

# スリランカ・マダガスカル農業開発計画 専門家総合報告書

平成2年6月

国際協力事業団

農 業 技
J-R
90-21

RY



# スリランカ・マハヴェリ農業開発計画 専門家総合報告書

JICA LIBRARY



1093196(2)

22808

平成 2 年 6 月

国際協力事業団



国際協力事業団

22808

## ま え が き

スリランカ民主社会主義共和国は1970年以来、同国最大の開発プロジェクトとして、マハヴェリ河流域総合開発計画を推進している。自給的農産物である米は着実に増産を続けており、100%自給を達成する見込みとなっている。

この様な状況下で次の段階として、米の品質を高めること、また他の作物を栽培し、生産の多様化を実現することを目標とし、これにより農家所得の向上、農産物輸出の拡大を達成しようとする努力を続けている。

本プロジェクトは上記事情を背景に、我が国が円借款及び無償援助を行なっているマハヴェリ、システムC地区において米及び一部畑作物に関する栽培技術、水管理技術及び米のポストハーベスト技術に対する指導助言及び演示を行うとともにプロジェクト内の政府種子圃場に対する指導助言を行うことを目的として、1985年2月11日に討議議事録(R/D)に署名し、技術協力を実施した。

本計画は、1985年8月から派遣された多数の専門家の絶大な御尽力とス側カウンターパートの熱意と努力により成果を挙げ、1990年2月に終了した。

ここに、帰国した専門家のプロジェクトにおける活動の実績を総合報告書としてとりまとめたが、本報告書が単に本プロジェクトの記録としてだけでなく、現在協力中の他のプロジェクトに対する参考となれば大変有意義であると考えます。

最後に、本報告書作成にあたり御協力いただいた坂本治彦プロジェクトリーダーはじめ、帰国専門家各位に対し謝意を表わすとともに、本プロジェクト実施中に御協力を賜った関係各位に対し厚く御礼申し上げます。

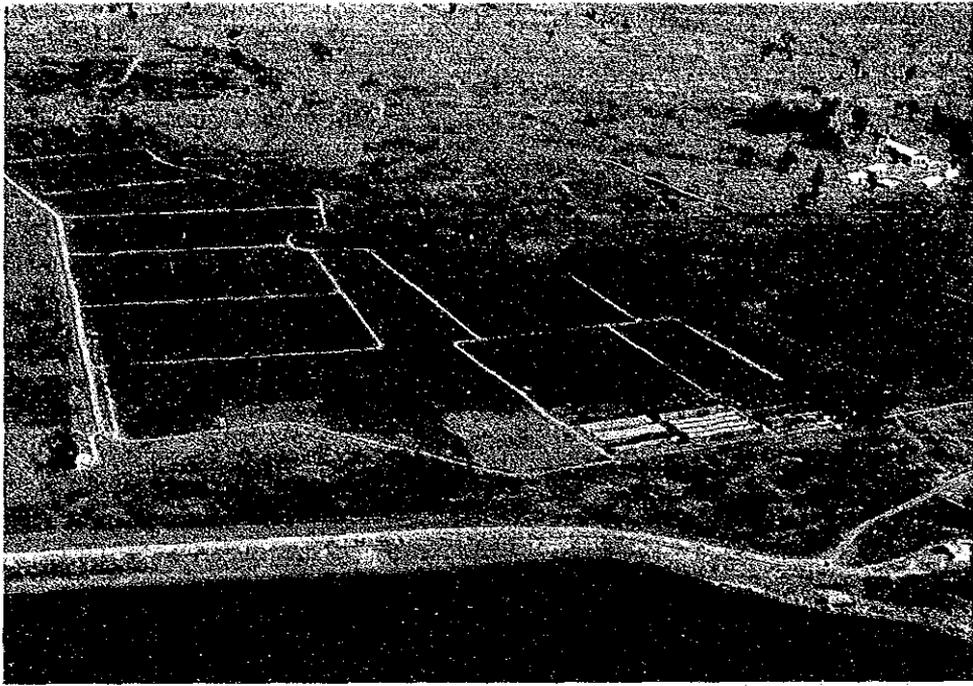
平成2年6月

国際協力事業団

農業開発協力部長

崎野信義





プロジェクトサイト全景



マハヴェリ農業祭展示風景



農業普及員研修風景

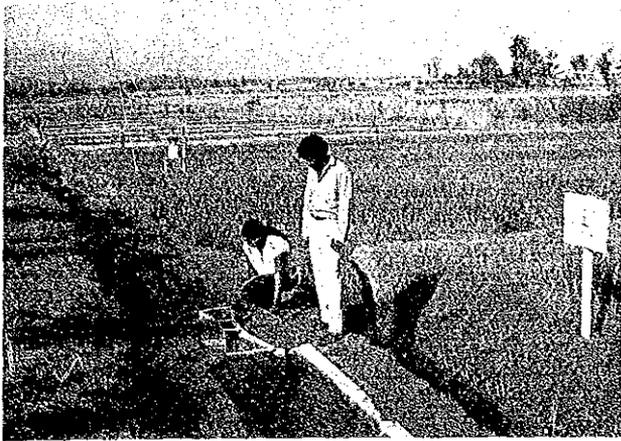


プロジェクト見学者案内（稲作）

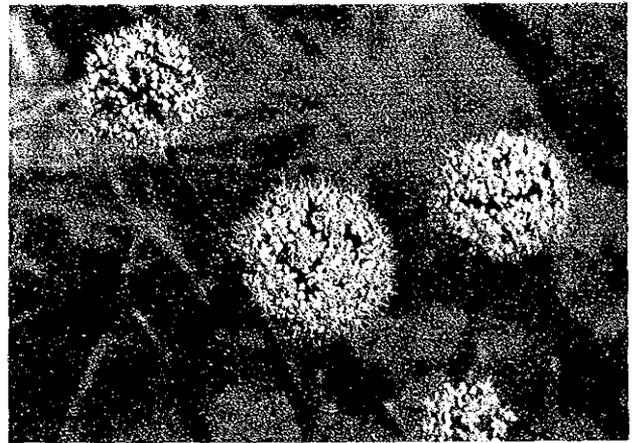


プロジェクト見学者案内（稲作）





プロジェクト内用水調査風景



ボンベイオニオン（赤タマネギ）の花



ボンベイオニオン（赤タマネギ）の人工授粉



稲の機械移植

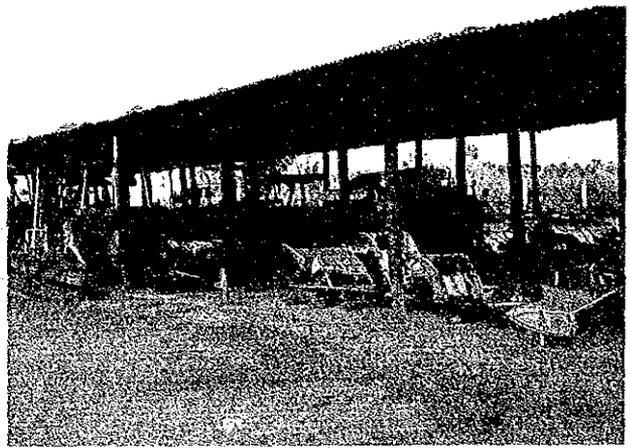


稲の刈り取り

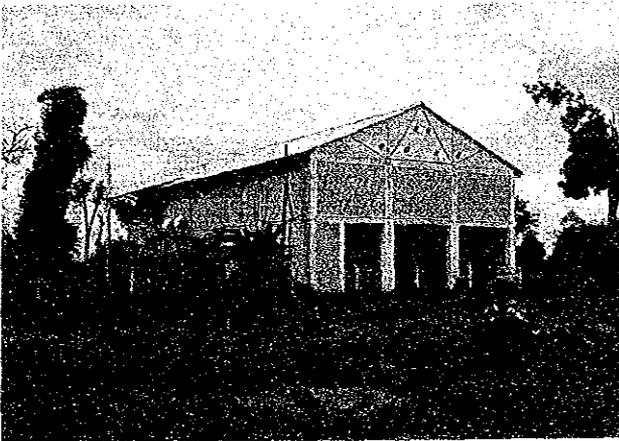




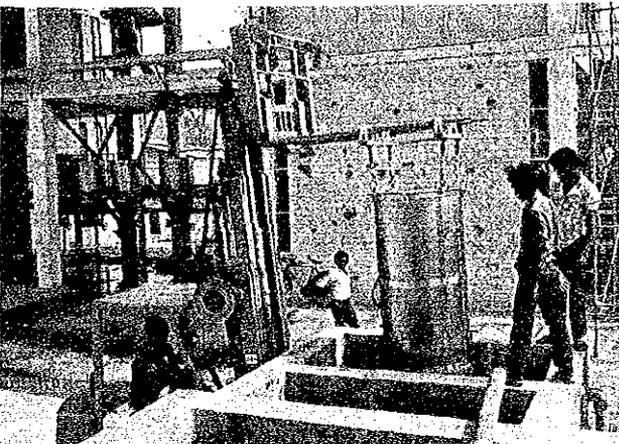
脱穀風景



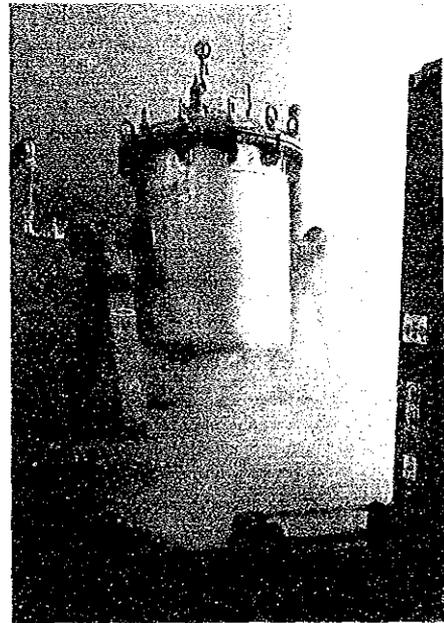
農業機械置場



精米・種子精選プラント施設



パーボイルライス蒸煮設備



パーボイルライス用浸漬設備



# 目 次

	ページ
1. はじめに.....	1
2. 総括報告.....	3
3. 水稲栽培分野報告.....	33
4. 畑作栽培分野報告（Ⅰ）.....	51
5. 畑作栽培分野報告（Ⅱ）.....	71
6. 水管理分野報告（Ⅰ）.....	83
7. 水管理分野報告（Ⅱ）.....	103
8. 水管理分野報告（Ⅲ）.....	135
9. ポスト・ハーベスト分野報告.....	149
10. 農業機械分野報告.....	167
11. List of Technical Cooperation Equipment.....	174
12. Summarized Final Report of the Integrated Agricultural Development Demonstration Project in Mahaweli Area.....	185



## は じ め に

スリランカは、雇用機会の増大、食糧自給の達成及び電力供給の増加を目的に1970年以来同国最大の開発プロジェクトとして、マハヴェリ河に4ヶ所のダムを建設し、電力を確保すると共に、大規模な導水路の建設により北部乾燥地域約36万haのかんがいの実現を計るマハヴェリ河流域総合開発を推進している。

この開発計画に対して、我国もマハヴェリC地区内において水路整備等につき、借款及び無償協力を行なってきた。

これら協力の最終ステージとして、当プロジェクトタイプ技術協力が計画され1985年2月11日から5ヶ年の協定期間のもとに、無償協力で作られた種子農場内で実施された。

この報告書は、1985年8月から協定期間終了の1990年2月まで当プロジェクトに派遣された各長期専門家の最終報告書を取りまとめたものである。

添付した英文報告書 ( Summari ed Final Repon of Theiute ratel gnialtus-al Developmut Demonsrratin Pro ect iu Mahaweli Srea ) は協定を終了するに当り、スリランカ側に提出してきた Progress Pepon t を中心に要約した最終報告書である。

本報告書の作成に尽力された専門家、カウンターパート、職員ならびに協力をされた関係者各位に深い感謝の意を表する次第である。

平成2年4月

元チームリーダー  
坂本治彦



総 括 報 告

坂 本 治 彦

1985年8月1日 - 1990年2月12日



## 1. プロジェクトを実施するに至った背景と経緯

スリランカ民主社会主義共和国は、1970年以来、同国最大の開発プロジェクトとしてマハヴェリ河流域総合開発計画を推進してきた。その内容は、マハヴェリ河に4ヶ所のダムを建設し、電力の確保とともに大規模な導水路を設置し、同国北部乾燥地域約36万ヘクタールの灌漑を実現しようとするものである。

この計画に対しては、開始以来西欧先進諸国の援助が集中しており、我国もマハヴェリC地区内において水路建設、農地整備等につき、借款及び無償援助を行なってきた。

各国の援助によりマハヴェリ開発計画はめざましい進展を見せており、プロジェクト当初の目的の一つであった米の自給率達成は、1980年代後半の実現が確実になろうとしていた。

スリランカ政府は、開発事業の次の段階として、農民所得の向上、農産物輸出の拡大、更に国民栄養の改善を目指しており、そのための条件となる作物の多様化、高品質化および農産加工業の育成などを目標として努力を続けてきた。しかし、米については、不完全米、碎米その他混入物が多く低品質であること、また、他作物については、茶、ゴム、ココナッツ等の伝統的輸出作物を除き、まだ開発段階にあり、いずれも輸出品目としての水準に至っていなかった。こうした状況の下に、1983年6月、スリランカ政府は上記の目的を達成するため、我国に対し、米の品質向上および畑作物導入による作物の多様化に関する技術協力を要請してきた。

この要請にもとずき同年11月、2名のコンタクトチーム、更に、翌1984年3月、5名の事前調査団が派遣された。事前調査の結果、プロジェクトの目標及び内容がほぼ明らかになったので、1984年9月より3カ日間、3名の長期調査員（栽培、水管理、ポスト・ハーベスト）が派遣された。この結果、プロジェクト協力骨子となるマスタープラン原案が作成され、プロジェクト関連施設の整備、建設計画などについても明らかにされた。

R/Dの署名は1985年2月に派遣された実施協議調査団により行なわれ、5年間のプロジェクト方式技術協力が開始された。各調査団のメンバーリストは次のとおりである。

### (1) コンタクト調査団

1983年11月19日～11月27日

団 長	真勢 徹	国際協力事業団農林水産計画調査部農林水産技術課長
団 員	佐藤 孝夫	国際農林業協力協会技術参与

## (2) 事前調査団

1984年3月17日～3月31日

1	団長・総括	土屋 晴男	国際協力事業団農林水産計画調査部長
2	協力企画	芦沢 和郎	農林水産省経済局国際部協力課海外技術協力第1係長
3	栽培	佐藤 孝夫	国際農林業協力協会技術参与
4	食品加工	新田 佐幸	農林水産省食品総合研究所応用微生物利用第1研究室
5	業務調整	熊代 輝義	国際協力事業団農林水産計画調査部農林水産技術課

## (3) 長期調査員

1984年9月22日～12月20日

1	総括兼栽培	佐藤 孝夫	元国際農林業協力協会技術参与
2	ポストハーベスト	芳住 喜介	国際協力事業団農林水産計画調査部特別囑託
3	水管理	関 好	日本工営株式会社

## (4) 実施協議調査団

1985年2月5日～2月14日

1	総括	田内 堯	国際協力事業団農業開発協力部長
2	協力企画	笠井 利之	国際協力事業団農業開発協力部農業技術協力課課長代理
3	栽培	佐藤 孝夫	元国際農林業協力技術参与
4	水管理	今西 良和	北海道庁農地開発部設計管理課
5	業務調整	鷺見 佳高	国際協力事業団農業開発協力部農業技術協力課

## (5) 実施設計調査団

1985年2月5日～3月11日

1	総括	坂本 治彦	国際協力事業団農林水産計画調査部特別囑託
2	圃場整備	鈴木 隆文	中央開発株式会社
3	建築設計	広瀬 哲文	中央開発株式会社
4	プラント設計	須田 正美	中央開発株式会社

プロジェクトの所在地は、マハヴェリの入植地、システムCのブロック302にある種子農場(ユニット1)の中にあり、試験と展示は23ヘクタールの圃場を使って行なわれた。

先方の関係機関はマハヴェリ開発庁を頭に、実施機関は入植業務を行なっているマハヴェリ経済局が担当した。

本プロジェクトのスリランカ側実施機関は1977年に創設されたマハヴェリ開発省のもとで、1979年に設立された特殊法人のマハヴェリ開発庁である。マハヴェリ開発庁の基本的な組織構成は図-1に示すとおりである。プロジェクトが開始された当時、マハヴェリ総合開発の大規模な建設工事が完成しつつあり、組織の業務としては建設分野の比重が徐々に減少し、維持管理分野の比重が増してきている状況にあった。

R/Dによれば、本プロジェクトの実施運営上のすべての責任はマハヴェリ開発庁長官が負い、マハヴェリ経済局局長がプロジェクトのヘッドとしてプロジェクトの管理及び運営について責任を負うとされている。本プロジェクトの運営組織図を図-2に示す。

また、プロジェクトを効果的に実施するため、少なくとも年2回、マハヴェリ開発庁長官を委員長とし、日本側、スリランカ側の主要関係者をメンバーとする合同委員会を開催することがR/Dによって義務づけられている。R/Dに記されている合同委員会の機能は以下の3点である。

- (1) R/Dの枠内で策定された暫定実施計画に沿って当該プロジェクトの年次計画を策定する。
- (2) 技術協力計画全体の進捗及び上記の年次計画の達成に関する検討を行う。
- (3) 技術協力計画から生ずる、あるいは技術協力計画に関連する主要事項につき、検討し、意見交換を行う。

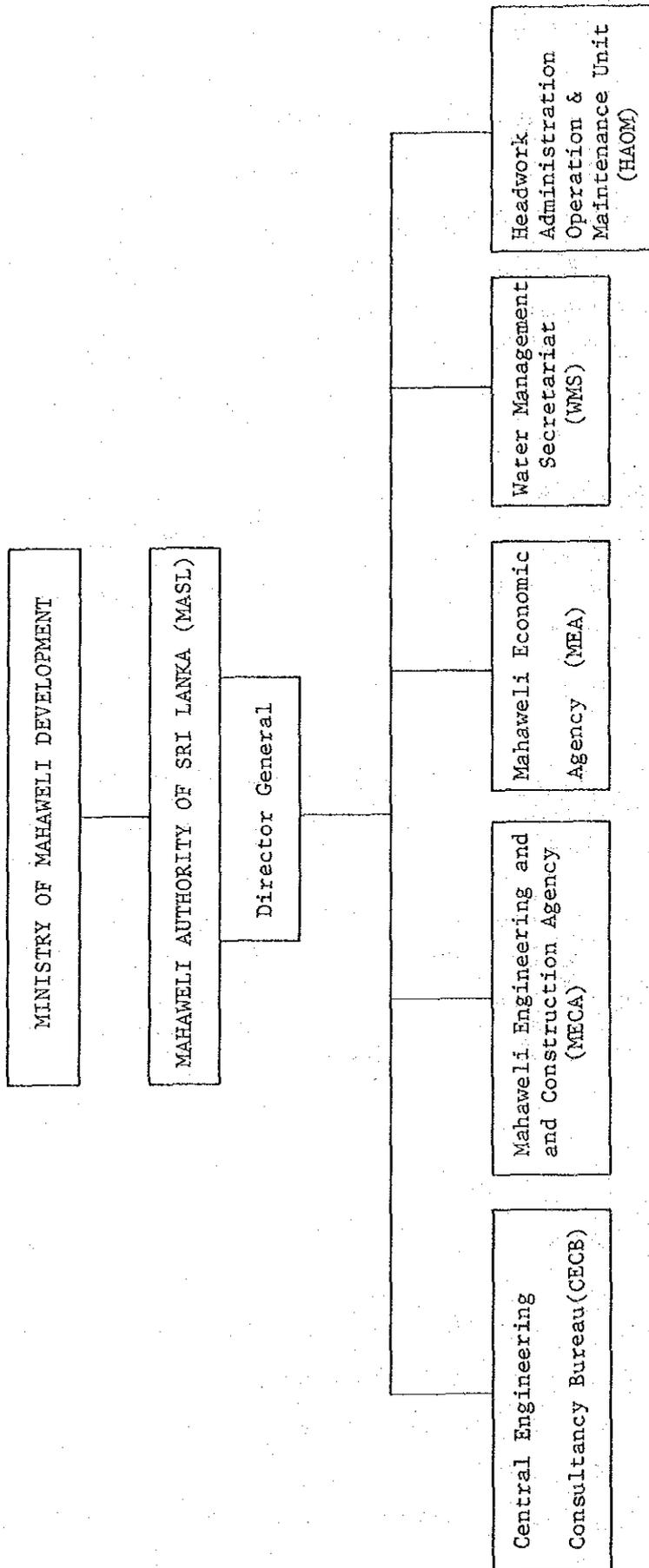
本プロジェクトと他の経済協力との関係は、すでに無償資金協力(昭和58年度10億円-ブロック302地区の末端水路など)、有償資金協力(昭和56年度77億円-システムCの幹線水路など工事)が実施されており、本技術協力プロジェクトはこれら経済協力プロジェクトのファイナルステージとして登場したものと考えられる。

## II. プロジェクトの協力内容

### 1. プロジェクトのマスタープラン

- a. 高品質米を生産するための栽培からポスト・ハーベストまでの一貫した農業技術の展示。
- b. プロジェクト地域の農民に対する米以外の作物を含めた適当な営農体系の展示。
- c. 上記 a. b. に関する圃場レベルでの改良水管理技術の展示。
- d. ブロック302, ユニット1に設置されている種子農場(水田面積194ヘクタール, 畑作面積60ヘクタール)に対する技術的指導助言。

これらのマスタープラン達成のため1985年2月に実施設計調査団が派遣され圃場や



CECB: Responsible for planning and supervision of headworks reservoirs.

MECA: Responsible for downstream infrastructure development works.

MEA: Responsible for settlement, post-settlement activities, agricultural production and operation & maintenance of irrigation network.

WMS: Responsible for bulk issue of irrigation water for systems.

HAOM: Responsible for operation & maintenance of irrigation headworks.

図-1 マハヴェリ開発庁組織図

## Organization Chart of the Project

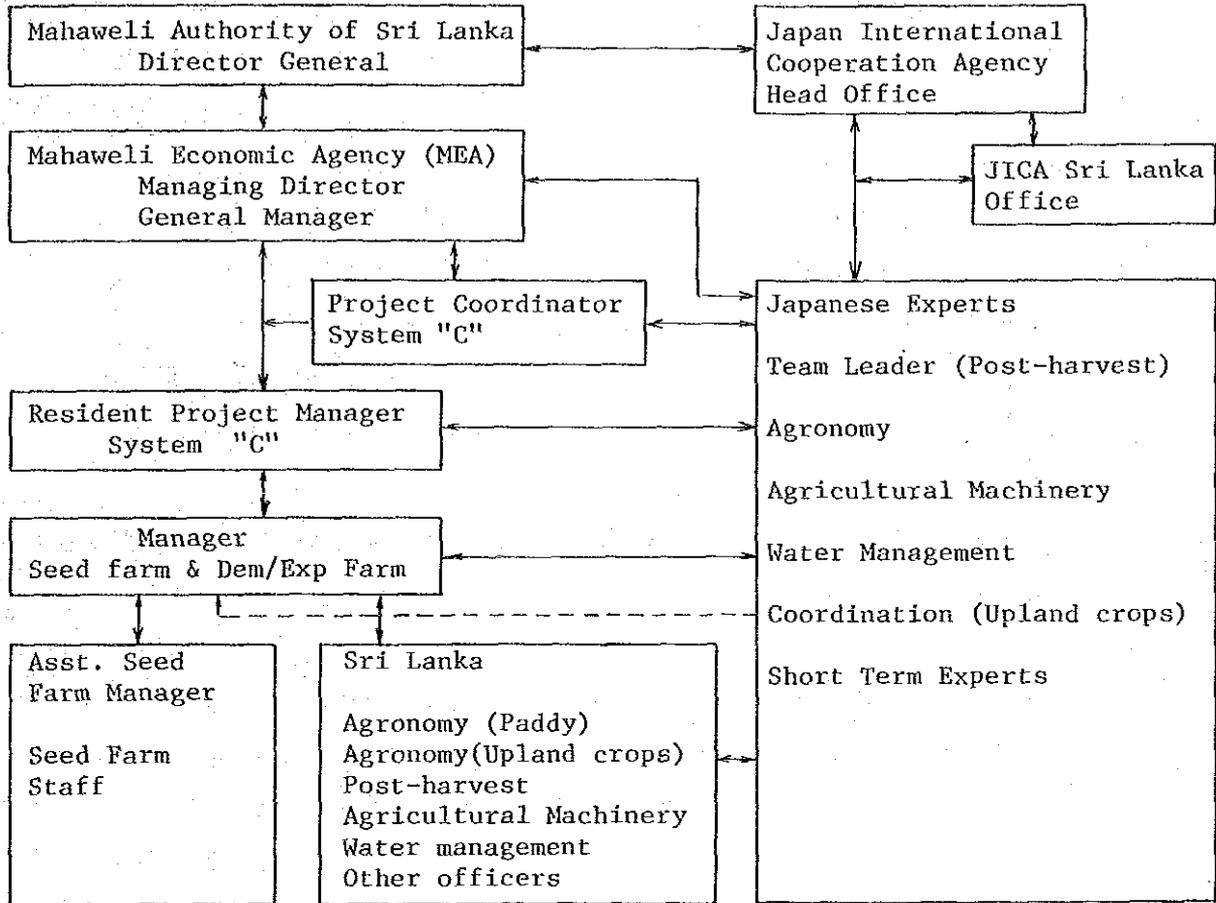


図-2 プロジェクト運営組織図

建物の設計を完成した。長期専門家は1985年8月に4名、1986年2月に1名計5名が赴任した。1986年3月、計画打ち合せ調査団が派遣され、次の事項について検討が行なわれ、その方向づけがなされた。各分野の目標と課題は次のようである。

(1) 水稻栽培

1) 目 標

- a. 高品質米生産のための栽培技術的検討を行い水稻の安定生産と品質向上に資する。
- b. 地域適応性のある水稻生産技術の改良を通じてマハヴェリ地域の農業発展と農民の安定的所得向上に資する。

2) 主な課題

米の品質向上についてはパーボイルドライスとローライスを分けて捉え、前者は主

として現在奨励中の改良品種，後者は長粒硬質の品種系統を用いて，その生産性と品質向上に関連する栽培技術的検討を行う。さらに品質向上の前提となる優良種子の確保方法についても検討する。

なお，これらの検討結果から組立てられる開発改良技術については，当事業の後半において規模拡大の条件下で展示する。

課題：

- a. 水稲生産技術と米の品質に関する現況調査と資料収集
- b. 主要改良品種の品質と生産性向上のための栽培技術的検討
- c. ローライスの品質向上のための栽培技術的検討
- d. 優良種子の安定生産のための栽培法ならびに採種方法の確立
- e. 開発改良技術の展示

## (2) 畑作栽培

### 1) 目標

ヤラ期(乾期)に適切な畑作物を取り入れ，マハヴェリに適した総合的営農技術を展示して，農業開発に寄与すると共に農家の収入の向上を計る。

### 2) 主な課題

適作物選定の中でタマネギ(Bomdey Onion)は国全体の1983年ヤラ作で，192ha，832トンの実績があり，1985年は713ha，6,800トンと面積で3.7倍，生産量で8.2倍の増産計画があり，当地域に対する期待も大きい。したがってタマネギをヤラ期の最重要作物の一つとしてとらえ，①タマネギの採種，②タマネギの安定生産技術，③他の畑作物の生育適応性等について試験展示する。

## (3) 農業機械

### 1) 目標

- a. 稲作および畑作の機械化営農に関する実用化試験を演示し，マハヴェリ地域にもっとも適した機械化営農体系の確立を図る。
- b. 高品質米生産のため栽培から収穫・調整に至るまでの機械化技術の演示を行い，機械化による合理的営農の可能性の検討を行う。とくに米の品質に直接的な影響を与える採種技術の改良を重点的に検討する。

### 2) 主な課題

- a. マハヴェリ地域における農業機械の性能把握と適応性の検討
- b. 実用化試験の評価および種子農場および農家に適する機械の選定
- c. 機械化体系の段階毎の経済性の研究
- d. 農業機械・装置の運転・修理・整備に関する指導と助言

#### (4) ポストハーベスト

##### 1) 目 標

高品質米の生産技術および生産能力の向上のため、種子精選プラントもみすり精白プラント、パーポイルプラントからなるライスプラントの建設を指導し、これらの合理的運営技術について指導助言する。

##### 2) 主な課題

- a. 高品質米の生産条件の明確化と生産条件の整備
- b. 高品質米の生産技術の確力
- c. ラインプラントの合理的管理運営技術の確立と指導
  - (a) スリランカにおけるライスプラントの活動状況を調査し、高品質米生産プラントの営農における位置づけを行う。
  - (b) 米の品質と価格形成の関連について調査し、有利な高品質米生産技術の確立を図る。
  - (c) 栽培からポストハーベストに至る一連の作業体系を在来法と比較し、普及性を検討する。
  - (d) 農家から消費者に至る流通経路を調査し、市場における価格評価を把握する。
  - (e) 高度技術でできた高品質米の輸出可能性の検討。
- d. 農家、精米業者段階における高品質米生産体系の確立

#### (5) 水管理

##### 1) 目 標

- a. 稲作における生育期別必要水量の供給を目途とした適切な用水管理手法の確立
- b. 畑作物生産における適切なかんがい水手法の確立

##### 2) 主な課題

- a. 水 稲
  - (a) 適性圃場用水量の算定
  - (b) 有効雨量の利用及びかんがい用水の損失の減少を目途とした、用水路、分水口の用水管理手法の検討
- b. 畑 作

タマネギ栽培及び地域適応有望作物の適切なかん水方法の検討。

  - (a) かん水方法 うね間、ボーダーかんがいの検討
  - (b) かん水時間、間隔の検討
  - (c) かん水量の検討

## 2. プロジェクト地域の範囲と普及活動

試験圃場で開発される技術は、展示されると同時に種子農場で実証され、更にマハヴェリ経済局の普及職員を指導、訓練する。普及職員を通じてユニット2、3の入植農家に新技術が普及した暁には専門家も必要に応じこれらの農家圃場に赴いており、普及という表現はないが積極的な展示効果の発現を図ることとなっている。普及上の想定対象範囲は、ブロック302(673ヘクタール)としてスタートした。

## 3. 各専門分野の連携

本プロジェクトは水稻栽培、畑作栽培、水管理、ポスト・ハーベスト、農業機械の5分野からなっており、R/Dに述べられている次の3つの目的に対し、各々関連する専門分野が密接な連携のもとに活動を行なうこととした。

- a. 高品質米の生産技術については水稻栽培、農業機械、ポスト・ハーベスト、水管理。
- b. 畑作物の導入については畑作栽培、農業機械、水管理。
- c. 種子農場に対する技術援助についてはa. と同じ。

## 4. 目標の設定

普及部門を単独に持たないプロジェクトの性格上、プロジェクト地域内の入植農家の技術普及レベルの向上よりも展示試験圃場におけるものに重点を置いた。

## 5. プロジェクトへの投入

### 5-1 日本側の投入

日本側の本プロジェクトへの投入は専門家の派遣、機材供与、研修員の受入れ、調査団派遣、及び、プロジェクト基盤整備事業などのローカルコスト負担事業等がある。研修員受入れを除いたこれまでの日本側の投入実績(見込みも含む)は表-3に示すように約8億9400万円である。研修員受入れ事業はプロジェクトごとの実績管理を行っていないため、正確な数字は不明であるが、概算で約2000万円となり、これを合わせた日本側の総投入実績は約9億9400万円である。

表一 3 日本側投入支出実績

	1983年度	1984年度	1985年度	1986年度	1987年度	1988年度	1989年度 (見込み)	計
調査団派遣経費	5,674	8,037	3,810	2,310	1,613		3,981	19,751
繰計	5,674	8,037	3,810	2,310	1,613		3,981	19,751
専門家派遣経費		13,876	7,331	60,446	70,043	70,020	59,700	347,395
繰計		13,876	7,331	60,446	70,043	70,020	59,700	347,395
ローカルコスト負担		1,401	32,608	8,096	7,928	5,566	4,62	60,219
繰計		1,401	32,608	8,096	7,928	5,566	4,628	60,219
携行供与費		668	5,503	3,089	2,465	2,701	2,100	16,528
繰計		668	5,503	3,089	2,465	2,701	2,100	16,528
機材供与費			141,887	41,578	92,724	65,476	20,000	361,665
繰計			62,295	8,682	8,682	13,641	13,641	84,618
			204,182	41,578	101,406	65,476	33,641	446,283
その他諸経費		1,185			1,336	349	500	3,369
繰計		1,185			1,336	349	500	3,369
総計	5,674	25,167	267,110	115,519	176,108	144,112	90,909	808,925
繰計	5,674	25,167	62,295	8,682	8,682	13,641	13,641	84,618
			319,405	115,519	184,790	144,112	104,550	893,543

(1) 専門家の派遣

専門家の派遣実績を表-4に示す。R/D署名によるプロジェクト開始の約5カ月半後に当たる1985年8月1日に、長期専門家4名と農業経済の短期専門家1名が最初に派遣され、その後、1986年2月に農業機械の長期専門家が派遣され、水稻栽培、畑作栽培、農業機械、ポストハーベスト、水管理の5技術分野の長期専門家による体制が整った。水管理の専門家は途中交代があり、総計6名の長期専門家が派遣された。

短期専門家の派遣延べ人数は20名であり、そのうちの延べ10名はパーボイルライスプラントの据え付け、または保守関係の専門家であった。

表-4 派遣専門家リスト

長期専門家

氏名	指導科目	赴任時所属先	派遣期間
1.坂本 治彦	チームリーダー兼 ポストハーベスト	国際協力事業団特別嘱託	85.8.1~90.2.12
2.柴田 寿夫	栽培	国際協力事業団特別嘱託	85.8.1~90.2.12
3.矢澤佐太郎	業務調整兼畑作	国際協力事業団職員	85.8.1~89.7.31
4.今西 良和	水管理	北海道農地開発部	85.8.1~87.8.1
5.村井 達二	農業機械	元国際協力事業団専門家	86.2.20~90.2.19
6.奥田 国宏	水管理	農林水産省近畿農政局	87.7.21~89.7.20

短期専門家

氏名	指導科目	赴任時所属先	派遣期間
1. 佐藤 孝夫	農業経済	元国際農林業協力協会	85. 8. 1~85. 8.31
2. 越知 博孝	施工管理(建屋)	株式会社中央開発	85. 9. 9~85.11.22
3. 柏野 宏	施工管理(圃場)	株式会社中央開発	85.11.17~86. 3.31
4. 佐藤 孝夫	農業経済	元国際農林業協力協会	86. 1.30~86. 7.28
5. 小林 勝義	プラント据付け指導(機械)	日本車輛製造株式会社	86. 5. 8~86. 8. 7
6. 矢島 勝己	プラント据付け指導(電気)	日本車輛製造株式会社	86. 7.10~86. 8. 7
7. 小林 勝義	プラント保守整備(機械)	日本車輛製造株式会社	87. 6.23~87. 7.23
8. 矢島 勝己	プラント保守整備(電気)	日本車輛製造株式会所	87. 6.23~87. 7. 9
9. 坪野 敏美	土壌肥料	鯉湖学園	87.10. 6~87.11. 5
10. 小林 勝義	プラント据付け指導(機械)	日本車輛製造株式会社	88. 6. 2~88. 9.15
11. 池田 道夫	プラント据付け指導 (ボイラー)	丸善株式会社	88. 6.30~88. 9.15
12. 矢島 勝己	プラント据付け指導(電気)	日本車輛製造株式会社	88. 7.14~88. 8.15
13. 米山 伸吾	野菜病害防除	茨城県園芸試験場	88. 8. 2~88. 8.23
14. 稲葉 誠*	プロジェクト管理	国際協力事業団職員	89. 4.15~89. 4.27
15. 岩崎 寿光	業務調整兼畑作	国際協力事業団特別嘱託	89. 7. 6~90. 2.12
16. 小林 勝義	プラント据付け指導(機械)	日本車輛製造株式会社	89.10.31~89.11.30
17. 池田 道夫	プラント据付け指導 (ボイラー)	丸善株式会社	89.11.14~89.11.30
18. 矢島 勝己	プラント据付け指導(電気)	日本車輛製造株式会社	89.11.14~89.11.30
19. 寒川 一成	稲病虫害	農林水産省九州農業 試験場	89.12. 5~89.12.21
20. 土井 康弘	水管理	(財)国際協力サービス センター	89.12.11~90. 2.18

\*長期調査員として派遣

## (2) 機材供与

主要供与機材リストを表-5に示す。5年間の機材供与実績の合計は約4億4600万円に達し、このうちリースプラントの施設関連機材の購入費が約2億1600万円であり、輸送費を1割とすると全体の約54パーセントを占めていることになる。供与機材はすべて本邦購入であり、現地調達は行われていない。なお、英文の機材リスト、使用状況表を付属資料に添付した。

表-5 主要供与機材リスト

(単品20万円以上)

№	機材名	単価(千円)	数量
1985年度			
(一般機材)			
1	三菱デリカ ステーションワゴン(10人)	1843	1
2	トヨタランドクルーザー 3431cc	2450	1
3	日野クレーントラック 4トン	4000	1
4	ホンダオートバイ	300	5
5	トラクター 25Hp	1127	2
6	ドライブハロー	242	2
7	ダンプトレーラー	434	2
8	耕うん機 7Hp	363	3
9	ワンタッチハイスティール	710	1
10	ポータブルブリゲーター	270	1
11	田植機4条植え	257	1
12	部分刈り稲摺機	297	1
13	試験稲摺機	536	1
14	試験精米機	206	1
15	乾燥機	315	1
16	ディーゼル発電機	1600	1
17	坪刈り用唐み	275	1
18	ディーゼルエンジン脱穀機	225	2
19	稲刈り取り結束機	253	1
20	揚水ポンプ	242	2
21	土壌実容積測定機	450	1
22	上皿電子天秤	250	1
23	土壌透水性測定機	420	1



№	機 材 名	単価(千円)	数量
57	バーボイル荷受ホッパー	570	1
58	張込用昇降機	860	1
59	粳粗選機用昇降機	560	1
60	粳粗選機		1
61	石抜き用昇降機	} 2300	1
62	粳用石抜き機		1
63	粳摺機用昇降機	550	1
64	ゴムロール式玄米選別機付き粳摺機 (混合米流調機, 昇降機, 粳戻し用昇降機)	2320	1
65	精白機用昇降機	390	1
66	二段式精白機	3800	1
67	石抜き機	800	1
68	研米機用昇降機	300	1
69	研米機(ミスト発生装置・集糠機)	3330	1
70	碎米選別機	2560	1
71	計量用タンク昇降機	500	1
72	計量タンク	590	1
73	自動包装機	1220	1
74	粳穀搬送装置	4210	1
75	集塵設備	4200	1
76	動力用分電板	2350	1
77	可搬式ディーゼル発電機	2550	1
78	エアークンプレッサー	210	1
79	掃除機	580	1
80	荷受け用操作板	2100	1
81	精選用操作板	2000	1
82	精米用操作板	2500	1
1986年度			
(一般機材)			
83	パイプハウス	1350	1
84	キャタピラートラクター	7895	1
85	クボタトラクター四輪駆動 55.5 Hp	3550	1
86	ドライブハロー	665	1
87	トレーラー	685	1
88	リヤークレイダー	206	1

№	機 材 名	単価(千円)	数量
89	ロータリーカッター	661	2
90	パワーブラウ	460	2
91	直播機	1183	1
92	コンバイン	4300	1
93	田植機	1397	1
94	ロータリーシーダー	280	1
95	脱穀機	266	3
96	耕うん機	504	2
97	ロータリー(5Hp)	104	1
98	動力噴霧器	207	2
99	リーバー	450	3
100	オイルドレイン	204	2
101	ノズルテストマスター	1319	1
102	ベンチドリル	1117	1
103	自動車洗浄機	419	1
104	穀類粒数測定機	825	2
105	オートクレーブ(61L)	677	1
106	乾燥機	560	1
107	脱穀機(ガソリンエンジン 2Hp)	368	1
108	乾式昆虫予察灯(60w)	330	1
109	低温室 FRS-20W-RS	8682	1

1987年度

(ライスプラント用機材)

110	昇降機用分岐ダンパー	540	1
111	タンク投入用昇降機	1300	1
112	浸漬兼蒸煮タンク(420kg)	1325	6
113	冷水浸漬用タンク(420kg)	400	6
114	冷却用通気コンテナ	310	2
115	通気冷却装置	750	2
116	乾燥機用ラジエター	400	2
117	有圧蒸煮缶	3600	1
118	冷水浸漬コンテナ(300kg)	310	2
119	荷受けホッパー	400	1
120	穀荷受け用昇降機	720	1

№	機 材 名	単価(千円)	数量
121	貯留タンク投入用昇降機	890	1
122	乾燥機用投入ベルトコンベアー	720	1
123	粃穀焚き横置煙管式ボイラー	36500	1
124	貯湯タンク(4m <sup>3</sup> )	1600	1
125	工場配管設備	800	1
126	粃移送用フォークリフト(2トン)	3200	1
127	設備用操作板	2400	1
128	乾燥機用ラジエーター	820	1
129	蒸気配管材料	300	1
130	精米機用昇降機(延長)	660	1
131	二段式精米機	3800	1
132	石抜き機	800	1
133	研米機用投入昇降機	340	1
134	色彩選別機用投入昇降機	350	1
135	色彩選別機	2400	1
136	増設精米機用操作板	1900	1
137	既設昇降機用分岐ダンパー4方向	200	1
138	未熟粒除去用比重選別機	3500	1
139	比重選別機戻し用昇降機	500	1
140	脱ぶ抜き機用投入昇降機	520	1
141	脱ぶ抜き機用比重選別機	3200	1
142	脱ぶ抜き機用比重選別機用排出昇降機	430	1
143	精選装置用操作板	1000	1
1988年度			
(一般機材)			
144	トヨタランドクルーザー 3980cc	4132	2
145	イスズトラック	1260	1
146	イスズピックアップトラック	1320	1
147	クボタトラクター(63Hp)	3700	2
148	ロータリー	680	2
149	バキュームクリーナー	800	1
150	ドライブハロー(40Hp以上用)	520	2
151	チゼルブラウ(45Hp以上用)	320	2
152	ディスクブラウ(35-60Hp用)	500	2

№	機 材 名	単価(千円)	数量
153	揚水ポンプ(1000L/min)	350	2
154	揚水ポンプ(300L/min)	300	1
155	土壌混合機(50L)	870	1
156	蒸気土壌消毒機	3000	1
157	振動サブソイラー	240	2
158	振動ローラー(ディーゼルエンジン6Hp)	1350	1
159	田植機(5.5Hp 6条)	1400	1
160	ポータブルコンベアー	250	2
161	エルモプロジェクター	632	1
162	複写機	1817	1
163	パイプハウス	2470	2
164	手動式油圧プレス Hp-100A	980	1
165	トラクターサービスプレス	950	1
166	エアークンプレッサー	593	1
167	ブーラーボード	285	1
(ライスプラント用機材)			
168	砕米タンク投入用昇降機	399	1
169	米穀長さ選別機	2410	1
170	硬実米整粒タンク	595	1
171	砕米整粒タンク	595	1
172	メジャーリングマシン	330	2
173	タンク排出用ベルトコンベアー	325	1
174	計量タンク投入用昇降機	410	1
175	混米機	1190	1
176	操作板	1000	1
177	砕米タンク投入用昇降機	380	1
178	高速粉機	3320	1
179	高速粉機用交換回転歯	318	1
180	操作板	340	1
1989年度			
(一般機材)			
181	ディスクブラウ MDP-263C-G	500	1
182	セミトロシーマ	1442	1

№	機 材 名	単価(千円)	数量
183	パイプハウス	2572	2
184	油圧式タイヤ交換機	246	1

(3) 研修員の受入れ

総計13名を本プロジェクトのカウンターパート研修員としてわが国に受入れた。  
この内の5名はカウンターパート枠の個別研修員として、JICAの実施する集団コ  
ースに参加した。研修員の受け入れ実績を表-6に示す。

表-6 研修員リスト

氏 名	来日時現職	研修科目	研修期間
1. Mr. K. H. S. Gunatilaka	マハヴェリ開発庁長官	高級視察	85.10.20-85.10.29
2. Mr. D. J. Bandaragoda	マハヴェリ経済局局長	高級視察	85.10.20-85.10.29
3. Mr. L. K. Devasiri	システムC調整官	一般視察	86. 8.24-86. 9.14
4. Mr. J. S. Silve	ポストハーベストC/P	ポストハーベ スト集団コース	86. 8.25-86.11.24
5. Mr. P. V. Pathirana	システムC現場所長	一般視察	87.10.14-87.10.31
6. Mr. A. M. Sudubanda	畑作栽培C/P	野菜採種栽培 集団コース	88. 2. 4-88.11.24
7. Mr. W. G. J. G. Costa	稲作栽培C/P	稲作栽培 集団コース	88. 3.10-88.10.29
8. Mr. G. W. Liyanage	主任農業官	農業一般視察	88.10.11-88.10.28
9. Mr. I. H. Dharmasekara	水管理C/P	灌漑排水 集団コース	89. 2. 5-89.11.25
10. Mr. W. P. R. A. Weerawarhna	畑作栽培C/P	野菜採種栽培 集団コース	89. 2. 5-89.11.25
11. Mr. S. K. Lekamwasam	主任機械技師	機械一般視察	89. 6. 1-89. 6.15
12. Mr. W. I. Gunawardene	M E A 企画課長	一般視察	89.10. 8-89.10.28
13. Mr. K. M. R. Karunaratne	システムCプロジェク トコーディネーター 補佐	一般視察	89.10. 8-89.10.28

(4) 調査団派遣

プロジェクトの協力期間中に以下に示すようにほぼ年に一度の割合で日本より調査団が派遣された。これらの調査団の訪問に合わせ、現地では合同委員会が開催され、プロジェクトの進捗状況や、年次別作業計画などについての検討が行われた。1989年9月には協力期間終了を控え評価調査団が派遣された。

(1) 計画打合せ調査団

1986年3月20日～4月3日

1	団長・水管理	鈴木 善 博	北海道開発庁北海道開発局農業水産部 農業調査課課長補佐
2	農業機械, ポストハーベスト	松 山 善之助	兵庫県農業総合センター専門技術員
3	稲作及び畑作栽培	下 坪 訓 次	農林水産省農業研究センター プロジェクト研究第3チーム主任研究官
4	業務調整	大 堂 志 郎	国際協力事業団農業開発協力部 農業技術協力課

1985年2月に本プロジェクトは開始し、1985年8月には長期専門家4名が派遣され、プロジェクトの本格的な活動が開始した。R/D署名後約1年を経て、プロジェクトの進捗状況と問題点の把握につとめ、R/D及びT S I締結後の詳細な年次計画をスリランカ側プロジェクト関係者と検討し、プロジェクト実施の適正化を図ることを目的として派遣された。

(2) 巡回指導調査団(I)

1986年11月11日～11月24日

1	総括兼農業機械, ポストハーベスト	辻 本 寿 之	国際協力事業団筑波国際農業研修センター 研修室室長代理
2	栽 培	田 中 征 勝	農林水産省北陸農業試験場 作物第6研究室長
3	業務調整	佐 藤 武 明	国際協力事業団農業開発協力部 農業技術協力課

プロジェクト開始後まもなく2年を終えようとしている段階で、プロジェクトの協力期間における進捗状況及び問題点を把握し、今後の協力計画をスリランカ側関係当局、派遣専門家と協議すると共に、パーボイルプラントの仕様、タマネギの種子生産及び生産技術についての技術的助言を行うことを目的として派遣された。

(3) 巡回指導調査団(Ⅱ)

1987年12月12日～12月25日

1	総括・水管理	高坂 明	農林水産省近畿農政局南紀用水農業水利事務所次長
2	業務調整	稲葉 誠	国際協力事業団農業開発協力部 農業技術協力課

協力期間5年間の半ばをすぎ、プロジェクトの実施状況を調査し、今後の実行計画についてスリランカ側関係者及び日本人専門家と協議を行う目的で派遣された。

(4) 運営指導調査団

1988年7月3日～7月8日(スリランカ滞在期間)

1	団長・総括	山極 栄司	国際協力事業団理事
2	協力企画	菊地 雅夫	農林水産省国際協力課海外技術協力室室長
3	プロジェクト運営 兼業務調整	大川 義清	国際協力事業団農林水産計画調査部 農林水産計画課課長
4	プロジェクト運営	千坂 平通	国際協力事業団農業開発協力部 農業技術協力課課長代理

昭和63年度運営指導調査の対象プロジェクトの一つとして、調査が実施された。本調査は主としてプロジェクトマネジメントの側面から複数国、多分野のプロジェクトを横断的に調査し、プロジェクトに対する指導と助言、相手国政府機関との協議を行うことにより、プロジェクトの円滑な運営に資することを目的としている。

また、1989年4月には国際協力事業団のプロジェクト担当者が長期調査員としてスリランカを訪れ、プロジェクトの進捗状況と問題点の把握、約1年後のプロジェクト終了に向けての課題の絞り込みと体制整備、最終年度の活動計画、国内治安状況などについての調査を行った。

(5) 評価調査団

1989年9月23日～10月14日

1	団 長 ・ 総 括	大 川 義 清	農林水産省経済局国際協力課海外技術 海外技術協力室長
2	稲作及び畑作	難 波 輝 久	国際協力事業団農林水産計画調査部 特別囑託
3	水 管 理	吉 岡 裕 次	農林水産省構造改善局設計課海外土地 改良技術室係長
4	無償資金協力	今 井 健 一	国際協力事業団無償資金協力業務部 無償資金計画課
5	計画評課	勝 田 幸 秀	国際協力事業団農林水産計画調査部 農林水産計画課

協力開始後、治安状況の悪化による専門家の一時避難等の問題はあったものの、プロジェクト活動はほぼ順調に進捗し、1990年2月10日の協力期間終了を控えたため評価調査を行ったものである。

なお、調査の目的は以下の3点である。

- (1) プロジェクトの開始より、1990年2月10日のプロジェクトの終了前までの実績（予定を含む）を総合的に評価すること。
- (2) 協力期間終了後のとるべき対応策について協議し、その結果を両国政府関係機関に報告・提言すること。
- (3) 今後の技術協力をより適切かつ効率的に実施するため、評価結果を協力計画策定やプロジェクト実行にフィードバックさせること。

(5) その他

協力開始当初、プロジェクト実施に必要な23ヘクタールの実験・展示圃場、籾処理精米プラント、及びプロジェクト事務所等の必要施設の整備がモデルインフラストラクチャー整備事業によって実施され、昭和60年度に約2900万円が支出された。

5-2 スリランカ側の投入

スリランカ側の投入としては、土地、建物、施設等の提供、カウンターパートの配置、運営経費の負担などがある。

- (1) 土地、建物、施設ともにスリランカ側により本プロジェクトのために提供されている。なお、一部の建物や施設は日本の無償資金協力、あるいはプロジェクト基盤整備事業にて整備の上、スリランカ側に供与の後、プロジェクトのために提供されている。

(2) カウンターパート配置

カウンターパートの配置一覧表を表-7に示す。1989年9月現在14名のカウンターパートが本プロジェクトに配置されている。

本件については、スリランカ側実施機関の農業プロジェクトに対する理解と認識不足から、プロジェクト実施者として適正な人材配置等の配慮が欠けていた面がみられた。プロジェクトがいわゆる「僻地」に存在するため、スリランカ側スタッフも当地への赴任を嫌う傾向があり、配置されたカウンターパートの技術習得意欲欠如の問題と共に、カウンターパートの配置は本プロジェクト運営上の問題の一つであった。

(3) 運営経費

スリランカ側によって本プロジェクトに支出された経費は約1億ルピー(3億6000万円)に上る。5年間の経費の内訳を表-8に示す。

表-8 スリランカ側支出実績

(単位：千ルピー)

年	施設整備費	運営経費	機材引取経費	小計
1985	2,749	806	4,286	7,841
1986	11,379	3,023	6,074	20,476
1987	35,720	6,190	4,766	46,676
1988	1,767	1,916	9,801	13,484
1989	1,604	1,956	7,355	10,915
計	53,219	13,891	32,283	99,393

注：本表の数字は試験・展示圃場と政府種子農場の支出の合計であり、このうち約60パーセントが試験・展示圃場の支出と考えられる。また、1989年の数字は8月末までの支出である。

Ⅲ. プロジェクトの成果と問題点

1. 本プロジェクトの目的とする項目への対応

a. 高品質米の生産。(ローライスとパーボイルドライス)

高品質米に対する定義はプロジェクトが開始された後もしばらくははっきりしたものが定まらなかったが、ようやく、ローライス(生米)とパーボイルドライスの2つに分けて検討されるべきであるとの結論に達した。

表-7 カウンターパート配置表

Sri Lankan Staff List

As for September 1989

No.	Name	Age	Position	Quarification	Duration
1.	Mr. H. B. Basunayake	56	Manager, Seed Farm and D/E Farm	Dip. Agr. 1955	88. 8. -
2.	Mr. J. S. Silva	36	Post harvest Agriculture Officer	Colombo Univ. B.Sc Scienc 1975	86. 1. -
3.	Mr. A. M. Sudubanda	30	Upland Crops Agriculture Officer	Peradeniya Univ. B.Sc Agr. 1983	86. 1. -
4.	Mr. W. P. R. A. Weerawardhana	36	Upland Crops Agriculture Officer	Peradeniya Univ. B.Sc Agr. 1983	88. 2. -
5.	Mr. W. G. J. G. Costa	31	Paddy Cultivation Agriculture Officer	Peradeniya Univ. B.Sc Agr. 1983	86. 3. -
6.	Mr. I. H. Dharmasekera	30	Water Management Agriculture Officer	Peradeniya Univ. B.Sc Agr. 1985	86. 5. -
7.	Mrs. H.R.S.D. Gunasekara	30	Water Management Agriculture Officer	Peradeniya Univ. B.Sc Agr. 1985	89. 8. -
8.	Mr. A. Ruwanpura	28	Agr. Machinery Mechanical Engineer	Univ. of Muratuwa B.Sc Eng. 1986	88. 1. -
9.	Mr. U. K. Uijayananda	27	Agr. Machinery Mechanical Engineer	Univ.of Muratuwa B.Sc Eng. 1985	86.10. - 87.11.
10.	Mr. A. Wekwramasinha	40	Upland Crops Field Assistant	G.C.O. Level	86. 1. -
11.	Miss W.M. Manikerale		Assistant Store Keeper	G.C.O. Level	
12.	Mr. W. C. U. Henanta		Tractor Operater		
13.	Mr. K. V. Jayashingha		Driver		86. 2. -
14.	Mr. U. K. Gunaratuna		Driver		86. 2. -
15.	Mr. D. G. Gunaratuna		Driver		86. 9. -
(Seed Farm Section)					
1.	Mr. H. B. Basunayake	56	Manager, Seed Farm and D/E Farm	Dip. Agr. 1955	88. 9. -
2.	Mr. A. A. Gorge	31	Seed Farm Agriculture Officer	Peradeniya Univ. B.Sc Agr. 1983	84.10. -
3.	Mr. S. W. De Silva	30	Seed Farm Agriculture Officer	Peradeniya Univ. B.Sc Agr. 1983	86.10.-
4.	Mr. R. B. Keerthisinga	30	Seed Farm Agriculture Officer	Peradeniya Univ. B.Sc Agr. 1984	89. 8. -
5.	Mr. M. Thilakasiri	27	Seed Farm Field Assistant	Palwehela Agr. College, Dip. Agr.	88. 7. -
6.	Mr. A.M.N. Gunarathna	37	Seed Farm Field Assistant	Kunadasale Agr. College, Dip. Agr.	89. 2. -

ローライスについては従来パーボイルドライス品種が主流を占めるため、ローライスとしての高品質なものは奨励品種の中になく、育種試験場からエリートライン（優良系統）を譲ってもらい選抜を行なった。ローライスとしての必要条件は収量、耐病性、食味などもさることながら、米粒の硬度の高いことが一番重要である。したがって、当国に輸入されているパキスタン米やタイ米等の米粒硬度に目標を置いて2-3それらに近いものを選抜してきた。

ローライスが当国で一般的でないのは、食生活の慣習もあるが、搗精時に碎米が異常に多く、整粒歩留まりが極端に低いという経済的損失に帰するところが多い、これは当国の大半の水稲品種が典型的な多収性軟質米品種（High-Yielding Soft Varieties）で占められていることに加え、収穫時期の遅れにより生じる粃の中の胴割れが、碎米の増加と整粒歩留減少の原因となっている。とくに、当地で多く使われている攪拌ロール式のエンゲルバーグタイプの精米機を使う場合の歩留低下は著しい。

当プロジェクトでは常に適期収穫を心がけ立胴割れの発生防止につとめるほか、軟質米品種においてもショックの少ないゴムローラーの粃すり機やよこ型研削式の精米機で精粒歩留を上げる努力を行なった。

パーボイルドライスは当国国民の70%以上が常食していると言われており、スリランカ人のこの米の品質によせる関心は高い。

パーボイルドライスの高品質米に対する定義はいろいろあるが、スリランカでは基本的にカレーライスに適した品種であれば良いわけで、粘着性の無い（パーボイルドライスの特性）、異色粒や小石等の夾雑物の混入の無い、臭いの少ないのど当り（口当りではない）の良い小粒のものが喜ばれる傾向にある。食味にはあまり関心が向けられていない。

パーボイルドライスとは主としてインド及びその周辺、アフリカ、その他アメリカ、ヨーロッパの一部で生産されている加工米の一種で、世界の米生産の5分の1がこれに充てられていると言われる。スリランカで生産される軟質米は収穫時期や方法、更に収穫以後のハンドリング、貯蔵、流通における諸設備の不備により損失を招き安く、ローライスにするには全く適していない。

しかし、これらの米は粃に熱処理を施すことによって胚乳でんぶんの糊化による硬度の増大と胴割れの癒着により碎粒化が防がれ、収穫以後の損失軽減が図れる。この搗精時の歩留向上という大きな経済的メリットの他、長期間品質の変化や害虫による食損が少なく、貯蔵性に優れ、更にビタミン類など無機質の含有量が未処理米に比べてかなり高いという特徴が挙げられる。パーボイルドライスの製造方法は、胚乳でんぶんの糊化を促進させるため浸漬、蒸煮の両工程を加え、更に後のハンドリング、貯蔵が容易にな

るよう乾燥を経て精米する。

当プロジェクトのプラントはインドで行なわれている改良法（C. F. T. R. I.）をモデルに日産5トン程度の能力に設計されている。蒸気を発生させるボイラーは粉殻燃焼式、また蒸煮缶は無圧式となっているが、必要に応じて圧力缶も一個備えてある。

現在のところ、当プラントで製造された製品はきわめて好評で、地域の関係職員や住民に喜ばれている。

#### b. 畑作物の導入（乾期水田への導入作物）

スリランカの国内需要、市場からの遠隔地という地域性、農家の収益性などを考慮し、ボンベイオニオンを主体とした試験展示を実施している。

スリランカはタマネギの種子をインドから輸入しているほか、野菜としてのタマネギをインド、パキスタンから年間5万トンも輸入している。このため、当プロジェクトのタマネギの採種栽培及び栽培事業は国策に沿ったものであり、スリランカ側の熱い注目と期待を一身に受けている。

タマネギの採種栽培については母球を花芽分化のために標高2千メートルの地点に山上げする方法をとり、採種技術の確立化につとめている。

育苗技術は実際の栽培技術を普及員に研修させ、マハヴェリC地区でのタマネギの普及を図った。タマネギ以外の適作物の選定は、輸出向けメロンとスイカの栽培を中心に進め、現地に適した栽培方法を追求した。

#### c. 種子農場への技術的助言

本農場はシステムC内の13,000ヘクタールの水田に対して優良な水稻種子を供給する目的を持って設立されたもので、水田194ヘクタールにおいてその種子を確保しようとするものである。また、畑作地域も60ヘクタールであり、これについても技術的助言を与えることになっている。

当プロジェクトのプラントは種子粃を精選する装置を備えており、同農場で生産される種子粃の精選、調整を一手に引き受けている。また単独供与機材（59年度）として数台のトラクターがトラック、ランドローザなどの車両と一緒に同農場に供与されている。しかし残念なことに、1987年12月農場長が退職した後、適任者がみつからず1年近く空席となった上、1988年10月ごろから治安が悪化したため生産性は急激に低下した。このため農場は大半の圃場を地域農民に貸し付けて農場の機能を辛うじて保っている。同農場は僻地にあるため生活環境がことさら厳しく、円滑な農場運営を続行するには強力な支援体制が必要である。しかし、マハヴェリ本部は、ほとんどこの困難な農場運営の実態を理解しようとはせず、あまり支援しようとしなかったため、経営機能がますます低下して行ったものと考えられる。農場長が農場を去って行った理

由の1つもその辺りにあったものと思われる。

我々専門家は技術的助言を与える立場にあつて、経営には参画できなかったが、積極的に彼らのトラクターや農機具の修理や維持管理の面倒を見るなど協力した。しかし、農場の経営機能及び生産性の低下を喰い止めることはできなかった。

農場の圃場は1筆当り平均0.15ヘクタールという狭小な面積のため機械化による合理化運営は困難なので、生産性の向上及び円滑な農場経営を図るため出来るだけ畦畔除去を行い農業機械の効率的利用が可能となるような圃場の改良を行なう必要がある。

#### IV. 協力開始から終了までにあつた色々な出来事

プロジェクトサイトはコロンボから240キロメートルの地点にあり、車で約6時間を要する。途中標高800メートル以上の山岳地帯の山道を走らなければならない。子弟を抱えている長期専門家は教育などの都合により家族をコロンボ市内に居住させているため毎月何回もこの急峻な山道を往復した。特にヘアピンカーブの多い、通称17曲がりといわれ我々が呼んでいる地点では体調の悪いときなどは車酔いで悩まされることもあつた。ただ、スリランカ側が優秀な運転手を3台の公用車に各1名宛配置してくれていたため、幸いなことに一度も交通事故に遭遇しなかった。

サイトはマラリヤ汚染地区であるが、専門家の宿舎を通風のよいダムサイト(ラトキンダタンク)の高台に建設したのが良かったせいか蚊が少なく、専門家の中からはマラリヤ患者を出さなかった。このダムサイトに居住する利点は、この他に用水ポンプが故障しても生活用水の取水が容易であること、ダムの水温による気温調節の故か、ダムからはなれた低地より温度が低く、快適に過ごせること。また、魚釣りやボート遊びなどで疲れをリフレッシュしたりする事が出来た。

しかし、このダムも1989年7-8月頃政府治安当局とシンハリ人過激派「人民解放戦線」(JVP)との攻防により殺害された死体がダムに浮かんでいるとの報道があつたので、飲料水だけは雨水を使用したこともあつた。

宿舎前庭から眺望できる対岸は自然保護地域(マドロオヤ地区)で、よく野象の水浴び風景など肉眼で楽しむことが出来た。尤も彼らは時々境界を抜けてきて、農場内に侵入、収穫間近の水稻やバナナを食い散らし、番人が不在の時などは種子籾を保管してある作業小屋を半壊にするなどの乱暴狼藉を働くこともあつた。

着任以来円滑に進められてきたプロジェクトの業務活動は、JVPの動きが活発になるにしたがつが影響を受けだしてきた。特に、1988年の11、12月の2カ月間はサイトで居住するのが危険な状態となつたので、カウンターパートを含めた現地職員とともにサイトから避難するという事態に追い込まれた。1989年になってからもJVPに頻りに政府期

間、民間企業及び住民にゼネスト参加を要求しており、その度にプロジェクトも業務を一斉に停止する状態が続いた。5月中旬にコロポ港に到着した供与機材もゼネストの影響で通関業務が停滞し、9月にやっと引き出せたといったこともあった。この機材には7月に据え付ける予定であったプラント機材が含まれており、当プロジェクトの長期活動計画の実施にかなり影響を与えた。

協力開始時(長期専門家の着任は1985年8月)サイトは入植を開始して間もない頃であったので、電気はもちろん水道施設もなかった。道路も山野を切り開いただけの赤土の泥道で、雨天の時はジープでさえも難渋するような状況であった。このような劣悪な環境条件の下で、各専門家はあちこちの粗末なスリランカ側の官舎に分宿して水稻やタマネギの作付、あるいはモデルインフラ事業の施工などを開始した。赴任後丁度1年目の1986年8月念願のライスプラントがついに完成した。幸いなんの支障もなく精米機が動きだしたあの日の感激は今も忘れることが出来ない。当時USAIDの専門家が視察に来て、ジャングルのようなところからわずか1年間でこのようなプラント(種子精選、精米処理装置)を作り上げたことに非常に驚嘆して帰って行ったことを覚えている。

プロジェクトのスリランカ側への引渡し式は1月27日サイトで新田大使閣下、安木JICA所長、Hon. P. Dayaratne マハヴェリ大臣、Hon. Gamini Athukorale マハヴェリ副大臣臨席のもと盛大に挙行された。当日の出席者は付近の入植農民も加え約500名にのぼった。

式典は午後2時半から4時までであったが、当日大使一行は午前9時半より11時まで円借、無償関係プロジェクト、11時から午後1時までは当プロジェクトの活動状況を分野毎に一つ一つ時間をかけて入念に視察された。

## V. 今後の推進方向と抱負

カウンターパートを養成し、スリランカ側のプロジェクトを運営して行く担い手となる人材の養成「人作り」は順調に進んだ。ただ残念なことは、スリランカ側の種子農場の経営、管理体制が健全でないため、当プロジェクトだけをこの中から切り離して経済的投資に妥当性のあるプロジェクトへ進展させることはきわめて難しい課題となった。プロジェクトの最終的な方向づけは1989年10月始めに来スした評価ミッションによって調査が行なわれ、予定通り協力期間(1990年2月10日まで)を満了して幕を引くことに決定した。詳細に関しては Summarizad Final Report を参照されたい。ただ、当プロジェクトで確立される移転技術は普及を前提とするものなので、スリランカ側がそれらを正確に継承、波及して行けるようプロジェクト終了後も日本側がなんらかの方法で支援して行くことが望ましい。たとえば、日本側が供与した精米プラントや農業機械類の管理、運営はスリランカ側に取っ

て人的にも資金的にもかなり負担となるはずなので、円滑な有効利用が図れるよう日本側としては、それらについても支援を行なう必要がある。とくにプラントの維持、管理、補修は技術的に問題となる個所が多いので、プロジェクト終了後も2～3年間は必要に応じ短期専門家を派遣して指導・保守が行なえれば効果的と考えられる。タマネギの普及技術については、農家段階に最も適した移転技術の確立について更に究明する必要がある。

水 稻 栽 培 報 告

柴 田 寿 夫

1985年8月1日 - 1990年2月12日



## I. 課題設定の経緯と背景

スリランカの水稲は多収性を最優先する育種目標に基づいて努力を重ねた結果、収量性の面においては優れた改良品種が次々と育成され、その普及も目覚しく、改良栽培技術と相俟って今や改良品種の普及率はほぼ100%に達しており、比較的経営規模が小さく集約的管理が可能な条件もあって1980年代以降のヘクタール当りの収量は途上国の中では比較的高い3.0～3.5 t/haを維持している。

マハヴェリ河総合開発の推進に伴う水田面積の増大と改良技術の普及により米の国内自給は1980年代後半には達成されるであろうと予測されたことと、国内で生産される米の品質が劣悪であることから、その品質向上がプロジェクトにおいて取上げられることになった。

当国においては籾収穫後、浸漬、蒸煮の工程を経て生産されるパーボイルド米が消費量の70%以上を占めており、したがって既存の改良品種の多くはパーボイルドの姿で消費されている。一方、いわゆるローライス(生米)に適する品種の改良育成は農業局においても近年の関心事で日が浅く、奨励改良品種の中にはこれに適する品種がまだ無く観察育成の段階にある。

このような背景のもとに栽培分野においては、米の品質と収量が稲の遺伝的特性に由来するところが大きであることを考慮し、マハヴェリ地域において既存の改良品種の現地適応性と、パーボイルドおよびローライス各々に適する品種又は系統の選定を行ない、併せて安定多収技術の改良開発を目的とする栽培技術的検討を試みることにした。課題設定にあたっては、R/Dのマスタープランをもとに昭和61年3月に派遣された計画打合せチームとの協議において暫定実施計画を樹立し、それに沿って活動を展開した。

## II. プロジェクトの農業立地と環境

実験展示農場(Experiment and Demonstration Farm:以下D/E Farm)はマハベリ開発庁、マハベリ経済局が管轄する種子生産農場(Seed Farm:水田194ha、畑地60ha)の一角に設けられた23haの水田で、マハベリ地区、システムC、ゾーン3、ブロック302のユニット1に位置し、海拔90～100m、気候区分からはドライゾーンとウィッドゾーンの中間的気候を示すインターメディアイトゾーンに属する。

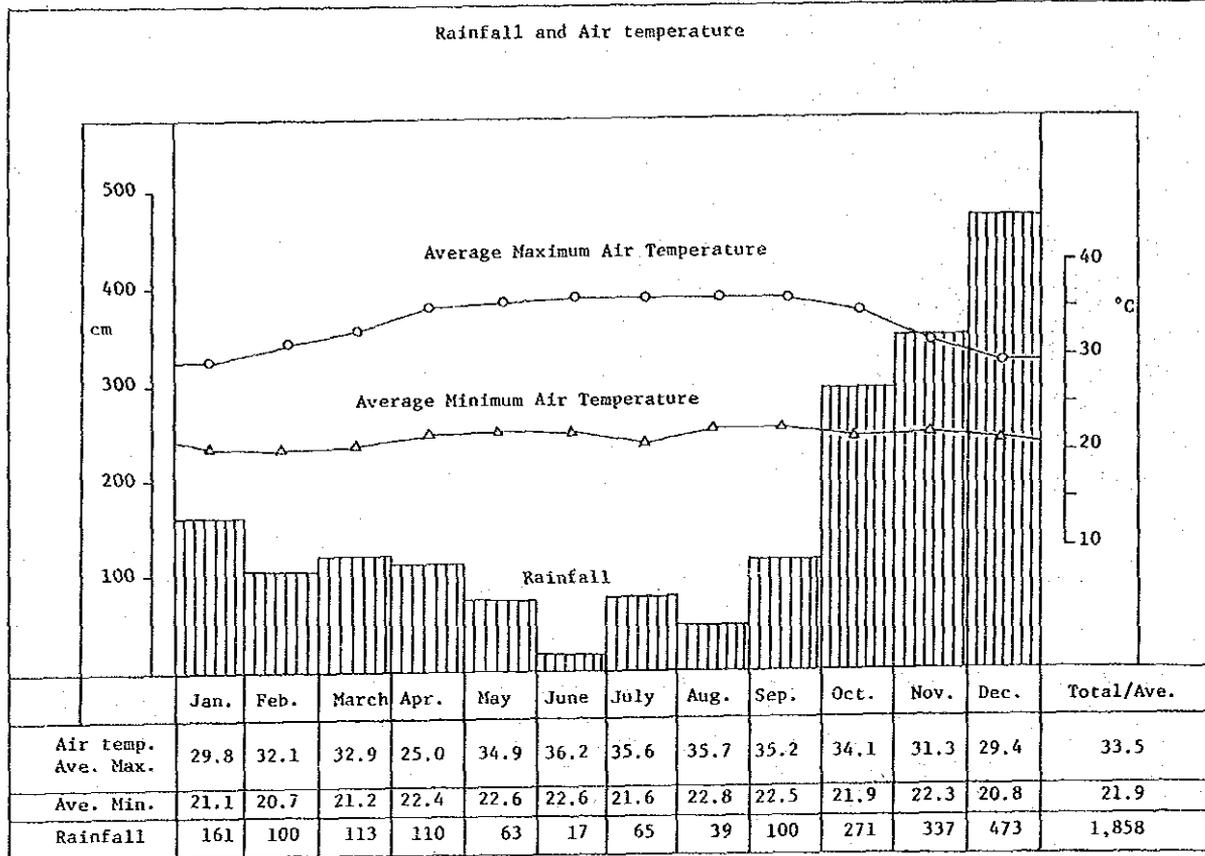
マハベリ河から取水するかんがい水は年間を通じて給水可能であり水稲の作期は10～11月に作付し3月を中心に収穫するMaha作(雨期作)と、5～6月作付9月を中心に刈穫るYaYa作(乾期作)から成っている。

マハベリ地域の開発に伴う入植事業はマハベリ経済局が担当し一農家当たり1haのかんがい可能な水田が割当てられており、入植農家の所得向上の観点から稲の二期作生産に加え、YaYa作の一部に商品価値の高い畑作物を導入して入植者の生活向上を計るための施策が推

されている。

月別降雨量と気温

System 'C', Mahawell



Ⅲ. 活動内容と成果

1. 米の品質向上と安定多収生産のための栽培技術的検討

実施計画に基づき D/E Farm内の比較的平坦で中庸な区画を利用し水稻の栽培試験を行ないマハベリ地区に適応する良質多収の品種/系統の選定と栽培管理技術の検討を行った。毎シーズンの検討結果は「Seasonal Progress Report」にまとめ、又、協力期間の最終年度には全期間の結果を要約し「Summary of the Agronomic Studies on Rice Cultivation」を作成し関係機関に配布すると共に意見交換の資料として利用した。

なお、紙面の関係上この報告書では結果の部分的抜粋と代表例のみを掲載することにしたので詳しくは英文レポートを参照ありたい。

協力期間中に実施した栽培試験は下表のとおりである。

D/E Farm, IADDP

Agronomic Activities on Rice Cultivation

Items	Year																							
	1985			1986			1987			1988			1989											
Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Agronomic Trials</b>																								
1. Variety Adaptability																								
(1) 4-4 1/2 months																								
(2) 3-3 1/2 months																								
(3) 3 months																								
2. Elite Line Comparative																								
(1) 4-4 1/2 months																								
(2) 3-3 1/2 months																								
(3) 3 months																								
3. Variety X Fertilizer																								
4. Nitrogen X Seedrate																								
5. Variety X Pro. Inputs																								
6. Planting Density X N.																								
7. Nitrogen X Phosphorus																								
8. Fertilizer Application																								
9. Planting Method																								
<b>General Cultivation and Demonstration</b>																								
Maha																								
Yala																								
Maha																								
Yala																								
Maha																								
Yala																								
Maha																								
Yala																								

(1) 品種/系統選定のための現地適応, 品質および生産性比較試験

スリランカにおける水稻品種の育成は農業開発研究省, 農業局の中央稲育種試験場が中心となって実施しており, 同試験場およびプロジェクトから15kmの距離にあるギラデルコテ地方農業試験場とは頻りに連携をとりつつ仕事を進めた。

農業局からは新系統種子の提供を受けD/E Farmにおいて試験に組み入れ連続的にその品質, 生産性, 適応性を検討観察した。

前述のようにパーボイルドライスとローライスは収収穫後の処理が異なり, それに適する品種も当然異なるので二者を区別してそれぞれに適する品種又は系統の選定を行なった。

1) 改良奨励品種の比較試験

代表的改良品種を用いてマハベリ条件下での適応性を検定し, その品質, 生産性, 品種特性を把握した。

検討の結果、それらの品種は当農場の環境によく適応し、特にBg 380, Bg 450, Bg 94-1, Bg 34-8は収量安定し現行の標準栽培技術を採用すれば収量5.0 t/ha以上は安定的に可能であると判断された。又、これら改良品種はローライスとして籾摺精米すると碎米率が高く、外観も劣ることから主としてパーボイルドライスに適していると結論した。

## 2) ローライス用優良系統選抜のための栽培試験

既存の改良品種はローライスに不向であることから農業局より試験種子を受けD/E Farmで比較検討を行なった。用いた種子は40系統にのぼりこれに在来2品種および比較チェックの目的で改良品種を加え生育期間別に試験を設置し、毎週生育調査を行なうと共に収穫期には収量のほかに収量構成要素、および試験用籾摺精米機を用いて品種/系統別の精粒歩合を計測した。

毎シーズンの試験観察結果から不適系統は除き有望と判断されたものは継続的に試験に組み入れると共にその系統維持を行なった。

数多い系統の中から試験観察を通じて品質、収量の両面からローライス用として有望と判断された系統は85-2774, Bg 1165-1, Bg 1165-3, Bg 1165-6, 1S Bg 1, 1S Bg 2, Bg 915であった。(表-1, 2, 図-1参照)

パーボイルド処理を行なった籾を籾摺精白すると精粒歩合は著しく向上するのに対してローライスの場合は碎米の発生が問題となり、籾の水分含量、形状と共に胚乳の硬度が碎米発生に関係していることが認められた。すなわち硬度と精粒歩合の間には有意な相関々係があつて、硬度が高いと精粒歩合が向上する(碎米率が低くなる)傾向が認められ、ローライス用の胚乳硬度は7.0 kg/cm<sup>3</sup>以上が望ましいと判断された。

表一 品種/系統の作期別収量

Grain Yield of Varieties and Lines

Studied at

D/E Farm, System 'C', Mahaweli

(yield: t/ha)

Season Entries	1986 Yala	86-87 Maha	1987 Yala	87-88 Maha	1988 Yala	88-89 Maha	1989 Yala	Mean (X)
1. Bg 379-2	6.46	5.75						6.11*
2. Bg 400-1	6.27	6.38						6.32*
3. Bg 380	8.28	6.79			7.53	5.61		7.05*
4. Bg 11-11	4.96	5.62						5.29*
5. MI 49-11-3	8.17	6.99						7.58
6. Bg 34-8	6.98	5.79						6.38*
7. Bg 276-5	6.82	4.80						5.81*
8. Bg 94-1	7.24	5.64			6.51	6.20	5.93	6.30*
9. Bg 731-1	7.46	5.18						6.32
10. BW 288-1-2	8.38	6.23						7.31
11. 85-2795	6.59	6.05	4.26					5.63
12. 85-2774	6.90	5.33	6.03	5.68	6.62	5.39		5.99
13. 85-2759	5.24							5.24
14. 85-2763	6.11	6.24	5.61					5.99
15. 85-2769	6.52	5.14	6.20	5.01				5.72
16. 85-2771	6.21	5.20	6.18	5.12				5.68
17. Bg 450	6.76	6.91	5.52	7.04	7.94	5.19		6.56*
18. RD-21	6.47	5.62	6.06	5.61	7.90	5.07		6.12
19. RD-23	6.72	5.49	5.91	5.45				5.89
20. SPR 75055	5.79							5.79
21. 85-1895	4.39	5.31	5.16	4.99				4.96
22. 85-1905	5.35	5.61	5.67	5.03				5.42
23. 85-1902	6.41	5.42	5.85	4.61				5.57
24. ISBg 1	5.43	5.82	5.74	5.41	6.05	4.92	5.82	5.60
25. Bg 915	5.77	5.88	6.07	5.32	6.13	5.13	6.01	5.76
26. ISBg 2	5.31	4.83	5.46	5.17	6.28	5.39	5.09	5.36
27. Basumathi		3.91				2.93		3.42
28. Suduru Samba						2.81	2.97	2.89
29. Bg 1165-1		3.47	5.23	5.70	6.30	4.98	5.83	5.25
30. 1165-2		3.23	5.42	5.68	6.29	5.56	5.93	5.35
31. 1165-3		3.37	4.62	5.79	6.18	5.11	5.73	5.13
32. 1165-4		3.69	5.64	5.17	6.24	5.67	5.82	5.37
33. 1165-5		3.85	6.13	5.51	6.22	5.49	5.86	5.51
34. 1165-6		3.20	5.41	5.73	6.80	5.32	5.78	5.37
35. Bg 913-1					7.55	5.84	7.51	6.97
36. Bg 913-2					6.44	5.41	6.60	6.15
37. Bg 915					5.97	5.33	6.21	5.84
38. 1165-1					7.02	5.44	6.75	6.40
39. Bg. 1165-3					6.87	5.65	6.68	6.40
40. Bg. 1165-6					6.82	5.63	6.54	6.33
41. Bg 797					7.39	6.39	5.46	6.41
42. Bg 846					6.39	5.41	6.28	6.03
43. Bg 850-1					7.48	5.81	6.64	6.64
44. Bg 850-2					7.50	5.86	6.69	6.68
45. Bg 932					7.56	5.13		6.35
46. Bg 936					7.54	6.02		6.78
47. Bg 1112					7.13	6.28		6.71
48. ISBg 4					8.25	5.25		6.75
49. 87-519					9.18	5.86		7.52
50. 87-524					8.96	5.87		7.42
Mean (X)	6.42	5.25	5.61	5.44	7.03	5.37	6.01	5.988
S.D.	1.00	1.09	0.51	0.52	0.85	0.76	0.88	0.875

Average Yield in Yala : 6.276 (t/ha), S.D. = 0.606

Average Yield in Maha : 5.353 (t/ha), S.D. = 0.096

Note : Varieties with \*mark are recommended varieties.

Table-1

図 - 1 玄米の硬度と精粒歩合の関係

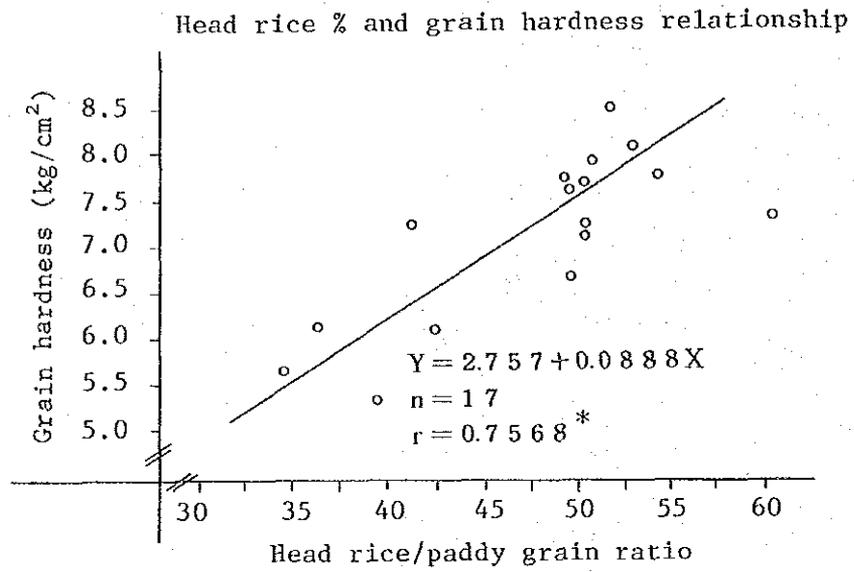


表-2 籾に対する精粒歩合(%)

Head Rice % of Varieties and Lines

Examined at

D/E Farm, System 'C', Mahaweli

Season Entries	1986	86-87	1987	87-88	1988	88-89	1989	Mean (X)
	Yala	Maha	Yala	Maha	Yala	Maha	Yala	
1. Bg 379-2	29.5	57.4						43.5*
2. Bg 400-1	21.4	59.8						40.6*
3. Bg 380	41.1	60.8			49.2	50.6		50.4*
4. Bg 11-11	27.1	49.4						38.3*
5. MI 49-11-3	33.6	50.0						41.8
6. Bg 34-8	47.4	60.0						53.7*
7. Bg 276-5	33.6	37.0						35.3*
8. Bg 94-1	35.7	53.0			48.0	39.1	42.2	43.6*
9. Bg 731-1	38.2	60.0						49.1
10. BW 288-1-2	39.0	68.0						53.5
11. 85-2795	27.1	45.6	41.5					38.1
12. 85-2774	47.8	46.8	48.5	49.9	53.6	54.1		50.1
13. 85-2759	31.5							31.5
14. 85-2763	42.7	53.0	48.0					47.9
15. 85-2769	34.7	53.0	47.0	40.4				43.8
16. 85-2771	44.6	55.0	49.5	47.7				49.2
17. Bg 450	48.5	34.4	33.0	36.8	33.8	33.0		36.6*
18. RD-21	33.2	52.2	49.5	46.3	56.2	52.0		48.2
19. RD-23	37.1	54.0	47.5	50.6				47.3
20. SPR 75055	26.0							26.0
21. 85-1895	28.9	28.0	33.5	22.2				28.2
22. 85-1905	39.8	47.4	37.5	38.0				40.7
23. 85-1902	42.5	31.4	31.0	37.4				35.6
24. ISBg 1	41.3	36.0	39.5	49.3	52.5	37.8	51.1	43.9
25. Bg 915	41.7	38.0	41.5	23.7	60.5	48.1	49.3	43.3
26. ISBg 2	36.3	33.0	46.0	23.0	55.5	49.0	54.4	42.5
27. Basumathi		28.6				46.0		37.3
28. S. Samba							39.4	39.4
29. Bg 1165-1		35.0	38.5	49.6	53.8	47.5	50.4	45.8
30. Bg 1165-2		39.4	35.5	47.4	51.8	43.6	49.3	44.5
31. Bg 1165-3		24.0	26.5	54.5	55.7	50.0	50.5	43.5
32. Bg 1165-4		31.6	40.5	38.0	60.3	48.0	52.8	45.2
33. Bg 1165-5		29.0	35.5	50.2	42.8	41.6	50.9	41.7
34. Bg 1165-6		35.6	42.5	49.3	53.5	53.0	51.5	47.6
35. Bg 913-1					30.8	28.0	36.6	31.8
36. Bg 913-2					35.0	30.8	34.9	33.6
37. Bg 915					35.8	43.6		39.7
38. Bg 1165-1					61.7	36.5		49.1
39. Bg 1165-3					56.0	41.6		48.8
40. Bg 1165-6					55.3	48.6		51.9
41. Bg 797					51.2	37.2	41.3	43.2
42. Bg 846					47.2	37.8	58.2	47.7
43. Bg 850-1					38.6	41.5	59.4	46.5
44. Bg 850-2					40.1	39.1	61.9	47.0
45. Bg 932					48.3	48.3		48.3
46. Bg 936					45.0	45.0		45.0
47. Bg 1112					52.3	31.3		41.8
48. ISBg 4					51.5	43.0		47.3
49. 87-519					48.7	43.2		45.9
50. 87-524					47.8	46.8		47.3
Mean (X)	36.6	44.7	40.1	41.9	49.9	43.1	49.1	43.2
S.D.	7.2	12.1	7.2	10.2	7.5	6.8	7.8	6.3

Note: \*Mark are recommended varieties.

All of the grain samples were hulled and milled under the same conditions by using testing paddy huller: Model TH-35 and testing pearler: Model HP-400R. The head rice % was determined by using

## (2) 安定多収技術改良のための肥培管理技術に係わる栽培試験

水稻の栽培技術については既に農業局が標準的奨励技術を組立てており、マハベリの新規開発地の条件においてその適応性を検討すると共に、入植農家が経済的に有利な栽培技術を探ること、さらに米の品質と収量の栽培技術との関係を検討するために水稻生産に関与する生産要因についてD/E Farmの条件下で種々の比較試験を実施した。

ここに取上げた要因は肥料三要素・播種量、栽植密度、栽植様式、雑草対策、虫害対策などで、これら要因の収収量と品質に及ぼす影響の有意性検定と経済性を要約すると概ね下記のとおりであった。

なお、掲載する資料は代表的なものに限った。

### 検討結果の要約抜粋

- 全シーズンを通じて窒素の施用効果は大きく経済性も大であり、施用量の増加に伴い収収量は向上する。しかし窒素量が80 kgN/haを越えると効果は鈍下する。この傾向は生育期間の短い短期品種で特に明確であった。
- 磷酸、加里の施用効果は安定的でなく、したがってその経済効果も不安定であった。施用によって収収量は上昇する傾向にあるが収益率は低い。
- 肥料に関する試験結果から判断して、安定多収には窒素の施用は不可欠であり肥料購入資金が限定される条件下では窒素肥料のみを購入施用することが経済的に有利と判断された。(表-3, 4, 5, 図-2.3.4.5.)
- 直播栽培(撒播)の異なる播種量(50, 100, 150 kg/ha)と収収量の間には差は認められず、良質種子を用いて均平代播作業が適切であれば現実の条件下においては乾燥収70~100 kg/haが適切であると判断された。しかし千粒重の極端に低いサンバタイプの品種(Bg450など)ではその半量で充分である。(表-6, 図-6.7.8.)
- 直播栽培は移植に比して倒伏し易く、また播種量と窒素施用量が増すと明らかに倒伏が多くなり収質劣化の直接的原因になる。直播の場合、窒素施用量を移植に比して10~20%程度低くした方が収質の面から安全である。
- 移植栽培の栽培密度は改良品種でも有望系統であっても25株/m<sup>2</sup>以上が望ましいが44株/m<sup>2</sup>を越える必要はない。スリランカでは農家によって50株/m<sup>2</sup>以上の超密植も珍しくなく、苗取り、移植の労賃と種子代を考慮すると経済的に不利になることが多い。(表-7, 図-9)
- 雑草および害虫防除の経済効果は条件による差が大きく作期によって結果が異なるため発生状況によって判断せざるを得ない。

稲の連続的二期作が継続する環境下で水田雑草は増加定着の傾向にあり、特にカヤ

ツリグサ、ヒエは水稻生育期間中最も厄介な問題のひとつである。マハベリ地域で観察される稲の主要害虫は、イネノアザミウマ、メイチュウ類、コブノメイガ、イネシロトメタマバエ、カメムシ類、ウンカであり今後も注意深く観察する必要がある。

(表-8, 9)

- 均平代掻作業と水稻生育初期の水深維持が適切であれば雑草問題は著しく軽減される。
- 安定多収、籾の品質維持の面から移植栽培の方が望ましい。

苗代設置、苗取り、移植にかかわる経費は移植栽培のコスト増となるが直播の場合の除草費は移植に比して割高となるのである程度補償される。加えて収量の安定性、管理作業上の容易さ、倒伏抵抗などの面で移植栽培の有利性が認められ、移植労力が家族労働で賄える場合、経済的有利性は安定的である。(表-10, 図-10, 11)

- 適期収穫、脱穀、乾燥は籾質に大きく影響し、特にローライスの生産上重要である。

## 2. D/E Farmにおける改良開発技術の展示

D/E Farmは初年度にモデルインフラ整備事業を導入し農道、小水路の整備を行なった後、1986年Yala作より栽培試験と均一栽培を開始し、以後連続的に二期作栽培を実施した。作付当初は圃場内の天石や田面の不均平などに問題があり作付を繰返すことにより水田機能の向上を心構けた。

前述の栽培試験と観察の結果から有望と判断された品種/系統はD/E Farmの生産規模段階で実証展示を行うと共に明確と判断された生産要因に関しても応用展示してその観察を行なった。

又、種子生産農場に対する演示を兼ねて、関連分野と協力して一連の機械化栽培を試み高品質米生産用の原料籾と種子の生産を行なった。

表-3 氮素×磷酸 肥効比較

1988-89 Maha

Results: (grain yield: t/ha)

Nitrogen levels (kg N/ha)	Phosphorus levels			Nitrogen mean	DMRT (5%)
	P <sub>0</sub> (0)	P <sub>1</sub> (40)	P <sub>2</sub> (80)		
N <sub>0</sub> (0)	4.09	4.21	4.02	4.10	c
N <sub>1</sub> (40)	4.42	4.32	5.09	4.61	b
N <sub>2</sub> (80)	5.38	5.44	5.45	5.42	a
N <sub>3</sub> (120)	5.25	5.60	5.63	5.49	a
Phosphorus mean	4.78	4.89	5.05	4.91	

LSD for Nitrogen treatment (5%): 0.347 (t/ha)  
(1%): 0.490

C.V.: 5.57 (%)

Phosphorus Treatment: NS

图-2 Effects of Nitrogen and Phosphorus on the Grain Yield

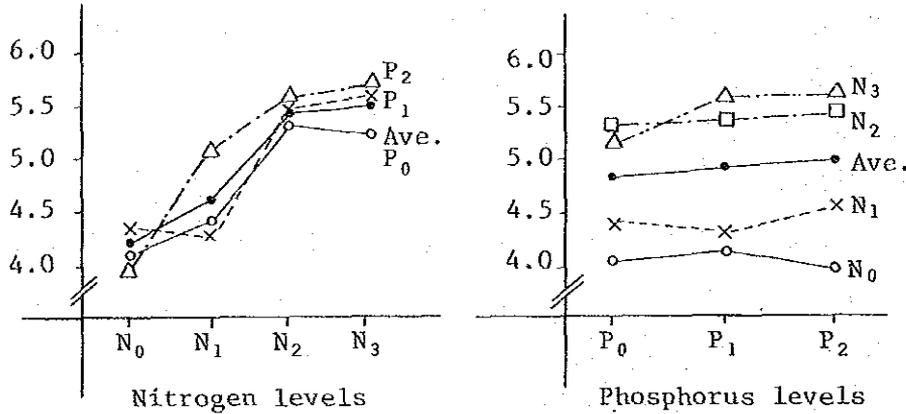


图-3

1988 Yala

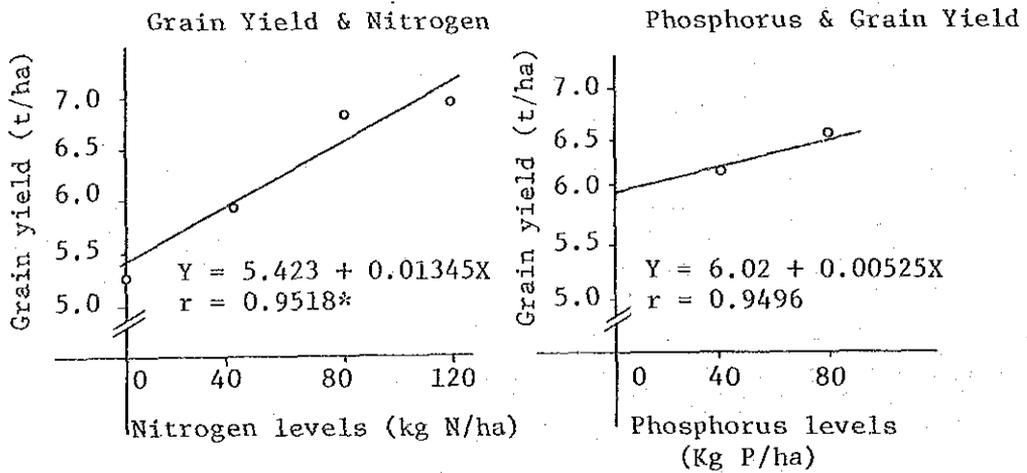


表-4 窒素×磷酸×加里

Summary of the results

1986 Yala

Factors	Treatment level	Grain yield (t/ha)
Nitrogen (N)	N <sub>0</sub> : no nitrogen	3.98
	N <sub>1</sub> : 100kg N/ha	5.16 **
Phosphorus (P)	P <sub>0</sub> : no phosphorus	4.51
	P <sub>1</sub> : 50 kg P/ha	4.64 **
Potassium (K)	K <sub>0</sub> : no potassium	4.53
	K <sub>1</sub> : 50 kg K/ha	4.61 NS
Overall mean		4.57
Significant interaction		none
C.V. (%)		4.81 (%)

图-4 Effects of NPK on the Grain Yield 图-5 Yield and Factors Relationship

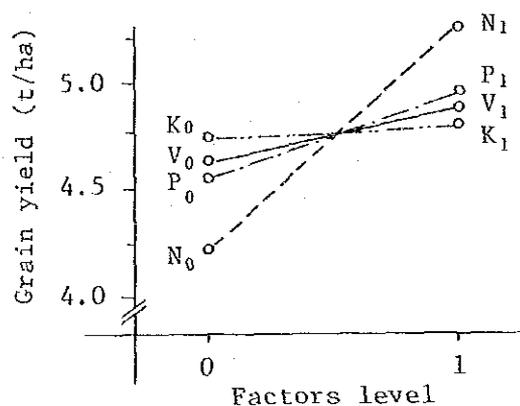
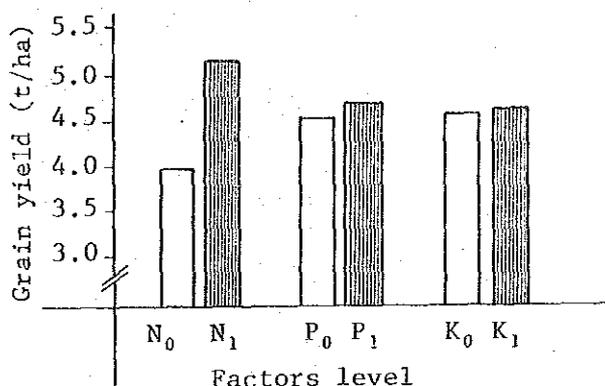


表-5 品种×窒素×磷酸×加里

Summary of the results:

1986 Yala

Factors	Treatments	Grain yield (t/ha)
Variety	V <sub>0</sub> BG 34-8	4.659
	V <sub>1</sub> BG 94-1	4.871 N.S.
Nitrogen	N <sub>0</sub> No N. applied	4.240
	N <sub>1</sub> 90 kg N./ha.	5.289 **
Phosphorus	P <sub>0</sub> No P. applied	4.603
	P <sub>1</sub> 50 kg P./ha.	4.926 *
Potassium	K <sub>0</sub> No K. applied	4.726
	K <sub>1</sub> 45 kg K./ha.	4.804 N.S.

表-6 氮素×播種量(撒播)

Results: Nitrogen X Seedrate (Direct Sowing)

Nitrogen levels (kg N/ha)	Seedrate levels (kg/ha)			Nitrogen mean	DMRT (5%)
	S <sub>1</sub> (50)	S <sub>2</sub> (100)	S <sub>3</sub> (150)		
N <sub>0</sub> (0)	3.512	3.727	3.961	3.733	c
N <sub>1</sub> (40)	4.616	4.543	4.521	4.560	b
N <sub>2</sub> (80)	5.275	5.357	5.055	5.229	a
N <sub>3</sub> (120)	5.482	5.461	5.599	5.514	a
Mean	4.721	4.772	4.784	4.776	

圖-6 (Nitrogen X Seedrate)

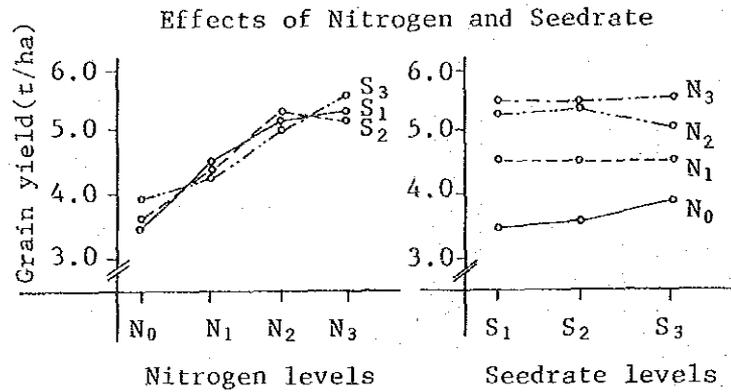


圖-7 Nitrogen and Seedrate Effects

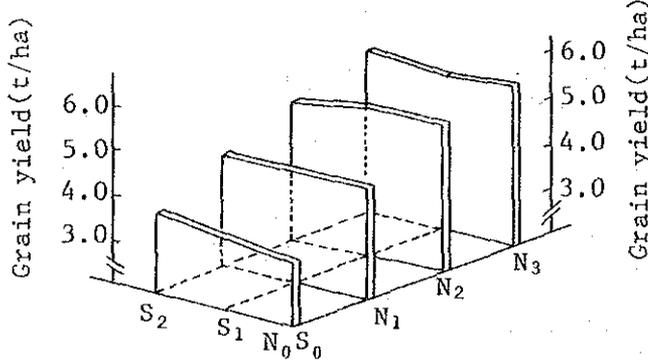


圖-8 Grain Yield and Nitrogen Correlation

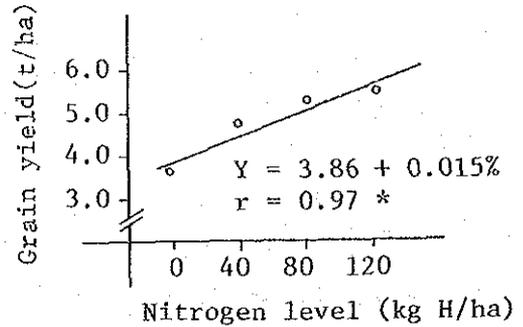


表-7

(Nitrogen X Density)

Results: Effects of Nitrogen and Planting Density 1986-87 Maha

Nitrogen levels (Kg N/ha)	Density/levels			Nitrogen means	Test for significance (5%)	
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>			
N <sub>0</sub> (0)	4.154	4.164	3.578	3.965	c	栽植密度 D <sub>1</sub> : 50株/m <sup>2</sup> D <sub>2</sub> : 25株/m <sup>2</sup> D <sub>3</sub> : 16.7株/m <sup>2</sup>
N <sub>1</sub> (40)	4.094	4.430	4.435	4.591	b	
N <sub>2</sub> (80)	5.593	5.770	5.289	5.550	a	
N <sub>3</sub> (120)	5.986	5.923	4.738	5.549	a	
Density means	5.146	5.085	4.510	4.914		
Test for significance (5%)	a	a	b			

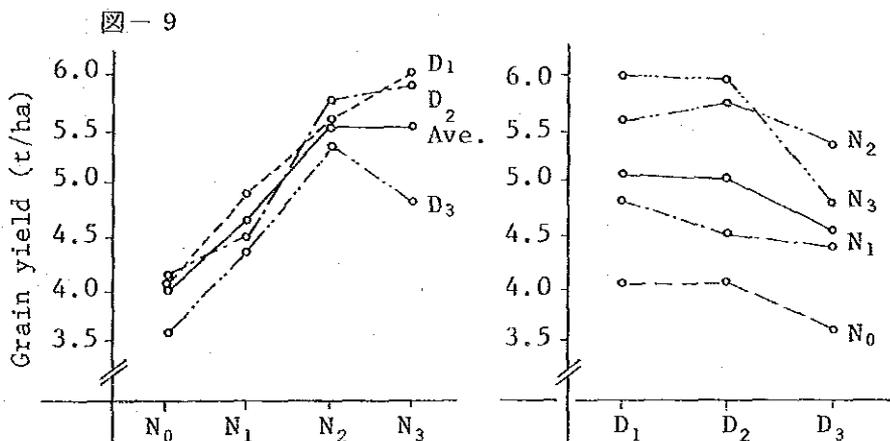


表-8 V x N x I x W

Summary of the Results

1987-88 Maha

Factors	Treatment	Grain yield (t/ha)
Variety	V <sub>0</sub> : 1SBg 1	4.461
	V <sub>1</sub> : 1SBg 2	4.406 NS
Nitrogen (N)	N <sub>0</sub> : No nitrogen	3.897 **
	N <sub>1</sub> : 90 kg /ha	4.976
Insect C. (I)	I <sub>0</sub> : No insect control	4.290 NS
	I <sub>1</sub> : Monocrotophos G.	4.578
Weed C. (W)	W <sub>0</sub> : No weed control	4.395
	W <sub>1</sub> : Manual control	4.472 NS
Overall mean		4.434
Significant interactions		None
C.V.		12.5 (%)

表-9

Summary of the Results:

1988-89 Maha

Factors	Treatment level	Grain yield (t/h)
Variety (V)	V <sub>0</sub> : Bg 1165-1	4.252
	V <sub>1</sub> : Bg 1165-3	4.300 NS
Nitrogen (N)	N <sub>0</sub> : No nitrogen	3.913 **
	N <sub>1</sub> : 90 kg N/ha	4.639
Insect cont. (I)	I <sub>0</sub> : No insect cont.	4.075 **
	I <sub>1</sub> : Monocrotophos G.	4.477
Weed cont. (W)	W <sub>0</sub> : No weed cont.	4.119 **
	W <sub>1</sub> : Manual weed cont	4.433
Significant interactions		V X I
Overall mean		4.276 (t/ha)
C.V. (%)		6.615 (%)

表-10 栽培方法と籾収量

Results: (grain yield: t/ha)

1988 Yala

Treatments	Replications				Mean yield	DMRT
	I	II	III	IV		
Mechanical transplanting	5.70	5.42	5.05	5.37	5.385	a
Manual transplanting	5.30	5.34	5.47	5.83	5.485	a
Direct row seeding	5.13	5.23	4.58	4.92	4.965	b
Direct broadcasting	5.12	4.66	4.46	5.23	4.867	b

LSD for treatment : 5% level : 0.389 (t/ha)

C.V.: 4.70 (%)

Overall mean yield: 5.176 (t/ha)

図-10

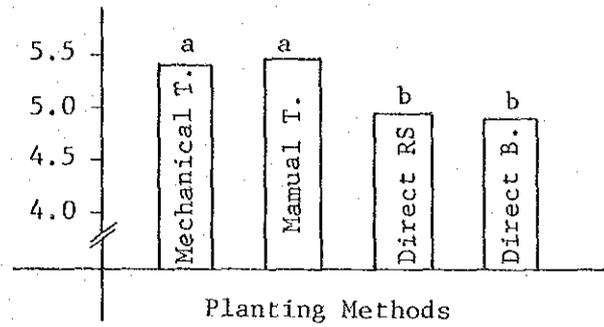
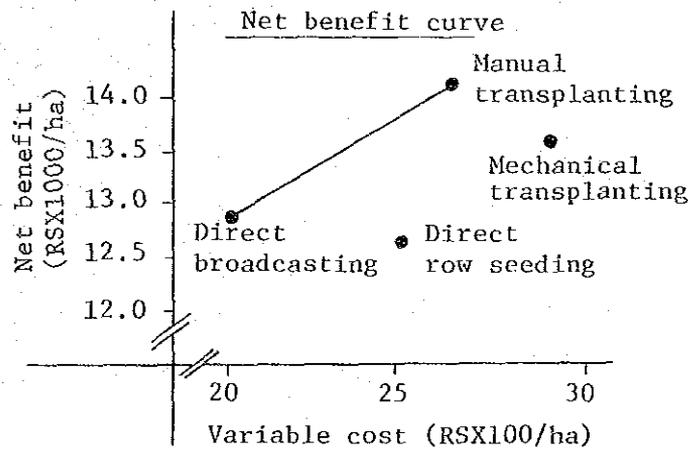


図-11



### 3. カウンターパートに対する技術移転

D/E Farmにおける作付と管理および栽培試験の設計、設置、管理、データの収集とその分析手法など日常の業務を通じて移転を行なった。特に力点を置いたことは課題に沿った栽培試験の設計設置方法、データの分析および水稻栽培に関連する機材の利用方法であり、協力期間の最終年度においては自主性高揚を重視して作付計画、肥培管理作業を一任し必要に応じて助言するようにした。今後農業局との連携のもとに実施する栽培試験に必要な知識技術やマハベリ経済局が保有する水稻用機械の利用に関しては一応修得したので今後は貴重な人材として活躍することを期待している。

#### Ⅳ. 問題点と考察

マハベリ開発事業は極めて大規模な計画であり、プロジェクトを担当するマハベリ開発庁経済局は、かんがい関連施設および農地造成後の入植事業、営農活動、ファームレベルの水管理、地域の文化訓練活動など極めて広範な地域で多岐にわたる活動を行なっていることも原因して当プロジェクトにおける自主性と支援体制には不十分な点がみられたことは否定できない。

加えて、シンハラ、タミールの民族紛争および反政府過激グループの活動などの国内問題を抱え公共事業予算の削減を余儀なくされ、プロジェクトの規模と目的に応じた予算措置、人材配置、農場施設とその維持管理などの面に支障が生じたことは残念であった。特に種子生産農場は水田194 ha、畑地60 haと規模が大きく、その円滑な運営のためには数々の制限要因が横たわっている。

やむなく農場は直営による種子生産と入植農家に水田をリースして作付する方法を組合せて運営しているものの、D/E Farmでの活動成果が充分には直結せず期待されるレベルには達していない。

農業の研究分野は農業開発研究省、農業局が中心になって実施しており、マハベリ経済局はマハベリ地区における当分野の活動について農業局に委託して進めており、経済局自体の技術的蓄積は乏しく、人材およびその育成体制も弱体である。

米の品質に関してはスリランカの伝統的カレー中心の食習慣と一般大衆消費者の経済的制約もあり品質が向上しても直ちに価格にスライドさせると購買層が限られて市場性が低下する傾向にあり、品質向上のために追加経費を要する場合には経済性が成立しにくい条件にある。

米の品質向上に係わる品種の育成と栽培技術的検討は農業局においても日が浅く近年の関心事である。品質と収量を両立させる品種、系統選定のための適応比較と栽培技術の検討は協力期間を通じて実施し、毎作期検討結果についての意見交換を行なった。しかしながらこれらの技術的検討はD/E Farmの環境条件下で実施したものであり、広大なマハベリ地域の条件差を考慮すると、この結果にもとづいて、さらに一般入植農家の圃場条件下における立証、確認試験の実施が望まれる。なお、水稻奨励品種の査定は農業局に委ねられており、栽培技術も含めたプロジェクトにおける活動成果は今後農業局が中心となって品質向上と安定多収技術に取組む上で参考に供されると考える。

畑 作 栽 培 報 告

(I)

矢 沢 佐 太 郎

1985年8月1日 - 1989年7月31日



## 畑作

### 1. まえがき

プロジェクトの発足と同時にプロジェクト地域の農業経済のベンチマーク調査が短期専門家によって1986年に実施された。

そのレポートによると、1 haの水田で持つ入植者の現在の年収は平均して18,000ルピーであり、この収入だけでは家族が生活していくのに不十分であり、将来的に30,000ルピーまで向上させたいとしている。この数字はマハベリ開発庁の掲げている農民の将来像と期待される収入30,000ルピーとほぼ合致する。では何によって現在の18,000ルピーから33,000ルピーの80%増へ収入を計るかについての農民の意識は、同上の調査によると、水稲作に加えてなんらかのキャッシュクロープの導入の必要性を50%以上の農民が認められている。(第1 函参照)

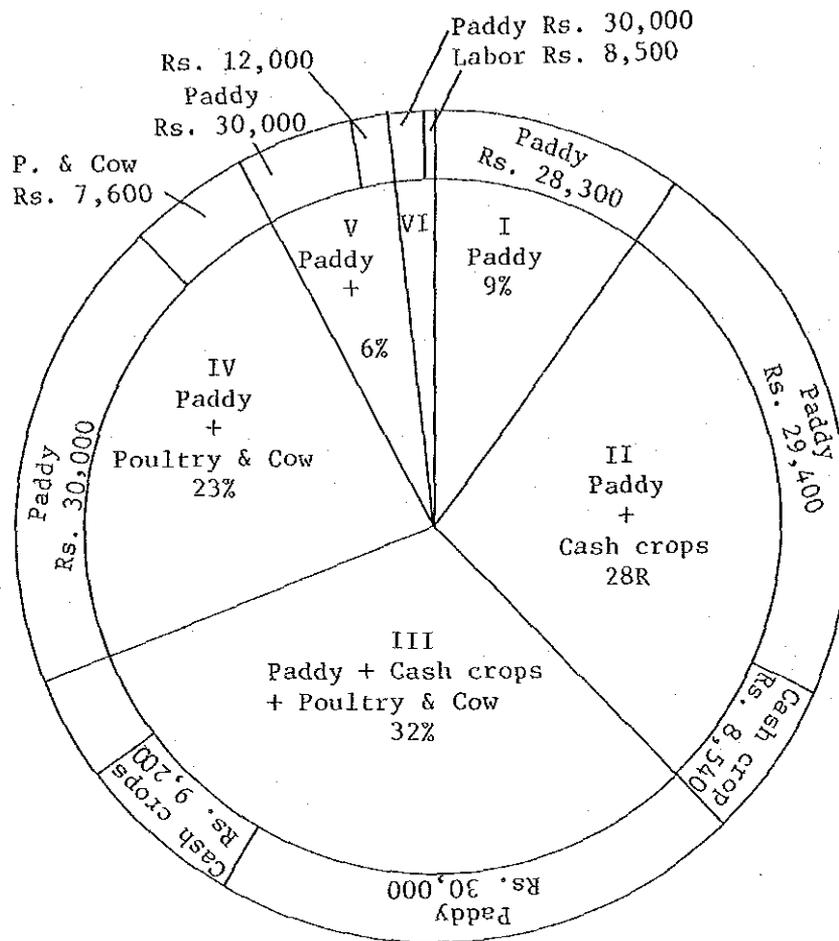
マハベリシステムCの主幹作物は水稲であり、その中で他の畑作物の導入を考えるとヤラ期(乾期)の作物でかつ収益性が高く、マハベリシステムCのようにコロombo, キャンディ等の大きい市場から遠く離れた地域でも販売できる作物となると目ざと限られてくる。

収益性があり貯蔵性が高くてマハベリシステムC地域の栽培環境に適する作物として、トーガラシ、タマネギ、パレイショ、ニンニク、ショウガ、ゴマ、豆類が考えられる。また市場性があるのならスイカ、メロン等の果菜類の生産も考えられた。しかしプロジェクト期間から5年の中で、日本の技術をバックグラウンドにした技術協力の範囲でR/Dに掲げてあるマスタープランの目標に沿って仕事を進めるとなると、かなりの的を絞って仕事に取り組まないと厳しい熱帯の自然条件下で農民に普及する作物とその栽培技術の検討は困難であると判断された。

1985年8月1日の着任以来、マハベリ地域全体の視察とプロジェクト農場内で入試作をもとにして1986年3月20日に来スの計画打ち合わせチームとの協議の結果、タマネギの栽培、採種を中心においた次の実施計画ができた。

### 2. 実施計画

実施計画は、1)タマネギの採種栽培の実用化 2)タマネギの安定生産技術、3)他畑作物の試作を3本柱として組立てられた。特にタマネギの栽培の重要課題は、種子の適期入手困難に伴なり播種のおくれと健苗生産にあると観察されたので種子生産と育苗技術の検討に主眼をおいて業務を進めることとした。



Anticipated income in Unit 2 & 3

Income	Unit 2	Unit 3
Income before settlement	Rs. 9,131	Rs. 9,430
Present income	Rs. 15,482	Rs. 19,925
Anticipated income	Rs. 31,370	Rs. 34,400

第1図 期待する収入

## 実 施 計 画

### 1. 目標

ヤラに適切な畑作物を取り入れ、マハベリ地域に適した総合的営農技術を展示して農業に開発に寄与すると共に農家の向上を計る。

### 2. 主な課題

適作物選定のなかでタマネギ (Bombay onion) は1989年ヤラ作で192 ha, 832 tonの実績があり, 1989年713 ha, 6,800 tonと面積で3.7倍, 生産量で8.2倍の増産計画が組まれて当地域に対する産地下の期待が大きい。

従ってタマネギをヤラ期の最重要作物の一つとしてとらえ(1)タマネギの採種, (2)タマネギの生産技術。(3)他の畑作物の生育適応性について試験展示する。

### 3. 長期活動実施計画と実績

活 動 課 題	1985年		1986年		1987年		1988年		1989年		1990年	
	Y	M	Y	M	Y	M	Y	M	Y	M	Y	M
1) タマネギ採種栽培のための適応条件および採種効率の向上について												
(1) 抽台開花について	—		—									
(2) 種子の稔実歩合の向上	—		—		—		—		—			
(3) 採種栽培における肥培管理					—		—		—			—
(4) 種子の貯蔵技術							—		—			—
2) タマネギの安定生産のための肥培管理												
(1) 収量向上のための育苗技術			—		—		—		—			—
(2) 高位安定生産のための肥培管理			—		—		—		—			—
(3) 生産安定のためのかん水方法			—		—		—		—			—
(4) 収穫後の貯蔵方法					—		—		—			—
3) 他畑作物のヤラ期における生育適性の検討												
(1) 各種畑作物の生育適応性			—		—		—		—			—
(2) 高適性作物の肥培管理					—		—		—			—

Y : ヤラ期                      ——— 計画

M : マハ期                      ——— 実績

a  山上げ1カ月,

b  人工受粉。訪花昆虫の利用

c  苗立枯病対策

d  磷酸肥料の効果

e  メロン, スイカ, シロウリ, カボチャ, ショウガ, オクラ, ゴマ

### 3. 実績

#### 1) タマネギ採種栽培の実用化

##### (1) 目標

マハウエリ地域に適する赤タマネギを Poona Red 種より選抜し、採種栽培方法を確立し種子の安定供給を計る。

##### (2) 主要課題

- ① 花芽分化のための低温処理
- ② 稔実歩合の向上
- ③ 赤皮、強い辛味、堅い肉質、4月播き100g重の母本の選抜

##### (3) 粗害要因

- ① 低い抽台率
- ② 低い稔実歩合
- ③ 母本確保の困難
- ④ 開花期の降雨

##### (4) 対応策

- ① 母球の低温処理（低温庫と山上げ1か月）
- ② 雨避ハウスの建設，訪花昆虫の利用，人工受粉
- ③ 母本選圃場の拡大
- ④ 雨避ハウスの建設，植え付け時期の遅延

##### (5) 成果，目標達成度

- ① 10℃，1か月の低温処理
- ② 開花数に対し33%とまだ稔実歩合が低い
- ③ 他の産地より母球を購入して不足を補う
- ④ 3月（ハウス利用），4月（露地）に開花期をもってくる

以上問題は多いが一応採取の目途はついた。

##### (6) 成果の普及

マハウエリ開発庁，農業省を通じてタマネギ採種の可能性をアピールしている。  
農場産種子の試作と展示。

##### (7) 今後の課題

- ① 良質種子の生産量の増大
- ② 種子の貯蔵方法

各課題についての試験結果については，英文レポートに掲げたが主要な課題は次の通りである。①市販の Poona Red 種の均質性の検討 ②タマネギの花芽分化に及ぼす低

温の影響 ③低温処理後のタマネギの植付け時期の開花に及ぼす影響 ④雨避けハウス内におけるタマネギ採種栽培の試作。低緯度のスリランカで比較的の高い温度でも抽台開花する系統を選び、かつ山上げ等低温処理をすることにより種子生産することは農場内の小規模な実験では成功した。実験では400 m<sup>2</sup>で3.8 kgの種子生産であったが、種子生産の手法の目途がついた。今後は量的拡大をそれに伴う技術の検討が残る。

種子生産技術については、熱帯農業研究センター、野菜茶業試験場主催の『熱帯、亜熱帯の野菜生産国際シンポジウム』で発表した要旨を末尾に掲げた。

## 2) タマネギの安定生産技術について

### (1) 目標

収量 1.5 ton / 10 a, 粗収入 Rs15,000 を目標とした安定したタマネギの栽培技術を確立する。

### (2) 主要課題

- ① 育苗方法
- ② オニオンセット栽培
- ③ 病害防除
- ④ 収穫時期と貯蔵方法

### (3) 粗害要因

- ① 適播種期前のタマネギの入手が困難
- ② 育苗技術が極めて貧弱
- ③ 白斑葉枯, 乾腐病等の防除
- ④ 降雨がきてからの収穫作業になりタマネギの貯蔵性が悪い

### (4) 対応策

- ① 当プロジェクト産種子の配布
- ② マニュアル作成と育苗方法の展示特に苗立枯病対策
- ③ 健全苗の使用, 輪作
- ④ マニュアル作成と展示

### (5) 成果, 目標達成度

- ① 自家採取による試作用種子の確保
- ② 床土の作成, 苗立枯病対策, 育苗日数の検討
- ③ 健全若苗使用
- ④ 適切な作付け時期の決定
- ⑤ マニュアルの作成

以上問題は多いが一応栽培の目途はついた。

(6) 成果の普及

農家レベルの技術として検討するため農家圃場にて試験展示栽培をしている。

集中的に9名の農業普及員の研修を32日間実施。

1988年と1989年にプロジェクト地域内の農家に育苗を中心とした栽培説明。

(7) 今後の課題

① 収量の向上

② 貯蔵性がよく市場性の高いタマネギの生産

タマネギ栽培が農家にとって魅力的な理由は、①資材費が少ない(投下資本が小さい)②労働条約的で純収入が大きい、③生育途中でも間引いて販売でき、金が必要な時はいつでも換金できる。④収穫物の販売が容易である。栽培上の問題としては、育苗技術の未熟から由来する健苗確保の困難が挙げられる。従って栽培試験も育苗方法に重点をおいて実施した。主要な試験課題は以下の通りである。

① 遮光が地温と種子の発芽に及ぼす影響

② タマネギの最適は種溝の深さの検討

③ モミガラof 土壌改良効果

④ タマネギの栽植距離の収量に及ぼす影響

⑤ 2月播きドライセットの育成

⑥ ドライセットの大きさと植付け時期の収量に及ぼす影響

⑦ Red onion の種子バルブの大きさが収量に及ぼす影響

特に育苗方法については、1989年3月に1ヶ月間を費やしてマハベリC地区の普及員9名に対して集中的に研修を実施した。普及員が自信を持って入植者をバックアップして健苗が十分に確保できるなら、さらにマハベリのタマネギ栽培面積は拡大していくことになろう。試験についての詳細は英文レポートを参照されたい。

3) 他畑作物の試作

(1) スイカ、メロン

スイカ、メロンはスリランカにとって比較的らしい作物であり国内的には市場の需要は小さい。1986年のヤラ作よりスイカとメロンの試作を続け、かつマハベリ経済局を通じて出荷と市場調査を実施しその結果を英文レポートに掲げた。

農家での試作および当農場での試作結果から収量は2~4トン/10アールと幅がある。その主な理由は苗質の良否に起因する欠株率にあり、スイカ栽培でも健苗作りが技術的なキーポイントになっている。排水がよい圃場でヤラ期に作付すれば病虫害の発生は少ない。過湿な土壌また地下水の高い圃場に植付けると根らされて疫病菌による果実の腐敗が増大した。糖度はスイカで11~12 Brx%, メロンで15-16

Brx%まで上り甘味の高い果実を得やすい。栽培は容易で市場さえ確保できれば有望な作物になる。

## (2) トマト

スリランカ人の好む野菜の一つであり地方の野外市場の八百屋にも必らず陳列されている。品種は未発達で在来種のミニトマトが多く、都市の大きな市場には輸入種を用いた大型果も増加している。

1986年より当農場において試作を開始したところ、次の問題点が明らかになった。

- ① ヤラ期の高温時に開花期があると受精せず落花しやすい。特に外国産大型果の品種に落花が顕著に現れる。
- ② 生育中期からのモザイク斑のウイルス病の多発。
- ③ 植付後の欠株率の増加。苗質に起因するところであるが、マハベリC地区のヤラ期の高温、強光が野菜にとって大変厳しい環境であるのがうかがえる。
- ④ マハ期栽培では降雨による気温の低下があり成育には好適だが、疫病の発生に好条件になり(多湿, 18℃~25℃)になり疫病による被害が大きかった。

耐暑性品種の導入、育苗技術の向上により生産の拡大が可能である。

## (3) トウガラシ

換金作物としては最も重要な作物の一つである。すでにシステムHでは水田裏作(ヤラ期)の最重要作物になっている。生産過剰による価格の暴落を避けるためMEAとしてはシステムCではあまり力をいれていない。

しかし農民の生産意欲は高く、当農場の試作によると問題点は次の通りである。

- ① 収量の増減の最大要因は植付け後の活着の良否に起因する個体の大きさによる。密植による徒長を防ぎ、T/R率の小さい苗を作ると定植後の苗の生育が順調で着果数が増大した。
- ② Narpw Leavesと呼ばれる縮葉、モザイク症状、矮化する病気が多発し、結果的に着果数が激減し、収量減になっている。生産地だけでなく当農場でも発生し、その原因はウイルスの複合感染、マイコプラズマ説と未だ不明である。この被害は甚大で早期に防除対策を明らかにしないと産地の壊滅にもつながりがねない状況である。

当農場の試作によると、育苗中にアブラムシ、コナザラミを徹底的に防除しかつT/R率の小さい苗を作り、定植後の活着を促進し病気感染前に個体を大きくすることが効果的であった。

(4) バレイショ

農業局より入手した2品種について1987年マハ期に試作した。問題点として次の点があげられる。

- ① 適正な月齢の種イモの入手困難。したがって萌芽を揃えるのが困難をきたし、欠株率が上昇する。
- ② マハ期の夜温が高く、多湿なので徒長を招き塊茎肥大が悪い。
- ③ 収量は10アール当たり1トンを収量が低く、500m以上の高地におけるバレイショ栽培と比較して極単に収量が低い。(供試品種: Desaire, Isna)

(5) ゴマ

ヤラ作の有望な作物と考えられ、ス国の代表品種MI-3および日本からの導入種を用いて1986年から試作した。収量は個体の草丈を相関し、子実収量は1.0a換算で50kg~80kgと幅があった。問題点としては次のとおり。

- ① 土壌の肥沃度、土壌水分により極端に草丈がばらつき収量に影響をおよぼす。
- ② 開花期中頃より鱗翅目の幼虫の被害(生長点が止まる)が大きい。

#### 4. 資 料

##### 1) 畑作部門の英文レポートの目次

#### Contents

	Page
1. Long term programme of the Upland crops section and the implementation	1
2. Promotion of onion cultivation in System "C" Mahaweli	2
3. Raising seedling of onion	4
(1) Seed rate	4
(2) Sowing depth of the seeds	4
(3) Effect of rice straw mulching on the bed and shading of the nursery bed	5
(4) Countermeasure for damping off disease at the nursery bed	5
(5) Hardening of seedling	5
(6) Actual procedure of raising seedling of onion	7
4. Onion seed production in Sri Lanka	9
Preliminary trial on the required low temperature and period for flower bud differentiation	
Trial of seed cultivation under the vinyl roof house	
5. Export potential of melons in the dry zone of Sri Lanka	16
(1) Desirable character of melons and watermelon for exportation	16
(2) Particular cultivation technique to produce high marketable fruits	17
(3) A trial cultivation of watermelon in Mahaweli System 'C'	19
(4) Comments on melons cultivation for exportation	21
6. Training programme for field Assistants for onion cultivation	22
 TRIAL REPORTS	
7. A Report of trial cultivation of Bombay onion and Red onion (1) 1986	26
(1) Preliminary study of low temperature effect on flowering and seed production of Bombay onion	29

(2)	Grading of Bombay onion variety Poona Red by color, shape, and weight	34
(3)	Effect of nitrogen fertilizer on the yield of Bombay onion	37
(4)	Effect of size of seedlings on the yield of Bombay onion	38
(5)	Effect of soil moisture on the yield of Bombay onion	39
(6)	Effect of the low temperature on the bolting of Red onion	41
(7)	Effect of size of seed bulb on the yield of Red onion	42
(8)	Observation of normal onion and flowered onion	44
8.	A report of trial cultivation of Bombay onion (2) 1986/87 season	
(1)	Study of planting time on the seed production of Bombay onion with one month treatment of low temperature in Nuwara Eliya	46
(2)	Seed production of Bombay onion under the plastic roof house	48
(3)	Effect of sowing depth on germination of Bombay onion	54
8.	A report of trial cultivation of Bombay onion(3) 1987 Yala season	
(1)	Effect of planting density on the yield of Bombay onion	57
(2)	Effect of nitrogen and phosphate fertilizer on the yield of onion	59
(3)	Effect of rice husk for soil improvement on onion cultivation	62
(4)	Farmer's field trial of Bombay onion	64
(5)	Preliminary study of storage method of onion	70
9.	A report of trial cultivation of upland crops(4) 1987/88 Maha season	
(1)	Seed production of Bombay onion under the plastic roof house	73
(2)	Bombay onion cultivation from dry set	76
(3)	Dry set production of Bombay onion	79
(4)	Effect of shading nursery on the growth of onion seedling	80

(5) Effect of Gibberellic Acid (GA) on flowering of red onion	83
(6) Potato cultivation in Maha	85
10. A report of trial cultivation of upland crops(5) 1988 Yala sea eason	
(1) Effect of agricultural chemicals on damping off of onion	88
(2) Root generation of onion seedling	90
(3) Economic evaluation of watermelon cultivation	92
(4) Trial cultivation of ginger	94

2) スリランカにおけるタマネギの採種栽培

ONION SEED PRODUCTION IN SRI LANKA

SATARO YAZAWA

Abstract

In order to produce onion seed in Sri Lanka two thials were conducted. The first trial was to discuss necessary temperature for flower bud differentiation and the period of low temperature treatment. The second one was to prove an actual seed production of onion based on the first trial. The treatment of mother bulbs in the highland for one month (temperature min.:12.5°C. max.: 18.8°C) was effective for flower bud differentiation. The vinyl roof house was also effective to protect the plants from diseases and the flowers from rain though there were some phenomenon of devernalization.

## ONION SEED PRODUCTION IN SRI LANKA

SATARO YAZAWA

### 1. Introduction

Onion in Sri Lanka are classified into two categories one is called Red Onion (*Allium ascalonium*) and the other is called Bombay Onion (*Allium cepa*) (Handbook for the ceylon farmers). The former is propagated by bulbs and has a domestic production of 20,000 ton against the demand of 30,000 ton. However the later is 5,000 ton of the domestic production against the demand of 60,000 ton and 50,000 ton of onion is imported (CWE statistics 1986)

This so called Bombay onion has good marketability in Sri Lanka and good storage ability so that the planting acreage of onion has been increased remarkably in the dry zone area. At present, all the seeds have been imported major variety being Poona Red. 3,500 kg of the seeds was imported in 1985 and it is estimated 6,000 kg for 1988.

However, the following problems has been raised recently under present seed quality and seed supplying systems.

- (1) It is difficult to obtain the onion seeds before the middle of April which is the optimum sowing time of the seed. If it is late in sowing the first rain will come to the field at the harvesting time which induces rotting and deterioration of products.
- (2) Present available Poona Red in the market is poor in distinctness and uniformity. Especially certain segregation is observed in skin color and initiation of bulbing. The red skin is the most important characteristic of the onion to be preferred by the people of the Island.
- (3) It is difficult to change the present importing variety to other oversea's quality seeds due to high price comparing to the present seed. The price of Poona Red is Rs300/kg but Red Creole which is imported from Europe is Rs1,350/kg (1 rupee = 5 yen).
- (4) It is difficult to store the seeds which remain one year to the next year. Cultivation due to poor storage facilities can often lead to some seeds showing poor germination in the farmer's field.

---

Agronomist cum Coordinator, Integrated Agricultural Demonstration Project in Mahaweli Area, Mahaweli Authority of Sri Lanka, Colombo, Sri Lanka  
熱帯・亜熱帯の野菜生産国際シンポジウムで発表(1989.10)

From the reasons said above the necessity of onion seed production in the Island has become a priority. The technical cooperation project started in February 1985 as The Integrated Agricultural Development Project in Mahaweli Area is being implemented by the JICA. The onion seed production programme has been taken into the Project and the work commenced in August 1985.

## 2. Materials and targets of selection

The required characteristics of onion in Sri Lanka are red skin strong pungency and non-disintegrating flesh for boiling. Though the present Poona Red is poor in distinctness and uniformity the variety has many excellent characteristics which are adaptable to this locality. Therefore the mother bulbs are selected from Poona Red based on the following conditions.

- (1) Red skin and 50-100g in weight
- (2) Bulbs which can be harvested with the tops falling over in 3 and half months after transplanting of seedling in the middle of May. (Sowing in the middle of April)

## 3. Preliminary trial on the required low temperature and period for flower bud differentiation.

### Materials and method.

The mother bulbs which have red skin and 50-100g of var Poona Red were selected at the farmer's field in Dambulla September 1985. 108 bulbs were counted per treatment and kept at the Potato Farm in Nuwara Eliya (2,400m above sea level) and the Dem/Exp Farm in the lowland (80m) on November 21 1985 respectively. One two and three months after the treatment, the onion bulbs were planted in the Dem/Exp Farm on December 20 1985, January 20 1986 and February 20 1986 respectively.

### Results.

- (1) In one month's treatment at Nuwara Eliya where the minimum average temperature was 12.5°C and the maximum average temperature was 18.8°C, bolting was observed 30 days after planting (Jan. 20), flowering at 50 days (Feb. 20) and seed heads were harvested 100 days after the planting.
- (2) However, the onion bulbs which were treated at the Dem/Exp Farm (control) also showed signs of bolting on February 18 and flowered on March 10.

(3) In the case of 2 month and 3 month's treatment the mother bulbs were elongated during the treatment. Those showed poor growth after planting and finally died.

(4) When it was February heavy rain came which has remarkably caused poor seed setting.

Table 1 Temperature at the Dem/Exp Farm and Nuwara Eliya (1985-86)

		Nov.	Dec.	Jan.	Feb.
The Dem/Exp Farm (Lowland)	Max	31.3	29.4	29.8	32.1°C
	Min	22.3	20.8	21.1	20.7
Potato Farm (Nuwara Eliya)	Max	19.3	18.8	18.3	19.4
	Max	12.3	12.5	11.2	11.1

#### Discussion

(1) The bolting and flowering of Poona Red was induced in the lowland where the minimum temperature is 20-21°C and maximum temperature is 30-32°C though it was late bolting and small flower heads. It means that the necessary low temperature for flower bud differentiation of Poona Red seemed to be very high.

(2) However it is considered that the bolting and flowering was induced by a very critical temperature conditions. If the seed production is repeated under this condition we may collect seeds from the easy bolting plants. Subsequently unexpected flower bud differentiation and bolting might be induced at the actual field of onion cultivation which will cause poor yield and low quality bulbs. Therefore flower bud differentiation in the highland which provides sufficient low temperature was employed in the next trial. One month exposure to low temperature is not only effective for flowering but also good for uniform sprouting from the dormant bulbs.

(3) The temperature was lower from December to February together with rain showers. If the rain persisted during the flowering time like this trial then all efforts during the trial would have been wasted. Altering of time of planting the mother bulbs or construction of the vinyl roof house is required so as to protect flowers from the rain.

(4) This cropping pattern is presumed as a combination of table onion cultivation and seed production. Especially, if the seed is produced before the sowing time of onion this is considered to be favourable.

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	S:Sow,P:Plant
Onion cultivation												D:Harvest
			S	P				H				T:Treat of bulb
	F		H								T	P
												F:Flowering

#### 4. Trial of onion seed cultivation under the vinyl rool house

##### Materials and method

Reu skin slender neck and 50-100g of mother bulbs were selected from bulbs which were harvested at the Dem/Exp Farm in September 1986. The mother bulb were brought up to the highland Nuwara Eliya to be treated with natural low temperature from December 7 to January 6 1987. When it was January 7, the mother bulbs were brought down to the Dem/Exp Farm and the bulbs were soaked into 1,000 times solution of Benlate for 20 minutes. 10kg, 20kg, 10kg/10 are of N.P.K. were applied prior to the planting. Then the bulbs were transplanted at the bed which width is 1m and 3 rows planting. The plant to piant is 30cm. Captan, Dithane and Benlate were sprayed at 10 days intervals respectively.

As flowers of onion were bloomed on March 5, the flowers were polinated by the down brush. The time when black seeds were exposed on April 20, the seed heads were harvested.

##### Results

(1) Plants were protected from Purple bloth (*Alternaria porri*), which damaged plants seriously in the previous year by the employment of the vinyl roof house and periodical spray.

(2) The bolting ratio of mother bulbs were 75% and number of seed head per plant was 2.4. Some of the plants showed vegetative growth at the top of the flower bud just like a pencil cap. When this happens, poor flowering occurs.

(3) Number of flowers per seed head was 302, number of fertilized flowers per seed head was 100, fertilization percent was 33% and number of seeds per seed head was 316. Some of the flowers showed different lengths of filament which caused blooming of flowers to occur at random.

(4) Seed yield of 2 sets of vinyl roof house (205 m<sup>2</sup>) was 3.8kg. If it is converted to 10 are, it is 9.2kg/10a.

Table 2. Observation of flowers

Observation item	
Rate of bolting	75%
Number of seed heads per plant	2.4 seed head
Number of flowers per seed head	302 flowers
No. of fertilized flowers per seed head	100 flowers
Fertilization ratio	33%
Number of seeds per seed head	316 seeds

20 plants were counted



Flowering time of onion in the vinyl roof house

## Discussion

- (1) 9.2kg of seed yield is extremely low. As the size of one plant is small, if the plant space is shortened from 30cm to 15cm, it might be possible to increase the yield by increasing plant population.
- (2) The bolting ratio is not sufficient. It is considered that vernalization treatment is erased by the followed high temperature in the vinyl roof house which causes non-bolting (Devernalization). An employment of the vinyl roof house is necessary to protect flowers from rain but continuous extremely high temperature (45C) must be avoided. Painting the roof white or some shading roof is required to prevent the increase of plant temperature.
- (3) The onion bulbs were arranged in the wooden flat which were piled 5 stories for a month in the highland. As a result, the onion bulbs which were kept in the lower flat had yellowish elongated sprout (10-15cm) due to no light was given to them. It was observed that poor bolting plants were resulted from the bulbs which had yellow sprouts. Sun-lightening is seemed to be related to flower bud differentiation of onion. Therefore piling onion in the flat should not be exercised.
- (4) Flowers were pollinated by the down brush in order to increase the seed setting ratio. However it was observed that the stigma were injured by the brush. While the flowers were blooming, some jungle big bees visited the flowers. it will be beneficial if those jungle bees are fully utilized as pollinator.
- (5) During the treatment in the highland, there were some bulbs which became soft and light after sprouting. Those bulbs were very poor in root development after planting. It is important to select well matured bulbs as a mother bulb.

If some attention is paid to the above discussions, onion seed will be produced in the Island even though Sri Lanka is located in low latitude tropics, furthermore, if we can find dry area where less rainfall in January to March the vinyl roof house is not necessary which bring seed production more effectively.

## References

- (1) Agricola 1978, Handbook for the Ceylon farmer
- (2) A.J. Luxman Peris, 1987, Effectiveness of marketing boards in achieving specific marketing goal with special reference to Cooperative Wholesale Establishment in Sri Lanka.

畑 作 栽 培 報 告

(Ⅱ)

岩 崎 寿 光

1989年7月6日 - 1990年2月12日



## I. プロジェクト開始までの経緯

スリランカ国のマハヴェリ河流域総合開発計画は、1970年に開始されて以来着々とその成果を表し、特に米生産については、灌漑面積の拡大とともに急増した結果、国内自給を達成する見込みとなっている。スリランカ農業をさらに発展させるためには、今後、農産物輸出を振興し、農家所得の向上を計らなければならない。しかしながら、米についていえば、不完全米、碎米、その他混入米が多く低品質であること、また他作物については、茶、ゴム、ココナツ等の伝統的輸出作物を除いてまだ開発段階にあり、いずれも輸出品目としての水準には至っていない。

このような状況の元に、1983年6月、スリランカ政府は日本に対する技術協力を要請してきた。スリランカマハヴェリ農業開発計画は1985年12月11日にR/Dを締結した。

R/Dにおけるスリランカ側との合意事項で畑作栽培部門は、米以外の輸出指向作物（豆類、油料作物、野菜等）の改良品種の栽培演示を大項目とした。

1986年3月に派遣された計画打ち合わせ調査団との協議により畑作栽培部門の目標はヤラ期に適切な畑作物を取り入れ、マハヴェリ地域に適した総合的営農技術を展示して、農業開発に寄与するとともに農家の収入の向上を計る為、スリランカにおいて重要作物とされ、増産計画があったタマネギをヤラ期（乾期）の最重要作物として、1. タマネギの採種栽培、2. タマネギの安定生産技術、3. 他の畑作物の生育適応性等について試験展示することとした。タマネギの採種栽培と普通栽培法の確立及び水稲以外の畑作物の適応性を調査し、マハヴェリ地域における畑作物栽培の可能性の追求を目的とした。

## II. 地理及び気候条件

スリランカは赤道の北方880キロのインド洋中に位置している。国土面積は65,610平方キロで、北海道の約6割の大きさであり、南部中央山塊が西、東にあり、南側はせまい海岸沿いの平地に囲まれ、北は広大な乾燥地帯である。プロジェクトはこの乾燥地帯の中の新規開拓移住地に位置し活動を行ってきた。

気候は熱帯性で、雨の多い季節（MAHA期）と雨の少ない季節（YALA期）があり、気候は一般に快適であるが、雨の多い季節には高温多湿となり、過ごしにくい季節となる。

## III. 栽培

プロジェクト当初から畑作栽培専門家兼業務調整として協力してきた矢沢佐太郎専門家の後任として7月6日に赴任した。7ヶ月の短期間であったがプロジェクト期間終了まで専門家活動を行ってきた。

## 1. タマネギの採種栽培と普通栽培

a. 玉ねぎの採種栽培，普通栽培に関する研究は矢沢専門家が十分な成果をあげられていることから採種栽培に必要な母球の確保及び購入の依頼をMEA (Mahaweli Economic Agency) に行い，今後MEAが独自に採種栽培を行えるような体制の確立を促進することに努めた。しかし，9月上旬から購入依頼をしていたにも拘らずなかなか購入してもらえなかった。11月に強い要求を出してから実際買い付けを行うことができたのは12月に入ってからであった。買い付けたタマネギは900kgであったが，選別を行い種子用母球として利用可能なタマネギは約600kgであった。このうち半量を低温に合わせ花芽の分化を行わせるために標高約2,000mのヌワラ・エリアへ山上げ，半量をプロジェクトの低温室において30日の低温処理（春化处理）を行った。購入したタマネギは乾燥が不十分であったこと，処理前の貯蔵場所が高温多湿であったこと等からカビの発生や心腐れの発生が多く貯蔵中のロス（約30%）が多かった。さらに，低温処理中に起こるカビや心腐れ等により定植後の不発芽及び発芽後の生育不良などの発生が多く（約40%）今期の種子収量は低下するものと予測される。

今後優良母球の入手，乾燥方法及び貯蔵法などさらに改良が必要と思われる。

## b. 対策

母球の入手： 母球用優良タマネギは高価であり，MEAが常に資金に余裕があるとは考えられないこと，また，購入母球は品質が不揃いで優良な母球を必要量入手するためには購入後相当量のロスを見込まなければならない。そこで，プロジェクトの圃場に於いてできる限りの母球用タマネギ栽培を行い優良母球の自給の確立を計ることが重要である。そこで，試験圃場以外に約1ヘクタールの圃場をSeed Farmの灌漑可能地域内に造成し，来年度母球用として3月から可能な限り多く植え付けをするよう計画を立てた。

保存方法： プロジェクトで現在行っている保存方法はコンクリート製倉庫に2個の換気扇をつけた施設を利用しているが，保存に適した冷蔵・乾燥した環境を得る事が困難であることからインドや他の熱帯地域の在来乾燥方法を参考にした乾燥小屋（以前に乾燥用として使用していたが，現在は他の目的に使われている藁小屋）を補修改造して使うよう指示した。

c. 研究結果から試算した種子生産に関わるコスト

(1) Cost of Labour

No.	Items	Labour unit	Cost unit	Total expenditure
1.	Land preparation	20	53.50	1,070.00
2.	Transplanting	6	53.50	321.00
3.	Mulching	2	53.50	107.00
4.	Chemical spraying	2	53.50	107.00
5.	Pollination	4	53.50	214.00
6.	Harvesting Processing	4	53.50	214.00
Sub Total		38		2,033.00

(2) Cost of Materials

No.	Items	Amount (Kg)	Rs./Kg	Total expenditure
1.	Onion mother balbs	2,000	12.50	25,000.00
2.	Compost	1,000	0.20	200.00
3.	Amonium sulphate	70	3.85	269.50
4.	Muriate of potash	25	3.75	93.75
5.	Super phosphate	25	3.75	93.75
6.	Benlate	1	33.60	336.00
7.	Copper sandos	5	176.00	880.00
8.	Monocrotophous	800ml	147/400ml	294.00
Sub total				27,167.00

Total expenditure

No.	Items	Rs.
1.	Labour	2,033.00
2.	Mother bulbs	25,000.00
3.	Fertilizer	657.00
4.	Chemicals	1,510.00
Total		29,200.00

Total yield from to area basis  
= 15 Kg (1987 D/E farm Data)

Cost/Yield + Rs. 29,200.00/15 Kg  
= Rs. 1,946.70/Kg

Note:

- (1) Mother bulb produced by D/E farm. The cost become less.
- (2) If improve seed yield upto 30 Kg/10 a. The cost become half.
- (3) Exclude equipment & materials from Japan.

2. タマネギの育苗

農家に於けるタマネギの優良苗の育苗方法が今後タマネギの栽培を普及する場合に重要なポイントになる。しかし、農家で利用できる資材は限られている事から自家供給あるいは安価に入手できる材料を利用して農家に於ける優良苗の育苗がどの程度可能であるかを調べるための試験を実施した。

無処理区をコントロールとして籾殻マルチ区、籾殻マルチ+遮光区を設定したところ籾殻マルチ区がよい成績を示した。米作が主体のシステム "C" では籾殻は最も利用しやすい材料であり、扱いも容易であることから、風による籾殻の飛散の防止対策を講じれば農家に於けるタマネギの育苗に利用することを奨励できる (Table 1)。

IV. その他作物

1. スイカ・メロン

スイカ・メロンは肥培管理、地温の上昇防止等に注意すれば良果を得る事が可能であるが、筆者の任期中の試作では高温多湿下に於ける病害 (根腐れ、蔓割れ、ウドン粉病等)

の発生が多く収穫までにいたらなかった。これは5年間にわたる栽培の中で病理菌の密度が高まったためと考えられる。今後栽培を継続するためには適正な薬剤散布はもちろん土壌消毒、抵抗性台木の利用等を積極的に行わなければならないであろう。

## 2. トマト

トマトは試作の結果収量は十分ではなかったものの比較的良好な果実を収穫することができた。トマトは比較的高価に取り引きされており、需要も多いことから栽培時期と適正品種を選択すれば、今後有望な作物となるものと期待される。しかし、スリランカに於いては品種がわからず種苗会社 (Tropical Seed Company) が販売している種子でもただ単にトマトとのみ表示しているだけである。今後トマトの品種を収穫して品種比較試験を実施し最も適する品種を選定する必要があるであろう (Table 2)。

## 3. トウモロコシ

トウモロコシは入植者の米以外の食料として各農家でマハ期に少量栽培されている。試作の結果その生育は良好であったが乳熟期から登熟期にかけて野鳥 (ポタンインコ等) による甚だしい食害が発生し収穫皆無となった。その最も大きな原因は食害の発生した時期は他に野鳥の食料となる作物が無かったことからトウモロコシに集中したものと考えられる。食害を最小限度に抑えられる稲の登熟期などに合わせれば遊休地の有効利用、農家の自給食料あるいは販売し、現金収入の一助とする事は有望と思われる。しかし、価格が安いことからシステム "C" に於ける栽培の拡大には搾油、あるいは家畜の飼料など消費の拡大がなければ余り期待できないと考えられる。

## 4. ビジョンピー (木豆)

ビジョンピーは過去に於いて試作されたが、結実初期から蛾の一種の幼虫による食害が多発したことから農家に対する普及には至らなかった。しかし、ギランダルコッテ農業試験場に於いて試験栽培が継続されており、マハヴェリ地域の気候条件はビジョンピーに適しているのではないかと考えられたので試作を行った。

材料はギランダルコッテ農業試験場の持っている系統の中から2系統の分譲を受けて行い、現在継続中であるが、他の畑作物、野菜などの防風垣を兼ねた栽培が有望ではないかと思われる。

## 5. カボチャ

カボチャはカレーの材料としてローカルマーケットにも多く出荷され消費量も多い。栽培面からみると最も強健で栽培し易い作物の一つといえるが、販売価格も安いことから農家の栽培意欲は余り強くはない作物の一つである。現在スリランカで多く栽培されているカボチャは収量は多いが果肉が堅く甘味も少ないローカル品種であり、日本の品種であるクリキンはややその栽培がむずかしく収量も少ないが甘味があり、果実一個の大きさも一キロ前

後と適当な大きさである事から種子の供給が可能であれば今後の栽培普及の期待できる作物の一つであろう (Table 3)。

#### 6. コリアンダ (中国ゼリ)

コリアンダはスリランカに於いてその種子はカレーの材料として消費されているが、そのほとんどはインドなどからの輸入に頼っており、少数の農家が家の回りに植えているだけである。コリアンダは病害虫の被害も余りなくスリランカの気候、土壌条件で十分栽培が可能であるにも係わらず、経済的な栽培がなされなかった理由は安価な輸入に頼っているからであると思われる。しかし、少量のコリアンダがコロomboのマーケットに於いて外人向け生鮮野菜として高価 (100g 7-10ルピー) に販売されている。現在スリランカ人はコリアンダを食べる習慣はないが、それはいままで食べる機会がなかった事によるものであろうとの想定のもとに試作を行った。コリアンダの生育は良好で、プロジェクトスタッフとその家族に試食してもらったところ、女子供は余り好まないようであったが、男性は美味しいというものが多く、野菜として調理方法など少し考慮すれば、新しい野菜として栽培普及が可能なる野菜になるのではないかと考えられた。帰国直前で十分な調査はできなかったが、今後さらに試作、調査を続けるようカウンターパートと打ち合わせを行ってきた。

#### 7. トウガラシ

トウガラシの試作は定植後M A H Aに入り強い雨と、圃場に水が停滞するなど悪条件が重なり良好な生育を示さなかったが、地元で販売されているトウガラシ種子の性質と、縮葉病の発生の傾向をある程度肥握する事ができた。本畑定植したトウガラシの縮葉病リ病率は平均25%、最高35%、最低25%であった。なお、育苗床に残した苗を肥培管理したところ、密植状態でも縮葉病のリ病率は12%と低かった。システム-Cは高温乾燥地域に属し、特に4月から9月までの期間の高温が土壌中の有機質の分解消耗と窒素分の消耗を早め、作物の生育を弱体化する事から、アブラムシの加害が顕著となり、その結果縮葉病のリ病が多くなるのではないかと考えられる。不十分な試験の結果からはハッキリとした事はいえないが肥培管理、適期の薬剤散布を十分に行う事により縮葉病の被害を最低限に抑える事は可能であると考えられる (Table 4.5)。

#### 8. 果 樹

新開地で水稲以外の作物が余り栽植されていなく、農家もあまり栽培意欲がみられない状況の中で一度栽植しておけばその後余り手をかけずにおいても被陰、防風さらに果実の生産を得る事が可能な果樹は、入植農家には必要なものであろうと思われる。最近入植者もやや余裕がでてきたのかココヤシ、キングココナツ (スリランカ原産の飲料用品種)、バナナその他果樹等を栽植する農家が増加してきている。しかし、種苗の購入はローカル

マーケットに持ち込まれた、品種も不明な種苗を高価に購入する以外方法は無く、品種的な問題が将来に残る。政府の農場も品種に関しては今のところ余り問題にしていない事から、品種に関する啓蒙が今後重要であろう。入手可能であったオレンジ(10)、グワバ(8)、マンゴウ(8)、ライム(7)、ザクロ(5)そしてウッド・アップル(11)(ゾウノリンゴ=果実をジュースあるいはスープとして利用するほか柑橘類の接ぎ木用台木として利用できる)等品種は明確ではなかったが、将来の繁殖用母本あるいは優良系統を接ぎ木する台木として利用できるよう購入し、栽植した。

バナナは消費量も多く比較的栽培が容易であり、市場価格も高い事から入植農家が多く栽培している作物である。しかし、他の作物と同様に品種名が明確ではなく不良品種などが混在している事から、将来の増産には問題があると思われ品種の収集を計画したが、優良品種をある程度保有している農業省の農場が品種を外に出す事を拒否している。その理由は確認できなかったが、入植農家のためにも品質の良い優良系統を収集して、常に希望農家に対して販売・配布ができるよう体制を整えていく必要がある。

## V. 考察と提言

### 1. 概略

スリランカは、英領植民地時代からインドとともに原料とする農産物を生産し、ビルマ(現ミャンマー)が食料を生産するという分業体制が強制されてきたため、食料の生産は少なく、三大輸出作物であるココナツ、ゴム、紅茶とコショウ等の香辛料の栽培が多く、主要食料は輸入に頼っていた。独立後、食料の自給をめざし水稻を重要作物として試験研究、栽培普及を奨励してきており、水稻以外の畑作物にはほとんど関心がもたれなかった。このような経緯から畑作物の栽培分野がなおざりにされ、技術者が育たず不足している現状である。さらに、システム-C地区の入植農民も水稻栽培以外に経験がないうえ、農業担当官あるいは普及員にも畑作技術、知識の不足から水稻以外の作物の普及に意欲を持っていないことが大きな問題であろう。農家も積極的な栽培意欲を持っていないように感じられる。しかし、水稻の単作では農家収入も限られてくる事から、今後自給食料生産とともに換金性の高い作物の栽培を奨励し、農家収入の向上を計らなければならない。

### 2. 種苗

水稻以外の畑作物の種苗供給状況については、種苗会社、政府種苗農場等が保有している畑作物、野菜などの種類は少なく、なおかつ品種に対する観念も余りない。ただ単にマンゴウ、トマトなどと作物名のみ示されている。品種名を知ろうとして種苗会社あるいは試験研究機関などに問い合わせても容易に品種名を知る事ができない。それ故、現地適応性試験を行うに当たり適当な品種を入手する事が困難であり、品種名が明確でない事が大

きな問題となっている。今後もさらにマハヴェリ地区に適應する作物の選定などの試験を続けなければならないであろうが、種苗業者などに輸入させて品種を揃えるか、M E A が自ら調達しなければならない。

### 3. 普及

プロジェクト協力期間に開発された技術は試験的な栽培技術であり、それぞれ条件の異なる農家圃場にそのまま当てはめる事は困難である。プロジェクト終了後、個別派遣専門家が畑作部門に派遣される事となっているが、プロジェクト専門家が開発した技術をもとにして、農家に普及する技術の開発を行う事が今後の重要な課題であると考えられる。

普及組織としては各地域（ブロック）毎にブロック事務所があり農業担当官が駐在しているが水稻以外の作物の栽培技術・知識は十分ではなく、機能的・効果的な普及活動は期待できない。現状で考えられる事は、畑作物栽培普及の長期計画を立て、各地域（ブロック）毎に農家を選定し重点（拠点）農家として作物の試験・演習栽培を行ない、各作物の作期ごとに重点項目及び予測される問題点が発生する前、あるいは発生通報があれば R P M事務所を通じ、各地域の担当者と同行して現地において実地研修及び情報の提供を行なって行く事が最善であろう。将来的には、プロジェクト内の研修施設・設備等を整備して畑作物専門普及員の養成を行う事が必要となる。

### 4. 市場・輸送

市場の規模が小さく、畑作物の生産・販売量が増加すると消費が追いつかなくなる事から、無計画に作付けを行う事は危険がある。輸出、市場への出荷、加工、自家消費等多くの流通販売方法を考えなければならない。さらに、システム " C " 地域からコロンボ、キャンディーなどの有力マーケットまでの輸送手段はトラック等自動車輸送に頼らなければならない。キャンディーまでは 1 2 0 km であり、一応舗装道路ではあるが険しい山道 9 0 km を 3 - 4 時間も走り、コロンボまでは更に 1 2 0 km あり、交通量の多い混雑した道路を合計 7 - 8 時間かけて走らなければならない。現在のところ生鮮物の輸送方法が確立されていないので、輸送中の高温、振動などによる生産物の損傷の大きい事が予測される。当面は、生産量が増大しない限り個人輸送業者などの参入は考えられないので、M E A 等が共同組合いなどを組織し、輸送・販売方法などの開発を行わなければならない。

Table 1 Size of B.Onion seedlings of each trials

Treatment		Plant Hight	No. of Leaves	Leave Length	No.of Root	Root Length	Stem Diameter	Plant Weight
Control	1	15.80	2.70	13.40	8.40	4.26	2.18	0.47
	2	18.16	3.25	15.85	11.80	5.39	2.76	0.86
	3	14.75	2.35	11.89	8.20	5.17	1.70	0.34
TOTAL		48.71	8.30	41.14	28.40	14.81	6.64	1.67
AVE.		16.24	2.77	13.71	9.47	4.94	2.21	0.56
STDEV		1.75	0.45	2.00	2.02	0.59	0.53	0.27
Mulch	1	24.19	3.60	20.66	11.75	7.00	3.05	1.17
	2	24.26	3.38	21.32	11.00	7.20	3.05	1.11
	3	21.88	2.70	18.73	9.00	7.59	2.57	0.62
TOTAL		70.31	9.68	60.70	31.75	21.79	8.66	2.90
AVE.		23.44	3.23	20.23	10.58	7.26	2.89	0.97
STDEV		1.36	0.47	1.35	1.42	0.30	0.28	0.30
Mulch & Shade	1	20.82	2.80	16.86	8.75	6.06	1.98	0.51
	2	23.33	3.18	20.51	11.50	0.42	2.31	0.79
	3	23.80	3.13	20.36	10.75	6.32	2.98	1.08
TOTAL		67.95	9.10	57.72	31.00	18.80	7.27	2.39
AVE		22.65	3.03	19.24	10.33	6.27	2.42	0.80
STDEV		1.60	0.20	2.07	1.42	0.19	0.51	0.28
Total of each tretment (average)								
Cont.		16.24	2.77	13.71	9.47	4.94	2.21	0.56
Mulch		23.44	3.23	20.23	10.58	7.26	2.89	0.97
Shade+Mulch		22.65	3.03	19.24	10.33	6.27	2.42	0.80

Table 2. Size and Yield of Tomato

Hervest date	No. of fruit	Weight(grs)	Av.Wt./fruit
14th Dec.	47	5,500	117
16th Dec.	44	5,000	114
18th Dec.	85	11,000	129
Total	170	21,500	126

Table 3. Yield of KURIKIN

Fruit category	No.Fruit	Weight(kg)	Av.weight	AV.Perimeter	%
Gig size	170.0	455.0	2.68	56.4	53.13
Medium size	90.0	110.0	1.22	46.6	28.13
Small size	60.0	55.0	0.92	33.4	18.75
Total	320.0	620.0	1.94	49.3	100.00

Note

Bigest fruit	2.7kg.	60cm Perimeter
Smallest fruit	0.5kg.	30cm Perimeter

Table 4. Appearance of Narrow Leaf Disease

No.	No. of plant	No. of disease plant	%
1	49	10	20.4
2	59	7	11.9
3	60	17	28.3
4	51	18	35.3
5	49	12	24.5
6	58	10	17.2
7	57	15	26.3
8	55	9	16.4
9	58	20	34.5
Total	496	118	23.8(Av.)

Table 5. Appearance of Narrow leaf disease in dence condition  
Table 5. Appearance of Narrow Leaf Disease in Dence Condition

No.of plant	No.of diseas plant	%	No.dis.& yellowish plant	%	No.of yellowish plant	%	Total No.of diseas plant	%
195	15	7.7	9	4.6	1	0.5	25 25	12.8

Note: Two plants are discovered by recovers from narrow leaf symptoms



水 管 理 報 告

(I)

今 西 良 和

1985年8月1日 - 1987年7月31日



## I. 概 要

マハベリ農業開発プロジェクトは、スリランカの国策事業であるマハベリ河流域総合開発計画に協力し、スリランカ農業を発展させるため開始された。現在、米の品質の向上及び畑作物の導入による農家所得の向上、農産物の輸出の拡大、それに伴う効果的な水管理を目標に技術協力が開始されている。

## II. プロジェクトサイトの開発

プロジェクトサイトは、近年まで草原及び森林であった所を日本の無償資金協力により開墾された所で末端かんがい整備事業が行なわれた（1984年完了）。

これにより用水路、道路及び区画が整った圃場となっている。この末端かんがい整備事業はシステムC、ゾーン3、ブロック302の673 haを約10億の金をかけて整備され日本の圃場条件となんら変わりはない。むしろ、効果的な水管理と機械化に対応できるものである。しかし、その他の地域はスリランカ国内一般で見られる小区間の水田で畜力や人力もしくは小型トラクターにより耕起作業が行なわれている。この区画整備では1筆を100～1,600 m<sup>2</sup>としている。

## III. 水 源

プロジェクトサイトの水源は各国の協力により建設された大ダム群により十分供給されることになっている。ダムはほとんど完成して上流からコトマレ、ビクトリア、アンデニガナのダムを通りミニッペ頭首工で取水しプロジェクトサイトにあるウルテヒヤ・ラトキニダタンクに導水されている。その後幹線水路を通じてプロジェクトサイトに供給されている。しかし、現在は降雨が少ないため、上記主要ダムがほとんど渇水状態で各水系の末端圃場に用水分配が難しくなっており87年ヤラ期は減反がよぎなくされている。その点システムCのウルテヒヤ・ラトキニダタンクにはミニッペ頭首工からタンクまでの間の幹線水路に数米の小河川が横断し貯水池を形成しているため、この様な渇水期であっても若干の水量を確保することができる。ここで特に末端の水管理が重要な要素となる。

## IV. 気 象

プロジェクトが開始されるまで気象観測は行なわれておらず付近では12 km離れた町、ギランデルコッテでのみ行なわれているだけであった。この地域は乾燥地帯と中間地帯の境界に位置しており年間約2,000 mm前後の降雨量があるといわれる。ちなみに86年6月から87年5月までの降雨量は1,950 mmであった。

気温については、旬平均最高気温は28℃から37℃で5月から9月の間は35℃以上であった。旬平均最低気温は22℃から25℃でかなり低い。また図4-1から6月から9月にかけての最高と最低の温度差からこの地域はかんがい水を確保することができれば水稻栽

培に適した地域といえる。

## V. 水管理

水管理の目標は、稲作や畑作物生産における適切な用水管理手法の確立をし、その水管理マニュアルの作成としている。現在はその基本的調査及び計画の樹立を下記の通り行なっている。

### 1. 圃場用水量調査

現地での計画用水量は修正ペンマン法により算出されたもので実測は行なわれていない。そのため現地圃場の基本調査として圃場の作期別減水深調査及びプロジェクトサイト23 haの用水量調査を行なった。修正ペンマン法では圃場の用水路のピークが5月の1.76 l/secとなり末端水路では2.0 l/secを計画している。

これを減水深に示すと1.5 mmとなる。なお、実測結果は86年ヤラ期と86-87年マハ期の2シーズンを行ない、それぞれ平均で12.0 mmと6.0 mmを得た、データは別紙の通りである。圃場条件は84年に造成されたこともあり場所により浸透量は相当差があると考えられるが、一般に本サイトの土壌は赤褐色土壌で排水は良好と思われる。今回の2シーズンの調査だけではもちろん決定づけることができないが、結果から考えると浸透量（排水量が大きい要素と思われる）の差が上記数値に表われていると思われる。特にマハ期（雨期）では連続的な降雨と降水量（11月から4月までの雨期には1,410 mm）により地下水水位の上昇が考えられ浸透量の減少になっていると思われる。またプロジェクトサイト全体の23 haの消費量を測定するため2ヶ所の取水口（ターンアウト）と1ヶ所の排水口の調査を行なった。これには農家の管理ロスを含めた全体消費量を調査するもので、結果は平均で14 mmとなった。

### 2. 取水口（ターンアウト）の取水操作

ブロック302には、水管理に必要な量水装置は各派線水路及び末端水路の始点に設置されている。しかしながら量水装置の中でゲージが破損されていてみあたらないものも数ヶ所あり維持管理の不備なものがある。このため86年ヤラ期においてゲートの開閉調査を行ない、農家レベルでの対応としてゲートの開閉により流量を把握する方法を検討した。これにはゲート上流部の水位を一定に保つことが要求されるが、実際上水位の管理が困難であるため一定の法則をみいだすことができず変更し、新しく水田の必要水深と堰の水位との関係を農家に普及する方向で検討を加えることにし、87年ヤラ期に計画を行なった。これには常に堰の維持管理を必要とするため農家レベルでの維持管理体制の確立が要求される。現在は水田の状態を観察し用水が不足していたらゲートを開き、あまっていたら閉じる程度の管理しか行なっていない。また、特に取水するときは必要以上の水量をとり、

オペレーターに調整を行なわせても目を離すとすぐゲートを操作して元にもどすなどいたちごっこになっている。開発当時に水管理マニュアルが作成されているがなかなか運用できない状態である。

### 3. 派線水路におけるカンガイスケジュール

第1段階として水田準備期間(代かき期を含む)における用水分配スケジュールの計画を行なった。この水田準備には現地で考えられている方法を採用した。別図2に示した様に1日目に75mmの水量を供給し土壌を軟弱にした後4日目に耕起を行ない、13日目に2回目耕起を行なう。その間毎日5mmの用水を供給し水田の維持管理に努める。またトラクターの能力(別表6-1)、対象面積を126haとし計画した。計画表は別表6-2の通りであるが、このピーク流量は12,310 $m^3$ となり、それに水田の管理ロス20%を含めると14,800 $m^3$ となる。管理ロス20%は今後検討を必要とするが現設計ではD-1チャンネルにおいて水路の管理ロスが20%見込まれているが、水路についてはすべてコンクリート装工されているためほとんどロスがないためゲートの装作ロスと水田の管理ロスをあわせて20%とした。この14,800 $m^3$ はD-1チャンネルのスルースゲートで約10.0cmの高さに値する。現在農場から18cmの要求を管理者に出していることから相当量過大となっている。また86~87年マハ期の減水深調査は別紙の通りとなったがこれにおいても雨期ではあるがスルースゲートの高さが10cm以上になることもなく量水量を削減することが可能である。

### 4. フィールドチャンネルのブロックローテーション

D-1チャンネルのターンアウトより取水した用水量をインレット(水田1ha毎に設置されている水口)を通して水田に均等配分する手段として時間給水を計画した。ターンアウトの支配面積はそれぞれ異なっており多いもので15haありその面積に応じてブロック分けを行なった。今回プロジェクトサイトの内一番支配面積の多いD1-8(14ha)を参考に検討を加えた。ブロック分けには色々な組合せが考えられるが操作時間を考慮した組合せとし14haを4, 4, 6haと分け時間配分を行なった。また水口には落し蓋を設置し出来るかぎり止水を行なうが各ブロックで5%の管理ロスを計上した。ブロック割の模式、計算式と時間割は別紙の通りである。

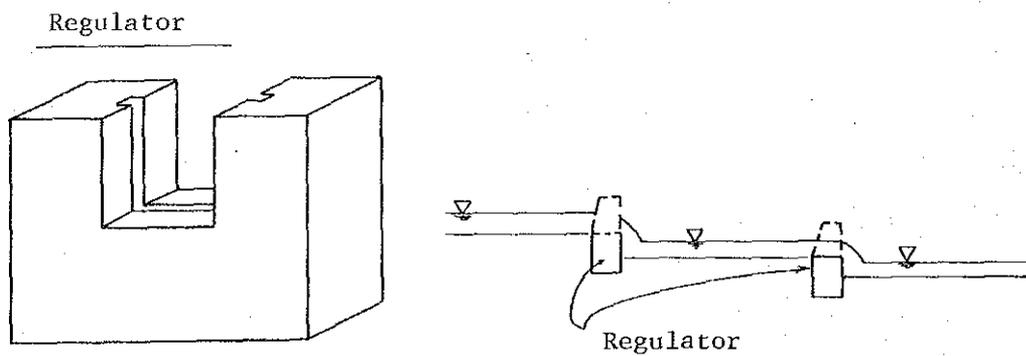
### 5. 水田への用水均等配分

プロジェクト地域のブロック302を除いた周辺農家は水田1区画の面積が小さく1~5a程度の水田が多い。その取水も畦畔をカットし田越して給水しているのがほとんどである。その結果畦畔の崩壊や漏水が多く用水のロスの原因となっている。そのため我プロジェクトで有効な均等配分を行なう様検討された。当初水田1区画毎に給水するため圃場内用水路が造成され、水路からの取水口としてPVCパイプが埋設された。この水路はす

べて土水路でほとんど勾配がなくまた分水施設も不備であったため均等に配分することが不可能であった。またプロジェクトサイトの圃場と周辺農家の圃場とは整備上の差が大きいため一概に結びつけるのには問題があった。その結果、プロジェクト内においても現地で一般に行なわれている田越しかんがいを検討することにした。畦畔にはコンクリート製のレギュレーターを設置し流量の調整及び畦畔の崩壊を防止する様にした。しかしながら、プロジェクトサイトの一区画が大きいため、またトラクターの運転技術が劣るため水田の均平が満足にできなく一定の水深がなかなか保てない。一部には20数cmの高低差があり、水稻の作付や雑草の繁茂に影響が表われてきている。田越しかんがいのためのレギュレーターの調整や水田の維持管理体制を含めた体制作りを今後早急に行なう必要がある。

#### 6. 畑作物におけるかんがい方法の検討

乾期における水田の裏作物の導入と生産を高めるためかんがい方法の検討を行なった。対象作物はスリランカではほとんど輸入にたよっているたまねぎとし、かんがい方法はウネ間かんがいとした。試験圃場は図6-1の通りで4プロット造成し、その1プロットに対し2つのかん水期間を設け都合8プロットとした。土壌水分はテンソメータの数値を参考に採用し、観測地点を深さ10、20cmにとった。その結果は図6-2となり、かんがいの間隔を2週間程度に拡げると土壌の乾湿の差が大きく作物に与える影響が大であった。また、収量とテンソメータの数値の関係をグラフ(図6-3)に表わすと水分量の多い方が収量も高く統計処理を行なうと5%のレベルで相関関係にあった。土壌の観察においてはテンソメータで十分水分があると判断されるのに表土は乾燥状態で固くなっておりたまねぎの生育に支障がみられた。これは地域土壌の特性と思われるが表土の保水性がまったく見られない土壌である。現在もうね間灌漑により各種試験が行なわれているが、今後は土壌の改良をも考慮する必要がある。



気象データ (86年6月~87年4月)

図4-1 Fig. 6-1 Meteorological Records

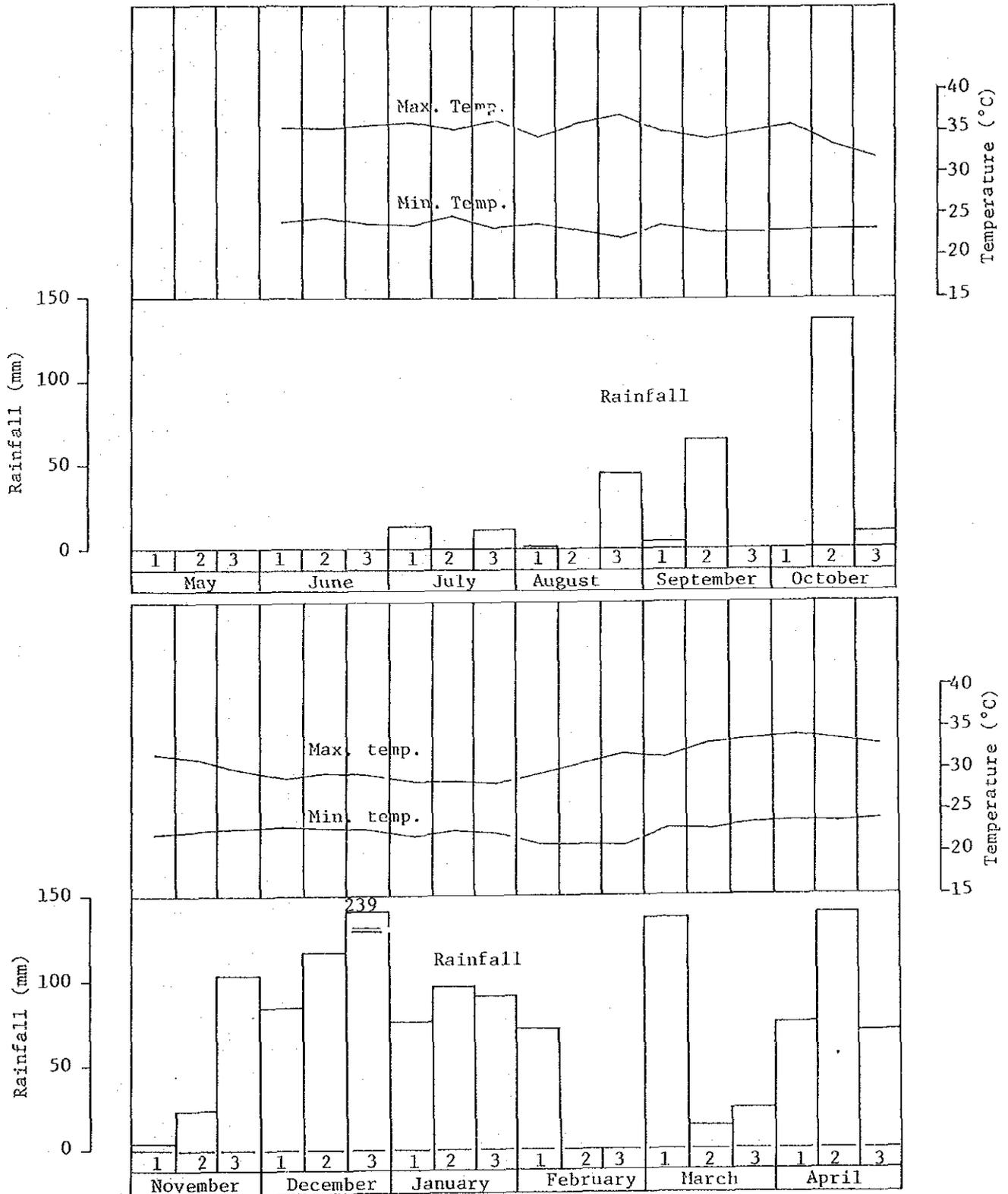


Table I-1 Water Consumption in the Field in Relation to Inflow and Outflow

Date	Inflow DL-8 (M <sup>3</sup> /D)	Inflow DL-7 (M <sup>3</sup> /D)	Outflow (M <sup>3</sup> /D)	Rainfall (mm)	Growth Stage
7/30	412	-	16	4.5	
31	158	-	3	-	
8/01	158	-	-	-	
02	158	-	9	-	
03	440	-	9	-	
04	147	-	-	-	
05	1,606	-	3	-	
06	380	-	16	-	
07	1,123	-	95	-	
08	518	-	95	-	
09	1,293	-	308	-	
10	900	-	491	-	
11	553	-	211	-	
12	700	-	124	-	
13	475	-	68	-	
14	995	111	38	-	
15	869	31	86	-	
Total	10,885	142	1,572	4.5	
Mean	640	71	92		
mm	9.8	56.1			

Table I-2 Water Consumption in the Field in Relation to Inflow and Outflow

Date	Inflow DL-8 (M <sup>3</sup> /D)	Inflow DL-7 (M <sup>3</sup> /D)	Outflow (M <sup>3</sup> /D)	Rainfall (mm)	Growth Stage
8/16	662	206	67	-	
17	475	190	57	-	
18	270	79	38	-	
19	900	-	47	-	
20	585	95	57	-	
21	1,653	-	38	-	
22	522	142	142	11.5	
23	632	-	350	-	
24	774	27	170	-	
25	1,700	31	189	-	
26	1,763	206	265	-	
27	1,073	111	809	-	
28	554	5	142	-	
29	948	285	161	-	
30	1,450	340	284	-	
31	1,403	554	124	22.5	
9/01	206	79	308	-	
02	900	47	124	-	
03	63	995	114	-	
04	31	47	67	-	
05	5	142	29	-	
Total	16,569	3,833	3,582	34.0	
Mean	789	183	171		
mm	12.6	144.6			
Grand total	27,454	3,975	5,154		
Overall total	722	173	136		
mm/Day	11.4	136.8			

Note: \*Water Consumption of 6 mm/day was assumed in upland field and deducted from the total water consumption.

Table II-1 The Relation between Water Requirement in Depth, and Meteorological Data (No. 5-2)

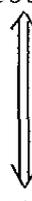
Date	Water Requirement in Depth (m/m)	Maximum Temperature (°C)	Rainfall (m/m)	Pan-Evaporation (m/m)	Growth Stage of Paddy
7/22	12.0	35.5	-	8.6	Young Panicle Formation  Booting
23	13.0	36.0	-	9.5	
24	13.0	36.5	-	7.9	
25	42.0	36.0	-	4.4	
26	8.0	36.6	-	7.0	
27	7.0	36.6	-	7.0	
8/05	8.0	33.6	-	6.2	
06	10.0	34.6	-	9.2	
08	6.0	34.0	1.5	4.7	
09	18.0	31.6	-	8.8	
10	10.0	34.9	-	9.2	
11	8.0	33.9	-	6.8	
14	12.0	36.5	-	9.0	
15	14.0	36.6	-	8.3	
Mean	11.1			8.1	
8/16	20.0	37.3	-	8.1	Booting  Milky
18	16.0	36.1	-	7.9	
19	19.0	36.7	-	9.5	
21	19.0	39.0	-	9.4	
22	-19.0	37.5	16.5	8.8	
24	7.0	35.7	-	6.1	
27	10.0	36.3	-	8.6	
9/01	-16.0	35.4	3.0	1.5	
02	11.0	33.0	-	5.2	
04	26.0	36.9	-	8.9	
Mean	16.0			8.0	
Over-all	13.1			8.1	

Table II-2 The Relation between Water Requirement in Depth, and Meteorological Data (No. 5-3)

Date	Water Requirement in Depth (m/m)	Maximum Temperature (°C)	Rainfall (m/m)	Pan-Evaporation (m/m)	Growth Stage of Paddy
7/27	8.0	36.4	-	7.0	Young Panicle Formation ↕ Booting
28	9.0	36.2	-	7.4	
31	21.0	37.0	-	3.0	
8/01	8.0	35.0	-	5.7	
02	11.0	36.0	-	7.5	
03	15.0	35.0	-	7.3	
04	10.0	35.0	-	9.5	
13	10.0	35.0	-	9.1	
Mean	11.5			7.1	
8/21	12.0	39.0	-	9.4	Booting ↕
22	-12.0	37.5	16.5	8.8	
23	6.0	37.5	-	5.6	
25	8.0	37.0	-	7.7	
28	12.0	36.0	-	8.6	
9/01	31.0	35.4	3.0	1.5	
02	18.0	33.0	-	5.2	
03	12.0	35.6	-	7.1	
04	10.0	36.4	-	8.9	
Mean	11.1			7.3	
Over-all	11.3			7.3	

86 - 87 年マハ期の作期別減水深調査結果

1.	Transplanting	- Maximum Tillering stage
2.	Maximum Tillering stage	- Young panicle formation
3.	Young panicle formation	- Booting
4.	Booting	- Heading
5.	Heading	- Milky stage
6.	Milky stage	- Maturity

PERIOD

1.	Transplanting	- Maximum Tillering stage
2.	Maximum Tillering state	- Young panicle formation
3.	Young panicle formation	- Booting
4.	Booting	- Heading
5.	Heading	- Milky stage
6.	Milky stage	- Maturity

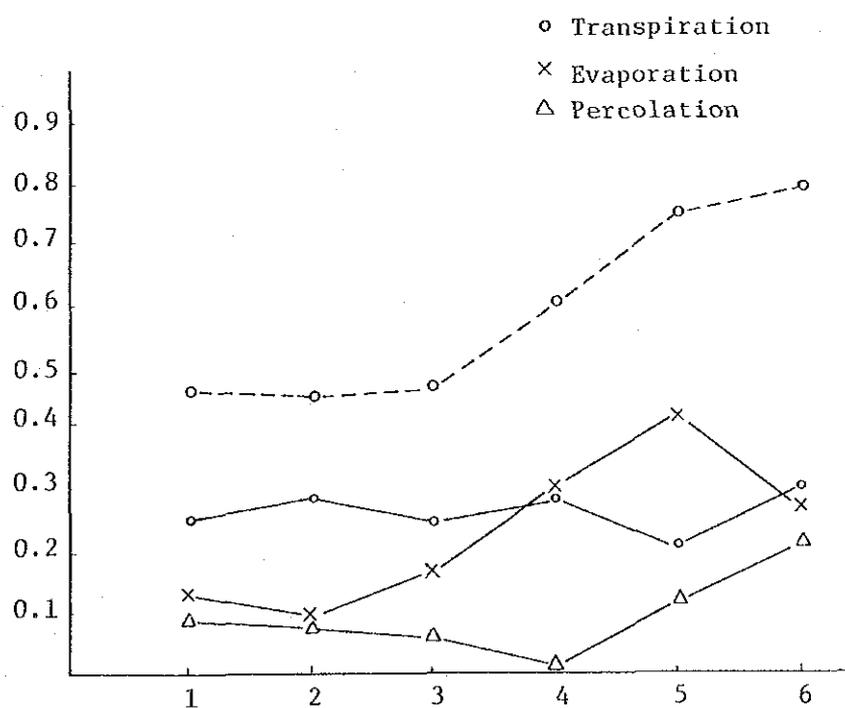


Fig. 1-1 Water requirement in depth (cm)

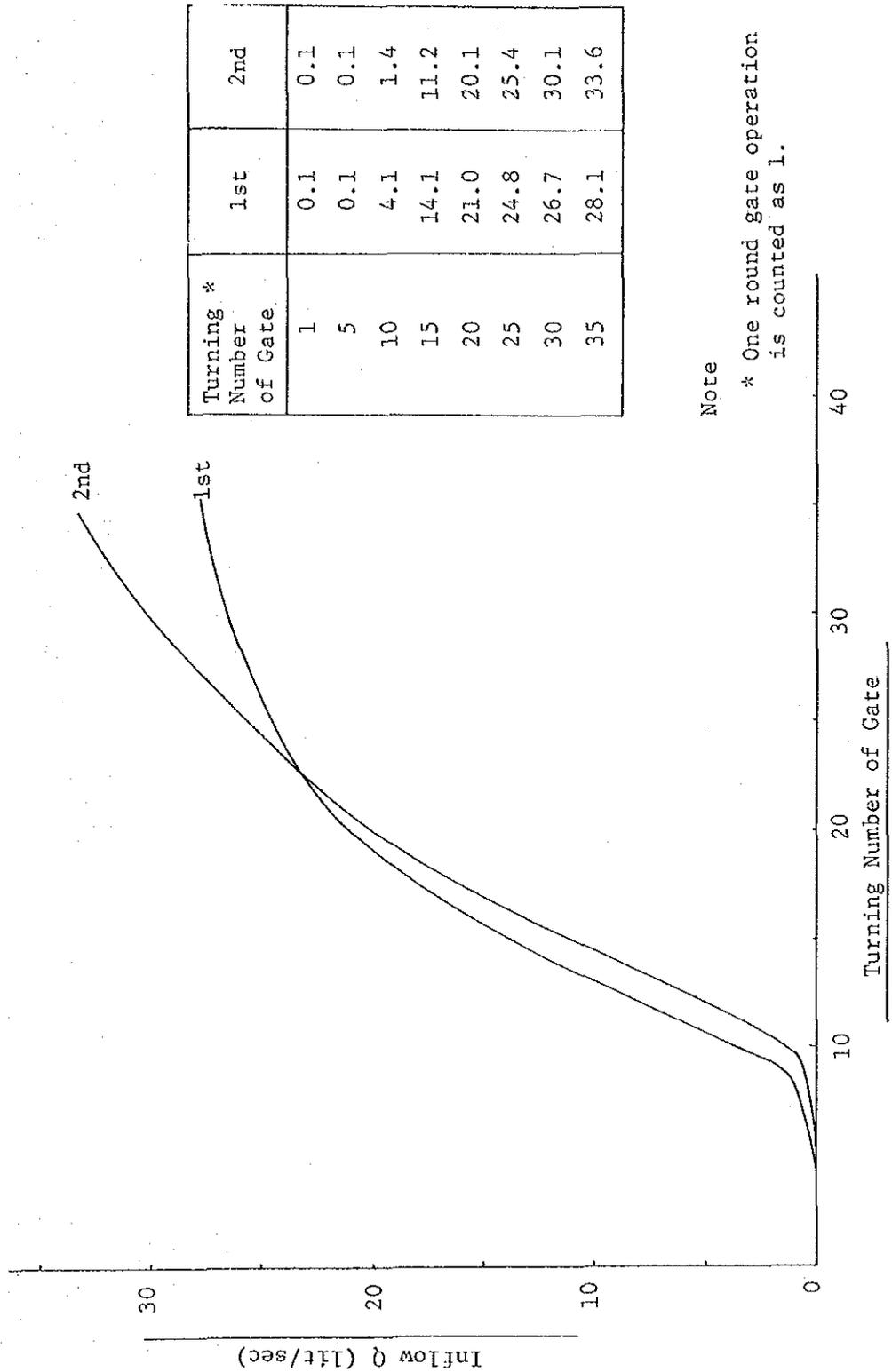
Growing stage	1	2	3	4	5	6
Transpiration	0.13	0.09	0.17	0.31	0.43	0.28
Evaporation	0.25	0.29	0.25	0.29	0.21	0.31
Percolation	0.09	0.08	0.06	0.01	0.12	0.22
Total	0.47	0.46	0.48	0.61	0.76	0.81

スルースゲート及びターンアウトの流量表

Table 5-1. Table for Measuring Devices

OVER-FLOW WATER DEPTH (cm)	D-1 WIDTH 2.25 (lit/sec)	SD-1 WIDTH 1.80 (lit/sec)	FIELD CANAL WIDTH (lit/sec)
0.5		1.2	0.6
1.0		3.3	1.8
1.5		6.1	3.4
2.0		9.4	5.2
2.5		13.0	7.2
3.0		17.2	9.5
3.5		21.6	12.0
4.0		26.4	14.6
4.5		31.5	17.4
5.0	42	36.8	20.4
5.5	51	42.5	23.5
6.0	61	48.4	26.7
6.5	72	54.5	30.1
7.0	87	60.9	33.6
7.5	96	67.5	37.2
8.0	110	74.3	41.0
8.5	125	81.3	44.8
9.0	141	88.5	48.8
9.5	158	96.0	52.9
10.0	176	103.6	57.0
10.5	195	111.4	61.3
11.0	218	119.3	67.1
11.5	237	127.5	70.1
12.0	260	135.8	74.1
12.5	284	144.3	79.3
13.0	310	153.0	84.0
13.5	237	161.8	88.8
14.0	365	170.8	93.7
14.5	394	179.9	98.7
15.0	425	189.2	103.7

Fig. III-1 Inflow and Operation of Turnout (D1-8) Relationship  
 ターンアウトの流量とゲート操作の関係



別図2 水田準備期間における用水

	First plowing	Padding	Between first plowing-paddling
Water for land preparation	75mm	75mm	5 mm/day

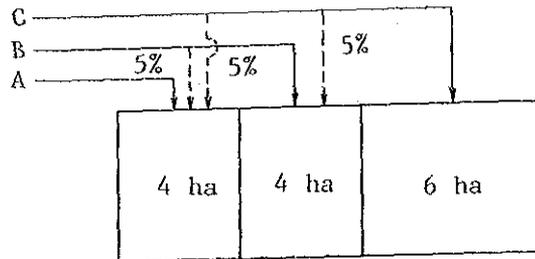
作期別減水深におけるスルースゲートの高さ

Growing stage	1	2	3	4	5	6
Water requirement in depth	0.47	0.46	0.48	0.61	0.76	0.81
Hight of sluice gate	7.0cm	7.0cm	7.0cm	8.0cm	9.0cm	9.0cm

Table 2-1. Plan of Irrigation Schedule

Turn out No. (ha)	First plowing											Paddling									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
D1 - 1 (6.8)	M1 1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8														
D1 - 3 (7.6)								M1 1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6					
D1 - 4 (8.8)	M2 1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8													
D1 - 5 (4.8)									M3 1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8						
D1 - 6 (9.0)	L1 1.5	1.5	1.5	1.5	1.5																
D1 - 7 (7.0)												M5 1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	M2.5 2.0	M5 1.0		
D1 - 8 (13.5)										M3 1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5			
D1 - 9 (7.6)	M3 1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6												
D1 - 10 (5.2)	M4 1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.2															
D1 - 11 (4.3)										M4 1.0	1.0	1.0	0.0								
D1 - 13 (6.0)										L1 1.5	1.5	1.5	1.5								
SD1- 1 (34.5)	L2 1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	L2 1.5		
SD1- 2 (11.0)	M5 1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0									
Total (ha)	8.0					7.2	5.3	6.6	6.8	7.0	8.0	4.8	7.0	8.0	7.8	6.6	7.0	4.0			
Water for between first plow-paddling			400	800	1200	1600	2000	2360	2630	2960	3300	3650	4050	4290	4640	5040	5430	5760	6110	6310	
Water for first plowing	6000	6000	6000	6000	6000	5400	3980	4950	5100	5250	6000	3600	5250	6000	5850	4950	5250	3000	6000	6000	6000
Total (m <sup>3</sup> )	6000	6000	6000	6400	6800	6600	5580	6950	7460	7880	8960	6900	10050	10140	9550	10290	8430	11760	12110	12310	

Turn out No.8



計算式

The method of calculation is as follows.

$$A : Q \times X_1 + Q \times X_2 \times 0.05 + Q \times X_3 \times 0.05 \\ = 86400 \times Q \times 4/14$$

$$B : Q \times X_2 + Q \times X_3 \times 0.05 - Q \times X_2 \times 0.05 \\ = 86400 \times Q \times 4/14$$

$$C : Q \times X_3 - Q \times X_3 \times 0.1 = 86400 \times Q \times 6/14$$

Where : Q : Amount of water (1/sec)

$X_1$  : Water supply hours to block A (sec)

$X_2$  : Water supply hours to block B (sec)

$X_3$  : Water supply hours to block C (sec)

$$X_1 : 21437 \text{ sec} = 6.0 \text{ hours}$$

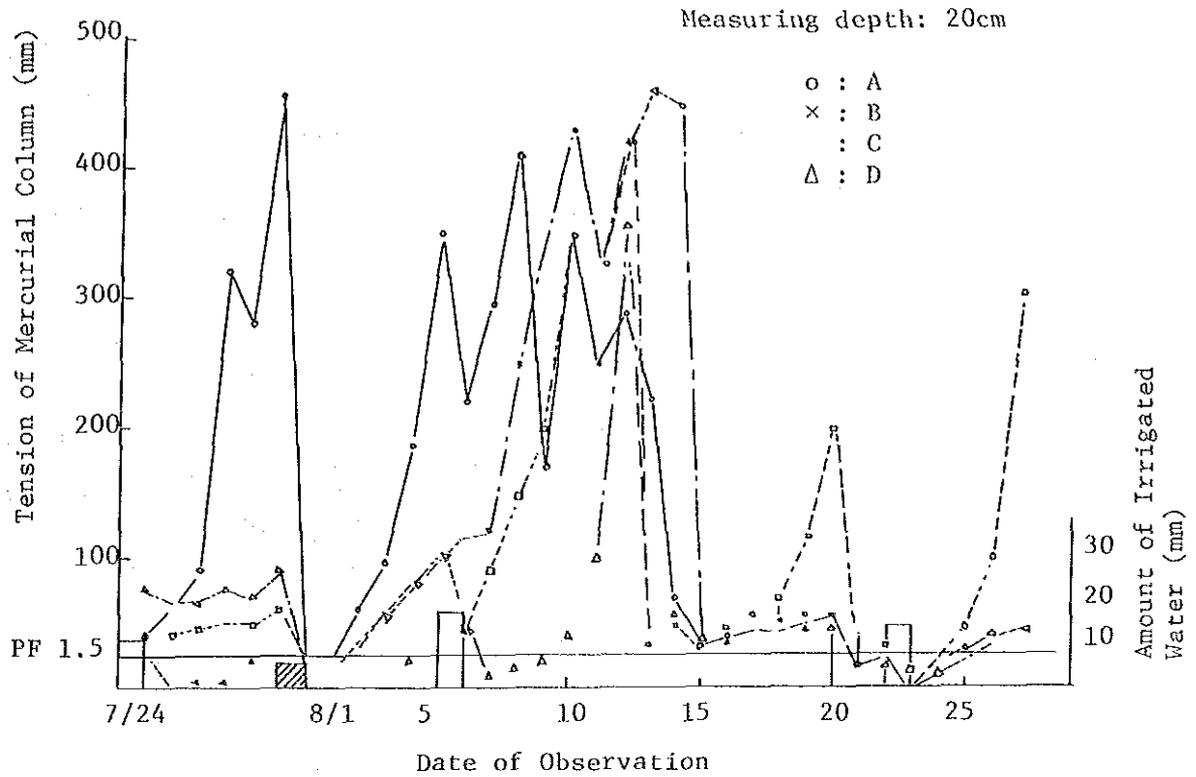
$$X_2 : 23820 = 6.5$$

$$X_3 : 41143 = 11.5$$

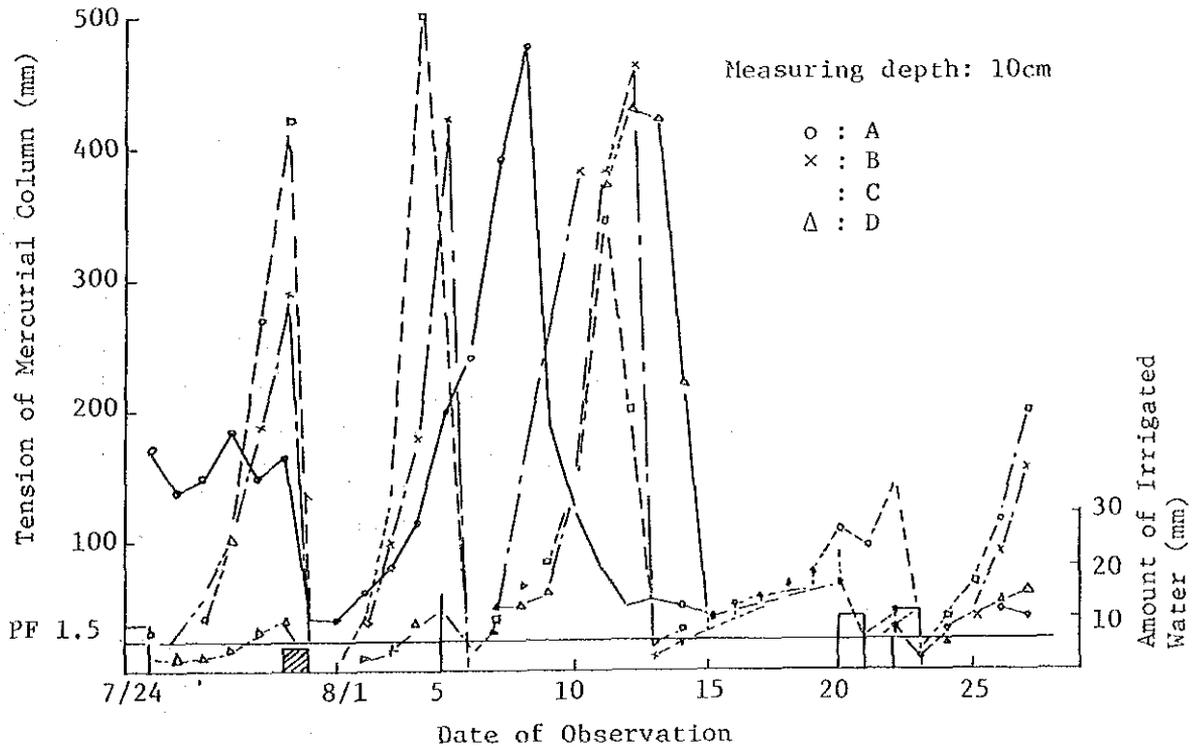
ブロックローテーションの時間割

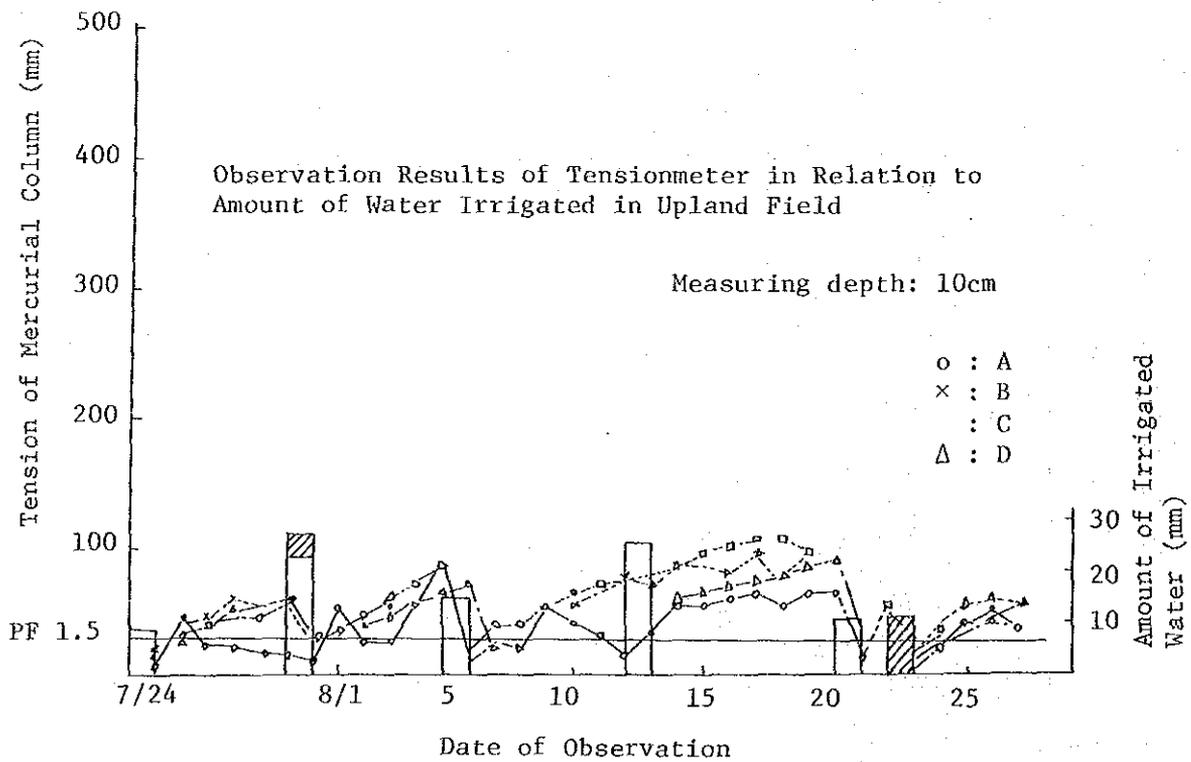
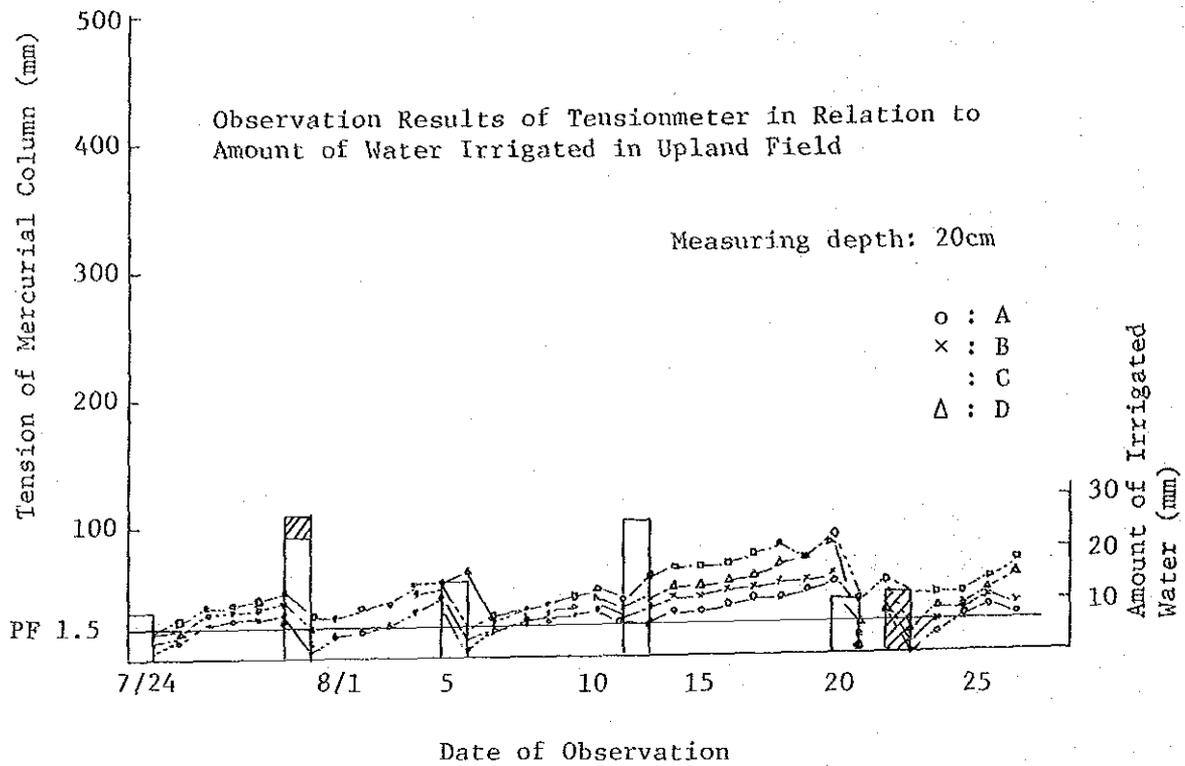
Command area	A : 4ha	B : 4 ha	C : 6 ha
Irrigation time	7:00 - 13:00	13:00-19:30	19:30-7:00

图 6-2 Observation Results of Tensionmeter in Relation to Amount of Water Irrigated in Upland Field

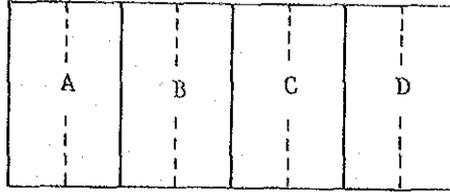


Observation Results of Tensiometer in Relation to Amount of Water Irrigated in Upland Field





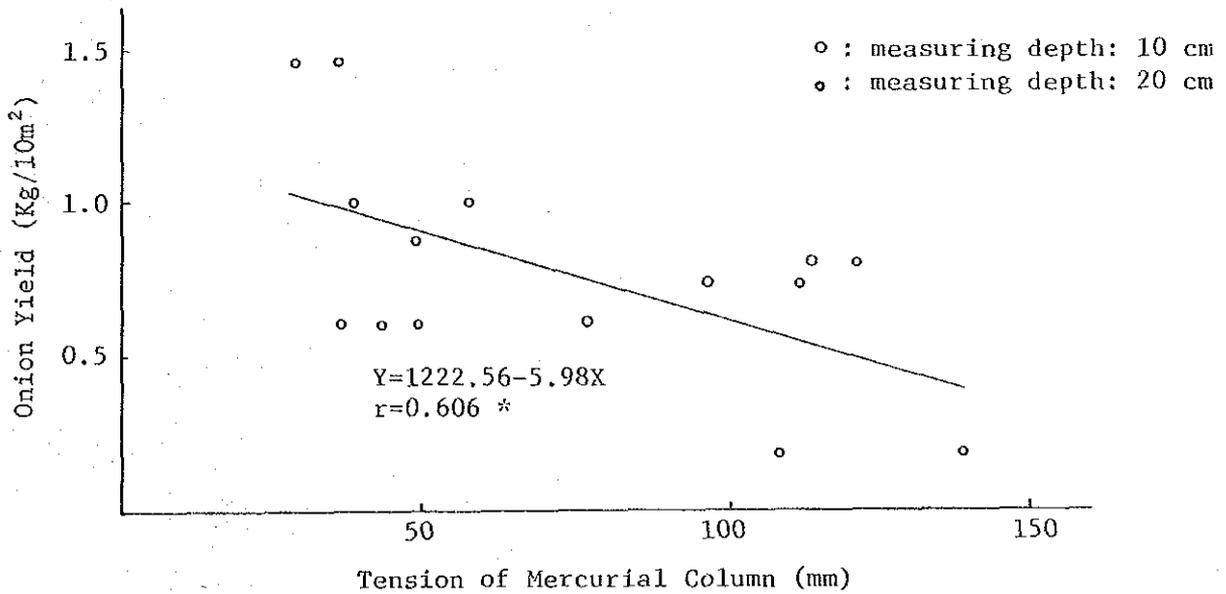
Plots Layout



Treatments	Ridge	
	Width(cm)	Height(cm)
A	90	15
B	120	25
C	90	25
D	120	15

图 6-3

6-3 Onion Yield and Tension of Mercurial Column Relationship





水 管 理 報 告

(Ⅱ)

奥 田 国 宏

1987年7月21日 - 1989年7月20日



本報告書は、昭和61年から5カ年にわたり実施されているマハヴェリ農業開発計画「水管理に関する試験及び調査」についての報告である。

研究課題は、「マハヴェリ地域における農業用水及び水利施設系の管理運営方式の確立」について、水源から圃場に至るまでの一連の水資源管理について検討し、限りある水資源を効率的に利用するためのシステムを確立することである。

今回は昭和62年7月から平成元年7月の2カ年における用水管理に関する調査・検討の結果を任期終了に伴ない中間報告するものである。

## 1. 用水量に関する調査及び試験

用水管理の基礎とするため水田のかんがい期間中のしろかき用水量、日減水深及び管理損失等を調査・試験し、検討を行った。

その主な結果は以下のとおりである。

### 1. 蒸発散量

fig - 1, 2 は、かんがい期間中における蒸発散量の期別変化を測定したものである。

時期的変化は比較的少ない旬当り平均値は雨季（Maha）で4.5～7.1 mm/day, 乾季（Yala）で5.6～8.3 mm/dayであった。なお、蒸発散量測定は直接法（有底箱）によった。

fig - 1 生育期別蒸発散量（mm/day）

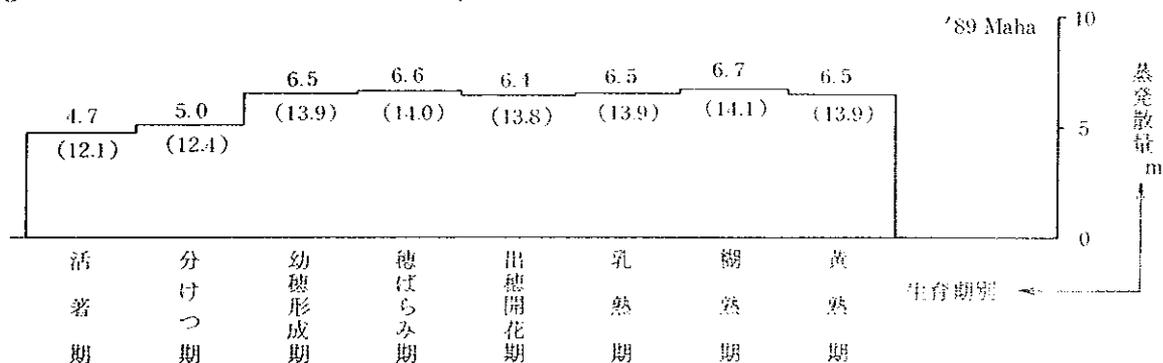
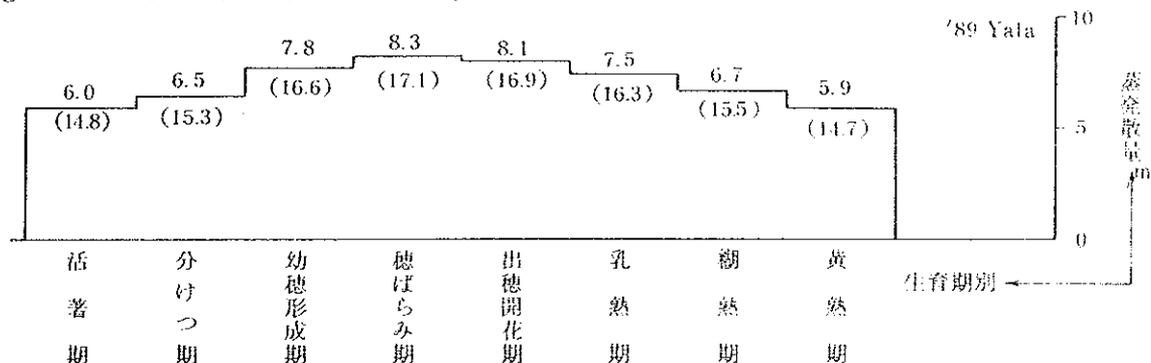


fig - 2 生育期別蒸発散量（mm/day）



2. 浸透損失

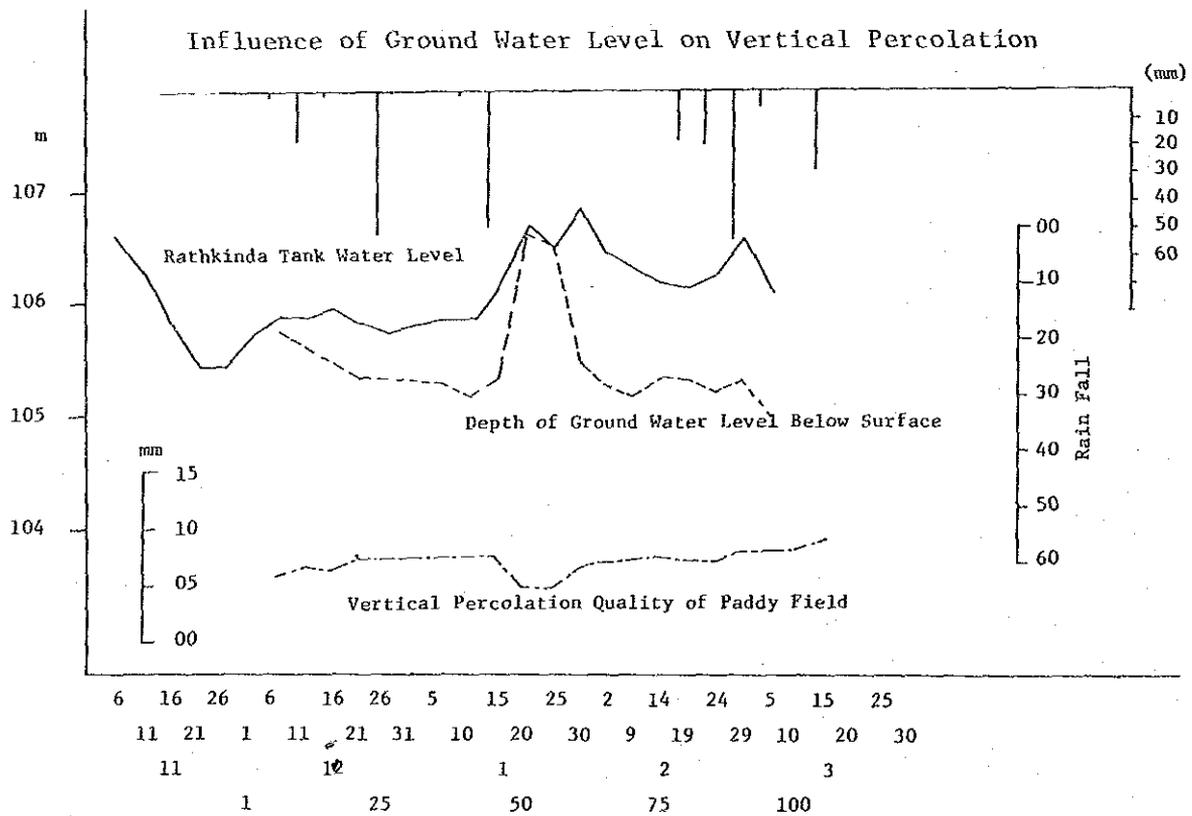
Table - 1は田面から耕盤を通過して浸透する降下浸透損失を測定したものである。

浸透損失は5.4~9.5 mm/dayであった。

なお、浸透量の測定はアゼ面からの浸透を遮断し、減水深から蒸発散量を差し引いて求めた。

Table 1 Percolation Quantity & Ground Water Level

Item	No of days after taking Root	5 days of tillering stage	10 days after tillering stage	11	21	31	41	51	61	71	81	91	Total
				~ 20	~ 30	~ 40	~ 50	~ 60	~ 71	~ 80	~ 90	~ 100	
Period (Month/day)	12.1 ~ 12.5	12.6 ~ 12.15	12.16 ~ 12.25	12.26 ~ 1.4	1.5 ~ 1.14	1.15 ~ 1.24	1.25 ~ 2.3	2.4 ~ 2.13	2.14 ~ 2.23	2.24 ~ 3.4	3.5 ~ 3.14	105	
Total percolation quantity in each period (mm)	30.5	64.0	73.0	76.0	79.0	54.0	72.0	78.0	75.0	85.0	95.0	781.5	
Daily average in each period (mm)	6.1	6.4	7.3	7.6	7.9	5.4	7.2	7.8	7.5	8.5	9.5	7.4	
Average depth of ground water from surface (mm)	29.6	22.8	27.6	28.2	28.9	3.2	26.7	28.9	28.6	21.0	54.1	27.2	



### 3. 表面流去損失

Table - 2 はユニット D1 turnout (A = 3.0 ha) において測定したものである。表面流去損失は49%であった。

なお、測定は田区の水口から絶えず流入する用水量と水尻から絶えず流出する排水量を測定し、その差を求めたものである。

Table 2 Irrigation Loss in Continuous Irrigation

Location of Measurement	Irrigation Water	Quantity of Surplus water into drainage canal (Irrigation losses)	Rate of irrigation losses
	(m)	(m)	(%)
Seed Farm Turnout D-1	696.8	341.4	49

### 4. しろかき用水量

Table - 3 は本田の代かきに必要な用水量を測定したものである。

代かき用水量は雨季作の圃場で110~150 mm, 乾季作の圃場で100~180 mm であった。

Table-3 代かき用水量の実測値

調査年次	測定場所	取水量	水田面積	水深換算	立地条件	土壌タイプ
" 88 (マハ)	F3	61.32 <sup>m<sup>3</sup></sup>	420 <sup>m<sup>2</sup></sup>	146 <sup>mm</sup>	乾田状態	LHG
"	F9	70.91	622	114	湿田状態	"
" 89 (ヤラ)	F3	74.79	420	178	乾田状態	"
"	F4	66.37	414	160	"	"
"	F9	65.37	622	105	湿田状態	"
"	F11	93.95	803	117	"	"

## 5. 水路損失

Table - 4はユニット1の支線水路(コンクリート舗装)における水路損失である。水路損失は1.4~2.7%/kmであった。

測定方法は、Inflow-Outlet法を採用した。なお、単位水路延長当りの損失率は次式によった。

$$a = \{ 1 - ( Q_0 / Q_1 ) 1 / L \} \times 100 \%$$

ここに

a : 水路損失率( % / km )

Q<sub>1</sub> : 調査区間への流入量

Q<sub>0</sub> : 調査区間からの流失量

L : 調査区間の水路延長

Table-4 水路損失の実測値

調査地区名	水路様式	調査区間距離 (L)	流入量 (m <sup>3</sup> /s)	流出量 (m <sup>3</sup> /s)	損失率 (%/km)
(D-1 Canal Unit-1)	幹線水路 (コンクリート)	1.3	2,301	2,258	1.4
	"	1.3	2,516	2,427	2.7
	"	1.3	2,198	2,145	1.9

## 6. 圃場用水量

水田内で消費される蒸発散量に浸透損失を加え、降雨量のうち用水として利用できる部分を除いた最大単位用水量は、雨季で1.57 L/s/ha、乾季で2.11 L/s/haであった。

## 7. 水田の水温と地温

Fig - 6は湛水区田と掛流し区田において測定した水温並びに地温の結果である。

水温は湛水区田に比べて掛流し区田が2℃程度低かった。

また、かんがい期間中40℃を越える日が湛水区田で数日あった。

地温は水温に比べて平均0.95倍であった。

水温を低下させる試験では10a当り3~4 L/sの水量を掛けながすことにより、2℃~3℃降温した。

Table 6 Comparison of Water & Soil Temperature in Flooding Area & Continuous Irrigation Area

LOCATION	Maximum Temperature		Minimum Temperature		Daily Average Temperature	
	Flooding Area	Continuous Irrigation Area	Flooding Area	Continuous Irrigation Area	Flooding Area	Continuous Irrigation Area
Water Temperature	42.0	39.7	22.0	22.0	29.6	27.9
Ground Temperature						
10 cm Below Surface	37.3	36.8	23.5	23.2	28.2	26.7
20 cm Below Surface	34.5	34.3	24.5	24.5	27.9	26.3
30 cm Below Surface	34.1	33.9	25.0	25.0	27.3	25.9

#### 8. 水方法

Table-5, 9, Fig-8は 水法による用水量, 及び収量への影響を調査したものである。

間断かんがい法は連続かんがい法などに比較して損失水量が少なく, 収量及び水稻の生育にとっても優位であった。

METHOD OF WATER MANAGEMENT

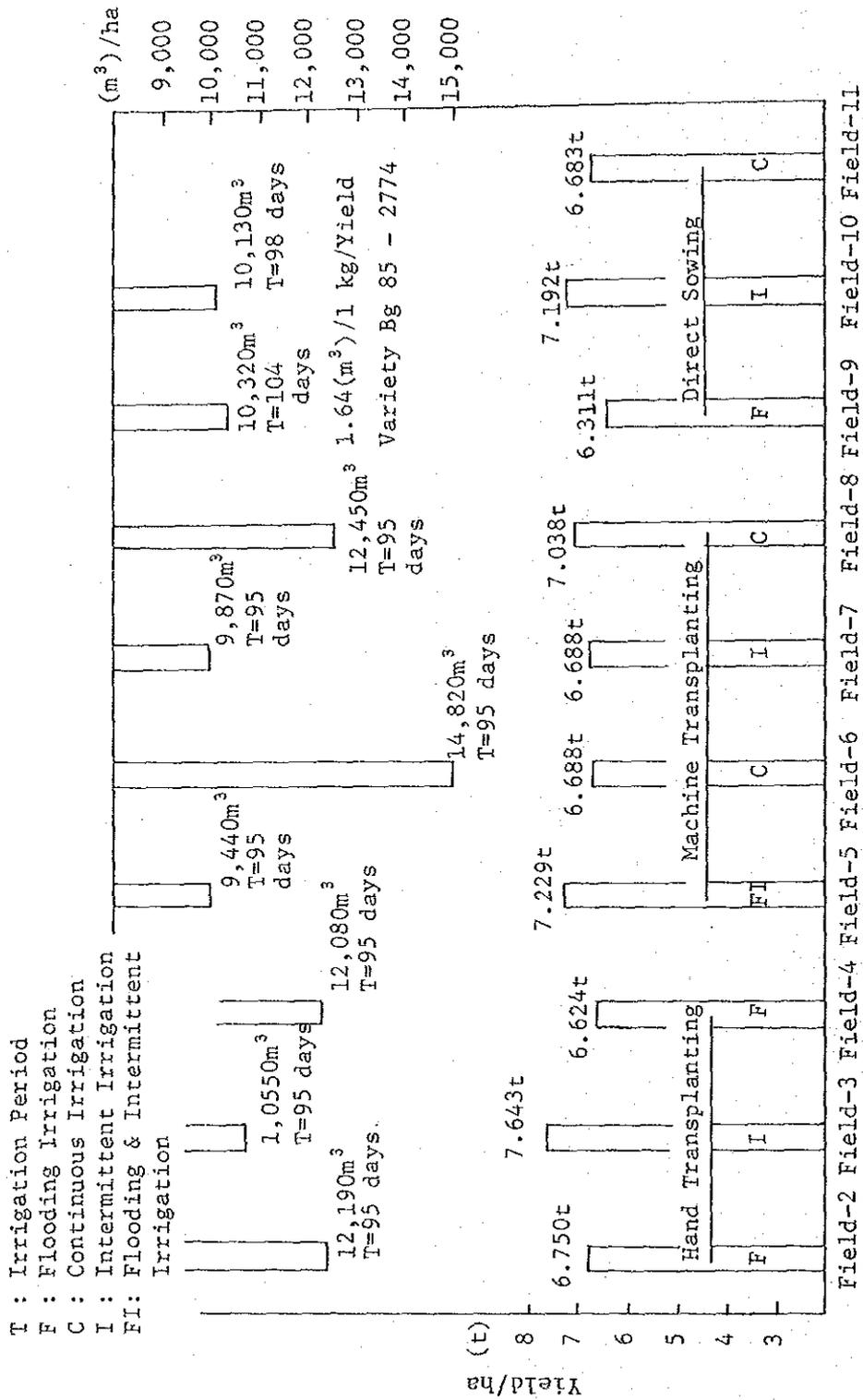
Table - 5:

FIELD NO	STAGE DIVISION After Transplanting	SEEDLING STAGE	TOKING ROOT STAGE	TILLING STAGE	YOUNG-EAR FORMATION STAGE	ROOTING STAGE	HEADING BLOOMING STAGE	MILK-RIPS STAGE	DOUGH-RIFE STAGE	YELLOW RIFE STAGE	FULL-RIFE STAGE
	Water Management Type	12/1	12/7	1/11	1/19	1/29	2/8	2/18	2/28	3/9	
		TRANSPLANTING	7	35	50	60	70	80	90	100	
FIELD - 2	FLOODING IRRIGATION	7.5 CM 5 3	DEEP FLOODING	MIDSUMMER DRAINAGE SHALLOW FLOODING	50	DEEP FLOODING	DEEP FLOODING	SHALLOW FLOODING	SHALLOW FLOODING	SURFACE DRAINAGE	
FIELD - 3	INTERMITTENT IRRIGATION	7.5 CM 5 3	DEEP FLOODING	MIDSUMMER DRAINAGE	50	DEEP FLOODING	CONDUCT FLOODING WHEN SURFACE IS EXPOSED	SURFACE DRAINAGE			
FIELD - 4	FLOODING IRRIGATION	7.5 CM 5 3	DEEP FLOODING	MIDSUMMER DRAINAGE	50	DEEP FLOODING	SHALLOW FLOODING	SURFACE DRAINAGE			
FIELD - 5	FLOODING & INTERMITTENT IRRIGATION	7.5 CM 5 3	DEEP FLOODING	MIDSUMMER DRAINAGE	50	DEEP FLOODING	SHALLOW FLOODING	SURFACE DRAINAGE			
FIELD - 6	CONTINUOUS IRRIGATION	7.5 CM 5 3	DEEP FLOODING	CONTINUOUS IRRIGATION DURING DAYTIME, FLOODING DURING NIGHT TIME	50	DEEP FLOODING	SHALLOW FLOODING	SURFACE DRAINAGE			
FIELD - 7	INTERMITTENT IRRIGATION	7.5 CM 5 3	DEEP FLOODING	CONTINUOUS IRRIGATION DURING DAYTIME, FLOODING DURING NIGHT TIME	50	DEEP FLOODING	SHALLOW FLOODING	SURFACE DRAINAGE			
FIELD - 8	CONTINUOUS IRRIGATION	7.5 CM 5 3	DEEP FLOODING	MIDSUMMER DRAINAGE	50	DEEP FLOODING	CONTINUOUS IRRIGATION DURING DAYTIME FLOODING DURING NIGHT TIME	SURFACE DRAINAGE			
FIELD - 9	FLOODING IRRIGATION	7.5 CM 5 3	DEEP FLOODING	MIDSUMMER DRAINAGE	50	DEEP FLOODING	DEEP FLOODING	SHALLOW FLOODING			
FIELD - 10	INTERMITTENT IRRIGATION	7.5 CM 5 3	DEEP FLOODING	IN CASE OF DIRECT SOWING AT EARLY STAGE, WATER IS IRRIGATED UP TO HEIGHT RICE PLANT. AFTER PLANT HEIGHT REACHES 4 - 5 CM DEPTH OF WATER IS GARDUALLY INCREASED UP TO 10 CM ALONG WITH PLANT GROWTH	50	DEEP FLOODING	SHALLOW FLOODING	SURFACE DRAINAGE			
FIELD - 11	CONTINUOUS IRRIGATION	7.5 CM 5 3	DEEP FLOODING	MIDSUMMER DRAINAGE	50	DEEP FLOODING	SHALLOW FLOODING	SURFACE DRAINAGE			

Table 9 The Results of Irrigation Trial on Rice

Field No.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Irrigation Method	Deep Irrigation	Intermittent Irrigation	Shallow Irrigation	Flooding & Intermittent Irrigation	Continuous Irrigation	Intermittent Irrigation	Continuous Irrigation	Shallow Irrigation	Intermittent Irrigation	Shallow Continuous Irrigation
Growing Period (irrigation days)	Midsummer Drainage 105	Midsummer Drainage 105	105	Midsummer Drainage 105	105	Midsummer Drainage 105	Midsummer Drainage 105	Midsummer Drainage 119	Midsummer Drainage 114	114
Variety	BG 85-2774	BG 85-2774	BG 85-2774	BG 85-2274	BG 85-2274	BG 85-2774	BG 85-2774	BG 85-2274	BG 85-2274	BG 85-2274
Culm Length (cm)	87	90	91	92	90	85	91	96	99	113
Average Weight of one ear (g)	2.29	2.73	2.63	2.94	3.03	3.10	3.02	2.00	2.29	2.22
Number of ears/3.14 m <sup>2</sup>	925	880	790	771	693	677	731	1,000	987	946
Percentage of fruitful culm (%)	66	74	71	69	65	66	71	85	82	86
Average No. of Grains/ear	131	146	135	151	153	152	155	126	131	129
No. of effective tillers/hill	12.3	11.7	10.3	12.9	11.6	11.3	12.2	-	-	-
Yield/ha (t)	6.750	7.643	6.624	7.229	6.688	6.688	7.038	6.311	7.192	6.683
Planting Method	Hand Transplanting	Hand Transplanting	Hand Transplanting	Machine Transplanting	Machine Transplanting	Machine Transplanting	Machine Transplanting	Direct Sowing	Direct Sowing	Direct Sowing
Planting Pitch (cm)	20	20	20	25	25	25	25	70kg/ha	70kg/ha	70kg/ha
Fertilizer/ha (kg)	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343

Fig. 8 Relationship between Irrigation Requirement & Yield



## 9. たまねぎのかん水量並に間断日数に関する試験

### かん水量

初期成育においては、かん水量の多い程草丈の伸長も大きくかん水量の少ない程草丈も劣った。

一球重、上物重については5 mm/day かん水区が高く、7 mm/day かん水区は低かった。

### 間断日数について

間断日数による生育には大差はなかった。一球重では5 mm/day かん水区がいずれの間断日数でも高い傾向を示した。

### かん水の影響

初期のかん水は特に活着を助け、その生育を促し、地上部の伸長も大きかった。無かん水区対比では12.2～16.4%の増収が認められた。以上の結果からかん水量は3～5 mm/day、間断日数は間隔が少ない方が良好と思われた。

## II. 用水管理の現状調査

適切な水管理をするために何が具体的な課題になっているかを把握する目的で、用水管理の実態を調査した。その主な結果は以下の通りである。

### 1. 湛水管理

Fig-3は単位水田における湛水深管理の状況である。

湛水深は各筆ごとに様々であり、その最大は40～65 mmであった。

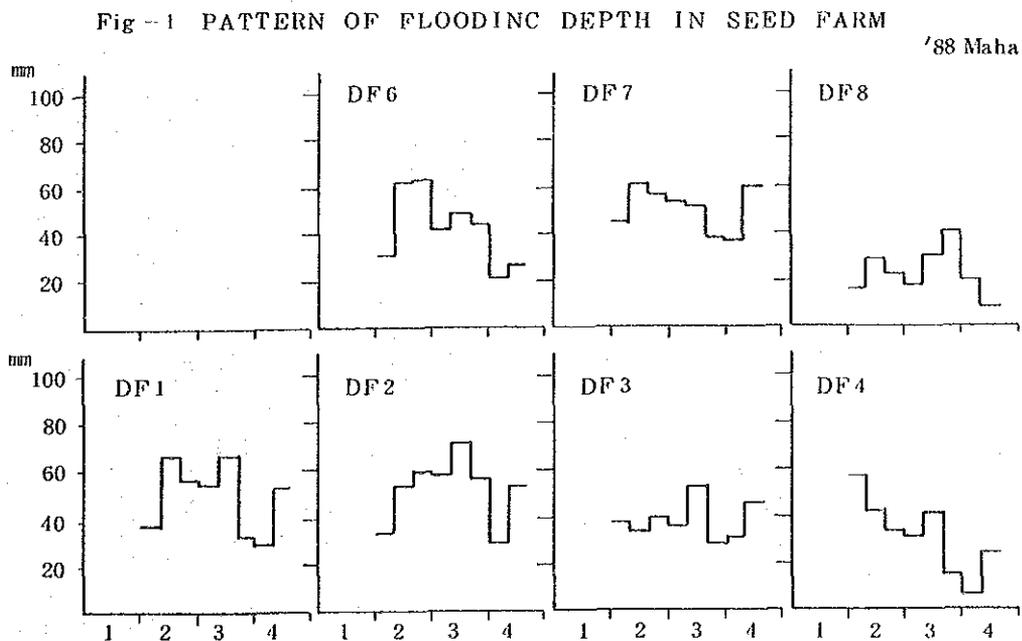
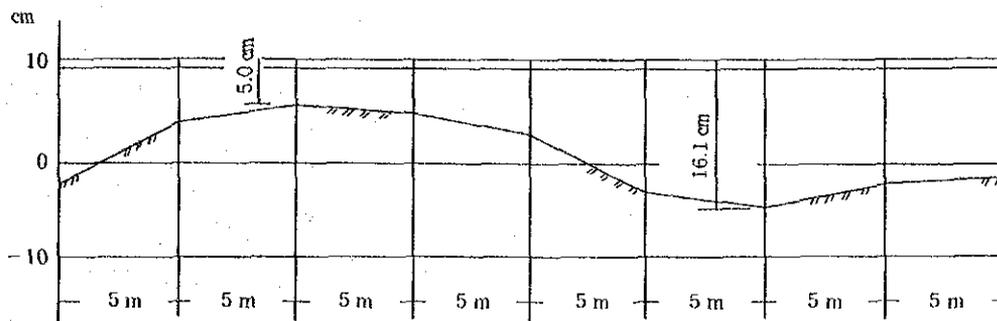




Fig-4 A-A LEVEL-LINE



### Ⅲ. 水管理のための問題点

適切な水管理は、かんがい期間中、日々消費される水量を過不足なく供給し、しかも管理上の損失を少なくし、また労力がわずかで経済的に個々の水田に用水を配分することである。このための重要な問題点と改良の方向を示すと以下の通りである。

#### 1. 畦畔

水田畦畔の保全をはかるため、野ネズミ・カニ等の駆除を行うとともに、畦塗により漏水を防止する。

なお、畦畔は各耕区ごとに均等な湛水を保持するのが主要な目的であるが、雑草・病害虫防除などの栽培管理作業の際の通路としての役割も果たすものであり堅固な構造のものにしなければならない。畦畔の断面は上幅30cm、高さ30cm、法面勾配1:1程度の梯型とし崩壊の危険のないものにする。

#### 2. 田面均平

田面の均平精度は水稻栽培上の制約、雑草の発生防止、用水量の増大防止などから少なくとも±2.0cm程度にすることが必要である。

また水口からの用水取入の水足到達時間を早めるためと、地表水排除をできるだけ完全にするため多少落水口に向けて傾斜を設ける方がよい。

#### 3. 圃場末端レベルの水管理

稲は生育時期によってかんがい水の量が異なっており、その必要に応じて水管理を行うことが重要である。

稲の一生のうちで最も水を必要とするのは代かきと田植えの時期である。また出穂開花の時期にも蒸散量が多くなるため必要性が高い。しかし、分けつを発生する時期にはわずかのかんがい量ですみ、とくに最高分けつ期から幼穂が分化するまでの期間には湛水の必要性は少ない。

また干ばつの影響を最も受けやすいのは植付け期と穂ばらみ、出穂期とである。活着までの期間に干害を受けると穂数が減少するし、穂ばらみ期や出穂期に干害を受けると1穂の籾の粒数や登熟歩合、玄米千粒重が減少する。

表 水稻生育過程と用水必要度

生育過程	用水の必要性
1. 活着期	最 必 要
2. 1次分けつ期	必 要
3. 2次分けつ期	必 要
4. 最高分けつ期	必 要 極 少
5. 幼穂形成期	最 必 要
6. 穂ばらみ期	最 少 要
7. 出穂開花期	必 要
8. 糊熟期	必要または必要少
9. 黄熟期	必 要 少
10. 完熟期	必 要 極 少

#### 4. 分水工の管理

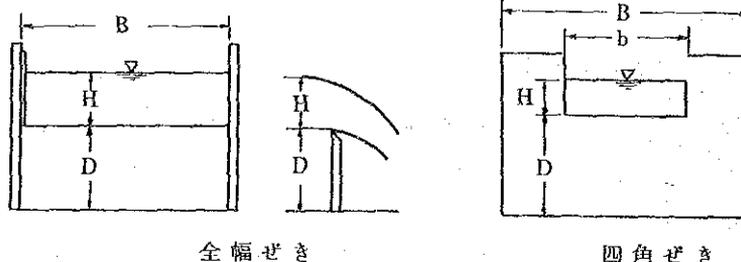
合理的な用水の配分を行うためには、適正な量水施設をゲートに併設し、水量を最も有効に使用することが必要である。

量水施設の型式は水路の水理条件に合致したものでなければならない。

量水堰には流量が少ないときは三角堰、流量が多いときは長方形堰が一般に用いられている。

##### 長方形せき

長方形せきにはせき幅が水路幅に等しい全幅せきと、せき幅が水路幅より小さい四角せきとがある。



全幅せき

四角せき

流量公式としては次の式を採用する。

(1) 全幅せき

$$Q = K B H$$

$$K = 1.785 + \left( \frac{0.00295}{H} + 0.237 \frac{H}{D} \right) (1 + \epsilon)$$

Q : 流量 (m<sup>3</sup>/s),                      B : せきの幅 (m)

H : 越流水深 (m),                      K : 流量係数

D : 水路底面よりせき縁までの高さ (m)

ε : 補正項で D ≤ 1 m のとき ε = 0, D > 1 m のとき ε = 0.55 (D - 1)

適用範囲は, B ≥ 0.5 m, 0.3 m ≤ D ≤ 2.5 m, 0.03 ≤ H ≤ 0.8 m (ただし H ≤ D かつ H ≤ B/4) である。この範囲における本公式の誤差は ± 1.8 % である。せき板の縁は 45 度の刃型とする。

(2) 四角せき

$$Q = K b H$$

$$K = 1.785 + \frac{0.00295}{H} + 0.237 \frac{H}{D} - 0.428 \sqrt{\frac{(B-b)H}{BD}} + 0.024 \sqrt{\frac{B}{D}}$$

Q : 流量 (m<sup>3</sup>/s),                      b : 切欠きの幅 (m),                      H : 越流水深 (m)

K : 流量係数

適用範囲は, 0.5 m ≤ B ≤ 6.3 m, 0.15 m ≤ b ≤ 5 m, 0.15 ≤ D ≤ 3.5 m, 0.06 ≤ b D / B<sup>2</sup>, 0.03 m ≤ H ≤ 0.45 √ b m である。この範囲における本公式の誤差は ± 1.4 % である。

せき板の縁は 45 度の刃型とする。

(a) 直角三角せき

流量公式としては次式を採用する。

$$Q = K H$$

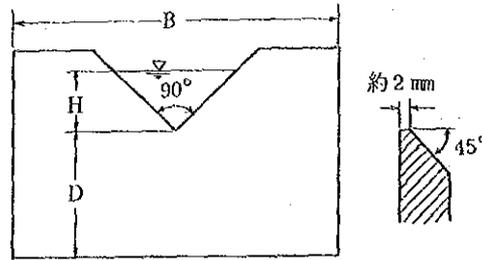
$$K = 1.354 + \frac{0.004}{H} + \left( 0.14 + \frac{0.2}{\sqrt{D}} \right) \left( \frac{H}{B} - 0.09 \right)$$

Q : 流量 (m<sup>3</sup>/s),                      H : 越流水深 (m)

K : 流量係数,                                      D : 水路底面よりせき端までの高さ (m)

B : 水路幅 (m)

適用範囲は、 $0.5 \text{ m} \leq B \leq 1.2 \text{ m}$ 、 $0.1 \text{ m} \leq D \leq 0.75 \text{ m}$ 、 $0.07 \text{ m} \leq H \leq 0.26 \text{ m}$  (ただし、 $H \leq B/3$ )である。



直角三角せき

(c) 量水せきの寸法と測定流量，越流水深の範囲

測定流量の範囲が既知の場合には，各種量水せきの寸法と越流水深の範囲を知ることができ。越流水深はせき頂より4H程度上流で測定する。

量水せきの寸法と測定流量，越流水深の範囲

せきの型式	B (m) B × b	越流水深範囲 H (m)	流量範囲 Q ( /s)	せきの型式	B (m)	越流水深範囲 H (m)	流量範囲 Q ( /s)
直角三角	0.60	0.070~0.200	1.83~25.0	全幅	1.2	0.030~0.300	1.20~400
直角三角	0.80	0.070~0.260	1.83~48.5	"	1.5	0.030~0.375	1.50~700
四角	0.90×0.36	0.030~0.270	3.5 ~9.2	"	2.0	0.030~0.500	2.00~1420
四角	1.20×0.48	0.030~0.312	4.7 ~15.0	"	3.0	0.030~0.750	3.00~4000
全幅	0.6	0.030~0.150	6.0 ~6.7	"	5.0	0.030~0.800	5.00~7000
"	0.9	0.030~0.225	9.0 19.0	"	8.0	0.030~0.800	8.00~11,200

5. 取水の管理

取水の管理は水需要の形態に対応して水量と時期の面においてなされることが必要である。

取水管理の最も重要な点は，取水の範囲を明確に把握しておくことであり，そのためには，期別必要水量，水路損失などの基礎データを予め検討しておかなければならない。

取水操作管理は以下の手順で行う。

1. かんがい地域の期別，土壌タイプ別消費水量を把握する。
2. 作付体系，作付面積から各分土工毎に，かんがい開始時期と期別必要水量を算出する。

3. 各分水工毎の必要水量を期別に積算し、用水系統別に整理する。
4. 用水系統別の期別必要水量を積算し、管理用水（送水損失+配水管理用水）を加え Tank からの期別取水量を算出する。
5. Tank からの取水量はゲートの開度調節により取水施設に併設した量水堰の溢流水位によって管理する。
6. 取水量の管理は量水堰における  $H-Q$  で行う。
7. 管理基準位は計画取水量の  $\pm 20\%$  とする。

HQ-CURVE

Table.1 Suppressed Weir(m<sup>3</sup>/sec) B= 1.000

H(m)	D(m)						
	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500
0.025	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
0.050	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
0.075	0.039	0.039	0.039	0.039	0.038	0.038	0.038
0.100	0.061	0.060	0.060	0.060	0.059	0.059	0.059
0.125	0.086	0.085	0.084	0.084	0.083	0.083	0.083
0.150	0.115	0.113	0.112	0.111	0.110	0.109	0.109
0.175	0.147	0.144	0.142	0.141	0.140	0.139	0.138
0.200	0.182	0.178	0.175	0.173	0.172	0.170	0.169
0.225	0.220	0.215	0.211	0.208	0.206	0.205	0.203
0.250	0.262	0.254	0.249	0.246	0.243	0.241	0.239
0.275	0.306	0.297	0.290	0.286	0.282	0.280	0.278
0.300	0.353	0.342	0.334	0.328	0.324	0.321	0.318
fig.	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7

HQ-Curve (Suppressed Weir) Q;m<sup>3</sup>/sec

fig.1-1

B=1.0/ D=0.20

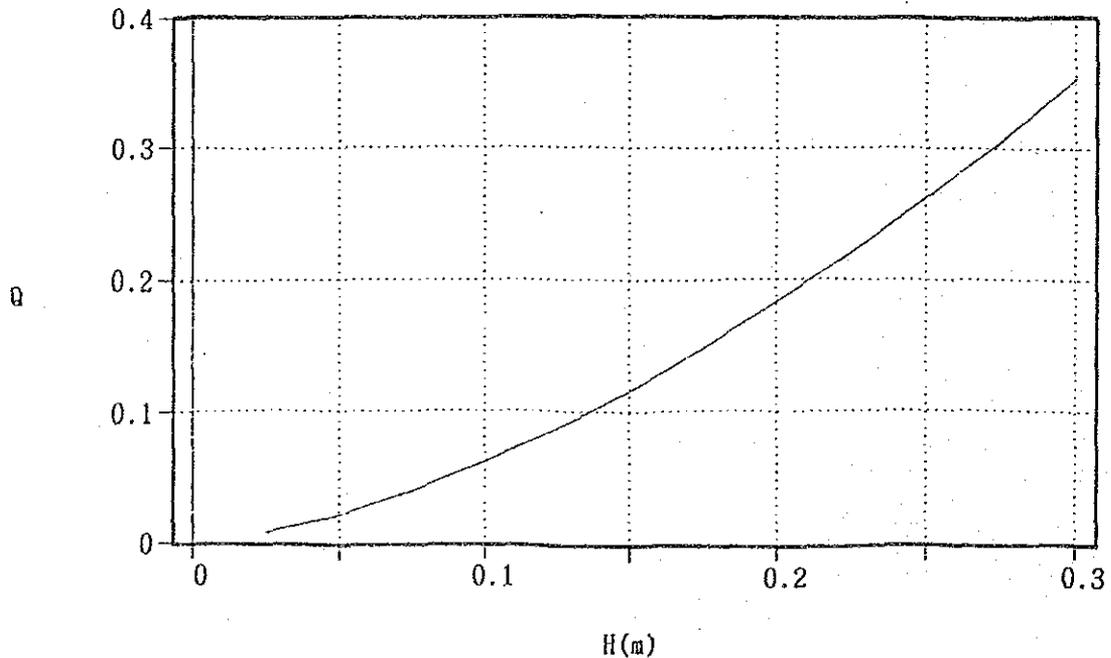
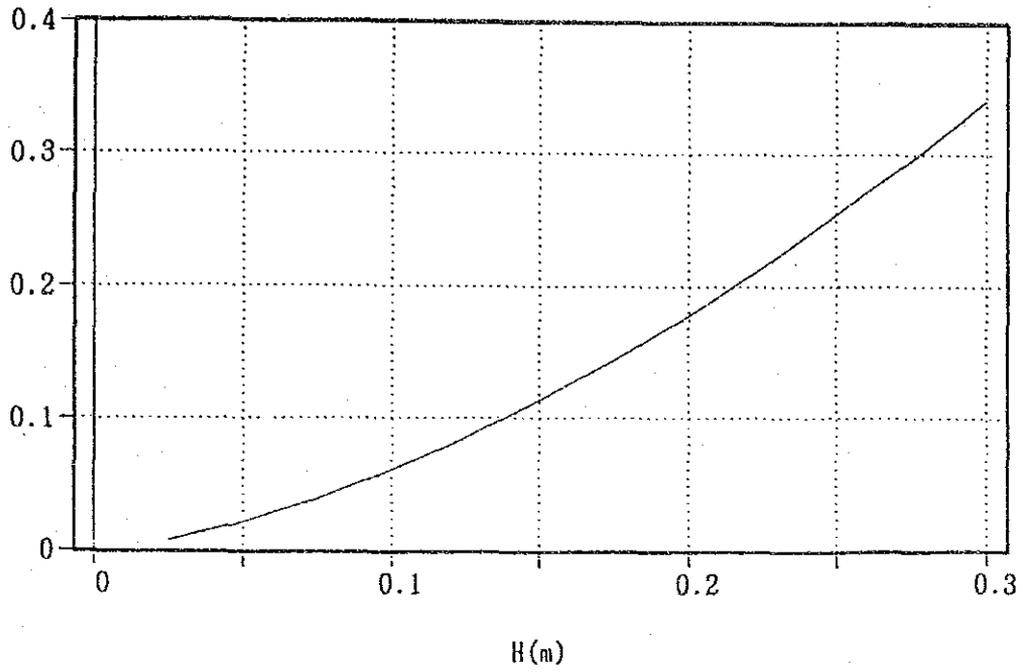


fig.1-2  
B=1.0 / D=0.25



HQ-CURVE

fig.1-3  
B=1.0 / D=0.30

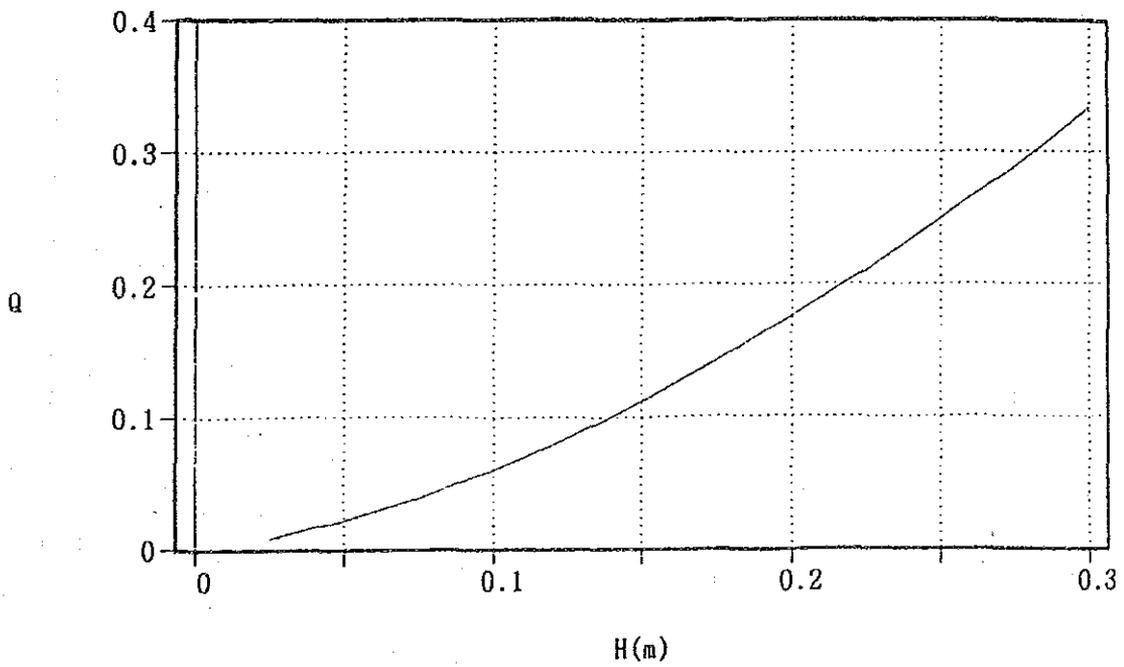
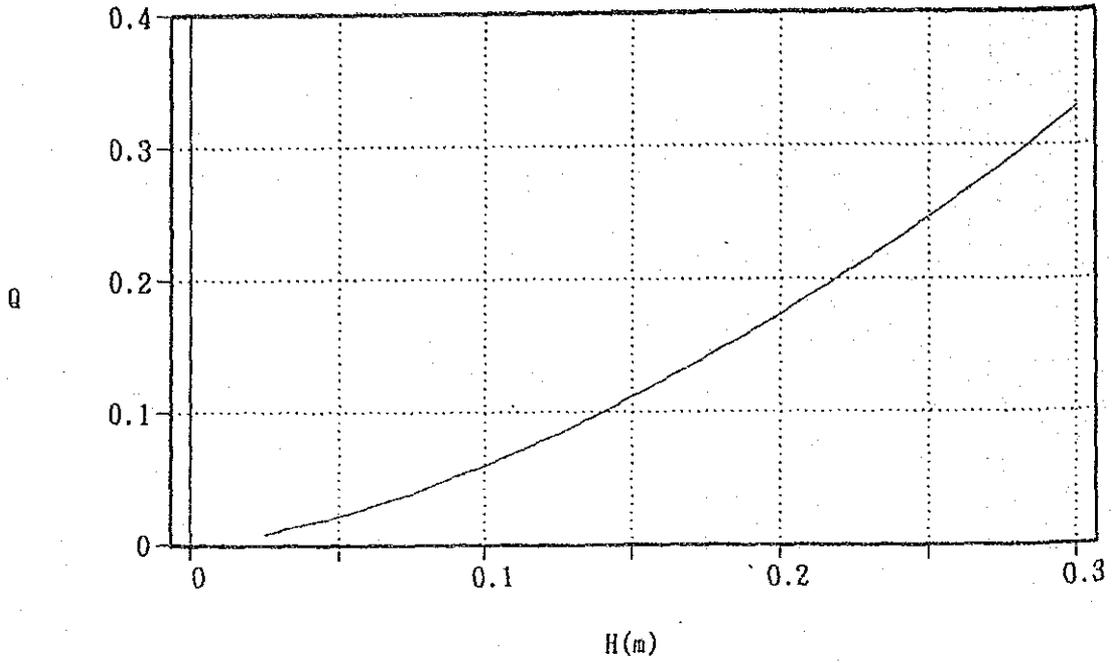


fig.1-4  
B=1.0 / D=0.35



HQ-CURVE

fig.1-5  
B=1.0 / D=0.40

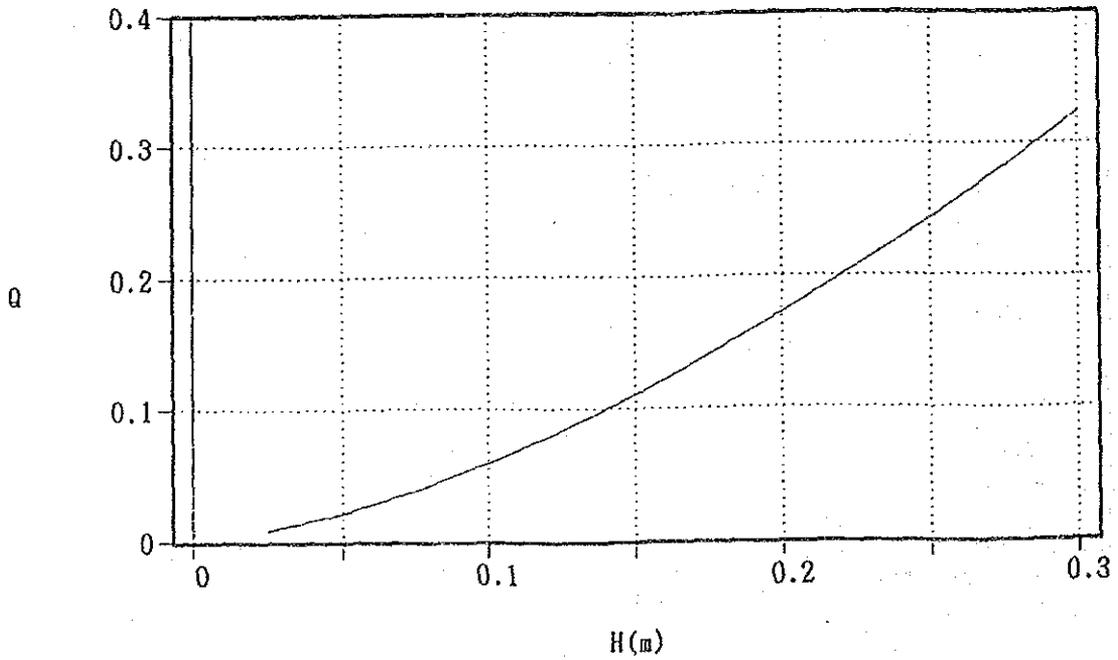
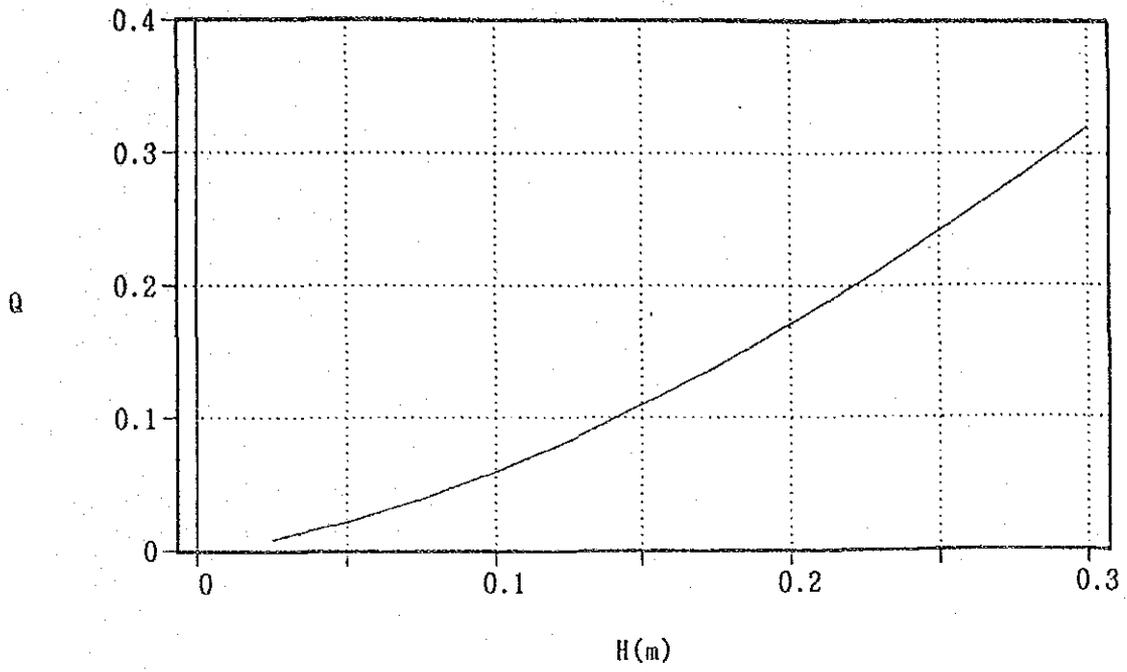
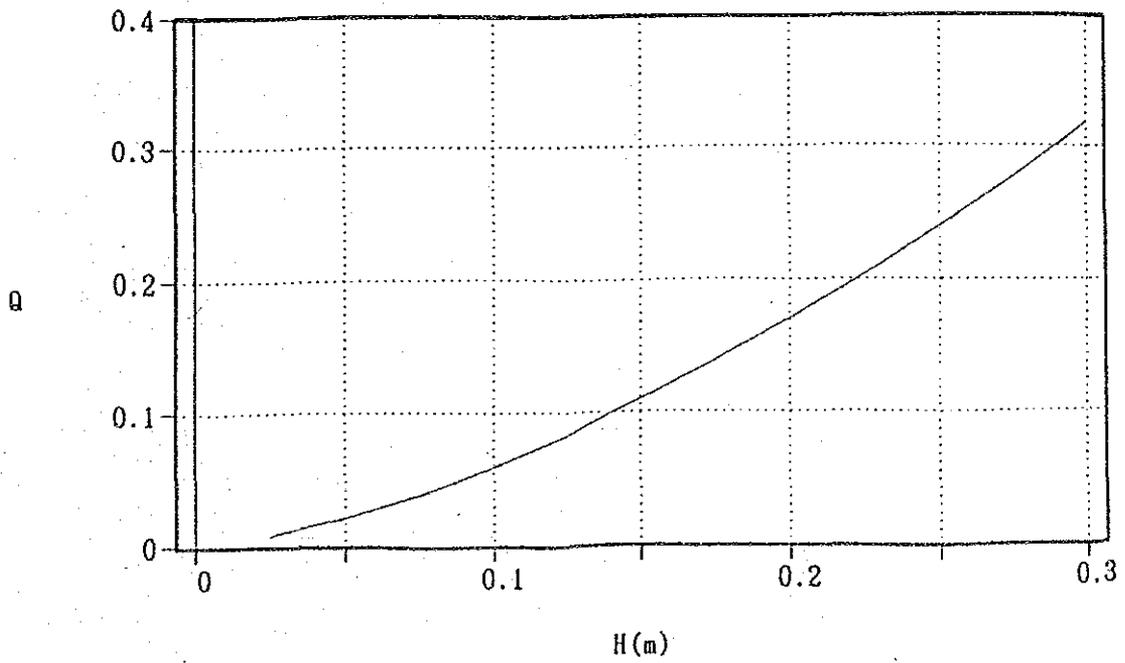


fig.1-6  
B=1.0 / D=0.45



HQ-CURVE

fig.1-7  
B=1.0 / D=0.50



水田 面積 ha	間断灌水の場合(灌水深60mm)					掛流しの場合			
	灌水所要時間 (hr)					減水深(mm/day)			
	1	3	6	12	24	10	20	30	50 Q=(L/SBC)
0.1	16.67	5.56	2.78	1.39	0.69	0.12	0.23	0.35	0.58
0.2	33.33	11.11	5.56	2.78	1.39	0.23	0.46	0.69	1.16
0.3	50.00	16.67	8.33	4.17	2.08	0.35	0.69	1.04	1.74
0.6	66.67	22.22	11.11	5.56	2.78	0.46	0.93	1.39	2.31
0.5	83.33	27.78	13.89	6.94	3.47	0.58	1.16	1.74	2.89
0.6	100.00	33.33	16.67	8.33	4.17	0.69	1.39	2.08	3.47
0.7	116.67	38.89	19.44	9.72	4.86	0.81	1.62	2.43	4.05
0.8	133.33	44.44	22.22	11.11	5.56	0.93	1.85	2.78	4.63
0.9	150.00	50.00	25.00	12.50	6.25	1.04	2.08	3.12	5.21
1.0	166.67	55.56	27.78	13.89	6.94	1.16	2.31	3.47	5.79
1.5	250.00	83.33	41.67	20.83	10.42	1.74	3.47	5.21	3.68
2.0	333.33	111.11	55.56	27.78	13.89	2.31	4.63	6.94	14.57
2.5	416.67	138.89	69.44	34.72	17.36	2.89	5.79	8.68	14.47
3.0	500.00	166.67	83.33	41.67	20.83	3.47	6.94	10.42	17.36
3.5	583.33	194.44	97.22	48.61	24.31	4.05	8.10	12.15	20.25
4.0	666.67	222.22	111.11	55.56	27.78	4.63	9.26	13.89	23.15
4.5	750.00	250.00	125.00	62.50	31.25	5.21	10.42	15.62	26.04
5.0	833.33	277.78	138.89	69.44	34.72	5.79	11.57	17.36	23.94
5.5	916.67	305.56	152.78	76.39	38.19	6.37	12.73	19.10	31.83
6.0	1000.00	333.33	166.67	83.33	41.67	6.94	13.89	20.83	34.72
6.5	1083.33	361.11	180.56	90.28	45.14	7.52	15.05	22.57	37.62
7.0	1166.67	388.89	194.44	97.22	48.61	8.10	16.20	24.31	40.51
7.5	1250.00	416.67	208.33	104.17	52.08	8.68	17.36	26.04	43.40
8.0	1333.33	444.44	222.22	111.11	55.56	9.26	18.52	27.78	46.30
8.5	1416.67	472.22	236.11	118.06	59.03	9.84	19.68	29.51	49.19
9.0	1500.00	500.00	250.00	125.00	62.50	10.42	20.83	31.25	52.08
9.5	1583.33	527.78	263.89	131.94	65.97	11.00	21.99	32.99	54.98
10.0	1666.67	555.56	277.78	138.89	69.44	11.57	23.15	34.72	57.87
11.0	1833.33	611.11	305.56	152.78	76.39	12.73	25.46	38.19	63.66
12.0	2000.00	666.67	333.33	166.67	83.33	13.89	27.78	41.67	69.44
13.0	2166.67	722.22	361.11	180.56	90.28	15.05	30.09	45.14	75.23
14.0	2333.33	777.78	388.89	194.44	97.22	16.20	32.41	48.61	81.02
15.0	2500.00	833.33	416.67	208.33	104.17	17.36	34.72	52.08	86.81
16.0	2666.67	888.89	444.44	222.22	111.11	18.52	37.04	55.56	92.59
17.0	2833.33	944.44	472.22	236.11	118.06	19.68	39.35	59.03	93.38
18.0	3000.00	1000.00	500.00	250.00	125.00	20.83	41.67	62.50	104.17
19.0	3166.67	1055.56	527.78	263.89	131.94	21.99	43.98	65.97	102.95
20.0	3333.33	1111.11	555.56	277.78	138.89	23.15	46.30	69.44	115.74
21.0	3500.00	1166.67	583.33	291.67	145.83	24.31	48.61	72.92	124.53
22.0	3666.67	1222.22	611.11	305.56	152.78	25.46	50.93	76.39	127.31
23.0	3833.33	1277.78	638.89	319.44	159.72	26.62	53.24	79.86	133.10
24.0	4000.00	1333.33	666.67	333.33	166.67	27.78	55.56	83.33	133.89
25.0	4166.66	1388.89	694.44	347.22	173.61	28.94	57.87	86.81	144.68
26.0	4333.33	1444.44	722.22	361.11	180.56	30.09	60.19	90.28	150.46
27.0	4500.00	1500.00	750.00	375.00	187.50	31.25	62.50	93.75	156.25
28.0	4666.66	1555.55	777.78	388.89	194.44	32.41	64.81	97.22	162.04
29.0	4833.33	1611.11	805.56	402.78	201.39	33.56	67.13	100.69	167.82
30.0	5000.00	1666.67	833.33	416.67	208.33	34.72	69.44	104.17	173.61
31.0	5166.66	1722.22	861.11	430.56	215.28	35.88	71.76	107.64	172.40
32.0	5333.33	1777.78	888.89	444.44	222.22	37.04	74.07	111.11	185.19
33.0	5500.00	1833.33	916.67	458.33	229.17	38.19	76.39	114.58	190.97
34.0	5666.66	1888.89	944.44	472.22	236.11	39.35	78.70	118.06	193.76
35.0	5833.33	1944.44	972.22	486.11	243.06	40.51	81.02	121.53	202.55
36.0	6000.00	2000.00	1000.00	500.00	250.00	41.67	83.33	125.00	203.33
37.0	6166.66	2055.55	1027.78	513.89	256.94	42.82	85.65	128.47	214.12
38.0	6333.33	2111.11	1055.56	527.78	263.89	43.98	87.96	131.94	219.91
39.0	6500.00	2166.67	1083.33	541.67	270.83	45.14	90.28	135.42	225.62
40.0	6666.66	2222.22	1111.11	555.56	277.78	46.30	92.59	138.89	231.48

## 6. 配水の管理

水路内にとり入れられた水が圃場に達するまでに配水の管理を行う。配水の管理を確実に、しかも効果的に行うには施設を通じての水の供給の安定をはかることが必要であり、また用水を公平に分配するためには配水の順序を時間を定めて秩序正しく引水することが大切である。また、農家個人の水田へのかんがいは、どの水田へどのような順序で配水するかについて、厳格なとり決めが必要である。

## 7. 湛水深の管理

生育時期別に必要な湛水深を保つような水管理を実施するには、田面の均平状態が良好でないと一区画内で湛水深は相当の幅ができ不可能である。このためには均平を入念に行うことがまず必要である。大区画を1枚として湛水できない場合には仮畦畔によって小区画に区分し、管理する方法をとらなければならない。また、湛水深の維持は落水口を適当な高さに設定して行う。

## 8. 施設の維持管理

施設の良否はせっかく取り入れられた水が効果的に利用されるか、あるいは無駄の多いものになってしまうかを決定することになるので、その維持管理は重要な問題である。

施設の長期維持のためには適切な管理計画に基づき、施設の更新・改良を適時・適正に行うと共に施設の経済的維持の責任体制を明確にしておかなければならない。

## 9. 降雨の有効利用

かんがい期間中の降雨量のうち「落水口などから表面流去せず、圃場内に貯留された水量」を有効雨量と定義している。

有効雨量率は降雨前の湛水深と落水口の高さによって異なる。したがって降雨の有効化率を高めるには田面上に貯留可能空間がより多く生じるかんがい法が有利となる。

Fig-7, Table-6は減水深15mmの水田に4日間断で60mm分給水し、落水敷高を60mmとした場合の貯水可能空間である。

また降雨量による配水の補正はTable-8の通りである。

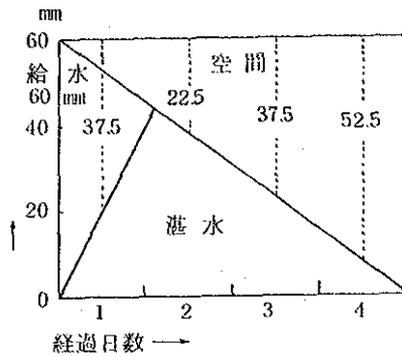
表-6 貯水可能空間

取水後 日数	平均空間 (mm)	有効空間 (mm)
1	37.5	30
2	22.5	18
3	37.5	30
4	52.5	42
平均	37.5	30

表-8 降雨補正ルール例  
(修正配水量の基本配水量に対する比)

降雨量/経過日	1	2	3	4
0~10mm 未	1	1	1	1
10~20 "	3/4	3/4	3/4	3/4
20~30 "	1/2	3/4	1/2	1/2
30~40 "	1/2	3/4	1/2	1/4
40mm 以上	1/2	3/4	1/2	1/4

Fig-7



#### 10. 無効放流（表面流去量）

圃場から排水路への表面流去は末端圃場レベルでの用水消費の中で最も浪費の高いものである。

この主な原因は畦畔からの漏水・降雨の未利用，過剰取水などによるものである。以下はその対策である。

- a. 畦塗りをを行う。
- b. 必要水量を適切に配水する。
- c. 降雨補正を行い，修正配水を行う。
- d. 取水施設を改良する。

#### 11. 水田の 水方法の選択

用水が豊富な地域では連続かんがい法，用水が不足勝ちな地域では間断かんがい（輪番かんがい）法が一般的である。

輪番かんがいは，降雨の有効利用率が高く配水管理損失を少なくすることができ，用水節約的かんがい方法である。

この方法は地域を数ブロックに区分し，各ブロックを順番にそれぞれ必要な水量を水し，循環する方法である。

#### 12. 水管理組織

水管理組織は取水施設から末端圃場施設に至る各段階に応じて責任と管理機能を分担する方式が必要である。

取水施設及び分水施設等重要施設は責任体制を強化するため直轄管理とし，水管理・施設操作技術に習熟した技術者による管理を，また末端圃場施設は農民レベルの水利組合による管理を行うのが理想的である。

また，組織を円滑に動かすには施設の適正な運用操作・配水・その他管理について，規範及び制度が必要である。

### 13. 年間水管理スケジュール

用水の合理的な配水を行うには、かんがいスケジュールによる適正な管理・運営がなされなければならない。

かんがいスケジュールは、

- ① 無降雨を前提とした場合における需要水量を定めた配水基準。(基本ルール)
- ② 降雨があった場合にその有効利用の観点から給水量削減の基準。(補正ルール)
- ③ 供給水量が不足する非常事態において、その程度に応じて平等に供給を削減する方等(節水ルール)

の3種類のルール作成とする。

(補正ルール)

「降雨の有効利用」を参照。

(節水ルール)

間断かんがい法の場合は間断日数を延長するか、1回の給水量を減少する。常時水かんがい法の場合は、節水期間に限って間断かんがいをする。

### 14. 用水量の決定

#### (1) 平常用水量

かんがい期間の用水量は次式で求める。

$$Q_s = d \cdot a / 8640 \cdot 24 / T \cdot 1 / E$$

ここに

$Q_s$  : かんがい期間の用水量 ( $m^3/s$ )

$d$  : 期別減水深 ( $mm/day$ )

$A$  : 対象水田面積

$T$  : かんがい時間

$E$  : かんがい効率(コンクリート水路 0.85)

#### (2) 代かき用水量

代かき用水量は次式で求める。ピークは代かき期最終日に発生するのが普通である。その変化状況を知るためには日計算を行う。

$$Q = D + d(n-1) / 8640 \cdot A / N \cdot 24 / T \cdot 1 / E$$

ここに

$Q$  : 代かき  $n$  日目の用水量 ( $m^3/s$ )

$D$  : 代かき水深 ( $mm/day$ )

$d$  : 養成の減水深 ( $mm/day$ )

$A$  : 対象水田面積 ( $ha$ )

- N : 代かき日数(日)  
 n : 代かき開始日よりの日数(日)  
 T : かんがい時間  
 E : かんがい効率(コンクリート水路 0.85)

(8) 苗代用水量

苗代用水量は次式で求める。平常用水量は、なわしろ面積を本田の1/20とする。  
 苗代かき用水量は本田に準ずる。

$$S_m = 1.5 d \cdot A \cdot 24 / T \cdot 1 / E$$

ここに

- S<sub>m</sub> : 苗代期間の平常用水量 (m<sup>3</sup>/s)  
 1.5 : 畦畔浸透の増加件数  
 d : 期間平均減水深 (cm/day)  
 A : 本田面積  
 T : かんがい時間  
 E : かんがい効率(コンクリート水路 0.85)

全期間用水量

以上を総合し、

- (1) 苗代の代かき用水量
- (2) 苗代平常用水量
- (3) 本田代かき用水量
- (4) 本田平常用水量

を全期間を通じて合計すれば、地区の1かんがい期間の総用水量を求めることができる。

IV. D/F 内に設置した気象観測の記録をもとに整理したデータは以下の通りである。

Table 1 Daily Average of 10 Days Period Reading of  $\left(\frac{\text{Water Temperature}}{\text{ATM Temperature}}\right)$  Ratio

(1987.12 - 1988.3)

Period Hour	12.1 ~ 12.5	12.6 ~ 12.15	12.16 ~ 12.25	12.26 ~ 1.4	1.5 ~ 1.14	1.15 ~ 1.24	1.25 ~ 2.3	2.4 ~ 2.13	2.14 ~ 2.23	2.24 ~ 3.4	3.5 ~ 3.14	Average
9.00	1.03	1.15	1.08	1.06	1.04	1.02	0.98	0.96	0.98	0.98	0.97	1.02
15.00	1.16	1.25	1.22	1.22	1.11	1.13	1.07	1.02	1.05	1.06	1.00	1.11
Average	1.10	1.20	1.15	1.14	1.08	1.08	1.03	0.99	1.02	1.02	0.99	1.07

Table 2 Daily Average of 10 Days Period Reading or  $\left(\frac{\text{Soil Temperature } ^\circ\text{C}}{\text{ATM Temperature } ^\circ\text{C}}\right)$  Ratio

(1987.12 - 1988.3)

Hour	Period	12.1	12.6	12.16	12.26	1.5	1.15	1.25	2.4	2.14	2.24	3.5	Average
Depth		~ 12.5	~ 12.15	~ 12.25	~ 1.4	~ 1.14	~ 1.24	~ 2.3	~ 2.13	~ 2.23	~ 3.4	~ 3.14	
9.00	10 cm	1.02	1.10	1.00	1.01	1.01	1.00	0.98	0.96	0.98	0.97	0.98	1.00
	20 cm	1.02	1.10	1.02	1.03	1.04	1.02	1.00	1.02	1.02	0.99	1.00	1.02
	30 cm	1.02	1.11	1.04	1.06	1.05	1.06	1.02	1.04	1.03	0.90	1.01	1.04
	Average	1.02	1.10	1.02	1.03	1.03	1.02	1.00	1.01	1.01	0.98	1.00	1.02
15.00	10 cm	1.05	1.11	1.11	1.00	1.02	1.07	0.97	0.89	0.97	0.99	0.96	1.02
	20 cm	1.01	1.11	1.03	1.00	0.97	0.98	0.03	0.86	0.93	0.94	0.96	0.97
	30 cm	1.04	1.09	1.01	1.00	0.96	0.96	0.93	0.87	0.93	0.94	0.96	0.97
	Average	1.03	1.10	1.05	1.03	0.98	0.99	0.94	0.87	0.94	0.96	0.96	0.99
$\frac{9+15}{2}$	10 cm	1.04	1.11	1.06	1.05	1.02	1.02	0.98	0.93	0.98	0.98	0.97	1.01
	20 cm	1.02	1.11	1.03	1.02	1.01	1.00	0.97	0.94	0.98	0.97	0.98	1.00
	30 cm	1.03	1.10	1.03	1.03	1.01	1.01	0.94	0.96	0.98	0.97	0.99	1.01
	Average	1.03	1.10	1.04	1.03	1.01	1.01	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	1.01

Table 3 Daily Average or 10 Day Period Reading of  $\left(\frac{\text{Soil Temperature } ^\circ\text{C}}{\text{Water Temperature } ^\circ\text{C}}\right)$  Ratio

(1987.12 - 1988.3)

Hour	Period		12.6	12.26	12.26	12.26	1.5	1.15	1.25	2.4	2.14	2.24	3.5	Average
	12.1	Depth												
9.00	12.5	~ 12.15	0.96	0.93	0.95	0.98	0.97	0.99	1.01	1.01	0.99	0.99	0.99	0.93
		10 cm												
		20 cm	0.99	0.94	0.97	1.00	1.00	1.01	1.01	1.06	1.04	1.01	1.03	1.00
		30 cm	0.99	0.07	1.00	1.02	1.02	1.04	1.04	1.09	1.05	1.01	1.03	1.02
	Average	0.99	0.95	0.97	1.00	1.00	1.01	1.01	1.05	1.03	1.00	1.02	1.00	
15.00	0.9	0.89	0.91	0.88	0.92	0.92	0.91	0.91	0.88	0.92	0.94	0.96	0.96	0.91
		10 cm												
	0.87	0.89	0.84	0.82	0.87	0.87	0.86	0.87	0.85	0.88	0.89	0.96	0.96	0.79
	1.00	0.87	0.83	0.81	0.87	0.87	0.85	0.87	0.86	0.89	0.87	0.96	0.96	0.86
	Average	0.92	0.86	0.84	0.89	0.87	0.87	0.88	0.86	0.90	0.91	0.96	0.86	
$\frac{9+15}{2}$	0.95	0.93	0.92	0.92	0.92	0.95	0.94	0.95	0.95	0.97	0.97	0.98	0.95	0.95
		10 cm												
	0.93	0.92	0.89	0.90	0.90	0.94	0.93	0.94	0.96	0.96	0.95	1.00	0.90	
	1.00	0.92	0.90	0.91	0.95	0.95	0.94	0.96	0.98	0.97	0.95	1.00	0.95	
	Average	0.96	0.92	0.90	0.91	0.95	0.94	0.95	0.96	0.97	0.96	0.99	0.93	

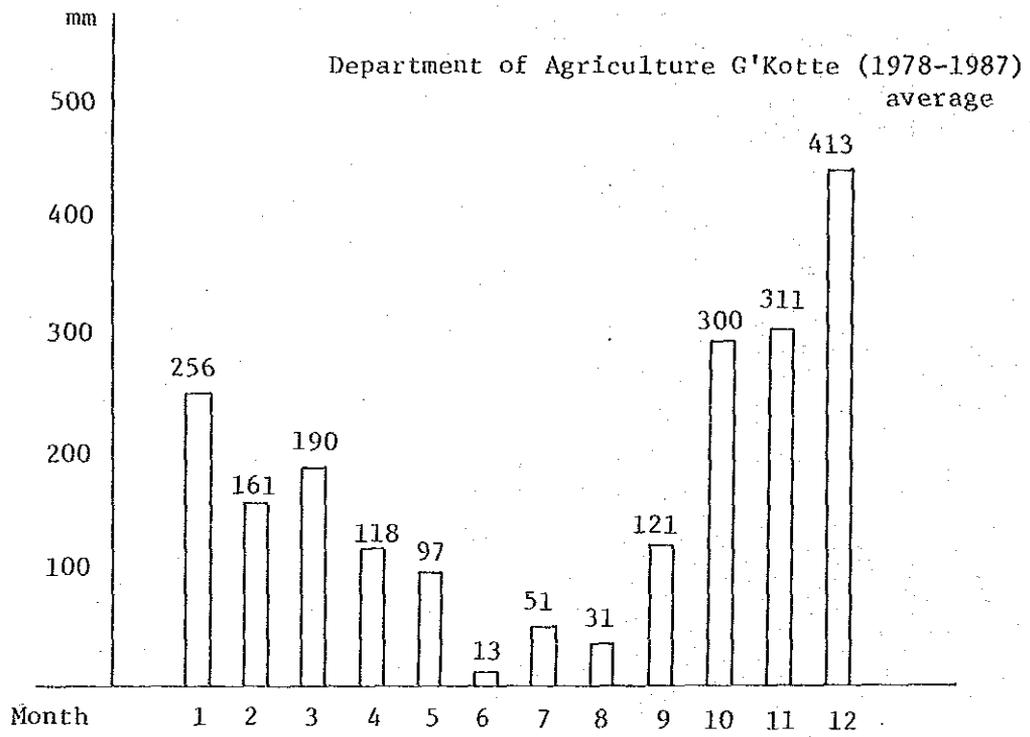
Table Comparison of Transpiration & Evaporation from Free/Water Surface with Pan Evaporation

Month 10 days Item	12			1			2			3		Total
	1st 10 days	2nd 10 days	Last 10 days	1st 10 days	2nd 10 days	Last 10 days	1st 10 days	2nd 10 days	Last 10 days	1st 10 days	2nd 10 days	
<u>Transpiration Pan Evaporation</u>	0.10	0.16	0.20	0.67	0.78	0.76	0.75	0.75	0.82	0.92	-	0.54
<u>Evaporation from water surface Pan Evaporation</u>	0.84	0.76	0.70	0.56	0.44	0.41	0.37	0.32	0.24	0.17	-	0.48
Total	0.84	0.92	0.90	1.23	1.22	1.17	1.12	1.07	1.06	1.09	-	1.07

Table - 6 Transpiration Rate

Item	5 days of taking root		10 days after taking root		11 ~ 20		21 ~ 30		31 ~ 40		41 ~ 50		51 ~ 60		61 ~ 70		71 ~ 80		81 ~ 90		91 ~ 100		105 days	
	12.1 ~ 12.5	12.6 ~ 12.15	12.16 ~ 12.25	12.26 ~ 1.4	1.5 ~ 1.14	1.15 ~ 1.24	1.25 ~ 2.3	2.4 ~ 2.13	2.15 ~ 2.23	2.24 ~ 3.4	2.15 ~ 2.23	2.24 ~ 3.4	2.15 ~ 2.23	2.24 ~ 3.4	2.15 ~ 2.23	2.24 ~ 3.4	2.15 ~ 2.23	2.24 ~ 3.4	2.15 ~ 2.23	2.24 ~ 3.4	2.15 ~ 2.23	2.24 ~ 3.4	2.15 ~ 2.23	2.24 ~ 3.4
Growth Stage			Commence- ment of	Tiller	Most Active Tiller- ing	Young- ear forma- tion	Booting	Blooming & Heading	Milk- Ripe	Yellow- Ripe														
Quantity of Transpiration (tn) (mm)	3	5	7.5	20.0	32.5	37.5	42.5	45.0	50.0	55.0														353
Quantity of transp. of each stage (tn)	0.008	0.014	0.021	0.057	0.092	0.107	0.120	0.127	0.142	0.156														1.000
Total quantity of transpiration (T)																								
Quantity of Evaporation (en) (mm)	20.0	37.0	35.0	32.5	25.0	20.0	20.0	17.5	15.0	12.50														244.5
Quantity of evap. of each stage (en)	0.082	0.151	0.143	0.133	0.102	0.082	0.082	0.072	0.061	0.051														1.000
Total quantity of evaporation (E)																								
Transpiration Rate (in) tn/T x 100 en/E	9.8	9.3	14.7	42.9	90.2	130.5	146.3	176.4	232.8	305.9														1539.3
Transpiration Quantity Pan Evaporation	0.1	0.1	0.16	0.20	0.67	0.78	0.73	0.75	0.75	1.10														0.62

RAINFALL



水 管 理 報 告

(Ⅲ)

土 井 康 弘

1989年12月11日 - 1990年2月18日



## I. 水管理部門の活動内容

マハベリプロジェクトにおける水管理部門は、稲の生育過程における水収支の測定、特に水不足が深刻となるヤラ期（乾期）に必要な水量を適切な時期に供給すること、またヤラ期の野菜（ビッグオニオン）に対する灌漑方法の確立、以上2つの課題を基に、今西専門家（1985年8月1日－1987年7月31日）、奥田専門家（1987年7月21日－1989年7月20日）の2名が水管理専門家として派遣された。

専門家とカウンターパートによって灌漑方法確立のために行なわれた実験・調査は以下の通り。

1. M E A (Mahaweli Economic Agency) と農民によって、これまで行なわれてきた水管理システムの調査。
2. 蒸発散量、浸透損失、表面流出、水路中運搬損失、代かき用水量、減水深、有効雨量といった基礎的調査、および灌漑方法、耕作期間の違いによって起こる用水量と収穫高の関係。
3. ヤラ期のビッグオニオン灌漑用水量、間断日数等の調査。

以上行なわれた実験、調査の成果をまとめ、水管理マニュアルを作成するため、小生が1989年12月11日から1990年2月18日まで派遣された。

## II. 水管理マニュアル

水管理マニュアル作成に着手し、まず最初になければならないマニュアルの骨組であるが、日本国内では特に“水管理”と銘打った教科書的なものが無いため、筑波国際農業研修センター発行の“*Irrigation Water Management*” また、1984年に日本工営がマハベリに残した“*Operation and Maintenance Manual on Pilot Demonstration Farm in System“C” of the Accelerated MAHAWELI Project*”、及び前専門家の奥田国宏氏等の意見を参考に決定した。

尚、前述の実験、調査の内、野菜（ビッグオニオン）についてはややデータ不足だったため、他専門家の意見等も考慮して、稲作の水管理マニュアルのみとした。

以下に目次を記す。

### 第1章 水管理の意味

- 1.1 マニュアルのねらい
- 1.2 マニュアルの目的
- 1.3 水管理の定義
- 1.4 水管理の目標

## 第2章 資料収集

### 2.1 気候

#### 2.1.1 降雨

#### 2.1.2 蒸発

#### 2.1.3 気温

### 2.2 作物要水量

### 2.3 用水量

#### 2.3.1 蒸発散

#### 2.3.2 浸透量

#### 2.3.3 減水深

## 第3章 灌漑計画

### 3.1 用水量の見積り

#### 3.1.1 単位用水量

#### 3.1.2 純用水量

#### 3.1.3 粗用水量

#### 3.1.4 計画用水量

### 3.2 季別用水量

#### 3.2.1 基本ルール

#### 3.2.2 補正ルール

#### 3.2.3 節水ルール

### 3.3 各取水口での用水量

### 3.4 ゲートでの用水量

## 第4章 灌漑の実行

### 4.1 田植と直播

### 4.2 用水系における水管理

#### 4.2.1 連続灌漑

#### 4.2.2 間断灌漑

#### 4.2.3 注文灌漑

### 4.3 中干しと用水量

### 4.4 水田の均平

### 4.5 浸透抑制法

#### 4.6 用水と土壌の温度

### 第5章 管理組織

#### 5.1 概要

#### 5.2 管理組織

#### 5.3 農民組織

### 第6章 計算例

#### 6.1 灌漑計画

#### 6.2 灌漑の実行

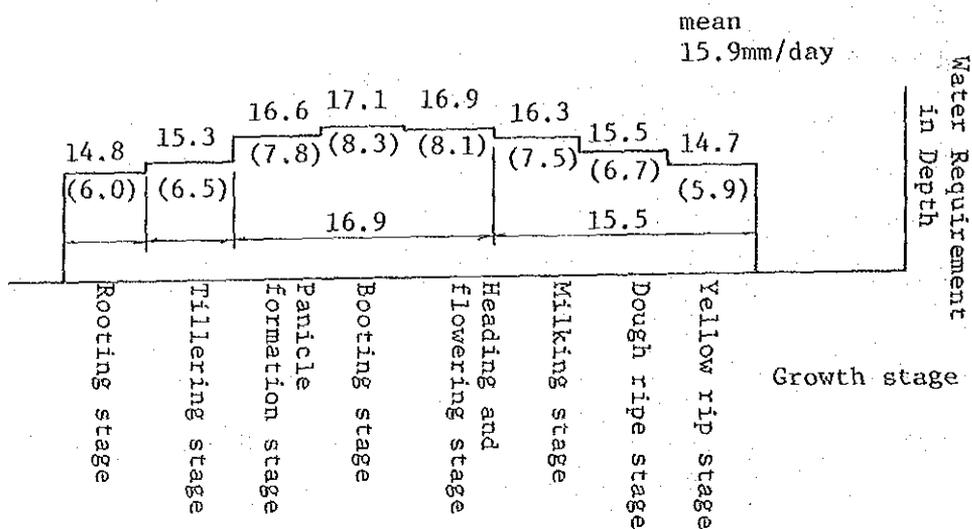
### Ⅲ. 本文中の要点

全構成6章のうち、第3章が本マニュアルの核となる部分で、計画用水量を求めるための手順がかかっている。(図1参照)またこの章の中に前専門家の方々が収集された貴重な資料が含まれている。

1. ヤラ期(乾期), マハ期(雨期)別の代かき用水量測定結果。

2. ヤラ期(乾期), マハ期(雨期)別の減水深。

Water Requirement in Depth in each growth stage (mm/day)  
'89 Yala season



Water Requirement in Depth in each growth stage (mm/day)  
'88-'89 Maha season

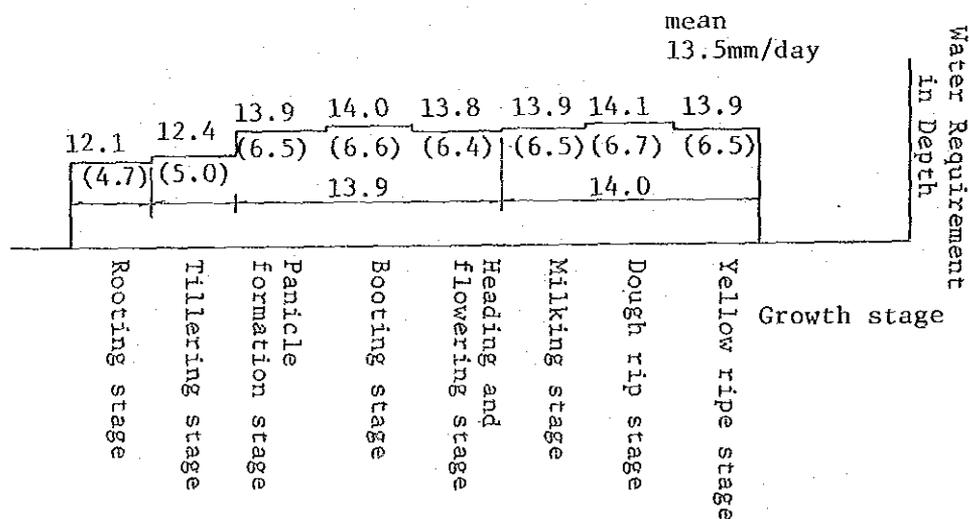


Fig. 3.2

\* In parentheses show evapo-transpiration at each growth stage.

### 3. 送水路中の損失量

Table 3.3

Area	Canal Type	Canal Distance(L)	Inflow Water Discharge(m/s)	Runoff Water Discharge(m/s)	Conveyance Loss(%/Km)
D-1 Canal Unit 1	Main canal (concrete)	1.3	2,301	2,258	1.4
	Main canal (concrere)	1.3	2,516	2,427	2.7
	Main canal (concrete)	1.3	2,198	2,145	1.9

この第3章中マハ期(雨期)の用水量算定の一部として過去マハベリ地区に実際あった降雨データを使用して有効雨量の算出例を示している。(表1参照)

スリランカ国は雨期・乾期の2シーズンでありそれぞれのシーズンで1回ずつ米を収穫するのがこの地区の一般的状況ということで、これに対応するため乾期………基本ルール、雨期………補正ルール(雨量考慮)に分割した。

第6章の計算例でこの3章に記したデータを使用して、実際に必要水量を計算した。

(図2, 3, 表2, 3参照)

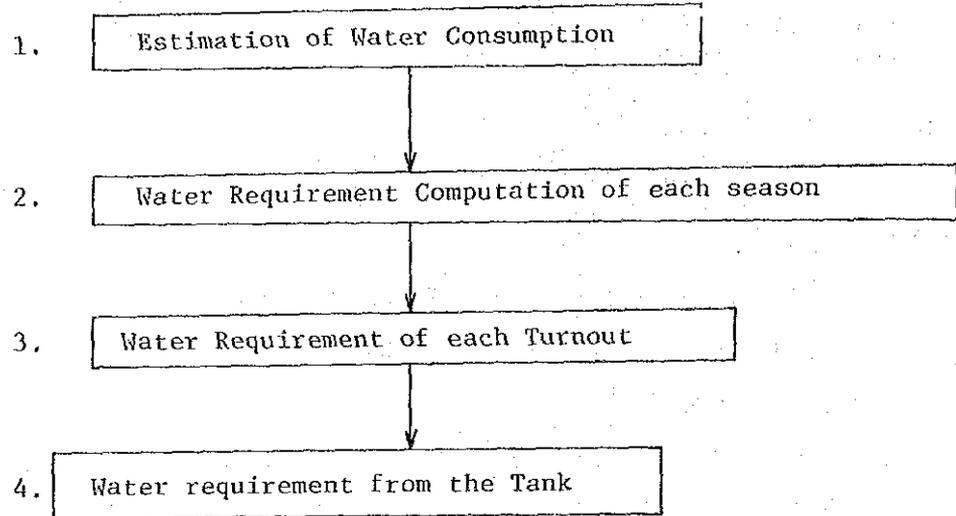
### 4. 反省点及び今後の展望

マニュアル作成のための派遣期間が2ヶ月1週間ではあったが、印刷の都合もあり、1月中旬に仕上げるということで時間の無かったこともあり、田越し灌漑や上流水田から出る水の再利用等今まで言及できなかったのは少々心残りではある。しかし、このプロジェクトには優秀な水管理カウンターパートが残っており、彼らの活躍と農民のやる気に期待したい。

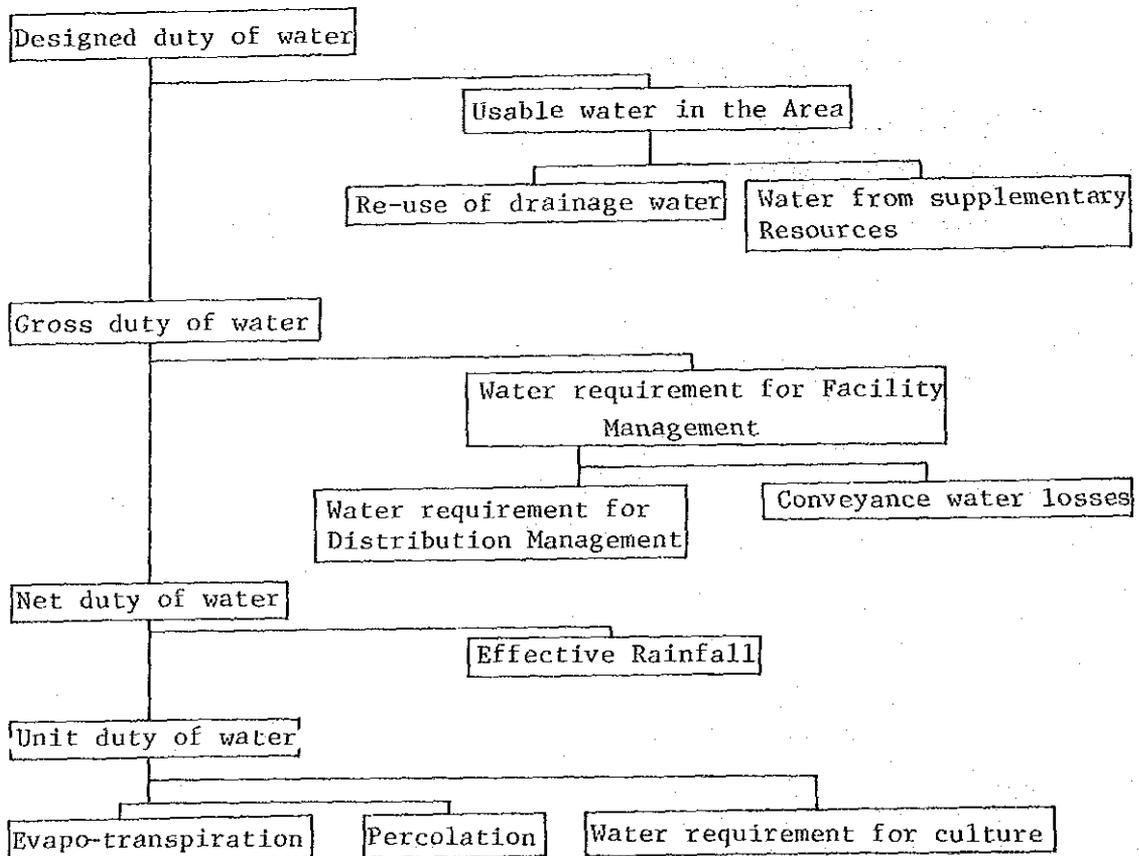
### CHAPTER III Irrigation Planning

#### Procedures

Irrigation planning should be stepped by the following chart.



#### 3.1 Estimation of Water Consumption



( 1 )

Example

Following is the rainfall data for Dec. '86 and Jan. '87.

Average effective rainfall for every five days are calculated on this basis.

Table 3.2

Date	Daily Rainfall	Computation	Effective Rainfall
Dec. 21 '86	57.0mm		mm
22	9.0	(50.0+9.0+23.0) x 0.9	
24	0		
25	23.0	x 0.9	73.8
26	9.0		
27	3.5	(9.0+50.0+29.5+49.0)	
28	56.0		
29	29.5	x 0.9	123.8
30	3.0		
31	49.0		
Jan. 1 '87	0		
2	0		
3	0	-	0
4	0		
5	0		
6	0		
7	0	(40.0+36.0)	
8	40.0		
9	0	x 0.9	68.4
10	36.0		
11	0.5		
12	20.0	(20.0+44.0)	
13	2.0		
14	44.0	x 0.9	57.6
15	0		
16	0		
17	0	28.5 x 0.9	25.7
18	28.5		
19	0.5		
20	0.5		
21	0		
22	0	9.0 x 0.9	8.1
23	0		
24	1.5		
25	9.0		
26	28.0		
27	1.5	(28.0+31.0+6.0) x 0.9	58.5
28	31.0		
29	6.0		
30	0		

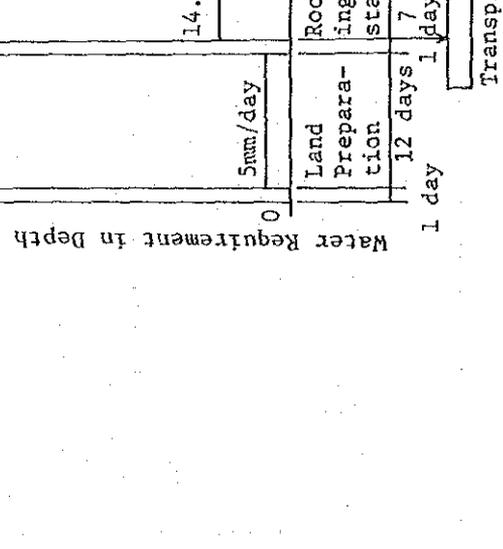
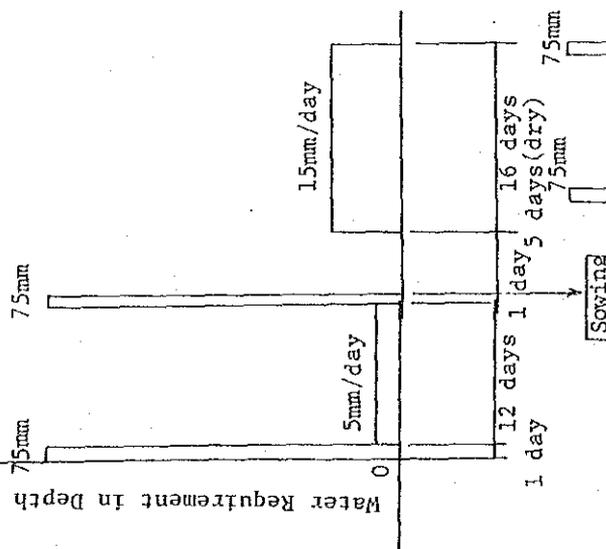
(表-1)

Example of 1 season Water Requirement: Yala season

(Transplanting Method)

Nursery bed a = 75mm m<sup>2</sup> Paddy field A = 1500 m<sup>2</sup>

12 days 1 day 5 days (dry) 16 days 75mm



Land Preparation 12 days 1 day  
 Rooting stage 7 days  
 Tillering stage 35 days  
 Panicle formation, Booting, Heading and flowering stages 35 days  
 Milking, Dough ripe, Yellow ripe stages 21 days  
 Harvest

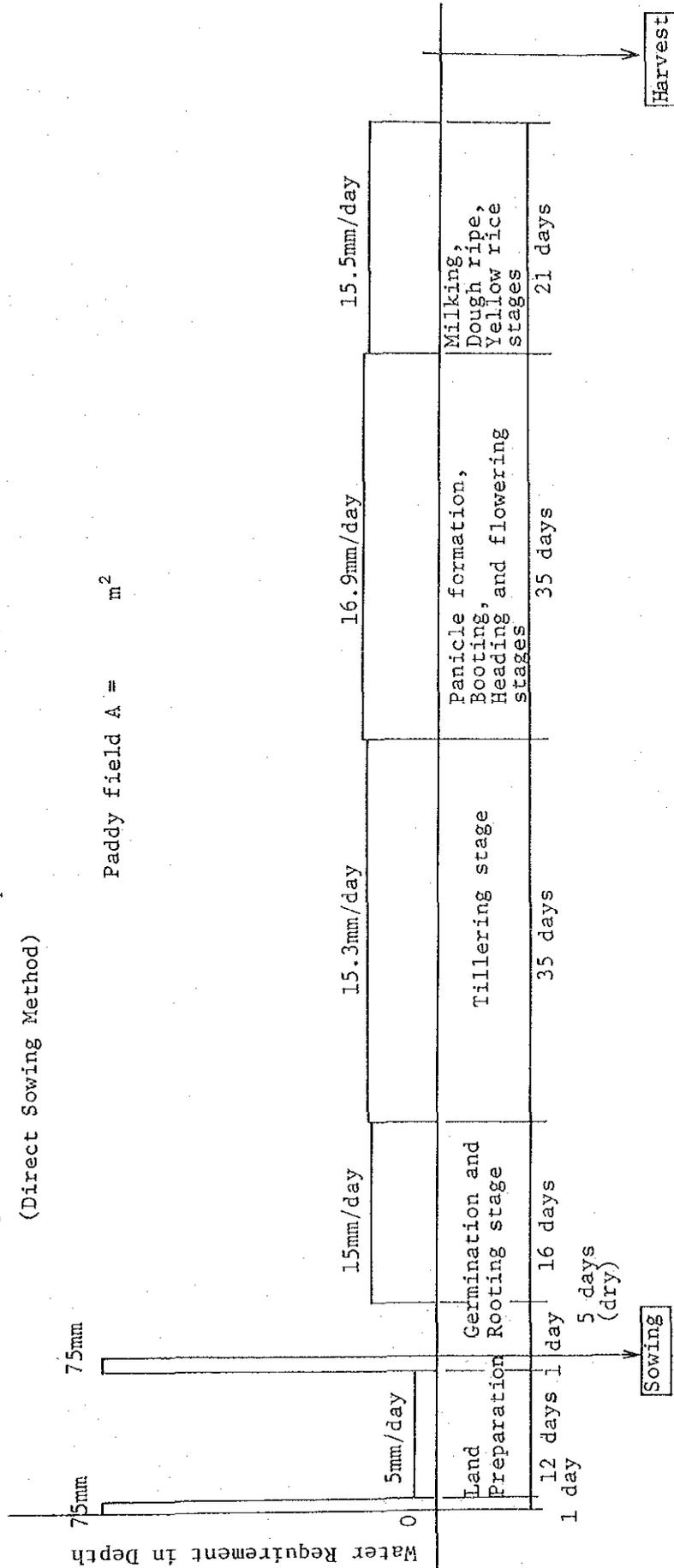
\* Period of each stage changes depend on rice variety.

Transplanting

( 2 )

Example of 1 season Water Requirement: Yala season  
(Direct Sowing Method)

Paddy field A = m<sup>2</sup>



( 3 )

Table 6.1 Water Requirement calculation : Yala season  
(Transplanting method)

	Nursery bed a = m <sup>2</sup>	Paddy field A = m <sup>2</sup>	Water Requirement
Nursery bed preparation (Land soaking)	75mm x 1 day		75mm
Nursery bed preparation	5mm/day x 12 days		60mm
Nursery bed preparation (Puddling and Leveling)	75mm x 1 day		75mm
Water Requirement in Nursery bed	15mm/day x 16 days		240mm
sub-total			450mm
Land preparation (Land soaking)		75mm x 1 day	75mm
Land preparation		5mm/day x 12 days	60mm
Land preparation (Puddling and Leveling)		75mm x 1 day	75mm
Rooting stage		14.8mm/day x 7 days	103.6mm
Tillering stage		15.3mm/day x 35 days	535.5mm
Panicle formation, Booting Heading and flowering stages		16.9mm/day x 35 days	591.5mm
Milking, Dough ripe, Yellow ripe stages		15.5mm/day x 21 days	325.5mm
sub-total			1,766.1mm

Table 6.2 Water Requirement calculation : Yala season  
(Direct sowing method)

	Paddy field A = m <sup>2</sup>	Water Requirement
Land preparation (Land Soaking)	75mm x 1 day	75mm
Land preparation	5mm/day x 12 days	60mm
Land preparation (Puddling and Leveling)	75mm x 1 day	75mm
Germination and Rooting stage	15mm/day x 16 days	240mm
Tillering stage	15.3mm/day x 35 days	535.5mm
Panicle formation, Booting Heading and flowering stages	16.9mm/day x 35 days	591.5mm
Milking, Dough ripe, Yellow ripe stages	15.5mm/day x 21 days	325.5mm
Total		1,902.5mm

(表-2)

Table 6.3 Water Requirement calculation : Maha season  
(Transplanting method)

	Nursery bed a = m <sup>2</sup>	Paddy field A = m <sup>2</sup>	Requirement
Nursery bed preparation (Land soaking)	75mm x 1 day		75mm
Nursery bed preparation	5mm/day x 12 days		60mm
Nursery bed preparation (Puddling and Leveling)	75mm x 1 day		75mm
Water Requirement in Nursery bed	12mm/day x 16 days		192mm
sub-total			402mm
Land preparation (Land soaking)		75mm x 1 day	75mm
Land preparation		5mm/day x 12 days	60mm
Land preparation (Puddling and Leveling)		75mm x 1 day	75mm
Rooting stage		12.1mm/day x 7 days	84.7mm
Tillering stage		12.4mm/day x 35 days	434.0mm
Panicle formation, Booting Heading and flowering stages		13.9mm/day x 35 days	486.5mm
Milking, Dough ripe, Yellow ripe stages		14.0mm/day x 21 days	294.0mm
sub-total			1,509.2mm

Table .4 Water Requirement calculation :  
(Direct sowing method)

	Paddy field A = m <sup>2</sup>	Water Requirement
Land preparation (Land soaking)	75mm x 1 day	75mm
Land preparation	5mm/day x 12 days	60mm
Land preparation (Puddling and Leveling)	75mm x 1 day	75mm
Germination and Rooting stage	12mm/day x 16 days	192mm
Tillering stage	12.4mm/day x 35 days	434.0mm
Panicle formation, Booting Heading and flowering stages	13.9mm/day x 35 days	486.5mm
Milking, Dough ripe, Yellow ripe stages	14.0mm/day x 21 days	294.0mm
Total		1,616.5mm

( 表 - 3 )



ポ ス ト ・ ハ ー ベ ス ト 報 告

坂 本 治 彦

1985年8月1日 - 1990年2月12日



## I. まえがき

ポストハーベスト部門が活動，実施の目標としたものは次のようである。

高品質米の生産技術および生産能力の向上のためライスプラントの建設を指導し，プラントの合理的運営技術について指導助言する。

## II. 活動計画と実施状況

### 1. ライスプラントの建物

60年度モデルインフラ事業で完成したが，プラント機械の増設によりスペースが手狭となったため63年度応急対策費を使って建物の拡張工事を行なった。プラント内に据付けた機械は種子精選装置，精米処理装置，パーボイルドライス製造装置，砕米粉砕機等となっている。Table 1, Fig 1. 参照。

### 2. 種子精選装置の活動

同装置は時間当たり1トンの原料穀を処理する能力を有しており，1986年8月より運転が開始されたが，2年後の1988年から激化した治安悪化と種子農場の運営低下等の原因によりその機能を十分に発揮することが出来なかった。

### 3. パーボイルドライス製造用ハスクボイラー

1988年11～12月に悪化した治安情勢のためボイラー缶水を排水乾燥するひまがなく放置退去したことにより炉筒，煙管にピッチングが発生した。

1989年11月来スしたボイラーの保守管理専門家が修理を行なったが，煙管はその構造上，修理が出来ないため水漏れが生じたとき取換えることとした。

### 4. パーボイルドライスプラント

スリランカの一般品種については高品質な製品を作るのに成功した。

しかし，サンバと呼ばれる糠油の含有量の多い小粒品種については精白機および研米機のスクリーンに糠が附着目づまりを起し，このためシリンダー内部の温度が異常に上昇正常運転が困難であった。このためフリクションタイプの精米機の使用を中止，研削型精米機だけで4回以上反覆運転を行ない完全に玄米装置の糠を削取することでこの問題を解決することができた。

### 5. 高品質ローライスの製造技術の確立

栽培面では適期収穫を行なうことにより立胴割を防止することを明確にした。

プラントの製造工程では，クリーナーと石抜機で異物を排除したあとゴムロールもみすり機で玄米とする。次に砕米率増大回避のため，よこ型研削式の精米機を使っているが，軟質米の場合は2段ある工程を1段だけに留め砕米率の減少をはかっている。整粒と砕米の分離はロータリーシフターによって行なわれていたが，この場合製品中に砕米が多く含

まれていたので、1989年11月グレーダーを据付け完全粒と碎米との混合割合を調整可能とした。

#### 6. 高品質パーボイルドライスの生産条件

スリランカ人の嗜好に適った品種及び製法、販売価格に見合った生産費等の究明を行なってきた。高品質パーボイルドライスを生産する上で最も重要なことは“原料籾が新鮮であること”ということが理解された。

#### 7. 軟質ローライスに適した精米方法の確立

5に記した。

#### 8. 軟質ローライスの乾燥方法と胴割米の発生

天日乾燥に比べ日陰乾燥は胴割発生率を著しく抑制することが判った。

農家段階で胴割米の増加を抑えるには、この日陰乾燥方法の適用の他、収穫を適期に実施するよう指導することが重要である。

スリランカの品種では籾含水量が22~23%の時収穫するのが一番整粒歩合を高めるのに効果があった。収穫適期を知るための出穂後日数は品種により差異が多かった。

Fig 2, 3, 4 参照。

#### 9. 農家段階および機械化営農により生産される異物混入状況

コンバインやリーパーと脱穀機を組合わせて収穫脱穀調整を行なった場合、ほとんど小石やゴミ等の異物混入は見られないが、農家の在来踏圧脱穀(カマタ)方式で調整された原料籾には多量の小石、土塊、その他異物が混入されている。

プラントで受入れた原料籾の中には小石とゴミだけで11.6%という数字が記録されている。Table 2. 参照。このカマタ方式を脱穀機方式に切り換える迄、これら多量の異物混入は避けられないものと考えられる。

#### 10. プラントにおけるパーボイルドライスとローライスの生産費

年間800トン程度の籾原料の受入れを行なった場合ローライスの生産費(原料代を除く)はローライス1kg当り250ルピー、パーボイルドライスのそれは350ルピーと推定された。Table 3. 参照。

コロomboやキャンデイ市場での小売価格は、当方の製品に匹敵するものはローライスで1300~1500ルピー、パーボイルドライスで1600~2200ルピーとなっており原料籾の供給が順調に行なえれば十分経済的に採算がとれるものと考えられる。

#### 11. パーボイルドライスにおける最適生産条件

通常の品種では、(1)被害粒、死米、未熟米、異種粒、異物の排除、(2)籾の冷水浸漬時のバクテリア発酵防止のための水の取り換え、化学薬品の投入、(3)バクテリア発酵防止のための温湯浸漬処理の適用、(4)蒸煮缶からの取出し時間短縮化による着色化の回避、(5)乾燥

時の胴割率の軽減化（水分30%の籾を20%に荒乾燥したあとテンパリングを5～6時間行ない、次に仕上げ乾燥を行ない14%以下に下げる等）に関する最適と考えられる製造方法を究明した。

12. パーボイルドライスの栄養価調査（委託分析）

スリランカ国内では分析不能。

13. パーボイルドライス製造工程における異臭米の発生

要 因

異臭米の発生原因は冷水浸漬中に生じるバクテリア発酵にあることが判明した。

新鮮な水を頻繁に取り換えること、若しくは、バクテリア発酵抑制剤を投入することで解決した。

通常2日間を要する冷水浸漬では、6時間毎に浸漬水の取り換えを行なった処理区が12時間、18時間、24時間、48時間区に比べ最もバクテリア発酵が少なかった。薬品投入試験ではSodium Chromafe（0.005%対籾原料量）が有効であった。別紙1参照。

14. ローライス、パーボイルドライスの貯蔵試験

試験継続中。

15. 高品質米の市場調査

現在のところ高品質なローカルライスは見当たらない。輸入米は大抵高品質である。輸入されている高品質米はパキスタン、オーストラリア、タイが多く、それらの価格は30～50ルピーとなっている。

流通ルートの調査は継続中。（輸入米はローライスのみ）

16. ライスプラントの運営評価

治安状況、種子農場の経営悪化が原因で円滑な原料籾の供給がとどこおっている。したがって、2～3年前に収穫された古い原料籾を使って試験、演示を間断的に実施さざるを得なかったため現時点での正確な運営評価を行こなうことは難しい。

ただ、スリランカでは珍しい高度な当プロジェクトのプラントによる製造工程の演示は、多数の業者の関心を呼んでいる。今後の国内のライスミル産業への刺激ないしは産業おこしの効果が期待できる。

17. 高品質米生産に関する成果と問題点

高品質米に対する定義はプロジェクトが開始された後もしばらくはつきりしたものが定まらなかったが、ようやく、ローライス（普通米）とパーボイルドライス（加工米）の2つに分けて検討されるべきであるとの結論に達した。

ローライスについては従来パーボイルドライス品種が主流を占めるため、ローライスと

としての高品質なものは奨励品種の中になく、育種試験場からエリートライン(優良系統)を譲ってもらい選抜を行なった。ローライスとしての必要条件は収量、耐病性、食味などもさることながら、米粒の硬度の高いことが一番重要である。したがって、当国に輸入されているパキスタン米やタイ米等の米粒硬度に目標を置いて2-3それらに近いものを選抜してきた。

ローライスが当国で一般的でないのは、食生活の慣習もあるが、搗精時に碎米が異常に多く、整粒歩留まりが極端に低いという経済的損失に陥るところが多い。これは当国の大半の水稻品種が典型的な多収性軟質米品種(High-Yielding Soft Varieties)で占められていることに加え、収穫時期の遅れにより生じる籾の中の胴割れが、碎米の増加と整粒歩留減少の原因となっている。とくに、当地で多く使われている攪拌ロール式のエンゲルバーグ(Engelberg)タイプの精米機を使う場合の歩留低下は著しい。

当プロジェクトでは常に適期収穫を心がけ立胴割れの発生防止につとめるほか、軟質米品種においてもショックの少ないゴムローラーの籾すり機やよこ型研削式の精米機で精粒歩留を上げる努力を行なった。

パーボイルドライスは当国国民の70%以上が常食していると言われており、スリランカ人のこの米の品質によせる関心は高い。

パーボイルドライスの高品質米に対する定義はいろいろあるが、スリランカでは基本的にカレーライスに適した品種であれば良いわけで、粘着性の無い(パーボイルドライスの特徴)、異色粒や小石等の夾雑物の混入の無い、臭いの少ない、のど当り(口当りではない)の良い小粒のものが喜ばれる傾向にある。食味にはあまり関心が向けられていない。

パーボイルドライスとは主としてインド及びその周辺、アフリカ、その他アメリカ、ヨーロッパの一部で生産されている加工米の一種で、世界の米生産の5分の1がこれに充てられていると言われる。スリランカで生産される軟質米は収穫時期や方法、更に収穫以後のハンドリング、貯蔵、流通における諸設備の不備により損失を招き安く、ローライスにするには全く適していない。

しかし、これらの米は籾に熱処理を施すことによって胚乳でんぷんの糊化による硬度の増大と胴割れの癒着により碎粒化が防がれ、収穫以後の損失軽減が図れる。この搗精時の歩留向上という大きな経済的メリットの他、長期間品質の変化や害虫による食損が少なく、貯蔵性に優れ、更にビタミン類など無機質の含有量が未処理米に比べてかなり高いという特徴が挙げられる。パーボイルドライスの製造方法は、胚乳でんぷんの糊化を促進させるため浸漬、蒸煮の両工程を加え、更に後のハンドリング、貯蔵が容易になるよう乾燥を経て精米する。

当プロジェクトのプラントはインドで行なわれている改良法(C. F. T. R. I.)をモデ

ルに日産5トン程度の能力に設計されている。蒸気を発生させるボイラーは籾殻燃焼式、また蒸煮缶は無圧式となっているが、必要に応じて圧力缶も一個備えてある。

パーボイルドライスの製法は、改良法の場合、原料籾を水温70℃で4時間浸漬した後排水。次に蒸気を吹き込んで約20-25分間蒸煮する。蒸煮が終わったら底部から籾を速やかに取り出し、天日または乾燥機(蒸気熱利用)で乾燥する。在来法は原料籾を常温の水を張ったコンクリート製水槽内で2-3日浸漬、充分吸水させた後、蒸煮缶に移し改良法と同じように蒸煮、乾燥する。

高品質にして見た目の美しいパーボイルドライスの製品を生産するには原料籾に混入している被害粒や未熟米、脱ぶ粒、異物の除去、浸漬用水の取り替えや薬品処理によるバクテリア発酵の防止、蒸煮から乾燥への工程時間の短縮などいろいろ適切な処理が必要である。しかし、よい製品をつくり出すに当たって一番重要なポイントは原料が良質で新鮮であることの一言につきる。

現在のところ、当プラントで製造された製品はきわめて好評で、地域の関係職員や住民に喜ばれている。

Table 1 Construction of Rice Plant

Construction of plant building and installation of plant machine have been carried out year by year as follows.

Item	Cost	Remarks
Plant building	¥ 42 million 1986	Including Model- infrastructure
Seed and rice processing machine	¥103 million 1986	
Parboiled rice processing machine	¥ 96 million 1988	
Broken rice separator and powder-mill	¥ 17 million 1989	
Total	¥258 million ¥143/US\$ in Dec. 1989	

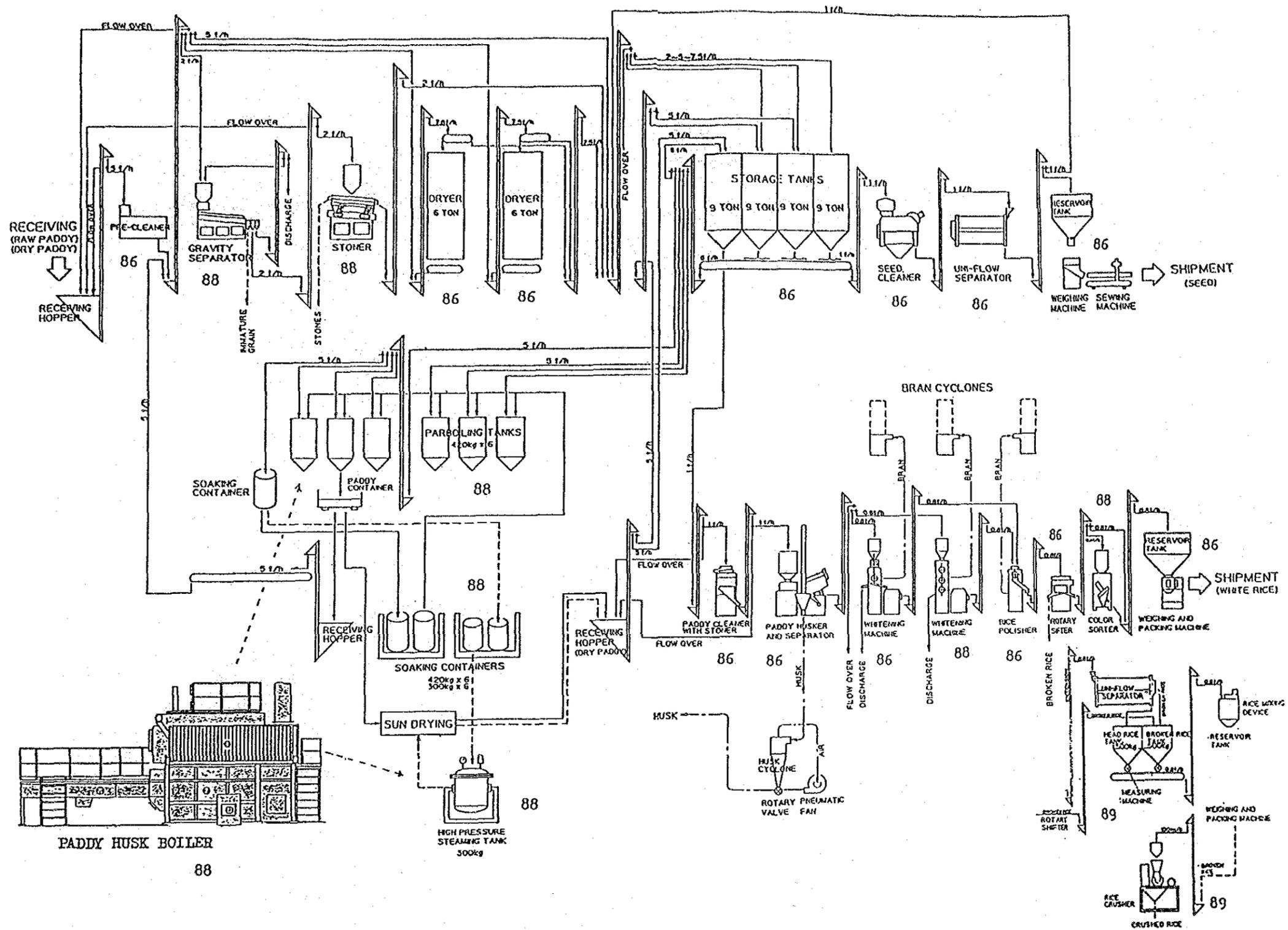


Fig. 1. Transition of machine installation.  
 (year of installation is indicated)



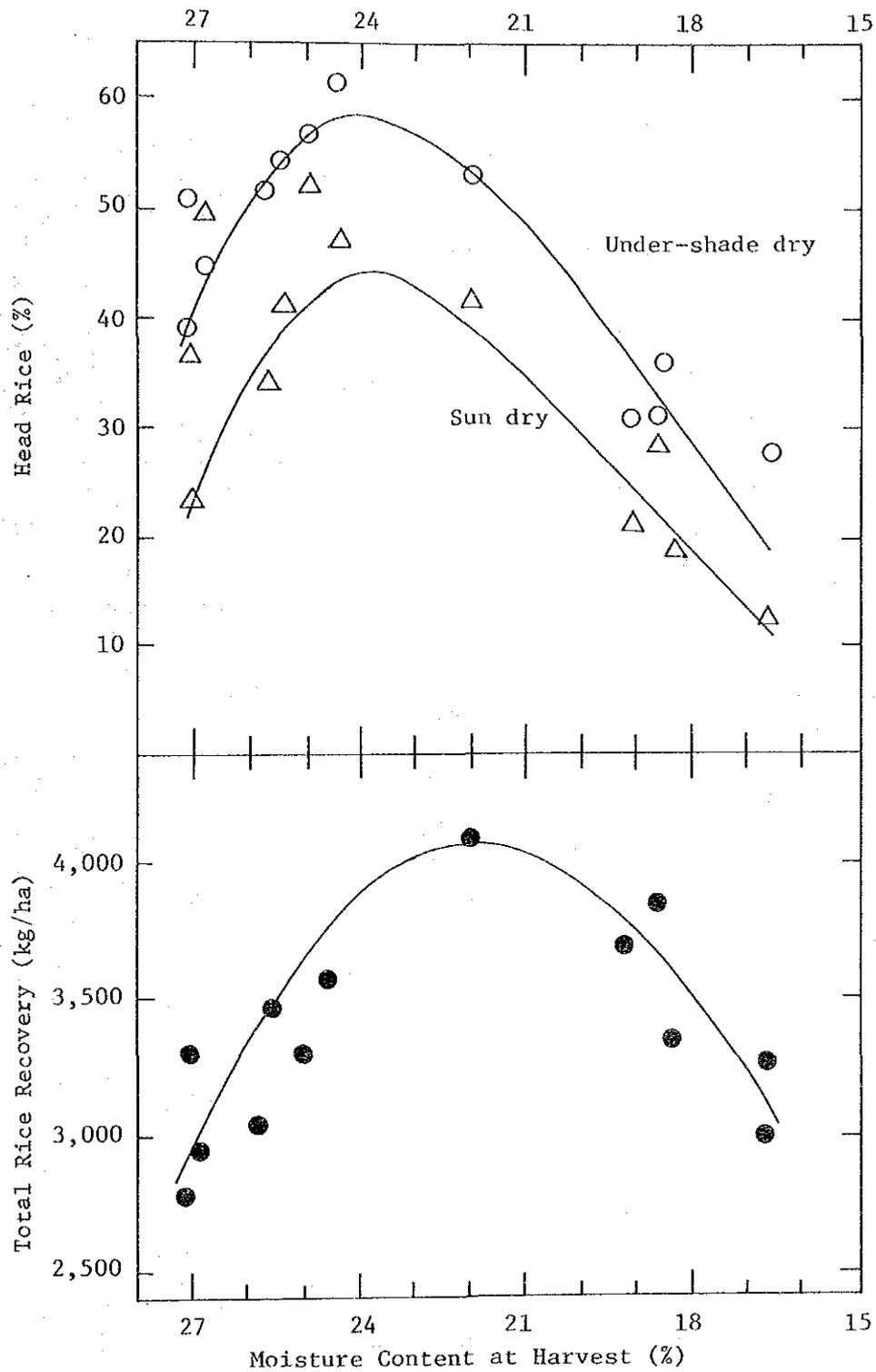


Fig. 2 Total Rice Recovery (kg/ha) and Head Rice (%) Versus Moisture Content at Harvest, and by Drying Method, BG85-2774 in Maha 1987/88.

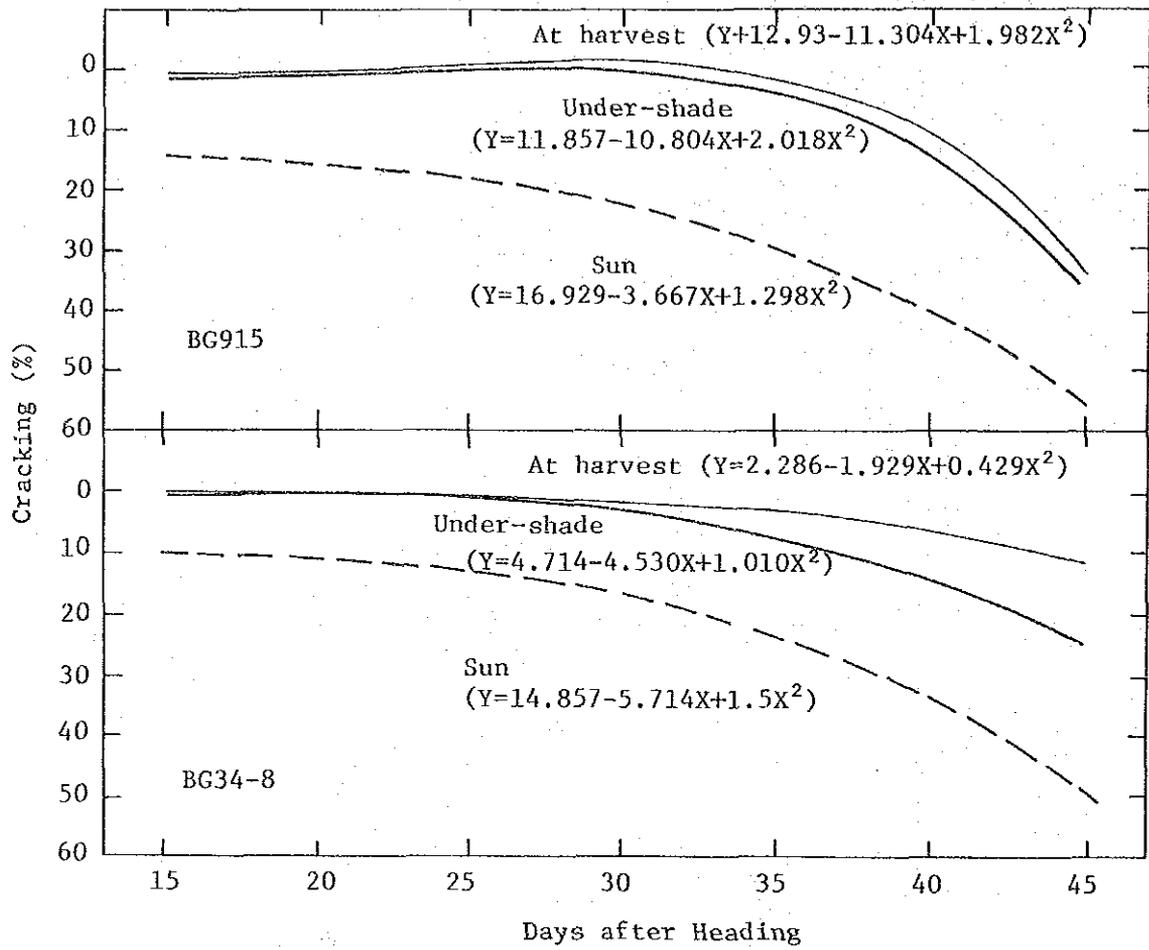


Fig. 3 Cracking Percent of Paddy Grain Versus Time of Harvest and by Drying Method on 2 Varieties, in Maha 1987/88

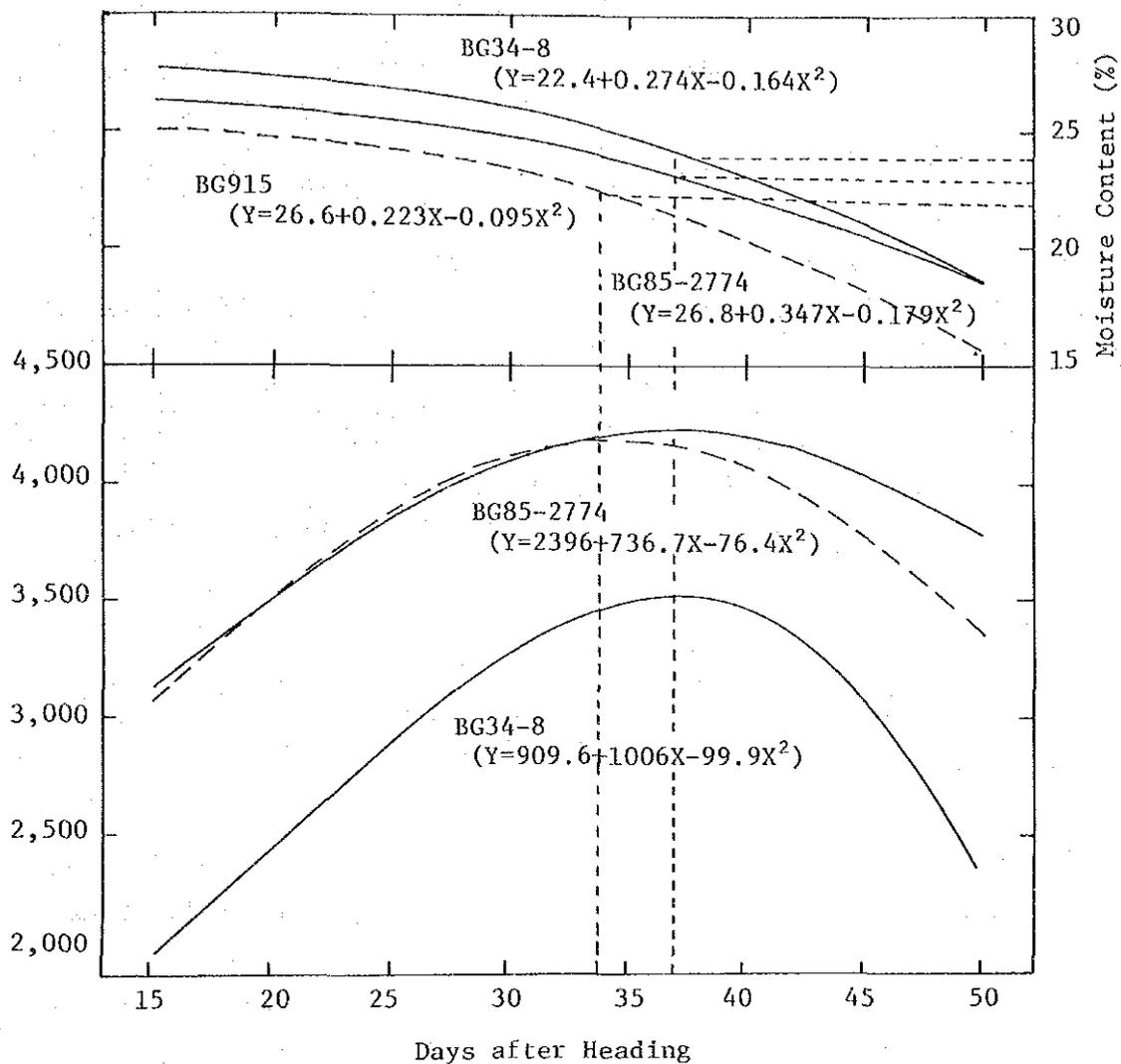


Fig. 4 Effect of Time of Harvest on Grain Moisture Content and Yield of 3 Varieties, in Maha 1987/88

Table 2

Results of processing of parboiled rice

To determine a suitable variety of rice for parboiling.

Materials and Methods

1. Variety and quantity of paddy: BG 450 (Samba type), 400 kg.
2. Date of processing: From July 24 to August 2, 1989.
3. Steeping: 65 hours in the cold water. Water was changed 3 times during steeping period.
4. Steam treatment: 20 minutes with 96°C in an open vessel.
5. Drying: 5 hours in the sun on the concrete floor.
6. Whitening: 3-stage friction type was used.
7. Polishing: 1-stage friction type was used.

Results and Discussion

Gross paddy:	400.0 kg
Immature paddy:	12.0
Stone and waste paddy:	22.0
Trash and dust:	24.4
Cleaned paddy:	341.6 (M.C. 13.5%)
Paddy after parboiling and drying:	323.6 (M.C. 12.5%)
Product (rice) from the parboiled paddy are as follows:	
1. Brown rice	2.0 kg
2. 1-stage of whitening rice	5.0
3. Commercial rice (250 g)	12.5
4. Commercial rice	186.0
5. Commercial rice (second grade)	7.0 (from shifter)
6. Broken rice	0.0
7. Wasting rice and paddy in the machine	15.0*

Recovering % of rice from cleaned paddy:

$$212.5 (\text{No. 1-6}) + 341.6 \times 100 = 62.2\%$$

Table 3 Cost of Raw and Parboiled Rice per kg

Item	Raw rice	Parboiled rice
Milling capacity per hr (paddy)	500 kg	444 kg
Cost of paddy per kig	Rs. 3.93	Rs. 3.93
Recovery % of commercial rice	46.8 %	54.9 %
" broken rice	13.5 %	5.4 %
" bran	6.7 %	6.7 %
By-product income per kg (broken rice and bran)	<u>Rs. 1.62</u>	<u>Rs. 0.64</u>
Fixed cost per kg (excluding: interest on investment, taxes, insurance etc.)	<u>Rs. 0.80</u>	<u>Rs. 2.48</u>
Variable cost per kg	<u>Rs. 9.11</u>	<u>Rs. 7.58</u>
Operation cost per kg (after reduction of by-product income)	<u>Rs. 8.29</u>	<u>Rs. 9.42</u>

別紙 1.

パーボイルライスの品質向上試験（製品の異臭防止について）

蒸煮前の籾浸漬に温湯を使う場合はまったく問題はないが、冷水浸漬の場合バクテリア発酵により浸漬中の籾に発酵臭が染みつき以後いかなる処置を講じてもこの臭を製品から取り去ることは出来ない。とくにこれらの米を炊飯する際発生する臭はきわめて強烈で日本人家庭の一部では使用人が彼等の食用としてこの種の米を台所で炊飯するのを禁じているものさえある。この臭は水浸中バクテリア発酵を抑制すれば発生しないので新鮮な水を頻りに供給することで防止できるが、豊富な水源を持たない一般業者では2-3昼夜の水浸中1回も水を取り換えないうちで処理を行っている場合が多く、製品の品質的な劣化を招いている。

このような場合インドではソディウム・クロマイト等の薬品処理によりバクテリア発酵を抑制、臭いのない製品を作ることに成功しているので、当試験でもこれに準じて食品衛生上比較的有害と思われない程度の薬品を供試バクテリア発酵の抑制に努めてみた。

試験方法及び結果

1. 供試材料： BG94-1（1989年5月収穫）
2. 試験月日： 1989年6月29日より2日間（48hr）
3. 試験結果：

3. 浸漬水の処理と籾の品質に及ぼす結果

浸漬時間：48hr

処 理 区	処理後水面上の発生状況							籾の異臭の状況
	12 hr	18 hr	24 hr	30 hr	36 hr	42 hr	48 hr	
1. 48 hr 取替なし	-	+	+	+	+	+	+	大
2. 24 hr 毎取替	-	-	+	+	+	+	+	大
3. 12 hr "	-	-	-	-	-	-	-	中
4. 6 hr "	-	-	-	-	-	-	-	小
5. Sodium chromate 籾容積の0.05%混入	-	-	-	-	-	-	-	無
6. Lime Powder 1%混入	-	-	+	+	+	+	+	大
7. Bleaching Powder 1%混入	-	-	-	-	+	+	+	小
8. Citric Acid 0.1%混入	-	-	+	+	+	+	+	大

#### 4. 考 察

- (1) Sodium Chromate 処理は籾及び精米後の白米に異臭の発生が認められなかった。バクテリアの抑制に驚異的な作用を示した。しかし、食品衛生上の見地から検討を要する。
- (2) Bleaching Powder と 6 hr 浸漬取替区はほとんど異臭の発生が認められなかった。Bleaching Powder の濃度を今後検討する必要あり。
- (3) 浸漬 1 2 hr 取替区はやゝ異臭の発生があったが、スリランカの消費者の嗜好上では許容範囲に入るものと考えられる。



農 業 機 械 報 告

村 井 達 三

1986年8月20日 - 1990年2月20日



## I. まえがき

農業機械化部門における活動及び実施目標は次のとおりである。

1. 稲作及び畑作の機械化営農に関する実用化試験を演示しマハヴェリ地域にもっとも適した機械化営農体系の確立を図る。
2. 高品質米生産のため栽培から収穫、調整に至るまでの機械化技術の演示を行ない機械化による合理的営農の可能性の検討を行なう。とくに米の品質に直接的な影響を与える収穫技術の改良を重点的に検討する。

## II. 活動計画と実施状況

### 1. 現存営農体系と機械化体系の比較

現存営農体系は一部にトラクターが賃耕業者により導入されているが、人力主体の農作業と畜力を利用した農作業が主流である。

脱穀作業はその工程に投込式脱穀機が利用されつつあるが、依然として水牛やトラクターによる踏圧脱穀が大半を占めている。

当プロジェクトが高品質米生産のために最も力を入れようとした課題が、この脱穀作業の機械化であった。

しかし、スリランカの稲作栽培体系が他の稲作先進国のそれと大きく異なる点は、収穫期が極端に後にずれしており、乾燥を立毛の状態を終了してしまうことである。したがって刈取後の乾燥作業はほとんど行なわないで一挙に脱穀と調整、更に袋詰まで行なってしまう。

これは目的とする米がローライスでなく胴割れをまったく問題としないパーボイルドライス用だからである。ローライスの製造を目的とする場合は収穫適期に刈り取り地干し後（日陰干しが好ましい）、自動脱穀機、若しくは、投げ込み式脱穀機で脱穀、調整する手順を踏まねばならないことは言うまでもない。

パーボイルドライスを目的とする場合は、収穫後の乾燥作業、工程は必要なく脱穀及び調整作業で収穫後処理は完結する。

ただ、高品質なパーボイルドライスを作るための基礎条件である良質原料供給のため混種や籾の変質、異物混入の少ない機械式脱穀で行なうよう演示をすすめた。

### 2. 種子農場及び農家へ導入すべき農業機械の検討

高品質米生産のための必要条件及び改善策として(1)機械的雑草防除、病虫害防除、倒伏防止を図るため散播から条播、条移植へと栽培方法を改善する。(2)混種や籾の変質、異物混入を防ぐため踏圧脱穀をスレジャー方式に変更する。(3)労働の軽減、田植え、収穫期の労働力不足を補い適期に必要な作業が進められるようにする、などの課題を踏まえて種子

農場へは田植機、直播機、刈取機、自動脱穀機、コンバイン等を導入する計画で試験、演示を進めた。

しかし同農場で機械化の導入を図る場合一筆当りの圃場面積が極端に狭いので、畦畔除去などの営農的な圃場に改良を行なわない限り理想的な機械の作業効率を上げることが出来ないという結論に到達した。

このため当面同農場での機械化は歩行型のリーパーと脱穀機（自動、投込式）が適当な機械と思われた。

近辺の農家圃場も種子農場の圃場と同様、基本的に一貫した機械化体系を組むには圃場が狭すぎるためリーパーと脱穀機の導入以外は考えられないようである。

### 3. 耕耘作業機の作業能率、作業性能、能率の把握

当地の土壌（剛度の高い砂質土壌）の関係で60馬力以上の大型トラクターで作業を行っているが、圃場が狭いため本来持っているトラクターの性能が発揮できない結果となっている。

ここで特筆しなければならないことは、上記土壌でこれら作業機、とくにデスクブラウを使う場合、異常にその円盤の摩耗の激しいことがわかった。すなわち100時間程度の耕耘作業で直径24インチの円盤が18インチ位まで摩滅され耕耘深度が減少するため作業性能の低下を著しくさせる原因となっている。

### 4. 田植機の作業能率、作業性能、作業効率の把握

スリランカ製人力式（6畦）、歩行型（4畦）、乗用型（6畦）を農場人夫の手植えと比較した。

作業の経済性（コスト面）では人力式田植機が一番優れている（手植えの100%に対して70%）が、かなり労力の消耗が激しいので作業の永続性に耐えられるかという疑問が残る。

歩行型田植機は手植えの100%に対して76%という経済性もさることながら農繁期の労働力の不足時に驚異的な活躍振りを示している。

### 5. 直播用機械の作業能率、作業性能、作業効率の把握

同機の使用に当たっては適正な作業ができるようにするための圃場条件作りはかなり技術を要する。継続試験中。

### 6. 管理用機械の作業能率、作業性能、作業効率の把握

耕耘機や背負式動力散粉機をもっているが耕耘機はトレーラーの引用だけに、また散粉機は試験プロットを中心に使用しているため作業能率等のデータの収集は行はなかった。

### 7. 収穫機械の作業能率、作業性能、作業効率の把握

当プロジェクトのリーパー(クボタAR-120, 3, 4HP)は時間当たり2,700㎡の刈り取り能力がある。コストから見ると時間当たり128ルピー、ha当たり471ルピーで人力による手刈り労賃ha当たり400ルピーに比べやや高くつく。しかし収穫期の山を崩すのに驚異的な働きをしている。これは種子農場や一般農家圃場にもっとも導入したい機械の1つと考えられる。

コンバイン(クボタRX2750, 26HP)は当プロジェクトの圃場が狭いため機械本来のもっている性能が十分発揮出来ないが、試験の結果では上記リーパーの刈り取り面積の半分に当たる面積の収穫作業(刈り取り, 脱穀, 調整, 袋詰め)が可能であった。同機の価格は430万円でリーパー(45万円)の10倍弱もしており経済性, 生産性から見て広大な営農的圃場がない限り最も導入可能性の少ない機械の1つといえよう。

#### 8. 脱穀用機械の作業能率, 作業性能, 作業効率の把握

自動脱穀機の作業能力の実績は時間当たり300-350kg, また投げ込み式脱穀機では250-300kgとなっている。

コンバインを走行させないで定置し, 刈り取った稲束を処理させると調整, 袋詰めまで含めて時間当たり600kgの籾生産が可能である。

#### 9. 機械化体系導入に伴う問題点の調査と改善

農場と農家段階に分けて検討, 次のような結論となった。

両者に共通する問題として先ず機械の有効な活用が重要で(1)機械化に適した圃場整備。(2)導入する機械が適性年内に償却され, 次の代替え機械の購入が可能であること。(3)機械を維持, 管理, 運転するオペレーターの養成と確保。(4)機械の購入資金の準備(長期低利ローンの利用)。が挙げられた。

農家段階では経済効率を上げるため賃耕等を行い年間稼働時間の増加を図る必要がある。グループ化した農民や生産組合等の組織に導入して共同利用するのも一案と考えられる。

具体的な実施案は検討中であるが, いずれも資金が無いので強力な支援体制と指導が必要である。

#### 10. 農家経営の実態調査

1986年6ヶ月に亘ってプロジェクトの対象地域であるユニット2, 3(水田面積396ha, 農家戸数396戸)に対して農業経済専門家によりベンチマーク調査が実施されているので, そのレポート(1987年5月)を参照されたい。

#### 11. 農業機械のメンテナンス及び取扱い技術指導

この4年間にわたる農業機械部門の業務実施中もっとも時間を費やしたのが, メカニクや運転員に対する農業機械や車輛類の修理, 維持管理, 取扱いに関する技術指導であった。

なお、種子農場の運営悪化のため59年度単独供与機材のトラクターや車輛類の修理、維持管理、更に彼等の運行計画まで結果的に面倒を見ることとなり、当部門の業務実施上かなり負担となった。

Table 1. Summerized Estimated Cost of Operation on Paddy Transplanters

	Acreage per hr	Operation cost per hr	Operation cost per ha
Hand-transplanting (check)	80m <sup>2</sup> (100)	Rs. 5.00(100)	Rs. 625.00(100)
6-row FMRC manual transplanter	350m <sup>2</sup> (438)	Rs. 15.27(305)	RS. 436.28(70)
4-row ISEKI transplanter	1320m <sup>2</sup> (1650)	Rs. 62.35(1247)	Rs. 472.34(76)
6-row KUBOTA transplanter	1980m <sup>2</sup> (2475)	Rs.310.21(6204)	Rs.1566.71(251)

Table 2. Estimated Cost of Operation on Paddy Reaping Machine at MEA/JICA Farm in Maha 1987/88

		KUBOTA AR-120(3.4Hp)	Man-power: Hand harvest with sickle	
Year of hours of work life		8 yearx40dayx8hr=2560hr		
Capital cost		Rs.108,000		
Annual fixed cost per hr.	Depreciation	Rs.108,000÷2560=Rs.42.18		
	Interest on capital	Rs.108,000x10%÷(40dayx8hr) = Rs.33.75		
	Maintenance & repairs	Rs.108,000x11%÷(40dayx8hr) = Rs.37.12		
	Total	Rs.113.05		
Operation cost per hr.	Fixed cost	Rs.113.05		
	Variable cost	Fuel & lubricant	Rs.80÷8hr=Rs.10.00	
		Wages & allowance	Rs.40x1÷8hr=Rs.5.00	
	Total	Rs.128.05		
Operation cost per ha		2,716m <sup>2</sup> /hr Rs.128.05x $\frac{10,000}{2,716}$ = Rs.471.46	80 Man-hr/ha x (Rs.40÷8hr) =Rs.400.00	

Table 3. Paddy planting and harvesting machine which were provided by JICA in 1985 and 1987.

(¥. 125/Rs. 30.00 in May 1988)

1. ISEKI RICE TRANSPLANTER PX400-90	(1985)	¥. 257,700	Rs. 61,848
2. ISEKI BINDER RL50	(1985)	253,000	60,720
3. KUBOTA RICE TRANSPLANTER SI-600HD (4WD)	(1987)	1,307,000	335,280
4. YANMAR DIRECT SEEDING MACHINE ARP4-TR6	(1987)	1,188,750	285,300
5. KUBOTA REAPER AR 120 (3.4Hp)	(1987)	450,000	108,000
6. KUBOTA COMBINE RX2750 (26Hp)	(1987)	4,300,000	1,032,000

Reference: ISEKI POWER TILLER KA7503(1985) ¥. 363,000 Rs. 87,120

LIST OF TECHNICAL COOPERATION EQUIPMENT  
(Equipment above 10,000 yen)

No.	Name of equipment	Qty.	Price	Place
1.	Mitsubishi Delika Stationewagon Long DX Hihg Roof Diesel 2300	1	1,843,000	P/S
2.	Electric typewriter with trans. Olivetti ET-111	1	195,000	OO
3.	Type stand	1	23,000	O
4.	Hand typewriter Olivetti MS98-131	2	130,000	O
5.	Failing cabinet B4/4	5	50,000	O
6.	Steel cabinet	5	39,000	O
7.	White board 900 X 1,200mm	4	54,000	O
8.	White board 900 X1,800mm	1	65,000	O
9.	Calclater	5	11,000	O
10.	Z-light(Fluorescent lamp 20W)	5	13,000	O
11.	Disel generator with standard tool set DCA-12SSY	1	1,600,000	Q
12.	Electric rolling shutter 3,600x4,600 3,600x4,600mm	1	600,000	M
13.	Electric rolling shutter 5,200x4,600mm	3	700,000	M
14.	Toyota land cruiser S/Wagon	2	2,450,000	P/S
15.	Honda motorcycle H-100S	5	262,000	P/S
16.	Helmet Full-face type S-20	5	11,000	P/S
17.	Hitachi room air conditioner RA- 2181C	1	265,000	O
18.	Electric refrigerator 140 L.	1	220,000	O
19.	Electric rotary hammer drill	1	114,000	W
20.	Electric angle grinder 150mm	1	42,000	W
21.	Arc welding set AT-SS5	1	160,000	W
22.	Oxy/Acetylene weldung and cutting set	1	119,000	W
23.	Mechanical tool set CU-305	1	59,000	W
24.	Blacksmith hammer set 7 pcs set	1	34,000	W
25.	Chain block 1 ton	1	21,000	W
26.	Hydraulic garage jack 10 ton	1	150,000	W
27.	Hydraulic garage jack 5 ton	1	150,000	W
28.	Wheel dolly TD-4	2	208,000	W
29.	Bench vice UV-75 Round type	2	29,000	W
30.	2 Jaw puller 200m	1	35,000	W
31.	3 Jaw puller 200m	1	35,000	W
32.	Air compressor Hitachi	1	270,000	W
33.	Type infllator with pressure gauge AT-300	1	142,800	W
34.	Tube valcanaizer with trans- mission	1	83,000	W
35.	Type removing tools T-4	1	43,500	W
36.	Vernier caliper 300m	1	17,000	W
37.	Grease bucket pump SK77	2	115,000	W
38.	Hand operated drum pump	1	17,000	W
39.	Portable lubricator 880-267	1	270,000	W
40.	Oil drain pan 880-264	1	100,000	W
41.	Electric wood working tool set	1	69,000	W

42.	Personal computer				
	PC-8801 Mark 11 SR 30	1	258,800		O
	Display PC-KD851	1	158,000		O
	Printer PC-PR201H	1	288,000		O
43.	Soft ware set	14	542,000		O
44.	Grain sieve set Round type	1	34,000		L
45.	Grain sieve set Soybeen type	1	153,740		L
46.	Gronometer	2	16,000		L
47.	Reaping area detyerminater	3	60,500		L
48.	Quadrate sampling thresher	1	165,000		P
49.	Quadrate sampling thresher	1	297,000		P
50.	Testing huller	1	536,000		P
51.	Testing pearler	1	206,000		P
52.	Soil moisture meter	1	85,000		L
53.	Soil sieve set	1	16,000		L
54.	Soil & plant nutrient tester	1	74,000		L
55.	Canvas (sheet) 2 X 2m	30	10,200		G/S
56.	Canvas (sheet)	5	75,000		G/S
57.	Counter beam scale 1 Kg	1	30,000		L
58.	Counter beam scale 2 Kg	1	31,000		L
59.	Platform counter scale 20 Kg	1	55,000		L
60.	Platform counter scale 100 Kg	1	48,500		L
61.	Drying oven mechanical convection	1	315,000		L
62.	Mechanical analysis stirrer	1	90,000		L
63.	Soil sampler	1	69,000		L
64.	Soil actual volumemeter	1	450,000		L
65.	Electric Top-pan balance	1	250,000		L
66.	Hydrometer	2	10,000		L
67.	Hydrometer jar	5	10,000		L
68.	Soil analysis sieve set	1	75,000		L
69.	ater permeability test apparatus	1	420,000		L
70.	Falling head permability apparatus	1	220,000		L
71.	Desicator	2	47,000		L
72.	Chemical Storage case	2	253,000		L
73.	One-touch hi-still MFZ-3777	1	710,000		L
74.	Iron-exchange & distilling PH meter	1	60,500		L
75.	Microscorpe MSZ-6	1	220,000		U
76.	Desicator	4	47,000		L
77.	Germinater	5	16,500		L
78.	Grain moisture tester Ricetor-L	1	52,000		L
79.	Infrared moisture tester F-1A	1	110,000		L
80.	Transformer IN 240V OUT 100V	1	25,600		O
81.	Thermostatic germinater TG-10	1	320,000		L
82.	Grain shape tester	7	13,000		L
83.	Double beam scale	2	25,000		L
84.	Filling hopper & measure for grain	1	88,000		L
85.	Quadrate sampling winnower	1	275,000		P
86.	Magnifying viewgraph AC 240 V	1	40,000		O
87.	Assman psychrometer MFG-220501	1	50,000		O
88.	Eslon tape 50 m	1	12,000		O
89.	Soil tensiometer 20 cm Terada	7	14,000		W/M
90.	Soil tensiometer 40 cm Terada	7	16,000		W/M
91.	Soil tensiometer 20 cm	3	13,500		W/M
92.	Soil tensiometer 40 cm	3	13,500		W/M

93.	Cylindrical intake rate meter	1	204,000	W/M
94.	Paddy field record depth tester	3	161,000	W/M
95.	Reducing water level measuring system	6	100,000	W/M
96.	Hook gauge	6	28,000	W/M
97.	Rapid leakage capacity tester	2	90,000	O
98.	Current meter MFG-82528	1	230,000	O
99.	Water level recorder Richard type	2	63,000	O
100.	Water flow measuring apparatus 0-30 S/N 85044, 85045	2	200,000	W/M
101.	Water flow measuring apparatus 0-10 S/N 85042, 85043	2	170,000	W/M
102.	Thermograph S/NO 16195	1	60,000	O
103.	Tipping bucket rain gauge	1	120,000	O
104.	Max.-Min. thermometer	1	16,000	W/M
105.	Evaporation gauge	1	35,000	W/M
106.	L-tube earth thermometer	1	14,900	W/M
107.	Contact anemometer counter & recorder	1	146,000	W/M
108.	Iseki tractor TL25011FU	2	1,127,500	W
109.	Drive harrow GA2200B	2	242,000	W
110.	Broadcaster GS261	2	110,000	W
111.	Gage wheel 12.4-24	2	65,000	W
112.	Dump trailer W/Hyg. DK8D	2	434,000	W
113.	Iseki power tiller KA 750B	3	363,000	W
114.	Wheel 4F75-8 KA750B	3	22,000	W
115.	Lime sower DL100H KA750B	2	106,000	W
116.	Leveler SCL930 KA750B	3	18,000	W
117.	Trailer DZ-2BE 0.5 Ton	3	120,000	W
118.	Field bridge 50-C12	5	143,000	P/S
119.	Iseki rice transplanter PX400-90	1	257,000	W
120.	Power sprayer CSE-215K	1	105,000	W
121.	Knapsack sprayer MD-40DX	10	45,000	G/S
122.	Hand sprayer SK-85	2	18,000	L
123.	Hand mower	10	10,000	
124.	Iseki binder RL50	1	253,000	W
125.	Iseki thresher D710S	2	225,000	W
126.	Hand thresher (Paddle)	2	75,000	P
127.	Winnowing ST-1	7	23,000	P
128.	Centrifugal pump QP-30	2	242,000	
129.	Bush cutter IC40A1K	1	30,000	W
130.	Hino truck with crane KM505	1	4,000,000	W
131.	Incubator MIR-251	2	448,000	L
132.	Copy machine Richo FT4085	1	978,000	O
133.	Platform scale	1	140,000	M
134.	Receiving hopper	1	570,000	M
135.	Bucket elevator (B/e)	1	900,000	M
136.	Pre-cleaner	1	3,200,000	M
137.	B/e	1	1,220,000	M
138.	Dryer	2	4,740,000	M
139.	B/e	1	1,070,000	M
140.	B/e	1	1,230,000	M
141.	Storage tank	4	1,950,000	M
142.	Belt conveyor	1	400,000	M
143.	B/E	1	510,000	M
144.	Seed cleaner	1	4,500,000	M

145.	B/e	1	340,000	M
146.	Uni-flow separator	1	2,570,000	M
147.	B/e	1	700,000	M
148.	Recervor tank	1	590,000	M
149.	Weighing machine	1	480,000	M
150.	Sewing machine	1	950,000	M
151.	Receiving hopper	1	570,000	M
152.	B/e	1	860,000	M
153.	B/e	1	560,000	M
154.	Paddy cleaner with stoner	1	2,300,000	M
155.	B/e	1	550,000	M
156.	Paddy ehsker and separator	1	2,520,000	M
157.	B/e	1	390,000	M
158.	Whitening machine	1	3,800,000	M
159.	Stoner	1	800,000	M
160.	B/e	1	300,000	M
161.	Rice polisher	1	3,330,000	M
162.	B/e	1	350,000	M
163.	Rotary shifter	1	2,560,000	M
164.	B/e	1	500,000	M
165.	Reservor tank	1	590,000	M
166.	Weighing and packing machine	1	1,220,000	M
167.	Husk equipment	1	4,210,000	M
168.	Dust collection equipment	1	4,200,000	M
169.	Distributing panel	1	2,350,000	M
170.	Control panel	1	2,200,000	M
171.	Control panel	1	2,000,000	M
172.	Control panel	1	2,500,000	M
173.	Moisture tester	1	80,000	M
174.	Moisture yester	1	40,000	M
175.	Diesel generator	1	2,550,000	M
176.	Air compressor	1	210,000	M
177.	Vacuum cleaner	1	580,000	M
178.	Cylinder	2	195,000	M
179.	Cylinder	5	480,000	M
180.	Pipe house materials set	1	1,350,000	U
181.	Caterpillar tractor	1	7,895,155	W
182.	Kubota tractor HP 55.5 4WD	1	3,550,000	W
183.	Drive hallow Matsuyama HE-3600 BA 3592mm	1	665,000	W
184.	Paddy wheel	1	157,000	W
185.	Trailer DK-10A 2 ton	1	685,000	W
186.	Rear grader Star MRG2400	1	206,000	W
187.	Ridger Star MRD3B	2	185,000	W
188.	Rotar cutter Star MRC150C	2	661,000	W
189.	Power plow Sasaki SH-2450 24X5	1	460,000	W
190.	Power plow Sasaki SH-246D 24X5	1	560,000	W
191.	Direct seeding machine Yanmer ARP4-TR6	1	1,188,750	W
192.	Combine Kubota RX2750 26HP	1	4,397,000	W
193.	Rice transplanter Kubota S1-600HD 4WD	1	1,397,000	W
194.	Seeding machine Kubota 3R-30REN	1	197,000	W
195.	Water tank Kubota K-10 1,000L	2	51,000	P
196.	Germinate trailar Kubota KB-180C	5	70,000	P
197.	Rotary seeder Kubota TS501	1	280,000	W

198.	Threshing machine Kubota MD-700	3	266,000	W
199.	Engine Kubota GS-280	3	70,000	W
200.	Power tiller Kubota TD502R 5HP	2	504,000	W
201.	Trailer Sano 500Kg	1	140,000	W
202.	Ridger No.4 92220-7011	1	12,875	W
203.	Vinyl mulcher 92280-3003-1	1	27,000	W
204.	Vinyl mulcher 92059-50110	1	10,000	W
205.	Hand seeder Taki TP-2	1	26,000	W
206.	Land leveler Sukigara TL-MB	2	150,000	W
207.	Power sprayer Murayama MS253ECCR 19	2	207,000	W
208.	Back pack hand sprayer Maruyama MH-17D	8	21,875	G/S
209.	Reaper Kubota AR120 3.4HP	3	450,000	W
210.	Pipe house materials set	1	1,458,050	U
211.	Monocycle	10	15,000	P
212.	Tank 200L	5	12,500	G/S
213.	Watering can	5	10,000	G/S
214.	Bench drill	1	258,000	W
215.	Bench grinder	1	145,000	W
216.	Torque wrench	1	13,000	W
217.	Screw plate set	1	22,800	W
218.	Chain block	1	33,800	W
219.	Garage jack	1	130,000	W
220.	Hydraulic jack	1	61,300	W
221.	Oil drain	1	204,000	W
222.	Pipe wrench	1	61,500	W
223.	Vise	2	127,360	W
224.	Surface plate	1	72,000	W
225.	Blower	1	82,200	W
226.	Fender tool set	1	21,300	W
227.	Battery quick charger	1	84,900	W
228.	Circuit tester	1	12,000	W
229.	Straight edge 1,000 mm	1	16,700	W
230.	Drum pump	1	12,000	W
231.	Portable lubricator	1	187,000	W
232.	Nozle test master	1	1,319,000	W
233.	Diesel compression guage	2	45,500	W
234.	Bench drill	1	117,600	W
235.	Drill set	2	48,000	W
236.	Car washer	1	419,000	W
237.	Part washing stand	1	112,500	W
238.	Grain shape tester 112-B	1	13,000	M
239.	Milling machine TGM-400	1	870,000	M
240.	Grain sample divider 103-b	1	148,000	L
241.	Filling hopper and grain measure	3	88,000	L
242.	Tape measure 50 m	6	14,000	L
243.	Autoclave HL-36AC	1	677,000	M
244.	Drying oven D-90FS	1	560,000	L
245.	Field sampling thresher PM-type	1	368,000	L
246.	Grain outo cunter KC-1	2	825,000	L
247.	Light trap 60W	1	330,000	P
248.	Cold room	1	8,000,000	U
249.	5 Way Damper	1	540,000	M
250.	Bucket Elevator	1	1,300,000	M
251.	Parboilling Tank (420 Kg)	6	1,325,000	M

252.	Soaking Container (420Kg)	6	400,000	M
253.	Paddy Container (420Kg)	2	310,000	M
254.	Cooling Fan	2	750,000	M
255.	Radiator	2	400,000	M
256.	High Presser Steaming Tank (300Kg)	1	3,600,000	M
257.	Soaking Container (300Kg)	2	310,000	M
258.	Receiving Hopper	1	400,000	M
259.	Bucket Elevator (Paddy Receiving)	1	720,000	M
260.	Bucket Elevator (Storage Tank)	1	890,000	M
261.	Belt Conveyor (Dryer)	1	720,000	M
262.	Boiler Unit	1	36,500,000	M
263.	Hot Water Tank (4m <sup>3</sup> )	1	1,600,000	M
264.	Piping Material	1	800,000	M
265.	Forklift 2 ton	1	3,200,000	M
266.	Control Panel	1	2,400,000	M
267.	Radiator	1	820,000	M
268.	Piping Set (Steam)	1	300,000	M
269.	Bucket Elevator for Extention	1	650,000	M
270.	Whitening Machine	1	3,800,000	M
271.	Stoner	1	800,000	M
272.	Bucket Elevator (Rice Policher)	1	340,000	M
273.	Bucket Elevator (Color Soater)	1	350,000	M
274.	Color soater	1	2,400,000	M
275.	Control Panel	1	1,900,000	M
	Parboil Rice Grain Cleaner			
276.	4 Way Danper	1	200,000	M
277.	Gravity Separator	1	350,000	M
278.	Bucket Elevator (Out)	1	500,000	M
279.	Bucket Elevator (In)	1	520,000	M
280.	Stoner	1	3,200,000	M
281.	Bucket Elevator (Stoner)	1	430,000	M
282.	Control Panel (Grain Cleaner)	1	1,000,000	M
	Broken Parboil Rice Unit (Recived 30th Oct. 1989)			
283.	Bucket Elevator	1	399,000	M
284.	Length Separator	1	2,410,000	M
285.	Tank (Head Rice) 500Kg	1	595,000	M
286.	Broaken Rice Tank 500Kg	1	595,000	M
287.	Measuring Machine	1	330,000	M
288.	Belt Conveyor	1	325,000	M
289.	Bucket Elevator	1	410,000	M
290.	Rice Mixing Machine	1	1,190,000	M
291.	Control Panel	1	1,000,000	M
292.	Bucket Elevator (Broaken Rice Tank)	1	380,000	M
293.	Rice Crusher YPM-3	1	3,320,000	M
294.	Bucket case 1.8 m	1	74,000	M
295.	Conduite tubes	2	40,000	M
296.	Conduite tubes	1	60,000	M
297.	Cable	1	40,000	M
298.	Pull box	1	50,000	M
299.	Electric parts	1	30,000	M
300.	Electric parts	1	50,000	M
301.	Bolts	1	30,000	M
302.	Cap	1	30,000	M
303.	Syrinder	2	58,000	M

304.	Roll	2	76,800	M
305.	Washer	2	15,200	M
306.	Washer	8	15,100	M
307.	Grinder	20	23,200	M
308.	P.M. Screen	8	106,900	M
309.	Sheet packing	1	45,570	M
310.	Sight glass	2	11,100	M
311.	Type-B Conductivity meter	1	85,000	M
312.	Electrode for burner	1	11,100	M
313.	Ighition transformer	1	46,000	M
314.	Service tank	1	74,000	M
315.	Frame	1	139,000	M
316.	Static beater	1	121,000	M
317.	Conduite tubes	1	40,000	M
318.	Cable	1	120,000	M
319.	Dactor channel	1	20,000	M
320.	Roater Beater No. 150	1	318,000	W
321.	Toyota Land Cruiser 4WD 3980cc	2	2,066,000	W
322.	Isuzu Cargo Truck C/N 710068	1	1,260,000	W
323.	Isuzu pickup Track TFS 54H	1	1,320,000	W
324.	Tractor 63Hp Kubota	2	3,700,000	W
325.	Rotary Matsuyama MX1,800NA	2	680,000	W
326.	Drive Harrow Matsuyama HL2800B	2	520,000	W
327.	Chsel Plow 40Hp	2	320,000	W
328.	Disk Plow 35-60Hp	2	500,000	W
329.	Water Pump 5HP 1,000 L/min	2	350,000	G/S
330.	Water Pump 300 L/min	1	300,000	G/S
331.	Soil Mixer Kiya KOM-11 50L	1	870,000	P
332.	Steam Sterilizer	1	3,000,000	U
333.	Sub Soiler Sugano VP2A	2	240,000	W
334.	Vibrate Roller 6Hp	1	1,350,000	W
335.	Paddy Planter Kubota SI-60012 4 Row 5.5 Hp	1	1,400,000	P
336.	Portable Conveyor SA-M400V	2	250,000	W
337.	Vaccum Cleaner Amano V-5E	1	800,000	M
338.	Elmo Projector 16 CL	1	632,000	O
339.	Copying Machine Canon NP-3225	1	1,817,000	O
340.	Pipe house Set	3	2,470,000	U
341.	Manual Hydraulic Press	1	980,000	W
342.	Tractor Service Press	1	950,000	W
343.	Air Compressor CT255P	1	593,000	W
344.	Puller Boad UP 5000	1	285,000	W
345.	Rapid leakage capacity tester	1	110,000	W
346.	Laboratory flowmeter lkeda PPR-2	3	245,000	W/M
347.	Corn pentrometer Shibuki SS-151	1	135,000	W
348.	Post hole auger DIK-1700	1	90,000	W
349.	Solarcell sunshine meter EIKO MS-42	1	1,140,000	W/M
350.	Surveying pole 2 m	1	15,000	W/M
351.	Drawing instrument Lion FC-12	2	156,000	O
352.	Surface thermometer	1	52,000	W/M
353.	Refract meter Atago HSR-N1	5	12,000	U
354.	Thermograph	3	40,400	U
355.	Self-Registering thermometer	6	83,600	U
356.	Self-registering pluviometer	1	147,000	O
357.	pH meter HM-11P 1-14pH	1	95,000	O

358.	Canvass sheet	6X6 m	20	41,000	G/S
359.	Canvass sheet	2X2 m	10	5,500	G/S
360.	Wagner pot	(paddy)	50	3,300	P
361.	Wagner pot	(upland)	50	3,300	U
362.	Pddy leaf color charts		2	2,100	P
363.	Adhesive for vinyl	300ML			
	24Pca/Box		3	21,600	U
364.	Vinyl tape	60Pcs/Box	2	40,200	U
365.	Soil sterilizing insector				
	3L M13A		1	16,800	U
366.	Chlorpicrin solution	20L	5	50,000	U
367.	Nozzle for sprinkler		5	1,100	U
368.	Nozzle for sprinkler		1000	35	U
369.	Difense net	A-100 18X18m			
	15/Box		1	38,000	U
370.	Sparrow threator				
	11mmX90mm	200Pcs/Box	1	38,000	U
371.	Soil crusher	S-181	2	150,000	P
372.	Bush cutter	MBF1020	6	52,000	W
373.	Bicycle		5	50,000	P/S
374.	Small trailer		5	70,000	P/S
378.	Pipe house set		3	2,470,000	U
379.	Manual hydraulic press	HP-100A	1	980,000	W
380.	Anvil	AN-50	1	35,000	W
381.	Cast iron swage blook	1SB-45	1	29,000	W
382.	AC operated drum pump	CP-51E	1	70,500	W
383.	Electric drill	D-6C	2	17,000	W
384.	Electric disk sander	PDA-1000	2	24,000	W
385.	Bolt clipper	Nb-30	1	12,000	W
386.	Tool board	SS-5	1	68,000	W
387.	Tube flaring & cutting tool	T-200	1	16,800	W
388.	Vice	E-241/150	1	79,500	W
389.	Tractor service press	MT-1500	1	950,000	W
380.	Tool candy	RC-102	1	39,000	W
381.	Towque wrench	1900F	1	15,000	W
382.	Puller board	Up-5000	1	285,000	W
383.	Valve lifter	VL-350, VL-500	2	38,500	W
384.	Air compressor	CT-255P	1	593,000	W
385.	Paint spray gun	W-71-2S	2	12,500	W
386.	Portable tire	Inflator 6-124	1	15,000	W
387.	Circuit tester	3200	1	23,000	W
388.	Electric jig saw	JH-60A 200V	1	43,000	W
389.	Screw extractor	OR-71310	1	17,000	W
380.	Digital type vernier caliper				
	Max-15		1	15,800	W
381.	Line coupler	NL-20	1	15,000	W
382.	Line coupler	NS-20	1	15,000	W
383.	Mechanic set	CU-350	1	62,000	W
384.	Compressor air hous	CH-250	1	20,000	W
1990	SEED PROCESSING	SEED CLEANER			
385	Strip Rubber		2	10,900	
386	Link Belt		2	16,000	
387	Bearing		2	11,000	
388	Link Belt		2	21,100	

389.	Bearing	4	18,600
390.	Link Belt	2	15,800
392.	Gear Mitre	8	25,000
393.	Assy Feed Spouts	2	82,600
394.	Blade Roller	5	23,200
	UNI-FLOW SEPARATER		
395.	Shear	1	12,700
	WEIGHING MACHINE		
396.	Limit Switch	1	24,100
397.	Solenoid (large)	1	17,600
398.	Solenoid (small)	1	13,300
	PADDY HUSKER AND SEPARATOR		
399.	Fan shaft	1	17,900
400.	First Screw Conveyor	2	51,000
401.	Screw Conveyor	1	31,200
402.	Main Rubber Roller	45	22,200
403.	Sub Rubber Roller	5	18,500
404.	V Belt	2	16,100
	WHITENING MACHIN (FRICTION TYPE)		
405.	Inner Cylinder No.1 (separate)	1set	19,500
406.	" No.2 "	2sets	19,500
407.	" No.1 "	1pc	26,000
408.	" No.2 "	2pcs	41,600
409.	Roll No.1	1pc	31,100
410.	Roll No.2	2pcs	31,100
411.	P.M. Screen	6	46,000
	RICE POLISHER (NMC-5)		
412.	Inner Cylinder	1	132,900
413.	Cylinder Separate	1	25,800
414.	Roll	1	44,400
415.	P.M. Screen	1set	167,000
	Diesel Generator		
416.	Element	1	13,300
417.	PARTS FOR BOILER		
418.	Square Packing	1roll	186,000
419.	Flame Eye	1pc	11,600
420.	Grand Packing	1set	27,900
421.	O-Ring	1set	22,000
422.	Pressure Switch	1pc	60,000
	PARTS FOR FORKLIFT		
423.	Water Pump Assy	1	34,200
424.	Clutch Disk	1	32,700
425.	Pressure Plate	1	54,900
426.	Hob Seal Kit	1	22,000
426.	Brake Shoe Assy 3EB-30-11330	2	10,390
427.	Brake Shoe Assy 3EB-30-11340	2	10,390
428.	Side Cable Assy 3EB-30-11131	1	14,350
429.	Side Cable Assy 3EB-30-11231	1	14,350
450.	Master Cylinder Kit	1	11,040
451.	Power Steering Kit	1	11,720
452.	Hose 07108-20404	1	12,690
453.	Hose 37B-UAX-1320	1	38,660
454.	Hose 071213-00350	1	13,540
455.	Hose 07108-20309	1	17,530
456.	Hose 07123-00330	1	34,200

457.	Disk Plow MDP263C-G	1	500,300
456.	Grass Cutter MBF1020	4	55,100
457.	Spare Parts for 456	4	11,020
456.	Drawing Instrument set	1	15,000
457.	Semi-Automatic Home Seamer set	1	1,442,000
458.	Recording raingauge Kiyal430-C	1	137,000
459.	MAX.& MIN. Thermometer Kiyal451-A	1	15,100
460.	Evaporation Gauge Kiya 1432-A	1	36,300
461.	Cup contact Anemometer 1410-A	1	47,100
462.	Counter Kiya 1411	1	27,000
463.	Recording Charts for Raingauge	1	10,100
564	L-Type Earth Thermometer set Kiya Model 1455-C(10cm) 2pc 1455-D(20cm) 2pc 1455-E(30cm) 2pc	1	30,800
565.	Pipe House	2	2,572,000
566.	Net for Shade Culture Takii No.600-SL(4/Box)2mx50m	5	30,200
567.	Electric Conductivity Meter	1	27,200
568.	Tape 50mmx20m (50roll/box)	1	87,800
569.	Tape (50pcs/5bos)	1	112,500
570.	Drip Tube (300m/roll)	4	47,800
571.	AC-Ark Welder HITACHI AT-SS5 AC240V 50Hz	1	93,900
572.	Cable, Main Body with Terminal	1	15,100
573.	Cable,Welder Rod with Terminal	1	22,000
574.	Cutting Guide Roller	1	11,300
575.	Grinder Stone sets	1	20,900
576.	Oil basket pump BANZAI STB-77	1	42,400
577.	Sparkplug Service set	1	79,200
578.	Ball Joint Checker	1	15,200
579.	Air Blow Gun	1	12,100
580.	Hydraulic Tire Removing Tool	1	246,200
581.	Air Cleaner Assy	1	24,180
582.	Battery	1	49,400
583.	Fork Assy Honda 100cc	10	10,300
584.	Battery,Dry(N40) Mitsubishi	2	17,400
585.	Clutch Disk Assy "	1	13,320
586.	Oil Strainer	2	12,480
587.	Tire, 700-12-12pr(1)	2	41,040
588.	Tire, 600-9-10pr(1)	2	27,700
589.	Master Cylinder Assy	1	24,000
590.	Universal Joint Assy	1	37,200
591.	Pump Gear	1	100,800
592.	Oil pump Assy	1	17,040
593.	Water Pump Assy	1	17,400
594.	Injection Pump General Assy	1	122,400
595.	Alternator	1	27,526
596.	Starter Assy	1	43,200
597.	Kit Gasket	1	12,000
598.	Disk 26 inch "TDP" Type	10	19,500
599.	Battery Iseki Tractor TL2501F	2	33,800

Note: A.good condition. B.under repair. C.out of order. D.lost.  
O.office. W.workshop. M.mill. U.upland. P.paddy. G/S general store.  
W/M.water management. P/S.project site. L.laboratory



**SUMMARIZED FINAL REPORT  
OF  
THE INTEGRATED AGRICULTURAL  
DEVELOPMENT DEMONSTRATION PROJECT  
IN MAHAWELI AREA**

**1985 - 1990**

**MEA/JICA PROJECT**

**MAHAWELI ECONOMIC AGENCY  
MAHAWELI AUTHORITY OF SRI LANKA  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**



## Preface

The Integrated Agricultural Development Demonstration Project in the Mahaweli Area has been carried out for five years based on the Record of Discussions which was signed on February 11, 1985 between the Sri Lankan Government and the Japanese Government.

The ultimate objective of the project is to contribute to the increasing of the farmer's income by introducing modern technology for integrated agricultural management based on the production of high-quality rice as well as field crops. Main activities of the project consist of 5 fields such as paddy cultivation, upland crop cultivation, water management, post-harvest and agricultural machinery. In spite of the fact that the Japanese experts and their counterparts made great efforts throughout the implementation of the project, it was proved that there were difficulties for the project to attain its objectives as originally outlined. The main cause of disruption was by the subversives, which resulted in a standstill of the programme. There was a time when we, the Japanese experts, and our counterparts had to leave the project for nearly two months.

However, we are all convinced that the project has made considerable progress with some marked success. On the occasion of the completion of our five-year programme, we have briefly compiled the activities that were undertaken during the period. The detailed reports in respect of each field were published as a seasonal progress report.

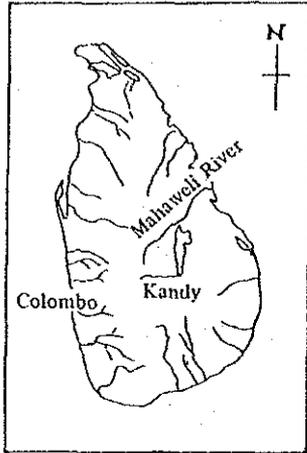
The Project is just ending after its 5-year long implementation. I shall bid farewell to the Sri Lankan officers concerned, but the Project itself will forever continue.

H. Sakamoto  
Japanese Team Leader,

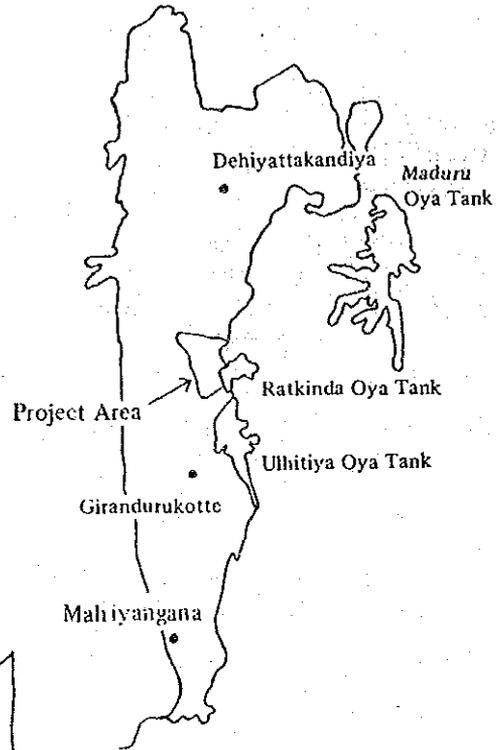
MEA/JICA PROJECT

February, 1990

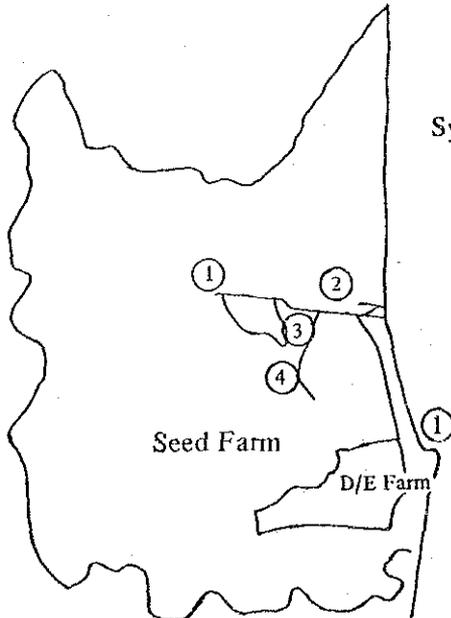
### Location Map



Sri Lanka



System "C", Mahaweli Area



1. Quarters
2. Office
3. Workshop
4. Rice Plant

Demonstration/Experiment Farm and Seed Farm

## Abbreviations and Glossary

MASL	Mahaweli Authority of Sri Lanka.
MEA	Mahaweli Economic Agency.
MECA	Mahaweli Engineering & Construction Agency.
DA	Department of Agriculture.
DER	Department of External Resources.
JICA	Japan International Cooperation Agency.
D/E Farm	Demonstration/Experiment Farm.
Rs	Rupee: 3.6 Yen/Rs. (1989) 4.9 Yen/Rs. (1987) 8.0 Yen/Rs. (1985)

## CONTENTS

Preface

Location Map of the Project

Pictures

Abbreviation and Glossary

### I General Outline

I-1 Background

I-2 Objectives and Scope

I-3 Linkage between Grant Aid Programme and Technical Cooperation

I-4 Organization and Functions

I-4-1 Organization Chart

I-4-2 Administration

I-4-3 Joint Committee

I-4-4 Sri Lankan Full-time Counterparts

I-5 Input of the Project from JICA

I-5-1 Dispatch of Japanese experts

I-5-2 Provision of machinery and equipment by JICA

I-5-3 Special finance from JICA

I-5-4 Training of Sri Lankan personnel in Japan

I-5-5 Dispatch of Missions

I-6 Measures taken by the Government of Sri Lanka

I-6-1 Provision of land, building and facilities

I-6-2 Appointment of counterparts and other personnel

I-6-3 Expenditure

### II Results of the activities

II-1 Production of High-Quality Rice

II-1-1 Establishment and Demonstration of Rice Cultivation Technique in the Agronomy Section

II-1-2 Establishment and Demonstration of Post-Harvest Techniques

II-1-3 Establishment and Demonstration of Mechanization of Rice Production

II-2 Introduction of Other Crops

II-2-1 Establishment and Demonstration of Seed Production and Cultivation Techniques of Big Onion

II-2-2 Activities of the Machinery Section for Upland Crop Production

II-3 Water Management

II-4 Technical Advice to the Seed Farm

II-4-1 Technology of Paddy Cultivation

II-4-2 Post Harvest

II-4-3 Agricultural Machinery

II-4-4 Upland Crop Cultivation

II-4-5 Water Management

### III Conclusions and Recommendations by the Joint Evaluation Team

### IV Appendix

1. Record of Discussion

2. Reports and papers published

## I. General Outline

### I-1 Background

The Government of Sri Lanka places high priority on agricultural development for attainment of self-sufficient food supply, elimination of unemployment and promotion of economic development. Due to government promotion of various projects and schemes, attainment of self-sufficient food supply was envisioned for 1987. The quality of rice, the staple crop, however, is comparatively poor. The Government therefore regards improvement of rice quality and the promotion of crop diversification through introduction of field crops as the next step in the realization of development goals including raised farm incomes, increased agricultural exports and improved national nutrition.

As part of this strategy, the Government proposed the establishment of an experimental/demonstration farm and research centre within System C, of the existing Mahaweli Ganga Development Project. The main objective is to conduct experiments on improved rice production as well as other crops and to demonstrate cultivation methods, post-harvest operations and water management to area farmers.

Accordingly, the Government of Sri Lanka requested the Government of Japan for technical cooperation to implement the above plan, termed the Integrated Agricultural Development Demonstration Project (hereafter referred to as the Project). In response to this request, JICA dispatched a Contact Mission in November 1983 followed subsequently by the Preliminary Survey Mission. Upon compilation of the latter's findings, a Master Plan Survey Mission was sent to Sri Lanka in September 1984. The said Mission reviewed previous findings, and studied the defined appropriate content and scope of technical cooperation for the Project. In February 1985, the Implementation Study Mission was sent and discussions were held with officials of the Sri Lankan Government. Technical Cooperation for the Project commenced for a 5-year implementation period upon signing of the records of discussions (R/D).

The Detailed Design Survey Team was subsequently dispatched from February 5, to March 11, 1985 as the first phase of technical cooperation. Actual practical implementation was commenced by the four Japanese Experts of five fields who were dispatched on August 1, 1985 and disposed in the project site.

### I-2 Objectives and Scope

Under the Project, an Experimental/Demonstration farm and Research centre was set up in Unit 1 of Block 302, System C, in the existing Mahaweli Ganga Development Project area. Unit 1 is considered to be the most suitable of all designated development areas for paddy cultivation and thus the most appropriate for experiments on and extension of improved rice production technology.

The Project's long-term objective is to increase the income of farmers in the area by introducing modern technology for integrated agricultural management based on cultivation of high-quality rice production as well as field crops.

Project components are:

- (a) to demonstrate a series of agricultural techniques from cultivation to post-harvest processing for production of high-quality rice;

- (b) to demonstrate the appropriate farming system including other crops to the local farmers in the Project area;
- (c) to demonstrate better on-farm water management techniques for (a) and (b) above, and;
- (d) to give technical advice to the Government Seed Farm in Unit 1 of Block 302.

### I-3 Linkage between Grant Aid Programme and Technical Cooperation

- A. The Construction and Provision of Facilities covered under the "Pilot Demonstration Farm in System C" of the Accelerated Mahaweli Programme, assisted by the Grant Aid Programme of the Japanese Government could be outlined as follows:

The purpose of establishing the Pilot Farm was that it would serve as a model for the demonstration of development efforts in System C and Mahaweli areas in general. Block 302, consisting of 673 ha. of net irrigable land in Zone 3 of System C was selected. The Sri Lankan government undertook the settling of farmer families, land clearing and the construction of the 3 minor reservoirs and buildings. The construction carried out by the Grant Aid Programme of the Japanese Government is the following:

- \* Construction of the irrigation infrastructure (other than the 3 tanks),
- \* Construction of farm roads.
- \* Land levelling of the 673 ha. in conformity with the proposed model.

- B. Changes in the Basic Design

The plan at the Basic Design stage envisaged that the whole of the area of Block 302 would be allocated to farmer families. Subsequently, the Sri Lankan Government decided that Unit 1 of Block 302 be developed as a seed production farm. Again, when construction works were in progress, a strong request was made by the Sri Lankan Government to set aside 60 ha. of Unit 1 for the purpose of setting up an experimental farm for upland crops. This was incorporated.

- \* Again, during project implementation, a further change was incorporated into the model which is not in the Basic Design: In order to cater to the needs of an Experimental Demonstration Farm, additional land levelling for 23 ha. was undertaken and the required infrastructure for a model rice milling plant had to be accommodated.

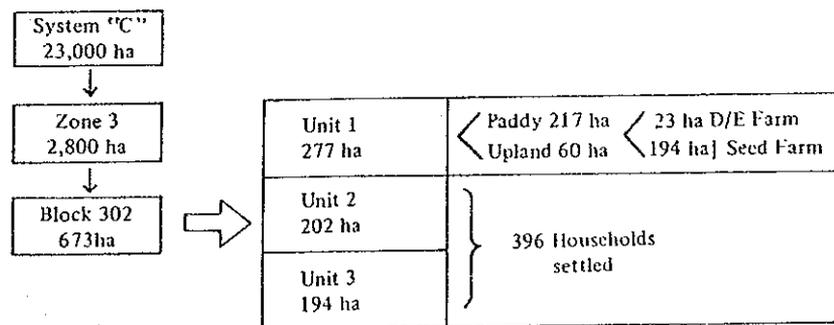
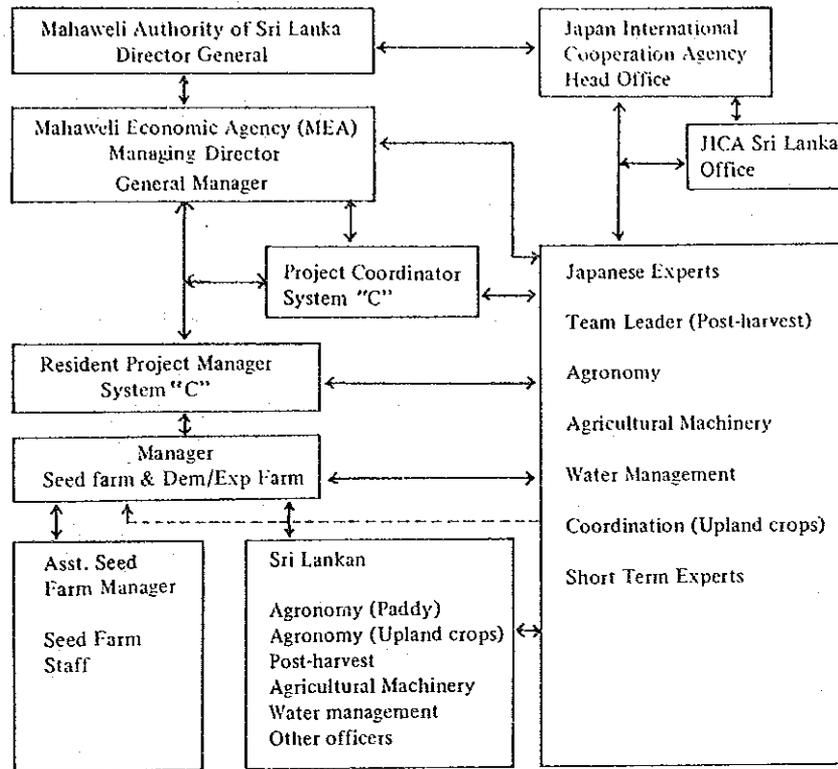
- C. Present Status of Facilities

The Upland Crop Farm in Unit 1 is yet undeveloped save the attempt at cultivating bananas and soyabean in parts of the land.

The Seed Production Farm in Unit 1 has patches of unutilized land which are left out due to the poor condition of the land.

The settlement of 396 farmer families in Units 2 and 3 of Block 302, which has a net irrigable area of 396 ha. has been accomplished.

### I-4-1 Organization Chart of the Project



Block 302 : Pilot area of System "C"  
Construction of the Farm : Apr. 1983 – Aug 1984

The office building which was built for purposes of facilitating site construction works is now utilized as the farm office.

#### D. Operations and Maintenance Problems

As mentioned above, the staff of MEA had not been made available timely. Such appointees need training. At present a staff of 27 is stationed at Unit 1. Because of the Staff shortage, a part of the Seed Farm is now leased to farmers.

Due to the small size of a plot, (6 to 8 plots per 1 ha.) and the condition of soil, it is difficult to make use of some of the agricultural machinery.

### I-4-2 Administration of the Project

The administration of the Project functioned on the lines laid down in the Record of Discussions.

- (1) The Director General of the Mahaweli Authority of Sri Lanka has overall responsibility for the implementation of the Project.
- (2) The Managing Director of Mahaweli Economic Agency (formerly, the Executive Director of the Agency) as the Head of the Project, is responsible to the Director General of the Mahaweli Authority for providing the administrative and managerial services connected with the implementation of the Project.
- (3) The Japanese Team Leader of the Project has provided technical and administrative support to the Head of the Project to facilitate the implementation and management of the Project.
- (4) The Japanese experts under the leadership of the Team Leader have provided technical advice and guidance in the speciality fields to the Sri Lankan counterparts and connected personnel to enable the fulfilment of project objectives.

### I-4-3 Joint Committee

In the Record of Discussions, the Joint Committee is clearly defined as having the function of ensuring the smooth promotion and effective implementation of the Project. During five years of cooperation, 7 Joint Committee meetings were held as follows:

No.	Date	Main Agenda
1	April 1, 1986	Approved of Annual plan
2	Nov. 20, 1986	Progress of work
3	Sep. 1, 1987	Progress of work
4	Dec. 21, 1987	Progress of work
5	Oct. 20, 1988	Progress of work
6	April 24, 1989	Recommendation for project management
7	Oct. 11, 1989	Evaluation report from the Joint Evaluation Team

The latest members of the Committee are defined as follows:

Mr. K. H. S. Gunatilaka, Director-General, MASL	Chairman
Mr. C. H. de Saram, Secretary-General, MASL	Committee member
Mr. P. T. Senaratne, Dy. Secretary-General, MASL	Committee member
Mr. K. B. Varnasooriya, Director/Special Projects, MASL	Committee member
Mr. Jayantha Jayewardene, Managing Director, MEA	Committee member
Col. P. V. Pathirana, Resident Project Manager, System-C, MEA	Committee member
Mr. L. P. Perera, Project Coordinator, System-C, MEA	Secretary
Mr. G. W. Liyanage, Senior Agronomist, MEA	Committee member
Mr. H. B. Basnayake, Farm Manager, System-C, MEA	Committee member
Mr. T. P. Ranasinghe, Director/System-C, MECA	Committee member
Mrs. C. Amarasekera, Addl. Director, DER	Committee member
Representative of DA	Committee member
Japanese Experts	Committee member
Representative of JICA	Committee member

#### I-4-4 List of Sri Lankan Full-Time Counterparts

Name	Assignment	Duration Feb: 1990
J. S. Silva	Post Harvest	Jan. 1, 1986
W. P. R. A. Weerawardane	Upland Crops	Feb. 1, 1988
A. M. Sudu Banda	Upland Crops	Jan. 15, 1986
W. G. J. G. Costa	Paddy Cultivation	March 1, 1986
U. K. Wijeyananda	Agricultural Machinery	Sep. 1, 1986 (Resigned Nov. 1987)
Ajith Ruwanpura	Agricultural Machinery	Jan. 1, 1988
I. H. Dharmasekare	Water Management	March 1, 1986
H. R. S. D. Gunasekare (Mrs)	Water Management	Aug. 10, 1989

#### I-5 Input of the Project from JICA

##### I-5-1 Dispatch of Japanese Experts

Six long-term Japanese experts and 20 short-term experts were dispatched in accordance with the field described in the Record of Discussions. The experts (long and short-term) have contributed towards the achievement of the objectives of the Project.

#### LIST OF JAPANESE EXPERTS

Long-Term Experts		Assignment	Duration
	Name		
1.	Mr. Haruhiko SAKAMOTO	Team Leader and Post Harvest	1.8.85--12.2.90
2.	Mr. Toshio SHIBATA	Paddy Rice Cultivation	1.8.85--12.2.90
3.	Mr. Yoshikazu IMANISHI	Water Management	1.8.85--31.7.87
4.	Mr. Sataro YAZAWA	Coordinator and Upland Crop	1.8.85--31.7.89
5.	Mr. Tatsuji MURAI	Agricultural Machinery	20.8.86--20.2.90
6.	Mr. Kunihiro OKUDA	Water Management	21.7.87--20.7.89

### Short-Term Experts

	Name	Assignment	Duration
1.	Mr. Takao SATO	Agricultural Economy	1.8.85—31.8.85
2.	Mr. Hirotaka OCHI	Building Execution Management	9.9.85—22.12.85
3.	Mr. Hiroshi KASHINO	Field Execution Management	17.11.85—31.3.86
4.	Mr. Takao SATO	Agricultural Economy	30.1.86—28.7.86
5.	Mr. Katsuyoshi KOBAYASHI	Mechanical Engineer for Par-Boiled Plant	8.5.86—7.8.86
6.	Mr. Katsumi YAJIMA	Electrical Engineer for Par-Boiled Plant	10.7.86—7.8.86
7.	Mr. Katsuyoshi KOBAYASHI	Mechanical Engineer for Par-Boiled Plant	23.6.87—23.7.87
8.	Mr. Katsumi YAJIMA	Electrical Engineer for Par-Boiled Plant	23.6.87—23.7.87
9.	Mr. Toshimi TSUBONO	Soil & Fertilizer	6.10.37—5.11.87
10.	Mr. Katsuyoshi KOBAYASHI	Mechanical Engineer for Par-Boiled Plant	2.6.88—15.9.88
11.	Mr. Michio IKEDA	Boiler Engineer for Par-Boiled Plant	30.6.88—15.9.88
12.	Mr. Katsumi YAJIMA	Electrical Engineer for Par-Boiled Plant	14.7.88—15.8.88
13.	Mr. Singo YONEYAMA	Vegetable Pest & Diseases	2.8.88—23.8.88
14.	Dr. Makoto INABA	Project Management	15.4.89—27.4.89
15.	Mr. Toshimitsu IWASAKI	Coordinator and Upland Crop	6.7.89—12.2.90
16.	Mr. Katsuyoshi KOBAYASHI	Mechanical Engineer for Rice Plant	1.11.89—30.11.89
17.	Mr. Michio IKEDA	Boiler Engineer for Par-Boiled Plant	14.11.89—30.11.89
18.	Mr. Katsumi YAJIMA	Electrical Engineer for Rice Plant	14.11.89—30.11.89
19.	Dr. Kazushige SOGAWA	Rice Cultivation (Pest & Disease Control)	5.12.89—21.12.89
20.	Mr. Yasuhiro DOI	Water Management	11.12.89—18.2.90

### I-5-2 Provision of Machinery and Equipment

The total amount of machinery and equipment that was granted has a value of 446 million Yen from the beginning of the Project up to its termination.

Japanese Fiscal Year	Amount of Money
1985	204,182 thousand Yen
1986	41,578 thousand Yen
1987	101,406 thousand Yen
1988	65,476 thousand Yen
1989	33,641 thousand Yen (Plan)
<b>Total</b>	<b>446,283 thousand Yen</b>

### I-5-3 Special Finance from JICA

The consolidation of the Demonstration/Experiment Farm, which consists of 23 hectares, and the construction of the building for the post-harvest plant were carried out as model infrastructure construction programmes in the Japanese fiscal year 1985, and amounted to 29 million Yen.

#### **I-5-4 Training of Sri Lankan Personnel in Japan**

Thirteen Sri Lankan personnel visited Japan for training or observation during the cooperation period.

##### **List of Sri Lankan Personnel Trained in Japan**

<b>Name</b>	<b>Training Objectives</b>	<b>Duration</b>
1. Mr. K. H. S. Gunatilaka	Observation	20.10.85—29.10.85
2. Mr. D. J. Bandaragoda	Observation	20.10.85—29.10.85
3. Mr. L. K. Devasiri	Agr. Observation	24.8.86—14.9.86
4. Mr. J. S. Silva	Post Harvest	25.8.86—24.11.86
5. Mr. P. V. Pathirana	Agr. Observation	14.10.87—31.10.87
6. Mr. A. M. Sudubanda	Vegetable Growing and Seed production	4.2.88—24.11.88
7. Mr. W. G. J. Costa	Rice Cultivation	10.3.88—29.10.88
8. Mr. G. W. Liyanage	Agr. Observation	11.10.88—28.10.88
9. Mr. I. H. Dharmasekara	Water Management	5.2.89—25.11.89
10. Mr. W. P. R. A. Weerawardhana	Vegetable Seed Production	5.2.89—25.11.89
11. Mr. S. K. Lekamwasam	Machinery Observation	1.6.89—15.6.89
12. Mr. W. I. Gunawardene	Agr. Observation	8.10.89—28.10.89
13. Mr. K. M. R. Karunaratne	Agr. Observation	8.10.89—28.10.89

#### **I-5-5 Dispatch of Missions**

During the cooperation period, seven missions were sent by JICA in order to assist in the smooth functioning of the Project.

<b>Date</b>	<b>Names of the Missions</b>
Feb. 1985	Detailed Design Survey Team
Feb. 1986	Model Infrastructure Development Survey Team
Mar. 1986	The Annual Planning Survey Team
Nov. 1986	Technical Guidance Team
Dec. 1987	Technical Guidance Team
July 1988	Technical Guidance Team
Oct. 1989	Evaluation Team

#### **I-6 Measures taken by the Government of Sri Lanka**

##### **I-6-1 Provision of Land, Buildings and Facilities**

The Government of Sri Lanka provided the necessary land, buildings and facilities for the Project.

Some buildings and facilities were provided by the Japanese and handed over to the Sri Lankans.

The Government of Sri Lanka prepared other buildings and facilities such as quarters, a workshop, a machinery pool, a laboratory, an electric control room, a water supply system, fencing etc.

## I-6-2 Appointment of Counterparts and Other Personnel

The total number of staff at the Demonstration/Experiment Farm was 14 as of September 1989, comprised of a Manager of the Seed Farm and the Demonstration/Experiment Farm, 6 Agriculture Officers, 1 Mechanical Engineer and 6 others including a Field Assistant, a Tractor Operator, an Assistant Store Keeper and Drivers. The Project employs about 80 – 120 labourers including 4 Supervisors for the Demonstration/Experiment Farm.

## I-6-3 Expenditure

The expenditure covered by the Government of Sri Lanka is as follows:

Year	Capital	Recurrent	Clearing Charge
1985	2,749	806	4,286
1986	11,379	3,023	6,074
1987	35,720	6,190	4,765
1988	1,767	1,916	9,801
1989	1,604	1,956	7,355
Total	53,219	13,891	32,283 (thousand Rupees)

Note: These figures are the sum of the expenditure of the D/E Farm and the Seed Farm, but, about 60% of the expenditure was spent on the D/E Farm. Figures for 1989 show the expenditure until the end of August.

## **II. Results of the Activities**

### **II-1 Production of High-Quality Rice**

The production of high-quality rice requires improved techniques from the sowing of the paddy to the post-harvest processing. These practices involve agronomy, water management, use of improved machinery and post-harvest techniques.

The techniques required for production of high-quality par-boiled rice, and raw-rice may vary, besides, the two different, types of processing methods. Considering these facts, it is clear that during the implementation of the project the identified techniques, which are outlined in each section, were aimed at production of high-quality rice.

#### **II-1-1 Establishment and demonstration of rice cultivation techniques in the agronomy section.**

- (1) Survey of existing cultivation practices in farmer's field and collection of the related data.

At the initial stage of the Project, the necessary data was collected and opinions were exchanged with the research organization, resulting in effective activity concerning agronomy.

- (2) Examination of the effects of cultivation techniques on varieties used for par-boiled rice production.

To examine the cultivation techniques, the following experiments were conducted: adaptability trials for different varieties, effect of three basic elements of fertilizers on different varieties and trials with different nitrogen levels on direct seeded method of cultivation.

The results of the adaptability trials have indicated that most of the cultivated varieties in farmers' fields yield above 5t/ha with normal cultivation practices without any problem.

The results of the effect of fertilizer trial showed that the nitrogen fertilizer was very efficient in increasing the grain yield. The effects of phosphorus and potassium fertilizer were occasionally observed. However, economic response of those two elements were not consistent.

The nitrogen application trials on direct seeded rice showed a positive correlation between the grain yield and the level of nitrogen application, but beyond 80 kg/ha of nitrogen, no effective yield increase was observed. The studies on seed rates used for direct seeding indicated that the probability of lodging increased sharply with increased seed rate. Therefore, it was observed that it is necessary to avoid dense seeding in order to produce high-quality paddy and the more suitable method would be transplanting.

- (3) Investigation of the effects of cultivation practices on rice varieties grown for raw-rice production.

The quality of rice is mainly governed by varietal characteristics. However, the breeding target in this country is the high-yielding ability and therefore research findings about rice varieties producing quality raw-rice are very limited. The presently recommended varieties are mostly par-boiled rice and it is very difficult to obtain high quality raw-rice from them. Due to

this fact, varietal selections and investigations of the cultivation techniques were aimed at the production of the raw-rice in the Project.

With the varietal selection trials, the following seven varieties suitable for raw-rice production have been selected; 85-2774, IS Bg 1, IS Bg 2, Bg 915, Bg 1165-1 Bg 1165-3 and Bg 1165-6.

The major trials included the verification trials on cultivation practices, such as nitrogen and phosphorus application trials, trials on effectiveness of plant protection and mechanical transplanting trials.

According to the results of nitrogen and phosphate trials, around 80 kg/ha of nitrogen level showed the optimum effectiveness and yield increment but the effectiveness of phosphate was not noticeable, and the economical efficiency of potassium was low.

The data from plant protection trials have indicated some yield increment efficiency. However, this requires further studies since the chemicals are expensive.

The result of the transplanting method, either mechanical or manual, showed a high efficiency of yield increase, reduction of lodging and raising of paddy grain quality in relation to the direct seeding method.

#### (4) The Techniques of High-Quality Seed Production

At present, seed production comes from two sources. One is the seed farm and the other is the production in the farmers' field. From time to time, the Project has given the necessary advice and guidance to the seed farm.

#### (5) Demonstration of Developed and Improved Techniques

Various demonstrations such as mechanical transplanting, raising seedling for transplanting, main field management methods, harvesting methods etc. have been carried out at the demonstration field.

## II-1-2 Establishment and Demonstration of Post-harvest Techniques

### (1) Construction of the Rice Milling Plant

After the Project was started, various components of rice milling plants, such as rice milling plant, seed cleaning plant, par-boiled rice plant and husk boiler plant, have been installed, and the technical transfer progressed very favourably.

### (2) Processing Techniques for Production of High-Quality Par-boiled Rice

To establish the processing techniques, the following trials were conducted: removal of discolored grains, and control of bacteria in cool water soaking. Adaptation of hot water soaking method, prevention of discolourization of grain, reduction of cracking percentage during the drying process. The establishment has been completed regarding above techniques and they were demonstrated from time to time.

Following methods were adopted to control bacterial activities in order to eliminate the odour in par-boiled rice:

- 1) Changing of fresh water at least every 6 hours.
- 2) Adding chemicals to soaking water such as Sodium chromate, Sodium hypochloate, etc.
- 3) Soaking in hot water, heated upto 65-70°C, in 4 hours, using this method we were able to reduce the soaking time by 44 hours.

Improvement of steaming system:

Modification of 500 kg capacity steaming tank to reduce the steaming time from 22 minutes to 8 minutes.

Further studies are necessary to develop following techniques:

- 1) Continuous milling method of par-boiled rice, especially Samba type of rice.
- 2) Prevention of discolourization of par-boiled rice, etc.
- (3) Processing Techniques for High-Quality Raw-rice.

According to the data obtained from the farmers' survey, the mixing of foreign matter is caused by the traditional threshing methods. Introduction of threshing machines to overcome this problem is indispensable.

The studies on methods of drying paddy for production of raw-rice revealed that the under-shade drying method can reduce the cracking percentage. The optimum harvesting time to obtain a high head rice ration was found to be 22-23% of grain moisture content and it gave the highest milling ratio. In the case of milling, the par-boiled rice varieties for raw-rice production, a higher milling ration can be obtained by reducing the polishing process from two steps to one step.

#### (4) Cost of Production of Raw-rice and Par-boiled Rice

In the D/E farm, the cost of production of raw-rice and par-boiled rice, excluding the cost of paddy, is 2.50 and 3.50 Rs./Kg respectively. With this production cost, the project is able to compete in the market where the price of raw-rice is 13.00–15.00 and par-boiled rice is 16.00–22.00 Rs./Kg.

### **II-1-3 Establishment and Demonstration of Mechanization of Rice Production**

#### (1) Survey of Existing Farmer Level Mechanization of Rice Production

According to the data obtained from the farmers' survey, only a few farmers used tractors on hire for ploughing and threshing at 'Kamatha'. Threshing machines are also used but not very common in this area. Due to these facts, the mechanization section aimed to popularise harvesting and threshing machines in order to produce high-quality rice.

#### (2) Method of Preparation of the Paddy Fields

The existing paddy plots are very narrow and the small plot sizes hinder the use of any mechanized ploughing.

### (3) Possibilities of Mechanised Transplanting

According to investigation into various transplanters, manpower transplanters resulted economically better than the walking type of transplanting machine. But the manpower transplanter seems to require heavy labour. It was clarified that the walking type of transplanting machine can solve the problems of labour shortage and in addition it has economical advantages mentioned under agronomical studies.

### (4) Harvesting and Threshing Techniques

Harvesting and threshing are very important operations in the production of high-quality rice. The performances of reaper machines were studied and very high working efficiencies were obtained.

### (5) Problems and Improvement Requirements in Introducing Mechanized Systems

To introduce mechanised systems to the seed farm improvements of narrow paddy plots will be required to achieve a higher-working efficiency of machines. It may be indispensable to have further investigations in view of economical aspects and management factors, such as life span of machines in this area, establishment of utilization systems, repairing systems, training of machine operators and so on.

On the other hand, mechanization at the farmer level requires the grouping of farmers for machine utilization and establishing a credit system by a government body for easy purchase of machines by the farmers.

## II-2 Introduction of Other Crops

The establishment of cultivation techniques for upland crops is dealt with not only by the upland crop section, but also by the water management and machinery divisions and these sections (irrigation, machinery) are also included.

When the Japanese planning and consultation team visited this Project in April 1986, they recommended onion as an important and a feasible crop. For this reason, upland crop section strongly took to the onion cultivation as well as the seed production of onion. In this chapter, the establishment and demonstration of onion cultivation and seed production techniques are included.

Furthermore, the upland crop section started investigations on other crops on trial basis.

### II-2-1 Establishment and Demonstration of Seed Production and Cultivation Techniques of Big Onion

#### (1) Seed Production Techniques

##### 1) Low Temperature Treatment of Onion Bulbs for Bolting and Flowering.

For bolting and flowering of onion, a low temperature treatment is required and in low land

areas, the temperature does not fall low enough for such a treatment. Therefore, Nuwara Eliya, at an altitude of 2000 m. has been selected as the site for onion bulb treatment.

According to the trials at Nuwara Eliya, satisfactory results of low temperature treatment for onion have been obtained. Also the treatment of low temperature in cold store rooms have shown satisfactory results. In anticipation of power failures and other troubles, a combination of both measures to produce low temperature treatment are used in practice at the product.

## 2) Promotion of the Percentage of Seed Ripening

Rains or high humidity conditions during the flowering and ripening periods cause non-pollination and outbreaks of diseases. To overcome this, a trial has been conducted with cultivation under vinyl roof and this method was very effective for obtaining high pollination. For further improvements in pollination, hand pollination was practised with brushes and 33% of seed setting ration was obtained by combining the two techniques.

## 3) Cultivation Techniques and Preservation of Seed Bulbs

The cultivation methods used in seed production do not vary from the normal cultivation practices, but during the flowering state, water and chemical sprays are applied every 10 days.

The onion seed has an extremely short life under high temperature and humid conditions. Therefore, they must be stored below 5 degrees centigrade to keep for a longer period. Due to the difficulties of maintaining such conditions, the seed harvesting period is adjusted to the seeding time in the farmers' fields, so that, harvested seed could be distributed directly to the farmers.

## (2) Cultivation Techniques for High Yields

### 1) Raising Healthy Seedlings

The seedling quality is strongly influenced by the seed quality. The selection of seeds should be such that four grammes of seeds contain 1000 seeds in number.

### 2) Seed Rate and Sowing Method

A 50 sq. m. of seed bed with 500 g. of seeds for planting 0.1 ha. of main field is the optimum density. Further, selection of high quality seedlings from this nursery for transplanting is the most effective method. The suitable sowing depth is 1.2 cm. and the germination and growth can be encouraged by setting a shade 1 m above the seed bed.

### 3) Seedling Quality

The seedling with optimum quality at transplanting time has 3-4 numbers of green leaves, more than 4mm of stem and weigh more than 4 g. per seedling. Such seedlings showed the most vigorous growth.

### 4) Fertilizer Application

The fertilizer recommendation is 10 kg. of nitrogen, 10 kg. of phosphate and 10 kg. of potassium per 0.1 ha. of main field. However, high phosphate contents resulted in higher yields.

## 5) Plant Protection

The plants suffered attacks from insects and disease during the cultivation season and the effective counter measures recommended were to encourage the ventilation to the plant community, the spraying of chemicals and use of well rotted compost.

## 6) Harvesting and Storage

The bulbs will be fully matured about 4 months after transplanting and the optimum harvesting time is when 70% of onion leaves have lodged. Harvested onions should be stored in a well-ventilated and shaded place for 2-3 days for drying and then they should be hung under a shelter.

## II-2-2 Activities of the Machinery Section for Upland Crop Production

The utilization of machines on the upland crop is not common on the farmer's land. Under these circumstances, the machinery section has considered the development and improvement of tools for onion cultivation such as a hoe for transplanting of onion seedlings, marker for sowing seed beds, suppressing roller for use after seeding the seed bed, and the introduction of hand pumps for horticulture fields. These improved and developed tools have already been distributed to the agricultural offices for trials.

## II-3 Water Management

Objectives in water management were to measure the water requirements during the various stages of growth of the paddy plant. This was required in order to supply adequate amounts of irrigation water at the right time, especially during critical periods in the Yala season. Another objective was to establish irrigation methods during Yala for the upland crop, Big Onions.

In order to establish these irrigation methods, the necessary investigations were carried out by the Japanese experts and their counterparts. These investigations were as follows:

- (1) The present condition of irrigation water control and the system of water management done by MEA and the farmers in order to establish the best method for obtaining an adequate water supply.
- (2) Water requirements for the preparation of the paddy fields during the irrigation period. Basic investigations, such as measurement of evapotranspiration, percolation losses, surface run off losses, canal conveyance losses, water requirements for the preparation of the paddy field, depth of water required and effective rainfall. Practical investigations on the relationship of water requirements and yield for different irrigation methods as well as for the shifting of the cultivation period and for conservation of water were also carried out.
- (3) Methods of irrigating Big Onion crops during the Yala season, in order to ascertain the water requirements and irrigation interval.

Based on the investigations (1), (2) and (3) above, suggestions for water management were proposed. These suggestions would supply the daily water requirements while conserving and making water losses small. It would also deliver irrigation water to each paddy field in the most efficient manner possible.

A manual on water management has not yet been prepared. Hence it will be necessary to prepare a manual by a short-term expert and counterpart before the termination of this project.

The investigations carried out during the 4½ years could be used to establish a manual for the irrigation system. It is hoped that such a manual could be used in the future to cover System C entirely.

## **II-4 Technical Advice to the Seed Farm**

### **II-4-1 Technology of Paddy Cultivation**

Identification of a variety of paddy and developing suitable cultural practices has resulted in the production of a high-quality paddy variety suitable for milling purposes.

The activities connected with paddy production were:

- (1) A Study of the Seed Farm Soil: Based on the detailed soil survey, advice was provided on suitable soil management methods and correct fertilizer use.
- (2) Encouragement of Transplanting: Encouragement of transplanting following the results of the experiments carried out, that showed transplanted fields produce better quality seeds than those produced by directly sowed fields. This was due to a decrease in contamination by foreign matter, uniform maturity and prevention of lodging.
- (3) Preparation of Paddy Field: Advice on the importance of land levelling, as improper levelling is a cause of uneven growth of rice and weeds.
- (4) Techniques of Raising Seedlings: Advice on raising seedlings in seedling boxes for transplanter.
- (5) Seed Rate and Planting Density: Advice on seed rate for direct sowing and transplanting, and proper spacing for transplanting.
- (6) Control of Weeds and Pests: Advice on the importance of land levelling and flood irrigation in transplanted fields for the control of weeds and pests.
- (7) Timely Harvesting and Threshing: Advice on the planting schedules and the operation of a threshing machine suitable for timely harvest, as this is an important factor in the production of high-quality seeds.

### **II-4-2 Post Harvest**

- (1) Improvement of Threshing Method: The superiority of threshing by machines over the traditional KAMATHA method was demonstrated. This enabled the timely harvesting which permitted the correct moisture content to be retained, less incorporation of foreign matter, less cracking at threshing and high germination rate.

### **II-4-3 Agricultural Machinery**

- (1) Repair and Maintenance: Advice on repair and maintenance of agricultural machinery to the staff of the seed farm.

(2) Operation of Agricultural Machinery: Advice on the proper and efficient operation of the various agricultural machinery.

#### **II-4-4 Upland Crop Cultivation**

(1) Efficient Utilization of Upland Cultivation in the Seed Farm: Advice on the removal of stones, deep tillage and contour farming in order to utilize the upland area most efficiently.

(2) Introduction of Fruits: Advice on the introduction of fruits such as mango, coconut, papaya etc.

#### **II-4-5 Water Management**

(1) Water Delivery and Management: Advice on the control of gates at each paddy turnout, depending on the common area and growth stage of the paddy.

(2) Water Management of Paddy Field according to the Different Growth Period of the Paddy Plant: It was advised to manage the irrigation water and to decide the drainage period according to the different growth period of paddy plant. This was demonstrated in the seed farm by intermittent irrigation, which resulted in reduced water consumption and a high yield.

### III. Conclusions and Recommendations by the Joint Evaluation Team

Immediately after a survey on our project, the Joint Evaluation Team came to the following conclusion on October 11, 1989.

- (1) In general the activities mentioned in the R/D and the Tentative Schedule of Implementation have been performed and the objectives of the Project have almost been achieved. In the areas of Cultivation, Agricultural Machinery, Water Management and Post-harvest, technology transfer from Japanese experts to the Sri Lankan counterparts has been satisfactorily performed. Likewise technical advice to the Seed Farm in System 'C' has been provided but its sustainability must be looked into.
- (2) The project will terminate on February, 1990 according to the R/D.
- (3) However, it is recognized that upland cropping techniques, especially applied techniques for farmer level on onion cultivation and onion seed production techniques have to be further elaborated and extension work carried out so that the ultimate beneficiaries, especially the farmers, could profit from the results of the project effort.
- (4) It is also recognized that the training of the local counterpart in the field of agricultural machinery is not well developed because of a shortage period after assignment, so he requires guidance and training to maintain the equipment.
- (5) It is desired that seed production in the Seed Farm should be mechanized as far as possible to enable a large extent of the farm to produce the expected quantities of quality seed. Therefore further technical advice to the seed farm is needed in the area of Agricultural Machinery.
- (6) A regular programme of preventive maintenance must be introduced at the rice mill immediately.
- (7) The further development of Post-harvest technology with special emphasis on marketability and economic viability of techniques are required both in rice and upland crops.
- (8) For reasons given above at (3), (4) and (5), it is necessary that 2 long-term experts of Upland Crops and Agricultural Machinery are dispatched to the Demonstration/Experiment Farm even after the termination of the Project. Furthermore, After-Care Project seems necessary 2-3 years after the termination of the project.

## **IV. Appendix**

### **1. Record of Discussion**

#### **THE RECORD OF DISCUSSIONS BETWEEN THE JAPANESE IMPLEMENTATION SURVEY TEAM AND THE AUTHORITIES CONCERNED OF THE GOVERNMENT OF THE DEMOCRATIC SOCIALIST REPUBLIC OF SRI LANKA ON THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION FOR THE INTEGRATED AGRICULTURAL DEVELOPMENT DEMONSTRATION PROJECT IN MAHAWELI AREA**

The Japanese Implementation Survey Team (hereinafter referred to as "the Team") organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") and headed by Mr. Takashi Tauchi visited the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka from 5th February to 13th February, 1985 for the purpose of working out the details of the technical cooperation program concerning the Integrated Agricultural Development Demonstration Project in Mahaweli Area.

During its stay in Sri Lanka, the Team exchanged views and had a series of discussions with the Sri Lanka authorities concerned in respect of the desirable measures to be taken by both Governments for the successful implementation of the above-mentioned Project.

As a result of the discussions, both parties agreed to recommend to their respective Governments the matters referred to in the document attached hereto.

Colombo, 11th February, 1985.

Mr. Takashi Tauchi,  
Leader,  
Implementation Survey Team  
Japan International Cooperation  
Agency, Japan.

Mr. K. H. S. Gunatilaka,  
Director General,  
Mahaweli Authority of Sri Lanka,  
The Democratic Socialist Republic  
of Sri Lanka.

### **The Attached Document**

#### **I. Cooperation Between Both Governments**

1. The Government of Japan and the Government of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka will cooperate with each other in implementing the Integrated Agricultural Development Demonstration Project in Mahaweli Area (hereinafter referred to as "the Project") for the purpose of demonstrating a series of agricultural techniques and farming systems appropriate to the Mahaweli Area and thus contributing to the agriculture development and the increase of the farmers' income of the aforementioned Area.

2. The Project will be implemented in accordance with the Master Plan which is given in I of the Annex.

#### **II. Dispatch of Japanese Experts**

1. In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary measures through JICA to provide at its own expense services of the Japanese experts as listed in II of the Annex through the normal procedures under the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme.

2. The Japanese experts referred to in 1. above and their families will be granted in the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka the privileges, exemptions and benefits no less favourable than those accorded to experts of third countries working in the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka under the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme.

### **III. Provision of Machinery and Equipment**

1. In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary measures through JICA to provide at its own expense such machinery, equipment and other materials (hereinafter referred to as "the Equipment") necessary for the implementation of the Project as listed in III of the Annex through the normal procedures under the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme.

2. The Equipment will become the property of the Government of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka upon being delivered c. i. f. to the Sri Lanka authorities concerned at the ports and/or airports of disembarkation, and will be utilized exclusively for the implementation of the Project in consultation with the Japanese experts referred to in II of the Annex.

### **IV. Training of Sri Lanka Personnel in Japan**

1. In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary measures through JICA to receive at its own expense Sri Lanka personnel connected with the Project for technical training in Japan through the normal procedures under the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme.

2. The Government of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka will take necessary measures to ensure that the knowledge and experience acquired by the Sri Lanka personnel from technical training in Japan will be utilized effectively for the implementation of the Project.

### **V. Services of Sri Lanka Counterpart and Administrative Personnel**

1. In accordance with the laws and regulations in force in the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka, the Government of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka will take necessary measures to secure at its own expense the necessary services of Sri Lanka counterpart and administrative personnel as listed in IV of the Annex.

2. The Government of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka will allocate the necessary number of suitably qualified personnel corresponding to each Japanese expert to be dispatched by the Government of Japan as specified in II of the Annex for the effective and successful transfer of technology under the Project.

### **VI. Measures to be taken by the Government of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka**

1. In accordance with the laws and regulations in force in the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka, the Government of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka will take necessary measures to provide at its own expense:

- (1) Land, buildings and facilities as listed in V of the Annex;
- (2) Supply or replacement of machinery, equipment, instrument, vehicles, tools, spare parts

and any other materials necessary for the implementation of the Project other than those provided through JICA under III above;

- (3) Transportation facilities and travel allowance for the official travel of Japanese experts within the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka;
- (4) Suitably furnished accommodation for the Japanese experts and their families.

2. In accordance with the laws and regulations in force in the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka, the Government of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka will take necessary measures to meet:

- (1) Expenses necessary for the transportation of the Equipment within the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka as well as for the installation, operation and maintenance thereof;
- (2) Customs duties, internal taxes and any other charges, imposed on the Equipment in the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka;
- (3) All running expenses necessary for the implementation of the Project.

#### **VII. Administration of the Project**

1. The Director General of the Mahaweli Authority of Sri Lanka will bear overall responsibility for the implementation of the Project.
2. The Executive Director of Mahaweli Economic Agency as the Head of the Project, will be responsible for the administrative and managerial matters of the Project.
3. The Japanese Team Leader will provide necessary recommendation and advice on technical and administrative matters concerning the implementation of the Project to the Head of the Project.
4. The Japanese experts will give necessary technical guidance and advice to Sri Lanka counterpart personnel on matters pertaining to the implementation of the Project.
5. For the effective and successful implementation of the Project, a Joint Committee will be established with the function and composition as referred to in VI of the Annex.

#### **VIII. Claims Against Japanese Experts**

The Government of the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka undertakes to bear claims, if any arises, against the Japanese experts engaged in the Project resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their official functions in the Democratic Socialist Republic of Sri Lanka except for those arising from the wilful misconduct or gross negligence of the Japanese experts.

#### **IX. Mutual Consultation**

There will be mutual consultation between the two Governments on any major issues arising from, or in connection with this Record of Discussions.

#### **X. Term of Cooperation**

The duration of the technical cooperation for the Project under this Attached Document will be five (5) years from the date of signing of this Record of Discussions.

## Annex

### I. Master Plan

#### 1. Objectives of the Project

Demonstration/Experiment Farm will be established in Unit 1, Block 302 of System C of the National Mahaweli Development Programme in order to demonstrate new techniques of integrated farm management with a better combination of high-quality rice and other appropriate crops which will contribute to further farmers' income-generation in the Project Area. In the Farm, the following steps will be taken as major components of the technical cooperation:

- (1) To demonstrate a series of agricultural techniques from cultivation to post-harvest processing for production of high-quality rice;
- (2) To demonstrate the appropriate farming system including other crops to the local farmers in the Project Area;
- (3) To demonstrate better on-farm water management techniques for (1) and (2) above; and
- (4) To give technical advice to the Government Seed Farm in Unit 1 of the Block 302.

#### 2. Activities under the Project

Applied experiments for the demonstration will be established in the Demonstration/Experiment Farm for the purpose of identifying, utilizing, confirming of local adaptability and other specific techniques developed by agricultural experiments and research institutes.

Improved techniques developed by the applied experiments will be demonstrated in the Demonstration/Experiment Farm.

Main items of the Project activities for the respective fields are as follows:

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| (1) Cultivation:            | — a series of appropriate cultivation techniques for selected varieties of paddy to produce high-quality rice;<br>— a series of appropriate cultivation techniques for other crops to be incorporated into the cropping patterns preferably in Yala. |
| (2) Agricultural Machinery: | — a system of appropriate mechanical farming which suits for the local farmers.  |
| (3) Water Management:       | — a series of better water management techniques based on the estimated water requirements.  |
| (4) Post Harvest:           | — a series of appropriate system of high-quality rice processing from threshing to packing which suit for the local farmers.   |
| (5) Government Seed Farm:   | — technical advice to the seed farm.   |

## II. Japanese Experts

Category	Subject Matter
(1) Experts	Cultivation Water Management Post Harvest Agricultural Machinery
(2) Liaison Officer	

Note: (1) One of the experts will be nominated as a Team Leader.

(2) Short-term experts may be dispatched when necessity arises, for the smooth implementation of the Project.

## III. List of Equipment

- (1) Agricultural Machinery, Equipment and Implements.
- (2) Equipment for Paddy Parboiling, Rice Milling and Seed Processing Plants.
- (3) Workshop Equipment and Tools.
- (4) Vehicles.
- (5) Experiment and Measuring Apparatus.
- (6) Office Equipment.
- (7) Agricultural Materials.
- (8) Spare Parts for (1), (2), (3), (4), (5) and (6) above.
- (9) Other necessary Machinery and Equipment to be mutually agreed upon.

## IV. List of Sri Lanka Counterpart and Administrative Personnel

Category	Subject Matter
(1) Project Manager	
(2) Counterpart personnel	Cultivation Water Management Post Harvest Agricultural Machinery
(3) Administrative personnel	Administration Accounting
(4) Other necessary supporting staff.	

V. List of Land, Building and Facilities

- (1) Demonstration/Experiment Farm of about 23 ha.
- (2) Seed Processing Plant.
- (3) Milling and Parboiling Plant.
- (4) Workshop and Machinery Pool.
- (5) Motor Pool.
- (6) Storehouses for farming materials.
- (7) Office.
- (8) Laboratory.
- (9) Other necessary buildings and facilities to be mutually agreed upon.

VI. The Joint Committee

1. Functions

The Joint Committee will meet at least twice a year and whenever necessity arises, and work:

- (1) To formulate the Annual Work Plan of the Project in line with the Tentative Schedule of Implementation formulated under the framework of this Record of Discussions.
- (2) To review the overall progress of the technical cooperation program as well as the achievements of the above-mentioned Annual Work Plan.
- (3) To review and exchange views on major issues arising from or in connection with the technical cooperation program.

2. Composition

- |                |   |  |
|----------------|---|--|
| Chairman       | : | Director General, Mahaweli Authority of Sri Lanka.   |
| Secretary      | : | Project Coordinator of System C, Mahaweli Economic Agency.   |
| Japanese Side  | : | (1) Team Leader<br>(2) Experts<br>(3) Other experts and personnel concerned to be dispatched by JICA, if necessary.<br>(4) Representative of JICA Colombo Office.  |
| Sri Lanka Side | : | (1) Executive Director of MEA.<br>(2) Resident Project Manager, System C, MEA<br>(3) Resident Project Manager of the Project.<br>(4) Representative of MECA.<br>(5) Representative of DA.<br>(6) Representative of DERR. |

Note: Officials of the Embassy of Japan may attend the Joint Committee as observers.

## 2. Reports and papers published:

(1) Socio Economic and Agricultural Benchmark survey, unit 2 and 3, Block 302, Zone 3, system 'C'. May, 1987.

(2) Progress Report	Dec. 1986
Progress Report	July 1987
Progress Report	Dec. 1987
Progress Report	June 1988
Progress Report	April 1989
Progress Report	Jan. 1990



JICA