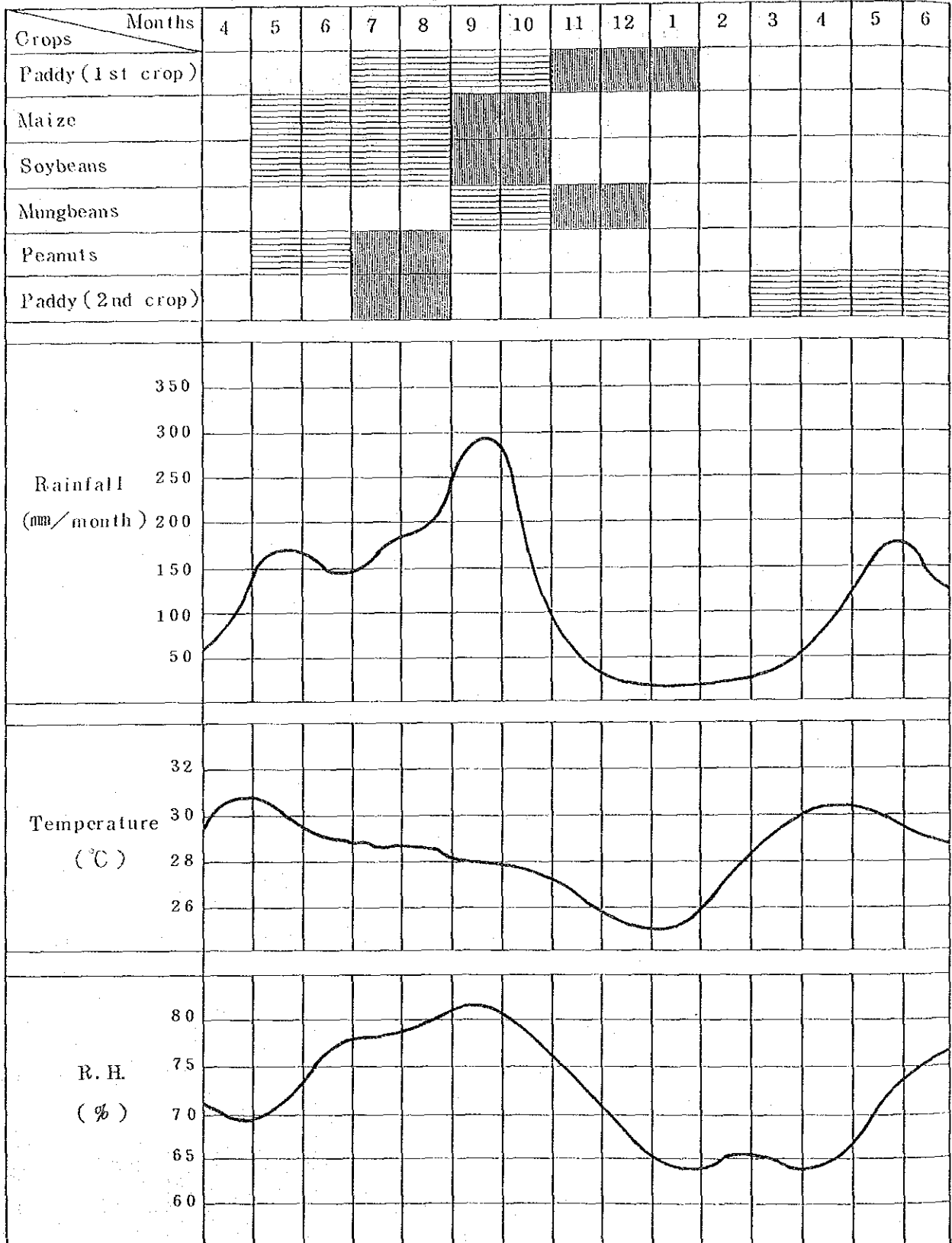


3) Central Region

Crops, Planting and Harvesting time

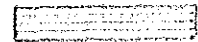
Planting time 

Harvesting time 



4) Southern Region

Planting time

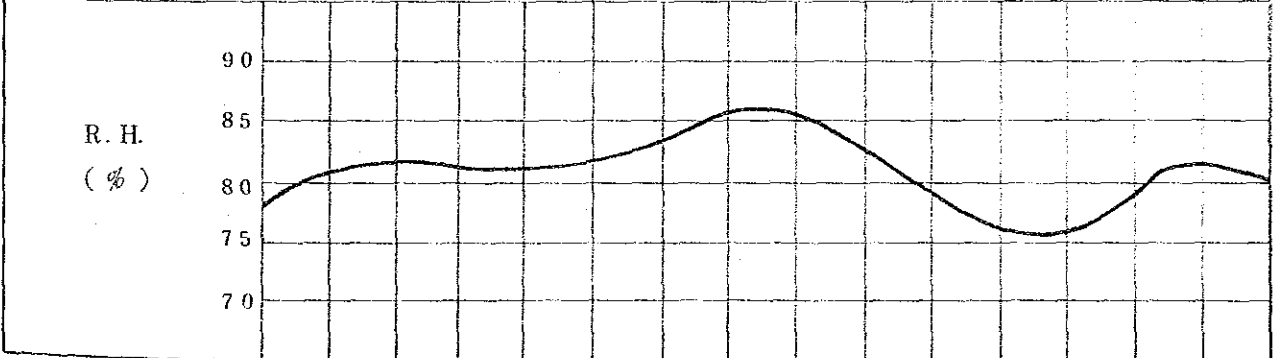
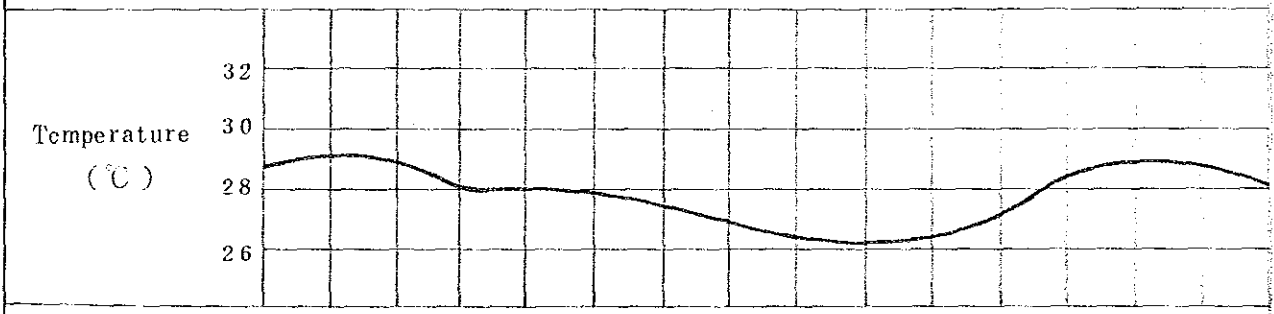
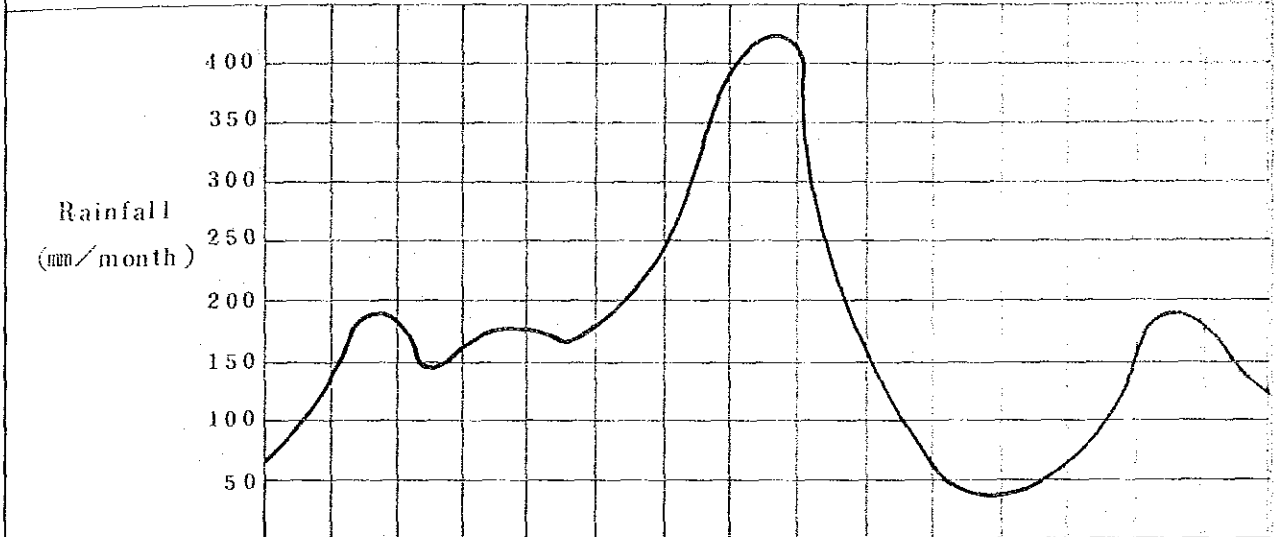


Crops, Planting and Harvesting time

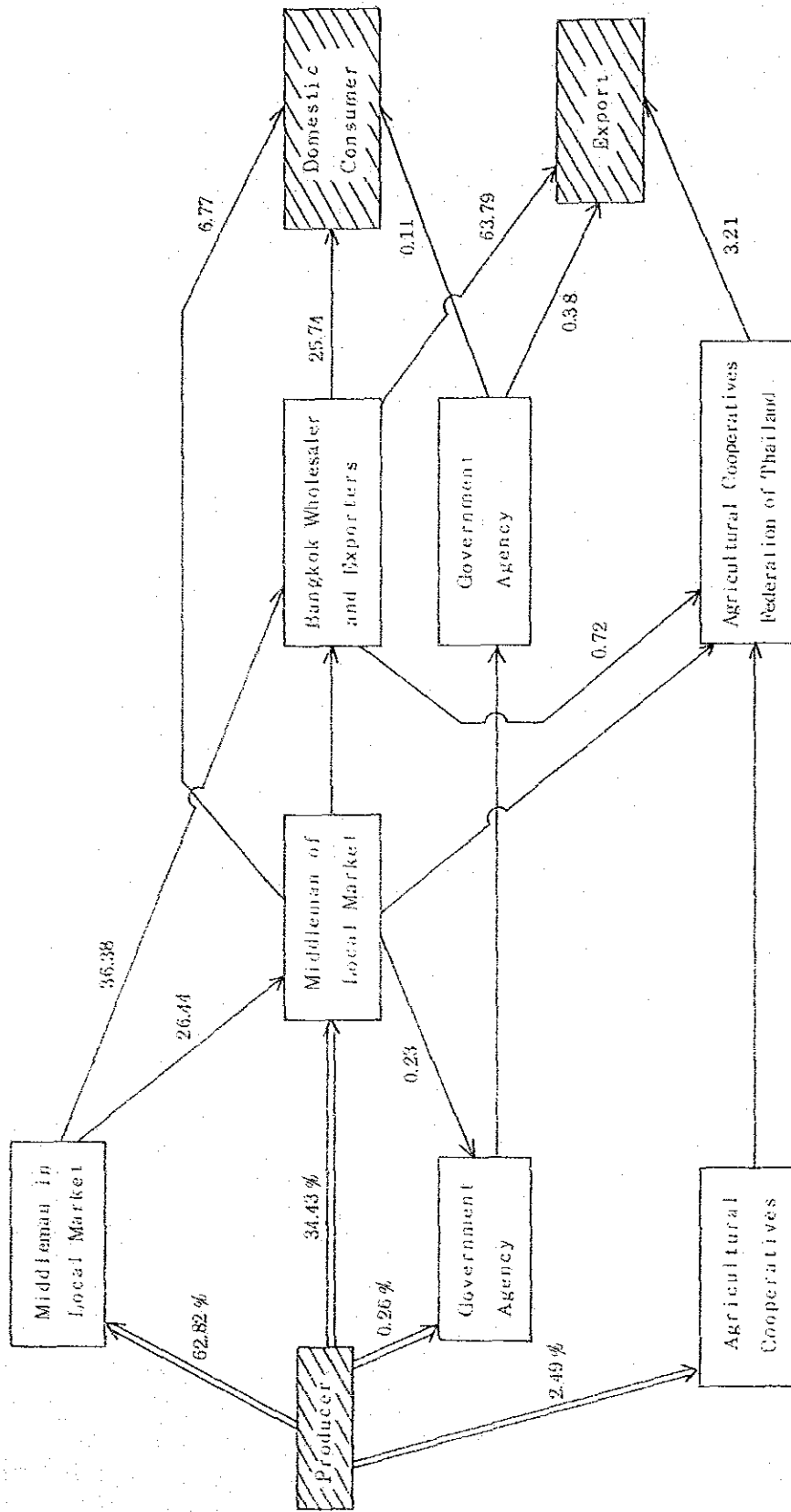
Harvesting time



Crops	Months	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
Paddy (1st crop)					Planting	Planting	Planting	Planting	Planting	Planting	Planting	Planting	Planting	Planting	Planting	
Paddy (2nd crop)					Harvesting	Harvesting	Harvesting						Planting	Planting	Planting	Planting



第4圖 Marketing Channel of Maize in Thailand



3-4-3 今後の方針

1) アフラトキシン汚染の防除策としては、栽培分野（作期の移動、抵抗性品種の導入等）微生物分野（触毒等）、収穫後の管理分野（貯蔵・調整方法の改善）が考えられるが、中でも収穫後の管理の適正化は、最も速効性のある防除策として期待されるところである。

アフラトキシン汚染は農家、仲買人等において乾燥不十分なイヤコーンが、通気性の悪い床下や納屋等の簡易貯蔵施設に保管されている間に最も広がる。

従って、アフラトキシン産生菌の繁殖を防除するために、下記のことが考えられる。

- (1) 圃場で立毛中に可能な限り乾燥させること（雨期の乾燥程度が問題）。
- (2) 収穫時の水分含量は一般に30%以上と考えられているが、収穫後は農家が日干し乾燥、自然通風乾燥等（現状では、全く乾燥していない農家が多いと思われる。）を行い可能な限り速やかに水分含量を低下させること。
- (3) 農家での貯蔵期間が長引くとアフラトキシン汚染は一層広がるので、乾燥後は可能な限り速やかに仲買人等に売渡すこと。これは、農家段階では経済的且つ迅速に約14%以下の安全貯蔵水分含量まで乾燥することは、困難であると思われるためである。
- (4) 仲買人等が使用する脱粒機の改良を図ること。特に、20%以上の高い水分含量のイヤコーンでも対応可能なシリンダー型脱粒機等の導入改良が望ましい。
- (5) 実験として各種種子精選機（Air and Screen Separator等）の導入を図ること。これ等の機械による損傷粒（Damaged grain）の除去はアフラトキシン防除策の1つの有力な手法になると思われる。
- (6) 主要生産地の中で、農業協同組合等の普及指導体制が整備されている地区をモデル地区として設定し、農家、仲買人へ改良した乾燥・貯蔵施設を導入し、周辺とうもろこし生産地への波及効果を図ること。

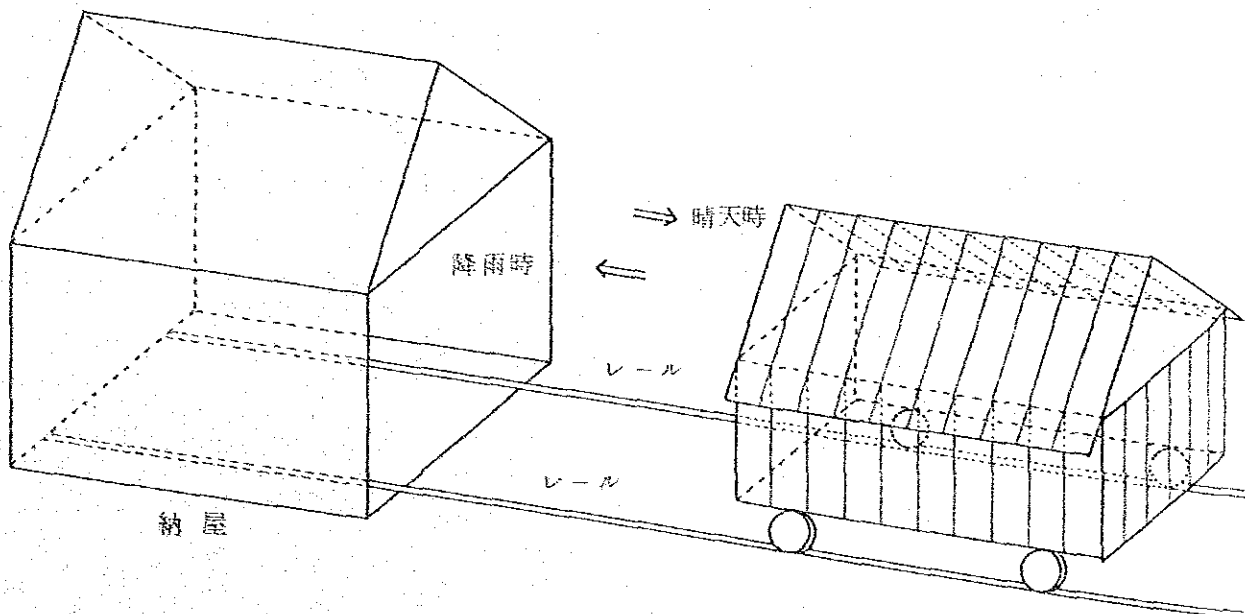
これらの中でも乾燥・貯蔵法の改善は最も重要であると思われるが、具体的には個々の農家、集団農家、仲買人の各々に適切且つ普及可能なLocal Materials（既存機器）を主体として、経済的な乾燥・貯蔵機の開発等が必要である（第2表）。そのためには、先ず乾燥速度とアフラトキシン産生菌汚染度の関係を十分に解析することが大切である。

第2表 アフラトキシン防除対策(試案)の概要

対象区分	農家	集団農家あるいはCollector (村レベル仲買人)	Middleman (町レベル仲買人)
乾燥	既存機器を利用, 日干し乾燥施設の改良 (Corn crib, Plate dryer 等)	同 左	既存機器の利用が主体であるが, 通気性を高めるために送風機の利用等を考える (強制送風乾燥法)
貯蔵	農家段階では可能な限り貯蔵しないようにする	既存機器を利用した通気性の高い Corn crib の改良	とうもろこし粒を主体に貯蔵するので既存機器を利用した貯蔵庫に加えてサイロ型貯蔵庫 (送風機付) の改良
脱粒	—	高水分含量イヤコーンでも脱粒可能な脱粒機の導入改良	同 左
精選	—	—	損傷種子を取除くために種子精選機の利用を考える
備考	<ol style="list-style-type: none"> 1. 農家段階においては, 約14%以下の安全貯蔵水分含量まで乾燥する必要はなく, 改良型脱粒機で損傷を与えない程度(20~25%)に乾燥する。 2. 乾燥・貯蔵法においては, スコール及び強風対策が必要である(農家, 仲買人段階) 3. Middleman 段階では, とうもろこし粒を速やかに14%以下に乾燥し貯蔵する必要があるため, 既存機器を基に送風機利用の乾燥・貯蔵施設を改良し, 特に通気性を高める必要がある。 4. 両ずれにしても, ランニングコストの低い乾燥・貯蔵法の開発が望まれる。 		

第5図 雨よけを考慮した乾燥施設の例

(農家・仲買人段階)



2) 日本人専門家による実験考察

(1) 岡崎欽一郎氏は、^{*}乾期に下記の4種について実験を行った。

- ① コンクリート盤上での穂芯付の太陽熱乾燥(第6図)
- ② ビニールハウス内棚板における穂芯付の乾燥(第7図)
- ③ 平形通風乾燥機による常温通気乾燥(第8図)
- ④ 平形通風乾燥機の乾燥部上部を高さ1~1.5 mにビニール被覆し吸引乾燥(第9図)

結果はいずれの乾燥法でも穂芯付は水分が低くなる程、乾燥速度が小さく、特に子実水分が20%以下からは非常に遅くなった。従って、穂芯付の状態で子実水分を15%以下までに乾燥するのは長時間を要した(第3表)。

結論として、タイの高温高湿下で良質とうもろこしを得るには、高水分含量(25%)時の脱粒と脱粒子実の乾燥方式を探る必要があるとしている。

とうもろこし粒を太陽熱乾燥した実験では(第10図及び第4表)、6日間で水分含量は22.8%から12.6%まで減少し、乾燥速度も1.7%/haと良好であった。

(2) 村井運二氏試作の乾燥・貯蔵小屋(第11図)を使用した子実の水分含量と汚染菌の関係を調査した結果は、第12図に示したように収穫直後約24%あった子実の水分含量は約6日間で18%まで減少した。

又、汚染菌はイヤコーン搬入時と殆んど変化なく、小屋内の汚染菌増加は認められなかった(第5表)。

(3) 上田克巳氏試案の農家及び仲買人普及用の経済的な簡易乾燥・貯蔵施設の例を第13図に示した。

(4) 参考までに、農林水産省長野種畜牧場におけるとうもろこし種子の調整方法を第14図に示した。

* 農業研究センター機械作業部

カセサート大学農業普及・機械計画「とうもろこしの乾燥・貯蔵法」に関する技術協力報告書

** 派遣専門家

タイとうもろこし産業開発技術協力事業総合報告書Ⅲ

*** 収穫処理技術専門家, U. N. ESCAP

第4表 Results of drying test of shelled corn

Time	10:05	11:05	12:05	13:05	14:05	15:05	16:05	Aveage
Drying hours (hr)	0	1	2	3	4	5	6	
Inlet of the collector								
Air temp. (°C)	36.5	36	37	37.5	37	37.5	36	36.8
Relative hum. (%)	44	37	38	37	38	37	47	40
Absolute hum. (Kg/Kg)	0.0168	0.0138	0.0150	0.0150	0.0150	0.0157	0.0170	20155
Inlet of the duct								
Air temp. (°C)	41	43.5	45	45	44.5	43.5	42	43.5
Relative hum. (%)	34	25	25	25	26	27	35	28
Increaced temp. (°C)	4.5	7.5	8	7.5	7.5	6	6	6.7
Moisture content (%)	22.8	19.6	17.4	15.8	14.2	13.3	12.6	—
Drying speed (%/hr)	—	3.2	2.2	1.6	1.6	0.9	0.7	1.7

Weight of shellad corn 300Kg, Air flash ratio 0.18m³/sec, 100Kg
 Depth of layer 11cm, Efficiency of the collector 40%
 Testing date 27, Feb, '85

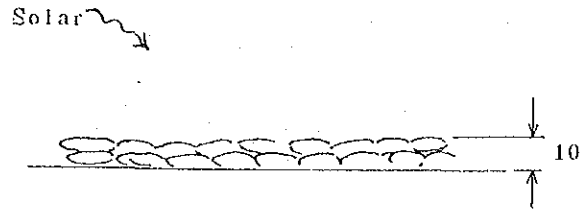
第5表 Frequency of occurrence of fungi detected from maize grains collected in the storage facility made by Expert

Fungi detected	Date	
	Sept. 15, 1983	Oct. 6, 1983
<u>Aspergillus falvus</u>	8 %	5
<u>Fusarium spp.</u>	75	98
<u>Penicillium spp.</u>	25	12
<u>Syncephalastrum sp.</u>	—	3
Unidentified	16	10

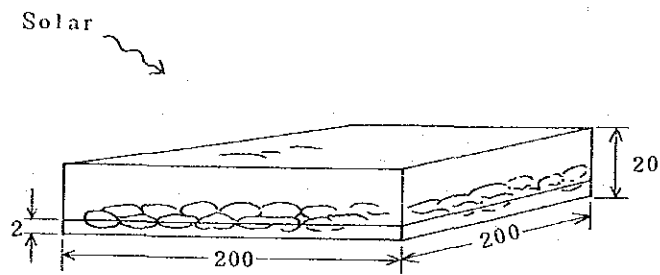
第 3 表 Results of drying tests of ear corn

Drying method	On yard drying			Inside vinyl house drying		Air forced drying		
	No covered	20cm of height covered	30cm of height covered	15cm of height	115cm of height	Natural air	Solar heated suction air	
Date of test	Dec. 1 - 2							Dec. 7-9
Atmosphere, Temp.(°C)	26.5 (23 - 30)							27.5 (22-35)
Humidity(%)	52 (44 - 66)							61(50-80)
Surround of corn, Temp(°C)	26.5(23-30)	31.5(26-35)	34.5(27-42)	35(27-41)	35(29-41)	24(22-27)	28(22-36)	
Humidity(%)	52 (44-60)	41(34-54)	37 (26-56)	50(36-80)	50(34-80)	49(38-62)	44(44-70)	
Drying time (hrs.)	14	14	14	18	18	20	20	
Kernel, Initial moist (%)	27	27	27	22	22	27	20	
Final moist (%)	23	21	18	16	15	17	13	
Drying speed(%/hr)	0.28	0.43	0.64	0.33	0.39	0.50	0.35	
Cob, Initial moist (%)	50	50	50	40	40	50	40	
Final moist (%)	45	42	37	26	26	30	20	
Drying speed (%/hr)	0.36	0.57	0.93	0.78	0.78	1.00	1.00	

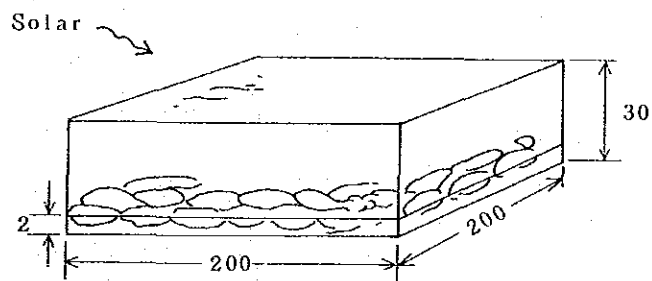
第6圖 Solar drying of ear corn on the concrete yard (Unit: cm)



(1) No covered (Custom method on farmers)

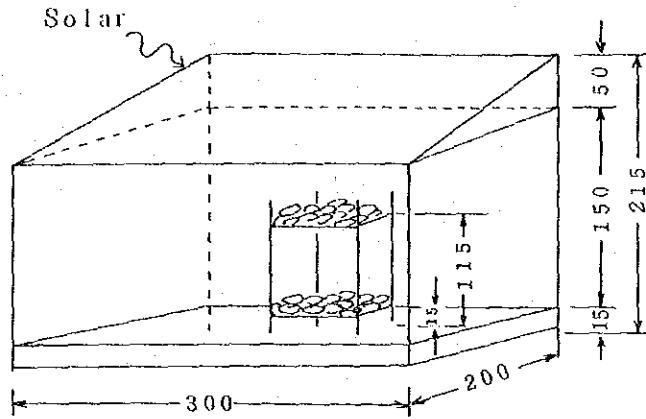


(2) Vinyl film covered at 20 cm of height.
below of 2 cm is opened

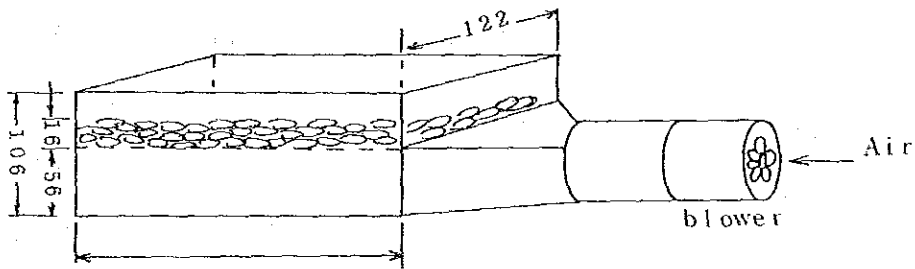


(3) Same above at 30 cm of height

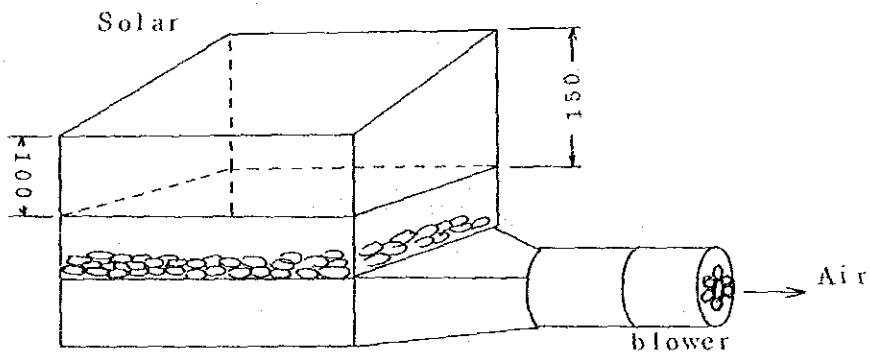
第7圖 Solar drying by use of vinyl film house (Unit:cm)



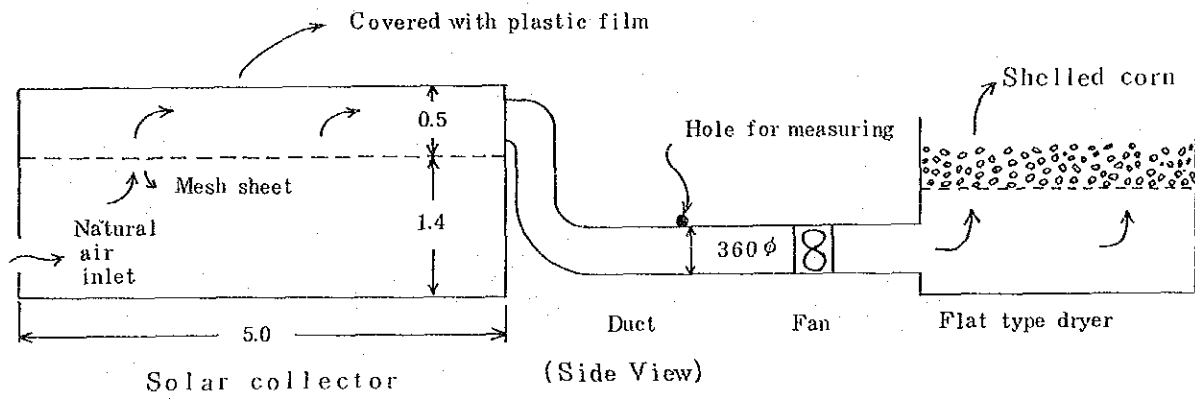
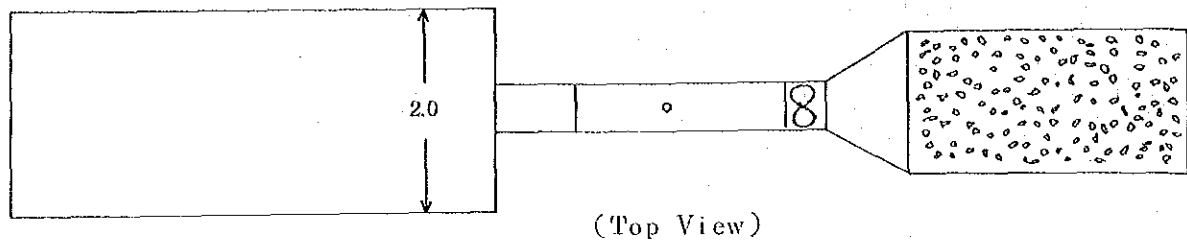
第8圖 Natural air-forced drying by the flat type dryer (Batch type) (Unit:cm)



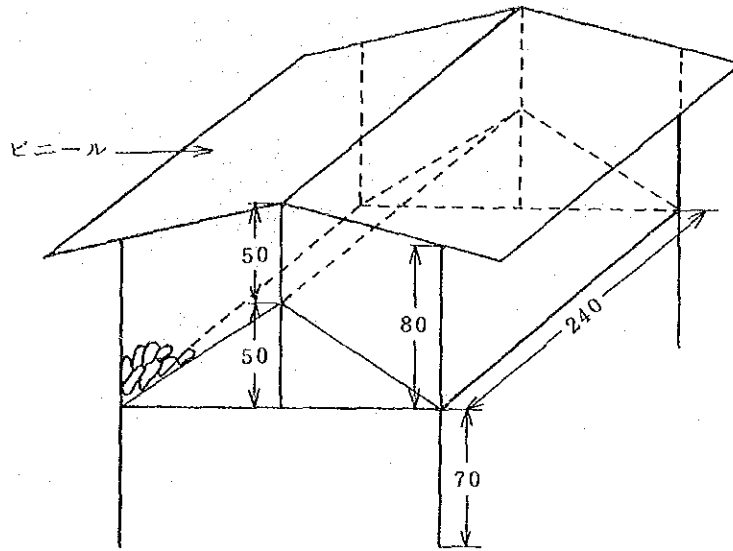
第9圖 Suction drying by the flat type dryer covered with vinyl film housing (Unit:cm)



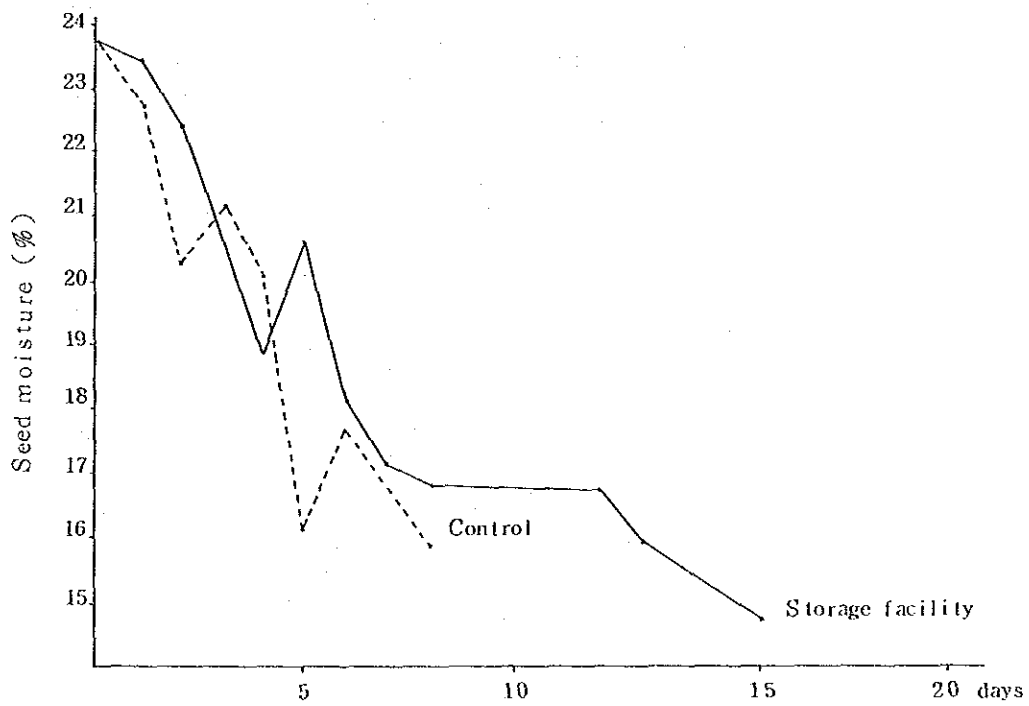
第10図 Detail of the instrument of Solar dryer (Unit:m)



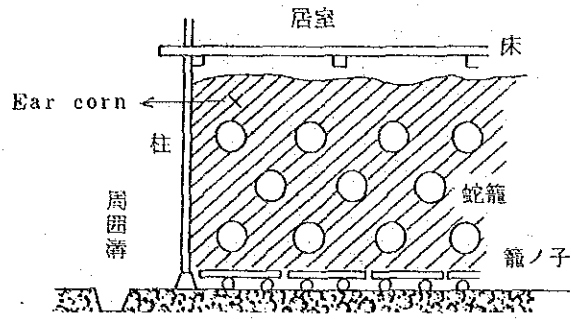
第11図 Storage facility (Unit:cm)



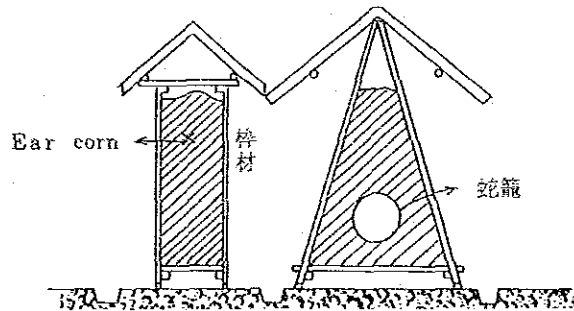
第12図 Changes of seed moisture of corn ears kept in storage facility



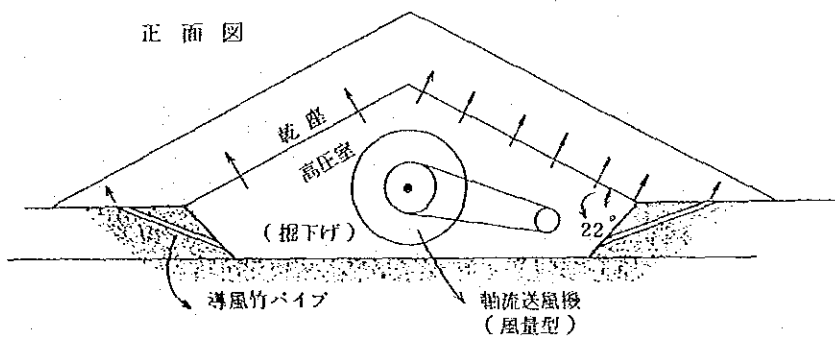
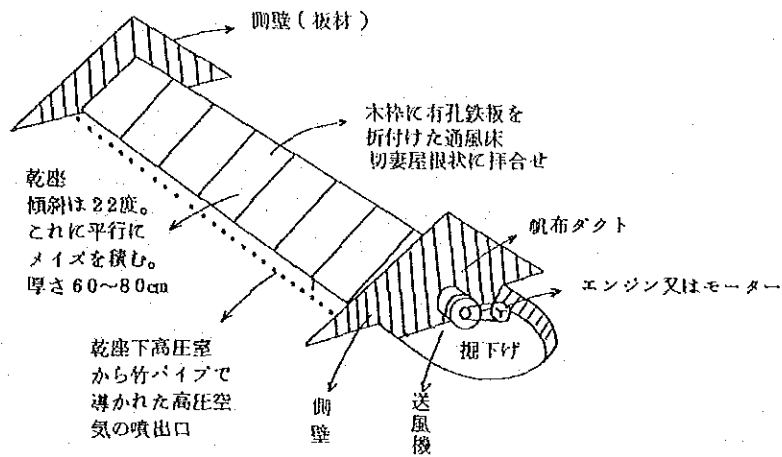
第13図 簡易乾燥・貯蔵施設の例



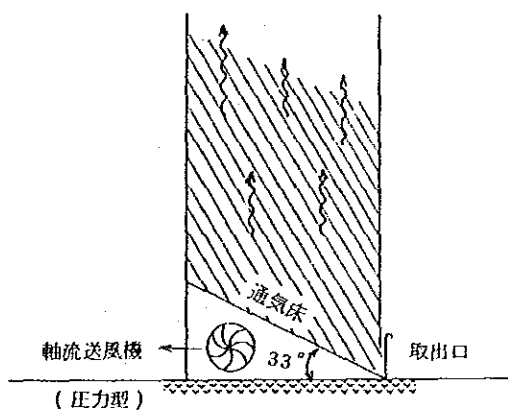
- (1) 床下貯蔵のイアコーン集団に竹蛇籠を何本も平行に貫入・配置する。(蛇籠の両端は板間の窓孔に開口し、空気の流れを可能とする)



- (2) 蛇籠配設による収容力の減退分を補い、また元々の収容力の不足分を補うため、木竹製の屋根付き通気櫓を設置する。

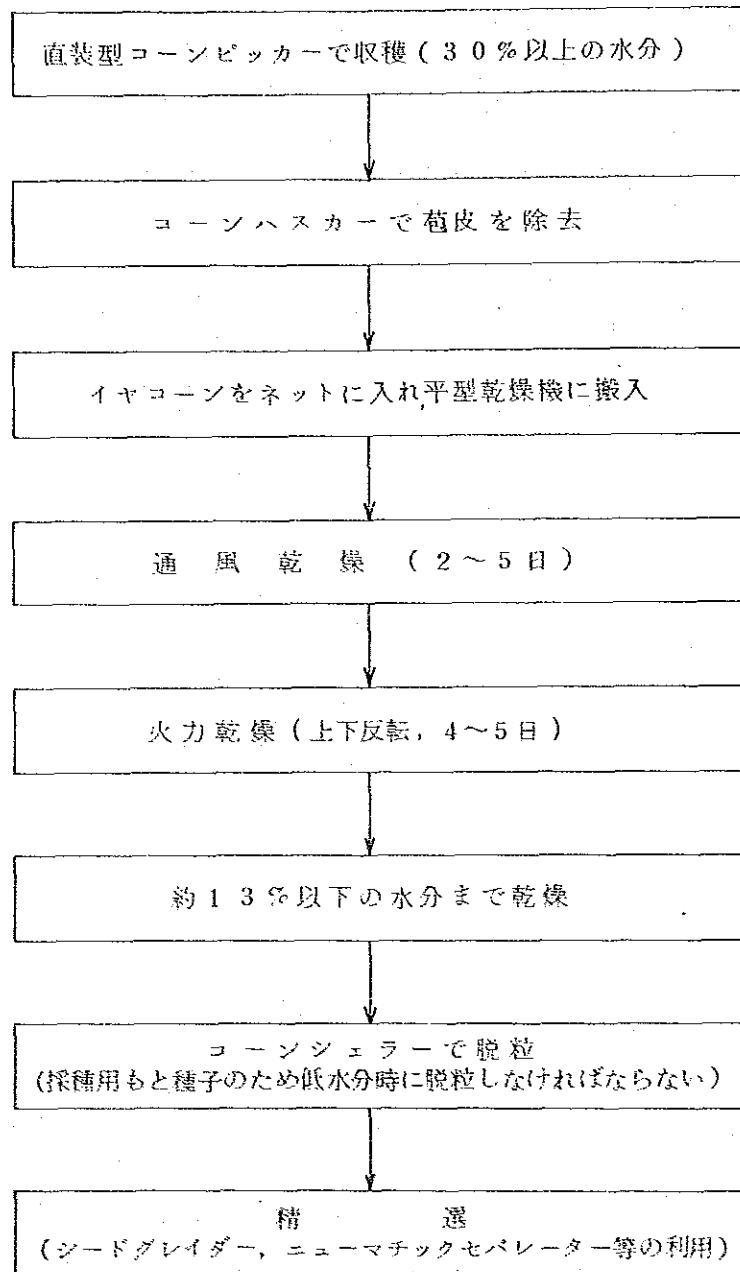


(3) 簡易安価な無加温・強制通風方式の乾燥施設。4
 ~6本の柱とトタン屋根のみの小屋をかけて雨を防ぐことが大切である。



(4) 集荷搬入集中期あるいは天候不順時において生ずる乾燥待ちとうもろこしの滞溜のうち、特に高水分のものを安全に一時貯留するために、乾座数台分の容量をもつ鉄板張り方形の通気サイロを設置する。

第14図 どうもろこし採種用基礎種子の収穫・調整方法の概略



3) プロジェクトの実施にあたって

(1) 乾燥・貯蔵分野におけるタイ側の協力体制

担当機関は農業・協同組合省農業局農業工務部 (Director: Mr. Jhak Jhakkaphak), 収穫・調整課 (Head: Mrs. Sriwai Singhagajen) である。同課の主な業務内容は、次の通りである。

- ① 農家を対象とした収穫後の機械設備の改良
- ② 研究活動を通して新しい技術の導入
- ③ 既存機器を使った簡易設備の開発
- ④ 収穫後の調整技術に関する情報収集及び交換
- ⑤ 収穫後の調整技術に関する研修の実施

現在は、農家が直面している収穫後の様々な諸問題に当たっているが、具体的には、子実の品質の維持、適切な乾燥方法、小型米のフライス盤の調整、乾燥機の設計及び製作、貯蔵方法等について取り組んでいる。研究活動は、農村レベルの精米機の開発、白米の長期貯蔵法並びに米等地の畑作物の乾燥機の改良等である。又、その他にもオーストラリアやアセアン諸国等の国際機関の援助によるプロジェクトにも取り組んでいる。

当課は、14 Engineers, 5 Technicians, 23 Workersを中心に構成されている。Work Shop (作業場, 約250 m²)及び研究室はバンケンから約30 km北上した所に位置するクロングラグに在り、課長と一部の職員がバンケンの事務所に、他の大部分の職員はクロングラグのセンターに勤務している。作業場には、旋盤、研摩機、溶接機等の機械が備わっている。予算規模は2,879,100 Bht ('83/'84)である。尚、参考までに Engineerの名簿を掲げる。

No	氏 名	備 考
1	Mr. Maitrie Thongswang	課長補佐
2	Dr. Maitri Naewbanij	
3	Mr. Nitat Tangpinijkul	
4	Mr. Satip Ratanapasakorn	
5	Mr. Viboon Thepaint	
6	Mr. Pimol Wuttisin	
7	Miss Euay Singhakul	
8	Mr. Chusak Chavapradit	
9	Mr. Chaiwat Paosuntadpanich	*
10	Mr. Siwarak Patawirat	*
11	Mr. Thongchai Kakkanakup	*
12	Mr. Charncchai Nhorkaen	*
13	Miss Napa Kungkietkul	*
14	Mr. Kasen Kasikampaiboon	*
Notes : * engaging in international projects		

(2) 協力課題及び内容

① 収穫後の貯蔵・調整方法とアフラトキシン汚染度との要因解析

貯蔵方法，乾燥方法，脱粒方法及び精選方法について行うが，その中でも特に乾燥速度とアフラトキシン産生菌の活性度関係を明らかにする。

② 乾燥，貯蔵及び脱粒方法の改善試験

上の要因解析のデータを基にし，且つ農家，仲買人等への普及の可能性を考慮しながら改善試験（比較試験）を行い適切な貯蔵・調整方法を提示する。

タイ側は主に集団農家（Group farmers）を対象とした機械的な乾燥機，貯蔵庫を考えているが，そのような高価な機械施設は現状での農家の経済状態，又は農家のアフラトキシンに対する認識の低さから，普及する可能性は殆んどない。又，農家の孤立心の強さ，農業協同組合の指導力，統制力がないため農家が機械設備を共同購入することは困難である。従って，対象は個々の農家と仲買人に大きく2分し，各々について対策を考える方がよいであろう。

(3) 問題点

① タイ側は，「機械改良」に重点を置いており，日本側の考える「既存機器を利用した乾燥・貯蔵施設の開発」とは相違がある。

② その相違は，タイ側の非公式な要請書にも表われている。即ち，要請の長期専門家は「Engineer of agricultural machinery」となっており，これについてはタイ側との協議の中で「Expert of Post harvest」と修正したが，機械改良も必要と考えられるため「Agricultural machinery」の短期専門家の派遣が必要であろう。

③ その後タイ側と再度協議した結果，農学の知識を持ち，且つ竹等を使った簡易乾燥機等の改良について対応可能なカウンターパートを要求したところ，タイ側も理解した。

④ 最終合同協議において，タイ側より次の事項に関する意見があった。

i) 作業場

クロングルアグは在る作業場に，新しい機械改良機材を導入すれば，新たにバンケンに建設する必要がない。

ii) カウンターパート

収穫・調整課の技術者は，クロングルアグの作業場，又は実験室で働いているため，そこから，30 km離れたバンケンに常時のカウンターパート配置は困難である。

これに対して日本側は，本プロジェクトは「アフラトキシン防除」を究極の課題としているため，栽培分野，貯蔵・調整分野，微生物分野の3分野が一体となってバンケンのセンターで研究を推進していく必要があるため，カウンターパートについても可能な限り常時バンケンで研究し，一方作業場についてもバンケン他の実験

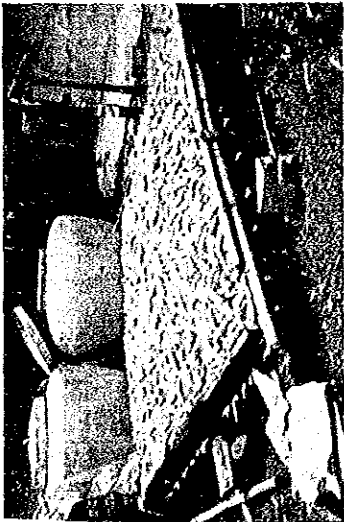
室と総合的に整備する必要がある旨を説明したところ、タイ側は非公式の場で一度同意したが、再度細部に亘り調整の必要がある。

尚、5年間技術協力予定としては、次のように考えられる。

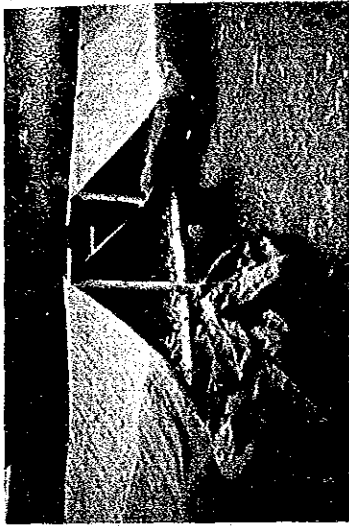
又、必要機材について協議/検討した結果は、第4章に記した。

No	区 分	技 術 協 力 予 定 年 次					注 意 事 項
		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	
1	取 種	← 実地調査 →	← 収穫方法の改善 →				(対象) 栽培分野と連けた 収穫時期、方法 取扱い etc.
2	乾 燥 機	a (イヤコーン) ローカル材料を利用 した簡易乾燥機施設	← 同 上 →	← 簡易乾燥機施設の改良 乾燥改善試験 →			◎ 簡易乾燥機を目標とし た試験 ◎ 施設整備後
		b (イヤコーン) 乾燥機		← 乾燥機の改良 乾燥改善試験 →			
		c (シェードコーン) 乾燥機	← 同 上 →	← 乾燥機の改良 乾燥改善試験 →			
3	脱 粒 (選 別)	← 同 上 →	← 脱粒機の改良 脱粒方法、等級改善試験 既存精選機による精選選別可能性試験 →				◎ 脱粒機…既存機材 後期…施設整備後
4	貯 蔵	← 同 上 →	← 貯蔵方法対策 →				◎ 前期…既存器具施設 後期…施設整備後
5	含 水 率, ① アフラトキシン関係	← 実地調査 →	← 簡易検定法、器具の開発 →				(AED) ◎ 栽培分野と連けた
6	香 葉 運 動		← アフラトキシン低減(収穫～貯蔵) →				◎, ◎, ◎
7	総 合 検 討					← 同 上 →	

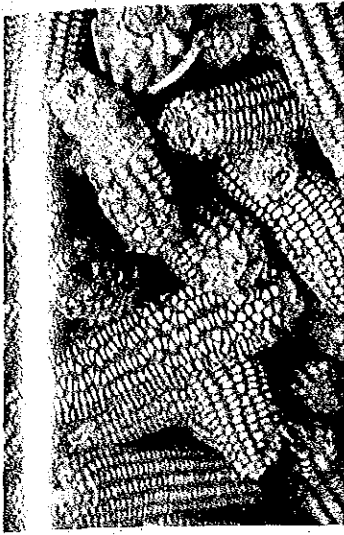
1. 各調査、試験はアフラトキシンの汚染と低減との相関をみる。
2. プロジェクトタイトの整備は2年目後半～3年目前半を想定した。
3. ◎は農家、◎はミッドランまたはコンクラー、◎は輸出業者(マクロ業者)を表わす。



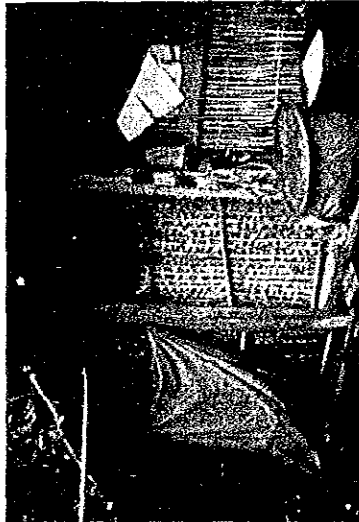
DS-1 採種農家における乾燥方法



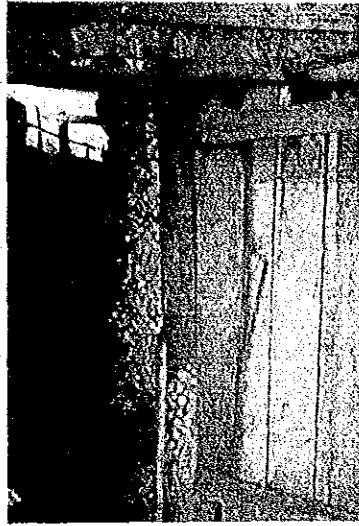
DS-2 採種農家の雌穂乾燥の一例



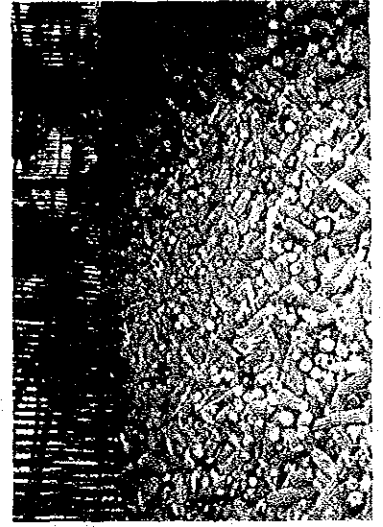
左：乾燥現状，右：選別前の雌穂 (Suwan 1)



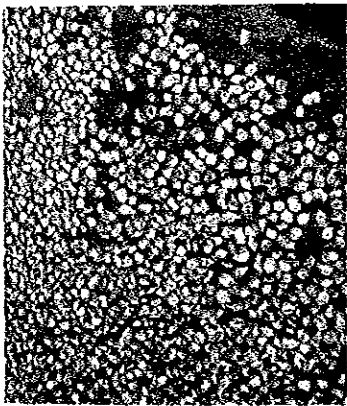
DS-3 採種農家の雌穂乾燥貯蔵状況 (Suwan 1) 左：収穫した雌穂の乾燥，右：選別した雌穂，袋詰にして出荷 (除外したものは A. Flavus 被害のものが多かった)



DS-4 農家における乾燥方法 (タクアア)



DS-5 パンリスリマンブ村の仲買人の貯蔵小屋



DS-6 仲買人による乾燥状況



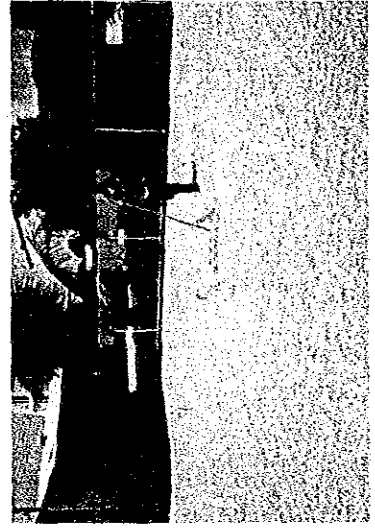
左図：A. Flavus 被害のとうもろこし穀粒が多く発見された
右図：左図の乾燥状況



DS-7 プラアタボードでの実験貯蔵庫



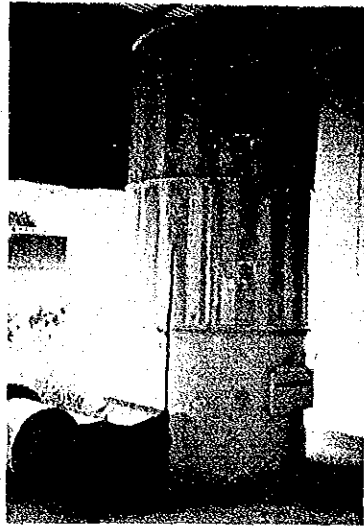
DS-8 太陽熱利用の施設



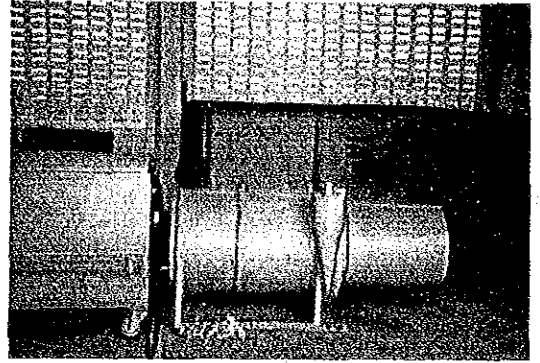
DS-9 反転乾燥 (タクブツ)



DS-10 穂芯利用の箱型温風乾燥機



DS-11 乾燥兼貯蔵機



DS-12 米穀利用乾燥機



DS-13 仲買人の脱粒機



DS-14 ナコンサウン畑作物研究センターの脱粒機及び種子精選機

