

專 門 家 名 : 山 下 律 也

指 導 科 目 : 品 質 保 証 技 術

派 遣 期 間 : 87. 7. 11 ~ 87. 8. 13

所 屬 先 : 京 都 大 学 農 学 部



## 業務状況報告

タイ国カセサート大学研究協力計画フェーズII実施協議チーム報告書（JICA, 62年6月刊）の内容<sup>1)</sup>にもとづいて今後の研究実施計画について、関係トピックリーダーと細部の検討を行った結果を総括すると次のとおりである。

### 1. トピック1, 園芸生産物の品質判定と貯蔵

1) 研究目的 (1) 果実の成熟度と品質の決定に必要な技術開発

(2) 果実・花卉及び野菜の貯蔵条件の確立

(注) 花卉については参考的に実施する程度で具体的テーマとしていない。

2) 研究担当者 リーダ, 研究担当者共当初計画<sup>1)</sup>のとおりである。

3) 必要機器類 当初計画の順位変更, 一部修正したものが提出されたが, 重要度区分(A・B・C)を更に検討し, 別表1のように順位をきめた。

4) 研究項目と研究予定年次

(1) 果実の成熟度と品質指標

(実施年次)

a. 成熟時における果実構造及び生理的变化の研究

1987 - 1991

成熟度決定用の機具の開発

1987 - 1991

b. 柑つきの味・生地に対する組織変化の研究

1987 - 1991

品質保持技術の開発

1987 - 1991

(2) 果実に対する包装技術

・マンゴその他果実のプラスチックフィルム包装実験

1987 - 1989

・同 ワックス処理実験

1988 - 1991

・ワックス処理法の開発

(3) 貯蔵技術

・果実・野菜に対する冷却, 環境調節貯蔵実験

1987 - 1991

5) 研究実施の細部計画

別表2にその計画を示す。既往の研究である程度の成果が得られているとの事であるがレポートとしては発表されていない。

6) その他

① 研究内容は主として低温貯蔵(0℃以上)であり, 冷凍貯蔵研究の必要性を強調したが, バンケンKUにこの研究部門があるので, CLGCでの研究は低温貯蔵に限定している由である。

② 日本における研究資料を若干提示し, 今後の研究推進に役立ててもらおうこととした。

③ トピック課題中, 2位に順位づけられ, トピック4と併行して研究される計画である。

1) タイ国カセサート大学研究協力計画フェーズII実施協議チーム報告書(JICA 62年6月刊)

## 2. トピック2, 収穫後の病害虫制御

1) 研究目的 主な輸出農産品の収穫後病害虫とその制御の研究

(注) 当初計画を一部変更し, 総合化した内容である。細部内容は後述する。

2) 研究担当者 当初計画の5人のメンバーより Mrs. Kanita Sangkaha を除外した構成メンバーとしている。

3) 必要機器類 当初計画の14点から8点にしぼったものが提出されたが, 更に検討を加え, 別表1のような5点にきめた。

4) 研究項目と研究予定年次 (実施年次)

- |   |             |
|---|-------------|
| (1) パパイヤ, マンゴー, ランウータン, その他主な輸出農産品の病害虫による損失   | 1987 - 1989 |
| (2) 収穫後の主な病原菌と害虫の生物学                          | 1988 - 1990 |
| (3) 温湿度など成熟期における害虫・病原菌繁殖に影響する要素               | 1988 - 1990 |
| (4) 呼吸率, エチレン成生, 糖分, アミノ酸など病害虫にもとづく生理学・生化学的変化 | 1988 - 1990 |
| (5) 病害虫の物理・化学的制御の測定                           | 1988 - 1991 |
| (6) 結果とその報告                                   | 1991        |

5) その他

① 派遣者(報告者)が病害虫の専門家でないため研究助言があまり出来なかった。

② トピック4課題中, 順位は4番目である。最後に位置づけてあるので重要度が低い。

## 3. 換金作物におけるアフラトキシンの制御

1) 研究目的

(1) *Aspergillus Flarus* 菌と有毒物質生成に関する収穫前後の環境要因の解明

(2) アフラトキシン定量の高効率技術の開発

(3) 物理・化学的手法によるアフラトキシンレベルを最低に抑える方法の研究

2) 研究担当者 リーダ, 研究分担者共に当初計画のとおりである。

3) 必要機器類 当初計画の順位変更及び21件の機器を8件にしぼったものが提示されたが, 更に上位4件に圧縮した(協議の上)。なお, その結果は別表1に示す。

4) 研究項目と研究予定年次 (実施年次)

- |   |             |
|---|-------------|
| (1) 収穫前後の <i>Aspergillus Flarus</i> 菌と有毒物質生成に関する環境要因の解明 | 1988 - 1991 |
| (2) 物理・化学的手法によるアフラトキシン最低抑制の研究                           | 1988 - 1991 |
| (3) アフラトキシン定量の高効率技術の開発                                  | 1988 - 1989 |

5) 研究実施の細部計画

研究計画の概要(英文)が示されたが, 研究ユニット, 運営費等は不備のままである。研究を積極的に推進するため, 現在関係文献の調査を実施中であり, また既往の実験結果は1988年に発表(印刷)する予定である。

#### 6) その他

- ① 現在までの研究結果及び調査研究（文献調査）結果について意見を交換し、収穫後の処理がアフラトキシン防止に最も重要であることなど意見の一致をみた。
- ② この研究について、タイ在住の研究態勢4部門（TTC, 熟研, タイ・トウモロコシ品質向上計画及び本プロジェクト）が実施又は予定していることを説明し、今後密接に連絡すべきことを要請した。
- ③ このプロジェクトの課題と研究方向について、タイ・トウモロコシ品質向上計画の団長吉山氏には説明済である。

#### 4. 園芸生産物の処理, 包装・貯蔵技術体系の開発

##### 1) 研究目的

- (1) 予備冷却, 選別, 選果, 洗浄及び包装に関する機械化装置の開発
- (2) 近代的包装システムの研究
- (3) 果物及び野菜輸送用の経済的冷蔵コンテナの開発
- (4) 農民レベルに改良された貯蔵システムの開発

2) 研究担当者 当初計画の5人のメンバーにMr. Prayuth Suwbnchewakornを加え、6人で研究推進に当ろうとしている。

3) 必要機器類 当初計画では43点の要求であったが、今回は10点にしほり、更に今回の検討で3点とし、別表1のように順位をきめた。

##### 4) 研究項目と研究予定年次

(実施年次)

(1) 選別機（粒大）の設計, 構造及びテスト	1987 - 1988
(2) 洗浄機	1988 - 1989
(3) 予冷機	1989 - 1990
(4) 包装機	1990 - 1991
(5) 選果機（色彩）	1988 - 1990
(6) 果物及び野菜輸送用の経済的冷蔵コンテナの開発研究	1987 - 1989
(7) 適切な環境貯蔵システムの開発研究	1987 - 1989
(8) 精選果実・野菜の適切な包装装置の開発	1988 - 1990
(9) 可能性のある経済的技術の研究	1990 - 1991
(10) その他普及, セミナー, 工作, マニアルの作成と技術報告書	1990 - 1991

##### 5) 研究実施の細部計画

上記4)の研究項目を提示し、研究単位、必要とする運営経費を概算している。

##### 6) その他

- ① トピック課題中、1位に順位づけられている。機械中心の研究であるが、トピック1の研究が先行し、協調した研究を推進すべきである。
- ② 温度測定用のセンサ・記録計は両者で使用する計画とのことである。
- ③ 日本における研究資料の若干を渡し、今後の研究推進に役立てようとした。

## 5. 総合的意見

### 1) 機材援助予算の配分

予算の配分はプロジェクト・サブプロジェクト・トピック区分による差が生ずると考えられフェーズⅡ全体としての考え方もあると推定されたので、今回の協議においては特に取り上げなかった。フェーズⅡ KU組織の結論をまっとう対応すべきものと思われる。

### 2) 機材費の価格とスペック

別表1はトピックリーダーの申し出た額をそのまままとめた。適正な金額は見積書の提出をまつ必要があるので、要求機材のスペック又はカタログを別の資料で示した。

### 3) トピック別の重要度

サブプロジェクトⅡB「品質管理技術の開発」課題から考察すると、

- ① 園芸生産物の処理、包装、貯蔵技術体系の開発
- ② 同 品質判定と貯蔵
- ③ 換金作物におけるアフラトキシンの制御
- ④ 収穫後の病害虫制御

の順位と考えられる。なお、①、②は併行的に研究の推進をはかってはじめて成果が上るものと思われる。

## 6. その他

### 1) 携行機材・単粒穀物水分計

今回持参した上記水分計を種々の種子類について実験した結果は次のとおりである。

- ① 粳・玄米・精米粒については有効に使用できるが、単粒供給プレートが短粒種（Japonica）対象に製作されているため、長粒種（Indica）には、若干支障を来すので、供給プレートを一部修正する必要がある。
- ② 現地の粳・玄米・精米を供試して実験した結果、米粒間の水分差が明確にとらえられ穀粒の乾燥貯蔵上の問題を解明する上で非常に有効であることが判明した。種子工学ユニット及びAMC（特に稲用脱穀機の改良サブプロジェクト）で活用できる。関係者は興味をもち、今後の成果に期待がもたれた。
- ③ 米麦以外の種子については、大根種子、スイカ種子及び径3mm程度の豆に適用できることが判明したが、供給プレートの改良と各種子に対する水分補正用キーを作成する必要がある。
- ④ コーン粒に対しては粒大のため使用できなかった。ロール間隙及びロール径を改良したものを試作する必要がある。アフラトキシンの制御には乾燥貯蔵時の対策が重要であり、コーン水分の動きをとらえる必要があるため、コーンに適用できる単粒水分計の開発が急務である。
- ⑤ 単粒水分計は単粒水分値、平均水分値、標準偏差及び水分別度数分布が印字されるので、本プロジェクトでの使用頻度が非常に高いことが予想される。AMCでは更に1台の追加を強く希望していた。

2) セミナーの開催 (講師 山下律也)

CLGCの希望により、穀粒の水分測定法及び穀物乾燥の省エネルギーについて8月7日午前11時より12時20分まで会議室で実施した。受講者は約35名で、その概要は次のとおりである。

- (1) 穀粒の水分測定法、持参した単粒水分計を中心に特長、性能を述べ、実演を行った。新製品で多くの特長をもつので、強い関心をよんだ。
- (2) 穀物乾燥の省エネルギー、出穂後の米の状態変化、省エネルギー問題、太陽熱の利用、バイオマス利用、熱の有効利用について述べた。最近における研究成果が中心であったため、種子工学ユニット及びAMC関係者の興味をひき、その後、個別の質問も多かった。

別表及び資料の添付

別表1. サブプロジェクトⅡB、整備機器リスト(トピック別要求) P 1

別表2. ⅡBトピック1 年次別細部研究計画 P 2

「別表1」

## Sub-Project II-B 整備機器リスト (トピック別要求)

Topic	順位	機器名 (一部略して表示している)	値 段	希望購入 年 次	備 考
1	1	12-Channels temperature recorder with sensor probes	80,000	1	4-1 購入時は削除
	2	Digital hygrometer	24,000	1	
	3	Water distiller	80,000	1	
	4	Primary gas standards 1% CO <sub>2</sub> , 10% CO <sub>2</sub> , 2% O <sub>2</sub> and others	60,000	1	
	5	High-low temperature alarm instrument	60,000	1	
		Total	304,000		
2	1	Compound microscope with photographic unit	300,000	1	
	2	Transfer chamber	270,000	2	
	3	Controlled environment chamber	180,000	3	
	4	Ripening chamber	85,000	3	
	5	Vapour heat treatment system	350,000	4	
		Total	1,185,000		
3	1	Densitometer with computer printer and software	860,000	1	
	2	Spotter	74,000	2	
	3	Evaporator, votavapor rotatory evaporation	46,000	3	
	4	DESAGA standard separating chamber	4,400	4	
		Total	984,400		
4	1	Temperature recorder thermocouple sensors	500,000	1	1-1に併用する
	2	Signal analyzer	500,000	1	
	3	Low-level in put A/C converter	400,000	1	
		Total	1,400,000		
(注)		1) 機器類の値段は担当者が予想した価格を示す。 2) 機器名の細部は要求希望リストを参照のこと。(合計)	3,873,400		



「別表2」

II Bトビック1. 年次別細部研究計画

	1987	1988	1989	1990	1991
果実の成熟度指標	ドライアン熟度と果実硬さの関係	種々の成熟段階における果実の音波特性	→	同左音波特性に関する測定機器の開発	軟果実の成熟段階における音波特性
柑きつの品質指標	カルシウム含量とプロ硬度	プロメロの成熟指標	プロメロ品質保持の技術開発	→	同左経済的技術実験
果実に対する包装技術	害虫発生防止のための低温処理	プロメロの硬さに対するペクチンエステルの活性	→ 継続	害虫発生防止の経済性の実験	→
	マンゴに対するワックス処理プラスチック包装実験	→	→	ワックス処理技術改善	→
	ワックス処理法の実験	→	→	経済的な利用技術	→



專 門 家 名 : 高 橋 英 一

指 導 科 目 : 農 業 環 境

派 遣 期 間 : 87. 12. 15 ~ 88. 1. 20

所 屬 先 : 京 都 大 学 農 学 部



## 業務状況報告

タイ国カセサート大学研究協力計画フェーズII "Tentative Implementation Program for the Strengthening Research Activities (Phase II) Project at Kasetsart University, Thailand (December 1987)" の内容にもとづいて、今後の研究実施計画について関係トピックリーダー (Dr. Irb) および研究協力者らと討議を行なった結果を総括すると、つぎのとおりである。

### 1. トピックII-a-2

熱帯サバンナ気候における土壌悪化の監視と管理

#### 1) 研究目的

- (1) 自然状態で土壌悪化がおこる問題地域の確認
- (2) メクロン川流域における熱帯サバンナ気候帯での土壌悪化度の評定
- (3) 畑作物および野菜類の収量確保のための悪化土壌改良技術の開発

#### 2) 研究担当者

リーダーおよび研究協力者共、当初計画と変更なし

#### 3) 必要機器類

当初計画の重要区分度を検討した結果、変更ないことを確認した。

#### 4) 研究項目と研究予定年次

(項 目)	(実施年次)
(1) 問題土壌の存在する地域の決定	1987 - 1988
(2) 土壌環境に対する塩分の影響	1988 - 1990
(3) 問題土壌の粘土鉱物および土壌構造	1988 - 1990
(4) 問題土壌の悪化度の評定	1987 - 1990
(5) 問題土壌の物理性	1987 - 1990
(6) 圃場およびポット試験の実施	1988 - 1990
(7) 悪化土壌改良技術の開発	1989 - 1991

#### 5) 研究実施の細部計画

##### (1) 問題土壌の存在する地域の決定

研究実施対象地域であるメクロン川流域 (Mae Klong basin) に hard pan (作物根の伸長を阻害するおそれのある緻密な土層) あるいは塩分集積のみられる問題土壌が存在することは1985年から1987年にかけて行なわれた予備調査 (Irb Kheoruenromne et al. Problem Assessment of Hardpan, Salinity and Sodicty of Soils in Mae Klong Basin KU-ACNARP Project No. 6 page 137-187 1987) で確認されており、今後はそれらの分布地域を明らかにしてゆく。これを行なうには現地土壌調査のほか、ランドサットの影像解析 (とくに乾季における) が有効であるが、その利用の可能性 (経費等) については検討を要する。

(2) 土壤環境に対する塩分の影響

(3) 問題土壤の土壤鈹物および土壤構造

これらについては予備調査（前述）で若干の地点についてすでに検討されており、今後は調査地点を増やしてゆくことによって地域の全貌を明らかにする。

(4) 問題土壤の悪化度の評定

塩類集積土壌については、調査項目（Ece, ESP, SAR）の値から、USDAの分類方式によって悪化度の評価づけを行なう。hard panについては作物栽培期間においてはそれほど問題にならないことが、予備調査の結果みとめられている。

(5) 問題土壤の物理性

表層から深さ2 mまでの土壤密度（bulk density）およびその季節変化については予備調査において若干の地点についてくわしく調べられている。今後は調査地点を増やすとともに、作物に対する影響を発芽および根の伸長について検討する。なおその方法については研究協力者の一人であるDr. Visootによって検討されている。（前述K U-ACNARP Project No.6に掲載されている）

(6) 圃場およびポット試験

ポット試験では種々の作物および品種の耐塩性の試験（スクリーニング）を行なう。圃場試験では塩類集積への対策について検討する。その一つとして研究協力者の一人であるDr. Aschanの考案になるSand Mulching Cultureの検討を行なう。これは土壤の表面を5~10cmの砂の層でおおい、これによって土壤表面からの水の蒸発を抑制し、土壤表層への塩分の集積をおさえるのがねらいである。砂層に接種、移植された作物は砂と表土の境界層に根を伸ばして生長する。費用は5cmの砂層をつくるとして1rai当たり80トンの砂を要するが、費用は15トン当たり800パーツ即ち約4000パーツほどですむので、実施は可能と思われる。

試験によって作物の種類による必要な砂層の深さおよび適当な施肥方法を明らかにすることを考えている。また適当な有機物質材を表層土に鋤き込み、これにSand Mulchingを併用して、作物の根圏域を拡げた場合の効果についても試験することを考えている。

さらに耐塩性のあるマメ科植物を輪作体系の中に導入し（例へばcorn-salt tolerant legumeの如く）、地力窒素と土壤有機物レベルを向上させる試験も予定している。これについてもDr. Aschanによって検討が行なわれており、Sesbaniaはマメ科植物としてはかなり耐塩性があるようにみうけられる（カンペンセンキャンパス内の圃場に塩のふきでているところがあり、そこではMimosaは生育不能であるがSesbaniaはある程度生育している）。これについては今後の検討がさらに必要である。

(7) 悪化土壤改良技術の開発

(1)から(5)までの研究結果によって問題土壤の不良度とその分布の状況が明らかになり(6)の研究によって適当な作物および栽培方法がみいだされれば、両者を勘案することによって、経済的に実施可能な改良技術を策定することができるとと思われる。

## 2. 総合意見

### (1) 本研究の学術的価値について

本研究の対象地域であるメクロン川流域はタイ国でもっとも肥沃であり、重要な農業地域であるが、その中に“問題土壌 (Problem Soil)”の存在することがみとめられている。それは、乾季における表土への塩類集積と hardpan の生成であり、とくに前者が問題である。

本研究の内容は2つにわかれており、第1は問題土壌の化学的、物理的性質と分布状況の調査であり、その成果が得られれば学術的見地から価値あることは疑いをいれない。第2は主要な問題土壌である“salt affected soil”対策に関するものであるが、これは現地に適した耐塩性作物、品種のスクリーニングと栽培方法の検討を含んでいる。試験の性質上一定の成果をあげるにいたるまでにはかなりの年数を必要とするが、実際的価値の高いものであり、本研究の最終目的でもある。

耕地の塩類化は現在世界的に重要性を増しつつある問題であり、先進諸国（カナダ、米国、オーストラリアなど）では研究が進められているが、東南アジア地域ではタイがはじめてであり、その点、どれだけ成果が得られるか注目される。

なお、タイで土壌の塩類化が深刻なのは東北部である。比較的恵まれた環境にあるメクロン川流域を対象に行なわれた本研究の成果を、東北タイの塩害多発地域の農業あるいは緑化に役立てることは大変意義のあることであり、また本研究のトピックリーダーの意図もそこにある。

### (2) トピックリーダーへの研究上の助言

表層土への塩類集積は乾季におこる。その集積程度および面積を察知するには地下水の監視が必要であるが研究実施項目に含まれていなかった。そこで乾季における地下水位と地下水質のデータをとるように助言した。“問題土壌”についてはその化学性、物理性、粘土鉱物はしらべられるが、微生物性は含まれていないので、これについても実施するように助言した。すなわち、アンモニア化成（有機態窒素の無機化）硝酸化成、脱窒、窒素固定に対する塩類の影響についての検討である。これらは塩類土壌で作物を施肥栽培する場合に必要な知見である。またこれらについての研究報告は現在のところ極めて少ないので学術的にも意義がある。本トピックの研究協力者の中には土壌微生物学を専攻した者はいないが、Bangkhen キャンパスの土壌学研究室には土壌微生物学者がいるので研究実施は可能なはずである。

## 3. その他

### 1) 携行機材について

トピックリーダーより要望のあった機材の中予算枠内で原子吸光装置用バーナー（取りかえ分）、塩分計、durometer（土壌硬度計）を携行した。現有原子吸光装置（島津製、JICA供与品）は1987年秋以来故障中であり、当初原因はバーナー部分にあると思われる。そのために携行の要望があったのであるが、その後ほかの部分の故障らしいということに

なった。現在のところいまだに現地（タイ）代理店は対応できていない。しかしバーナーはスペアーとして保有しておくことは無駄ではない。塩分計はナトリウム電極によってナトリウム（あるいはNaCl）を測定するもので、デジタル表示、ポータブルタイプである。現在CLGCの実験室には電気伝導度で総塩類濃度を測定するECメーターがあり（ポータブルではない）これを使用して土壌のEC等を測定していたので、主要な塩類であるNa（NaCl）を現地で測定できるように本塩分計を持参した。本機器は極めて有用であったが現地に携行して測定中に電極の取扱い方が悪く破損した。そこで新たな電極の供与をお願いするとともに（JICAに）、今後は現地携行はやめ実験室に常置して現地から採取したサンプル（土壌、水）を実験室内で測定するように勧告した。durometer はテストした結果、良好であった。

#### 2) セミナーの開催（講師 高橋英一）

CLGCの希望により“Some Topics on the Two Beneficial Elements--Sodium and Silicon”と題して、1988年1月13日午後3時より4時30分まで会議室で実施した。受講者は約20名。

講演の要旨は別添のとおりである。

#### 3) 供与機材のメンテナンスについて

CLGCのSoil and Fertilizer Testing and Applied Research Unit (Topic II-A-2 担当 Unit) の Diffract Meter と原子吸光装置が昨秋以来故障で使用不能となり、分析すべきサンプルが山積している。現地（タイ）代理店に度々督促しても技術的に対応し得ない状態である。

供与機材のアフターケアは機材の有効利用の上で極めて重要であることが、現場をみることによって痛感させられた。この点、今後何らかの考慮、処置が必要と思われる。

カンペンセンの電力事情は必ずしも良好でないようである。CLGCへ供給されている電力の電圧が不安定であるならば、それは機器の故障の原因となり、また寿命を短くする。この点をしらべて、もしそのようなことがあるならば、電圧の安定をはかる処置を講ずることが根本的対策となろう。

#### 4) 研究員の受け入れについて

CLGCのSoil and Fertilizer Testing and Applied Research Unit の researcher であり、トピックII-A-2のCo-workerである Mrs Patcharaporn Pupibul は1988年4月より京都大学農学部農芸化学教室植物栄養学研究室（本専門家の研究室）において修士課程の研究を2年間行なう予定であり、すでに1987年10月に来日し研修員として当研究室に滞在している。今回の短期派遣期間中に彼女の所属する機関の実情（CLGCあるいはUnit）やタイの農業環境を実際にみることができたのは、今後、彼女の研究指導を行なう上に非常に有益であり、また、本プロジェクトへの今後のかゝり方を考える上にも役立つことが多かった。



## ☆感想

今から22年前(1966年8月)タイ国 Central Plain 一帯の稲作状況の調査を行った際、浮稲(floating rice)はかなりの面積を占めていた。<sup>\*</sup>しかし現在はほとんど姿を消している。当時稲の収穫面積は約600万ha、平均単収は約1.6 t/haであったが、現在では約900万ha、2.0 t/haの水準を保っている。これは栽培面積において50%、単収において25%の伸びである。また籾1kgの生産者価格と硫酸1kgの購入価格の比は当時は約1/7であったが、現在ではほぼ1/1になっている(因みに1950年のわが国のそれは約1/0.5 - ただし玄米 -, 1980年は1/0.1であり、いかにわが国の窒素肥料が相対的に安価であるかがわかる。そしてそれは過剰施肥の一因になっている)。これは過去20年余りの間にダム建設が進み灌がい水の配分、水位調節が改善され、また施肥の導入が以前よりも容易になったことを示しており、タイの農業が徐々にではあるが集約化の方向へ進んでいることを示している。

しかし、熱帯サバンナ気候下では排水のともなわない灌がいは土壤に塩類集積をひきおこすことは常識である。トピックII-a-2の主要課題はタイ国における耕地への塩類集積の実態把握とその対策であるが、これは農業の集約化の過程であらわれた問題であると認識される。地下水が潮位の影響をうける河口域の水田や下層に岩塩層を有する地域(東北タイに多い)では排水が絶対に必要である。これを行なわない限り塩類集積問題の根本的解決は望めない。しかしそれには多大の経済投資が必要である。こう考えるとこの問題は技術的よりも政治経済的な問題であるような気がする。しかし、技術的な面に限定すれば、タイの農業にはわが国にはない開拓すべき広大なフロンティアが存在している。

### \* 高橋英一:

- |                         |         |      |               |
|-------------------------|---------|------|---------------|
| タイ、マラヤ、カンボジアにおける稲作施肥をみて | 東南アジア研究 | 5(1) | 155-165(1967) |
| 東南アジアの水稲施肥に関する一考察       | 東南アジア研究 | 5(4) | 673-683(1968) |



專 門 家 名 : 小 清 水 弘 一

指 導 科 目 : 農 業 環 境

派 遣 期 間 : 87. 12. 21 ~ 88. 1. 20

所 屬 先 : 京 都 大 学 農 学 部



## 業務状況報告

フェーズII実施協議チーム調査報告書<sup>1)</sup>及び同暫定実施計画<sup>2)</sup>(TIP)に基づいて開始されている研究に関して、関係トピックリーダー及び各メンバーと細部について検討を行ない研究の進展を図った結果をとりまとめると以下の通りである。

### 1. Sub-Project II A-Topic 4: 動物疾病及び植物病虫害防除用生理活性植物成分

1) 研究目的(報告書<sup>1)</sup> 29~30頁; TIP<sup>2)</sup>, 資料1 51頁)

- (1) 家畜動物の外生寄生虫防除活性を有する植物成分を探索し、実用化を図る。
- (2) 家畜動物乳腺炎に薬理作用を示す植物に含まれる有効成分を明らかにする。
- (3) 植物病虫害を特異的に制御する植物成分を検索する。
- (4) それらの生物活性植物成分を精製し、化学構造の決定を行なう。

2) 研究担当者

当初計画(報告書<sup>1)</sup>, 30頁)に記載されている研究担当予定者1名に変更があり、TIP<sup>2)</sup>(51頁)の通り、トピックリーダー Dr. Neungpanich Sinchaisri, アドバイザー Dr. Suthum Areekul 及び協同研究者9名、計11名からなる。

3) 必要機材類

CLGCのEnvironmental Science Laboratoryの現有機器類と研究予定年次計画とを再度詳細に比較検討し、TIP<sup>2)</sup>(52~53頁)を一部修正して、別表1の通り機器名と順位を改変した。本トピックにおける重点機器は核磁気共鳴装置(NMR spectrometer)であり、その選定理由は後述する。

4) 研究項目と研究予定年次は次の通りである。

研究項目	年次
(1) 家畜動物の外生寄生虫を防除する生理活性植物成分	
(1.1) 自生する生理活性植物(根茎及び種子を含む)の探索と採集	1987
(1.2) 薬用植物の抽出と粗抽出物の外生寄生虫に対する生理活性	1988 - 1991
(2) 2種植物(Ya-nguangchang 及び Ya-pakkwai)の薬理作用及び家畜動物乳腺炎に対する相乗効果の検討	
(2.1) 植物の採集、抽出及び乳腺炎に対する処理法の検討	1987 - 1991
(3) 生理活性物質の精製と構造決定	
(3.1) 薬用植物の活性粗抽出物の精製と構造決定	1989 - 1991

1) タイ国カセサート大学研究協力計画フェーズII実施協議チーム調査報告書(JICA 62年6月刊)

2) Tentative Implementation Program for the Strengthening Research Activities (Phase II) Project at Kasetsart University Thailand (JICA, December, 1987)

(4) 植物病虫害防除に対して高度特異的活性を有する植物成分の研究	年	次
(4.1) 特異的活性物質を含む植物種の探索	1987	— 1988
(4.2) 活性成分の粗抽出物調製	1987	— 1990
(4.3) 特定の害虫による試験	1988	— 1990 後半 前半
(4.4) 分配精製と生物活性の再試験	1988	— 1991 後半 前半
(4.5) 活性物質の精製, 構造解析と同定	1990	— 1991 後半 前半
(4.6) 被験用昆虫の増殖	1987	— 1991

#### 5) 研究実施の現況と計画

##### (1) 本研究の重要性

タイ国における農業の輸入量は、17,400トン（1985年）に達し、合成農業は農業病虫害防除のために必須の手段となりつつある。その反面、残留農業による公害は農業環境の悪化のみならず、食品衛生上極めて深刻な問題を生み、最近の現地新聞でも取り挙げられている（Bangkok Post, Jan. 3, 1988, 資料2）。また、タイ国における昆虫や植物病原菌などのライフサイクルは熱帯気候条件下のために短かく、合成農業に対し抵抗性を示す病虫害が容易に発生する。

トピックⅡA-4では、タイ国に自生する多数の薬用熱帯植物を農業的に利用することを目的とし、農業抵抗性病虫害に対して有効な植物を広く探索しようとするものである。各国のこれまでの研究成果から類推して、植物起源の生物活性物質が、そのまま農業に利用されている例は限られている。従って、天然生物活性植物成分を合成農業と併用する方向で検討を加えたり、化学修飾を試みれば、強力な農業活性が期待され、緊急度の高い研究テーマと云えよう。

##### (2) 従来の研究経過

本トピック分野における原著論文は皆無である。その理由の一つは、化学構造決定、化学合成などの有機化学を習得した博士研究者が見当たらないことによる。しかし、1987年度においては、昆虫学及び獣医学を専門分野とする当トピックメンバーによって势力的にタイ国産薬用植物の文献調査が実施され、有望な有用植物リスト（別表2）の作成が完了している。その中の5種を採集し、2種（*Stemona collinsae* 及び *Melia azedarach*）については水、エタノール及びアセトンで抽出し、殺マダニ活性を検討したところ、*S. collinsae* の水抽出物が強い活性を示すことを見出している（Progress Report<sup>3)</sup> 参照）。

##### (3) 研究実施の現況

1987年12月下旬から1988年1月上旬にかけて、別表3に示した19種の植物を Chainat（12月24日）、Chantaburi（1月1日～2日）Kanpehsean Campus（1

3) Progress Report on Research Activities, the Strengthening Research Activities (Phase II) Project, Kasetsart University, Thailand and JICA (December, 1987)

月5日)及び Chiang Mai (1月15日~17日)に於てトピックII A-4メンバー及び専門家により採集し、技術移転した方法により(エタノール抽出、ろ過、濃縮、酢酸エチル分配抽出、シクカゲルカラムクロマトグラフィー及び薄層クロマトグラフィー)、抽出製精操作を進めている。

#### (4) 今後の研究実施計画

本トピックメンバー(CLG C, Environmental Science Unit)と専門家所属研究室(京都大学農学部食品工学科農業分析学研究室)が協同して研究の発展に努めるよう合意を得た。CLG Cにおける有機分析化学関連機器は皆無であり、本トピックを進展させるためには、先ず強力な研究協力が不可欠である。

なお、計画の詳細は以下の通りである。

抽出単離 : CLG C, Environmental Science Unitで実施する。但し、分離精製の困難な抽出物については、専門家所属研究室に送付させて実施する。

生物試験 : 殺マダニ(家畜外生寄生虫)、殺コナダニ(野菜害虫)、抗細菌(ウシ乳腺炎症病因細菌)は、カセサート大学CLG C, 獣医学科、昆虫学科で実施する。抗菌(植物病原菌)、除草、殺虫、抗発がんプロモーションなどの活性については、専門家所属研究室及び日本の他の研究所(企業を含む)と協同して実施する。データは相互に交換し、協議する。

構造決定, 合成 : 分析機器が充実するまでは、主として専門家所属研究室で行なう。この間に、本トピックのco-workerが短期に研修あるいは長期に留学することによって協同で実施したい。成果の発表は連名で学会誌に投稿する考えである。

農薬活性評価 : CLG C及び専門家所属研究室などで実施を予定している。

## 2. その他の関連するトピック

### 1) II A-1の研究計画について(TIP, 42~44頁)

本研究計画には土壌中における農薬の代謝分解物を物質レベルで追跡する部分が含まれている。この点に関する研究は、農薬製造企業ですでに先行し、詳細な研究も多いので、微生物サイドから研究を進めるのが適当であると考えられ、コメントを与えた。これによって、タイ国土壌に特徴的な微生物を見出すことができるものと期待される。専門家の獅山教授も同意見であり、co-workerに種々コメントされている。GC分析にはキャピラリーカラムが適当である旨、解説した。なお、トピックリーダー Dr. Vichai KorpraditskuiよりGC-分析用農薬標準サンプルの入手方依頼され、帰国後当該農薬企業から供与していただくよう努力する旨、約束した。

### 2) II B-3の研究計画について(TIP, 61~63頁)

トピックリーダーMrs. Chintana Chanaと打合せる時間が無く、残念であったが、minicolumn techniqueの分析法も詳細は不明であり、immunoassayを採用する方向で

計画されているが、専門家の指導が不可欠であるように思われる。

### 3. 総合的意見

#### 1) 重点機器の設置について

CLGCがカセサート大学において研究の中心となるよう発展させるためには、共通機器センター的要素を持つことが重要であると考えられる。

ⅡA-4で将来希望しているNMR装置は、測定はほとんど自動的で操作も簡単である。タイ国の大学では稀な高額機器の一つであり、共通測定機器として最適であると考えられる。

#### 2) 研究成果の評価と機材の供与について

フェーズⅡの2年次以降では研究成果の評価を厳しく実施し、成果に応じて要求機材の充当を認めるようお願いしたい。

#### 3) 協同研究の推進

専門家は、CLGCとの間で協同研究を行なうのがCLGCの研究活性化を促すものと考えられる。総てのトピックスにあてはまらないと思われるが、専門家を選定される時の条件の一つと考えられる。

#### 4) その他

機材のメンテナンスの重要性や文献の整備などについては、他の専門家によって指摘されているので重複を避ける。ただし、機材に故障が多い理由の一つに電圧の変動と停電が原因と考えられる場合もあるようである。スタビライザーを付属させたり、停電後の復帰用リセットボタンを装着するなど検討を要する。

### 4. その他

#### 1) 携行機材の利用状況（資料3）

マイクロインデクション装置（KK-1）は、昆虫や動物に被験試料を塗布または注射する装置で、生物活性試験で早速利用されている。薄層クロマトグラフ装置（KK-2～KK-4）は植物抽出成分を分析するための装置で、CLGC既存の装置を強化するものであり、日常的に使用されている。ワーリングブレンダー（KK-5）は植物体を抽出する際に多用している。スプレーガン（KK-6）は、植物抽出成分を野外で散布して活性を調べる目的の装置で現在のところ未使用である。

#### 2) 昭和63年度カウンターパート研修員の推薦について

Miss Suratwadee Jiwajinda, B.Sc.を次年度派遣研修員として推薦したい。今回専門家として滞在中最もよく実験指導を行なった co-worker の一人で、その研究内容から判断して、当専門家の担当講座で受入可能である。

#### 3) セミナーでの講演（資料4）

CLGCの依頼により「トウダイグサ科植物のエプスタインバアルウイルス活性化因子と発癌との関係」について、12月29日（昭和62年）、午前11時30分より12時30分まで会議室で実施した。受講者は約30名。タイ国にもトウダイグサ科植物が広く観賞用として栽培されており、発癌環境因子となり得ることから、受講者の興味を唆った。



MEDICINAL PLANTS TO BE EMPHASIZED IN PROJECT II A, TOPIC 4



Thai Name	English Name	Botanical Name
Takraihom	Citronella grass	<u>Cymbopogon nardus</u> Rendle ( <u>Andropogon nardus</u> L.)
Yapakkwai	—	<u>Dactyloctenium aegyptiacum</u> Willd Gramineae ( <u>Eleusine aegyptiaca</u> Desf.)
Wannum	Sweet flat	<u>Acorus calamus</u> Linn.
Taokiad	—	<u>Homalonena aromatica</u> Schott
Nontaiyark	—	<u>Stemona collinsae</u> Craib.
Kamin shun	Tumeric	<u>Curcuma longa</u> Linn. ( <u>C. domestica</u> Valetton)
Hang Nok Yoong Thai	Peacock Flower (Paradise Flower)	<u>Caesalpinia pulcherrima</u> Swartz.
Praya-rai-bai	Milk Bush	<u>Euphorbia tirucalli</u> Linn.
Sa yaek	Indian Tree Spurge Slepper Spurge	<u>Pedalanthus telhymaloides</u> Poit
Prayong	Jew Bush	<u>Aglaia odorata</u> Lour
Sadao	Chinese Rice Flower	<u>Azadirachta indica</u> (L.) Juss var. <u>siamenses</u> Valetton
Lian (Purple Flower)	Persian Lilac Indian Lilac China Tree	<u>Melia azedarach</u> Linn.
Lian (White Flower)	White Cedar	<u>Melia Toosendan</u> Sieb. & Zucc
Ya-nguan-chang	Indian heliotrope Eye Bright Indian turnsole	<u>Heliotropium indicum</u> Linn.
	—	<u>Spilanthes aemella</u> Murr.

Thai Name	English Name	Botanical Name
Pak-kraad-Hua-Van	Sugar Apple	<u>Annona squamosa</u> Linn.
Noi-na	Sweet sop	<u>Tenospora tuberculata</u> Beumu
	—	<u>Croton tiglium</u> Linn.
Salaod	Purging Croton	
	Sweet Oleander	<u>Nerium indicum</u> Mill
Yee-toa-gene	Fragrant Oleander	
	Common Oleander	<u>Nerium oleander</u> Linn.
Yee-toa-la	—	<u>Rauwalfia combodiana</u> Benth
Ra yomteanma	—	<u>Rauwalfia serpentina</u> Benth
Rayomnoi	Giant Milkweed	<u>Calotropis gigantea</u> R.Br.
Ruk (Purple flower)	Tembega	
	Grown Flower	
	Fafatan Calotropis	<u>Calotropis procera</u> R.Br.
Ruk (White flower)	Auricula Tree	
	—	<u>Cleome chelidonii</u> Linn.
Puk Siempa	Stinking Cleome	<u>Cleome viscosa</u> Linn.
Puk sien Pee		( <u>C. icosandra</u> Linn.)
	Caravalla Seeds	<u>Gyanadropsis gynandra</u> Briquet
Puk sien		( <u>G. pentaphylla</u> DC.)

Table 1 Plants collected for extraction

(DEC. 24, 1987 ~ JAN. 17, 1988)

1. Name (Thai) : Hanumaan Prasarnguy  
 Scientific name : Scheffera venulosa Harms. Fam. Araliaceae  
Scheffera luecantha Vig.  
 Fresh weight : 100 gm  
 Use : relieving asthmatic attack, cardiac arrhythmia, cardiac arrest
2. Name (Thai) : Fathalaaijone  
 Scientific name : Andrographis paniculata Wall ex. Nees. Fam. Acanthaceae  
 Fresh weight : 150 gm  
 Use : antibacterial, hypotensive, remedy for diabetes, fever, itching skin eruption
3. Name (Thai) : Teentakarb  
 Scientific name : Not identify  
 Fresh weight : 90 gm  
 Use : No data
4. Name (Thai) : Tang chao (Chinese name)  
 Scientific name : Not identify  
 Fresh weight : 30 gm  
 Use : anticough, emollient
5. Name (Thai) : Plao noi  
 Scientific name : Croton Joufra Roxb. Fam. Euphobiaceae  
Croton sublyratus Kurz.  
 Fresh weight : 10 gm  
 Use : antipeptic ulcerative, antihelmintic for skin diseases
6. Name (Thai) : Sarapatpit  
 Scientific name : Sophora tomentosa Linn. Fam. Papilionaceae  
 Fresh weight : 90 gm  
 Use : Anti-inflammation of insect bite
7. Name (Thai) : Bawrapetch  
 Scientific name : Tinospora cordifolia Miers. Fam. Menispermaceae  
Tinospora Crispa

- Fresh weight : 100 gm  
 Use : slightly antipyretic (rabbit), increase salivary secretion, sedative (mice), bitter tonic, antipyretic
8. Name (Thai) : Takraiorm  
 Scientific name : Cymbopogon nardus Rendle. Fam. Cramineae  
Cymbopogon winterianus Jowitt  
 Fresh weight : 160 gm  
 Use : Insect repellent
9. Name (Thai) : Yaa-nguang-chang  
 Scientific name : Heliotropium indicum R. Br.  
 Fresh weight : 65 gm  
 Use : butterfly attractant and feeding stimulant, hepatotoxic antipyretic, as eye drop, for scorpion stings and dog bites
10. Name (Thai) : Pak sein  
 Scientific name : Cyanadropsis gynandra Briquet  
 Fresh weight : 285 gm  
 Use : Insecticide (Seeds)
11. Name (Thai) : Pak-bung-taley  
 Scientific name : Ipomoea pes-caprae Sweet  
 Fresh weight : 225 gm  
 Use : antihistamic for jelly-fish and others
12. Name (Thai) : Non-tai-yaak (dry)  
 Scientific name : Stemona collinsae Craib  
 Fresh weight : 300 gm  
 Use : Insecticide, larvaecide
13. Name (Thai) : Ruk (Purple flower)  
 Scientific name : Calotropis gigantea R. Br.  
 Fresh weight : 200 gm  
 Use : Insecticidal growth inhibitor, Antifeedant
14. Name (Thai) : Ruk (White flower)  
 Scientific name : Calotropis procera R. Br.  
 Fresh weight : 200 gm  
 Use : same as Calotropis gigantea R. Br.  
 soisonous to human

15. Name (Thai) : Sa-yaek  
 Scientific name : Pedelanthus tithymaloides Poit  
 Fresh weight : 170 gm  
 Use : stimulant wound healing, emetic (roots)
16. Name (Thai) : Harnng-nok-yuung-thai  
 Scientific name : Caesalpinia pulcherrima Swartz  
 Fresh weight : 80 gm  
 Use : Flower for insecticide
17. Name (Thai) : Sarb-suac  
 Scientific name : Not identify  
 Fresh weight : 150 gm  
 Use : Insecticide (whole plant)
18. Name (Thai) : Krob-chakrawarn  
 Scientific name : Abutilon indicum  
 Fresh weight : 150 gm  
 Use : Anti-inflammation diuretic
19. Name (Thai) : Nuad pla-muek  
 scientific name : Schefflera Fam. Araliaceae  
 Fresh weight : 200 gm  
 Use : No data





專 門 家 名 : 鋤 塚 昭 三

指 導 科 目 : 農 業 土 壤 分 解

派 遣 期 間 : 63. 7. 31 ~ 63. 8. 22

所 屬 先 :



## 業務状況報告

タイ国カセサート大学研究協力フェイズⅡ計画のProjectⅡ, SubprojectⅡA (Management of Agricultural Environment) のTopic 1: Pesticide Residue Dominishment in the Soil and their Microbial Degradation の課題で研究協力を行なった。

その結果を要約すると次のとおりである。

### 1. トピックⅡ-A-1

農薬の土壌残留とその微生物分解（農薬土壌分解）

#### 1) 研究目的

- (1) 農業環境中の残留農薬の軽減化
- (2) 農薬分解菌および試験菌の選択
- (3) 土壌微生物相に対する農薬の悪影響に関する研究

#### 2) 研究担当者

日本側チームリーダー	原田	リーダー
タイ側トピックリーダー	Dr. Vichai Korpraditskul	
同共同研究者	Dr. Niphone Thaeuechai	
	Mrs. Roongnapa Korpraditskul	
	Miss. Suratwadee Jiwajinda	

#### 3) 必要携行資材

農薬標準化合物、ガスクロマトグラフ充填剤等の化学薬品および分析用機器類附属消耗品等主に現地で入手困難な物品。

#### 4) 研究項目

- (1) 圃場土壌中における農薬の消失過程
- (2) 農薬分解に関与する土壌要因の解析
- (3) 土壌中における農薬分解菌の挙動と分離菌による農薬分解
- (4) 土壌微生物に及ぼす農薬の影響

#### 5) 研究実施内容

今回の滞在期間が1ヶ月足らずの短期間であり、かつ共同研究者が土壌中の農薬分解に関する研究経験が浅いことから、研究計画に関する討論、研究方法の技術移転を中心に実施し、今後情報を交換しつつ独立して研究を推進できるように配慮した。

##### (1) 圃場土壌中における農薬の消失過程

既にタイ側研究者が実施中の研究を推進することとした。

供試薬剤はタイ国で重要な除草剤であるアトラジンを取りあげ、散布後の土壌残留量の経時変化を追跡することとした。

供試圃場は、カンベンセンキャンパス内のトーモロコシ畑を用いることとした。

試験方法は、日本において標準的に試験されている農薬土壌残留圃場試験法〔別紙1. 土壌中における農薬残留試験の指針 (Guidelines for Testing Residues in Soil) 2. 圃場試験 (2. Field trials)〕を参考に実施することとして、その細部を説明した。

その中で、圃場から土壌試料の採取法、採取した土壌の調整法などについては実際に行なって示した。

土壌中の残留アトラジンの定量法に関しては、既に研究報告があるので、その方法を参考にし、一部改変して定量法を検討した。

## (2) 農薬分解に関与する土壌要因の解析

農薬の土壌中における残留および分解に関しては、温帯地域での研究は沢山あるが、温帯地域についての研究はきわめて乏しい。タイ国と日本の土壌および気候条件における農薬分解の比較を中心に研究を行なうこととした。すなわち、タイの代表的土壌数種類を用い、温度条件、水分条件などを変えて、土壌中における農薬残留量の経時変化をしらべ、日本の土壌とおよび温帯・熱帯条件下での残留を比較することとした。

試験方法としては、本専門家自身多年の経験がある日本の農薬土壌残留容器内試験法〔別紙1. 土壌中における農薬残留試験の指針 (Guidelines for Testing Residues in Soil) の 3. 容器内試験 (3. Beaker test)〕を参考に実施することとした。容器の大きさ、水分条件、温度条件などは種々設定した。

供試薬剤は、まず圃場試験に用いたアトラジンについて研究し、次いで殺虫剤のカルボフランについて研究することとし、後者の残留分析法 (既知の方法) も示した。

土壌は、タイ国の代表的土壌として、Nakhon Pathom Province 内の5種類の土壌 (Haplaquolls, Ustifluvents, Caciustolls, Paleustults, Haplustalfs), カンベンセンキャンパスの圃場試験の土壌 (Haplustalfs) およびコンケン附近の塩性土壌2種類の計8種類を供試することとした。

Nakhon Pathom Province の土壌採取は、カンベンセンキャンパスの Department of Soil Science の土壌学者の協力を得て8月9日に採取してまわった。コンケンの塩類土壌の採取は、コンケン大学土壌学 Prof. Chaitat の協力を得て8月15日に実施した。土壌の一般理化学性の分析は、カンベンセンの CGGC の土壌部の協力により実施予定である。採取した土壌の一覧は、別紙-2 (Appended-2) に示す。

滞在中に分解に関する予備試験および残留分析法についての予備試験を行なった。

- (3) 土壌中における農薬分解菌の挙動と分離菌による農薬分解(1)および(2)の研究の進展とともに、今後アトラジンおよびパラコート、カルボフランの分解菌の土壌中での挙動について研究し、分解菌を分離し、その性質を明らかにし、分離菌による薬剤分解についても研究を進める予定である。

なお、本専門家が従来行なってきた「土壌中の農薬分解菌の挙動」については、滞在中にCLGCにおいて講演した。(別添3. CLGCにおける講演要旨)

- (4) 土壌微生物に及ぼす農薬の影響

この研究の一部は、すでにタイ側共同研究者によって実施されている。すなわち、植物の土壌病害の病原菌 *Fusarium oxysporum*, *F. moniliforme*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* の生育に対するアトラジン、パラコート、カルボフランの影響を平板培養試験によって試験中である。

試験法および今後の研究方針などについて種々意見を交わして討論し、本専門家らが従来行なってきた研究結果を説明した。

## 2. 総合意見

- (1) 土壌中における農薬の分解、行動、微生物への影響などに関しては従来多数の研究が行われてきたが、世界で農薬として用いられてきた化合物の数は1,000以上に及び、かつ土壌、生態系の複雑さからまだまだ不明の点が多い。しかも、従来この方面の研究は殆んど温帯地域に関する研究で、熱帯環境下における農薬の挙動に関する知見はきわめて乏しい。近年タイをはじめ熱帯中進地域における農薬使用量が急増しており、農薬が強烈的な生理活性物質であるだけに、人畜および生態系に対する影響は甚大なものがあり、熱帯地域での研究は緊急な課題といえる。
- (2) 本トピックスの研究内容として事前に提示され、既にタイ側で一部進行中の研究内容はあまりに広範囲に及び、本専門家の日本の研究室において、延べ100名に及ぶ研究者、大学院学生等が20年に亘って研究してきた研究内容よりも広範囲に及ぶものであった。この分野の研究に対して未経験な研究者が1~2名で研究するにはあまりにも広範囲の内容を含むものであった。研究を開始する前に十分に経験を積んだ専門の研究者と討論を行なうとともに、人員・整備の充実をはかり、かつ重点的な研究を行なうことが望まれる。
- (3) 今回、本トピックスで共同研究を行なったタイ側の研究者はきわめて優秀な研究者であり、かつ研究に対して意欲的であった。しかしながら、本トピックスの研究に実際に携わった研究者は一人だけであったし、しかもその一人も他の研究と平行して研究を行なっていた。一人の研究者が研究を行なうに相応しい広範囲の研究課題を設定することが望まれる。また研究経験に従った研究内容を選定することが望まれる。また研究経験に従った研究内容を選定することが望まれる。

(4) 今回の滞在期間は僅か1カ月間以内で、その間の研究指導は限定されたものとならざるを得ない。農業の環境中での研究経験に乏しいタイ国においては、長期間継続した研究協力が必要と考えられる。

(5) 既にタイ側で進行していた研究内容の中には、研究内容との関連において不適切な薬剤や既に自明で、改めて研究する必要が乏しい内容のものも含まれていた。専門研究者と事前に討論の上、実施していくことが望まれる。

### 3. その他

本専門家は、カセサート大学訪問ははじめてではなく、カンベンセンキャンパスにも以前に訪問し、ある程度の一般的研究事情も分っていた。しかし、国際協力事業団により派遣されたものははじめてであったため、以下に述べる点で不十分なものであった。事前に十分な情報の入手が強く感じられた。

#### (1) 研究内容について

事前（できれば前年度）に短期間（2～3日）の訪問による研究調査と共同研究者との打合せがあれば、本調査は遙かに有意義なものとなったものと思われる。

#### (2) 携行資材について

先方の事情が分らぬままの先方からの要求であったため、先方からの要求に対しかなりの補正を行なったものの、不必要なものもあり、また不足したため研究遂行に支障をきたしたものも生じた。事前の調査あるいは十分な時間的余裕をもった連絡が望まれる。

#### (3) 渡航手続きについて

事業団から指示されたとおりの方法で渡航手続きの準備を行なったにも拘らず、文部省の特殊性から渡航手続に支障を来たし、渡航が遅れた。具体的な指示が望まれる。

#### (4) CLGCにおける講演について

渡航後はじめて講演のあることを知った。短期間の訪問であったため、滞在中の具体的研究成果はなく、関連した内容に関する講演（3.CLGCにおける講演要旨）を行なったが、渡航前に承知しておれば資料等の準備もできて、さらに有意義な講演ができたものと思われる。

### 4. 感想

(1) 原田チームリーダーはじめ国際協力事業団の本プロジェクトの関係者の献身的なご努力ご苦心に対し、深甚の敬意を表す。また大変お世話になったことに対し心からお礼を申しあげたい。

(2) カウンターパートとして一緒に仕事をしたDr. Vichai Korpraitkul は極めて優秀な研究者で研究面で十分な討論ができた。また実際の実験に携ったMrs. Roongnapa

Korpraditskul も研究意欲旺盛な研究者で、短期間ではあったが、一緒に研究できたことを心から嬉しく思う。今後も共同研究者として末永く共に研究を進めて行きたいものと念じている。

- (3) 環境中における農薬の挙動に関する研究は、タイでは開始されたばかりで、この方面の研究者は殆んどない。この方面の研究の重要性から鑑み、研究者および研究設備の一層の充実が望まれる。
- (4) 新しくプロジェクトを実施するためには、各専門ごとの事前の調査が不可欠で、研究をより効率的に推進できるものと考えられる。前年度短期間の訪問が望ましいが、不可能であれば、少なくとも半年位前から研究者相互の情報交換をすることが望ましい。

Guidelines for Testing of Pesticide Residues in Soil

1. Purpose of the guidelines

The purpose of these guidelines is to indicate testing methods to prepare data on the test results as to pesticide residues in soil which are to be provided for application for the registration of pesticides and revision of the matters registered according to the Agricultural Chemicals Control Act (Law No.82, 1948).

2. Field trials

(1) Test site and test compound

1) Test site

- a. Pesticide residue studies should be carried out in at least two sites with soil of different characteristics where crop species, varieties, farming practices, pesticide spray calendar and soil properties are clearly known.

However, if it is impossible to secure test sites where soil characteristics are different, test sites under different conditions eg in terms of climate are acceptable.

- b. Crops to be grown in test sites are those to which the pesticide for registration will be applied.
- c. Any pesticides being designated by pesticide residue analysts as those which could give rise to interference in the analysis should not be used in test fields.
- d. Pesticides for paddy fields are tested in paddy fields and those for upland fields are tested in upland fields. The range of dose level, the number and timing of application, formulation type and soil characteristics should be fixed taking into account of the likely maximum residue levels.

2) Test compound

The test compound is the formulated product of the pesticide for registration. The type and content of active ingredient of the pesticide should be described.

(2) Test procedures

1) Application of pesticide

The test compound is applied to crops following the application method described in the registration petition. When the petition includes more than two methods, any of the methods which causes the shortest half-life of the product may be omitted.



## 2) Sampling

### a. Number and timing of sampling

Sampling on at least six occasions, immediately before and after treatment and at least four times after treatment should be made. The first sample should be taken just before the first application and the second sample, just after the last application when the pesticide is applied in several times.

### b. Sampling procedure

Soil samples should be collected from all parts of each plot. Cores each weighing about 200g and 10cm long should be collected from at least four spots in the interrow space at each time of sampling by using a core sampler. When sampling is made in paddy fields, take soil samples with water samples.

## 3) Preparation of samples

Soil is not air dried. Break clods. Remove gravels (over 5mm) and rubbish. Mix the soil well. Soil uniform in quality is used in residue analysis.

## 4) Storage of samples

Ideally, soil samples are analysed immediately after being collected. When unavoidable, freeze the samples. If samples separately taken and being added with a known amount of test compound are kept with the frozen soil samples, they enable estimation of a loss of test compound during storage.

## 5) Packing and sending of samples

### a. Packing

When packing of samples is needed for sending to a residue laboratory, pack samples following the methods given below:

- i) Pack samples individually, or pack separately uniform mixtures of samples which are collected at the same time of sampling.
- ii) Pack soils collected from upland fields in a small polythene bag or glass bottle and those taken from paddy fields, in a glass bottle.
- iii) When collecting samples and packing, take care not to contaminate samples or confuse samples from treatments with those from control.

b. Sending of samples

- i) Label each sample clearly to facilitate sample identification. Special attention should be given to ensure that the writing in the label becomes not illegible even if the label becomes wet.
- ii) When despatching samples, great care must be taken to ensure that the samples arrive quickly the residue laboratory and samples must be invoiced. The analyst of the residue laboratory will send a receipt of samples to the sender.
- iii) The sender will give the analyst the "Sample Data Sheet for Pesticide Residue Analysis" which contains desired information on soil samples (Appendix 2).

3. Beaker test

(1) Test conditions

1) Containers

- a. Use any of a glass beaker, vial and Erlenmeyer flask, provided it can contain soil in a layer with a depth of over 1cm. The type and size of the container should be given in Appendix I. ("Testing method for pesticide residue in soil").
- b. Each experiment should be replicated at least two times by soil type, chemical type and sampling time.

2) Test soil

- a. When analysing residues of pesticides for upland field use, obtain soil from upland fields, and when analysing those of pesticide for flooded field use, from flooded fields. Test soil should include at least two different kinds of both mineral soil and humic volcanic ash soil.
- b. Test soil should include soil that is used in field trials.
- c. Test soil should not mingle soil to which pesticides being designated by residue analysts as those which could give rise to interference in the analysis have been applied.

3) Test compound

Technical material of standard products should be used. Those which are recognised as harmless due to a low level of residues or a weak toxicity are omitted.

## (2) Procedures of test

### 1) Preparation of soil

#### a. Packing of soil

Crush down soil without air-drying. Pass it through a sieve (5mm mesh). Pack each vial with soil (soil depth: > 1cm) and then cover the vial with a sheet of aluminium foil.

#### b. Moisture content in soil

- i) Moisture content of soil from upland fields in the vial is kept in the region between 50% and 60% of the maximum water holding capacity by adding distilled water and the depth of water in the vial containing soil from paddy field is kept at not less than 1cm by adding distilled water throughout the experiment period.
- ii) When supplying water, the date of supply and volume of water supplied should be recorded.

#### c. Soil temperature

The temperature of soil in the test vial should be maintained in the region between 25°C and 30°C throughout the experiment period.

### 2) Addition of pesticide

#### a. Number and timing of addition

After holding soil in the vial at given moisture and temperature for at least one week, perform one application of the test compound.

#### b. Dose rate

The dose rate is determined by estimating the likely concentration of the compound in soil assuming that it diffuses uniformly from the surface to the soil 10cm below surface. In the estimation, tentative specific gravity of the soil is assumed as 1. If it is difficult to perform analysis of soil containing the compound by the concentration, the rate may be raised to the rate which enables residue analysis.

#### c. Uniformity of the chemical added

Before adding to test soil, dilute test compound with appropriate diluents eg distilled water, organic solvents or clay, where necessary, and mix it well with soil. When using organic solvents, reduce the volume of addition as much as possible so as to minimise the possible effects on microbes in soil. The volume and kind of solvent used should be recorded.

### 3) Test-site and period

#### a. Test site

Tests should be carried out at those where it is possible to maintain the temperature and moisture content of soil at a certain level, and preferably shady and wet places.

#### b. Test period

Duration of each experiment should be long enough for the demonstration of the half-life of the test compound.

The period is generally the time during which the concentration of test compound reduces to about 20% of the initial concentration or the time during which the amount of residue reduces to half of the initial amount added plus a period of six months.

### 4) Sampling

#### a. Number and timing of sampling

Sampling should be made on at least 6 occasions; immediately before and after the addition of the test compound and at least four times after the addition.

#### b. Sampling procedure

Take all the amount of soil from each of vials. When the soil from paddy field is tested, take water with soil.

#### c. Storage of samples

It is desired that the samples are analysed immediately after being taken. However, samples may be stored frozen if such is unavoidable.

## 4. Analysis

### (1) Substance for analysis

The substance to be analysed is the active ingredient of the pesticide. However, those which are recognised as harmless because of very low levels of residues and toxicity are omitted.

### (2) Method of analysis

In the analysis, the desired accuracy, limit of detection and recovery rate should be demonstrated.

## 1) Calculation of limit of detection

- a. The limit of detection is calculated on the basis of the sensitivity of the analyser (the minimum amount of detection), the amount of samples taken and the rate of concentration in the analysis procedure. However, if the limit of detection is not obtainable by the said method because of loss in extraction/refining procedures or interference by inclusions, analyse the samples from untreated check being added with the test compound at the rate near the limit of detection.
- b. In obtaining the minimum amount of detection on which the limit of detection is calculated, fix on S/N at 3 in GC and in spectrophotometry, either of the higher value between 3X of the standard deviation obtained in the analysis of samples from untreated check and the calculated value obtained from the limit of reading of absorptiometry.
- c. The significant digits of the limit of detection are expressed to one place.

NB: The limit of detection is the lowest concentration which provides the basis for estimation of the presence of the target substance after the completion of all the analytical procedures. The estimation here does not mean identification in a strict sense of the word, but confirmation of the presence of pesticide by GC.

## 2) Recovery rate

- a. Apply the test compound to the soil from untreated check and analyse. The volume of compound to be applied should be in two levels; the volume given in 3. (2). 2). a. (the likely concentration of the test compound applied once and diffused uniformly from the surface to the soil 10cm below surface) and one tenth of the volume.
- b. The significant digits of the recovery rate are expressed to two places.

## 3) Accuracy of analysis

In the method of analysis, the percentage of the standard deviation\* is less than 10%, the limit of detection (which may be replaced by concentration not more than 5% of the highest one of the active ingredient seen in the experiment period, if such is unavoidable) is less than 0.05ppm and the recovery rate is over 70%.

When determining the residues of the pesticide in soil samples, each sample should be analysed at least twice.

\* coefficient of fluctuation:  $\frac{\text{standard deviation}}{\text{mean value}} \times 100$

## 5. Handling of test results

### (1) Analytic value

- 1) The analytical values obtained should be described as they are; neither subtraction of the values of the control nor correction by the recovery rate is made.
- 2) The unit of the analytical value and that of the limit of detection are uniform. The significant digits of the analytical value are expressed to three places.
- 3) If any one of the analytical values is below the limit of detection eg a ppm, the value is expressed as "< a", and not "0".
- 4) When the analytical values include any figure which is below the limit of detection, it is not necessary to calculate the mean value.
- 5) The analytical value is expressed by the percentage by weight per dry soil.

### (2) Soil characteristics

Describe soil characteristics in detail. Required information includes outlines of the parent materials and genetic factors of mineral, humic, volcanic ash, alluvial and diluvial soils, soil texture (clay, clay loam, loam, sandy loam and sandy soil), clay content, the total carbon content, hydrogen ion concentration and cation exchange capacity.

### (3) Reporting of test results

Complete the "Report on Pesticide Residue Trial" (accompanying paper). Data to be presented with the report include:

- 1) Tables of semilogarithms of disappearance curve demonstrating the period of time taken by the analytical value to become half that observed immediately after treatment or the highest value.
- 2) When GC is used for analysis, an example of detection of standard products, data demonstrating the minimum amount of detection and the limit of detection, recovery rate, untreated check without addition of internal standard substance and GC of sample analysis.
- 3) In case where analysis is made by the spectrophotometry, data demonstrating the minimum amount of detection or the limit of detection, the recovery rate, control, absorbance and absorption spectrum in sample analysis.
- 4) Data equivalent to the data in 2) and 3), when sample analysis are made by other methods.

6. Address inquiries to the Agricultural Chemicals Inspection Station, the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries for details of methods for testing pesticide residues in soil.

Soil samples collected on August 9, 1988

<u>Sample No.</u>	<u>Place of collection</u>	<u>Soil series</u>	<u>Soil Groups (pH)</u>
1	Dist. Damnoen Saduak Prov. Ratchaburi	Damnoen Saduak Series, Mollisols (Papaya plantation)	Haplaquolls great group pH 7.0
2	Tambol Nong-00 Dist. Ban Pong Prov. Ratchaburi	Tha Muang Series  (Babycorn field)	Ustifluvents great group pH 6.5
3	Tambol Wang Dong Dist. Mueng Prov. Kanchanaburi	Tha Khli Series  (Sugarcane field)	Caciustolls, Mollisols pH 8.0 by CaCO <sub>3</sub> in nature
4	Tambol Ban Wang Singh Dist. Sai Yok Prov. Kanchanaburi	Pakchong Series  (Cassava + maize)	Paleustults, Ultisols pH 6.0
5	Tambol Tung Kwang Dist. Kamphaengsaen Prov. Nakhon Pathom	Kamphaengsaen Series  (green onion) (no crop about 6 months after green onion) 3 yrs. before used Atrazine now Paraquat for spot treatment	Haplustalfs. Alfisols pH 8.0
6	Tambol Tung Krapang Home Dist. Kamphaengsaen Prov. Nakhon Pathom	Kamphaengsaen Series  (Sugarcane)	Haplustalfs, Alfisols
7.	Khon Kaen I (from a salinity rice field, under upland conditions)		
8.	Khon Kaen II (with more salinity, no plant)		

Soil samples No. 7 and 8 were collected on August 15, 1988.

### 3. CLGCにおける講演要旨

#### CHANGES IN POPULATION OF PESTICIDE-DEGRADING MICROORGANISMS IN SOIL AFTER APPLICATION OF SEVERAL PESTICIDES

Kuwatsuka, S. Faculty of Agriculture, Nagoya University

Nagoya 464-01, JAPAN

Population change of pesticide-degrading microorganisms in soil is compared in relation to the degradation rates of several pesticide chemicals. Degradation of the herbicide thiobencarb was accelerated by its repeated application, and the population of the degrader in soil increased obviously during the incubation with the chemical. The mechanism of the increase was attributed to the plasmid which was easily lost in the absence of thiobencarb. The similar manner was found in the degradation of two related chemicals, dechlorinated thiobencarb and methylbencarb, although the degraders and degradation pathways of these chemicals differed from those of thiobencarb. Degradation of 2,4-D and MCPA and their degraders behaved similarly. The degradation of the herbicide isouron was also accelerated by repeated application, but the plasmid concerning its degradation was not detected. The degradation rate of molinate increased slightly by its amendment but the populations of the degraders did not change during the incubation. The acceleration was attributed to the adaptive enzyme. On the contrary, the degradation rate of the fungicide chlorothalonil was decreased by its repeated application, and finally the chemical was accumulated in a field soil after several years application, although the population of the degraders in soil increased after application.



専 門 家 名 : 加 藤 宏 郎

指 導 科 目 : アフラトキシン防御

派 遣 期 間 : 88. 9. 30 ~ 88. 10. 31

所 属 先 : 京 都 大 学 農 学 部



## I 業務状況報告

プロジェクト・トピック名：Project II B. Topic 3

Control of Aflatoxin in Economic Crops

専門家名：加藤宏郎

カウンターパート名：Mrs. Chintana Chana

Mr. Somsiri Sangchote

Mr. Ronnapop Bunjioedchoedchu

### 1. アフラトキシン汚染のプロセスと物理的防衛

アフラトキシンは強い急性毒性を示すのみならず、きわめて強い発癌性（肝臓癌）を持つカビ毒で、*Aspergillus flavus* groupに属する一部のカビの繁殖に伴って生産される。タイ産、米国産のとうもろこし、落花生など、高温多湿な地域の穀物にアフラトキシン汚染の勧告例が多い。アフラトキシンの規制基準はFAO・WHOの勧告において食品中30ppb（B1、B2、G1、G2の総量）、米国では食品中総量20ppb、飼料用100ppb（乳牛、未成熟家畜等10ppb）である。タイにとって、とうもろこしは主要輸出農産物であるが、日本では食品および飼料にさらに厳しい規制がとられているため、近年タイからのとうもろこしの輸入量は著しく減少している。

タイ産のとうもろこしのアフラトキシン汚染のプロセスは多様であるが、これまでの調査報告や、現地において見聞した点について整理すると、次の4段階に分けられよう。

#### ① 圃場における *Aspergillus flavus* の侵入

立毛中のとうもろこし雌穂に害虫が侵入し、この害虫を媒介として子実にかびが繁殖する場合（写真1参照）がある。このカビがアフラトキシン生産能力を持つ *Aspergillus flavus* である場合には汚染につながる。

また、収穫時には雌穂上部の包皮が開き、子実が露出するため、上部から風雨により *Aspergillus flavus* が侵入する場合もある。これに対して、カセサート大学では包皮の開きにくい新品種（Suwan 3）を開発し普及に努めている。（写真2参照）

#### ② 収穫作業中の *Aspergillus flavus* の付着

タイのとうもろこしの収穫は入手で包皮をむき、茎から手もぎして、ジューツ袋に詰められている。この作業中に圃場に落とす場合も多いので、土とともに *Aspergillus flavus* が子実に付着する場合がある。

#### ③ 収穫後の雌穂の乾燥・貯蔵における *Aspergillus flavus* の繁殖

タイではとうもろこしの子実水分が20～27%程度に低下してから収穫される。一部の農家は収穫後水分の高いまま脱粒し、そのまま中間業者に売り渡す。他方、収穫後の雌穂をコンクリート面上、または地面上で天日乾燥し、15～16%の水分となるまで貯蔵小屋（写真3）で貯蔵乾燥する場合も多い。しかし、雨期の後期にあたる9、10月にも収穫が行われるため、収穫後の雌穂の降雨による天日乾燥の中断や乾燥不足、および貯蔵中の吸湿により、子実水分20%前後の状態が長く続けば *Aspergillus flavus* の繁殖につながる。

#### ④ 脱粒後の乾燥・貯蔵における *Aspergillus flavus* の着生

脱粒後の乾燥・貯蔵は一般に中間業者によって行われるが、脱粒時に損傷を受けた粒はその損傷部分から *Aspergillus flavus* が侵入し、繁殖し易い。特に、高い水分で脱粒したものは、単に水分が高いだけでなく損傷粒も多いので迅速に乾燥しなければ *Aspergillus flavus* の繁殖につながる。また、一度乾燥しても、雨期の高い湿度により再度吸湿して *Aspergillus flavus* の繁殖する場合がある。

*Aspergillus flavus* の繁殖およびアフラトキシンの生成の最適温度は 25~30℃ である。生育のための子実水分は 16% w. b 以上必要である。温度 5℃ 以下および 40℃ 以上では生育できない。

以上のようなアフラトキシン汚染のプロセスをふまえ、カウンターパートとの討論の結果、アフラトキシンの物理的防御方法としては、乾燥技術が重要であり、

① 太陽エネルギー乾燥によるアフラトキシンの防御

② マイクロ波加熱による *Aspergillus flavus* の処理

の二つについて技術指導と研究を行うことにした。

## 2. 太陽エネルギー乾燥によるアフラトキシンの防御

タイは周知のように太陽エネルギーに恵まれ、とうもろこしの大部分は天日により乾燥されている。火力乾燥機は農家にとって高価なことから、簡単な太陽エネルギー乾燥機を試作して雌穂および脱粒したとうもろこしについて乾燥試験を行い、乾燥過程における子実中のアフラトキシンの濃度変化および *Aspergillus flavus* 感染・繁殖の有無について分析を行った。

### (1) 太陽エネルギー乾燥機の試作

試作した 3 種の太陽エネルギー乾燥機の構造を Fig. 1 に、その諸元を Tab. 1 に示す。いずれの乾燥機も、当地で安価に入手できる竹をフレームとし、その表面を農業用透明ビニールフィルム（厚さ：0.2 mm）で覆った構造である。設置場所はいずれも C L G C 構内であるが、1 号機と 2 号機は低湿な地面上で、地表面から約 20 cm の高さに竹製の床を作り、1 号機ではこの上に、太陽熱を吸収し易く、防湿性のある黒色ビニールシートを敷いて、雌穂を 2 層程度に並べ、2 号機では通気性のある竹製のスノコを敷いて、雌穂および脱粒とうもろこしを張り込んだ。

3 号機の設置場所は乾燥し易いコンクリート面上で、30 cm の高さの床面に通気性のある竹製のスノコを敷いて、雌穂および脱粒とうもろこしを投入した。タイ農村部では電力のない所も多いので通風ファンは用いず、側面および床面からの自然換気とした。（写真 4, 5, 6 参照）

### (2) 供試材料と測定項目

供試材料：10月5日収穫のとうもろこし（品種：Suwan 3, 平均子実水分：26%, 芯水分：47%）約 1500 kg を用いた。このうち、870 kg を雌穂のまま供試し、残りを脱粒して、脱粒とうもろこしの乾燥用材料 405 kg を得た。各乾燥機への張り込み量を Tab. 1 に示す。Fig. 2 右上部に単粒水分計による 1 雌穂中の子実水分の分布例を示す。供試材料全体の水分分布はさらに広く、18~34% w. b. であった。

水分：毎日 5 つの雌穂サンプルを採取して、その平均値を求めた。脱粒とうもろこし

については10ヶ所から総量 200 g のサンプル採取した。子実については (105 °C-粉砕-5 hr 法) で、芯については粉砕せずに (105 °C-24 hr 法) で測定した。

温度・湿度：乾燥期間中の乾燥室内温度・湿度および大気温度・湿度を測定記録した。

アフラトキシン濃度：採取した上述のサンプルから得た粒 (各 50 g) を粉砕・抽出し、薄層クロマトグラフィー (TLC) で展開後、デンシトメーターにて定量した。

*Aspergillus flavus* の感染・繁殖粒の割合：各サンプルからそれぞれ 200 粒を採取し 1 % NaOCl で 5 分間表面殺菌した後、蒸留水で 3 回表面洗浄した。さらに、10 粒ずつペトリ皿中の寒天 (7.5 % malt salt agar) 上に並べ室温 (25~30°C) で 5 日間培養し、*Aspergillus flavus* 繁殖粒の割合を求めた。(写真 7 参照)

### (3) 結果と考察

Fig. 2~4 に各乾燥機内のとうもろこしの水分変化と日照時間を、Fig. 7~9 に乾燥室内温度と相対湿度を示した。Tab. 2~4 には各サンプルから検出されたアフラトキシン濃度ならびに *Aspergillus flavus* の感染・繁殖粒の割合を示した。

1号機については10月6日、2号機については10月7日にそれぞれ実験を開始した。10月6日~9日までの間は天候に恵まれ、乾燥室内温度は日中45~56°Cにも上昇し、相対湿度は40~50%に低下したため、とうもろこしの水分は子実・芯とも急速に低下した。しかし、10月上旬はまだ雨期に当たるため、10月9日から激しい雨となり、乾燥機を設置した地面は約10cmの深さに浸水した。雨は10月12日までの4日間、間欠的に降り続き、*Aspergillus flavus* 繁殖の好条件となった。この間雌穂の子実水分は1号機2号機とも、まだ低下していない芯の水分を吸収して上昇しているが、Tab. 2, 3に示すように雌穂の子実には *Aspergillus flavus* の感染・繁殖は殆ど見られず、アフラトキシンも検出されなかった。

一方、脱粒とうもろこしについては、2号機に4~5cmの厚さで竹製のスノコ上に張り込んだ。張り込み後の10月7, 8日は水分低下したが、通気不良とともに、雨後の床下浸水が続いたため床下から水蒸気が流入し、下層部分の子実水分が低下しなかったため、平均水分で19%前後の状態が3日程度続いた。しかも、気温は30°C前後で夜間には飽和湿度となったため、脱粒時の損傷粒の損傷部分から、カビが発生した。このカビはTab. 3に示すように、*Aspergillus flavus* で肉眼でも容易に観察できた。(写真8円内参照) その後平均水分は低下したものの、脱粒とうもろこし堆積層下層の高水分部分では、損傷粒以外にも *Aspergillus flavus* の着生がみられ、アフラトキシン濃度は1000 ppbにも達した。

3号機は地面の浸水と地面からの蒸発水分の進入を避けるため、コンクリート面上に設置した。乾燥用の材料は天候の影響を調べるため、二度に分けて投入した。Fig. 4に示すように10月14日に投入した雌穂 (図中A) は途中4日間の間欠的な降雨にも拘らず乾燥し *Aspergillus flavus* の感染・繁殖は殆ど見られず、アフラトキシンは全期間に渡り検出されなかった。(Tab. 4 参照)

10月18日には雌穂 (図中B) および脱粒とうもろこしを4~5cmの厚さで張り込んだ。

張り込み当日から2日間に渡って雨が続いたためカビの発生が懸念されたが、コンクリート面は水はけが良く、短時間の晴れ間にも表面が乾き温度上昇して湿度低下し易いため、Fig. 9に示すように乾燥室内の温度は日中40~50℃まで上昇し、湿度は日中40~50%夜間でも80%程度と低かった。このため、雌穂のみならず脱粒とうもろこしも *Aspergillus flavus* の感染・繁殖は殆どなく水分も急速に低下した。Tab. 4にその分析結果を示すが雌穂子実および脱粒とうもろこしともアフラトキシンは全く検出されなかった。

現在、一般農家で行っている地面上またはコンクリート面上の天日乾燥でも、快晴の天氣に恵まれればコンクリートの表面温度は50℃程度、上面の空気温度は40℃(高さ10cmの位置で測定、参考データ Fig. 10参照)にも上昇するので、わずか3日程度で子実水分25~27%程度の雌穂を、芯水分はまだ高いが子実水分は16%程度まで乾燥することができる。(参考データ Fig. 6参照)しかし、タイでは雨期の最終期である9、11月にも収穫が行われるため、在来の天日乾燥法は極めて不確実な要素を持っている。この雨期の間は3日程度の周期で降雨と晴天が繰り返すことが多く、収穫したとうもろこしを降雨から守りどのように低水分に保つか、アフラトキシン防御において最も重要と考えられ、迅速で確実な乾燥操作が行えれば *Aspergillus flavus* の発生は防止できる。

熱風乾燥機が導入されれば最も確実な防御手段であるが、コスト面からは太陽エネルギー乾燥が有利である。本研究で行った太陽エネルギー乾燥機をコンクリート面上に設置することにより、雨期の間でも、アフラトキシンの発生しない程度の乾燥条件が得られているので、その適用の可能性は十分あると思う。本実験では自然通気としたが、通気ファンの利用できる所では、ファンの併用によりさらに効果を上げられよう。

特に、高水分脱粒とうもろこしは同一水分条件の雌穂子実に比べ、表皮の損傷が多く、この部分から *Aspergillus flavus* が侵入・繁殖し易いことが本研究でも明かであり、より迅速な乾燥操作を必要とする。しかし、迅速な火力乾燥が困難な現状では、アフラトキシン防御の観点から乾燥時間は長くなっても *Aspergillus flavus* が侵入・繁殖しにくい雌穂のまま太陽エネルギー乾燥装置により乾燥した方が安全と考えられる。

なお、タイ都市部ですでに普及している冷房装置が将来農村にも普及すれば、冷房装置からの排熱を利用したヒートポンプによる乾燥操作も技術的には可能であるとの観点からCLGCに設置されている冷房装置の排熱を用いて、小規模な乾燥基礎実験を試みた。(写真9参照)その結果、*Aspergillus flavus* およびアフラトキシンの発生も全く見られなかったので、この乾燥方法も今後さらに検討の余地があると思う。(Fig. 5, Tab. 5参照)

### 3. マイクロ波加熱による *Aspergillus flavus* の処理

マイクロ波加熱は短時間に粒の内部加熱が可能なことや、工業的には比較的簡単な装置で大量の処理が可能なことから、マイクロ波による *Aspergillus flavus* の殺菌効果について基礎的実験を行った。

#### (1) 実験方法

すでに *Aspergillus flavus* が着生したとうもろこしの子実約170gを直径67mm 高さ89mmのガラス製のピーカに入れ、これにマイクロ波を照射し加熱処理した。用いたマイクロ波オ

オープン（シャープ：RE-122）の定格高周波出力は500wで、マイクロ波の周波数は2450MHz、照射時間は1～6分である。

## (2) 測定項目

加熱温度：加熱後の子実温度を熱電対で測定した。

アフラトキシン濃度と *Aspergillus flavus* の殺菌効果：マイクロ波処理前後の子実のアフラトキシン濃度と *Aspergillus flavus* 感染・繁殖粒の割合を 2.(2)と同様の方法で測定・分析した。

## (3) 実験結果

実験結果を Tab. 6 に示す。子実はマイクロ波により、内部も同時に加熱され、その温度は2分で100℃、6分では222℃にも達した。この加熱処理により *Aspergillus flavus* の感染・繁殖粒の割合は無処理区の89%から徐々に減少し、4分間で10.5%、6分間で7.5%まで減少した。しかし、すでに生産されたアフラトキシンは分解温度（B1：269℃ M1：299℃）が高いので、分解されていない。

## II CLGCにおける講演

10月19日CLGCにおいて講演を行った。

1. テーマ：農産物の誘電特性とその応用
2. 内容：(1) 農産物の誘電特性の基礎  
(2) 誘電率式水分計  
(3) 誘電加熱による穀物害虫の防除  
(4) 高周波インピーダンスによる青果物の内部品質判定

## III 感想

今回1カ月の短期間のうちに、目的とする技術移転と研究結果が得られたことは、原田浩プロジェクトリーダー始めJICA現地関係各位、JICAヘッドクォーター、カセサート大学当局、カウンターパートの方々の専門家受け入れ準備の良さによるところが大きく、心から感謝いたします。特に、研究の遂行にあたり、カウンターパートのRonnapop Bunjoedchoedchu氏には休日を返上しての測定分析をお願いし、深く感謝致します。

なお、当CLGCには高価な研究機器が多数導入されているが、研究・教育への利用頻度が高いためか、水分測定用オープンのファンが故障しているなどメンテナンスの不備が若干見受けられた。今後、研究成果を上げるためには機器のメンテナンスの方法を十分に検討する必要があるだろう。

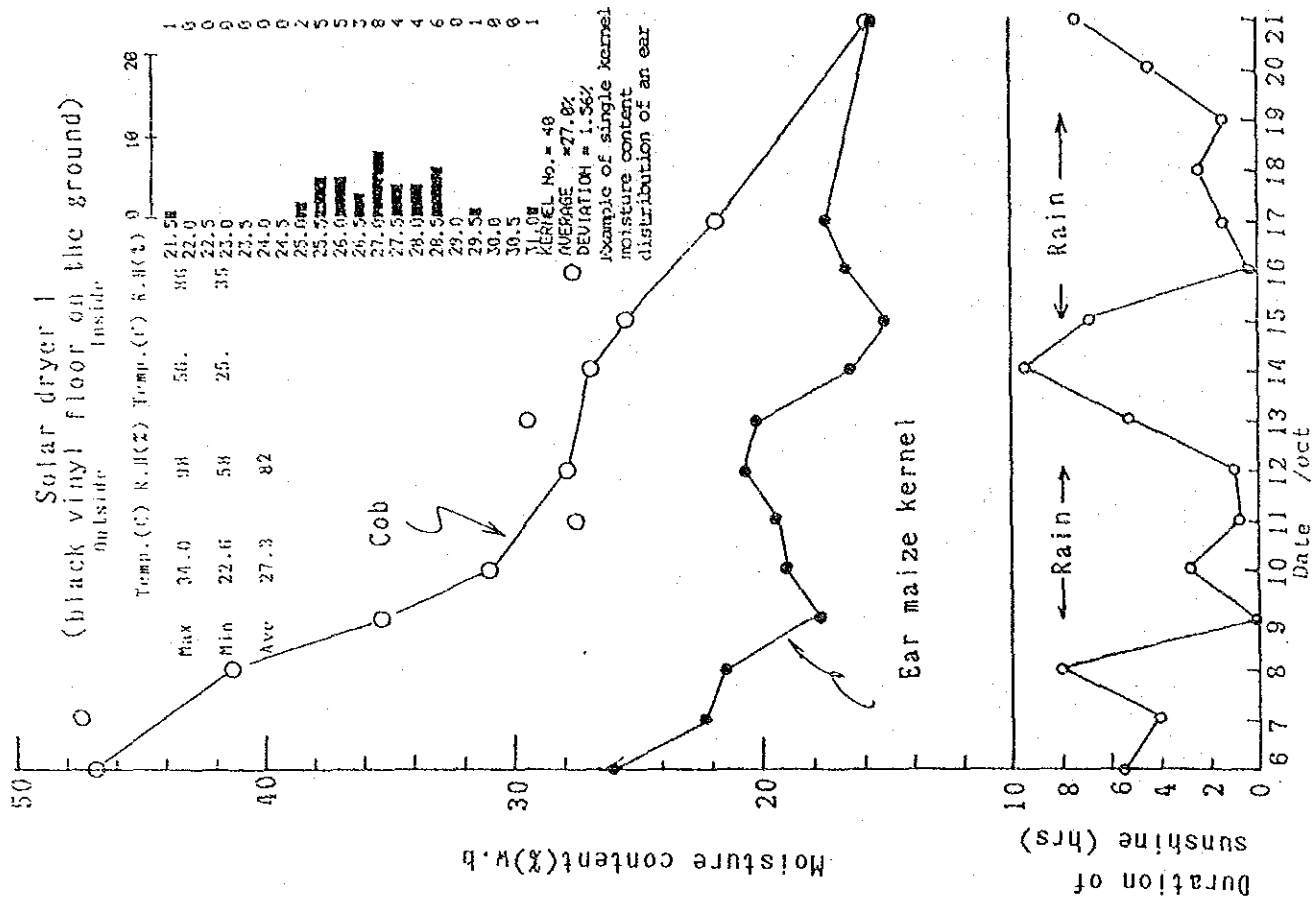


Fig. 2 Moisture cont. of maize in solar dryer 1.

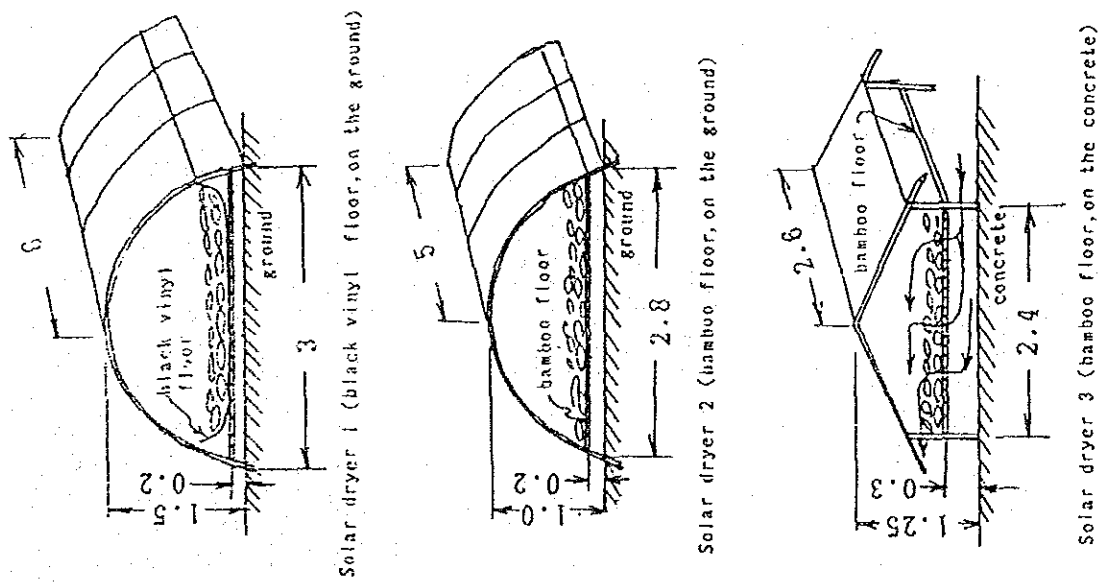


Fig. 1 Drawing of solar dryers



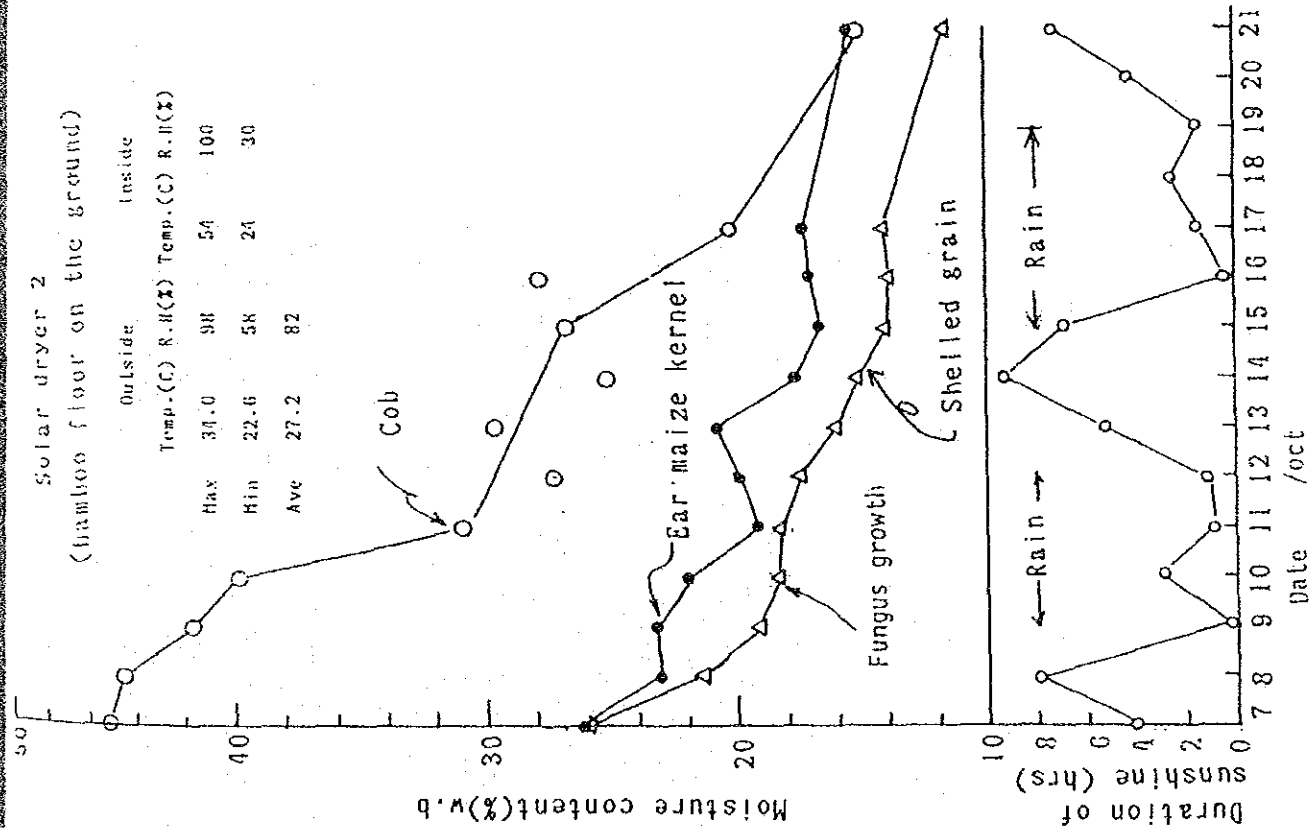


Fig. 3 Moisture cont. of maize in solar dryer 2.

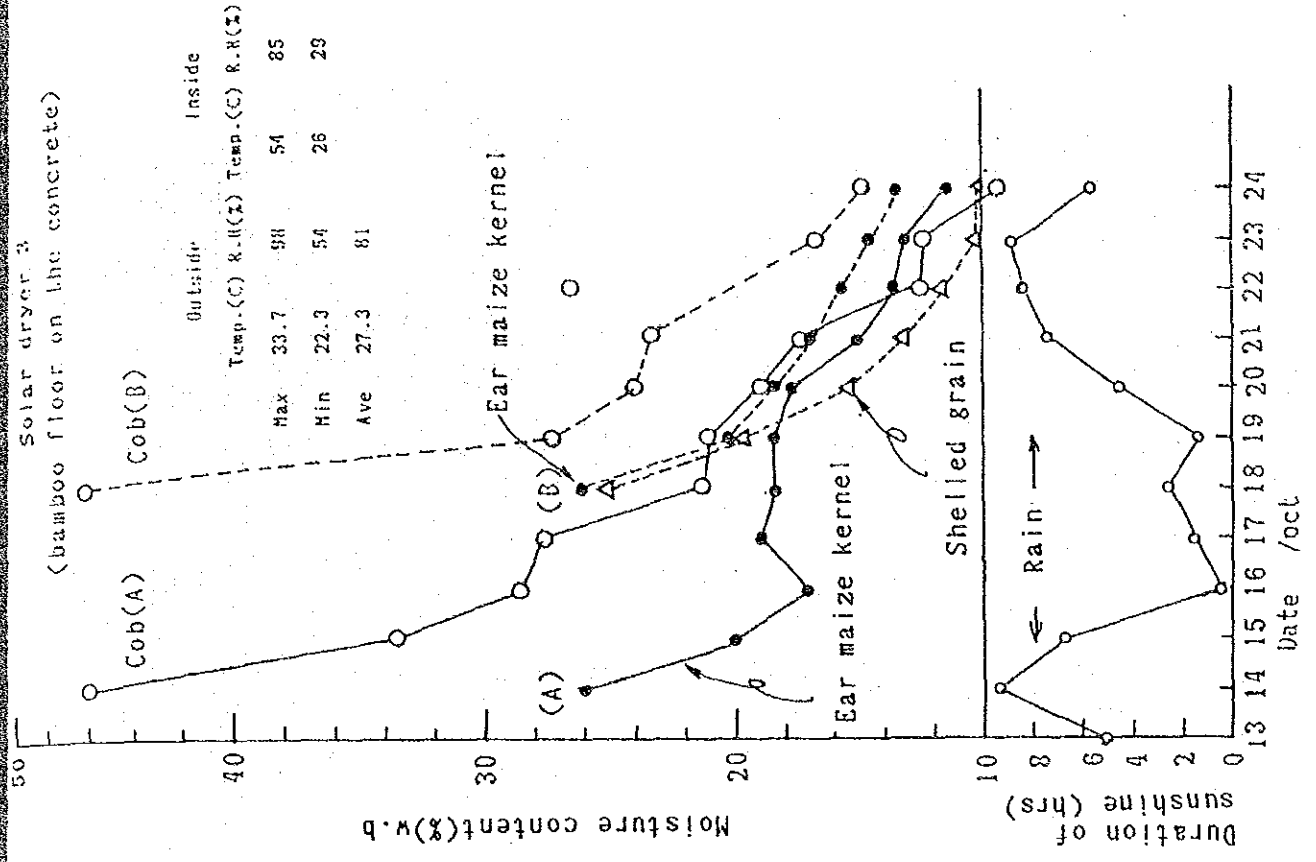


Fig. 4 Moisture cont. of maize in solar dryer 3.

Heated air drying by heat-pump

Atmospheric air		Flow air	
Temp. (C)	R.H (%)	Temp. (C)	R.H (%)
Max 31.8	96	45	51
Min 23.2	54	36	30
Ave 20.9	83		

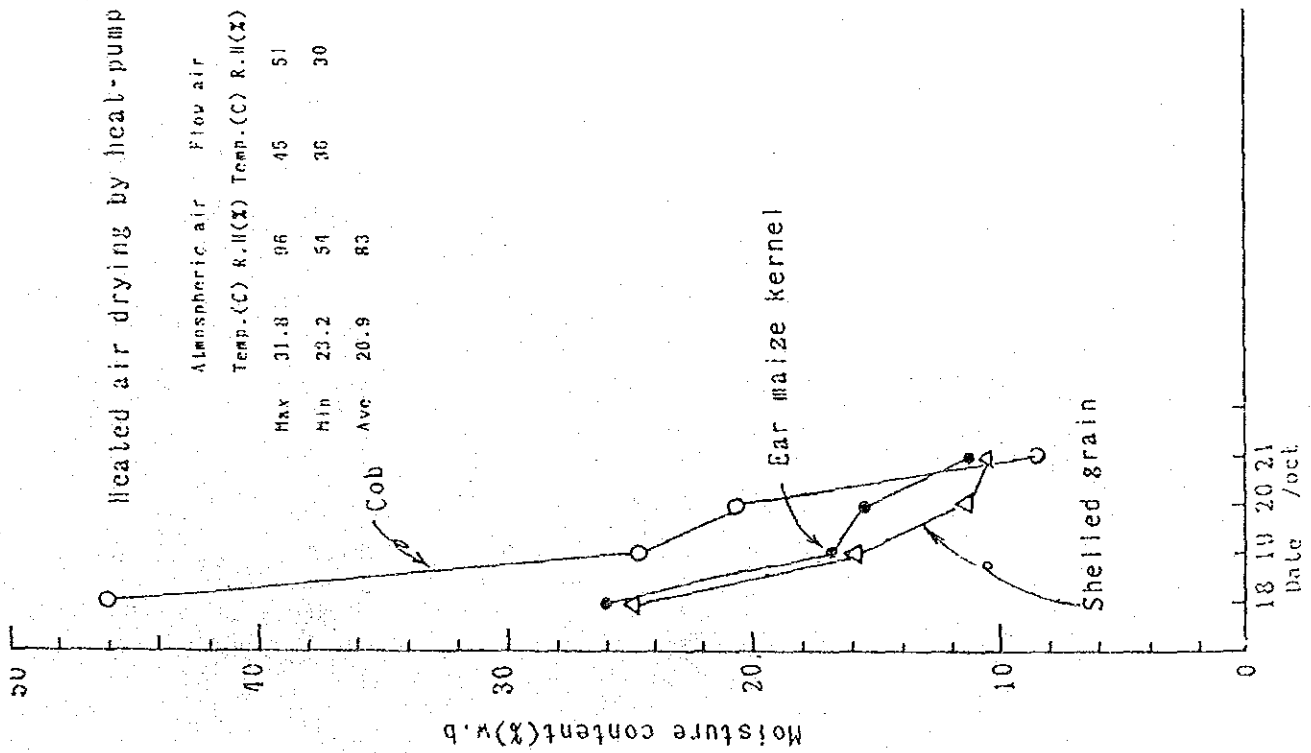


Fig. 5. Moisture cont. of maize in heat pump drying

Sun drying on the road

Atmospheric air		Air on the road	
Temp. (C)	R.H (%)	Temp. (C)	R.H (%)
Max 33.7	98	53	100
Min 22.3	54	23	36
Ave 27.4	80		

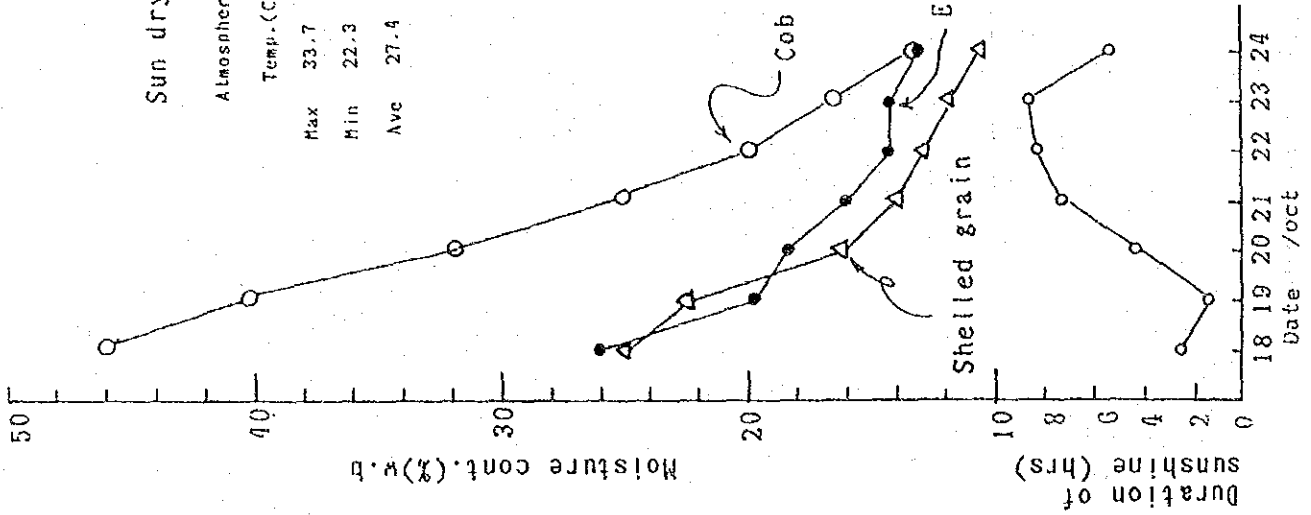
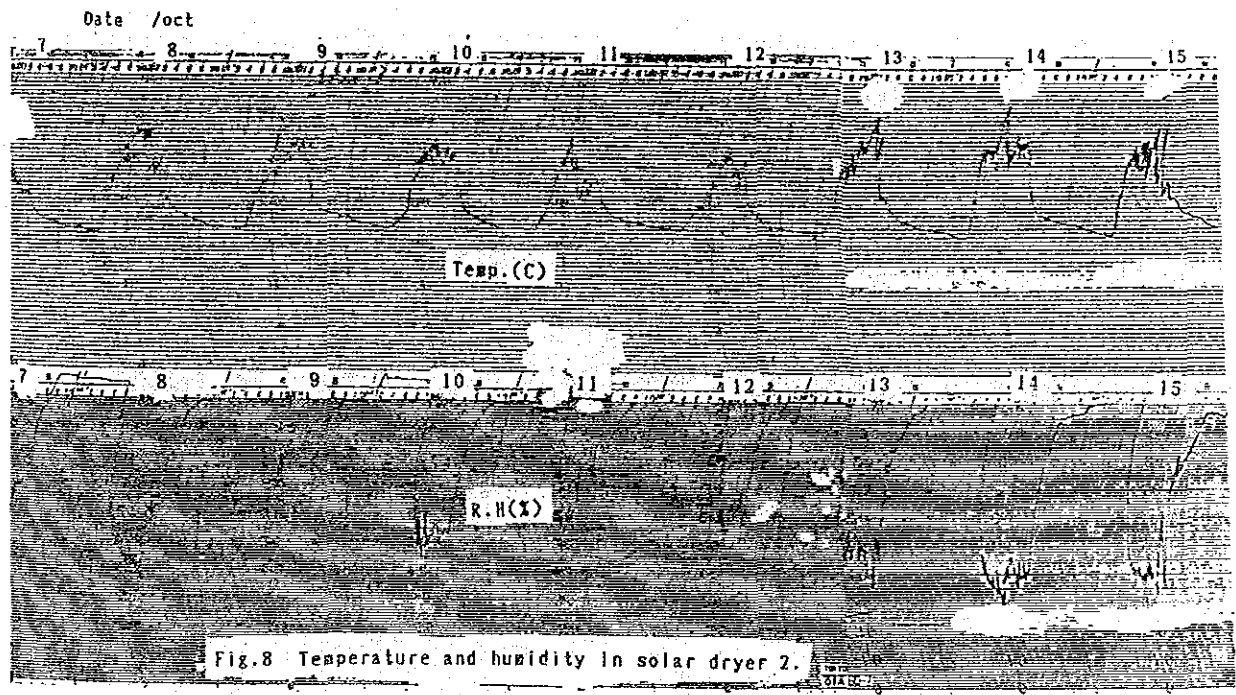
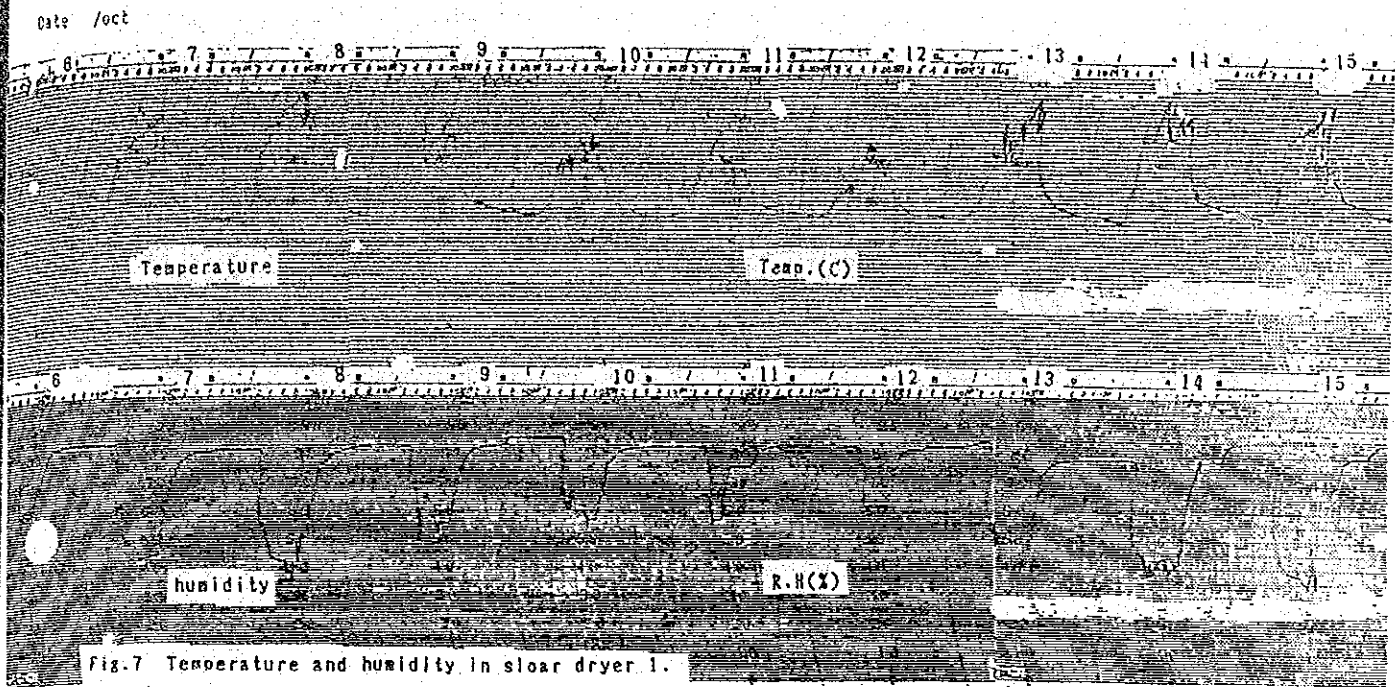


Fig. 6. Moisture cont. of maize in sun drying on the road



Date /oct

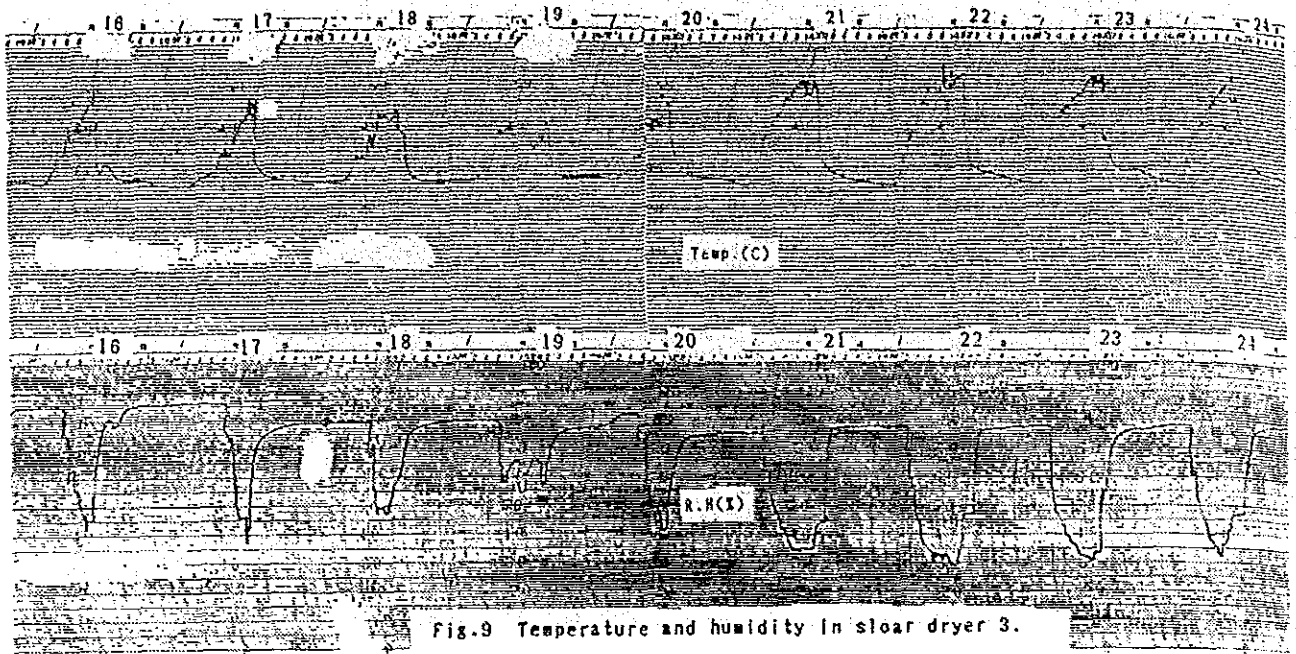


Fig.9 Temperature and humidity in solar dryer 3.

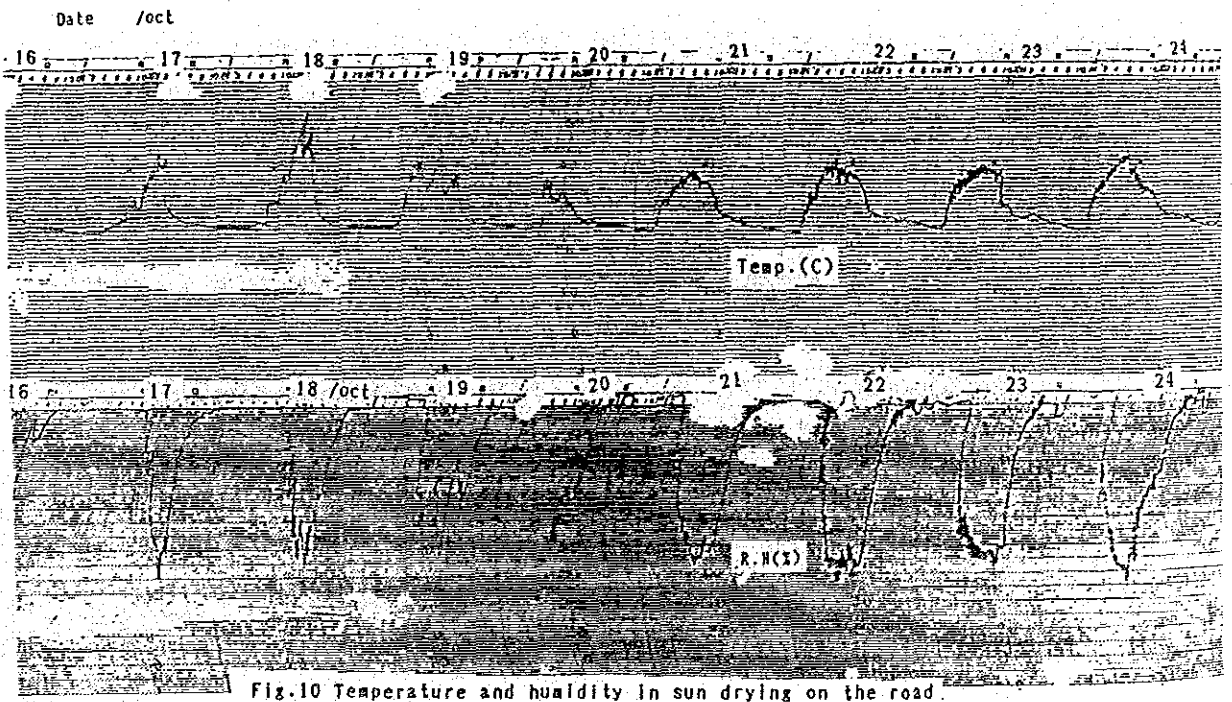


Fig.10 Temperature and humidity in sun drying on the road.

Table 1 Dimension of solar dryers

	Solar dryer 1	Solar dryer 2	Solar dryer 3
set up place	ground	ground	concrete
floor	Black vinyl	Bamboo lattice	Bamboo lattice
height(m)	1.5	1.0	1.25
width (m)	3	2.8	2.4
length (m)	6	5	2.6
area (m <sup>2</sup> )	18	14	6.2
accumulation area (m <sup>2</sup> )	14.3	14	5
ear maize (kg)	600	150	120
(kg/m <sup>2</sup> )	42	44	34
shelled grain (kg)	-	360	45
(kg/m <sup>2</sup> )	-	34	31

Table 2. Quantity of aflatoxin contaminated and percentage of Aspergillus flavus in maize which stored in solar dryer number 1

Date's sampling	ear kernel	
	aflatoxin(ppb)	A.flavus(%)
7 Oct. 88	0	0
8 Oct. 88	0	0
9 Oct. 88	0	0.5
10 Oct. 88	0	0
11 Oct. 88	0	0
12 Oct. 88	0	0
13 Oct. 88	0	0.5
14 Oct. 88	0	0
15 Oct. 88	0	0
16 Oct. 88	0	0
17 Oct. 88	0	0

Table 3 Quantity of aflatoxin contaminated and percentage of Aspergillus flavus in maize which stored in solar dryer number 2

Date	aflatoxin(ppb)		A. flavus(%)	
	ear kernel	shelled grain	ear kernel	shelled grain
8 Oct. 88	0	0	0	0
9 Oct. 88	0	18	0	6
10 Oct. 88	0	123	0.5	14
11 Oct. 88	0	250	0	50
12 Oct. 88	0	483	0	98
13 Oct. 88	0	677	0	100
14 Oct. 88	0	1050	0	100
15 Oct. 88	0	530	0	100
16 Oct. 88	0	609	0	100
17 Oct. 88	0	580	0	100

Table 4 Quantity of aflatoxin contaminated and percentage of Aspergillus flavus in maize which stored in solar dryer number 3

Date	aflatoxin(ppb)			A. flavus(%)		
	ear kernel	ear kernel	shelled grain	ear kernel	ear kernel	shelled grain
	A	B		A	B	
14 Oct. 88	0	-	-	0	-	-
15 Oct. 88	0	-	-	0	-	-
16 Oct. 88	0	-	-	0	-	-
17 Oct. 88	0	0	0	0	0	0
18 Oct. 88	0	0	0	0	0	0
19 Oct. 88	0	0	0	0	0	1
20 Oct. 88	0	0	0	0.5	0.5	0
21 Oct. 88	0	0	0	0	0	0
22 Oct. 88	0	0	0	0	0	0
23 Oct. 88	0	0	0	0	0	0
24 Oct. 88						

Table 5 Quantity of aflatoxin contaminated and percentage of Aspergillus flavus in maize which is dried by heat pump dryer

Date	aflatoxin(ppb)		A. flavus(%)	
	ear kernel	shelled grain	ear kernel	shelled grain
17 Oct. 88	0	0	0	0
18 Oct. 88	0	0	0	0
19 Oct. 88	0	0	0	0
20 Oct. 88	0	0	0	0
21 Oct. 88	0	0	0	0

Table 6 Quantity of aflatoxin contaminated and percentage of Aspergillus flavus by microwave treatments of infected maize

time in micro wave (min)	max temp( <sup>o</sup> C)	aflatoxin(ppb)	A. flavus(%)
0	20	531	89
1	91	480	98
2	100	391	24
4	150	319	10.5
6	222	211	7.5

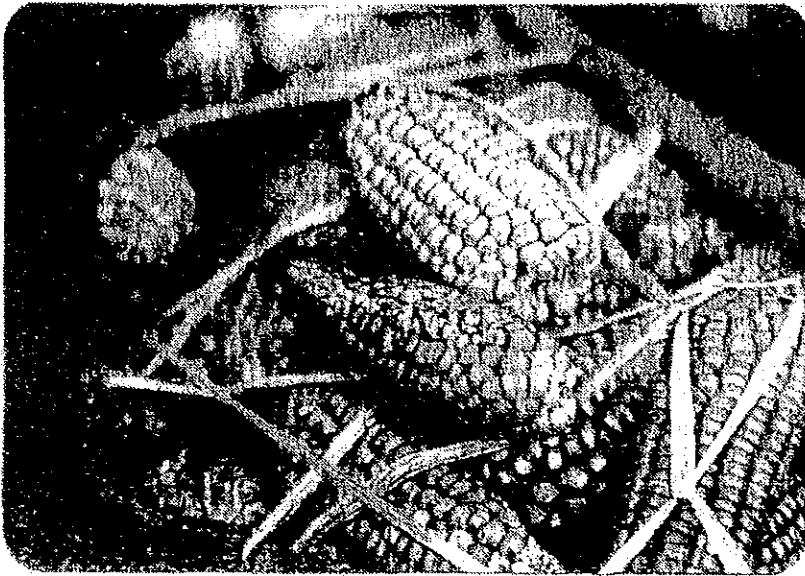


Photo. 1  
Fungi growth caused by  
insects in the field



Photo. 2  
New variety Suwan 3

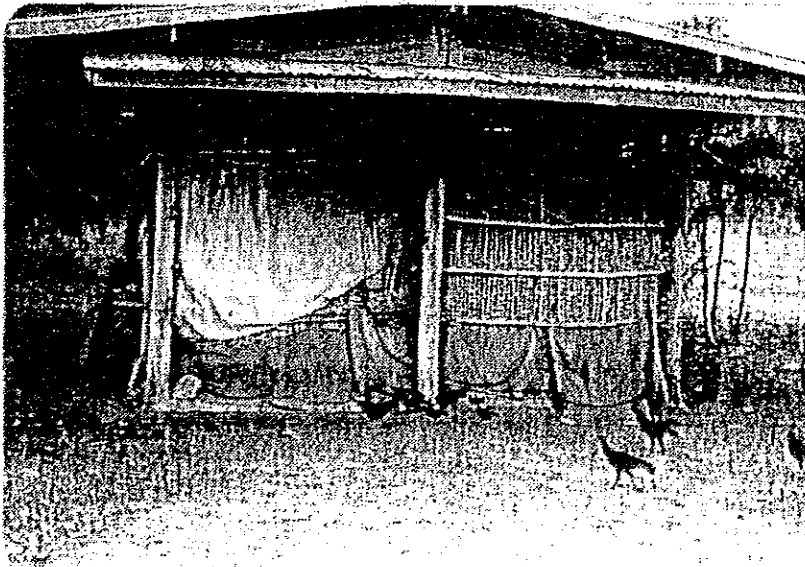


Photo. 3  
Ear maize storage  
house of farm





Photo-4  
Solar dryer 1.

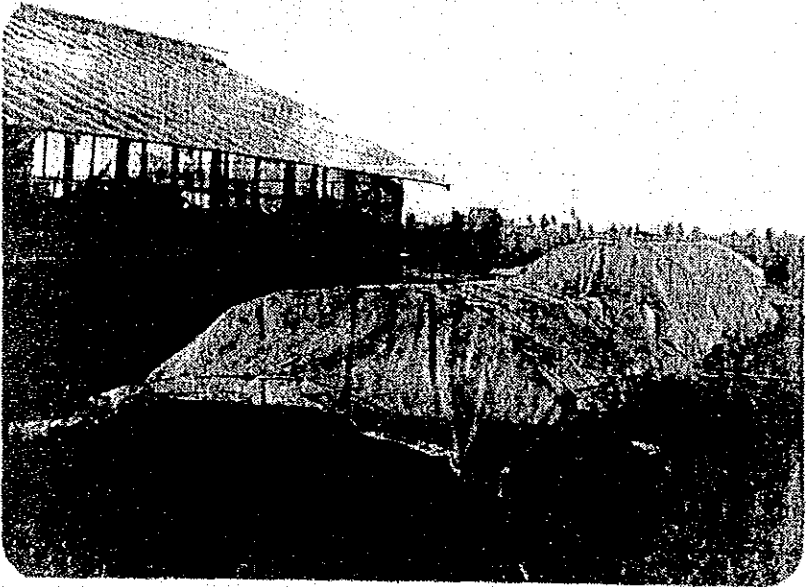


Photo-5  
Solar dryer 2.

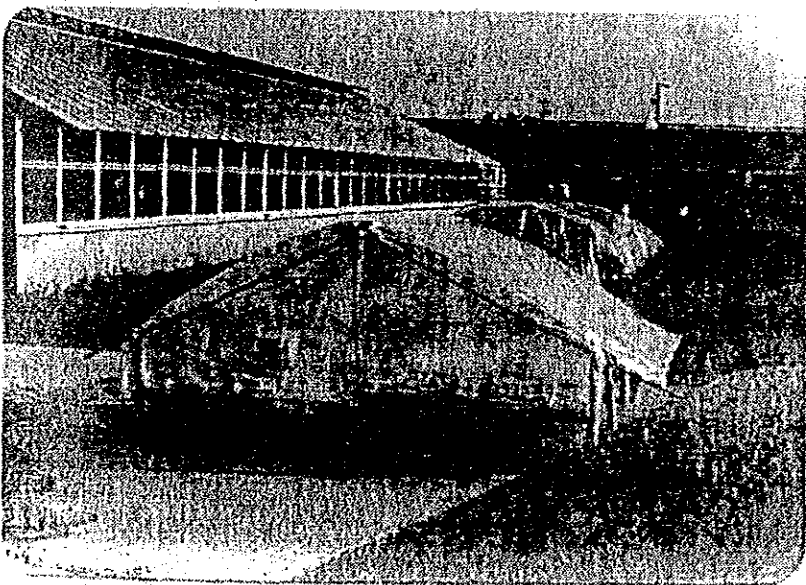


Photo-6  
Solar dryer 3.

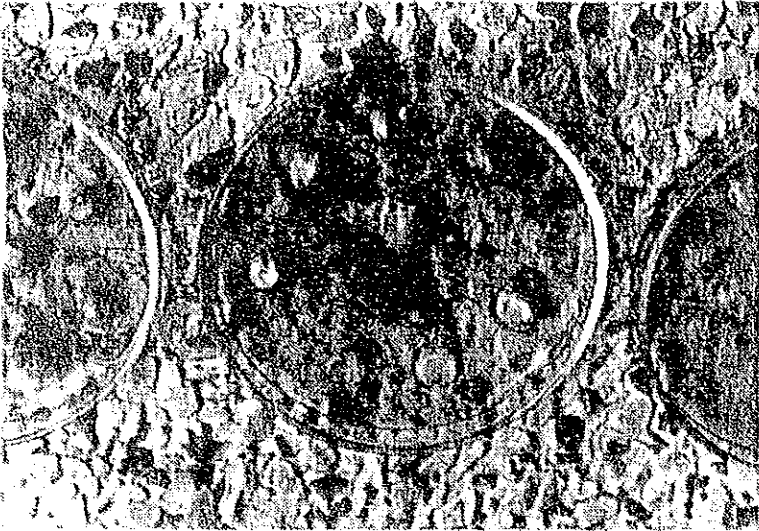


Photo. 7  
Cultured *Aspergillus flavus* on agar in  
Petri-dish

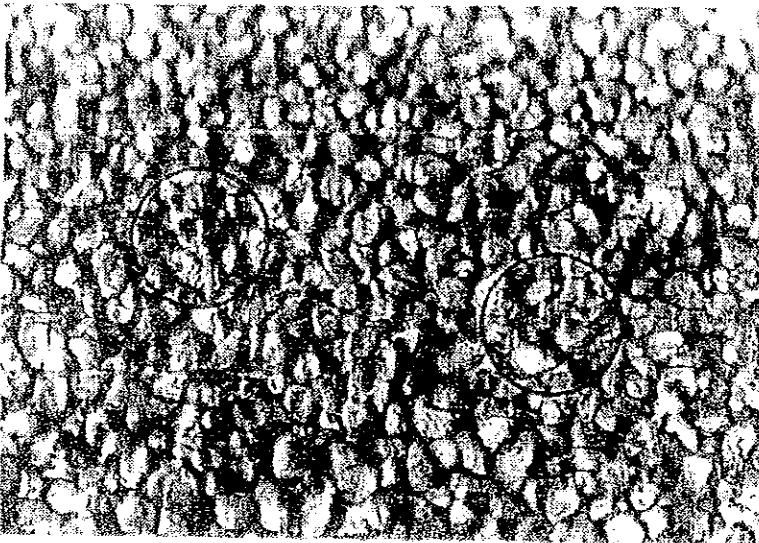


Photo. 8  
*Aspergillus flavus*  
on shelled maize



Photo. 9  
Heat-pump drying  
cabinet of maize

專 門 家 名 : 古 川 久 雄

指 導 科 目 : 土 壤 生 態 学

派 遣 期 間 : 88. 12. 1 ~ 88. 12. 29

所 属 先 : 京 都 大 学 農 学 部



## 業務状況報告

### 1. 業務概要

- ① 研究テーマ                      メクロン川扇状地の塩類化機構
- ② 研究方法                        地質土壌学的野外調査
- ③ 調査同行者
  - 12月6日                    Dr. Visyoot (KU)
  - 7～10日                   Mr. Artisit (KU)
  - 12日                        Dr. Visyoot (KU)
  - 13～15日                  単 独
  - 19～20日                 Dr. Somsri, Mrs. Ayunin, Mr. Kriangsak  
(以上 DLD=土地開発局)
  - 21～23日                 Dr. Irb (KU), Dr. Somsri, Mrs. Arunin  
Mr. Kriangsak (以上 DLD)
  - 24～26日                 単 独
- ④ 研究セミナー
  - 12月15日                 東北タイの塩類化問題について (於 カンペンセン キャンパス,  
レジメ配布)
  - 12月27日                 メクロン川扇状地の塩類化機構について  
(於 バンケン キャンパス)

### 2. ま と め

- ① 研究結果について  
近日中に「東南アジア研究」に英文で投稿する予定。
- ② 研究遂行上の問題について  
私個人の場合、既にタイの他の省庁、研究機関の研究者と共同研究の経験があり、今回もそれらの研究者が調査・討議に加わった。したがって、カウンターパートの不在期間が長く、またその為に KU 側との連絡が多少不十分ではあったが、研究遂行上著しい不便はなかった。
- ③ トピックⅡAについて  
ⅡA2は更に6つの小課題に分けられているが、総花的にすぎるように思う。枠組みの検討が望まれるところである。例えば、第1小課題「問題地域の決定」を、タイ側サブトピックリーダーは既に終了したと考えているが、私の調査では、その認識は不十分で、問題の核心を全くつかえていない。土及び地下水の塩類化問題は、これから中央平原においても、巨大な問題になる性質のものである。JICAプロジェクトがその問題を取りあげていることは大変適切であるのだが、KU側の研究力が現状では全く不十分である。塩類化

問題に対しては、KUの枠をはずした研究組織を構想することが必要である。具体的には土地開発局（DLD）の土壌塩類化調査室（Dr. Somsri）、地質調査局（DMR）の地質調査・図化室（Dr. Phisit）、地下水調査室、チュラロンコン大学の第4紀地質関係の研究者（例えばDr. Narong）などを含む研究組織が必要で、それはかなり実行可能性も高いと思う。

現在の枠組みを生かしたままで、短期専門家の派遣を意味あるものにする 것도勿論可能である。その場合は、大学院生、助手クラスの若い人々を派遣して、日本の熱帯研究者の層を厚くすることや、日本側研究者の研究機会増大にプロジェクトの性格を明確に性格づけることが得策と思う。

專 門 家 名 : 池 田 善 郎

指 導 科 目 : 包 裝 貯 藏 技 術

派 遣 期 間 : 88. 12. 12 ~ 89. 1. 13

所 屬 先 : 京 都 大 学 農 学 部





## 業務状況報告

### 1. 研究目的

昭和63年(1988年)12月13日より平成元年(1989年)1月13日までの1ヶ月にわたり、タイ王国カセサート大学カンペンセンキャンパス内中央研究所(Central Laboratories and Greenhouse Complex)において実施中の、「タイ・カセサート大学研究協力Phase II計画」に参加するために、短期専門家として派遣された。

今回の研究分野は、研究協力プロジェクトⅡB「品質管理技術の開発」のトピック4「園芸生産物の処理、包装、貯蔵技術体系の開発」であり、特に熱帯産果実の品質管理をその形状によって実行するに当たり、必要な新技術の開発の基礎となる画像解析技術についての基本的な事項について、専門的な提言及び具体的な技術の紹介をした。

### 2. 業務状況報告

別添資料に詳細を述べるが、その内容は大略次のようである。

- a. CCDカメラおよびコンピュータによる果実の形状データの収集
- b. 形状解析理論の紹介
- c. 形状解析のためのコンピュータプログラムの開発

### 3. NAMCに於ける講演

高度の農業機械化には、農業機械の研究開発段階から完全な自動化が必要であるとの観点から、現在日本において開発され実施されているLaboratory Automation(LA)の具体的な事例を紹介し、実験の計測と制御へのコンピュータの利用について講演をした。

### 4. 所 感

タイ国滞在期間は約1ヶ月といった甚だ短期であったので、誤解を含んでいる可能性があるが、気のついた点を研究態勢についての一般的側面と具体的な研究課題に対するものに分けて述べることにする。

#### a. 研究態勢あるいは姿勢について

一言で言えば、ソフトウェアとハードウェアの連携が不十分である。

ここでいうハード及びソフトなる用語はコンピュータとは、かならずしも関係するわけではなく、たとえばデスクワークと実験に対応して考えればよい。

1) 研究者としての姿勢が、かなり日本とは異質に感じられた。日本の研究者は極端な場合、実験装置の基本設計から製作設計はいうにおよばず製作・調整に到るまで研究者自身が行うことが多いが、タイ国では研究に於ける実働の大部分を他人に任せる傾向が感じられた。

例えば今回の携行機材の取扱方法についての説明は研究者レベルのスタッフには行わ

れていない。

同様のことは、コンピュータの使用環境についても指摘することができる。現在、研究を遂行する上で研究者にとってコンピュータの活用は不可欠となりつつあるが、研究者自身がプログラミングからデータの作成まで直接たずさわった方が研究効率と成果をあげる意味でいい場合がある。しかし、NAMCではコンピュータに関しては、エンジニア等に任せたままのようであり、研究者サイドからのコンピュータ利用技術の向上に関する努力がなされず、従ってソフトウェア環境が極めて悪く（即ちコンピュータを十分に使いこなすソフトウェアがなく）、研究遂行上必要なシステムの開発が不可能となっている。

2) NAMCの研究者と短期専門家との研究協力態勢についても、不十分な面が認められた。事前の連絡を密にすることは、必要なことではあるが、時間的にも距離的にも困難であり、緊密な研究協力態勢を作り上げ有効な技術移転を可能にするためには、例えばKU側の研究者を派遣予定短期専門家の機関に予め一定期間滞在せしめ研究を共同で開始し、研究機材や研究方法等に慣れてから短期専門家とKUで研究を継続して行うことも有効な方法と考えられる。また、こうすることにより、携行機材の有効な利用も可能になるものと考えられる。

3) 今後の対外技術研究援助については、物（ハードウェア）から人（ソフトウェア）に重点を移すべきであろう。このことは、援助の効果の発現のレンジを短期的なものから長期的なものに拡大することであり、日本人が極めて苦手とすることではあるが、いまままで多数の外国人留学生と接してきた経験上、長期的展望に立脚した人材育成は今後のわが国の将来を考えたとき焦眉の急務であると考えられる。

4) 研究者の絶対数が不足している。これについては、タイ側の研究態勢構築上の問題点でもあろうが、3)項との関連で日本側にも解決に手を貸すことは可能であると考えられる。

#### b. NAMCにおける研究活動に関する問題点

1) 既に述べたように、コンピュータ利用に関して、対応が遅れている。このことについては、アプリケーションソフトの整備状況が悪いことでも明きらかである。しかしこのような新技術を使いこなせる人材の育成環境を現在のNAMCに求めるのは困難であり、やはり日本における教育によってコンピュータの重要性の認識を育てることから、十分な応用能力を身につけるようにすることまで必要であろう。

2) 既存の施設機材の運用が不十分である。この点については、研究者の数の不足が原因の一つとも考えられるが、研究の掘り下げ方が浅いことに大きな原因がある。例えばコンピュータ画像データ収集システムをKU電子工学研究室と共同で開発しているが、農産物の形状解析を行って等級選別等に利用するといった基礎的なしかり十分将来の実用化に結び付く研究に取り組んでいる様子は見られなかった。

## Image Analysis for Tropical Fruits

Y. Ikeda  
Kyoto University

### 1. Introduction

It is very important and interesting problems to intellectualize the agricultural process machinery. The practical way for intellectualization of agricultural machinery may be to control the machinery with the computer. The automatically controlled machinery must take in the information surrounding them and make decision of their behavior by themselves. The most powerful means for collecting the surrounding informations is the machine vision system.

For the automated grading and sorting system of the fruits and vegetables, it is important and so necessary to utilize the information on their outer shape. And, it will be also necessary to develop the technique to analyze the shape of the fruits and vegetables and to extract the feature of their shape. Especially, since the shapes of the tropical fruits are complex and varied, the means for describing the features of their shape should be surveyed and established.

The image data of the fruits were acquired by the CCD camera and the computer in the Electrical Engineering Laboratory of KU. In this report, we will represent and propose the image processing technique and its software system for the fruits grading and sorting system utilizing the outer shape of the fruits.

### 2. Image Processing Techniques

The entire system for image analysis consists of the image data acquisition system and the data processing system. The practical image processing hardware system is usually constructed as shown in Fig. 1.

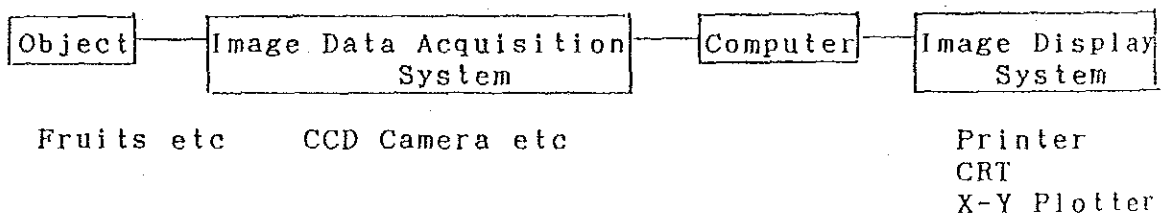


Fig. 1 Image Data Processing System

In this experiment, we used four kinds of fruit, that is, mango, guava, apple and chompoo. The outer shape of these fruits are shown in Photo 1(a)-(d) in Appendix A at the end of this report.

The image data acquired in the computer and displayed on CRT

screen are as shown in Photo 2(a)-(d) in Appendix B.

The image collected by the camera usually has the gray level and is contaminated by the high frequency noise caused by the data acquisition system as shown in Photo 2. And the image data treated in the present paper is the binary image, that is it has only dark and white level. Therefore, the image data collected and stored in the computer memory should be processed and reformed through the ways shown in Fig. 2 before the shape of the objects are analyzed and the feature of the image is extracted.

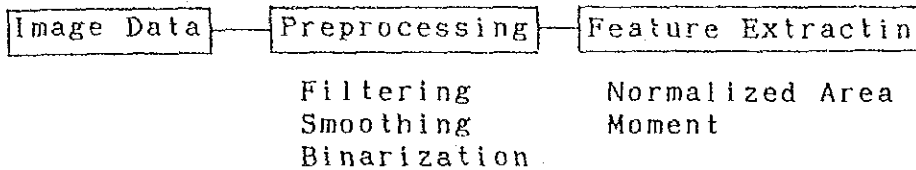


Fig. 2 Image Data Processing

In the following, the technique shown in Fig. 2 will be represented. The image processing techniques described here are focused on the application such as sorting or grading of fruits and/or vegetables by their outer shapes.

### 3. Preprocessing of Image Data

#### 3.1 Spatial Filtering

The objectives of the spatial filter are as follows.

1. To extract the features of the image and to decide the the parameters for the pattern recognition.
2. To eliminate the noise from the image.
3. To enhance the features of the image.

##### 3.1.1 Smoothing of Image Data

Since the two-dimensional digital image is contaminated by the high frequency noise, smoothing of the image is necessary before all of the processing of the image data. In order to perform the smoothing process, the average value of the image intensity closed by the square or circle around a certain point is assigned the image intensity at that point. The simplest square method of smoothing is shown in Fig. 3.

$$\begin{array}{ccccc}
 P(i-1,j-1) & P(i,j-1) & P(i+1,j-1) \\
 P(i-1,j) & P(i,j) & P(i+1,j) \\
 P(i-1,j+1) & P(i,j+1) & P(i+1,j+1)
 \end{array}$$

Fig. 3 3X3 Area for Smoothing

In this figure,  $P(n,m)$  ( $n=i-1,i+1$  and  $m=j-1,j+1$ ) represents the image intensity of nine pixels (abbreviation of picture element) and the averaged image intensity at the point  $(i,j)$  is calculated from the arithmetical average of the image intensities of these nine points. This spatial filter is described as follows.

$$f(i,j) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} / 9 \quad (1)$$

The elements of this (3X3)matrix in Eq(1) represent the weight given to the intensity of the (3X3)pixels shown in Fig. 3. The other spatial filter for eliminating the noise contained in the image is proposed. In this filter, as the distance from the averaged point (i,j) is increased, the value of the weight is decreased as in Eq.(2).

$$f(i,j) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} / 10 \quad (2)$$

This filter does not lose the sharpness of the original image so exceedingly. The extended area of averaging is given by the following equation.

$$f(i,j) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} / 35 \quad (3)$$

The circular spatial filter are given by the following equations.

$$f(i,j) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} / 5 \quad (4)$$

and

$$f(i,j) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} / 13 \quad (5)$$

### 3.1.2 Enhancement of Image Data

#### (a) Differentiation

In order to enhance the image, the image is differentiated. The simplest spatial filter for enhancement is to assign the square root of the sum of the squares of the differentials in X- and Y-axes direction to the image data at the point (i,j). That is,

$$f(i,j) = \text{SQRT}[(P(i+1,j)-P(i,j))^{**2} + (P(i,j)-P(i,j+1))^{**2}] \quad (6)$$

where  $P(i,j)$  is the image intensity at the point  $(i,j)$ .

(b) Laplacian

The spatial filter called Laplacian is defined by the following equations. In this filter, the differences between the central point  $(i,j)$  and the points in four directions are calculated. This spatial filter is given by the following equation.

$$f(i,j) = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

In eight directions,

$$f(i,j) = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

The Laplacian filter detect the sudden change in the image and intensity in other area are decreased.

The differentiation and Laplacian are usually weak to the noise. The subroutine subprograms of these spatial filters mentioned above are given in Appendices C and D. In the program PROC listed in Appendix C, by the control parameter K we can select the spatial filter given by the Eq's (1), (7) or (8). In the program SMOOTH, we can select the spatial filter given by the Eq's (1), (2) or (4) with the value of the parameter K.

3.2 Binarization of Image having Gray Levels

The image collected and stored in the computer has the gray level. Our present purpose is to analyze the outer shape of the object. Then it is necessary to construct the contour of the shape. This can be performed when the gray level image is converted to the binary image.

The binary image can be obtained through selecting the pixels having the lower level than certain threshold level. In Fig. 4, (a) represents the gray image whose pixels have different intensities. When the pixels of the intensity higher than the threshold level 5 are represented by 0 and the pixels lower than 4 are represented by 1, the binary image of (a) is obtained as (b).

98998788879989989	0000000000000000
97889555445478899	00000000110100000
99983422122124488	00001111111111100
98893322122214499	00001111111111100
99888322122344798	00000111111111000
99987964455444898	00000001111111000
98799878998998899	00000000000000000

(a) Gray Image                      (b) Binary Image

Fig. 4 Construction of Binary Image from Gray Image

The intensity of the pixel of the binary image is zero or one. The pixels of intensity one compose the silhouette of the objects. In Appendix E, the program BNZ is given, to construct the binary image from the gray image.

#### 4. Linear Transformation of Image

In order to rotate, move, extend or reduce the image data on the screen, the linear transformation defined by the following equation is used.

$$\begin{aligned}\tilde{x} &= Ax + By + C \\ \tilde{y} &= Dx + Ey + F\end{aligned}\tag{9}$$

This expression means that the image intensity  $f(x,y)$  at the point  $(x,y)$  of the original image is assigned to the coordinate point  $f(\tilde{x},\tilde{y})$  of the transformed image. For  $A=E=1$  and  $B=D=0$ , the image is moved to the  $x$ -axis direction by  $C$  and to the  $y$ -axis by  $F$ . For  $A+B=D+E=1$  and  $C=F=0$ , the image is rotated about the origin. For  $A/B=D/E$  and  $C=F=0$ , the image is extended or reduced. In Appendix F, the subroutine subprogram named LTRANS is listed. This program performs the linear transformation of the binary image data.

#### 5. Processing of Binary Image

##### 5.1 Normalized Area

The normalized area is defined by

$$K = L^2 / A\tag{10}$$

where  $L$  is the peripheral length of the closed curve and  $A$  is its area. This normalized area represents the complexity of the closed curve. For example, the circle has the minimum value of  $4\pi$ . The more complex the closed curve become, the greater the normalized area is. In Fig. 5, the more complex closed curve (a) has the greater value of the normalized area than the simple closed curve (b).

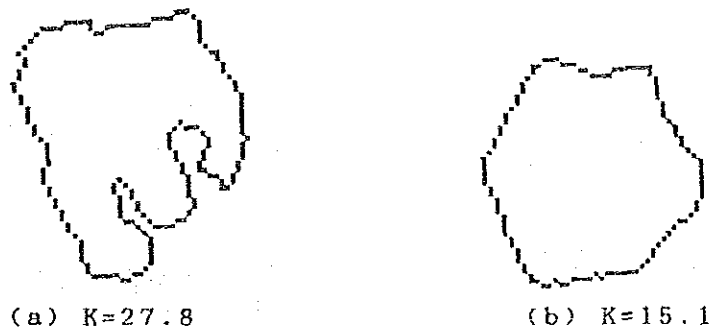


Fig. 5 Normalized Areas for Two Closed Curves



## 5.2 Moment

The moment  $M_{uv}$  of the binary image constructed in the preceding paragraph is defined by

$$M_{uv} = \sum_X \sum_Y f(X,Y) X^u Y^v \quad (11)$$

where  $f(X,Y)$  is the intensity of the binary image.  $X$  and  $Y$  are the  $X$ - and  $Y$ -coordinate of the pixel of intensity  $f(X,Y)$ , respectively.

$M_{00}$  is the area of the shape, and  $M_{10}$  and  $M_{01}$  are the moments about  $X$ - and  $Y$ -axis, respectively. The normalized moment  $M_{uv}$  characterizing the closed curve is defined by the following equation.

$$M_{uv} = \sum_X \sum_Y f(X,Y) (X-\bar{X})^u (Y-\bar{Y})^v \quad (12)$$

where

$$\bar{X} = M_{10}/M_{00} \text{ and } \bar{Y} = M_{01}/M_{00} \quad (13)$$

This normalized moment is insensitive to the parallel movement of the closed curve. The linear combination of the moments  $M_{20}$  and  $M_{02}$  is given by

$$M = M_{20} + M_{02} \quad (14)$$

and insensitive to rotation of the image. These moments can be utilized to recognize the shape. Usually, the moments calculated from the small values of  $u$  and  $v$  such as 0, 2 and 3 can be used to recognize the simple shape, and on the other hand the moment for the large  $u$  and  $v$  can be applied to the complex shape recognition. In Appendix G, the program MOMENT computes these moments.

## 5.3 Peripheral Distribution

The peripheral distribution pattern can be used to recognize the feature of the binary pattern. Fig. 6 indicates the example

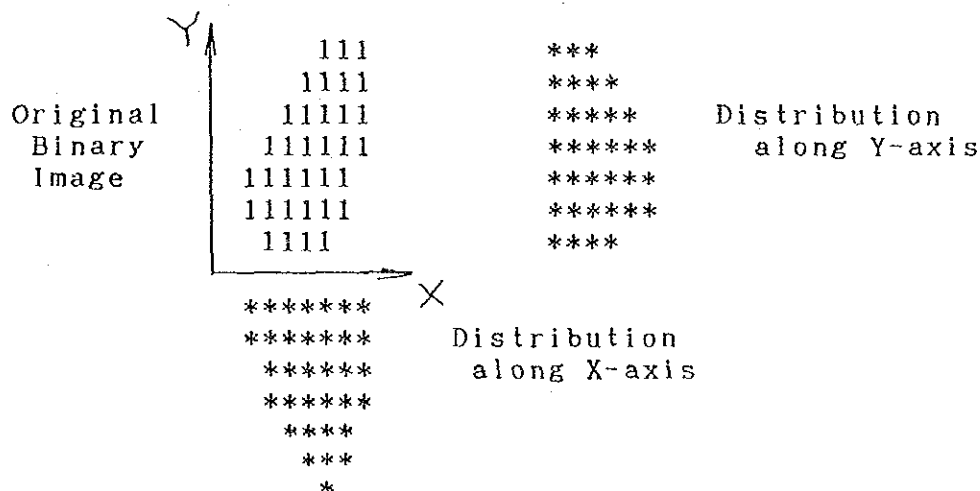


Fig. 6 Peripheral Distribution along X- and Y-axes

of the peripheral distribution along X- and Y-axis. The program listed in Appendix H can be used to obtain the peripheral distributions. When the distributions along the axis in the arbitrary direction, the binary image data is rotated with the program LTRANS and then this program PHIST can be used. When the distribution patterns are complicated, Fourier Transformation analysis can be used to extract the features of the image. The program listed in Appendix I can be used to Fourier analysis for the ditribution pattern.

For the further process of the digital image of the gray levels, the two-dimensional Fourier transform will be usefull. Program listed in Appendix J is to perform the two-dimensional FFT of the digital image data.

## 6. Future Problem

Based upon the techniques mentioned above, the practical relationships between the fruits or vegetable quality such as maturity or freshness or weight and the their shape should be established for many kinds of fruits and vegetables. And in order to gain the high and worldweide marketability of the fruits and vegetables, the technology for intense quality control of the products should be set up.

Since the data to be acquired and processed are enormous and the data acqusition system should be intended to develop the practical sorting and grading system, the image data acquisition system should be automated by the computer control even in the laboratory. It may be the most fundamental problem that the researchers are familiar with controlling the experiments and acquiring the experimental data automatically by the computer.

## 7. Acknowledgement

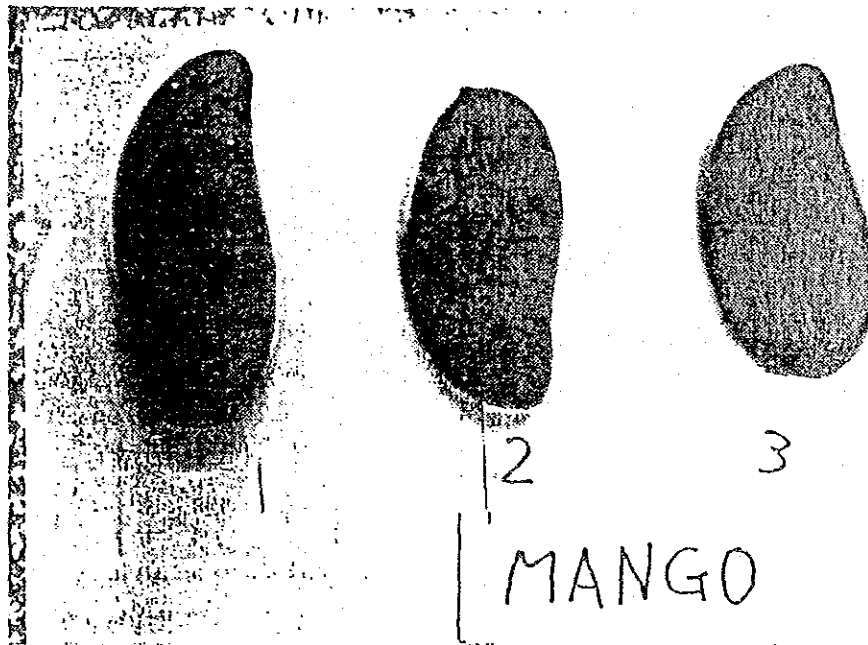
We would like to give thanks to Dr. H. Harada, the leader of the KU-Japan cooperative research projects, for his kind advise of research activities and to Dr. Y. Goto for his kind advise. And also I would like to thank Dr. Bundit, J. for his co-research activities and also Dr. Pansak, S. who belongs to Dept. of Electrical Engineering, Engineering Faculty, KU for giving us the chance to use the image data acquisition system. And we would like to thank also Mr. Bharata, K. and Mr. Vicha, M. who are our counterpart.

## 8. References

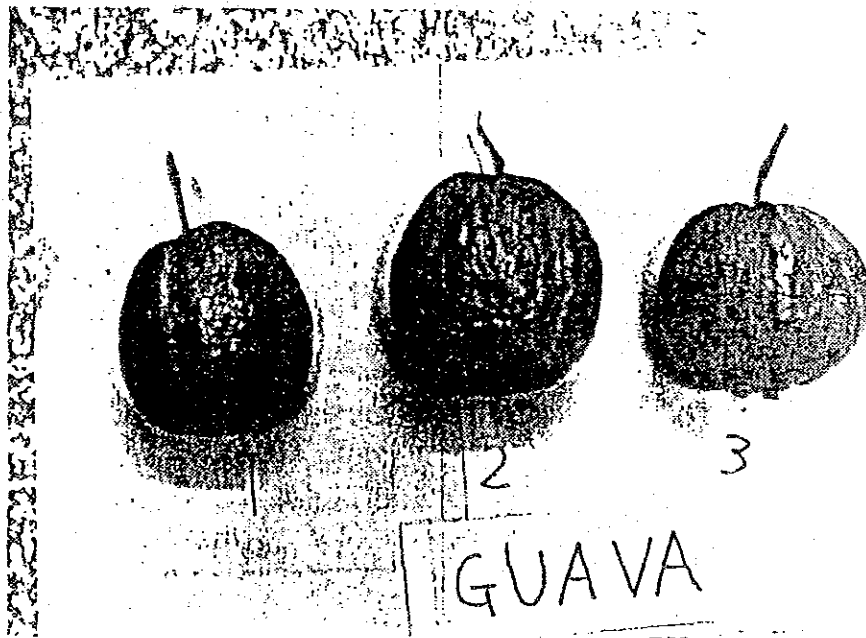
We are indebted very much to the following bibliography when this report was produced.

1. Agui and M. Nakajima; Computer Image Processing, 1982, Sanpou Publishing Inc, Tokyo, Japan

Appendix A Fruits whose image data were acquired

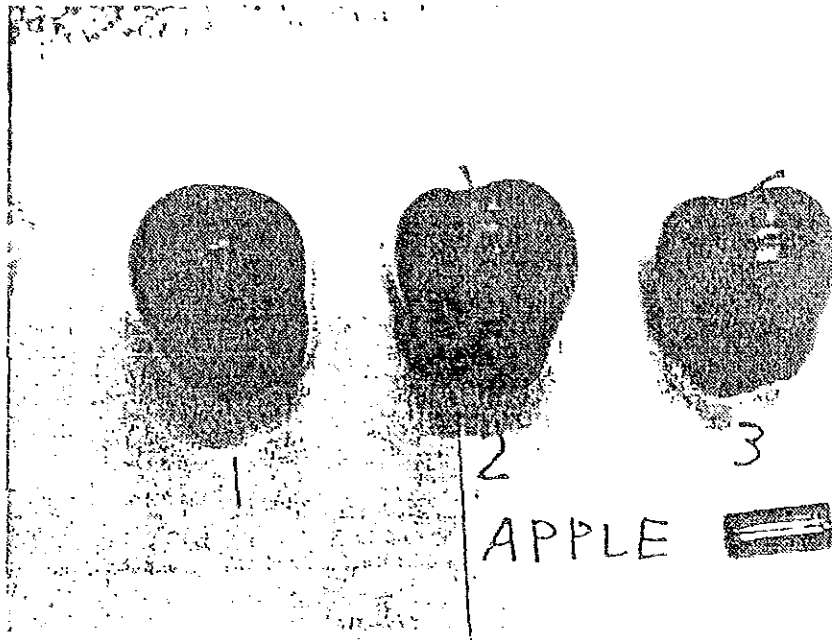


(a) MANGO

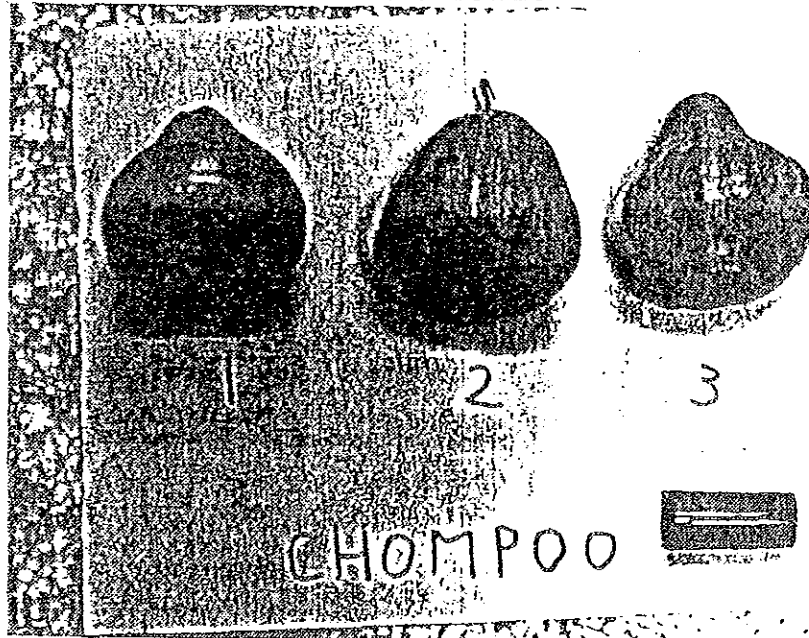


(b) GUAVA

Appendix A (continue)

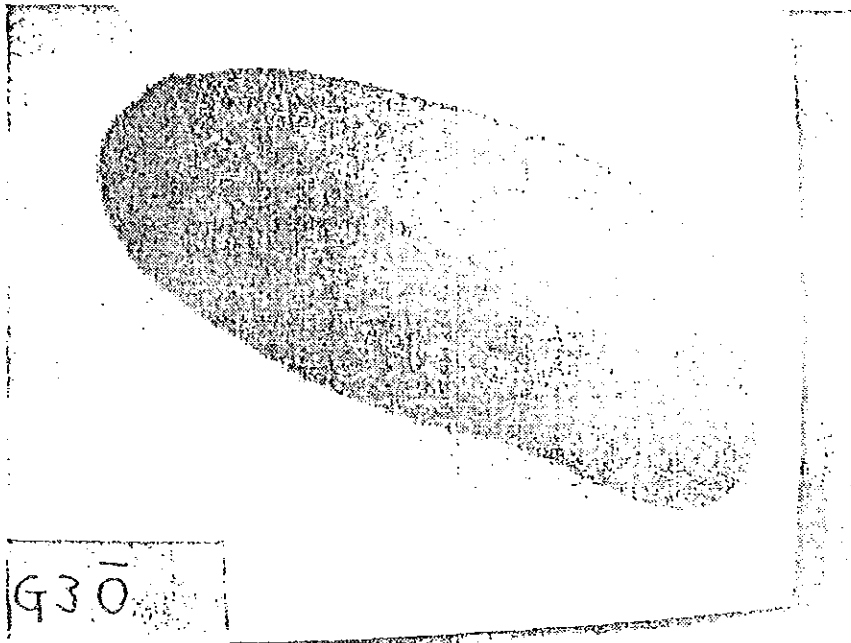


(c) APPLES

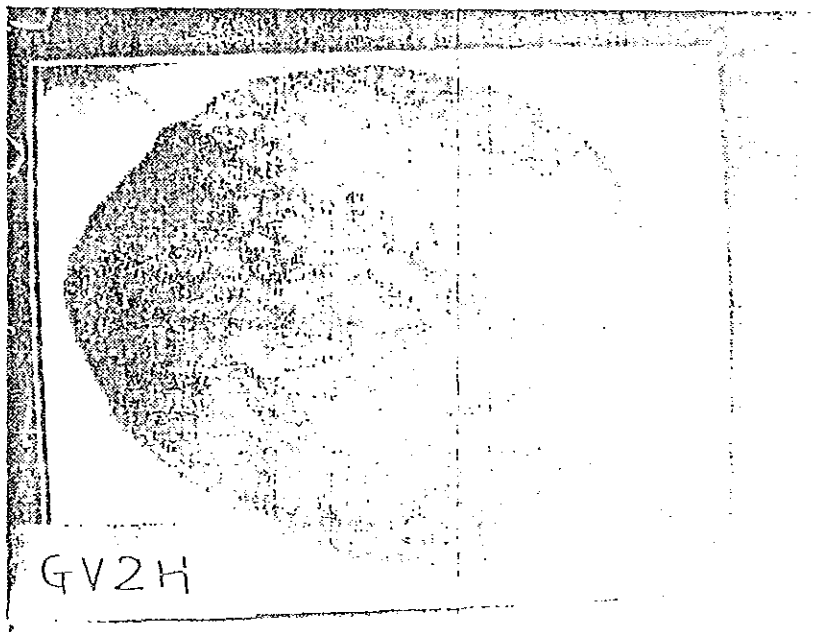


(d) CHOMPOO

Appendix B Image Data Stored in Computer

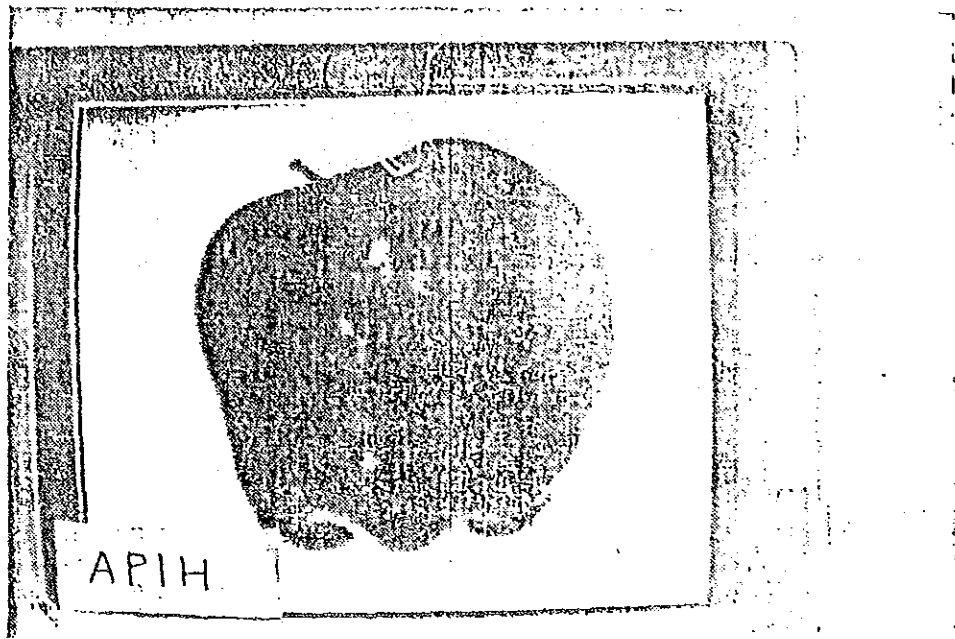


(a) MANGO

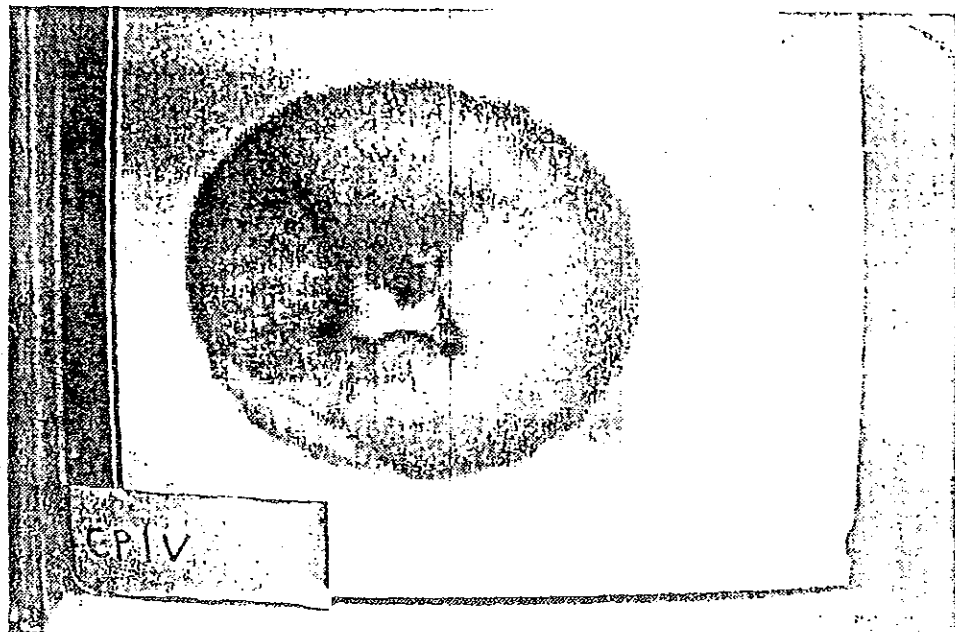


(b) GUAVA

Appendix B (continue)



c) APPLES



(d) CHOMPOO

## Appendix C Spatial Filter(Part 1)

```

D Line# l      7                                Microsoft FORTRAN77 V3.30 March 1985
  1 C
  2 C      SUBROUTIE FOR SPATIAL FILTER
  3 C
  4 C      FILE NAME : PROC
  5 C
  6 C      12-26-88
  7 C
  8 C      PROGRAMED BY IKEDA,Y
  9 C
 10 C
 11 C      IX ; TWO-DIMENSIONAL ARRAY ; INPUT IMAGE DATA
 12 C      IXX; TWO-DIMENSIONAL ARRAY ; OUTPUT RESULT
 13 C
 14 C      K = 1 ; SMOOTHING
 15 C      = 2 ; LAPLACIAN
 16 C      = 3 ; DIFFERENTIATION
 17 C
 18      SUBROUTINE PROC
 19      COMMON /BLOO/ IX(320,200),IXX(320,200)
 20      COMMON /BLO1/ L,R
 21      LLX=LX-1
 22      LLY=LY-1
 23      DO 10 I=2,LLX
1 24      DO 10 J=2,LLY
2 25          I1=I-1
2 26          J1=J-1
2 27          I2=J+1
2 28          J2=J+1
2 29          GO TO (1,2,3),K
2 30 C
2 31 C      SMOOTHING
2 32 C
2 33      1 IXX(I1,J1)=(IX(I1,J1)+IX(I,J1)+IX(I2,J1)+
2 34      1          IX(I1,J)+IX(I,J)+IX(I2,J)+
2 35      1          IX(I1,J2)+IX(I,J2)+IX(I2,J2))/9
2 36          GO TO 10
2 37 C
2 38 C      LAPLACIAN MANIPULATION
2 39 C
2 40      2 IXX(I1,J1)=-IX(I,J1)
2 41      1 -IX(I1,J)+4*IX(I,J)-IX(I2,J)
2 42      1          -IX(I,J2)
2 43          GO TO 10
2 44 C
2 45 C      DIFFERENTIATION
2 46 C
2 47      3 IXX(I1,J1)=(IX(I,J)-IX(I,J1))*2
2 48      1          +(IX(I,J)-IX(I1,J))*2
2 49 C
2 50      10 CONTINUE
2 51 C
2 52      RETURN
2 53      END

```

# Appendix D Spatial Filter(Part 2)

Microsoft FORTRAN77 V3.30 March 1985

```

D Line# 1      7
1 C
2 C      SUBROUTIE FOR SPATIAL FILTER
3 C
4 C      FILE NAME : SMOOTH
5 C
6 C      12-27-88
7 C
8 C      PROGRAMED BY IKEDA,Y
9 C
10 C     IX ; TWO-DIMENSIONAL ARRAY ; INPUT IMAGE DATA
11 C     IXX; TWO-DIMENSIONAL ARRAY ; OUTPUT RESULT
12 C
13 C     K = 1 ; SMOOTHING ; ARITHMETIV AVERAGE
14 C     = 2 ; WEIGHTING AVERAGE
15 C     = 3 ; CIRCULAR AREA
16 C
17     SUBROUTINE SMOOTH
18 C
19     COMMON /BLO0/ IX(320,200),IXX(320,200)
20     COMMON /BLO1/ L,K
21 C
22     LLX=LX-1
23     LLY=LY-1
24     DO 10 I=2,LLX
1 25     DO 10 J=2,LLY
2 26         I1=I-1
2 27         J1=J-1
2 28         I2=J+1
2 29         J2=J+1
2 30         GO TO (1,2,3),K
2 31 C
2 32 C     SMOOTHING      3X3 ARITHMETIC AVERAGE
2 33 C
2 34     1 IXX(I1,J1)=(IX(I1,J1)+IX(I,J1)+IX(I2,J1)+
2 35     1           IX(I1,J)+IX(I,J)+IX(I2,J)+
2 36     1           IX(I1,J2)+IX(I,J2)+IX(I2,J2))/9
2 37     GO TO 10
2 38 C
2 39 C     SMOOTHING      3X3 WEIGHTING AVERAGE
2 40 C
2 41     2 IXX(I1,J1)=(IX(I1,J1)+IX(I,J1)+IX(I2,J1)+
2 42     1           IX(I1,J)+2*IX(I,J)+IX(I2,J)+
2 43     1           IX(I1,J2)+IX(I,J2)+IX(I2,J2))/10
2 44     GO TO 10
2 45 C
2 46 C     SMOOTHING 3X3 CIRCULAR AREA
2 47 C
2 48     3 IXX(I1,J1)+           (IX(I,J1)+
2 49     1           IX(I1,J)+IX(I,J)+IX(I2,J)+
2 50     2           IX(I,J2))/5
2 51 C
2 52     10 CONTINUE
53 C
54     RETURN
55     END

```



## Appendix E Binarization of Image Data

```

D Line# 1      7      Microsoft FORTRAN77 V3.30 March 1985
  1 C
  2 C      SUBROUTINE FOR BINARIZATION OF IMAGE DATA
  3 C
  4 C      FILE NAME ; BNZ
  5 C
  6 C      12-28-88
  7 C
  8 C      PROGRAMED BY Y. IKEDA
  9 C
 10 C      IX ; TWO-DIMENSIONAL ARRAY ; INPUT GRAY IMAGE DATA
 11 C      IXX; TWO-DIMENSIONAL ARRAY ; BINARY IMAGE DATA
 12 C      NX ; NUMBER OF PIXEL IN X-AXIS DIRECTION
 13 C      NY ; NUMBER OF PIXEL IN Y-AXIS DIRECTION
 14 C      NX*NY=TOTAL NUMBER OF PIXEL
 15 C      THV ; THRESHOLD VALUE FOR DISTINCT DARK AND WHITE
 16 C
 17      SUBROUTINE BNZ(IX,IXX,NX,NY)
 18      DIMENSION IX(1,1),IXX(1,1)
 19 C
 20      WRITE(*,'(1H ,A)')'SPECIFY THE THRESHOLD VALUE. THV = '
 21      READ(*,'(F10.0)')
 22 C
 23      DO 10 I=1,NX
1  24      DO 10 J=1,NY
2  25          IF(IX(I,J) .GE. THV)THEN
2  26              IXX(I,J)=1
2  27          ELSE
2  28              IXX(I,J)=0
2  29          ENDIF
2  30      10 CONTINUE
 31 C
 32      RETURN
 33      END

```

## Appendix F Linear Transformation of Binary Image

```

D Line# I      7                                Microsoft FORTRAN77 V3.30 March 1985
  1 C
  2 C      SUBROUTINE FOR LINEAR TRANSFORMATION
  3 C
  4 C      FILE NAME ; LTRANS
  5 C
  6 C      12-29-88
  7 C
  8 C      PROGRAMED BY Y. IKEDA
  9 C
 10 C      IX; ORIGINAL BINARY IMAGE
 11 C      NIX; TRANSFORMED BINARY IMAGE
 12 C      I ; X-COORDINATE OF THE PIXEL OF THE ORIGINAL IMAGE
 13 C      J ; Y-COORDINATE OF THE PIXEL OF THE ORIGINAL IMAGE
 14 C
 15 C      NI; X-COORDINATE OF THE PIXEL OF THE TRANSFORMED IMAGE
 16 C      NJ; Y-COORDINATE OF THE PIXEL OF THE TRANSFORMED IMAGE
 17 C
 18 C
 19      SUBROUTINE LTRANS(IX,NIX,NX,NY,A,B,C,D,E,F)
 20 C
 21      DIMENSION IX(1,1),NIX(1,1)
 22 C
 23      DO 10 I=1,NX
 1 24      DO 10 J=1,NY
 2 25          NI=NINT(A*FLOAT(I)+B*FLOAT(NY-J+1)+C)
 2 26          NJ=NINT(D*FLOAT(I)+E*FLOAT(NY-J+1)+F)
 2 27          IF(NI .LE. NX .AND. NJ .LE. NY)THEN
 2 28              NIX(NI,NJ)=IX(I,J)
 2 29              IF(IX(I,J) .EQ. 1)THEN
 2 30                  IX(I,J)=0
 2 31              ENDIF
 2 32          ENDIF
 2 33      10 CONTINUE
 34 C
 35      RETURN
 36      END

```

# Appendix G Moment of Binary Image

```

D Line# 1      7      Microsoft FORTRAN77 V3.30 March 1985
  1 C
  2 C      SUBROUTINE FOR MOMENT
  3 C
  4 C      FILE NAME ; MOMENT
  5 C
  6 C      12-29-88
  7 C
  8 C      PROGRAMED BY Y.IKEDA
  9 C
 10 C      IX ; TWO-DIMENSIONAL ARRAY ; BINARY IMAGE DATA
 11 C      X  ; ONE-DIMENSIONAL ARRAY ; X-COORDINATE OF PIXEL
 12 C      Y  ; ONE-DIMENSIONAL ARRAY ; Y-COORDINATE OF PIXEL
 13 C      U  ; ORDER OF MOMENT ABOUT X-AXIS
 14 C      V  ; ORDER OF MOMENT ABOUT Y-AXIS
 15 C      WHEN U AND V ARE ZERO, MOMENT IS AN AREA
 16 C      MOM ; MOMENT
 17 C      NMOM; NORMALIZED MOMENT
 18 C      M00 ; AREA
 19 C      M  = M20+M02
 20 C
 21      SUBROUTINE MOMENT(IX,U,V,MOM,NMOM,M00,M10,M01,M)
 22 C
 23      IMPLICIT REAL(M)
 24      INTEGER U,V
 25      DIMENSION IX(1,1),X(1),Y(1)
 26
 27 C
 28 C      MOMENT
 29 C
 30      SV=0.0
 31      DO 10 I=1,NX
 1  32      DO 10 J=1,NY
 2  33          SV=SV+IX(I,J)*X(I)**U*Y(J)**V
 2  34      10 CONTINUE
 35          MOM=SV
 36 C
 37 C      NORMALIZED MOMENT
 38 C
 39      SV=0.0
 40      DO 11 I=1,NX
 1  41      DO 11 J=1,NY
 2  42      11 SV=SV+IX(I,J)
 43          M00=SV
 44 C
 45      SV=0.0
 46      DO 12 I=1,NX
 1  47      DO 12 J=1,NY
 2  48      12 SV=SV+IX(I,J)*X(I)
 49          M10=SV
 50 C
 51      SV=0.0
 52      DO 13 I=1,NX

```

Appendix G(continue)

```

1 53      DO 13 J=1,NY
2 54      13  SV=SV+IX(I,J)*Y(J)
55          M01=SV
56 C
57          XBAR=M10/M00
58          YBAR=M01/M00
59 C
60          SV=0.0
61          DO 14 I=1,NX
1 62          DO 14 J=1,NY
2 63          14  SV=SV+IX(I,J)*(X(I)-XBAR)**U*(Y(J)-YBAR)**V
64          NMOM=SV
65 C
66          SV=0.0
67          DO 15 I=1,NX
1 68          DO 15 J=1,NY
2 69          15  SV=SV+IX(I,J)*X(I)**2
70          M20=SV
71 C
72          SV=0.0
73          DO 16 I=1,NX
1 74          DO 15 J=1,NY
2 75          15  SV=SV+IX(I,J)*Y(J)**2
76          M02=SV
77 C
78          M=M20+M02
79 C
80          RETURN
81          END

```

## Appendix H Peripheral Distribution

```

D Line# 1      7      Microsoft FORTRAN77 V3.30 March 1985
1 C
2 C      SUBROUTINE FOR PERIPHERAL DISTRIBUTION
3 C
4 C      FILE NAME ; PHIST
5 C
6 C      12-30-88
7 C
8 C      PROGRAMED BY Y. IKEDA
9 C
10 C     IX ; TWO-DIMENSIONAL BINARY IMAGE DATA (NX,NY)
11 C     HISTX ; DISTRIBUTION ALONG X-AXIS
12 C     HISTY ; DISTRIBUTION ALONG Y-AXIS
13 C
14 C
15 C
16 C
17     SUBROUTINE PHIST(IX,NX,NY,HISTX,HISTY)
18 C
19     DIMENSION IX(1,1),HISTX(1),HISTY(1)
20 C
21     DO 10 I=1,NX
1 22     10 HISTX(I)=0
23 C
24     DO 11 J=1,NY
1 25     11 HISTY(J)=0
26 C
27     DO 12 I=1,NX
1 28     DO 12 J=1,NY
2 29     IF(IX(I,J) .EQ. 1)THEN
2 30     HISTX(I)=HISTX(I)+1
2 31     HISTY(J)=HISTY(J)+1
2 32     ENDIF
2 33     12 CONTINUE
34 C
35     RETURN
36     END

```

# Appendix I One-dimensional Fast Fourier Transformation

```

D Line# 1      7      Microsoft FORTRAN77 V3.30 March 1985
1 C
2 C      SUBROUTINE FOR FAST FOURIER TRANSFORM
3 C
4 C      FILE NAME ; FFT
5 C
6 C      12-28-88
7 C
8 C      PROGRAMED BY Y.IKEDA
9 C
10 C     X ; REAL PART OF INPUT DATA AND OUTPUT SPECTRA
11 C     Y ; IMAGINARY PART OF INPUT DATA AND OUTPUT SPECTRA
12 C     N ; NUMBER OF DATA
13 C
14 C     N=2**L
15 C     L ; INTEGER
16 C
17     SUBROUTINE FFT(X,Y,L)
18     DIMENSION X(1),Y(1)
19 C
20     NP=2**L
21     LMX=NP
22     SCL=6.283185303/FLOAT(NP)
23 C
24     DO 20 LO=1,L
1 25     LIX=LMX
1 26     LMX=LMX/2
1 27     ARG=0.0
1 28     DO 10 LM=1,LMX
2 29     C=COS(ARG)
2 30     S=SIN(ARG)
2 31     ARG=ARG+SCL
2 32     DO 9 LI=LIX,NP,LIX
3 33     J1=LI-LIX+LM
3 34     J2=J1+LMX
3 35     T1=X(J1)-X(J2)
3 36     T2=Y(J1)-Y(J2)
3 37     X(J1)=X(J1)+X(J2)
3 38     Y(J1)=Y(J1)+Y(J2)
3 39     X(J2)=C*T1+S*T2
3 40     Y(J2)=C*T2-S*T1
3 41     9 CONTINUE
2 42     10 CONTINUE
1 43     20 CONTINUE
44 C
45 C     BIT REVERSAL
46 C
47     J=1
48     NV2=NP/2
49     NPM1=NP-1
50     DO 50 I=1,NPM1
1 51     IF(I-J)25,30,30

```

## Appendix I (continue)

```

1 52 25 T1=X(J)
1 53     T2=Y(J)
1 54     X(J)=X(I)
1 55     Y(J)=Y(I)
1 56     X(I)=T1
1 57     Y(I)=T2
1 58 C
1 59 30 K=NV2
1 60 40 IF(K-J)45,50,50
1 61 45 J=J-K
1 62     K=K/2
1 63     GO TO 40
1 64 50 J=J+K
65 C
66     RETURN
67     END

```

## Appendix J Two-dimensional Fast Fourier Transform

```

D Line# 1      7      Microsoft FORTRAN77 V3.30 March 1985
1 C
2 C      SUBROUTINE FOR TWO-DIMENSIONAL FAST FOURIER TRANSFORM
3 C
4 C      FILE NAME ; FFT2
5 C
6 C      12-28-88
7 C
8 C      PROGRAMED BY Y. IKEDA
9 C
10 C     X ; TWO-DIMENSIONAL ARRAY ; REAL PART OF INPUT DATA AND
11 C     TRANSFERED OUTPUT
12 C     Y ; TWO-DIMENSIONAL ARRAY ; IMAGINARY PART OF INPUT DATA
13 C     AND TRANSFERED OUTPUT
14 C     XX,YY ; ONE-DIMENSIONAL ARRAY ; WORKING AREA
15 C     WHEN X(N,N) AND Y(N,N), XX(N) AND Y(N)
16 C     N ; NUMBER OF DATA=N*N
17 C     N=1**2
18 C
19     SUBROUTINE FFT2(X,Y,XX,YY,L)
20     DIMENSION X(1,1),Y(1,1),XX(1),YY(1)
21     LL=2**L
22     DO 15 I=1,LL
1 23     DO 13 J=1,LL
2 24     XX(J)=X(J,I)
2 25     13 YY(J)=Y(J,I)
1 26     CALL FFT(XX,YY,L)
1 27     DO 14 J=1,LL
2 28     X(I,J)=XX(J)
2 29     14 Y(J,I)=YY(J)
1 30     15 CONTINUE
31 C
32     DO 17 I=1,LL
1 33     DO 16 J=1,LL
2 34     XX(J)=X(I,J)
2 35     16 YY(J)=Y(I,J)
1 36     CALL FFT(XX,YY,L)
1 37     DO 18 J=1,LL
2 38     X(I,J)=XX(J)
2 39     18 Y(I,J)=YY(J)
1 40     17 CONTINUE
41 C
42     RETURN
43     END

```





專 門 家 名 : 糸 川 信 弘

指 導 科 目 : 移 植 技 術

派 遣 期 間 : 88. 1. 30 ~ 88. 3. 16

所 属 先 : 農 林 水 産 省 四 国 農 業 試 験 場



## 業務状況報告

### 1. 業務内容

タイ国カセサート大学研究協力計画フェーズⅡ、研究プロジェクトⅢ（農業機械化技術開発）の短期専門家としてカセサート大学NAMC（National Agricultural Machinery Center）において田植機利用のための圃場準備に関する研究（Topic 1）協力を行った。

目的：粘質土で耕盤層の形成されていない水田に田植機を導入するための圃場調整（準備）法の策定。

試験方法：基盤整備後4～5年経過したカンペンセンキャンパス内の圃場（1区画82アール）で、ロータリ装着の30ps 2輪駆動トラクタで耕耘・代かき回数の異なる試験区を設定し、土壌物理性の経時的变化を測定。主な調査項目は田植機の走行性を推定するための土壌硬度、小形矩型板沈下量また、田植時期を決定するためのさげふり貫入深、ペーン抵抗値などである。

試験結果：別紙参照

### 2. 研究協力体制について

NAMCのスタッフは研究のサポートに関しては非常に協力的であり、業務遂行上ほとんど支障はない。しかし、Topic 1の研究メンバーは、リーダーを含む講師2名、テクニシャン1名から構成されているが、研究が緒についたばかりということもあってチーム内の連携はほとんどとられていない。技術移転を確実にこなうことを配慮したチーム構成と考えられるが、担当研究者は大学での講義および独自の研究をかかえている外、他のTopicとの併任などもあり当該テーマに集中できにくい体制となっている。フェイズⅡは研究活動の強化に重点が置かれていることを考えると、少なくとも短期専門家の派遣期間は、該当テーマについて集中的に研究を行なう体制づくりが要望される。今後の研究の進展を図るためには、長期専門家を含めて、研究方向、推進方法、実施期間などについて日タイの綿密な打合せが必要であろう。また、研究担当者の課題への自発的な取り組みは今回の研究協力では認められなかったが、今後、新しい田植機の導入にともなって、Topic 1の研究方向も具体化してくるので、速やかに研究協力が軌道に乗ることを期待したい。

**Topic 1: LAND PREPARATION FOR RICE TRANSPLANTER**

by

**Nobuhiro ITOKAWA**

**KU-JAPAN research project III**

**9 March 1988**

## SUMMARY

Soil in Thailand is rich in clay and has the tendency to become extremely hard in dry season, inversely become extremely soft or sticky in rainy season. Prior to the introduction of rice transplanter into this country, soil physical properties in wet conditions were measured at the NAMC paddy field to determine the land preparation methods for rice transplanter.

The results were summarized as follows:

1. Soil hardness varies greatly in accordance with the degree of moisture content (Fig. 1). The soil hardness around the ground surface in the paddy field became at the value of 160 kgf/sq.cm in dry season.
2. The soil compactness is very large. The particle size below 0.1mm that is called silt and clay being reported more than 97% in Kamphansaen. The bulk density was 0.15g/cc at the depth of 28cm (Fig. 2). Evident hard layer as in Japan was not observed.
3. The soil bearing force decrease day by day after watering (Fig. 3, 4). The rotary tilling or puddling should carry out soon after the watering to prevent the sinkage of tractor wheels which causes the uneven depth of hard pan.
4. According to the report of the former expert or my own observation at the field, cultivating with plow was inadequate as land preparation for rice transplanter. Rotary tilling is better than that of the plow because the plowing needs more tractive force than the rotary tilling. The slip of the tractor wheel which bring about the sinkage of running gear increase with the increase of the traction. Then, plowed soil cause rough ground surface compare with that of rotary tillage which prevent smooth work performance of puddling by tractor. It seems to be one of the causes of the unevenness of the hard pan. The use of 4 wheel-drive tractors will be effective in these paddy fields.
5. Rectangular plate sinkage (SR-2, 25x100mm) increase with the increase of puddling time (Fig. 5). The puddled depth seems to be getting large by the sinkage of the tractor wheels. Puddling efficiency should raise in terms of the decrease of puddling time and saving of energy requirement. As current manufactured tractors provide many PTO shifts, it is necessary that the high speed PTO revolution should be utilized for puddling effectively.
6. Falling cone (Fig. 6) depth at the puddled soil decrease in accordance with the lapse of time. The value of the depth varies by the degree of puddle. Soil condition of the puddling 4 times seems to be best for rice transplanter. Referring to the data, it may be possible to transplant by transplanter one day after the puddling (Fig. 7).
7. Vane resistance values were measured in order to get the soil conditions at the different depth (Fig. 8). The value indicated the same tendency with that of the falling cone

depth. The torsional shear device for trial (Fig. 9) should be modified so as to represent the degree of puddle (D.P.) but it was enough to represent the state of puddled soil instead of falling cone (Table 1).

This study was conducted at the irrigated paddy field in dry season. It was concluded that if irrigation facilities were sufficient, land preparation for rice transplanter would not so difficult in Thailand.

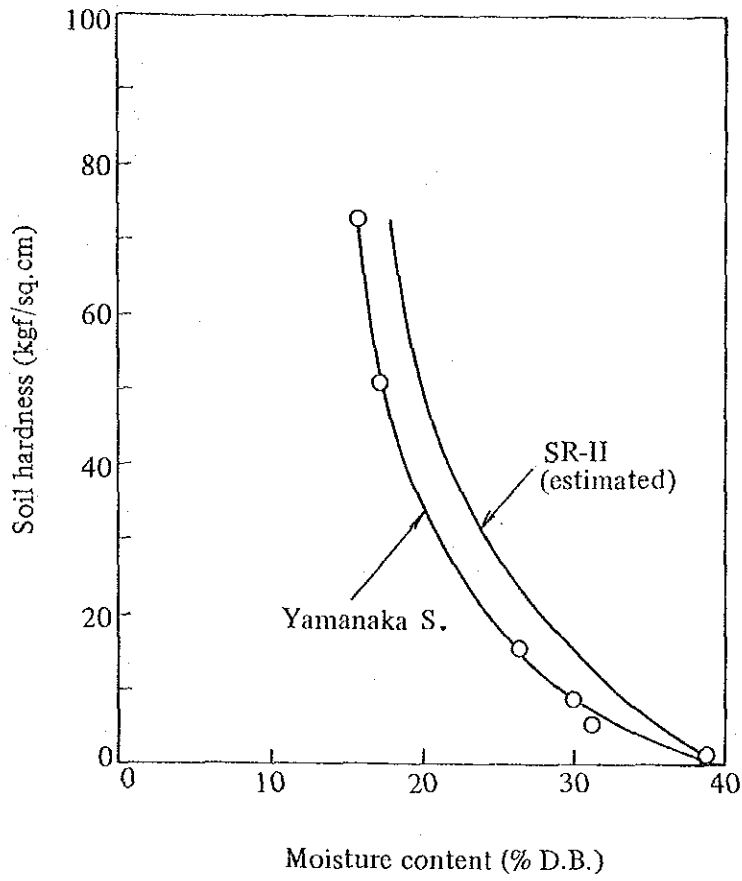


Fig. 1 Relations between soil hardness and moisture content  
 — uncultivated soil, bulk density 0.123 ~ 0.142 g/cc —

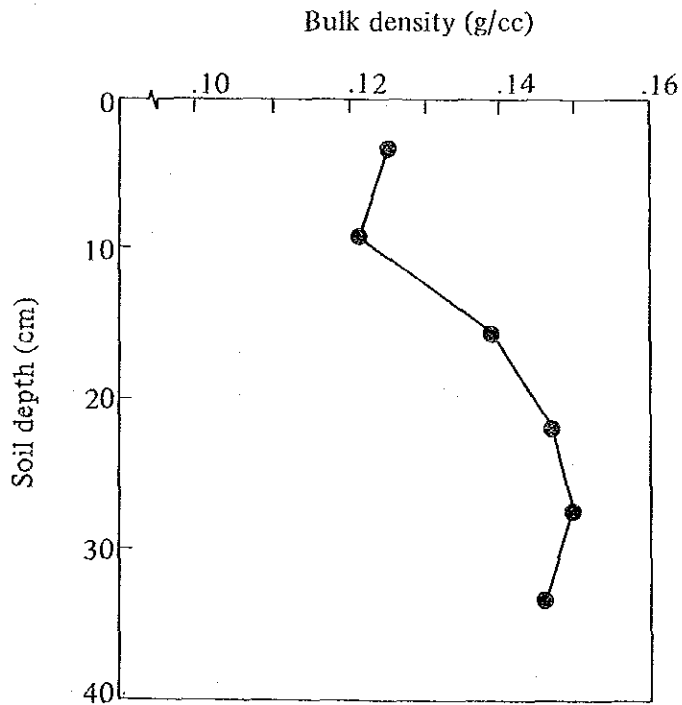


Fig. 2 Soil compactness at the testing paddy field

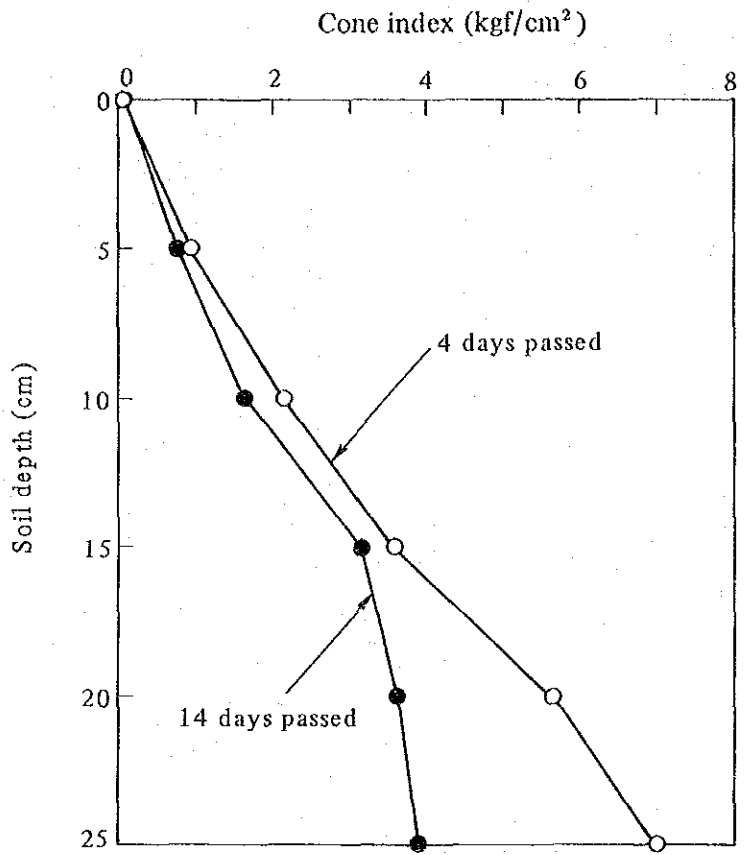


Fig. 3 Change of soil hardness after Watering  
 - SR-II, large cone -

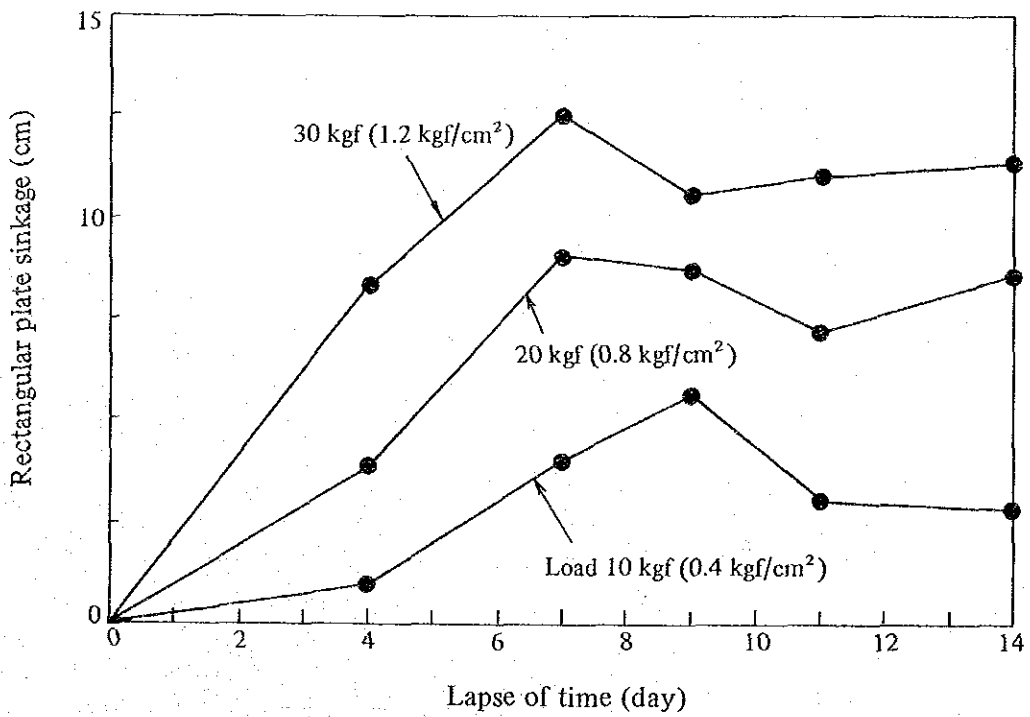


Fig. 4 Soil hardness after watering (SR-II, 25 x 100)  
 - uncultivated paddy field -



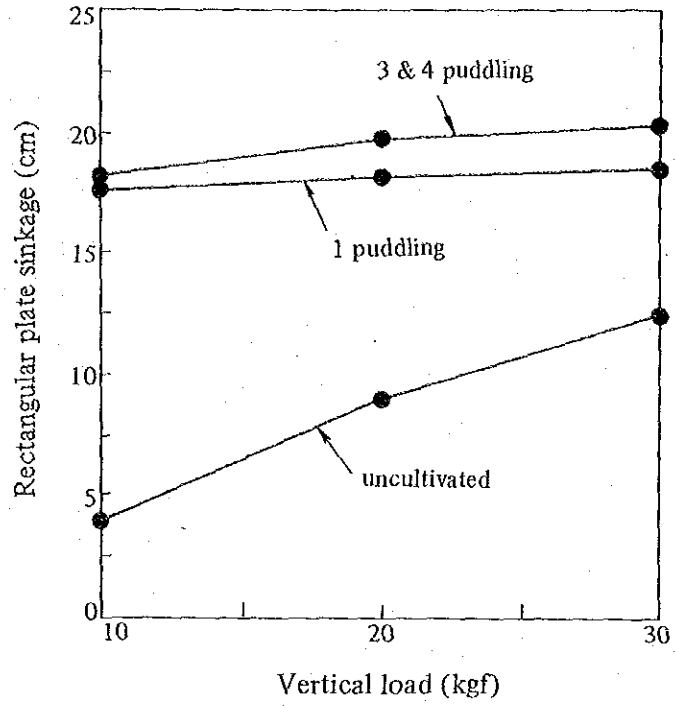


Fig. 5 Rectangular plate sinkage after puddling (SR-II, 25 x 100)

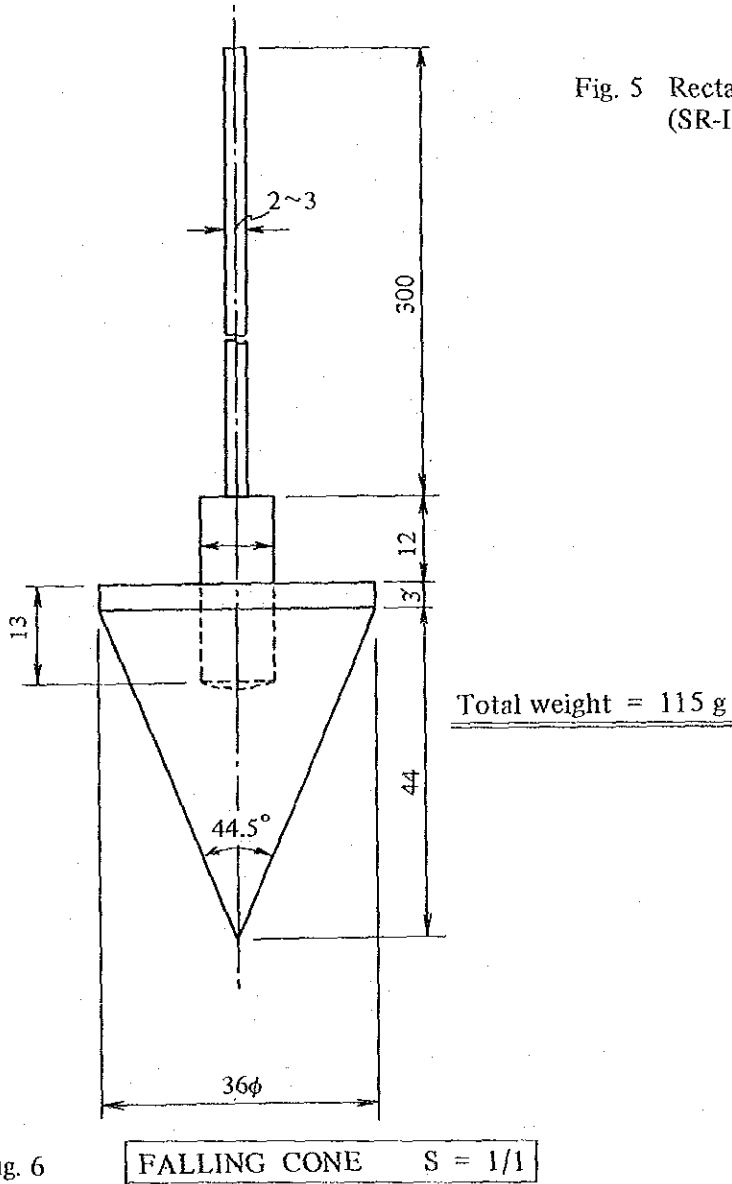


Fig. 6

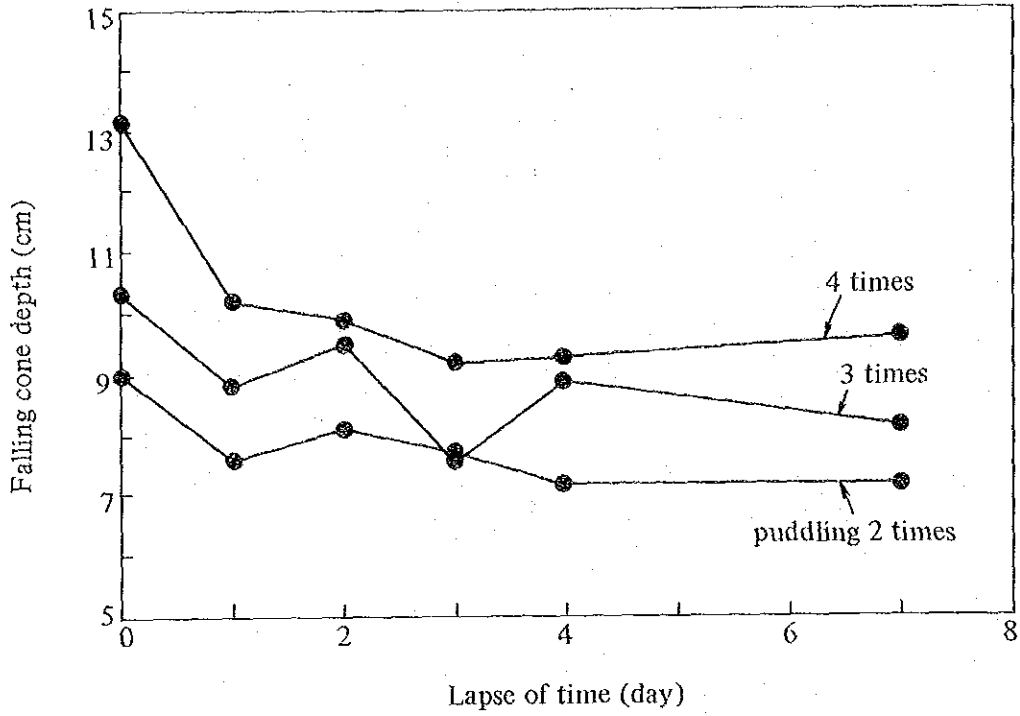


Fig. 7 Soil hardness after puddling

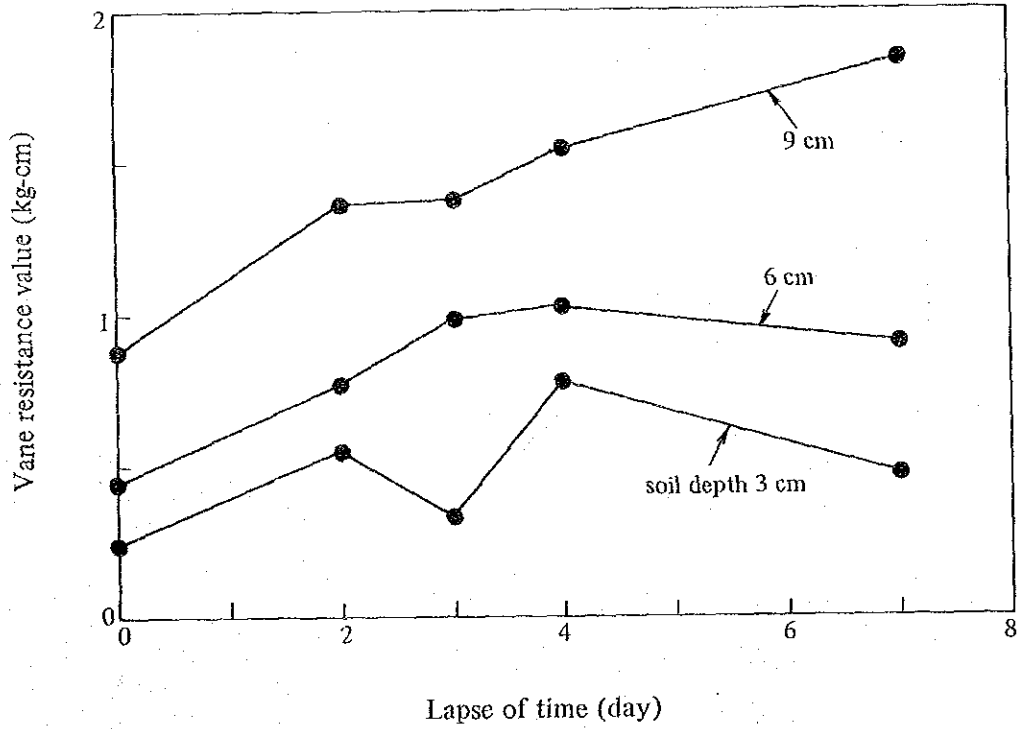


Fig. 8 Soil hardness after puddling  
- 29 Feb. puddling 4 times -

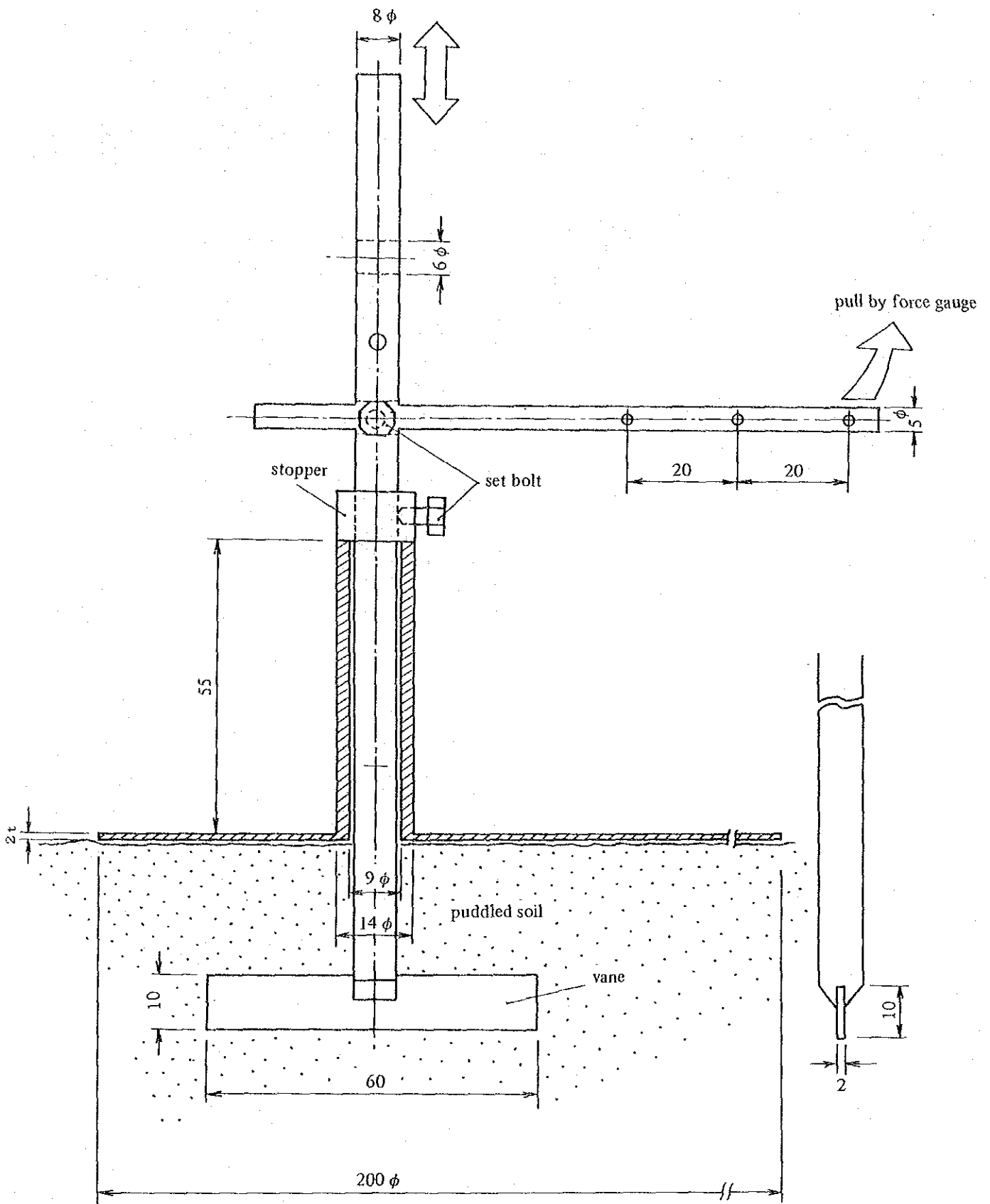


Fig. 9

SHEARING FORCE TESTER S = 1/1

Table 1

Pudding time	Falling cone depth (cm)	D.P.	Apparent cohesion (kgf/cm <sup>2</sup> )
1	7.9	0.80	0.006
2	9.0	0.88	0.004
3	10.3	0.89	0.003
4	13.1	0.90	0.003
unpuddled	—	0	0.031

\*  $D.P. = 1 - T_p/T_{up}$

where

D.P. : degree of puddle

$T_p$  : shear yield strength of puddled soil

$T_{up}$  : shear yield strength of unpuddled soil

\* 
$$\text{Apparent cohesion} = \frac{6T}{\pi (D^3 + 3D^2H)}$$

where T : torque

D : diameter of the vane

H : height of the vane