

マレーシア水管理訓練計画 専門家総合報告書

昭和60年12月

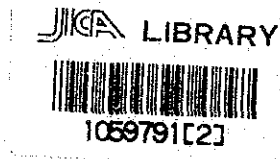
国際協力事業団

農開技

J R

85-126

マレーシア水管理訓練計画
専門家総合報告書



昭和60年12月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86.11.21	113
登録No. 15705	83.3
	ADT

序 文

マレーシア水管理訓練計画は、昭和52年9月に署名された討議議事録(R/D)に基づき協力が開始され、その後延長R/Dの締結(57年8月)を経て、現在フォローアップ協力を実施している。

本プロジェクトは、マレーシアの米の増収を図るための二期作栽培の普及に必要な末端かんがい排水施設の整備と水管理技術者の養成を行うことを目的としており、現在まで、派遣専門家の尽力とマレーシア側関係者の熱意と努力により成果を上げている。

本報告書は、任期を満了して帰国された、富山弘信、大谷重雄(水収支解析)、芳住喜介(農業機械)各専門家のプロジェクトにおける活動を取りまとめたものであり、今後の執務の参考とされ、プロジェクトの目標達成のために役立つこととなれば有意義なことである。

最後に、本報告書作成にあたり、ご協力いただいた帰国専門家各位に厚く御礼申し上げますとともに、今後共本プロジェクトがより一層発展することを期待するものである。

昭和60年12月

国際協力事業団

農業開発協力部長

田 内 堯

I 富山弘信 専門家

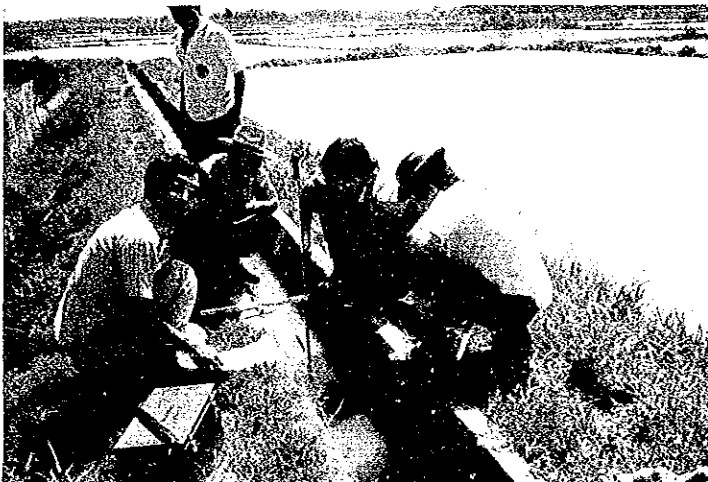
大谷重雄 専門家
(水収支解析)

任期 60. 4. 20 ~ 60. 7. 28



圃場用水路の漏水調査

P/F №1



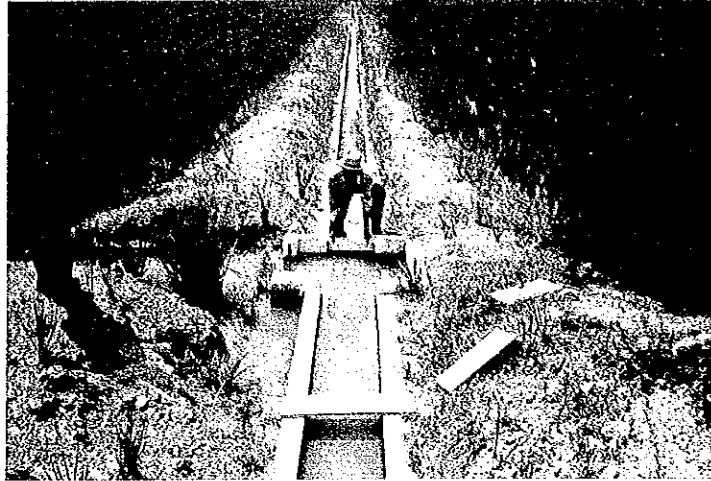
圃場用水路内の流量観測

P/F №1

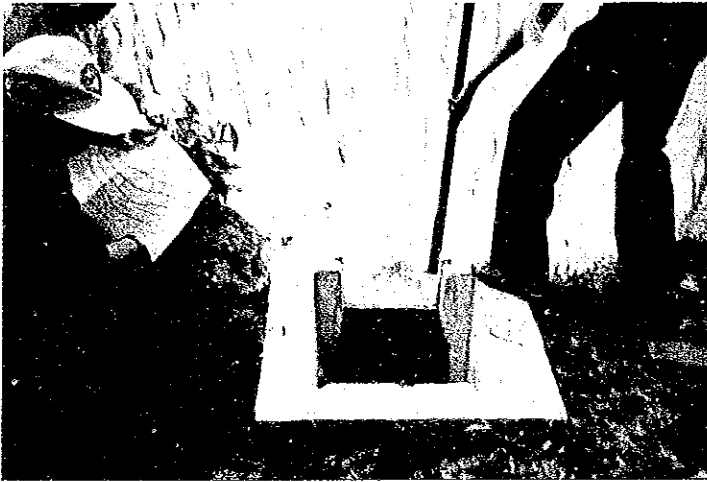


水管理
調査用の流量観測点の設定

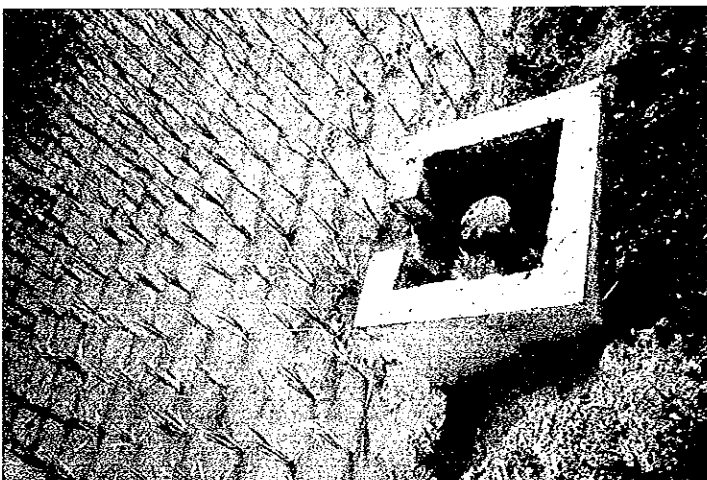
P/F №1



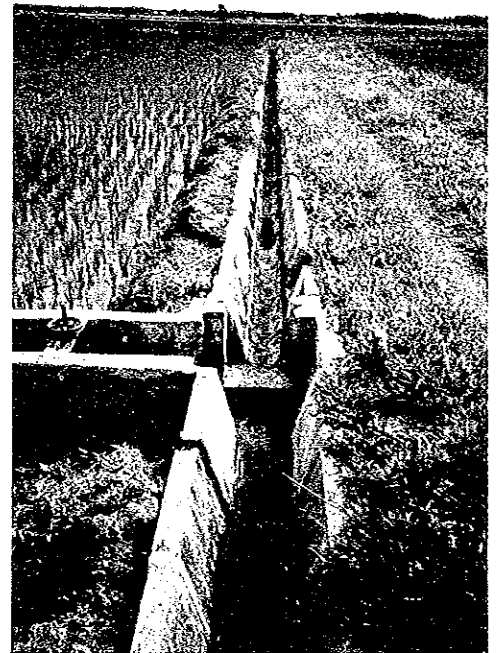
角落し堰の調整
P/F №2



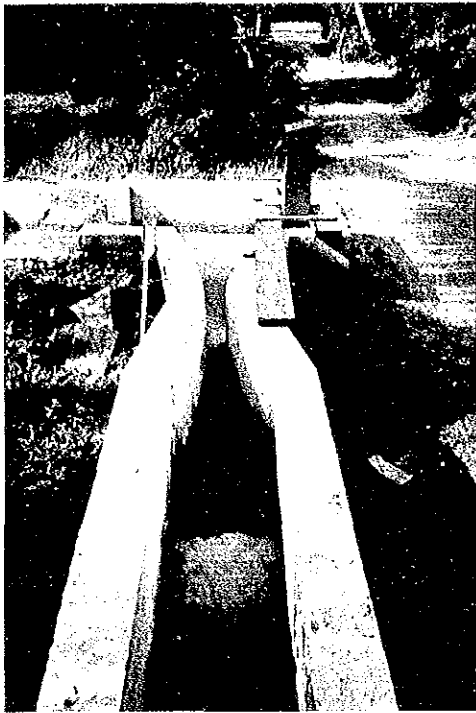
圃場排水口角落しの調整
P/F №3



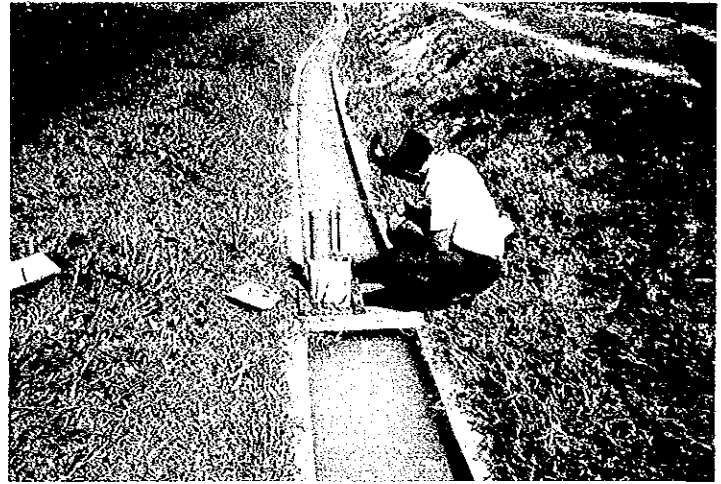
タブによる流量調整 P/F №3



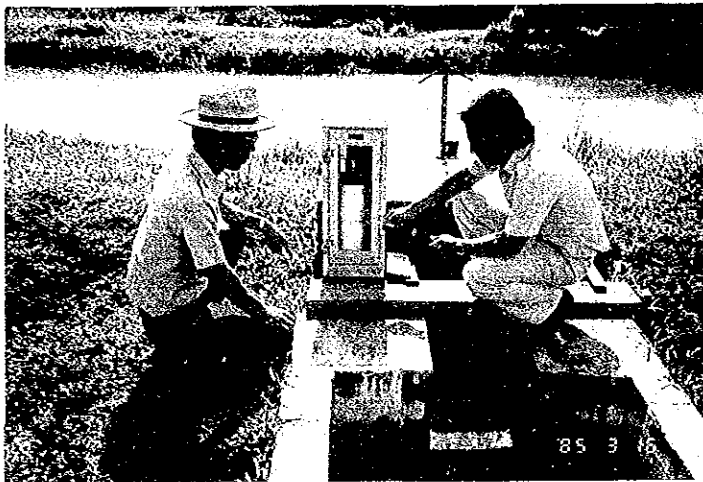
末端分水口ゲートの調整
P/F №1



バーシャルフリューム P/F №3



主分水口流量観測 P/F №1



圃場用水路内の流量記録

P/F №2



湛水深調査

P/F №2

目 次

まえがき

1. 調査の目的	3
2. 水管理調査の方法	4
2.1 準備作業	4
2.2 現地作業	14
2.3 室内作業	17
2.4 調査期間中にとられた対策	17
3. 水管理調査の結果	19
3.1 パイロットファームNo.1	19
3.2 パイロットファームNo.2	27
3.3 パイロットファームNo.3	32
4. 水管理調査により明らかになった事項	40
4.1 用水量	40
4.2 適切な水管理を阻害する要因	43
4.2.1 構造上の阻害要因	43
4.2.2 操作上の阻害要因	47
5. 今後の課題	49
5.1 水管理調査の継続	49
5.2 水管理調査への農民参加	50
5.3 ローテーションかんがいに係わる調査	50
5.4 取水口ゲートの改修	51
付属資料	58

ま え が き

かんがい事業を実施する上で末端圃場レベルでの水管理の重要性が、近年ひろく認識されてきている。国立水管理訓練センター事業は、JICAを通じ日本の技術援助の下に、マレーシア政府によって運営されている。本事業はマレーシアにおける潜在的農業開発能力を十分に利用することにより、米の生産量を増加させるための長期計画を意図しており、その事業内容を要約するとつぎの通りとなる。

- 1) 4つのパイロットファームと事務棟、宿泊所、試験農場を含む訓練センター施設の建設。
- 2) 末端圃場レベルにおける基礎的な水管理技術の導入。
- 3) かんがい組織における水管理技術者の能力向上を図るための訓練、指導。

適切な水管理を実施する上で問題となる点や困難な点は、センターに付属している4つのパイロットファームを利用して水管理調査を実施することにより明確にされ、その解決策が模索されることになっている。パイロットファームの完成により、最初の水管理調査が1985年のオフシーズン作を対象に実施された。本報告書はこの水管理調査結果をとりまとめたものである。

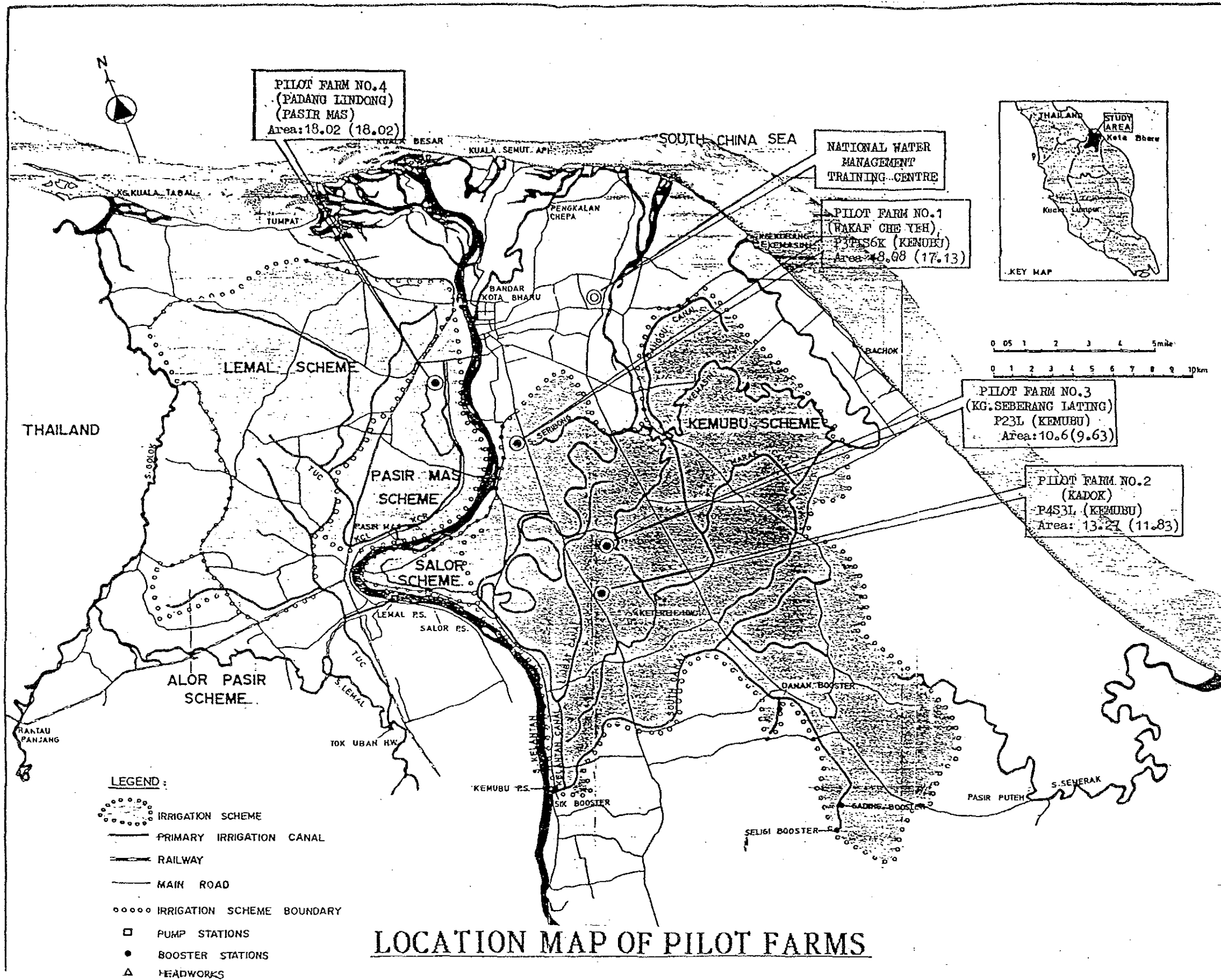
本調査を通じて、適切な水管理を達成する上での末端圃場施設の構造および、その管理、操作等の観点からの数々の問題点が明らかにされ、その解決策について提案がなされた。本調査結果は、今後の末端圃場施設の設計および操作基準作成にとって有益なものとなると思われる。しかしながら、本年度の調査は比較的降雨の多い恵まれた条件の下で行なわれたので、本調査を通じて得られた事実も限られたものであった可能性がある。従って、今後の作期についても水管理調査を継続する必要がある。本調査では出現しなかった他の多くの問題点を明らかにし、末端圃場レベルでの水管理技術を確立することが望ましい。これらの調査を通じて得られた水管理技術は将来のマレーシアにおける末端圃場施設の開発や、その施設を利用して実施する末端水管理にとって非常に重要なものとなる。

本報告書が末端圃場レベルでの水管理を実施する上の指標となり、更に今後実施されるべき水管理調査に有効に利用されるよう希望する。

マレーシア クランタン州 コタバル
国立水管理訓練センター

技術部門

1985年8月



1. 調査の目的

末端圃場レベルでの水管理は、用水量を節約するとともに、近代的な水稲耕作技術を導入するためにも必要不可欠なものである。しかしながら、適切な水管理を行なうためには、その効果的な実施を妨げている多くの問題点や困難な点を解決することが必要である。水管理訓練センターに付属しているパイロットファームにおいて実施される末端圃場水管理調査を通じて、これらの問題点や困難な点は明らかにされ、解決されなければならない。最初の試みとして、水管理調査はパイロットファームNo. 1、No. 2およびNo. 3において、1985年のオフシーズン作を対象に実施された。パイロットファームNo. 4は、建設工事中であったため水管理調査は実施されなかった。調査の目的を明確にするため、まず末端圃場レベルでの水管理の目標について要約すると次の通りとなる。

- 1) 水稲耕作に十分な水を供給すること。
- 2) 用水損失を軽減すること。
- 3) 各水田に均等に用水を配分すること。
- 4) 水稲耕作のための適切な湛水深を確保すること。
- 5) パイロットファーム内の耕作可能面積を拡げること。
- 6) 稲の収量増大に貢献すること。

上述した末端水管理の目標を達成するために、本水管理調査は下記の目的を持って実施された。

- 1) 適切な水管理を実施する上で阻害要因となる問題点や困難性を明確にする。
- 2) その問題や困難性の原因を分析する。
- 3) 解決方法を見出す。
- 4) 将来の末端圃場施設の計画、設計および建設について改善策を提案する。
- 5) パイロットファームの適正な運営と維持管理方法を確立する。
- 6) 末端圃場の水管理技術を確立する。

水管理調査を実施するにあたり、4つの水管理評価基準を設定した。また現地調査のための手順も整えられた。これらは、センターでの有益な教材として利用されるものと思われる。

2. 水管理調査の方法

2.1 準備作業

水管理調査の実施に先立ち、室内および現地で次の準備作業を行なった。

1) 水管理評価基準の設定

適切な水管理を行なうために、また調査結果を正しく判断するために、次に述べる4つの水管理評価基準を設定した。

①かんがい効率 ; I E

$$I E = (q_{in} - q_{out}) / q_{in} \times 100(\%)$$

q_{in} : Inflow to a drainage unit(l/sec)

q_{out} : Outflow from the drainage unit(l/sec)

②用水の均等配分 ; E D

$$E D = q_n / (Q_{in} \times R) \times 100(\%)$$

Q_{in} : Inflow to a Pilot Farm(l/sec)

q_n : Inflow to a lot or an irrigation block (l/sec)

R : Distribution Rate, $R = a/A$

a : Irrigated area of a lot or an irrigation block(ha)

A : Total irrigated area of a Pilot Farm(ha)

③水田湛水深の制御 ; R

$$R = S_n / T_n \times 100(\%)$$

S_n : Number of lots where water is kept at a suitable depth

T_n : Total number of lots measured

④代掻期間 ; P

$$P = P_a / P_p \times 100(\%)$$

P_a : Actual days spent for presaturation(day)

P_p : Planned period for presaturation(day)

以上4つの評価基準について、目標値として次の値を暫定的に定めた。

- かんがい効率 ; IEは80以上
- 用水の均等配分 ; EDは90 ないし110
- 湛水深制御 ; Rは80以上
- 代掻期間 ; Pは50ないし120

2) 排水区とかんがい区の決定

上述した、かんがい効率(IE)は排水ブロックの水収支を基に求める。また均等配分係数(ED)は1つの給水口が支配する面積ごとに計算される。そこで調査に先立ち、パイロットファームを数個の排水ブロックおよびかんがいブロックに分割する必要がある。現地の地形、かんがい組織および排水状況を考慮し、排水ブロックとかんがいブロックは各パイロットファーム毎に図2.1から図2.3に示す通り決定した。

3) 記録様式と関連地図の準備

調査期間中の資料を容易に記録し、管理、保存することが出来るように、各パイロットファーム毎に次に示す記録様式を準備した。

- ・様式1 流量測定表
- ・様式2 IEとEDの計算表
- ・様式3 湛水深調査表
- ・様式4 ゲート操作表
- ・様式5 水管理調査記録表
- ・様式6 水管理調査集計表
- ・様式7 湛水深調査集計表

流量測定を行なう箇所、および湛水深の測定のための水田位置は、図2.1、図2.2および図2.3に示す通りである。

4) 水位流量表の作成

流量が容易に測定出来るよう、次に示す流量測定地点の水位流量表を作成した。

- ・分水口および給水口の下流地点
- ・パーシャルフリューム設置地点

- ・三角堰設置地点
- ・排水口地点

水位流量表の作成は、流速計を用いて流量測定を行なうと同時に、圃場用水路の勾配を測量し設計値との差異を明らかにした。水位流量表はマイクロコンピュータを利用して作成したが、流量計算のために開発したプログラムは、本報告書の巻末に示したリストにある通りである。将来、利用するために、これらのプログラムはフロッピーディスクに整理保存してある。尚、パイロットファームNo. 2およびNo. 3の圃場用水路では背水の影響を受けるため、流量は流速計を用い、直接計測した。

水路勾配は設計値と建設後の水路勾配の間に多くの差異が認められる。測量結果は表2.1に要約する通りである。

5) 漏水箇所の補修と圃場用水路の清掃

パイロットファームNo. 1では、水路の流量測定中に漏水箇所が多数発見された。漏水箇所は、U型ブロックの接続部や水田への進入路に設置されたサイホン出入口部ボックスの低部に集中している。漏水量が多くなると用水損失が増え、用水を均等に配分することができないので、漏水箇所を粘土やモルタルで目詰めし、補修した。用水路内に堆積している土砂は、水管理調査を開始する前にできるだけ取り除いた。パイロットファームNo. 2では排水路堤防が豪雨により崩壊したため、復旧作業を行ない、かつ新規に排水口を1箇所追加した。

6) 水管理調査のための装置の設置

水田内の湛水深制御を評価するためには、パイロットファームのすべてのプロットの湛水深を計測することが望ましい。しかしながら、プロット数が多いため、この作業は時間を要するので、本調査では12の代表的なプロットを各パイロットファームから選んで、湛水深調査を実施することにした。選定した12プロットの内、4箇所は田面高の高いプロットから、4箇所は中位のプロットから、残り4箇所は低位のプロットから選び、各プロットに木杭を設置した。プロット内には微妙な不陸があり、田面の平均高を見つけ出すことは容易でない。そこでプロット内が浅く用水に満ち、田面平均高が容易に判断できる、田植直後に木杭を設置することにした。また以上の他に、次の装置をパイロットファーム内に設置した。

- ・N型ライシメーターを各パイロットファームに一個所

- ・雨量計を各パイロットファームに一箇所
- ・三角堰をパイロットファームNo. 3の排水路内に四箇所
- ・コンクリート堰をパイロットファームNo. 1の用水路内に一箇所

7) 鋼製スルースゲートの設置

パイロットファームNo. 1では、用水の配分を容易に行なえるよう、角落とし構造となっていた4箇所の給水口(No.1-1、No.2-1、No.3-1およびNo.4-1)を鋼製スルースゲートに付け替えた。パイロットファームNo. 2では、分水口No. 2とNo. 4の下流にある角落としを鋼製スルースゲートにした。

8) 角落とし堰板高の調整

角落とし堰板高の調整方法には、給水口地点での水路底高と田面高との高低差により2つの方法がある。パイロットファームNo. 1で見られるように、水路底高が田面高より5 cmないし10 cm高い場合は、水田の湛水位の影響を受けることなく、用水を水田に供給することが可能である。この場合給水口の角落とし堰板は、用水が過剰に水田に取水されないように調整する必要がある。

パイロットファームNo. 2およびNo. 3で見られるように、用水路底高と田面高に顕著な差異がない場合、用水供給量は水田湛水位の影響を受けるため、用水路内の水位を高くして分水する必要がある。この場合、用水路および給水口の角落とし堰板の両方を調整して、水田の湛水深が適切になるようにする。このような角落とし堰板高の調整は水管理調査を開始する前に実施した。

9) 排水口角落し堰板高の調整

プロット内湛水深は排水口の角落し堰板高により決まる。湛水深を制御するうえで排水口の角落し堰板高の設定は重要であるので、センター職員を動員してパイロットファーム内のすべての角落し堰板高を調整した。各角落し堰の調整高は表2.2から表2.4に示す通りである。表中の値は次回以降の調査にも利用できる。

Table 2.1 Comparison of the Designed and Actual Canal Gradients

PILOT FARM	NAME OF CANAL	DESIGNED GRADIENT	ACTUAL GRADIENT
No.1	FC1 T01 to T02	1/2000	1/960
	FC1 T02 to T03	1/2000	1/1300
	FC1 T03 to T04	1/2000	1/2500
	FC5	1/2000	1/1100
NO.2	FC1 T01 to T02	1/2270	1/2850
	FC1 T02 to T03	1/2270	1/1400
	FC1 T03 to END	1/2270	1/14300
	FC2 T01 to T04	1/880	1/1000
	FC2 T04 to T05	1/880	1/1550
	FC2 T05 to T06	1/880	1/1800
	FC2 T06 to END	1/880	1/400
No.3	FC1 T01 to T02	1/2700	1/3200
	FC1 T02 to T03	1/4400	1/4900
	FC2 upstream	1/4400	1/3800

Remarks ; FC and TO are the abbreviations of Field Canal and Turnout respectively. The locations of field canals and turnouts are shown in Fig.2.1, 2.2 and 2.3.

Table 2.2 Suitable Height of Stoplogs in Outlets in P/F No.1

Name of Outlet	Suitable Height(cm)
d2	(not functioning)
d3	14.0
d4	(not functioning)
d5	25.0
d6	(not functioning)
d7	7.0
d8	(not functioning)
d9	14.0
d10	18.0
d11	(not functioning)
d12	10.0
d13	(not functioning)
d14	(not functioning)
d15	(not functioning)
d16	(not functioning)

Table 2.3 Suitable Height of Stoplogs in Outlets in P/F No.2

Name of Outlet	Suitable Height(cm)
d1	35.0
d2	36.0
d3-1	26.0
d3-2	32.0
d4	31.0
d5	35.0
d6	31.0
d7	28.0
d8	20.0
d9	21.0

Table 2.4 Suitable Height of Steplugs in Outlets in P/F No.3

Name of Outlet	Suitable Height(cm)	Name of Outlet	Suitable Height(cm)
1	16.0	26	28.0
2	6.0	27	34.0
3	24.0	28	25.5
4	22.0	29	16.5
5	8.0	30	31.0
6	17.0	31	13.0
7	26.0	32	0.0
8-1	20.0	33	20.0
8-2	36.0	34	14.0
9	26.0	35	24.0
10	12.0	36	27.5
11	38.5	37	25.0
12	24.5	38	4.0
13	25.0	39	1.0
14	17.0	40	22.0
15	19.0	41	21.0
16	28.0	42	17.0
17	18.0	43	8.0
18	25.0	44	18.0
19	24.0	45	12.5
20	23.0	46	0.0
21	17.0	47	9.0
22	29.5	48	8.5
23	24.5	49	18.5
24	29.0	50	8.0
25	19.0		

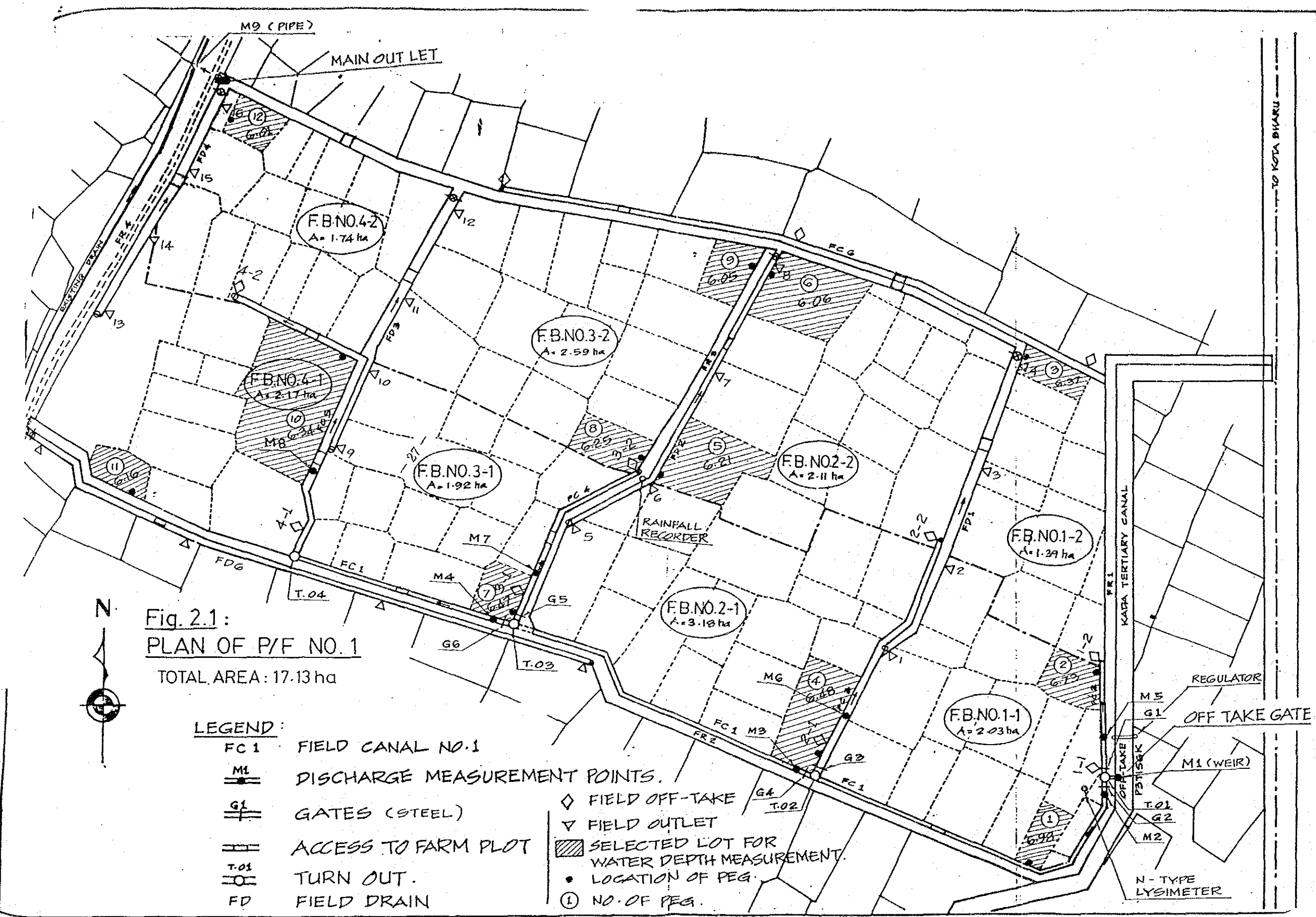


Fig. 2.1:
 PLAN OF P/F NO.1
 TOTAL AREA: 17.13 ha

- LEGEND:**
- FC 1 FIELD CANAL NO.1
 - M1 DISCHARGE MEASUREMENT POINTS.
 - G1 GATES (STEEL)
 - ACCESS TO FARM PLOT
 - T.01 TURN OUT.
 - FD FIELD DRAIN
 - ◇ FIELD OFF-TAKE
 - ▽ FIELD OUTLET
 - SELECTED LOT FOR WATER DEPTH MEASUREMENT.
 - LOCATION OF PEG.
 - ① NO. OF PEG.

TO KOTA BHARU

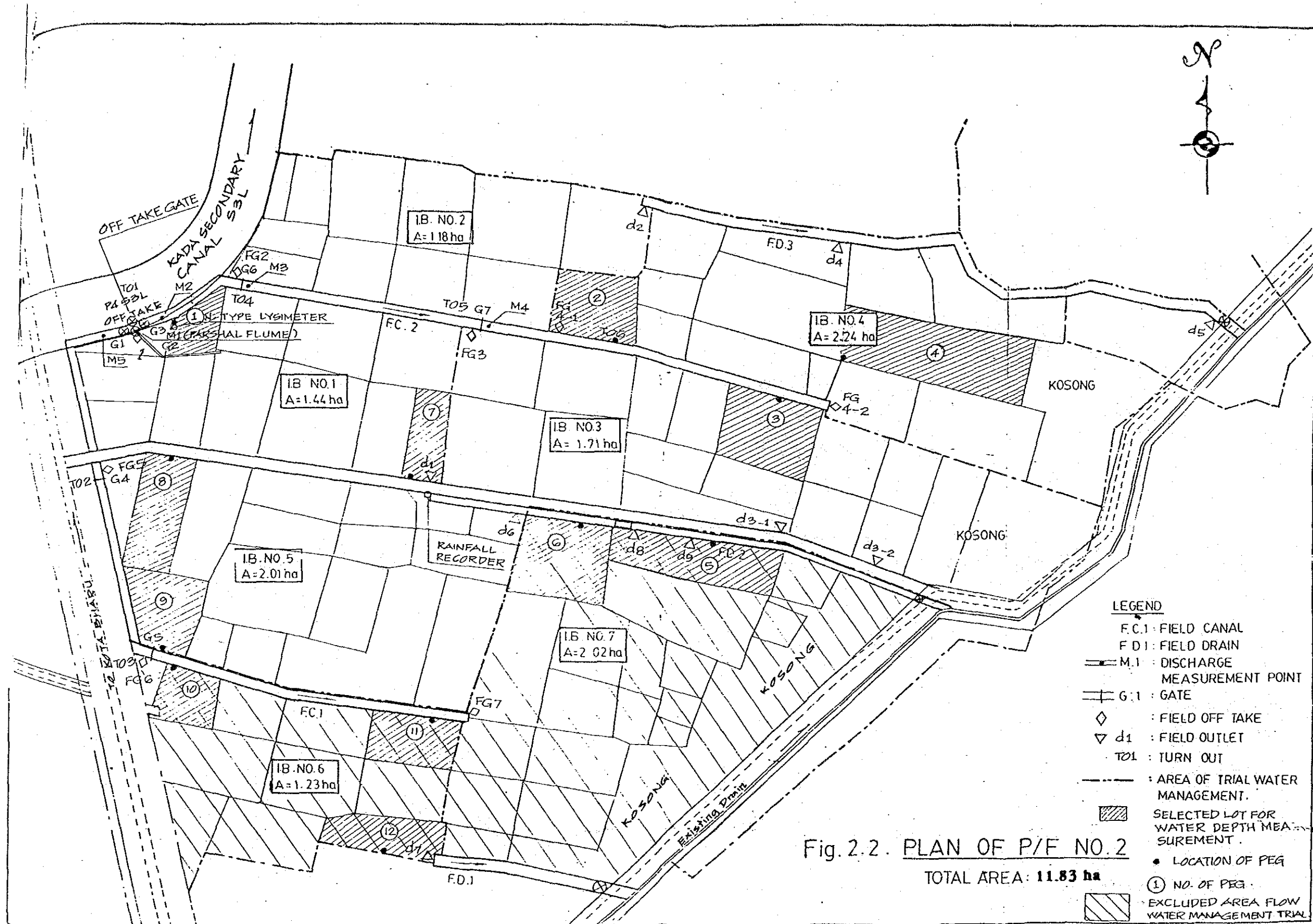


Fig. 2.2. PLAN OF P/F NO. 2
TOTAL AREA: 11.83 ha

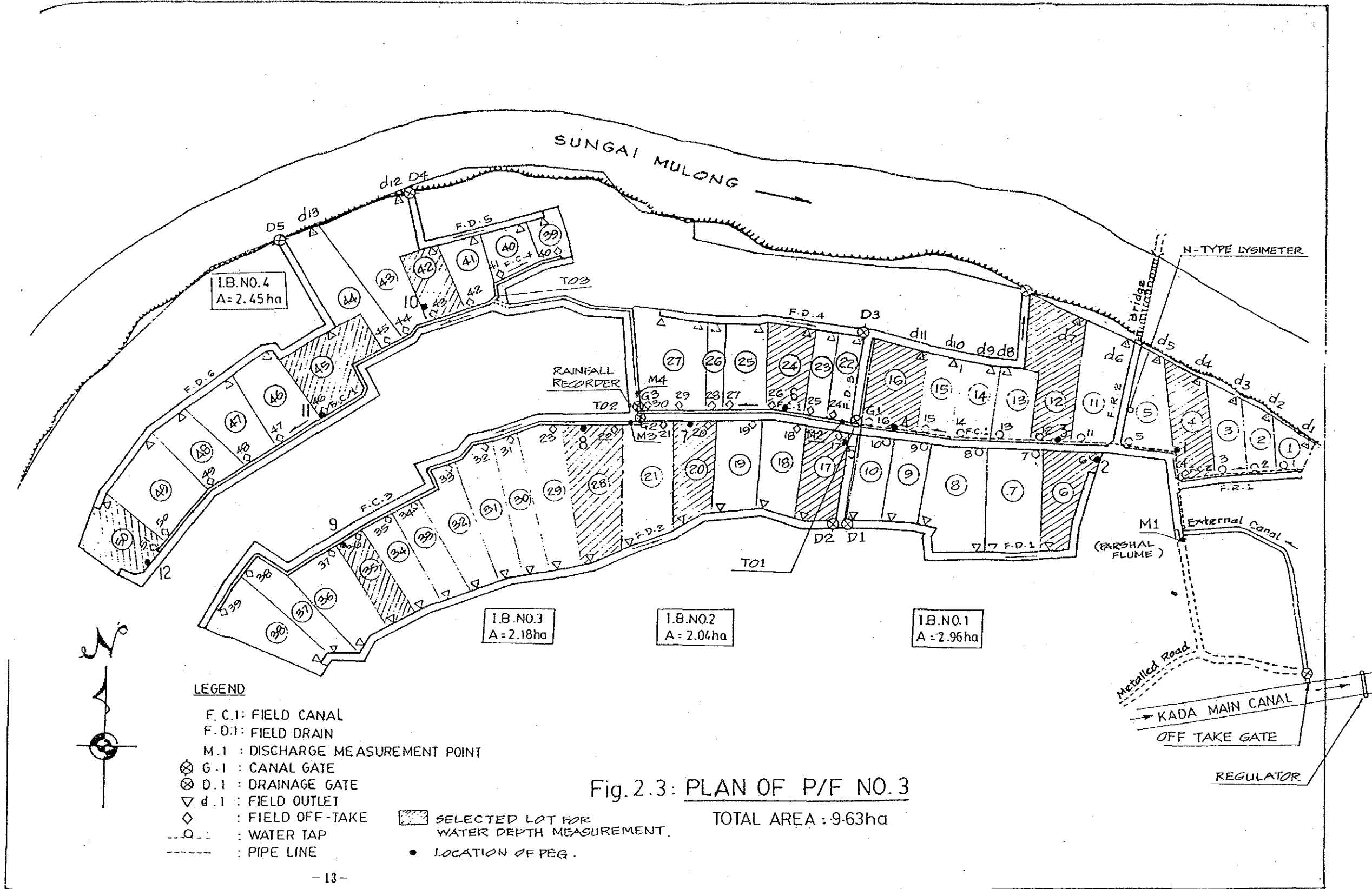


Fig. 2.3: PLAN OF P/F NO. 3

TOTAL AREA : 9.63ha

2.2 現地作業

パイロットファームNo. 1、No. 2、およびNo. 3の現地作業は毎週決められた日に実施した。主な現地作業は下記の通りである。

1) 流量測定

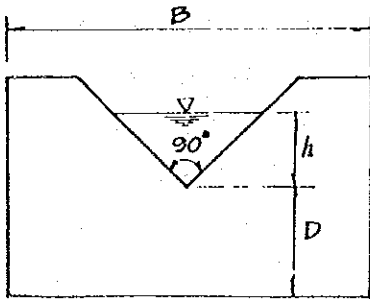
パイロットファームへの流入量および流出量の両方を計測した。水位流量関係がもとめられている観測地点では、スチールスケールで水深を測り流量を求めた。水位流量関係が明らかでない場合は、下記のいずれかの方法により流量を測定した。

a. 流速計による方法

パイロットファームNo. 2とNo. 3の用水路では、背水の影響を受けるので、流速計を用いて流量観測を行なった。観測点は用水路の中心、水面より水深の2/3の地点に設定した。

b. 三角堰による方法

パイロットファームNo. 3の排水路からの流出量は、調査用に90度ノッチ三角堰を設置して行なった。堰の諸元は図2.4に示す通りである。堰からの流量は次式の通りとなる。



$$Q = Ch^{5/2}$$

$$C = 1.353 + 0.004 + (0.014 + 0.2/D)(h/B - 0.09)^2$$

ここで、Q: discharge(m³/sec)

h: water depth(m)

C: coefficient of discharge

D: height of notch from canal bottom(m)

B: canal width(m)

上式は次の条件を満たすとき、誤差は1.4%以内となる。

$$0.5 \text{ m} \leq B \leq 1.2 \text{ m}$$

$$0.1 \text{ m} \leq D \leq 0.75 \text{ m}$$

$$0.07 \text{ m} \leq h \leq 0.26 \text{ m and, } h \leq B/3$$

c. バケツ、シリンダーによる方法

上述した方法を採用することが出来ない測定地点では、目盛りを付けたバケツやシリンダーを使用した。流出量が 1.0 l/sec 以下の場合、シリンダーを利用することにより測定精度をあげることができた。測定値は流速計によりチェックしたが、バケツやシリンダーによる測定は十分に精度が高いことが確認出来た。

2) 湛水深の測定

各パイロットファームから12プロットを選び、各々木杭を設置しスチールスケールを用いて、湛水深を測定した。測定および観察の結果は様式に記録し、ゲート操作を行なう際に参考とした。

3) 減水深の測定

減水深は蒸発散量と浸透量の合計である。各パイロットファームにN型ライシメーターを設置し、毎日決められた時間に減水深を測定した。同時に降雨量も記録し、純用水量を算出した。

4) 末端圃場施設のパトロール

上述した測定や観察を進める過程で、次の点に注意を払って末端圃場施設を点検した。

- ・築堤からの浸水がないか。
- ・ゲートや給水栓が正常に操作されているか。
- ・降雨や他の要因により、損傷をうけていないか。

5) ゲート操作

流量測定結果をもとにIE値、ED値を計算し、その値を参照してゲート操作を行なった。IE値は取水口のゲート操作に利用し、ED値は分水口、給水口のゲート調整に使用した。用水を節約するために取水口での流入量(Q_{in})を制限し、排水量(Q_{out})が小さくなるようにゲート操作を行なった。必要用水量(Q_{re})を下記に述べる基準に従って求め、取水口ゲートを操作、取水量を調整した。

排水量があり場合で、

$I E > 8.0\%$ の時は $Q_{re} = Q_{in}$

$I E < 8.0\%$ の時は $Q_{re} = Q_{in}$

排水量がない場合は、

$Q_{re} = 1.1 Q_{in}$ ただし $Q_p > 1.1$ ならば $Q_{re} = Q_p$

上記 Q_p は N 型ライシメーターによる測定値をもとに、次式により計算した純用水量である。

$$Q_p = H \times A / 8.64 \text{ (}\ell/\text{sec)}$$

H : N 型タイプライシメーターによる測定値 (mm/day)

A : かんがい面積

6) その他の観察

前述した調査や測定の外に下記に述べる観察を行なった。

- ・ K A D A 水路の水位
- ・ 地区外からの流入量
- ・ 排水路や地区外への流出量
- ・ 農民の不法取水
- ・ 用水路の堆積物
- ・ ネズミや鳥、その他による稲の被害

以上の観察のほか、パイロットファーム地区全体を見渡し、用水不足や用水過剰がないかを確認し、問題が認められた場合は、早急に対策をとり問題点の解消に努めた。

2.3 室内作業

調査期間中に収集したデータや情報は記録様式書に記載し、ファイルに整理した。現場調査終了後直ちに、センターの上級職員および日本人専門家の間で会議を開き、現場調査中に遭遇した問題点について検討を加え、次回の現場調査の詳細計画を決めた。この会議には本調査に参加していたMARDIの職員も出席した。

2.4 調査期間中にとられた対策

末端圃場水管理を実施する上での障害要因を解消するために、会議の結論に基づき、必要な対抗策を講じた。実作業は主としてセンター職員が行なったが、用水路損傷の復旧等大掛かりな作業は施工業者が行なった。調査期間中に講じた主な対策は、次に示す通りである。

1) パイロットファームNo. 1

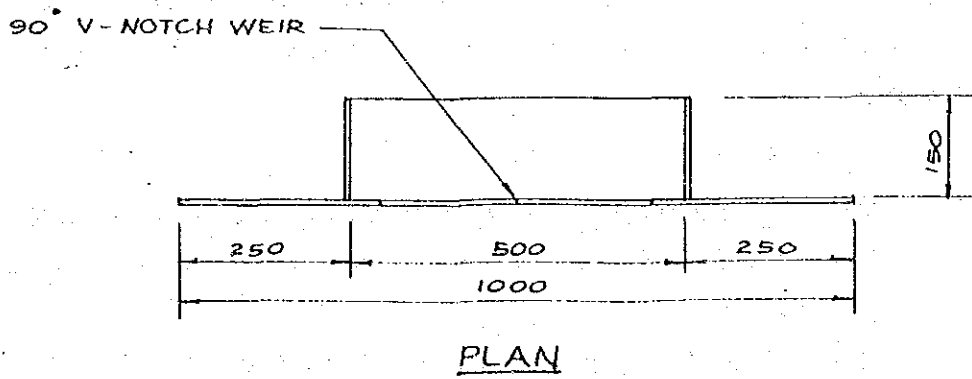
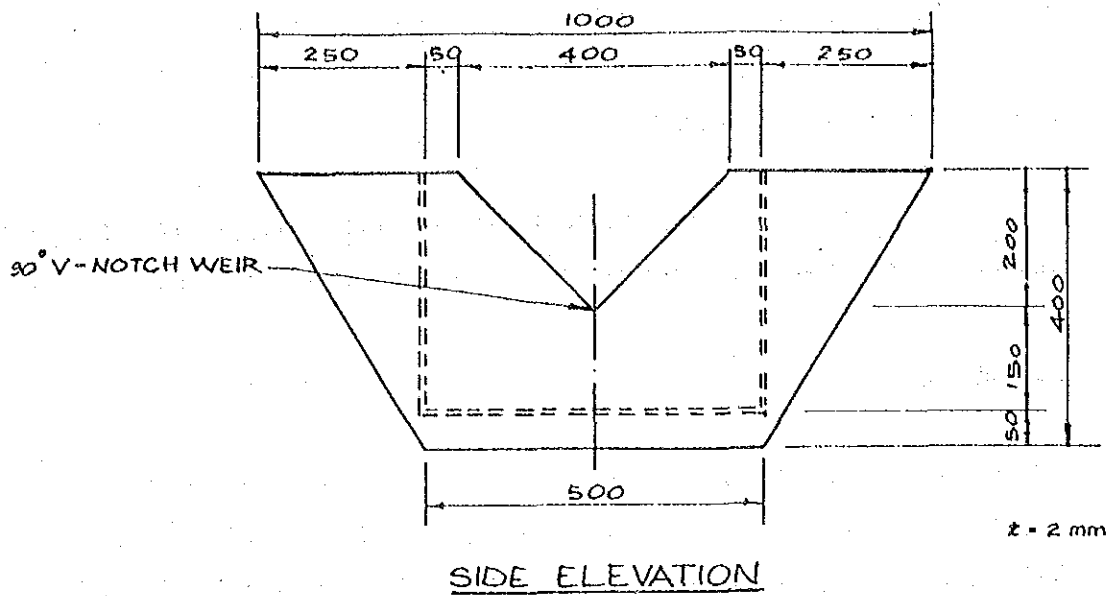
- a. 圃場用水路の漏水箇所の補修。
- b. ファームブロックNo. 4、No. 2の畦畔の調整。同ブロックは局所的な不陸のため、用水の均等配分がむづかしい。
- c. 用水路の水位を確保するため、コンクリート堰を設置。
- d. 田越しかんがい方式では給水できない高位置にある水田に用水を供給するため、圃場水路の増設。

2) パイロットファームNo. 2

- a. 排水路の崩壊箇所の修復および崩壊を防止するための排水口の追加設置。
- b. 高水田へのかんがいの可能性の検討。
- c. 分水口No. 2およびNo. 4におけるスルースゲートの設置。

3) パイロットファームNo. 3

- a. 浸透流出の著しい排水路盛土部の補修。
- b. かんがいブロックへの給水を確実にこなうために、用水路の角落し堰板高の調整。
- c. ローテーションかんがいの導入。



SCALE : 1 : 10

Fig.2.4 Dimensions of a Triangular Weir

3. 水管理調査の結果

3.1 パイロットファームNo. 1

パイロットファームNo. 1の水管理調査は1985年5月7日より7月10日にかけて毎週日曜日に合計9回実施した。調査結果は表3.1から表3.3に要約する通りである。

1) 流出量

調査初期段階の流出量(Q_{out})は約 28 l/sec と大きな数字を示した。しかし、徐々に流入量(Q_{in})を減少したので、 Q_{out} も漸次減少してきた。調査期間中、センター職員が取水口ゲートを操作したが、一度だけKADΛの監視員がセンターの意図に反して操作したため、期待通りに Q_{out} を減少することが出来なかった。またハリラヤ後約一週間は、用水の供給が完全に停止し、 Q_{out} は 2.6 l/sec まで減少した。調査期間を通じて、平均 Q_{out} は 13.1 l/sec であった。流出量の変化は図3.1aに示す通りである。この結果を図3.1bに示す湛水深制御結果と比較することにより、つぎの点が明らかになる。しかし、これらの点は今後調査を継続し、さらに厳格に確認する必要がある。

- Q_{out} は Q_{in} にほぼ比例している。
- Q_{in} が 35 l/sec 以上のとき、圃区内の湛水を適切な深さに保てる。
- Q_{in} が 30 l/sec 以下になると、パイロットファームの約半分の面積に水不足が生じる。
- Q_{out} の大部分は、用水を圃区に搬送するのに必要な量であると考えられる
- 6回目(6月16日)の観測結果は、湛水深制御、かんがい効率および用水の均等配分等すべての点で満足する値を示している。
- 6回目の観測結果より、用水をパイロットファーム内のすべての水田に均等かつ十分に配水するために必要となる最小流出量は約 9.0 l/sec であると推定できる。

第4章に述べる通り、パイロットファームNo. 1の水管理損失はこの 9.0 l/sec に近い値になるものと考えられる。

2) 流入量

水管理調査が開始された直後の流入量(Q_{in})は 50 l/sec であった。これは圃場

用水量の2.5倍に相当する量であり、流入量を減少する必要があった。しかしながら、圃場内水路の補修が終了するまで、ゲート操作ができなかった。

ゲート操作を初めて行なったのは、6月3日の第4回調査終了後である。以後漸次 Q_{in} を減らし、用水の節減を図った。その結果 Q_{in} は減少したが、ハリラヤ直後、用水不足が発生したので、 Q_{in} を最大流入量まで増加した。調査期間中の流入量変化は図3.1aに示す通りであり、 Q_{in} の平均値は 34.2 l/sec である。

3) 圃場用水量

圃場用水量は圃場で消費される水量の総量であり、圃場における水収支調査、すなわち流入量と流出量の差を継続的に調査することにより求められる。

流入量、流出量とも、刻々変化する。プロット内の湛水量が増加している時は、流入量と流出量の差は小さくなり、また湛水量が減少している時は、その差が増加する傾向にある。このように短期的には流入量と流出量の差は必ずしも圃場用水量に一致しないが、長期にわたる流入量と流出量の差の合計値を平均することにより、圃場用水量の近似値を求めることができる。流入量と流出量およびその差を要約すると、次表に示す通りとなる。

パイロットファームNo.1の水収支計算(mm/日)

番号	月 日	流入量 (l/sec)	流出量 (l/sec)	実使用量 (l/sec) (mm/day)	
1	5月 7日				
2	5月19日	33.4	4.8	28.6	14.4
3	5月26日	43.5	27.9	15.6	7.9
4	6月 3日	50.5	24.1	26.4	13.3
5	6月 9日	28.2	11.2	17.0	8.6
6	6月16日	35.1	9.0	26.1	13.2
7	6月23日	4.3	2.6	1.7	0.9
8	7月 1日	44.2	12.0	32.2	16.2
9	7月 9日	0.0	3.0	-3.0	-1.5
平均		34.2	13.1	21.1	10.6

本調査結果では、上表の通りパイロットファームNo.1の圃場用水量は、 21.1 l/sec (10.6 mm/day)と推定できる。しかしながら、今回の調査では調査回数が少な

いので同様の調査を継続し、より正確な圃場用水量を求める必要がある。

4) かんがい効率 ; IE

かんがい効率(IE)は、調査期間中36%から86%まで変化し、平均値は60%であった。目標値である80%を達成することはできなかったが、その理由としては下記の事項が考えられる。

- ・ 調査初期段階で、流入量の調整がなされなかった。
- ・ 流出量の一部は全面積にかんがい水を供給するのに必要である。
- ・ その量は約9.0ℓ/secと推定でき、圃場用水量の約43%に相当する。
- ・ ハリラヤのため一時用水供給が停止した。

5) 用水の均等配分 ; ED

用水の均等配分率は大きく変化した。調査結果より明らかな通り、調査初期段階ではパイロットファーム上流域で分水量が多い。しかし、上流域への用水供給量を徐々に減らすよう分水を操作したので、調査最終段階では概ねバランスよく用水を配分することができた。各かんがいブロックへの分水量の単位をmm/dayに換算して示すと次表および図3.1cの通りとなる。

各かんがいブロックへの実分水量(mm/日)

番号	月 日	IB No. 1	IB No. 2	IB No. 3	IB No. 4
1	5月 7日	-	-	-	-
2	5月19日	42.4	12.2	6.7	12.4
3	5月26日	36.6	20.6	14.2	19.9
4	6月 3日	53.3	18.3	16.3	21.4
5	6月 9日	7.3	19.1	14.0	15.0
6	6月16日	12.9	18.3	16.9	22.0
7	6月23日	5.1	2.1	1.9	0.0
8	7月 1日	20.9	12.6	31.4	26.0
9	7月 7日	0.0	0.0	0.0	0.0
平均		25.5	14.7	14.5	16.7

上表および図3.1cより明らかな通り、かんがいブロックNo.1への分水は調査期間を通じてよく管理されている。また、パイロットファーム全体の用水配分は調査の進展に伴って均等化が進んだ。かんがいブロックNo.3-2とNo.4-2では表3.1にあるように分水量が皆無の 때가しばしばある。このことは、給水口間での用水の配分を、農民に任せると、均等配分が極めて難しいことを示している。均等配分を実現するにはゲートに鍵を設置し、管理しなければならない。

6) 湛水深制御

調査期間を通じて、全プロット数の半数以上のプロットで適当な湛水深を保つことができた。用水不足を生じたプロットもあったが、湛水深制御率の平均値は約73%となり、湛水深制御はほぼ成功であったと判断できる。

湛水深制御の結果は図3.1bに示す通りである。

7) N型ライシメーターによる計測

観測は、5月20日から7月10日まで休日を除き毎日行なった。降雨日のデータは信頼できなかったため解析対象から除外した。解析結果は表3.3に要約する通りであり、パイロットファームNo.1の減水深は約7.9 mm/dayと推定できる。また純用水量は次式の通り15.7 ℓ/secである。

$$Q = 7.9 \text{ mm/day} \times 17.13 \text{ ha} / 8.64 = 15.7 \text{ ℓ/sec}$$

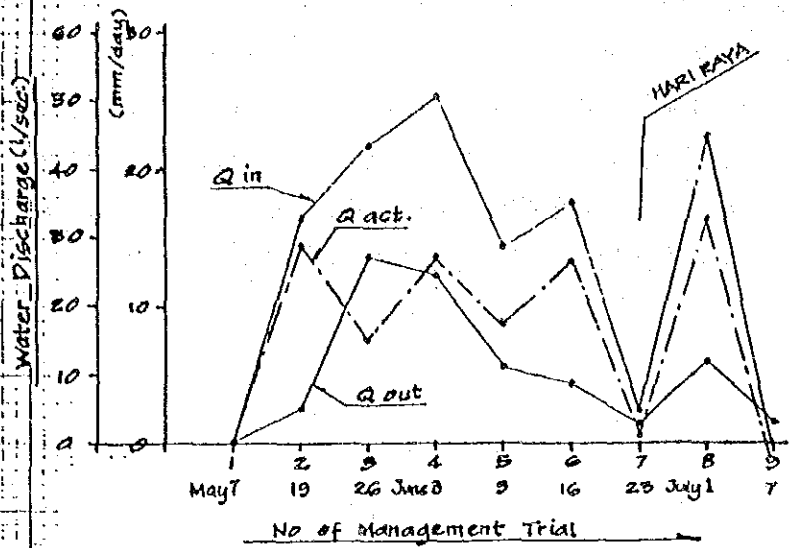


Fig. 3.1 a

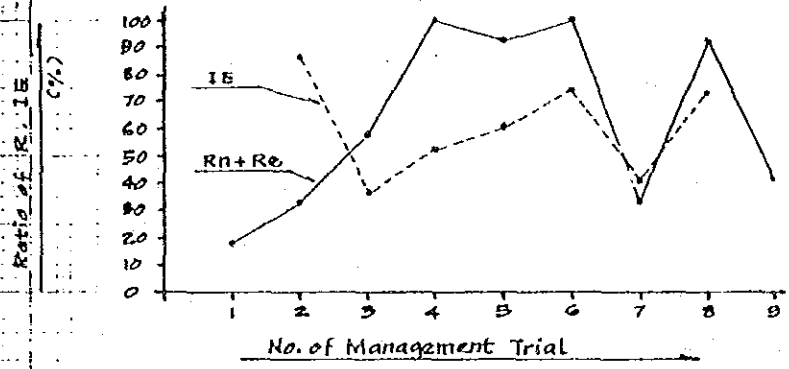


Fig. 3.1 b

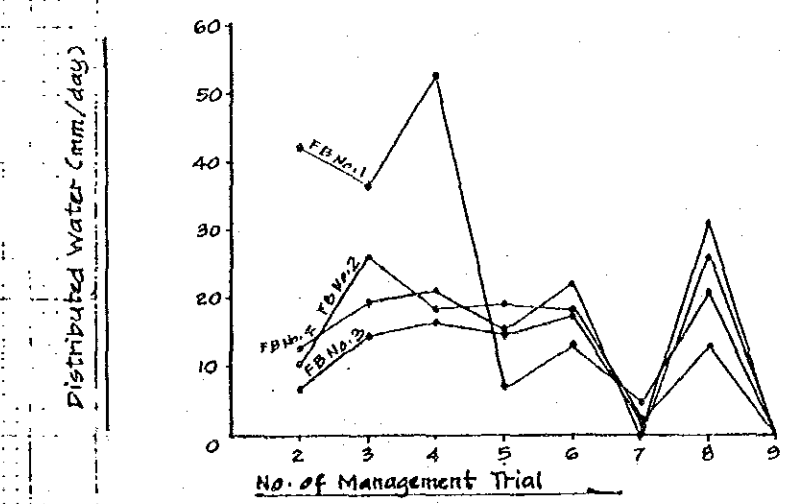


Fig. 3.1 c

Fig. 3.1 : SUMMARY OF WATER MANAGEMENT TRIAL IN P/F NO. 1

Table 5.1 SUMMARY OF WATER MANAGEMENT TRIAL IN P/F NO.1

NO	DATE	Qin	Qout	ED (%)								
		(l/sec)	(l/sec)	1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2	4-1	4-2	
1	May 7*	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	May19	33.4	4.8	148	404	15	161	35	43	29	13	
3	May26	43.5	27.9	203	111	94	94	151	0	23	177	
4	June 3	50.5	24.1	277	110	97	35	121	21	81	87	
5	June 9	28.2	11.2	29	82	192	21	216	17	62	161	
6	June16	35.1	9.0	46	107	162	12	23	149	217	0	
7	June23	4.3	2.6	200	333	163	0	200	0	0	0	
8	July 1	44.2	12.0	75	123	63	45	224	82	207	0	
9	July 7*	0.0	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	
AVERAGE		34.2	13.1	148	181	112	53	139	45	88	63	

NO	IE	Rn	R (%)		Qre	Q	Qact	Qp	
	(%)		Re	Rs	(l/sec)	(l/sec)	(l/sec)	(l/sec)	
1*	-	17	0	83	-	-	-	-	
2	86	33	0	67	33.4	33.4	28.6	15.7	
3	36	50	8	42	21.2	43.5	15.6	15.7	
4	52	75	25	0	31.2	24.9	26.4	15.7	
5	60	59	33	8	19.2	18.7	17.0	15.7	
6	74	58	42	0	27.9	28.2	26.1	15.7	
7	40	33	0	67	26.4	4.3	1.7	15.7	
8	73	75	17	8	34.6	23.3	32.2	15.7	
9*	-	33	8	59	17.4	-	-3.0	15.7	
AVERAGE		60	55	18	27	27.7	25.2	21.1	15.7

Data obtained in the field surveys with an asterisk are excluded in finding the averages.

Qin : inflow discharge
 Qout: outflow discharge
 Qre : required inflow discharge
 Qp : net water requirement
 Qact : actual water consumed
 Q : discharge after adjusted

IE : irrigation efficiency
 ED : coefficient of even distribution
 R : coefficient of water depth control
 Rn : suitable water depth
 Re : excessive water depth
 Rs : Shortage of water depth

Table 3.2 SUMMARY OF WATER DEPTH SURVEY IN P/F NO.1

NO	DATE	PEG NO.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	May 7	3.0	0.0	4.5	3.0	6.5	4.0	0.0	0.5	1.0	0.0	2.0	5.0
2	May 19	2.5	5.0	9.0	0.0	5.0	3.0	2.0	1.0	1.0	9.0	2.5	4.0
3	May 26	10.0	4.0	7.5	3.0	8.0	5.5	3.0	3.0	3.0	10.5	9.5	7.5
4	June 3	11.5	5.0	5.0	5.0	9.0	5.0	5.0	5.0	6.0	15.0	11.0	10.0
5	June 9	11.0	8.0	11.0	5.0	8.0	12.0	4.0	8.0	6.5	11.0	9.5	5.0
6	June 16	11.0	9.5	11.0	5.0	13.0	14.0	5.0	8.0	5.0	10.0	8.0	13.0
7	June 23	0.0	0.0	10.0	0.0	8.0	6.0	0.0	1.0	4.0	3.0	9.0	1.0
8	July 1	10.0	6.0	5.0	5.0	10.0	9.0	4.0	7.0	7.0	12.0	6.0	12.0
9	July 7	0.0	0.0	3.0	1.0	4.5	7.0	0.0	0.0	12.0	9.0	8.0	7.0
AVERAGE		6.6	4.2	7.3	3.0	8.0	7.3	2.6	3.7	5.1	8.8	7.3	7.2

**Table 3.3 Analysis on the Net Water Requirement
by Lysimeter in P/F No.1 (mm)**

MONTH	DAY	RAINFALL	WATER DEPTH	DIFFERENCE OF DEPTH	WATER REQUIREMENT
May	30	0.0	221		
	31	0.0	-		8.0
June	1	0.0	205	16	8.0
	3	0.0	221		
	4	0.0	213	8	8.0
	9	0.0	212		
	10	0.0	203	9	9.0
	18	0.0	236		
	19	0.0	229	7	7.0
July	1	0.0	215		
	2	0.0	-		5.5
	3	0.0	204	11	5.5
	4	0.0	193.(192)	11	11.0
	5	0.0	-		10.5
	6	0.0	171	21	10.5
	7	0.0	0.(163)		
	8	0.0	158	5	5.0
	9	0.0	151	7	7.0
	10	0.0	143	8	8.0
Total of available figures (mm)					103.0
Number of days (day)					13
Averaged net water requirement (mm/day)					7.9

Remarks : The measurement was not made on holiday. Data obtained on rainy days were omitted in finding the average net water requirement.

3.2 パイロットファームNo.2

パイロットファームNo.2の水管理調査は、1985年の5月8日より7月10日にかけて実施した。図2.2の斜線地区は上流域からの流入が多いため、本調査対象面積から除外した。現場調査は、合計9回、毎週月曜日に実施したが、必要に応じ追加調査を行った。調査結果は表3.4、表3.5および表3.6に要約する通りである。

1) 流出量 : Q_{out}

流出量(Q_{out})を、図2.2に示す7箇所で測定した。調査回数は、少なかったが、パイロットファームNo.2からの流出量は次の傾向があることがあきらかである。

- ・パイロットファームNo.2では、取水口からの供給量よりも地区外からの供給量の方が多い。
- ・流出は地区最下流端に集中しており、特に排水口、 d_5 、 d_6 、および d_6 からの流出が著しい。
- ・上記以外の排水口からの排水量はきわめて少ない。

流出量は大きく変化し、特に調査期間後半には、流出量無しという状態が発生した。そのため流出量の平均値は小さくなり、調査期間を通じて、 4.8 l/sec であった。

2) 流入量 : Q_{in}

図2.2に示す通り、流入量をは6箇所で測定した。取水口からの流入は、KADA水路の水位が高い時のみ取水できる状態であるので、取水ゲートは調査期間中、常時全開状態であった。そのため、取水は直接KADA水路の水位により変化し、取水量の制御は困難であった。調査期間を通じて、流入量の平均値は 11.1 l/sec であった。

3) かんがい効率 : I_E

隣接するかんがいブロック間で用水の出入があったため、ブロック毎の水収支を計算することができなかった。そのため、各ブロックのかんがい効率を求めることはできなかったが、パイロットファーム全域の、 I_E は表3.4に示す通り45%であった。このように I_E 値が低かったのは、地区外からの流入量の影響が大きすぎるため、パイロットファームNo.2では、効果的な水管理は不可能であるといえる。

4) 均等配分 ; ED

調査期間を通じて、適切に用水配分を行なうためには取水量があまりにも少なく、そのために均等配分についての調査は実施できなかった。

5) 湛水深の制御

調査期間後半には、取水量が極端に減少したにもかかわらず、用水不足は上流域の限られた地区で生じたのみで、下流地区の湛水深は適切に保たれた。調査期間を通じて見ると、約60%の水田では湛水深の管理状態が良かったといえる。この理由として下記が考えられる。

- ・地区外からの用水供給が多く、湛水深制御が余裕を持って実施できた。
- ・畦畔が高く、用水を多量に保つことができた。
- ・パイロットファーム内の地形傾斜は緩やかな一定方向勾配であるため、田越しかんがい効率がよく行なわれた。

パイロットファームNo. 2のように緩やかな一定方向勾配をもった農地では、末端圃場整備の効果は少ないと推定できる。

6) N型ライシメーター

5月20日から7月10日までの期間、休日を除いて毎日測定を続けた。降雨日に得たデータは雨の影響を強く受けて、異常な数値を示したので解析の対象から除外した。解析結果は表3.6に示す通りであり、純用水量は6.0 mm/dayであった。

Table 3.4 SUMMARY OF WATER MANAGEMENT TRIAL IN P/P NO.2

NO	DATE	Qin	Qout	IE (%)					Total
		(l/sec)	(l/sec)	IB1	IB2	IB3	IB4	IB5	
1	May 8	-	-	-	-	-	-	-	-
2	May20	23.7	-	-	-	-	-	-	-
3	May27	11.4	11.2	100	100	-21	4	**	30
4	June 4	14.4	12.9	100	100	70	**	4	10
5	June11	24.4	1.0	100	100	100	10	**	96
6	June17	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-
7	June27	14.9	8.6	100	100	100	100	-86	42
8	July 1	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-
9	July 8	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-
AVERAGE		11.1	4.8	100	100	62	**	**	45

Remarks : ** shows a infinite figure because of the qin is equal to zero.

NO	ED (%)					R (%)			Qre	Qp	Qact
	IB1	IB2	IB3	IB4	IB5	Rn	Re	Rs	(l/sec)	(l/sec)	(l/sec)
1	-	-	-	-	-	25	17	58	-	-	-
2	76	221	271	47	48	33	25	42	-	6.0	-
3	157	175	82	118	5	50	33	17	2.4	6.0	0.2
4	188	305	34	0	79	58	25	17	4.1	6.0	1.5
5	49	289	43	6	0	42	33	25	24.4	6.0	23.4
6	-	-	-	-	-	33	17	50	-	-	-
7	32	200	190	77	35	25	25	50	8.0	6.0	6.3
8	-	-	-	-	-	-	-	-	6.0	6.0	0.0
9	-	-	-	-	-	25	17	58	6.0	6.0	0.0
AVERAGE											
	107	242	87	50	30	36	24	40	8.5	6.0	5.2

Qin : inflow discharge

Qout: outflow discharge

Qre : required inflow discharge

Qp : net water requirement

Qact : actual water consumed

IE : irrigation efficiency

ED : coefficient of even distribution

R : coefficient of water depth control

Rn : suitable water depth

Re : excessive water depth

Rs : shortage of water depth

Table 3.5 SUMMARY OF WATER DEPTH SURVEY IN P/F NO.2

NO	DATE	PEG NO.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	May 8	2.0	5.5	11.0	7.0	4.5	11.5	10.0	1.0	2.5	2.0	3.0	4.5
2	May 20	0.0	4.0	5.0	2.0	14.5	7.0	7.0	1.5	0.0	6.0	15.5	11.0
3	May 27	7.0	5.0	10.0	10.0	14.5	7.0	14.0	3.0	1.0	6.5	15.0	11.0
4	June 4	8.0	8.5	9.0	13.0	5.5	2.5	5.0	5.0	0.0	7.0	15.0	12.0
5	June 11	4.0	8.0	10.0	12.0	10.0	7.0	14.0	0.0	0.0	10.0	11.0	12.0
6	June 17	2.0	2.0	0.0	8.0	10.0	8.0	13.0	0.0	0.0	2.0	12.0	8.0
7	June 27	1.5	8.5	0.0	0.0	13.5	7.0	0.0	0.0	0.0	9.5	19.0	13.5
8	July 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	July 8	3.0	3.0	1.0	8.0	0.0	12.0	12.0	3.0	0.0	1.0	8.0	9.0
AVERAGE		3.1	4.9	5.1	6.7	8.1	6.9	8.3	1.5	0.4	4.9	10.9	9.0

**Table 3.6 Analysis on the Net Water Requirement
by Lysimeter in P/F No.2 (mm)**

MONTH	DAY	RAINFALL	WATER DEPTH	DIFFERENCE OF DEPTH	WATER REQUIREMENT
June	1	0.0	279		
	2	0.0	-		5.5
	3	0.0	268	11	5.5
	8	0.0	168		
	9	0.0	162	6	6.0
	11	0.0	165		
	12	0.0	155	10	10.0
	16	0.0	159		
	17	0.0	151	8	8.0
	18	0.0	89		
	19	0.0	82	7	7.0
	29	0.0	129		
	30	0.0	125	4	4.0
	July	6	0.0	145	
7		0.0	139.(192)	6	6.0
8		0.0	189	3	3.0
9		0.0	184.(198)	5	5.0
10		0.0	181	-	
Total of available figures (mm)					60.0
Number of days (day)					10
Average net water requirement (mm/day)					6.0

Remarks : The measurement has not been done on holidays.
Data obtained on rainy days were excluded in finding the average net water requirement.

3.3 パイロットファームNo. 3

パイロットファームNo. 3の水管理調査は、1985年の5月7日から7月10日にかけて毎週火曜日に実施した。取水量を漸次減少していったが、約25ℓ/secまで減らした時かんがい用水の均等配分が困難になってきた。用水を均等に配分するには、ローテーションかんがい方法を導入する必要性が生じたので、7月上旬に導入することにした。水管理調査結果は表3.7、表3.8および表3.9に示す通りである。

1) 流出量 ; Q_{out}

調査期間中、パイロットファームからの流出量(Q_{out})は、用水の供給が完全に停止されたハリラヤ期間を除き、約10ℓ/secから20ℓ/secの範囲で変化した。流入量(Q_{in})を調整して、流出量(Q_{out})を減らすよう努力したが、取水量を完全に止めることができなかった。ゲートからの漏水が多く、KADA幹線水路の水位が平水位の時、漏水量は約25ℓ/secに達した。調査期間を通じて、 Q_{out} の平均値は表3.7に示す通り9.7ℓ/secであった。より正確な水管理を実行するために、取水口ゲートを補修するか、付け換える必要がある。

2) 流入量 ; Q_{in}

水管理調査開始直後は、流入量(Q_{in})は圃場用水量の2ないし3倍に相当する、50ℓ/secと大きかったので、 Q_{in} を減少する必要があった。しかしながら、取水口ゲート管理はKADAの監視員に任されていたので、6月4日まで取水口ゲートの操作ができなかった。鍵を複製し、訓練センター職員がゲートを操作することが可能となってからは、 Q_{in} は漸次減少した。しかしながら、ゲートからの漏水が多く25ℓ/sec以下に下げることができなかった。6月18日以降ゲートを全閉したので、以後の流入量はゲート操作によるコントロールができなくなり、KADA幹線水路の水位変動に応じて変化した。

調査期間中の Q_{in} の平均値は29.2ℓ/secであった。流入量と流出量の記録は図3.2に示す通りである。

6月10日に実施した第5回目の調査では注目すべき観測値が得られている。この観測結果から次の点が明らかとなる。

- ・ 5回目の調査までは Q_{in} が多く、そのため、用水は全プロットに充分いきわたっていた。一方、 Q_{out} も大きな値を示していることから、用水が均等に配分

されていたとはいえない。

- ・ Q_{in} を漸次減少し、5回目の観測時に 28.2 l/sec になった。この時の観測値は湛水深制御(67%)、かんがい効率(70%)、均等配分のすべてに満足すべき値を示している。
- ・ 5回目の観測以後のかんがい水の供給は、ハラリヤ休日やKADA主要施設のトラブルのために、異常に減少した。そのため、5回目の調査以後の観測値は、いづれの観測項目も満足な結果を示していない。

上述した事項から、5回目の観測時に測定した $Q_{in} 28.2 \text{ l/sec}$ 、はパイロットファームを満足にかんがいすることのできる最小量、すなわち粗用水量に近い値であると判断できる。この時の流出量 Q_{out} は 8.5 l/sec であった。これは、水管理損失量に相当するものと推定できる。

3) 圃場用水量

流入量と流出量の差、即ち圃場用水量を、各かんがいブロックごとおよびパイロットファーム全体について計算すると次表に示す通りである。次表では面積の影響を除くために、圃場用水量を mm/day に換算してある。

パイロットファームNo. 3の水収支調計算(mm/day)

番号	月 日	IB No. 1	IB No. 2, 3	IB No. 4	合 計
1	5月16日	-	-	-	-
2	5月22日	26.0	0.2	0.7	8.3
3	5月29日	60.1	11.9	18.7	28.5
4	6月 4日	53.4	28.3	5.3	30.1
5	6月10日	3.5	22.7	26.1	17.7
6	6月18日	1.1	16.8	14.1	11.3
7	6月25日	4.7	15.4	25.7	14.7
8	7月 3日	4.1	4.9	31.7	11.5
9	7月 9日	3.5	38.1	0.0	17.8
平均		19.6	17.3	15.3	17.5

3.1項で述べたように、長期にわたる流入量と流出量の差の平均値は、圃場用水量に近い値を示す。今回は調査期間が限られていたため調査回数が十分ではないが、パイロットファームNo.3の減水深は上表に示す通り17.5mm/day、圃場用水量は次式から19.5ℓ/secと推定できる。

$$Q = 17.5 \times 9.63 \text{ (ha)} / 8.64 = 19.5 \text{ ℓ/sec}$$

4) かんがい効率 ; IE

かんがい効率は、調査回数を重ねるごとに向上した。水管理調査期間中の平均値は70%であった。上述した通り、流入量を25ℓ/sec以下に下げることができなかつたので、IE値をこれ以上に上げることができなかつた。IE値が70%に近づくと、多数のプロットに用水不足が発生する。ハリヤ後に行なった観測では、IE値は96%に達した。反面、地区下流域では約半数のプロットで、用水損失が生じた。このことより、IE値を70%以上に上げることが比較的容易であるが、同時に均等配分係数の目標値を確保することが難しいことが判る。

6月18日に実施した6回目の観測では、かんがいブロックNo.1内のプロットから3.5ℓ/secの排水量があった。これは圃場用水量の約1/5に相当する量である。この事実より、わずかに1箇所給水栓の不適切な操作が用水の均等配分を阻害することが明らかである。このことから、かんがい効率と均等配分を同時に満足するには、ローテーションかんがいを導入することが肝要であると判断される。

5) 均等配分 ; ED

調査初期段階では、均等配分係数はかんがいブロックNo.1とNo.3で大きく、No.2、No.4では小さかった。そこでNo.3への給水量を絞ると同時にNo.1の給水栓を分水量がほとんど無くなるように操作した。その結果、表3.7に示すようにEDの平均値は89%から121%の範囲で変化した。

給水口の数が多くなると、用水の均等配分を実現するのが困難になる。給水口からの取水が1箇所でも過剰になると、下流のプロットでは確実に用水損失が発生する。パイロットファームNo.3では、給水口の数が多すぎて、すべての給水口からの流量を適切にコントロールすることは、現実的に不可能であるといえる。

6) プロット内の湛水深制御

用水の供給が完全に止まったハリヤヤ期間を除いて、プロット内の湛水位は、選定

した12プロットのうち10プロットで適切に保つことができた。残りの2プロットでは、湛水位が10 cm以下となる期間が多く、目標値を満たすことができなかった。この2つのプロットは田面高が高く、用水路の水位が十分高い時のみしか取水できないからである。相対的に、パイロットファームNo.3では湛水深制御が満足に実施できたと思われるが、これは、次に述べる2つの理由による。

a. 給水口の角落とし堰板高の調整

調査に先立ち、排水口の角落とし堰板高の調整を行なった。堰板高を調整するために、堰板をノコギリで切ったり、堰高が不足している所では、堰板を追加した。各プロットの適切な湛水位が容易に判るよう、田植直後にこの作業を実施した。その結果、調査期間中に過剰湛水となるプロットは皆無であり、水位を常時、許容湛水深である10 cm以下に保つことができた。

b. 十分な用水供給

上述したように、取水量を25 l/sec以下に減らすことができなかったため、パイロットファームには常時十分に用水を供給することができた。取水量が圃場用水量である20 l/secに近くなった時プロット内の水深を適切に保てるかについては、今後調査する必要がある。

7) N型ライシメーターによる測定

湛水位変化を知るため、N型ライシメーターを用いて5月22日から7月10日にわたり休日を除いて、毎日プロット内水位を観測した。

降雨日のデータは雨の影響が強く、異常な値であったので、解析から除外することにした。観測結果は表3.9に要約する通りである。利用可能なデータ数は少ないが、パイロットファームNo.3の平均減水深は表3.9に示すように7.2 mm/dayと見積もられる。また、純用水量は、下記に示す通り、8.0 l/secとなる。

$$Q = 7.2 \text{ mm/day} \times 9.63 \text{ ha} / 8.64 = 8.0 \text{ l/sec}$$

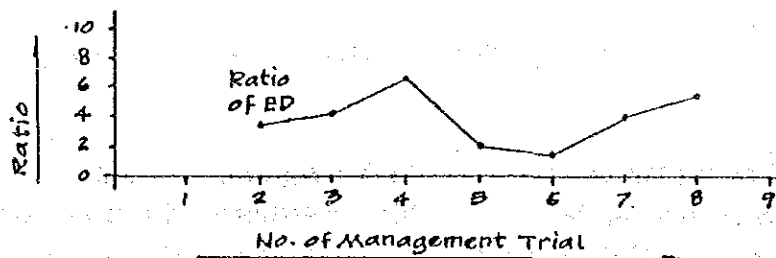
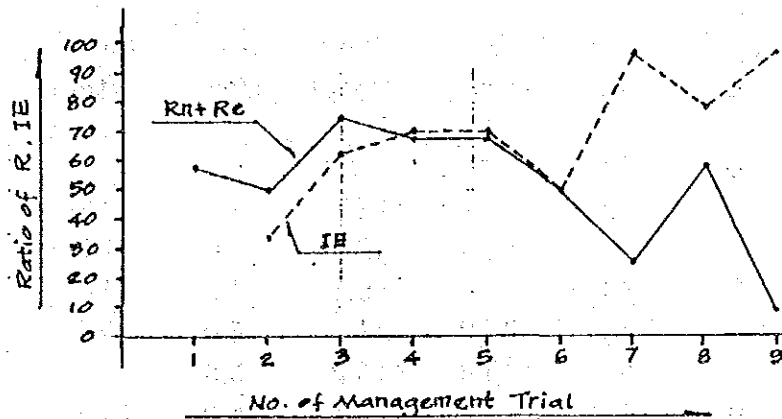
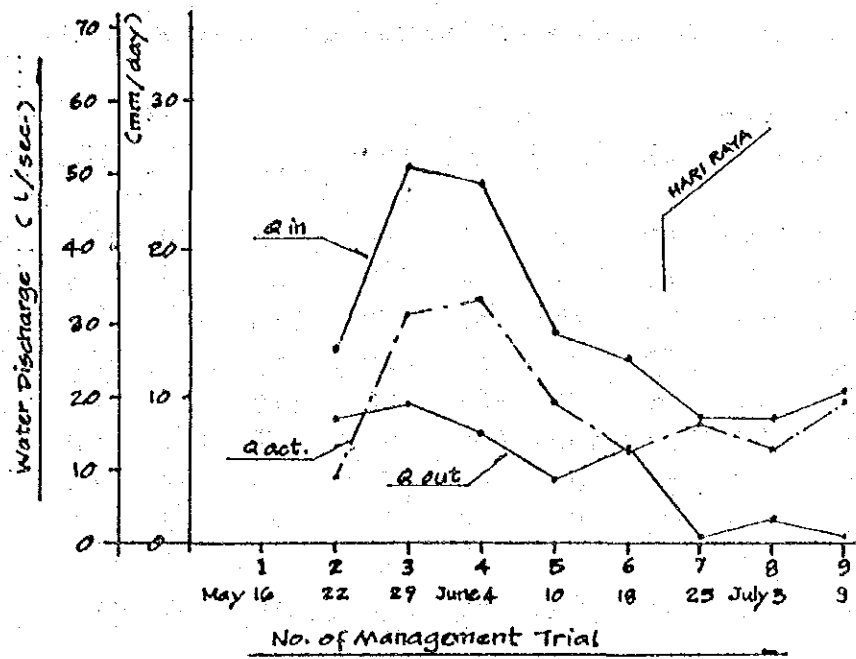


Fig. 3.2 Summary of Water Management Trial in P/F No.3

Table 3.7 SUMMARY OF WATER MANAGEMENT TRIAL IN P/F NO.3

NO	DATE	Q _{in} (l/sec)	Q _{out} (l/sec)	IE (%)			ED (%)				
				IB1	IB2,3	IB4	Total	IB1	IB2	IB3	IB4
1	May 16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	May 22	26.8	17.6	89	1	3	34	121	40	136	91
3	May 29	50.8	19.1	81	29	96	62	165	39	136	42
4	June 4	48.2	14.6	76	65	50	70	163	100	100	24
5	June 10	28.2	8.5	22	80	83	70	63	97	127	127
6	June 18	25.4	12.8	4	86	62	50	119	85	86	102
7	June 25	17.1	0.7	71	100	100	96	43	111	90	170
8	July 3	16.7	3.9	50	62	90	77	54	63	45	238
9	July 9	20.5	0.7	92	97	0	97	20	176	251	0
AVERAGE		29.2	9.7	61	65	61	78	94	89	121	99

NO	R (%)			Q (l/sec)	Q _{re} (l/sec)	Q _p (l/sec)	Q _{act} (l/sec)	
	R _n	R _e	R _s					
1	50	8	42	-	-	8.0	-	
2	42	8	50	12.7	12.7	8.0	9.2	
3	67	8	25	35.5	35.5	8.0	31.7	
4	67	0	33	-	36.5	8.0	33.6	
5	67	0	33	24.0	21.4	8.0	19.7	
6	42	8	50	25.4	15.2	8.0	12.6	
7	25	0	75	17.1	17.1	8.0	16.4	
8	58	0	42	16.7	13.6	8.0	12.8	
9	8	0	92	20.5	20.5	8.0	19.8	
Average		47	4	49	23.1	21.6	8.8	19.5

Q_{in} : inflow discharge

Q_{out} : outflow discharge

Q_{re} : required inflow discharge

Q_p : net water requirement

Q_{act} : actual water consumed

IE : irrigation efficiency

ED : coefficient of even distribution

R : coefficient of water depth control

R_n : suitable water depth

R_e : excessive water depth

R_s : shortage of water depth

Table 3.8 SUMMARY OF WATER DEPTH SURVEY IN P/F NO.3

NO	DATE	PEG NO.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	May16	6.0	7.0	4.0	7.0	3.5	3.0	10.0	3.0	11.0	7.0	4.0	8.0
2	May22	0.0	4.5	5.0	6.0	3.0	2.0	5.0	0.0	10.5	7.0	5.5	3.0
3	May29	9.0	4.5	6.5	8.0	3.0	6.5	6.0	5.0	12.0	4.5	5.0	7.5
4	June 4	9.0	5.0	8.0	7.5	3.5	5.0	5.0	3.0	9.0	4.5	2.0	7.0
5	June10	8.5	4.4	6.3	7.5	3.9	3.5	6.5	0.0	6.5	6.0	0.0	7.3
6	June18	10.8	3.6	3.3	7.8	4.0	2.1	5.2	3.5	6.4	4.9	1.8	7.3
7	June25	6.5	3.9	2.2	4.1	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	2.2	0.0
8	July 3	8.5	4.0	5.0	6.0	5.0	2.0	5.5	0.0	0.0	6.0	0.5	6.5
9	July 9	5.0	2.5	0.0	2.0	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.5	0.0	2.5
AVERAGE		7.0	4.4	4.5	6.2	4.2	2.7	5.0	1.6	6.2	5.7	2.3	5.5

**Table 3.9 Analysis on the Net Water Requirement
by Lysimeter in P/F No.3 (mm)**

MONTH	DAY	RAINFALL	WATER DEPTH	DIFFERENCE OF DEPTH	WATER REQUIREMENT	
June	1	0.0	149			
	2	0.0	143	6	6.0	
	9	0.0	181			
	10	0.0	172	9	9.0	
	11	0.0	162	10	10.0	
	12	0.0	155	7	7.0	
	18	0.0	145			
	19	0.0	140	5	5.0	
	July	1	0.0	141		
2		0.0	132	9	9.0	
3		0.0	123	9	9.0	
6		0.0	156			
7		0.0	153	3	3.0	
8		0.0	145	8	8.0	
9		0.0	135	10	10.0	
10		0.0	132	3	3.0	
Total of available figures (mm)					79.0	
Number of days (day)					11	
Average of net water requirement (mm/day)					7.2	

Remarks : The measurement was not made on holiday.
Data obtained on a rainy days were excluded in finding the
average of the net water requirement.

4. 水管理調査により明らかになった事項

4.1 用水量

N型ライシメーターの観測結果は、各パイロットファーム間で多少の差異がある。観測値は、蒸発散量と浸透量の合計値を示すが、これを純用水量と称することとする。各パイロットファームの純用水量の平均値は次に示す通りである。

パイロットファーム名	純 用 水 量	
パイロットファームNo.1	7.9mm/day	0.91ℓ/sec/ha
パイロットファームNo.2	6.0mm/day	0.69ℓ/sec/ha
パイロットファームNo.3	7.2mm/day	0.83ℓ/sec/ha

用水の損失量を見込まなければ、各パイロットファームの必要用水量は次に示す通り、非常に小さい値となる。

パイロットファーム名	面 積 (ha)	単位用水量 (ℓ/sec/ha)	用 水 量 (ℓ/sec)
パイロットファームNo.1	17.13	0.91	15.7
パイロットファームNo.2	8.53	0.69	6.0
パイロットファームNo.3	9.63	0.83	8.0

しかしながら、水管理調査の結果から明らかなように、上記用水量ではパイロットファーム全体をかんがいするには不十分である。パイロットファームへの供給水の中には、いくらかの損失水量を見込まなければならない。ここでいう損失水量とは、圃場内用水路からの蒸発量、水路堤からの浸透水や末端圃場施設からの漏水であって、通常の維持管理では防ぎ得ない損失水量である。このように、パイロットファームの必要用水量は、純用水量と防ぐことができない損失量の合計であり、ここではこの値を圃場用水量と定義することとする。圃場用水量は、パイロットファームの水収支調査によって求めることが出来る。水収支調査結果は次表に示す通りである。

パイロットファーム名	面 積 (ha)	圃場用水量 (ℓ/sec)	単位圃場用水量 (ℓ/sec/ha)
パイロットファームNo.1	17.53	21.1	1.20
パイロットファームNo.2	8.58	-	-
パイロットファームNo.3	9.63	19.5	2.02

上表より圃場用水量は、各パイロットファームの実状により大きく変化することが明らかである。パイロットファームNo.3はパイロットファームNo.1に比べて圃場用水量が多い。これはNo.3が新規に開発されたパイロットファームで、今回の作付が初めてであるため、損失量が多かったことによるものと思われる。圃場用水量と純用水量を比較することにより、純用水量の少なくとも30%は防ぐことの出来ない損失量であり、また新しく開発された圃場では、損失量は純用水量と同等か、それ以上になることが明らかとなった。圃場用水量は末端圃場での水管理の基礎であり、かんがい効率等は圃場用水量に基づき、求められるべきである。

圃場用水量を水路を通じて、各かんがい区や水田に供給するためには、分水口や給水口での分水のために、ある一定の水位を確保することが必要である。このため、さらに余分の水量が必要である。このように、分水のために水頭を確保することが必要であり、このために必要となる水量を水管理損失と呼ぶことにする。末端圃場での水管理の目標の一つは、水管理損失をいかに少なくするかということであるといえる。

圃場用水量と水管理損失量の合計値がパイロットファームの取水口で必要とされる用水量であり、この合計量を粗用水量と呼ぶことにする。粗用水量は、最少取水量で十分に、かつ最も効率的にかんがいを実施した場合の最少取水量に相当するものである。粗用水量は試行錯誤の結果として、水管理調査の最終段階における取水量が、粗用水量に近い値を示すものと考えられる。各パイロットファームの粗用水量は今後の調査により確かめる必要があるが、一応次に示す通りである。

パイロットファーム名	粗用水量	単位用水量
パイロットファームNo.1	34.2ℓ/sec	1.95ℓ/sec/ha
パイロットファームNo.2	-	-
パイロットファームNo.3	28.2ℓ/sec	2.93ℓ/sec/ha

上表の粗用水量は、末端圃場レベルでの数値であり、単位粗用水量は1ha当たり0.8ℓ/secというKADAの標準値に比べ、大きな値を示している。広い地域を対象とした粗用水量は上記粗用水量に比べ小さな値を示すものと考えられ、その値は、純用水量に近い値となると推定される。広域を対象とした粗用水量調査は、当センターの調査対象とならないので、他の機関で調査を実施する必要がある。

以上述べた各種の用水量の相互関係は図4.1に示す通りである。

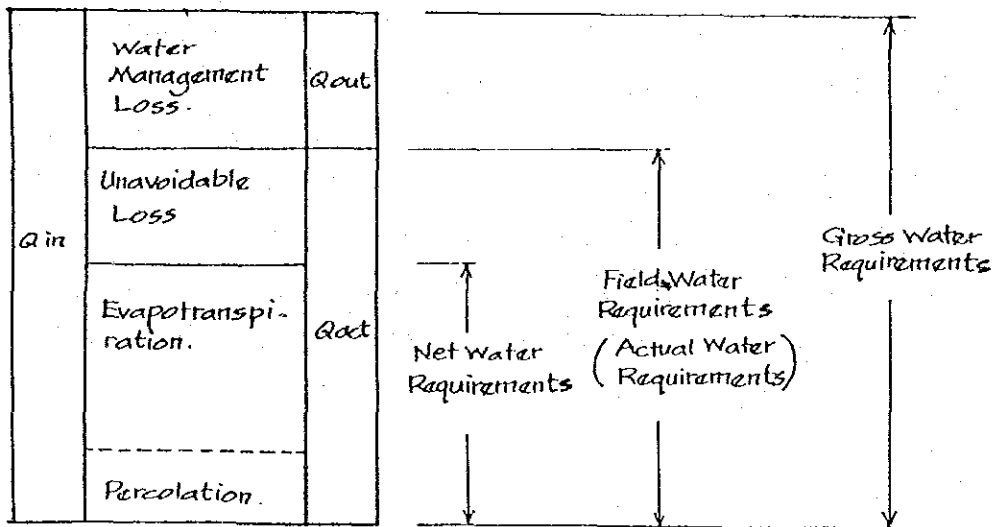
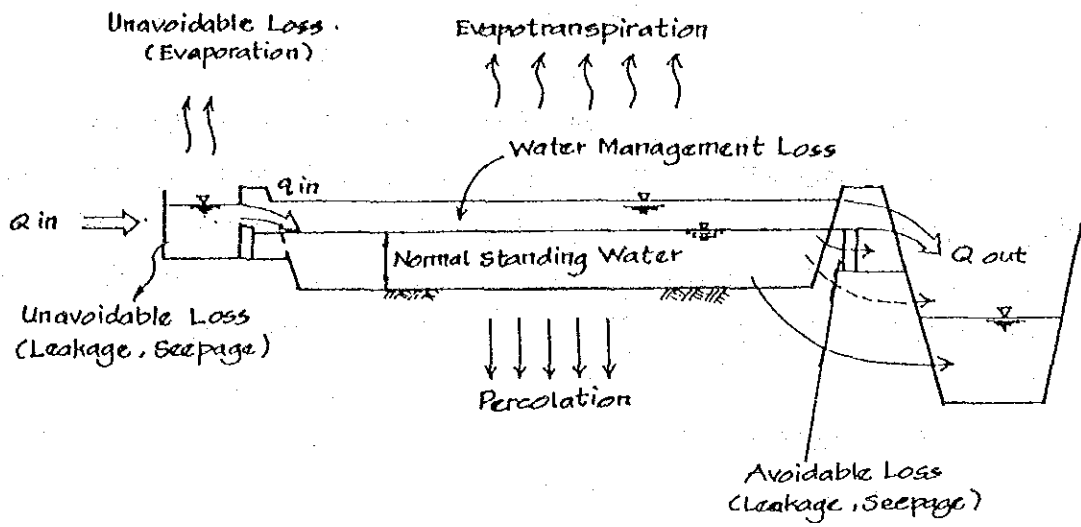


Fig.4.1 Definition of Water Requirements

4.2 適切な水管理を阻害する要因

適切な水管理を行なうことにより、粗用水量は圃場用水量に近づくものと思われる。しかしながら、水管理調査を通じて、少量の水を均等に圃場に配分することは非常に難しく、パイロットファームにある全ての水田にかんがいを実施するには、多量の水を必要とすることが明らかになった。適切な水管理を阻害する要因を圃場施設の構造上および維持管理上の両観点から要約すると、下記に述べる通りとなる。

4.2.1 構造上の阻害要因

1) 取水口

末端圃場での水管理にとって、取水量の調整はかんがい水を節約する上で最も重要な要素である。パイロットファームNo.1とNo.3の取水口に設置されているスルースゲートは、スピンドルに開けられた穴を利用して操作する構造となっている。取水量の調整はゲートを支える穴の位置を変えることにより行なう。穴と穴の間隔はパイロットファームNo.1では4.5cm、パイロットファームNo.3では5.0cmであり、取水量の微調整はこの操作方法では不可能である。KADA水路の内水位が平水位である場合、1つ穴を上げることにより取水量は、パイロットファームNo.1では9.0ℓ/sec、パイロットファームNo.3では5.0ℓ/sec増加する。また、たとえゲートを全閉しても、かなりの量の水が取水口から流入し、調節量の限界値としてはパイロットファームNo.1が5.0ℓ/sec、パイロットファームNo.3が25.0ℓ/secであった。

パイロットファームNo.2の取水口ゲートは、ネジ式スピンドル方式で、取水量の微調節が可能である。しかしながら、計画用水量を取水するためには、取水口地点でのKADA水路の水位が不足している。KADA水路の内水位が最高水位時に、たとえゲートを全開しても、取水量は約24ℓ/secにすぎない。したがって、KADA水路の内水位が平水位以下では、取水ができない状態である。

2) 圃場用水路

用水路沿いの水田へのかんがい水の供給が不十分な場合、農民は水路底にパイプを付けたり、水路の一部を破壊して取水しようとする。このような現象はパイロットファームNo.1地区で顕著であり、適切な水管理を実施する上で障害となっている。水路沿いの水田は通常高い位置にあり、前述したような農民の行為は他の多くのかんがい

地区でも見受けられる。従って、水路沿いの水田は、用水が容易に得られるよう、水路の配置を計画する上で特別の注意を払う必要がある。

かんがいブロックや各プロットへ用水を配分するために、圃場水路の内水位は十分高く保つ必要がある。普通期では水路の通水量が非常に小さくなるので、特に厳格な水管理が必要となる。圃場水路の幅が広いと、水位を調整するのに時間がかかる上に、水管理損失が増大する。水利的有利断面を水路の設計に適用する必要はなく、むしろ幅の狭い水路断面を採用した方が容易に水位調整が可能となる。

表 2.1 に示す通り、設計値と建設後の水路勾配には大きな差異がある。従って、厳密な施工管理が必要とされるが、末端圃場施設のような小構造物では、施工業者の能力が低く、設計値と施工後の諸元に差異が発生するのは、むしろ日常的であると言わざるを得ない。従って、各水田への給水を確保するために、末端圃場施設の設計、特に計画高については十分に余裕を見込む必要がある。

ネズミやカニの穴からかんがい水が漏水することにより、水路の盛土部が崩壊することが多い。このような崩壊を防ぐために、圃場用水路はすべてライニングする必要がある。水管理調査の結果、現場打コンクリート水路が他の材質の水路と比較して最も有利であると判断される。圃場用水路としてプレキャストコンクリート水路を採用した場合、水路の接続箇所からの漏水に特別の注意が必要である。U型水路を採用しているパイロットファーム No. 1 では、水路の接続箇所からの漏水が多く、適切な水管理を不可能にしている。従って、将来の末端圃場開発計画にはU型水路の採用を取りやめることが望ましいと考えられる。

3) 分水口

分水口はかんがい用水を均等に配分するための最も重要な施設である。パイロットファーム内にあるすべての分水口には、2個のスルースゲートが設置されている。しかしながら、普通期には水量の調整を片方のゲートで行ない、他のゲートは常時全開である。ローテーションかんがいが実施されない場合は、分水口の機能は一つのゲートで充分であるといえる。

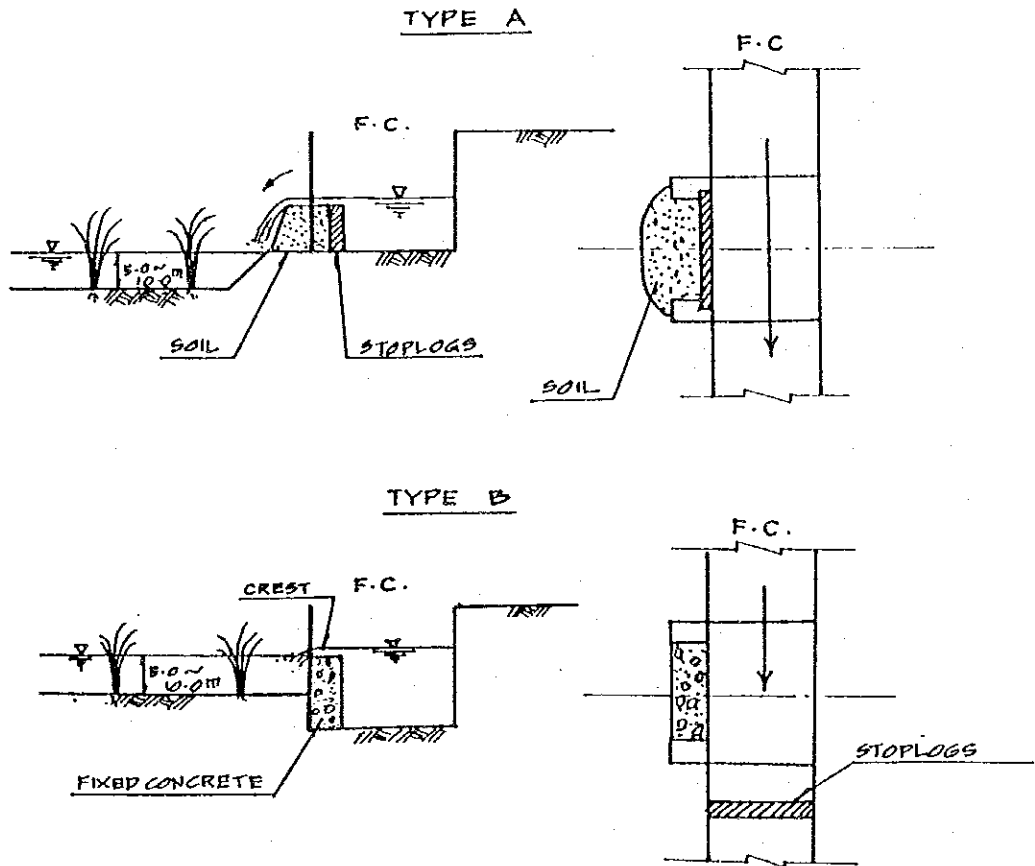
ゲート操作がスピンドル上に開けられた穴を利用して行なわれる場合、微妙な取水量の調整は困難となる。ネジ式スピンドルによる取水量の調整が望まれる。

4) 給水口

給水口は、かんがいブロックの中で最も高い圃場に設ける必要がある。パイロットファーム内の給水口はすべて、適切な位置に設けられており、すべての圃場にかんが

い水を供給することができる。水管理に悪影響を与える要因は、給水口の堰板高である。次図に示すように、給水口のタイプは固定の堰板のあるものと、ないものの2種類がある。タイプの選定は、水路の水位と水田内の湛水位との関係により決まる。図に示すタイプBの場合、水路内の水位を堰上げするために、角落としを給水口下流にも設置する必要がある。

角落としの堰板の高さが標準サイズとして固定したものであると、微妙な水量の調整が困難となる。そのため、種々の高さの堰板を用意する必要がある。堰板からの漏水は用水損失の主な原因となる。漏水を完全に止めるためには、堰板の後に土を盛ることにより止水することが必要である。そうすることにより、水田に流入する水量は堰板をオーバーフローする水深を測ることにより、推定できるので水量のコントロールが容易となる。



5) 排水口

排水口を水田内の最低位部に設置し、堰板を正しく調整すれば、水田の湛水深を適切に保つことができる。パイロットファームNo.2とNo.3の排水口は十分に機能しているが、パイロットファームNo.1では排水口の多くが機能を果たしていない状況である。

排水口の設置位置は、水田に水が満たされている時に、詳細な調査を行ない、水田内の水の流れを明らかにすることにより、正しい位置が決められる。

排水口堰板高は、水稻が若い時期に調整するのが望ましく、調整にあたっては、いろいろの高さの堰板を準備することが必要である。この調整は一度行なえばその後の作期にも有効であるので、慎重に行ない湛水深管理を確実なものとするのが望ましい。堰板の間からの漏水を防ぐために、堰板の前に土を盛ることが必要である。また角落としのなかには、溝が適切に作られていないものがある。このような場合、堰板が落ちないので、溝を作り直さなければならない。

6) 排水路

排水路堤からの浸透水や漏水は、多量の用水損失を発生させる原因となる。従って、排水路堤の維持管理を充分に行なう必要があるが、余り注意を払っていないのが現状である。本調査結果によりネズミやカニの穴が排水路堤に多数みつけたが、数が多く、維持管理作業を農民の努力に頼るのは、限界があると考えられる。従って、排水路堤からの漏水を減らすために、農道に沿って排水路を配置したり、コンクリート壁を設置する等の配慮が将来必要となろう。漏水は排水路堤の盛上面にも見受けられた。漏水を防ぐために、排水路堤の盛土は表土除去を行なった後に行なうべきである。

7) 畦畔

たとえ十分な水が水田に供給されても、畦畔の管理が悪ければ、用水は有効に利用されない。畦畔の管理は農民の責任で行なわれるべきで、そのための指導も必要である。コントロールロットの畦畔は、隣接田への用水供給のために重要な役割を果たしている。水管理訓練センターの直接の指導の下にコントロールロット畦畔の管理を行なう必要がある。

8) かんがいブロック

一つのかんがいブロックの大きさは、末端圃場の開発を行なう上で重要な要素となる。かんがいブロックの大きさは一般的に決まったものでなく、現況条件、特に地形の影響を強く受ける。ブロック内の傾斜が緩やかで、顕著な凹凸がないようにかんがいブロックの大きさを決定する必要がある。凹凸が多い場合には、開発費用は高くなるが、ブルドーザー等による均平作業が必要となる。

4.2.2 操作上の阻害要因

1) 維持管理作業の欠如

圃場の末端施設はほとんど維持管理が行なわれていない。大きな崩壊等が生じた時のみ、水管理訓練センターにより補修がなされてきた。その結果、圃場用水路の一部では堆砂が著しく、計画用水量を流下し得なくなっている。特に排水路に設置されているゲートは、オイルの補給や故障箇所の修理が行なわれていないため、開閉操作ができないゲートが多い。維持管理作業を定期的に行なうよう今後制度を整えていく必要がある。また水路の清掃や小規模な修理は、漸次農民が行なうよう指導する必要がある。

2) 農民の役割の重要性

末端圃場の水管理を行なう上で、農民の役割は非常に大きい。水田湛水深は農民による畦畔管理によって、適当な深さに保つことができる。排水路堤からの浸透水や漏水による用水損失は、農民の日ごろの維持管理作業によってその大部分を防ぐことができる。この観点に立ち、農民に対する訓練を今後も水管理訓練センターで続ける必要がある。

3) コントロールロット

田越しかんがいの場合、プロット内の水は隣接した上流水田の影響を受ける。上流水田の田面高が下流田面高より低い場合、上流水田の湛水深を深く保たなければ、用水を下流の水田に供給できない。従って、この上流にある水田は下流にある水田をかんがいするうえでキーロットとなる。このような役割を果たす水田をコントロールロットと呼ぶことにする。給水口が設置されている水田がコントロールロットとなる場合

が多く、パイロットファームNo. 1およびNo. 2で各々2箇所のコントロールロットが見受けられた。コントロールロットの畦畔は、維持管理が悪かったため、均等な用水配分ができなかった。コントロールロットを所有する農民に対して特別の指導を行なう必要がある。

4) ゲート操作

流量はゲートの開度のわずかな変化で、大きく変動するので、十分経験のあるものが操作すべきである。ゲート操作は頻繁に行なう必要はないので、経験を持った責任あるものにまかさなければならない。作付初期段階で一度ゲート開度を設定すれば、全作付期間を通して有効である。普通期にローテーションかんがいを導入する場合は、ゲート開度は常に全開か全閉のどちらかとなる。

5) 湛水深の調整

水管理調査の結果から、田越しかんがいの場合、稲の生育段階に応じて湛水深を変化させることは実質的に困難であることがわかった。ネズミの被害を軽減するためには、湛水深を深く保つのが有効である。全生育期間を通じて10 cm以上に保つのが望ましいと判断される。

6) 給水栓

パイロットファームNo. 3の給水栓は、バルブの調節によって簡単かつ微妙な流量調節が可能である反面、給水能力が10 l/sec/箇所と非常に大きいため、誤操作による用水の損失量も大きくなる。1箇所の給水栓の誤操作により生じる損失量は、パイロットファームNo. 3の純用水量の半分に匹敵する量となる。。

7) ローテーションかんがいの導入

パイロットファームNo. 3では、取水量を圃場用水量の約1.3倍(約25 l/sec)まで減少した時、かんがい用水は地区下流の水田まで達し得ないことが分かった。これは、地区内に多くの給水栓や給水口があるため、上流部で用水が過剰に取水されるためである。そのため、水管理損失は非常に大きくなる。このような不均等な用水の使用を解消するためには、ローテーションかんがいを普通期に導入することが有効であると考えられる。

5. 今後の課題

5.1. 水管理調査の継続

センターに付属した4つのパイロットファームを利用して、水管理調査を実施することにより、適切な水管理を妨げているすべての問題点や困難な点は明確にされるべきである。また調査を通じて、これら問題点の解決策を見出し、末端圃場レベルの水管理技術を確立することが望まれる。パイロットファームNo.4は建設工事が遅れているため、本水管理調査には含まれなかったが、水管理調査は総てのパイロットファームを対象に実施するのが望ましい。また、1985年のオフシーズン作を対象とした本水管理調査は、例年に比べて降雨が多く、好条件のもとで行なわれたといえる。そのため、本調査によって明らかとなった水管理上の問題点は限られたものであったと考えられる。従って、水管理調査は、今後の作期についても引き続き実施することが必要である。

次回の水管理調査では、下記の点に特別の配慮をもって実施することが重要である。

1) 代掻期の調査

本年度は代掻期におき調査が実施されなかった。代掻時の用水量は施設の設計流量を決める上で重要であるので、次回の水管理調査では、是非とも代掻期調査を実施する必要がある。

2) 水管理調査の目標値

1985年の調査のために設定された目標値は、若干高すぎると考えられる。次回の調査では、4つの評価基準の目標値として下記の値が望ましい。

- ・かんがい効率 ; IEは70以上
- ・用水の均等配分 ; EDは80ないし120
- ・湛水深制御 ; Rは70以上
- ・代掻期間 ; Pは50ないし120

3) 流入量

用水を節約し、高いかんがい効率を得るため、調査期間の初期段階から、各パイロ

トファームへの流入量を調節する必要がある。取水口地点での流入量は本年度の調査結果より次の値が推奨される。

・パイロットファームNo.1	34.0 ℓ/sec
・パイロットファームNo.2	11.0 ℓ/sec
・パイロットファームNo.3	28.0 ℓ/sec

5.2. 水管理調査への農民参加

末端圃場の水管理では、農民の役割が非常に大きく、特に畦畔の管理は、農民個々の活動に任せられている。1985年のオフシーズン作を対象とした今回の水管理調査では、農民の参加が考慮されなかった。末端圃場施設の操作や維持管理の責務は漸次農民に移行されるべきであるので、次回からの調査では、できる限り農民が参加できるよう配慮する必要がある。農民の調査への参加は特に下記の点について考慮されるべきである。

- ・畦畔の維持管理
- ・圃場用水路の清掃
- ・末端圃場施設の小規模な崩壊箇所の補修
- ・センター職員の指導による給水口や排水口の角落とし堰板の調整
- ・農民代表者の水管理調査への直接参加

末端圃場における水管理の重要性を理解させると同時に、上述した作業を実行するために、センター職員の指導のもとで、関係農民が出席する水管理集会在が招集されるべきである。

5.3. ローテーションかんがいに係わる調査

パイロットファームにおいては、適切な水管理を実施することにより比較的高いかんがい効率を達成できることが、本年度の調査結果で、明らかになった。しかし、取水量が圃場用水量に近づくとつれ、水の均等配分を行なうことが非常に難しくなることも分かってきた。このことは特にパイロットファームNo.3で顕著である。パイロットファームNo.3では個々の独立した水田に給水栓や給水口が設置されているが、1箇所でも給水栓の操作を誤ると、パイロットファームNo.3全体の半分の純用水量にも匹敵する用水が失われ、その結果、用水不足が下流域の水田に発生する。

本年度の調査の結果から、普通期へのローテーションかんがいの導入は、パイロットファームNo. 3のように給水口が多数ある地区では、非常に効果的であることが明らかになってきた。従って、次回の水管理調査では、ローテーションかんがいについて、より詳細な調査を実施することが望まれる。ローテーションかんがいに係わる調査事項としては、次の事項が考えられる。

- ・ 取水量とローテーション間隔の関係
- ・ ローテーションの順番と方法
- ・ ローテーションかんがい導入後のかんがい効率
- ・ ローテーションかんがい実施後の湛水深の日変化

5.4. 取水口ゲートの改修

パイロットファームNo. 1とNo. 3の取水口ゲートは、全閉しても漏水が多く取水量を制御できない。更にゲート開度は、スピンドルに設けられた穴を利用して調節するが、穴と穴との間隔がひろすぎるため、微妙な調整は不可能である。取水口ゲートは、適切な水管理を行なうために重要な構造物である。水管理調査の目的を達成するために、厳密な取水量のコントロールが必要である。従って、パイロットファームNo. 1とNo. 3の取水口ゲートは、次回の水管理調査までに改修する必要がある。

ANNEX : PROGRAMS FOR CALCULATION OF DISCHARGES

The following programs were developed using a microsoft basic. The programs are kept in a disk named "MICROSOFT BASIC DATA DISK" for a future use.

1. Discharge for a rectangular weir under perfect flow
2. Discharge for a rectangular weir under submerged flow
3. Discharge for field canals in P/F No.1
4. Discharge for a rectangular concrete canal
5. Discharge for a Parshall flume of 6 inches
6. Discharge for a triangular weir with a notch of 90 degrees
7. Maximum water requirement during the presaturation period
8. Length of presaturation period under the fixed intake discharge