

整地時期灌溉配水模式與尖峯用水及 農機作業之研討

Peak Discharge and Schedule of Farm Machine in Different Water Management Models during Land Preparing

國立臺灣大學農工系講師

林 俊 男
Chun-Nan Lin

摘 要

分析虛擬均面積法、均面積法、定流量法及變動式本田補給水深定流量法之整地尖峯用水及每日機耕作業之計算，並加以模擬比較其優劣。

同時調查水田整地機械作業之現況，並尋求於現有之渠道容量下，為適應擴大水田經營規模及機械化作業之要求，灌溉技術之配水軟體可行之方法及措施。

Abstract

The peak of irrigation water of paddy field and daily operation area of farm machine are analyzed, simulated and compared by the four approaches.

- (1) Pseudo uniform rate of operating area.
- (2) Uniform rate of operating area
- (3) Constant discharge with constant maintenance water depth.
- (4) Constant discharge with variable maintenance water depth.

Nowadays operating schedule of farm machine is investigated and operating ability is analyzed during the land preparing period. The conclusions and suggestions are presented to fit to the demand of the management of enlarging paddy field and farm mechanization in the existed irrigation system.

一、前 言

民國 43 年政府推行輪流灌溉制度，以一輪區為主體，講求整體性之「定時」、「依序」、「適量」之水資源共同調配，將本省有限之農業水資源，發揮最大效益。自推動以來，成效彰著，在臺灣灌溉史上，為一重要之措施。此管理制度已實施將近卅年，這卅年來，農業在政府大力輔導推動下，栽培方式原由畜力、人力作業，邁進為由耕耘機、曳引機、插秧機，聯合收穫機等農機具之作業，節

省勞力，加速農事作業之進度及工作量。以往所建設灌溉系統容量之設計，皆以牛畜為動力，一輪區整地進度以 20~30 天為依據；而目前農機具作業進度已加快速度，遵照以往灌溉管理方法，配水進度已無法配合農機作業，因此於擴大水田經營規模之措施下，共同秧田、共同防治以及品種、肥料、農機、農藥、產銷、資金等諸問題皆可顧及。但對於本省農業栽培之重要因素——水，無法納入整體性之配合，一涉及水之問題，以水利會之措施為原

則，不敢輕言變動，亦使此項措施，成一美中不足之缺憾。

臺灣水田開發已具有相當之歷史，灌溉水路在水田形成之同時，即相依存而密佈於各地農田，經歷年之增建與改善，始有今日之規模。既存之灌溉水路原以應付畜力作業進度而設計，今後灌溉業務應採取何種措施，方可配合現代化農業經營之要求？花費巨額之工程投資，改善灌溉渠道之硬體設備？抑或採取灌溉管理之軟體修正？後者顯然省事而惜費，故為本文擬研討之主體。

二、現階段之灌溉渠道容量設計及整地配水方式

灌溉渠道容量之設計，以輸送全年中尖峯用水量為設計準則。無論是雙期作田或輪作田，皆以水稻用水量為最大。於水稻栽培過程中，又以整地用水量為最多，約佔全生長期灌溉總用水量之 $\frac{1}{3}$ 。整

地用水包括浸田用水及整田用水。浸田之目的，在於減少土壤之剪力，增加農機具之工作度，使土壤易於翻耕及碎土。而整田之目的，使土壤軟化，易於栽植整齊，且使土地坡度平坦，以便將來易於維持均勻之田面水深。

所謂整地進度，係指一輪區面積(約50公頃)之整田作業，依輸水順序於錯開日數內完成。根據本省之習慣，整田一日後，立即進行插秧，由於秧苗由秧田或育苗箱移植本田，必須充分供給水量，以協助秧苗之成長。此即造成整田末期，一方面需要供給整田用水外，另一方面同時必需供給已插秧部份之秧苗成長用水，斯時給水路之輸水量為最大。因此輪區給水路容量之設計通常採用下式計算⁽¹⁾：

$$Q = \left(\frac{AP}{NT} + \frac{A}{10000E} \right) \frac{1}{1-L} \quad (2-1)$$

Q：給水路設計容量 CMS

A：灌溉面積 m^2

表一 桃園農田水利會田間用水量表

項 目	第 一 期 作				第 二 期 作					
	輕粘土	粘 質 土	砂 質 粘壤土	砂 質 土	輕粘土	粘 質 土	砂 質 粘壤土	砂 質 土		
秧 田	折合本田面積比率	1/25	1/25	1/25	1/25	1/25	1/25	1/25		
	秧田整地(供給一次)	200	200	200	200	200	200	200		
	日 供 水 深	15	15	15	15	15	15	15		
	期 距	4天	4天	4天	4天	4天	4天	4天		
田	灌 溉 日 數	40天	40天	40天	40天	15天	15天	15天		
	折合本田灌溉之秧田水深	32	32	32	32	17	17	17		
浸 田	1 次	100	100	100		100	100	100		
	2 次	50	50	50		50	50	50		
整 田		30	30	30	180	30	30	180		
本 田	水 深	自插秧起一個月內	7.2	7.6	8.1	10.1	7.6	8.1	8.4	10.8
		自插秧完 31 天後	6.0	6.4	6.7	8.4	6.4	6.7	7.0	9.0
	期 距	自插秧起一個月內	3天	3天	3天	3天	3天	3天	3天	
		自插秧完 31 天後	6天	6天	6天	5天	6天	6天	5天	
本 田 期 間 總 水 深		666	708	745.5	933	644	707	909		
該期作折合本田面積總水深		878	902	957.5	1.145	841	875.5	904	1.106	

註：浸田或整田用水開始供給後秧田用水即不另計算在幹支線直接或河水直接灌溉區如一個輪區之水門用水量不達 0.008 CMS 時概以 0.008 CMS 計算。

P: 整田水深 m
 E: 本田灌溉率 m²/CMS
 L: 輸水損失 %
 T: 86400 秒
 N: 錯開日數 (day)

由於耕作習慣之不同，整地用水之分配及大小，各地農田水利會亦有所差異。如桃園農田水利會分為三次，即第一次浸田用水，第二次浸田用水及整田用水。(見表一)⁽²⁾。而嘉南農田水利會係一次供給(見表二)⁽³⁾。

整地配水計劃之擬定，由於受渠道原設計之限制，(原設計之灌溉配水，係以牛畜作業所制定之整田進度，其錯開日數為 20~30 天，而要求整地面積每日略同)，其錯開日數於現行配水原則下，(即要求整地面積每日略同)，不易作大幅度之變動，目前約為 15~25 天。

至於輪流灌溉時間之分配，需全輪區插秧完畢後，才開始實施。亦即本田灌溉開始即採用輪流方式。

表二 71年度嘉南農田水利會田間用水量計劃表

項 目	期 別		
	第一 期	第二 期	
秧田開始灌溉日期	70年12月21日	70年 7 月 6 日	
整田開始灌溉日期	71年 1 月11日	70年 7 月11日	
秧田用水	0.010 CMS	0.008 CMS	
整田用水	147 公厘	130 公厘	
本 田 灌 溉 率 (CMS/頃)	第 一 旬	1080	1215
	第 二 旬	1080	1231
	第 三 旬	1134	1342
	第 四 旬	1242	1421
	第 五 旬	1296	1421
	第 六 旬	1242	1288
	第 七 旬	1080	1153
	第 八 旬	972	1180
	第 九 旬	1026	1194
	第 十 旬	1080	1215
	第 十 一 旬	1080	1215
	第 十 二 旬	1080	—

三、文 獻 探 討

民國 43 年推行輪流灌溉，始進行輪流灌溉用水計劃之計算，並提出灌溉率之觀念，以利計算。

1960年周氏⁽⁴⁾提出渠道容量應為

$$Q = \frac{A_T}{8.64} \left(\frac{P}{N} + \frac{D}{N} \right) \frac{1}{1-L} \quad (3-1)$$

A_T: 灌溉面積 (ha)

P: 整田水深 (m)

D: 本田灌溉水深 (m)

n: 輪距 (天)

L: 輸水損失 (%)

N: 整地錯開日數 (天)

1972年⁽⁵⁾溫氏分析水利局渠道規劃設計公式，察覺尖峯用水僅發生於整田最後一日，實際上大部份整田時期，其輸水量皆未達設計容量，提出定流量之公式為

$$Q = \frac{A_T D}{1 - e^{-(D/P)N}} \times \frac{1}{1-L} \quad (3-2)$$

1974年鄭氏⁽⁶⁾提出

整田面積率一定時，渠道最小容量應為

$$Q = \frac{1}{1-L} \frac{A_T}{8.64} \left(\frac{P}{N} + \frac{D}{N} \right) \quad (3-3)$$

其平均旬流量為

$$Q = \frac{1}{1-L} \frac{1}{8.64} \left[\frac{A_T P}{N_i} + (A_0 + 1/2 A_1) D \right] \quad (3-4)$$

式中 A_T: 輪區面積

A₀: 前旬已完成整田插秧面積

A₁: 本旬擬整田之面積

N_i: 一旬日數

若採取流量固定式，則

$$Q = \frac{1}{1-L} \frac{D}{8.64} \frac{A_T}{1-K^N} \quad (3-5)$$

$$K = e^{-D/P}$$

1980年鄭氏⁽⁷⁾又提出

$$Q_n = \frac{1}{1-L} \frac{1}{8.64} \left[A_{n-1} D + \left(\frac{P}{r} + \frac{D}{2} \right) \Delta A_n \right] \quad (3-6)$$

Q_n: 第 n 單位平均施灌流量

A_{n-1}: 第 n-1 單位整地面積

ΔA_n: 第 n 單位施灌面積

r: 每單位之日數

若 ΔA_n = ΔA 均面積制

$$Q_n = \frac{1}{1-L} \frac{\Delta A}{8.64} \left[\left(n - \frac{1}{2} \right) D + \frac{P}{r} \right] \quad (3-7)$$

若 $Q=Q_1=Q_2=\dots=Q_n$ 定流量制

$$Q = \frac{1}{1-L} \frac{A_i D}{8.64(1-K^{N/r})} \quad (3-8)$$

$$K = \frac{D/r - D/2}{D/r + D/2}$$

若將整地灌溉分爲第一次浸田灌溉，第二次浸田灌溉，及整地灌溉 $P=P_1+P_2+P_3$

$$Q_n = \frac{1}{1-L} \frac{1}{8.64} \left[\sum_{i=1}^{n-1} \Delta A_{1,i} \cdot D + \frac{1}{2} D \Delta A_{1,n} + \frac{\Delta A_{1,n} P_1}{r} + \frac{\Delta A_{2,n} P_2}{r} + \frac{\Delta A_{3,n} P_3}{r} \right] \quad (3-9)$$

1978 年於計算 桃園農田水利會 水稻灌溉計算表⁽⁹⁾時，發覺尖峯用水皆發生於整地時期，若將各次整地灌溉日期，適當之安排（即第一次浸田灌溉，第二次浸田灌溉及整地灌溉），不發生重疊時，於相同之錯開日數下，尖峯用水可以減少。

四、整地用水數學模式

整地用水之計算，基於下列之假設

- (1) 整地時期，有效雨量不計。
- (2) 整地用水，一次提供。
- (3) 已插秧之本田，但未實施輪灌之前，須提供本田補給用水。
- (4) 整地與插秧，可不必同日進行。

則整地用水之數學方程式爲：

$$P(t)A(t) + u_{\xi} \int_0^t D(\eta)A(\eta - \xi) d\eta \quad (4-1)$$

$P(t)$: 時間 t 之整地灌溉水深，隨土壤別而異，一般皆以 $P(t)=P$ 表示，因與 t 無關。

$D(t)$: 本田補給水深，隨土壤別而異。亦有隨季節而異。

ξ : 整地與插秧相隔時間，目前各地農田水利會採用一日。

$A(t)$: 第 t 時間之整地面積。

$Q(t)$: 第 t 時間所需施灌流量。

η : 啞變數 (dummy variable)

u_{ξ} : 單位步階函數 (unit step function)

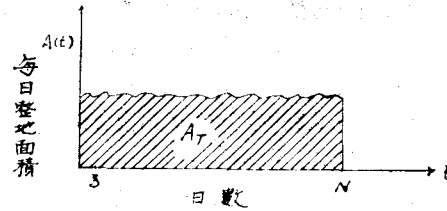
$$u_{\xi} = \begin{cases} 0 & \xi < t \\ 1 & \xi > t \end{cases}$$

(4-1) 式之限制條件：

$$\int_0^N A(t) dt = A_T \quad (4-2)$$

A_T : 輪區總面積

N : 輪區錯開日數。



(一) 現行計算方法——虛擬均面積法

(Pseudo uniform area Approach)

現行各農田水利會係將各變數設爲

$$P(t) = P$$

$$D(t) = D$$

$$A(t) = \left(\sum_{i=1}^n \frac{A_i}{1-L_i} \right) / N = \bar{A}$$

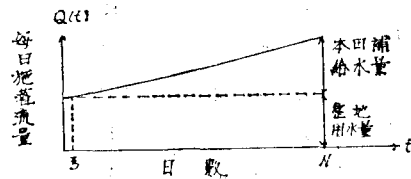
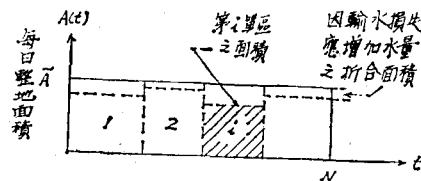
A_i : 爲第 i 單區之面積

L_i : 爲第 i 單區之輸水損失

n : 爲輪區總單區數。

則

$$Q = \bar{A}P + u_{\xi}(t - \xi)D\bar{A} \quad (4-3)$$



Q 爲單調揚升函數 (Monotonic increasing function) 最大值發生於 $t = N$

$$Q_{max} = Q(N) = [P + D(N - \xi)]\bar{A}$$

由於 $A(t) = \bar{A}(1-L_i)$ ，每日實際整地面積受各單區輸水損失之影響，而有所差異，故稱之爲虛擬均面積法。

(二)均面積計算法 (Uniform Area Approach) 每日實際整地面積相同即

$$A(t) = \frac{A_T}{N} = A$$

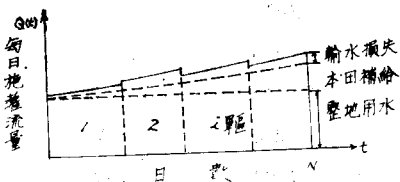
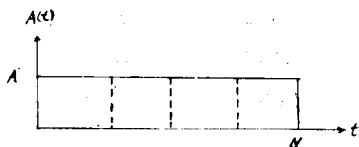
$$D(t) = D$$

則 (4-1) 之解為

$$Q(t) = [P + u_s(t-\xi)D]A \quad (4-4)$$

若計及輸水損失

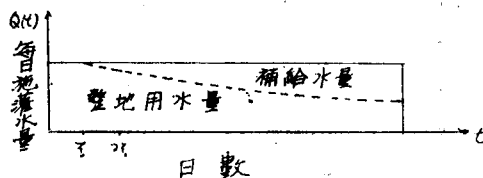
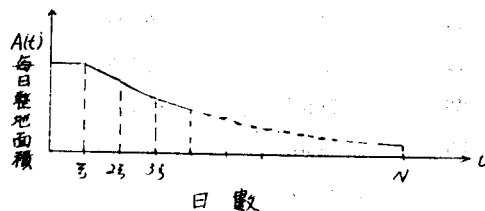
$$Q(t) = [P + u_s(t-\xi)D]A_T / [N(1-L_1)] \quad (4-5)$$



$$A_T = \frac{Q}{D} \left[\frac{D}{P} N - \frac{D^2}{P^2} \frac{(N-\xi)^2}{2!} + \frac{D^3}{P^3} \frac{(N-2\xi)^2}{3!} - \frac{D^4}{P^4} \frac{(N-3\xi)^4}{4!} + \dots \right]$$

若 $\xi \rightarrow 0$ 則

$$Q = \frac{A_T D}{1 - e^{-(D/P)N}} \quad \text{此式與 (3-2) 式相同}$$



(三)定值補給量定流量計算法 (Constant Discharge Approach with Constant D)

其 (4-1) 式限制條件為

$$P(t) = P$$

$$D(t) = D$$

$$dQ/dt = 0$$

則 (4-1) 式為

$$PA(t) + u_s D \int_0^t A(\eta - \xi) d\eta = Q \quad (4-6)$$

$$\text{其解為 } \frac{A(t)}{Q} = \frac{1}{P} - \frac{D}{P^2} u_s(t-\xi) + \frac{D^2}{P^3}$$

$$u_{2s}(t-2\xi)^2/2! - \frac{D^3}{P^4} u_{3s}(t-3\xi)^3/3! + \dots \quad (4-7)$$

$$\text{即 } A = \frac{Q}{P} \quad 0 < t < \xi$$

$$A = \frac{Q}{P} - \frac{QD}{P^2}(t-\xi) \quad \xi < t < 2\xi$$

$$A = \frac{Q}{P} - \frac{QD}{P^2}(t-\xi) + \frac{QD^2}{P^3} \frac{(t-2\xi)^2}{2!} \quad 2\xi < t < 3\xi$$

$$A = \frac{Q}{P} - \frac{QD}{P^2}(t-\xi) + \frac{QD^2}{P^3} \frac{(t-2\xi)^2}{2!} - \dots$$

$$+ (-1)^{n-1} \frac{QD^{n-1}}{P^n} \frac{[t-(n-1)\xi]^{n-1}}{(n-1)!}$$

$$(n-1) \xi < t < n\xi = N$$

(四)變值補給定流量計算法 (Constant Discharge Approach with Variable D)

本田補給水深 D, 考慮氣候之因素, 而分為兩期。即

$$D(t) = \begin{cases} D_1 & \text{前期 } \xi < t < m\xi \\ D_2 & \text{後期 } m\xi < t < n\xi = N \end{cases}$$

此期距有以旬別而區分。則 (4-1) 式為

$$P(t)A(t) + [(1-u_m)D_1 + u_m D_2] u_s \int_0^t A(\eta - \xi) d\eta = Q \quad (4-8)$$

其中 u_s 及 u_m 皆為單位步階函數

$$\text{令 } K = (1-u_m)D_1 + u_m D_2$$

將 K 以 D 代換之, 則 (4-8) 式與 (4-6) 式相同故 (4-8) 式之解為

$$\frac{A(t)}{Q} = \frac{1}{P} - \frac{K}{P^2} u_s(t-\xi) + \frac{K^2}{P^3} u_{2s}(t-2\xi)^2/2! - \dots \quad (4-9)$$

$$\text{即 } A = \frac{Q}{P} \quad 0 < t < \xi$$

$$A = \frac{Q}{P} - \frac{QD_1}{P^2}(t-\xi) \quad \xi < t < 2\xi$$

表三 桃園農田水利會現行灌溉配水表 (光復圳11支線, 2號池第3輪區, 不計及有效雨量)

日期	第一次浸田 灌溉流量 (CMS)	第二次浸田 灌溉流量 (CMS)	整 田 灌溉流量 (CMS)	本田補給 灌溉流量 (CMS)	小 計 (CMS)
2/19	0.0337	0.0000	0.0000	0.0000	0.0337
20	0.0337	0.0000	0.0000	0.0000	0.0337
21	0.0337	0.0000	0.0000	0.0000	0.0337
22	0.0337	0.0000	0.0000	0.0000	0.0337
23	0.0337	0.0000	0.0000	0.0000	0.0337
24	0.0337	0.0168	0.0000	0.0300	0.0505
25	0.0337	0.0168	0.0000	0.0000	0.0505
26	0.0337	0.0168	0.0000	0.0000	0.0505
27	0.0337	0.0168	0.0000	0.0000	0.0505
28	0.0337	0.0168	0.0000	0.0000	0.0505
3/1	0.0337	0.0168	0.0000	0.0000	0.0505
2	0.0337	0.1068	0.0000	0.0000	0.0505
3	0.0337	0.0168	0.0000	0.0000	0.0505
4	0.0337	0.0168	0.0000	0.0000	0.0505
5	0.0337	0.0168	0.0000	0.0000	0.0505
6	0.0337	0.0168	0.0101	0.0000	0.0606
7	0.0337	0.0168	0.0101	0.0026	0.0632
8	0.0337	0.0168	0.0101	0.0051	0.0658
9	0.0337	0.0168	0.0101	0.0077	0.0683
10	0.0337	0.0168	0.0101	0.0102	0.0709 ←尖峯流量
11	0.0000	0.0168	0.0101	0.0123	0.0397
12	0.0000	0.0168	0.0101	0.0154	0.0423
13	0.0000	0.0168	0.0101	0.0179	0.0449
14	0.0000	0.0168	0.0101	0.0205	0.0474
15	0.0000	0.0168	0.0101	0.0230	0.0500
16	0.0000	0.0000	0.0101	0.0256	0.0357
17	0.0000	0.0000	0.0101	0.0282	0.0383
18	0.0000	0.0000	0.0101	0.0307	0.0408
19	0.0000	0.0000	0.0101	0.0333	0.0434
20	0.0000	0.0000	0.0101	0.0358	0.0459
21	0.0000	0.0000	0.0101	0.0384	0.0485
22	0.0000	0.0000	0.0101	0.0410	0.0511
23	0.0000	0.0000	0.0101	0.0435	0.0536
24	0.0000	0.0000	0.0101	0.0461	0.0562
25	0.0000	0.0000	0.0101	0.0486	0.0587
26	0.0000	0.0000	0.0000	0.0512	0.0512

表四 光復圳11支線2號池第3輪區均面積配水計算表

日期	第一次浸田 灌溉流量 (CMS)	第二次浸田 灌溉流量 (CMS)	整田 灌溉流量 (CMS)	本田補給 灌溉流量 (CMS)	小計 (CMS)
2/19	0.0328	0.0000	0.0000	0.0000	0.0328
20	0.0328	0.0000	0.0000	0.0000	0.0328
21	0.0328	0.0000	0.0000	0.0000	0.0328
22	0.0328	0.0000	0.0000	0.0000	0.0328
23	0.0328	0.0000	0.0000	0.0000	0.0328
24	0.0328	0.0164	0.0000	0.0000	0.0492
25	0.0338	0.0164	0.0000	0.0000	0.0502
26	0.0346	0.0164	0.0000	0.0000	0.0510
27	0.0346	0.0164	0.0000	0.0000	0.0510
28	0.0346	0.0164	0.0000	0.0000	0.0510
3/1	0.0346	0.0164	0.0000	0.0000	0.0510
2	0.0346	0.0169	0.0000	0.0000	0.0515
3	0.0346	0.0173	0.0000	0.0000	0.0519
4	0.0346	0.0173	0.0000	0.0000	0.0519
5	0.0345	0.0173	0.0000	0.0000	0.0518
6	0.0333	0.0173	0.0098	0.0000	0.0604
7	0.0333	0.0173	0.0098	0.0024	0.0628
8	0.0333	0.0173	0.0098	0.0047	0.0651
9	0.0333	0.0173	0.0098	0.0071	0.0675
10	0.0333	0.0172	0.0098	0.0095	0.0698 ←Ma 尖峯流量
11	0.0000	0.0166	0.0098	0.0118	0.0383
12	0.0000	0.0166	0.0101	0.0142	0.0409
13	0.0000	0.0166	0.0104	0.0166	0.0486
14	0.0000	0.0166	0.0104	0.0191	0.0461
15	0.0000	0.0166	0.0104	0.0216	0.0486
16	0.0000	0.0000	0.0104	0.0241	0.0345
17	0.0000	0.0000	0.0104	0.0266	0.0370
18	0.0000	0.0000	0.0104	0.0291	0.0395
19	0.0000	0.0000	0.0104	0.0316	0.0419
20	0.0000	0.0000	0.0103	0.0341	0.0444
21	0.0000	0.0000	0.0100	0.0365	0.0465
22	0.0000	0.0000	0.0100	0.0389	0.0489
23	0.0000	0.0000	0.0100	0.0413	0.0513
24	0.0000	0.0000	0.0100	0.0437	0.0537
25	0.0000	0.0000	0.0100	0.0461	0.0561
26	0.0000	0.0000	0.0000	0.0485	0.0485

$$A = \frac{Q}{P} - \frac{QD_1}{P^2}(t-\xi) + \frac{QD_1^2}{P^3}(t-2\xi)^2/2!$$

$$2\xi < t < 3\xi$$

$$A = \frac{Q}{P} - \frac{QD_1}{P^2}(t-\xi) + \frac{QD_1^2}{P^3}(t-2\xi)^2/2! - \dots + (-1)^{m-1} \frac{QD_1^{m-1}}{P^m} \frac{[t-(m-1)\xi]^{m-1}}{(m-1)!}$$

$$(m-1)\xi < t < m\xi$$

$$A = \frac{Q}{P} - \frac{QD_2}{P^2}(t-\xi) + \frac{QD_2^2}{P^3}(t-\xi)^2/2! - \dots + (-1)^m \frac{QD_2^m}{P^{m+1}} \frac{(t-m\xi)^m}{m!}$$

$$m\xi < t < (m+1)\xi$$

$$A_T = \frac{Q}{D_2} \left[\frac{D_2}{P} N - \frac{D_2^2}{P^2} \frac{(N-\xi)^2}{2!} + \frac{D_2^3}{P^3} \frac{(N-2\xi)^3}{3!} - \dots + (-1)^{n-1} \frac{D_2^n \xi^n}{n!} \right]$$

$$- \frac{Q}{(D_1-D_2)} \left[- \frac{(D_1-D_2)^2}{P^2} \frac{(m\xi-\xi)^2}{2!} + \frac{(D_1-D_2)^3}{P^3} \frac{(m\xi-2\xi)^3}{3!} - \dots + (-1)^{m-1} \frac{(D_1-D_2)^m \xi^m}{P^m m!} \right]$$

五、計算模擬

茲舉桃園農田水利會及嘉南農田水利會各一輪區資料，各式配水方式試算於下：

(一)桃園農田水利會其整地灌溉依土壤別分為三次灌溉及一次灌溉，本田補給於全部插秧後一個月內，給予相同水量（參見表一）。以湖口工作站光復圳11支線2號池第3輪區為例，此輪區係輕粘土，共有3個單區，其面積及輸水損失分別為14.33公頃，22%，18.61公頃，26%及11.31公頃，23%。72年度第一次浸田灌溉開始日期為2月19日，第二次浸田灌溉開始日期為2月24日，本田整田灌溉開始日期為3月6日，錯開日數為20天。其各式配水計算結果介紹如下：

A 現行計算法：

現行計算係採用虛擬定面積法計算，其結果如表三，尖峯用水量發生於3月10日，第一次浸田灌溉最後一天，查其原因，係此日需實施第一次浸田灌溉，第二次浸田灌溉及本田之補給灌溉。

B 整地灌溉分三次配水之均面積計算法一即每日農機整地面積相同。其餘之各單區面積，輸水損失及各次灌溉日期皆保持不變。其計算結果如表

四，浸田灌溉流量受各單區輸水損失之影響，而有所差異。尖峯用水亦發生於3月10日，但其值較上法為低，主要原因是日第三單區適輪第一次浸田灌溉，而第三單區之輸水損失較平均值為低。

C. 不發生重疊之均面積計算法

依「水稻輪流灌溉計畫表之研討」⁽⁸⁾報告中之結論，若三次整地灌溉不發生重疊時，尖峯用水量可減低，即第一次浸田灌溉全部實施完畢後，再實施第二次浸田灌溉。依此要求，不同錯開日數之尖峯用水及總用水量列於表五。

若僅實施一次整地灌溉，不同錯開日數之尖峯用水及總用水量亦列於表五。由表五可知一次配水及三次配水整地期間總用水量皆相同，但尖峯流量

表五：光復圳11支線2號池第3輪區定面積配水計算尖峯流量，總用水量與錯開日數之對照表

錯開日數	項目	三次配水灌溉** 均面積計算法		一次配水灌溉 均面積計算法	
		尖峯流量	整地總用水量	尖峯流量	整地總用水量
		CMS	M ³	CMS	M ³
5		0.1384*	117310	0.2784	117310
6		0.1154*	119393	0.2401	119393
7		0.0989*	121483	0.2127	121483
8		0.0865*	123572	0.1922	123573
9		0.0769*	125655	0.1762	125656
10		0.0692*	127744	0.1634	127744
11		0.0629*	129832	0.1530	129833
12		0.0611	131919	0.1443	131919
13		0.0602	134005	0.1369	134006
14		0.0593	136093	0.1306	136094
15		0.0586	138180	0.1251	138181
16		0.0580	140268	0.1203	140269
17		0.0574	142355	0.1161	142356
18		0.0569	144441	0.1124	144442
19		0.0565	146529	0.1090	146530
20		0.0561	148617	0.1060	148618
21		0.0557	150703	0.1032	150704
22		0.0554	152790	0.1008	152791
23		0.0551	154879	0.0985	154880
24		0.0548	156965	0.0964	156967
25		0.0546	159052	0.0945	159053

* 尖峯用水發生於第一次浸田灌溉時期

**各次灌溉日期不發生相疊

表六 光復圳11支線2號池第3輪區三次配水式定流量制每日整田面積表(公頃)

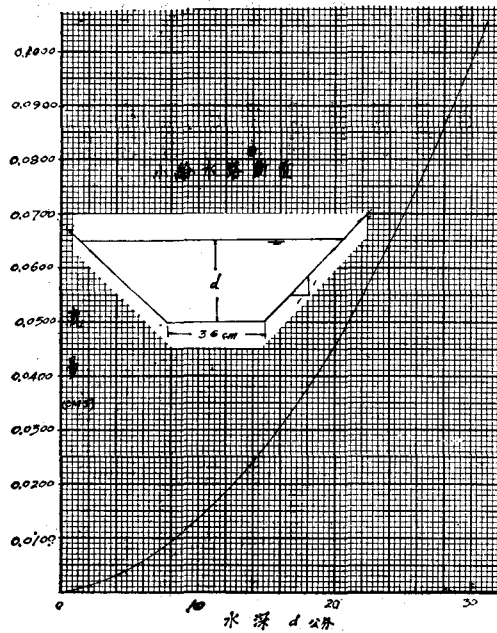
日期 錯開 日數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	每 晝 計 流 量 CMS	整 田 期 間 總 用 水 量 M ³		
5	14.58	10.53	8.01	6.33	4.81																						0.1947*	115886	
6	13.50	9.77	7.40	5.76	4.45	3.38																						0.1123*	118461
7	12.77	9.29	7.00	5.37	4.20	3.20	2.43																					0.0962*	121684
8	12.26	8.95	6.72	5.11	4.04	3.07	2.33	1.77																				0.0842*	125040
9	11.90	8.71	6.52	4.95	3.89	2.98	2.26	1.72	1.31																			0.0749*	128518
10	11.65	8.53	6.38	4.85	3.77	2.91	2.22	1.68	1.28	0.97																		0.0674*	132103
11	11.46	8.41	6.28	4.77	3.69	2.87	2.18	1.66	1.26	0.96	0.73																	0.0612*	135782
12	11.32	8.31	6.20	4.71	3.63	2.83	2.15	1.63	1.24	0.95	0.72	0.55																0.0561*	139545
13	11.21	8.24	6.14	4.67	3.58	2.81	2.13	1.62	1.23	0.94	0.72	0.54	0.41															0.0513*	143379
14	11.14	8.19	6.10	4.64	3.55	2.79	2.12	1.61	1.22	0.93	0.71	0.54	0.41	0.31														0.0496	147273
15	11.08	8.15	6.07	4.61	3.53	2.77	2.11	1.60	1.22	0.93	0.70	0.53	0.41	0.31	0.23													0.0493	151230
16	11.03	8.12	6.05	4.60	3.51	2.76	2.10	1.60	1.21	0.92	0.70	0.53	0.40	0.31	0.23	0.18												0.0491	155210
17	11.00	8.10	6.03	4.58	3.49	2.75	2.09	1.59	1.21	0.92	0.70	0.53	0.40	0.31	0.23	0.18	0.13											0.0490	159238
18	10.98	8.09	6.01	4.57	3.48	2.75	2.09	1.59	1.21	0.92	0.70	0.53	0.40	0.31	0.23	0.18	0.13	0.10										0.0489	163295
19	10.96	8.07	6.00	4.56	3.47	2.74	2.08	1.58	1.20	0.91	0.70	0.53	0.40	0.31	0.23	0.18	0.13	0.10	0.08									0.0488	167378
20	10.94	8.06	6.00	4.56	3.47	2.74	2.08	1.58	1.20	0.91	0.70	0.53	0.40	0.30	0.23	0.18	0.13	0.10	0.08	0.06								0.0487	171461
21	10.93	8.06	5.99	4.55	3.46	2.74	2.08	1.58	1.20	0.91	0.69	0.53	0.40	0.30	0.23	0.18	0.13	0.10	0.08	0.06	0.04							0.0487	175602
22	10.92	8.05	5.99	4.55	3.46	2.73	2.08	1.58	1.20	0.91	0.69	0.53	0.40	0.30	0.23	0.18	0.13	0.10	0.08	0.06	0.04	0.03						0.0486	179736
23	10.92	8.05	5.98	4.55	3.46	2.73	2.08	1.58	1.20	0.91	0.69	0.53	0.40	0.30	0.23	0.18	0.13	0.10	0.08	0.06	0.04	0.03	0.03					0.0486	183882
24	10.91	8.04	5.98	4.54	3.45	2.73	2.08	1.58	1.20	0.91	0.69	0.53	0.40	0.30	0.23	0.18	0.13	0.10	0.08	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02				0.0486	188066
25	10.91	8.04	5.98	4.54	3.45	2.73	2.08	1.58	1.20	0.91	0.69	0.53	0.40	0.30	0.23	0.18	0.13	0.10	0.08	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01			0.0486	192198

83

表七：光復圳11支線2號池第3輪區一次配水式定流量制，每日整田面積表（公頃）

日期 錯開 日數	日期																									每日計量 每晝 CMS	整田期間 總用水量 M ³
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十	廿一	廿二	廿三	廿四	廿五		
5	9.84	9.19	8.60	8.88	8.25																					0.2627	113499
6	8.96	7.92	7.31	7.02	6.91	6.73																				0.2233	115751
7	7.91	7.01	6.39	6.13	5.89	5.87	5.65																			0.1952	118032
8	6.52	6.26	5.78	5.47	5.25	5.10	5.04	4.84																		0.1741	120341
9	5.91	5.67	5.31	4.96	4.76	4.57	4.49	4.38	4.21																	0.1578	122677
10	5.42	5.20	4.93	4.55	4.37	4.19	4.02	4.01	3.86	3.70																0.1447	125042
11	5.02	4.82	4.62	4.21	4.05	3.88	3.73	3.62	3.58	3.43	3.29															0.1341	127435
12	4.69	4.50	4.32	3.98	3.78	3.63	3.48	3.34	3.29	3.21	3.08	2.95														0.1252	129857
13	4.41	4.23	4.06	3.78	3.55	3.41	3.28	3.14	3.02	3.01	2.89	2.78	2.67													0.1178	132306
14	4.17	4.01	3.84	3.62	3.36	3.23	3.10	2.97	2.86	2.78	2.74	2.63	2.52	2.42												0.1114	134782
15	3.97	3.81	3.66	3.48	3.20	3.07	2.95	2.83	2.71	2.61	2.58	2.50	2.40	2.30	2.21											0.1059	137286
16	3.79	3.64	3.49	3.35	3.05	2.93	2.81	2.70	2.59	2.48	2.38	2.29	2.20	2.11	2.03											0.1011	139818
17	3.63	3.48	3.34	3.21	2.96	2.81	2.70	2.59	2.48	2.38	2.29	2.24	2.20	2.11	2.02	1.94	1.86									0.0969	142377
18	3.49	3.35	3.22	3.09	2.87	2.70	2.59	2.49	2.39	2.29	2.20	2.11	2.10	2.03	1.95	1.87	1.79	1.72								0.0932	144963
19	3.37	3.23	3.10	2.98	2.80	2.60	2.50	2.40	2.30	2.21	2.12	2.04	1.98	1.95	1.88	1.80	1.73	1.66	1.59							0.0399	147576
20	3.25	3.12	3.00	2.88	2.73	2.52	2.42	2.32	2.23	2.14	2.05	1.97	1.89	1.87	1.81	1.74	1.67	1.61	1.54	1.48						0.0869	150216
21	3.15	3.03	2.91	2.79	2.67	2.44	2.34	2.25	2.16	2.07	1.99	1.91	1.83	1.78	1.76	1.69	1.62	1.56	1.49	1.43	1.38					0.0843	152883
22	3.06	2.94	2.82	2.71	2.60	2.38	2.28	2.18	2.10	2.01	1.93	1.86	1.78	1.71	1.69	1.64	1.57	1.51	1.45	1.39	1.34	1.28				0.0818	155576
23	2.98	2.86	2.75	2.64	2.53	2.34	2.21	2.13	2.04	1.96	1.88	1.81	1.73	1.66	1.61	1.60	1.53	1.47	1.41	1.36	1.30	1.25	1.20			0.0797	158296
24	2.91	2.79	2.68	2.57	2.47	2.30	2.16	2.07	1.99	1.91	1.83	1.76	1.69	1.62	1.56	1.53	1.49	1.43	1.38	1.32	1.27	1.22	1.17	1.12		0.0777	161041
25	2.84	2.73	2.62	2.51	2.41	2.26	2.11	2.02	1.94	1.87	1.79	1.72	1.65	1.58	1.52	1.46	1.46	1.40	1.34	1.29	1.24	1.19	1.14	1.10	1.05	0.0758	163813

相差約二倍左右，錯開日數越少者，其倍數較大。



圖十 小給水路 H—Q 曲線

D. 定流量計算法

三次配水式及一次配水式分別計算。由於定流量制，每日整田面積，由大變小，尤以三次配水式者為甚。各式錯開日數與每日整田面積，尖峯用水量及整地總用水量計算之結果，列於表六及表七。三次配水式也是不重疊配水制，各次配水水深，亦採用現行制度，因此尖峯用水發生於第一次浸田灌溉。

(二)嘉南農田水利會整地灌溉採取統一制(見表二)，一次給予整地用水，第二日實施本田補給灌溉，其量之大小，依旬別而異。以麻豆管理處六甲工作站東社區第二小區為計算例。此小區屬於六甲支線雙期作區，坵質壤土，分為五個單區，總面積31.02公頃，輸水損失率為15%。目前之錯開日數為15日，係以虛擬定面積法計算。尖峯用水為0.0729 CMS(見表八)。若以定流量制計算，各錯開日數與各日整地面積，尖峯用水量之結果列於表九。

表八：六甲工作站東社區第二小區配水計算表

日期	秧田用水 (CMS)	整田用水 (CMS)	本田用水 (CMS)	小計 (CMS)
12/21	0.0100			0.0100
22	0.0100			0.0100
23	0.0100			0.0100
24	0.0100			0.0100
25	0.0100			0.0100
26	0.0100			0.0100
27	0.0100			0.0100
28	0.0100			0.0100
29	0.0100			0.0100
30	0.0100			0.0100
31	0.0100			0.0100
1/1	0.0100			0.0100
2	0.0100			0.0100
3	0.0100			0.0100
4	0.0100			0.0100
5	0.0100			0.0100
6	0.0100			0.0100
7	0.0100			0.0100
8	0.0100			0.0100
9	0.0100			0.0100
10	0.0100			0.0100
11		0.0414	0.0000	0.0414
12		0.0414	0.0023	0.0436
13		0.0414	0.0045	0.0459
14		0.0414	0.0068	0.0482
15		0.0414	0.0090	0.0504
16		0.0414	0.0113	0.0527
17		0.0414	0.0135	0.0549
18		0.0414	0.0158	0.0572
19		0.0414	0.0180	0.0594
20		0.0414	0.0203	0.0617
21		0.0414	0.0225	0.0639
22		0.0414	0.0248	0.0662
23		0.0414	0.0270	0.0684
24		0.0414	0.0293	0.0707
25		0.0414	0.0315	0.0729

六、各式計算之比較

虛擬均面積制計算較為簡單，但整地機械作業進度隨各單區輸水損失而有所差異。由表五、表六、表七可知，於相同之錯開日數下，尖峯用水量均較定流量制者為高，且整地用水量逐日而異，管理員應逐日調整水門，增加管理作業之工作。因此嘉

表九：六甲工作站東社區第二小區定流量配水式每日整田面積表（公頃）

日期 錯開 日數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十	廿一	廿二	廿三	廿四	廿五	每日計量 每晝CMS	整田期間 總用水量 M ³	
5	6.91	6.54	6.18	5.84	5.52																					0.1385	59815	
6	5.91	5.59	5.29	5.00	4.73	4.47																					0.1185	61422
7	5.20	4.92	4.65	4.40	4.16	3.93	3.72																				0.1043	63055
8	4.67	4.42	4.18	3.95	3.73	3.53	3.34	3.16																			0.0936	64722
9	4.26	4.03	3.81	3.60	3.41	3.22	3.04	2.88	2.72																		0.0854	66407
10	3.93	3.72	3.52	3.33	3.14	2.97	2.81	2.66	2.51	2.38																	0.0789	68126
11	3.67	3.47	3.28	3.10	2.93	2.77	2.62	2.48	2.34	2.21	2.09																0.0735	69872
12	3.45	3.26	3.08	2.91	2.75	2.60	2.46	2.33	2.20	2.08	1.97	1.86															0.0691	71634
13	3.26	3.08	2.92	2.76	2.61	2.46	2.33	2.20	2.08	1.97	1.86	1.76	1.66														0.0654	73431
14	3.10	2.93	2.77	2.62	2.48	2.34	2.22	2.10	1.98	1.87	1.77	1.67	1.58	1.50													0.0622	75254
15	2.97	2.81	2.65	2.51	2.37	2.24	2.12	2.00	1.89	1.79	1.69	1.60	1.51	1.43	1.35												0.0595	77095
16	2.85	2.69	2.55	2.41	2.28	2.15	2.04	1.92	1.82	1.72	1.63	1.54	1.45	1.37	1.30	1.23											0.0571	78970
17	2.75	2.60	2.45	2.32	2.19	2.07	1.96	1.85	1.75	1.66	1.57	1.48	1.40	1.32	1.25	1.18	1.12										0.0551	80862
18	2.65	2.51	2.37	2.24	2.12	2.01	1.90	1.79	1.69	1.60	1.51	1.43	1.35	1.28	1.21	1.14	1.08	1.02									0.0532	82788
19	2.57	2.43	2.30	2.18	2.06	1.94	1.84	1.74	1.64	1.55	1.47	1.39	1.31	1.24	1.17	1.11	1.05	1.00	0.94								0.0516	84732
20	2.50	2.37	2.24	2.11	2.00	1.89	1.79	1.69	1.60	1.51	1.43	1.35	1.28	1.21	1.14	1.08	1.02	0.97	0.92	0.87							0.0502	86702
21	2.44	2.30	2.18	2.06	1.95	1.84	1.74	1.65	1.56	1.47	1.39	1.31	1.24	1.18	1.11	1.05	1.00	0.94	0.89	0.84	0.80						0.0489	88698
22	2.37	2.24	2.12	2.01	1.90	1.79	1.70	1.60	1.52	1.43	1.35	1.28	1.21	1.14	1.08	1.02	0.97	0.92	0.87	0.82	0.78	0.81					0.0476	90487
23	2.32	2.19	2.07	1.96	1.85	1.75	1.65	1.56	1.48	1.40	1.32	1.25	1.18	1.12	1.06	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.76	0.79	0.75				0.0465	92310
24	2.26	2.14	2.02	1.91	1.81	1.71	1.62	1.53	1.44	1.37	1.29	1.22	1.15	1.09	1.03	0.98	0.93	0.88	0.83	0.78	0.74	0.78	0.74	0.70			0.0454	94159
25	2.22	2.10	1.98	1.87	1.77	1.67	1.58	1.50	1.41	1.34	1.26	1.20	1.13	1.07	1.01	0.96	0.91	0.86	0.81	0.77	0.73	0.76	0.72	0.68	0.65		0.0445	96034

南農田水利會採取 5 日平均值；而桃園農田水利會採取旬平均值。雖然減少調整水門之次數，但灌溉傳票不易配合，增加掌水工現場作業之困擾。由表五亦可知尖峯用水隨錯開日數之增加而減少，但整地期間之總用水量却隨之增加。

均面積制整地機械作業每日相同，對農機具之效率而言，較為經濟。其他優劣與虛擬均面積制者相同。

定流量制每日施灌整地用水量固定，管理較為簡單，但計算較為繁雜。而且整地機械每日作業面積由大而小，其大與小之比率隨補給用水與整地用水之比率增加而減少。由表七及表九可知，其大小比值隨着錯開日數之增加而增加。由表五及表七亦可知，於相同錯開日數下，尖峯用水量較均面積制者為小，錯開日數越長，此項差額亦較大。整地時期之總用水量而言，由表五及表七可知，錯開日數

較小時，定流量制較均面積制者省水。若錯開日數再延長，此現象相反。

由表五很明顯顯示，一次配水式尖峯用水量較三次配水式者高，而整地期間之總用水量却相同。三次配水式各次配水日期若能作適當地安排，使不發生重疊之現象，其尖峯用水量下降甚多，值得灌溉管理作業擬定者加以注意。

七、輪區灌溉渠道容量現況之調查

實施輪流灌溉制度之輪區灌溉系統，自分水門以下渠道容量之輸水能力應為一致，以利輪流灌溉之配水。為探討輪區輸水路之輸水能力，是否能適應管理制度之變更，曾於嘉南農田水利會二甲工作站東社第二、三小區作坡度及斷面測量，調查結果為：

段別	底寬 b cm			邊坡	深度 cm			坡度 %			樣本數	總長度 m
	最大	最小	平均		最大	最小	平均	最大	最小	平均		
AB	37	37	37	1:1	51	51	51	0.14	0.004	0.08	1	500
AJ	36	36	36	1:1	46	46	46	0.93	0.19	0.38	1	600
CD	36	36	36	1:1	46	46	46	1.00	0.32	0.40	1	600
EF	36	36	36	1:1	46	46	46	0.60	0.09	0.38	1	600
GH	36	36	36	1:1	46	46	46	0.72	0.17	0.28	1	600
BI	39	36	36	1:1	46	46	46	0.76	0.08	0.30	1	600
甲乙	70	37	40	1:1	62	34	52	0.53	0.04	0.22	4	950

由以上測量及調查之資料，斷面平均底寬 36 公分，邊坡為 1：1，深度 46 公分，平均縱坡以 0.08% 為最平緩，（部份較此平緩，但為少數）。若依穩定、定流量計算，由 Mannings 公式 $Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$ 計算；此型之段面及縱坡，其水深與流量之關係如圖十。若出水高度佔 $\frac{1}{3}$ ，應有 30 公分之水深作為正常水深。即可輸送 0.0987 CMS 之水量，若作定流量制之配水，由表九，錯開日數可由 15 日縮至 8 日。

八、整地時期農業機械使用現況之調查

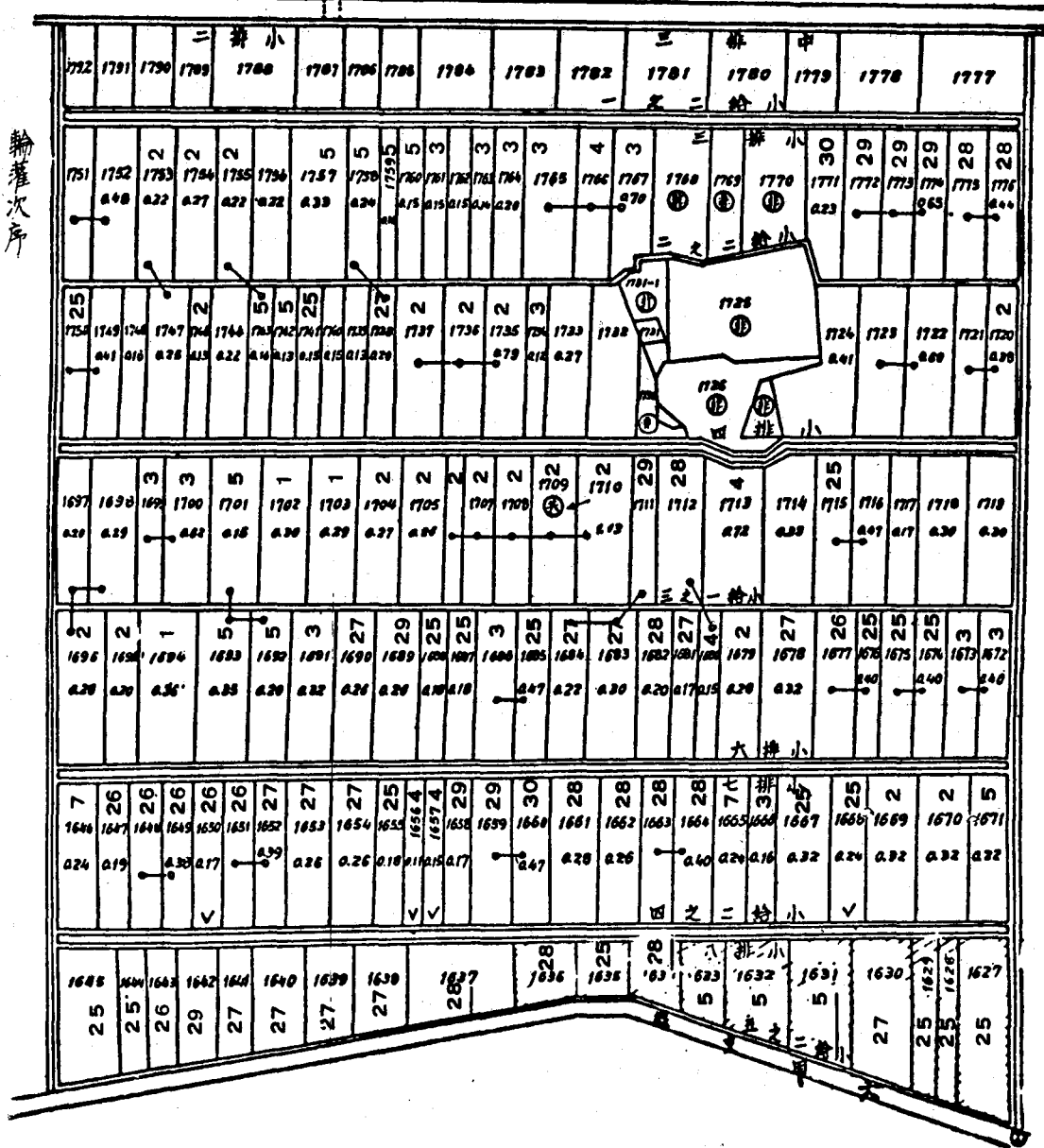
由上述幾節之分析，目前之灌溉系統於定流量式之配水制度下，可將錯開日數加以縮短，以配合現代化農業機械作業之要求。但此制度最大之缺點

為每日整地面積不一，引起農機使用效率之問題。目前農機尤其是曳引機之整地作業能力究竟如何？於民國 71 年 6、7 月間，在嘉南農田水利會六甲工作站東社區第 2 小區，曾作水稻整地機械作業之調查。第 2 小區各坵塊之使用曳引機之種類及作業時間列於圖十一、及圖十二。各種曳引機實際測定之作業能力列於表十三。

由圖十一、圖十二及表十三資料，可知

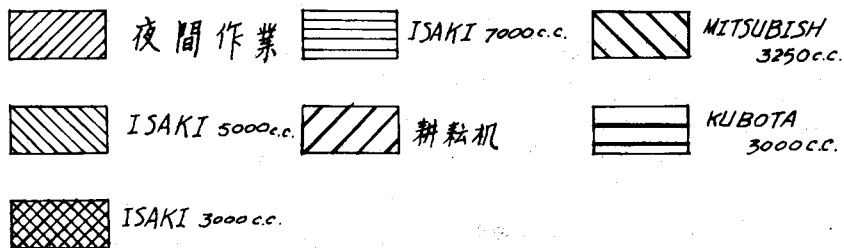
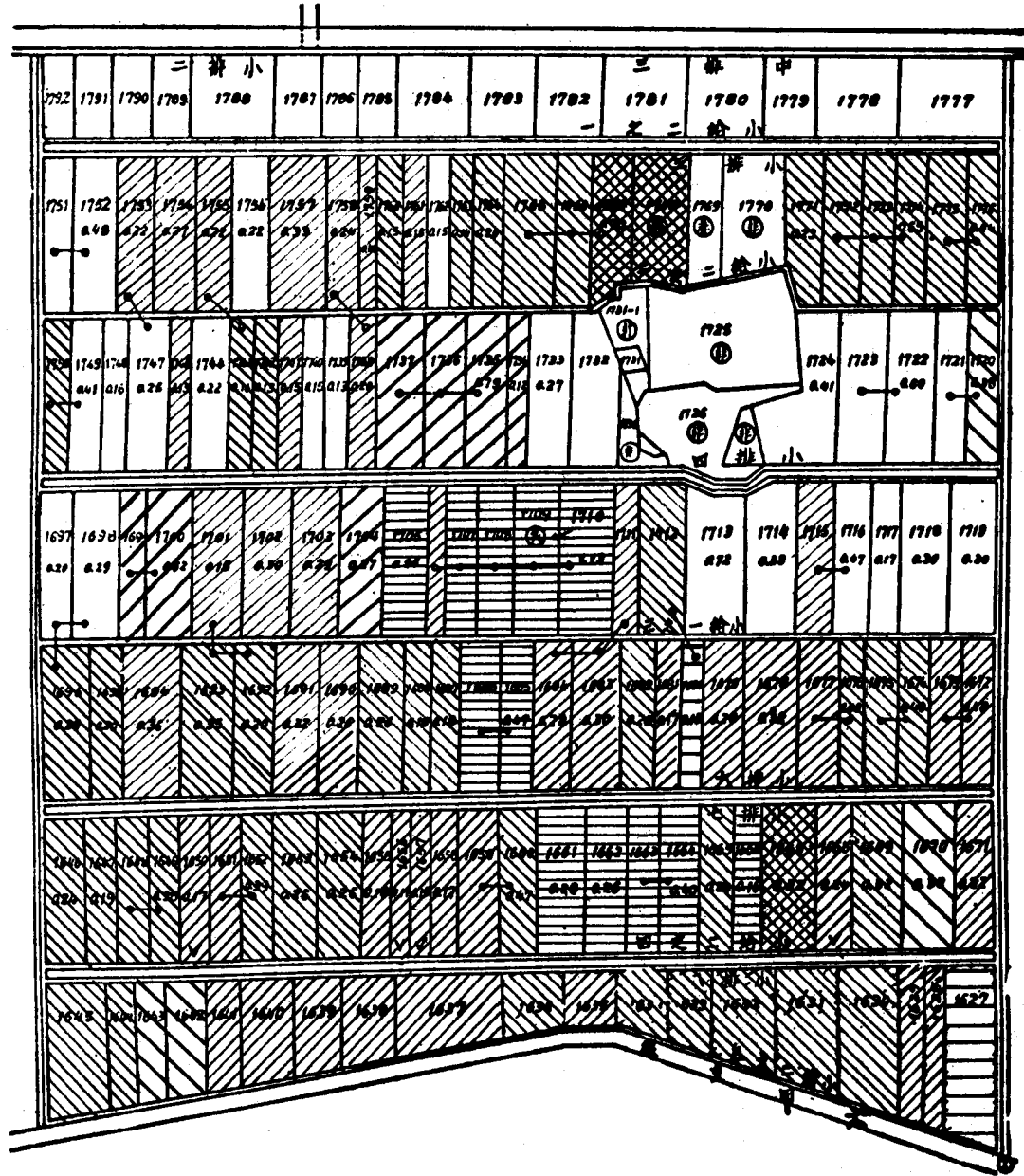
- (1) 整地作業，所使用農機種類多。
- (2) 整地機械作業，不是一貫性有次序之作業，亦即有時浪費於由一坵塊轉至另一坵塊之時間上。
- (3) 整地機械之作業時間，並不與水利會整地灌溉次序表配合。（圖十一）
- (4) 各型曳引機之作業能力之標準差，差異甚

末
端
輪
灌
次
序



首
端
輪
灌
次
序

圖十一 71年第2期作各田區第一次機械整地日期
地點：嘉南二甲工作站東社區第二小區
整地灌溉日期：6月25日至7月10日
(圖上之數字為實際整地日期)



圖十二 71年2期作各田區整地機械

大。

(5)必要時夜間亦可作整地作業。

表十三 各種整地機械作業時間實測值

農機種類	作業能力 公頃/小時		
	平均值	標準差	樣本數
YAN-MAR 1800c.c.	0.1285	0.0500	4
和 平 2000c.c.	0.0884	0.0521	8
SHIBAUR 4000c.c.	0.1291	0.0074	2
KUBOTA 5500c.c.	0.1921		1
KUBOTA 3000c.c.	0.2272	0.1175	6
ISEKI 3100c.c.	0.2388	0.1150	2
MITSUBISH 3250c.c.	0.1839	0.0776	8
ISEKI 5000c.c.	0.2418	0.1001	39
ISEKI 7000c.c.	0.3003	0.2210	9

九、整地灌溉與整地機械作業之配合

農業機械作業能力將隨着農機具之改進而增強，亦隨着農民生活之改善，數量亦漸增加。近幾年來，農村勞力之缺乏，依賴農業機械之作業也越來越多，造成現有之渠道容量於目前灌溉管理之配水制度下，無法應付農業機械化使用之要求。況且農機具之增加可無限制的，而水資源却是無法創造及要求的；只有妥善加以利用及安排。如何應用有限之水資源以提供日愈縮短作業時間之農機具之要求？一是改善目前之渠道設施，增加輸水能力，亦即改善灌溉制度之硬體設備。臺灣灌溉面積約 50 萬公頃，灌溉渠道約三萬公里⁽⁹⁾，此項設備改善所需之經費，必相當龐大，無法負擔。由上述調查及分析之結論，若配水制度將目前之虛擬均面積制更改為定流量制，於同樣之渠道容量下，其錯開日數可以縮短。但定流量配水制最大之缺點為每日整地面積不一，如表六所示，八日錯開日數原則下，第一日需整地 12.26 公頃，而第 8 日僅 1.77 公頃，後者不足大馬力曳引機一日之工作量。因此欲提高農機具之使用效率，其營運作業之安排定流量制較均

面積制者困難。

受限於水資源之供應及無法變更灌溉硬體設施之情形之下，若實施定流量制，而以管理軟體之立場解決配水問題，建議可試行以下之措施，以配合農業機械化之要求。

(一)擴大輪區之面積，但不更改其渠道系統。即一輪區內，有二、三個各自輸水系統，各系統自行實施定流量制配水。如此可將數個待耕之小面積，合成為一大面積。至於本田輪灌，仍以此大輪區計量而不自行實施輪灌。

(二)目前係採取整地灌溉一日後，再進行插秧，於錯開日數最後幾日，採取二或三日之延遲，再進行插秧。將數日之小面積合成一日之工作量。

十、建 議

於目前灌溉系統設施下，為配合擴大農場經營規模及農機具之使用，由上述之分析及結論，茲建議如下：

- 1.儘可能將整地灌溉分數次實施，各次灌溉施灌，以不發生重疊現象為宜。以減低尖峯用水量。
- 2.由於曳引機之馬力大，整地之翻耕作業，可不需利用灌溉水濕潤。此項作業方式宜多加推廣，以節省水量，並減低尖峯用水。

- 3.定流量配水制雖計算繁雜，但可藉重電子計算機之計算能力加以克服。且此制度亦可減低尖峯用水量。

- 4.整地作業宜由水利會負責安排秧苗之供應，使秧苗供應之次序與灌溉水輪灌之次序相互配合，則整個輪區耕作作業進度及水資源之控制亦較為順利。盜水之現象必會減少。至於農機具之代耕，宜由民間自行配合，因農機具及工作人員之工作能力，標準差甚大，易造成糾紛。

十一、致 謝

此研究現場資料之搜集，蒙嘉南農田水利會六甲工作站張站長及農業工程研究中心呂榮二先生之大力協助。並蒙水利局陳課長買，農業工程研究中心李副研究員源泉提供寶貴之意見。

復蒙 系主任曹以松教授多次之鼓勵，並加以斧正，得以順利完稿。謹此致謝。(文轉第 24 頁)