

委託研究計畫案號：99060403

農業回歸水暨餘水再利用可行性研究
-以彰化地區為例

Study on the Feasibility for the Reuse of Agricultural Return Flow and
Surplus Water-Changhua Area as an Example

計畫主持人：簡傳彬博士

委託單位：行政院經濟建設委員會

受委託單位：財團法人農業工程研究中心

本報告內容純係研究單位之觀點，不應引申為行政院經濟建設委員會之意見

行政院經濟建設委員會

中華民國 100 年 9 月

摘要

本計畫考量彰化地區目前並無水庫能蓄豐濟枯，加上河川水量大多由集集攔河堰配合農業及工業等標的之用水調度供應，其他工業用水及民生用水則多來自抽取地下水；為輔助彰化地區推動重大經濟建設計畫及減少地下水的使用量，如能將農業回歸水暨餘水再利用，有利於區域水資源之利用；因此成立本計畫，以彰化地區為研究範圍，進行農業回歸水暨餘水再利用之可行性研究。針對農業回歸水暨餘水在短期內提供重大經建投資計畫之用水需求，長期作為地下水之替代水源之可行性。

經由彰化地區農業用水源可再利用之整體評估、水質調查評估、調度機制與工程技術檢討、水資源多元利用評估等分析結果顯示：

- (1) 本計畫之溪州實驗田區(0.3ha)於99年二期作之每日平均回歸水量為17.45 CMD/ha，100年一期作之每日平均回歸水量為19.09 CMD/ha。
- (2) 荊仔埤圳監測區(2,994 ha)之回歸水量觀測結果顯示：每日回歸水量為14.91~16.58 CMD/ha。
- (3) 荊仔埤圳水平衡模式模擬之結果顯示：99年第二期作荊仔埤圳灌區(9,659 ha)之總回歸水量為每日20.38萬立方公尺，總餘水量為每日20.65萬立方公尺。100年第一期作荊仔埤圳灌區(8,860 ha)之總回歸水量為每日11.59萬立方公尺，總餘水量為每日6.88萬立方公尺。
- (4) 濁水溪灌區水平衡模式模擬之結果顯示：99年第二期作濁水溪灌區 (31,753 ha)之總回歸水量為每日58.96萬立方公尺，總餘水量為每日73.31萬立方公尺。100年第一期作濁水溪灌區(31,782 ha)之總回歸水量為每日43.95萬立方公尺，總餘水量為每日

13.88萬立方公尺。

(5)水質分析成果顯示：懸浮固體為偏高之現象，錳含量亦超過灌溉與工業用水之標準，於回歸水暨餘水再利用時需考量以沉沙池等進行水質處理。

經由回歸水暨餘水潛能之定量與水質分析後，考量以沉沙池等進行水質處理後應可提供農業或工業之非製程用水使用，因此本計畫提出回歸水調蓄方案之初步構想，建議以每輪區(約50公頃)設置一調節池，以蓄存農業回歸水暨餘水量進行調配利用，以達到水資源再利用永續經營之目的。惟前述分析僅以溪洲與大城試驗田區99年二期作及100年一期作之觀測資料進行分析，為確保未來推廣之效益，建議先以一輪區進行調蓄方案示範區試作以及長期水量及水質監測，以確定回歸水暨餘水量，供後續計畫推動之參考。

Abstract

At Changhua area currently there is no reservoir for water storage and allocation. In addition, most of river flow is allocated and dispatched in accordance with agricultural and industrial sectors through the Chi-Chi river diversion weir; other industrial and domestic demands are met by pumping groundwater. For providing auxiliary help in driving major economic development projects as well as reducing utilization of groundwater at Changhua area, this project is considering the reusing of agricultural return flow and surplus water to promote the utilization of regional water resources. Consequently this project is funded to include Changhua as study area to conduct feasibility study of the reusing of agricultural return flow and surplus water. In the short term the reusing can provide water demand for major economic investment projects; in the long term it can be the substitute water sources for groundwater.

Through integral assessment of re-utilization for agricultural water resources at Changhua area, field investigation assessment of water quality, reviews on allocation mechanism and engineering technology, and multi-utilization assessment of water resources, the results of this project show that:

(1) The Xi-zhou field experiment (0.3ha) exhibits that the daily average return flow is 17.45 CMD/ha at the second cropping term in 2010, and 19.09 CMD/ha at the first cropping term in 2011.

(2) Observation data at the Ci-zi-pi Canal monitoring area (2,994ha) exhibits that daily return flow is 14.91~16.58 CMD/ha.

(3) The simulation result of the water balance model at the Ci-zi-pi

Canal irrigation area shows that at the second cropping term in 2010 at the Ci-zi-pi Canal irrigation area (9,659ha) the total return flow is $20.38 \times 10^4 \text{m}^3$ daily and the surplus water is $20.65 \times 10^4 \text{m}^3$ daily. At the first cropping term in 2011 at the Ci-zi-pi Canal irrigation area (8,860ha) the total return flow is $11.59 \times 10^4 \text{m}^3$ daily and the surplus water is $6.88 \times 10^4 \text{m}^3$ daily.

(4) The simulation result of the water balance model at the Zhuo-shui Creek irrigation area shows that at the second cropping term in 2010 at the Zhuo-shui Creek irrigation area (31,753ha) the total return flow is $58.96 \times 10^4 \text{m}^3$ daily and the surplus water is $73.31 \times 10^4 \text{m}^3$ daily. At the first cropping term in 2011 at the Zhuo-shui Creek irrigation area (31,782ha) the total return flow is $43.95 \times 10^4 \text{m}^3$ daily and the surplus water is $13.88 \times 10^4 \text{m}^3$ daily.

(5) The result for water quality analysis shows that SS is of high; Mn is beyond the irrigation water and industrial water standards. It is suggested that sedimentation basins for water processing are to be taken into consideration in the reusing of return flow and surplus water.

With the analyses on the potentials of return flow and surplus water and water quality analysis, it can supply to agriculture or industry for non-process water after water processing with sedimentation basins. Therefore this project proposes an initial concept for the solutions of return flow regulation and allocation. It is suggested that one regulation water pond is established at one rotational block (about 50ha). The pond is to store agricultural return flow and surplus water for allocation and utilization in order for water resources re-utilization and sustainable development. However, the analysis and discussion above are limited the observation data at the second cropping term in 2010 and the first cropping term in 2011 at the Xi-zhou and Da-chen field experiments. To assure the

promotion benefits in the future, it is recommended that a rotational block is selected as a demonstration site for regulation and long-term monitoring of water quantity and quality should be carried to determine the amount of return flow and surplus water. The results are to be provided references to follow-up projects.

目 錄

摘要	I
Abstract	III
目 錄	VI
表目錄	VIII
圖目錄	XIII
第一章 前言	1
1-1 緣起	1
1-2 工作目的	3
1-3 工作項目	3
1-4 整體工作流程	5
第二章 計畫背景資料	6
2-1 區域水資源供需情況	6
2-2 相關計畫之介紹與檢討	21
第三章 彰化地區農業用水源可再利用之整體性評估	30
3-1 農業用水水量之現況調查與資料蒐集	31
3-2 農業回歸水量資料調查與資料蒐集	33
3-3 農業回歸水量推估模式建立	58
3-4 回歸水量推估模式架構	60
3-5 農業回歸水暨餘水可供調配水量及可靠度分析	89
第四章 農業回歸水暨餘水水質分析調查評估(含工業用水、民生用水)之需求水質調查	94
4-1 農業回歸水暨餘水水質調查評估	94
4-2 用水人需求水質標準檢討評估	127
第五章 農業回歸水暨餘水再利用之調度機制與相關工程技術之檢討與建議	139

5-1	調配水機制之研擬.....	139
5-2	相關調蓄設施之檢討.....	140
5-3	示範區之選定.....	142
第六章	農業回歸水及餘水納入水資源多元利用評估.....	148
6-1	水資源多元利用評估流程.....	148
6-2	彰化地區歷年用水量特性分析	150
6-3	彰化地區各期程用水量分析.....	157
6-4	彰化地區水源供需模擬分析.....	164
第七章	營運管理費用及經濟效益評析.....	170
7-1	營運管理規劃.....	170
7-2	經濟分析.....	176
7-3	效益評估.....	181
第八章	結論與建議.....	185
8-1	結論.....	185
8-2	建議.....	187
	參考文獻.....	188
附錄一	彰化地區鄰近氣象資料.....	附 1
附錄二	歷次會議記錄.....	附 33

表目錄

表 2.1.1	彰化、雲林及嘉南農田水利會計畫及實際用水量	8
表 2.1.2	彰化、雲林及嘉南農田水利會比例	8
表 2.1.3	彰化、雲林及嘉南地區 97 年耕地面積	9
表 2.1.4	彰化、雲林及嘉南地區 97 年實際種植面積	9
表 2.1.5	彰化、雲林及嘉南水利會 97 年聯合會資料輯灌溉 地面積.....	9
表 2.1.6	彰化、雲林及嘉南水利會 97 年聯合會資料輯實際耕種 面積.....	10
表 2.1.7	彰化地區歷年水稻灌溉面積與用水量統計	12
表 2.1.8	MODFLOW 數值模式應用於彰雲地區補注量推估.....	12
表 2.1.9	彰化地區農業回歸水暨餘水量推估值(方法三).....	13
表 2.1.10	彰化地區農業回歸水暨餘水量推估值(方法四).....	13
表 2.1.11	回歸水暨餘水量比較	14
表 2.1.12	彰化地區各目標年灌溉需水量	15
表 2.1.13	彰化地區畜牧用水之目標年需水量	15
表 2.1.14	彰化地區養殖用水之目標年需水量	16
表 2.1.15	彰化地區灌溉用水水權登記水量統計表	16
表 2.1.16	各標的用水使用農業回歸水之可行性	17
表 2.1.17	各地區用水供需情勢	17
表 2.1.18	排水觀測各排水路潛在用水對象	17
表 2.1.19	園區土地使用面積分配表	18
表 2.1.20	中科四期二林基地之計畫用水時程	19
表 3.1.1	彰化地區歷年耕種面積與灌溉用水量統計	32
表 3.2.1	設置農業回歸水水量及水質監視點基本資料	35

表 3.2.2	彰化農田水利會 99 年 2 期作濁水溪灌區輪灌日程	43
表 3.2.3	彰化農田水利會 100 年 1 期作濁水溪灌區輪灌日程	44
表 3.2.4	現地流量觀測記錄.....	52
表 3.4.1	氣象因子與作物蒸發散量之關係	62
表 3.4.2	水稻各生育階段之作物係數與累積生育度數	64
表 3.4.3	水利局經驗公式對不同土壤滲漏量之估算值	65
表 3.4.4	不同坡度的水平滲流量與垂直滲漏量之比例	68
表 3.4.5	不同土壤之最大毛細管水上升高度	69
表 3.4.6	地下水位對田間滲漏量之影響修正值	70
表 3.4.7	彰化農田水利會灌溉系統與圳路	72
表 3.4.8	荊仔埤圳輪灌方式回歸水暨餘水量	74
表 3.4.9	荊仔埤圳續灌方式回歸水暨餘水量	78
表 3.4.10	濁水溪輪灌方式回歸水暨餘水量	81
表 3.4.11	濁水溪續灌方式回歸水暨餘水量	82
表 3.4.12	八堡圳輪灌方式回歸水暨餘水量	83
表 3.4.13	八堡圳續灌方式回歸水暨餘水量	83
表 3.4.14	上埤幹線輪灌方式回歸水暨餘水量	83
表 3.4.15	上埤幹線續灌方式回歸水暨餘水量	84
表 3.4.16	下埤幹線輪灌方式回歸水暨餘水量	84
表 3.4.17	下埤幹線續灌方式回歸水暨餘水量	84
表 3.4.18	永基二圳輪灌方式回歸水暨餘水量	85
表 3.4.19	永基二圳續灌方式回歸水暨餘水量	85
表 3.4.20	永基三圳輪灌方式回歸水暨餘水量	85
表 3.4.21	永基三圳續灌方式回歸水暨餘水量	86
表 3.4.22	同源圳輪灌方式回歸水暨餘水量	86
表 3.4.23	同源圳續灌方式回歸水暨餘水量	86

表 3.4.24	東西二圳輪灌方式回歸水暨餘水量	87
表 3.4.25	東西二圳續灌方式回歸水暨餘水量	87
表 3.4.26	東西三圳輪灌方式回歸水暨餘水量	87
表 3.4.27	東西三圳續灌方式回歸水暨餘水量	88
表 3.4.28	番子田圳輪灌方式回歸水暨餘水量	88
表 3.4.29	番子田圳續灌方式回歸水暨餘水量	88
表 3.4.30	福馬圳輪灌方式回歸水暨餘水量	89
表 3.4.31	福馬圳續灌方式回歸水暨餘水量	89
表 4.1	本計畫水質監測項目樣品保存方式	98
表 4.2	分析項目檢測方法一覽表	100
表 4.3	本計畫區域之輪灌區通水時程表	102
表 4.4	99 年二期作日間水質數據一覽表	105
表 4.5	99 年二期作日間水質數據一覽表	108
表 4.6	99 年二期作夜間水質數據一覽表	111
表 4.7	99 年期作間水質數據一覽表	114
表 4.8	100 年一期作日間水質數據一覽表	117
表 4.9	100 年一期作夜間水質數據一覽表	120
表 4.10	100 年一期作日間水質數據一覽表	123
表 4.11	100 年各期作與期作間水質數據基本統計表	126
表 4.12	地面水體之工業用水水質標準	128
表 4.13	水質數據超過限值之點次一覽表	129
表 4.14	懸浮固體量、錳含量以及鐵含量相關係數一覽表	131
表 4.15	水質硬度數據一覽表	133
表 4.16	農委會灌溉用水水質標準(92.11.7 農林字第 0920031524 號).....	134
表 4.17	水質數據超過農給灌溉水源之點次於水一覽表	135

表 5.1.1	彰化縣地陷區滯洪池資料表	141
表 5.1.2	萬興滯(蓄)洪池供水潛能比較.....	141
表 5.1.3	第四放水路滯(蓄)洪池供水潛能比較.....	141
表 5.1.4	與荊仔埤圳聯合運用供水潛能	142
表 5.3.1	計畫調蓄池設置基本資料	144
表 5.3.2	萬興調節池工程成本	146
表 5.3.3	第四放水路調節池工程成本	146
表 5.3.4	元埔農場調節池工程成本	147
表 6.2.1	彰化地區各標的用水量統計一覽	152
表 6.2.2	彰化地區生活用水供水人口統計一覽	155
表 6.2.3	彰化地區生活用水每人每日配水量統計一覽	155
表 6.2.4	彰化地區生活用水量來源統計一覽	156
表 6.2.5	彰化地區各標的地下水用水量統計一覽	156
表 6.3.1	彰化用水分區之目標年工業用水需水量--低成長.....	160
表 6.3.2	彰化用水分區之目標年工業用水需水量--中成長.....	160
表 6.3.3	彰化用水分區之目標年工業用水需水量--高成長.....	160
表 6.3.4	彰化地區生活用水推估各項參數之目標年推估值	161
表 6.3.5	彰化地區之目標年生活用水水源需求量(趨勢量).....	162
表 6.3.6	彰化地區之目標年農業用水水源需求量(趨勢量).....	163
表 6.3.7	彰化地區之目標年自來水需求量(趨勢量).....	164
表 6.4.1	彰化地區之回歸水暨餘水可利用率	165
表 6.4.2	彰化地區不同標的用水於各目標年應用回歸水暨餘 水替代率.....	166
表 6.4.3	彰化地區自來水於各目標年應用回歸水之替代率	167
表 6.4.4	彰化地區各標的用水量及水源別概估表	168
表 6.4.5	彰化地區各標的用水應用地表及地下回歸水暨餘水	

	之替代率.....	169
表 6.4.6	彰化地區各標的用水應用地表回歸水暨餘水之替代率 ..	169
表 7.1.1	陸域地面水體標準.....	173
表 7.1.2	飲用水水源水質標準	173
表 7.1.3	灌溉用水水質標準.....	174
表 7.2.1	萬興調節池水資源設施工程經費	177
表 7.2.2	第四放水路調節池水資源設施工程經費	178
表 7.2.3	元埔農場調節池水資源設施工程經費	178
表 7.2.4	萬興調節池水資源設施年計成本	180
表 7.2.5	第四放水路調節池水資源設施年計成本	180
表 7.2.6	元埔農場調節池水資源設施年計成本	181
表 7.3.1	萬興與第四排水路原水成本	182
表 7.3.2	第四排水路原水成本	182
表 7.3.3	元埔農場調節池原水成本	183
表 7.3.4	各調節池方案成本分析一覽表	183
表 7.3.5	各調節池方案效益分析一覽表(調配水價格：3.3 元/度)	184
表 7.3.6	各調節池方案效益分析一覽表(調配水價格：5.0 元/度)	184

圖目錄

圖 1.1	計畫研究區域(彰化)位置圖	2
圖 1.2	工作架構流程圖	5
圖 2.1.1	彰化地區民國 95 年供水系統示意圖	6
圖 2.1.2	彰化地區 120 年供水系統示意圖	7
圖 2.1.3	彰化地區歷年耕種面積與灌溉用水量變化	15
圖 3.1	工作方法與流程	31
圖 3.1.1	彰化地區 97 年度灌溉用水量統計圖	32
圖 3.2.1	監視點位置圖	35
圖 3.2.2	監視點照片(I)	36
圖 3.2.3	監視點照片(II)	36
圖 3.2.4	監視點照片(III)	37
圖 3.2.5	監視點照片(IV)	37
圖 3.2.6	試驗田區觀測溝渠剖面示意圖	38
圖 3.2.7	雨量計示意圖	39
圖 3.2.8	資料收集及控制器	40
圖 3.2.9	壓力式水位計	40
圖 3.2.10	溪州 99 年二期作-水深與降雨量歷線圖	45
圖 3.2.11	溪州期間作-水深與降雨量歷線圖	45
圖 3.2.12	溪州 100 年一期作-水深與降雨量歷線圖	46
圖 3.2.13	溪州 1 及溪州 2 之參考水深歷線圖(一)	46
圖 3.2.14	溪州 1 及溪州 2 之參考水深歷線圖(二)	47
圖 3.2.15	溪州 1 及溪州 2 之參考水深歷線圖(三)	47
圖 3.2.16	溪州 2 之參考水深歷線圖	48
圖 3.2.17	溪州田區 A 段之參考水深歷線圖	48

圖 3.2.18	溪州田區 B 段之參考水深歷線圖	49
圖 3.2.19	溪州田區 C 段之參考水深歷線圖	49
圖 3.2.20	大城 99 年二期作-水深與降雨量歷線圖	50
圖 3.2.21	大城期作間(99 年 11 月 18 日~100 年 1 月 2 日) —水深與降雨量歷線圖	50
圖 3.2.22	大城 100 年一期作-水深與降雨量歷線圖	51
圖 3.2.23	溪州田區 B 段(100 年一期作)水深歷線圖	51
圖 3.2.24	溪州 99 年二期作流量圖	53
圖 3.2.25	溪州期作間流量圖	53
圖 3.2.26	溪州 100 年一期作流量圖	54
圖 3.2.27	大城 99 年二期作流量圖	54
圖 3.2.28	大城期作間(99 年 11 月 18 日~100 年 1 月 2 日)流量圖 ..	55
圖 3.2.29	大城 100 年二期作流量圖	55
圖 3.2.30	溪州田區 B 段回歸水量歷線圖	56
圖 3.2.31	溪州田區 C 段回歸水量歷線圖	56
圖 3.2.32	溪州 2(清水橋)99 年二期作流量歷線圖	57
圖 3.2.33	溪州 2(清水橋)100 年一期作流量歷線圖	57
圖 3.2.34	溪州田區 B 段回歸水量歷線圖(100 年一期作)	58
圖 3.3.1	水收支平衡示意圖	59
圖 3.4.1	回歸水推估分析流程圖	60
圖 3.4.2	農業回歸水推估示意圖	70
圖 3.4.3	荊仔埤圳 99 年二期作輪灌入流量	73
圖 3.4.4	荊仔埤圳 100 年一期作輪灌入流量	73
圖 3.4.5	荊仔埤圳 99 年二期作輪灌用水量比例	74
圖 3.4.6	荊仔埤圳 100 年一期作輪灌用水量比例	74
圖 3.4.7	荊仔埤圳 99 年二期作輪灌回歸水量	75

圖 3.4.8	蔴仔埤圳 99 年二期作輪灌回歸水暨餘水量	75
圖 3.4.9	蔴仔埤圳 100 年一期作輪灌回歸水量	76
圖 3.4.10	蔴仔埤圳 100 年一期作輪灌回歸水暨餘水量	76
圖 3.4.11	蔴仔埤圳 99 年二期作續灌入流量	77
圖 3.4.12	蔴仔埤圳 100 年一期作續灌入流量	77
圖 3.4.13	蔴仔埤圳 99 年二期作續灌用水量比例	78
圖 3.4.14	蔴仔埤圳 100 年一期作續灌用水量比例	78
圖 3.4.15	蔴仔埤圳 99 年二期作續灌回歸水量	79
圖 3.4.16	蔴仔埤圳 99 年二期作續灌回歸水暨餘水量	79
圖 3.4.17	蔴仔埤圳 100 年一期作續灌回歸水量	80
圖 3.4.18	蔴仔埤圳 100 年一期作續灌回歸水暨餘水量	80
圖 3.4.19	濁水溪 99 年二期作輪灌用水量比例	81
圖 3.4.20	濁水溪 100 年一期作輪灌用水量比例	81
圖 3.4.21	濁水溪 99 年二期作續灌用水量比例	82
圖 3.4.22	濁水溪 100 年一期作續灌用水量比例年一期作輪 灌回歸水量暨餘水量.....	82
圖 3.5.1	蔴仔埤圳 99 年第二期稻作回歸水暨餘水量可靠 度分析圖.....	91
圖 3.5.2	蔴仔埤圳 100 年第一期稻作回歸水暨餘水量可靠 度分析圖.....	92
圖 3.5.3	濁水溪 99 年第二期稻作回歸水暨餘水量可靠度分析圖 ..	92
圖 3.5.4	濁水溪 100 年第一期稻作回歸水暨餘水量可靠度分析圖	93
圖 4.1	各監視點相對位置分布情形	95
圖 4.2	溪洲工作站、溪洲田區監測點周邊渠道示意圖	95
圖 4.3	大城 1、大城 2、大城田區監測點周邊渠道示意圖	96
圖 4.4	清水橋監測點邊渠道示意圖	96

圖 4.5	6 處監視點夜間採樣現場	103
圖 4.6	6 處監視點日間採樣現場	103
圖 4.7	濁水溪西螺大橋測站水體懸浮固體量變化趨勢	129
圖 4.8	濁水溪西螺大橋測站水體重金屬錳含量變化趨勢	130
圖 4.9	水中錳含量對懸浮固體量相關性比較	130
圖 4.10	99 年 9 月 30 日懸浮固體量	131
圖 4.11	100 年 6 月 2 日懸浮固體量	132
圖 4.12	各測站水質懸浮固體量數據分布盒型圖	136
圖 4.13	各測站水質錳含量數據分布盒型圖	136
圖 4.14	各測站水質鐵含量數據分布盒型圖	137
圖 4.15	各測站水質懸浮固體量平均值變化趨勢圖	137
圖 4.16	各測站水質錳含量平均值變化趨勢圖	138
圖 4.17	各測站水質錳含量平均值變化趨勢圖	138
圖 5.1.1	農業回歸水暨餘水調配示意圖	139
圖 5.1.2	田區小型調節池示意圖	140
圖 5.3.1	調節池示範區之選定	142
圖 5.3.2	元埔農場調節池位置圖	143
圖 5.3.3	萬興滯洪池與第四放水路滯洪池位置圖	143
圖 5.3.4	調節池引水示意圖.....	145
圖 5.3.5	調節池設施配置圖.....	145
圖 5.3.6	輸水管線埋設位置與示意圖	145
圖 6.1.1	一般水資源供需系統圖	149
圖 6.1.2	多元化水資源利用評估流程	150
圖 6.2.1	彰化地區總用水量趨勢(民國 82-96 年)	153
圖 6.2.2	彰化地區農業用水量趨勢(民國 82-96 年)	153
圖 6.2.3	彰化地區工業用水量趨勢(民國 82-96 年)	154

圖 6.2.4	彰化地區生活用水量趨勢(民國 82-96 年)	154
圖 6.2.5	彰化地區地下水總用水量趨勢(民國 82-96 年)	157
圖 7.1.1	灌溉排水農水節用調度概念示意圖	175

第一章 前言

1-1 緣起

臺灣地區年平均降雨量約為 2,452 mm，為世界各國年平均降雨量之 2.5 倍，但由於台灣特殊之水文及地文環境，使得降雨型態在時間及空間之分布極不均勻，豐枯水期相差懸殊，形成水資源利用上之瓶頸。另我國農業用水佔全國總用水量約為 72%，農業部門用水效率之提升，在農業生產與工商發展謀求另一新的平衡點，以創造農業、工業與政府水資源調度部門三贏之局面，將是我國未來水資源開發利用最重要之課題。

彰化地區水資源目前並無水庫可蓄豐濟枯，主要河川水量則由集集攔河堰配合農業灌溉及部分工業用水調度供應；其他標的諸如工業、民生用水則多來自於抽取地下水。而目前政府在彰化地區推動之重大經建投資計畫(如中科四期)，其需求水量則必須另闢水源。惟水源開發計畫短期內無法配合該等重大投資計畫之需求，故國科會中科管理局已與彰化農田水利會達成協議，由彰化農田水利會利用夜間農業剩餘水源調度供應。由此顯見，如能輔以適當之調蓄設施，農業用水之利用效率將能提升，對於區域之水資源調度將有重大助益。

彰化地區目前之農業用水量約為 18.47 億立方公尺/年，其中地面水源量約為 13.19 億立方公尺/年，地下水源量約為 5.28 億立方公尺/年；民生及工業用水需求量，約為 2.64 億噸/年，其中地下水源量約為 2.16 億立方公尺/年，考量彰化部份沿海地區為地層下陷區，如能將農業回歸水暨餘水再利用，以替代彰化地區之部份地下水源，將可減少地下水之抽取量，有利於區域水資源永續利用之目標。

綜合前述，彰化地區在短期內面臨政府推動重大經建投資計畫(如中科四期等)，急需水源供應；長期而言，彰化地區因地層下陷問題，

尋求地下水之替代水源為極待解決之問題，因此成立本計畫，以彰化地區為研究範圍(如圖 1.1)，進行農業回歸水暨餘水再利用之可行性研究，針對農業回歸水暨餘水在短期內提供重大經建投資計畫之用水需求，長期作為地下水之替代水源之可行性。

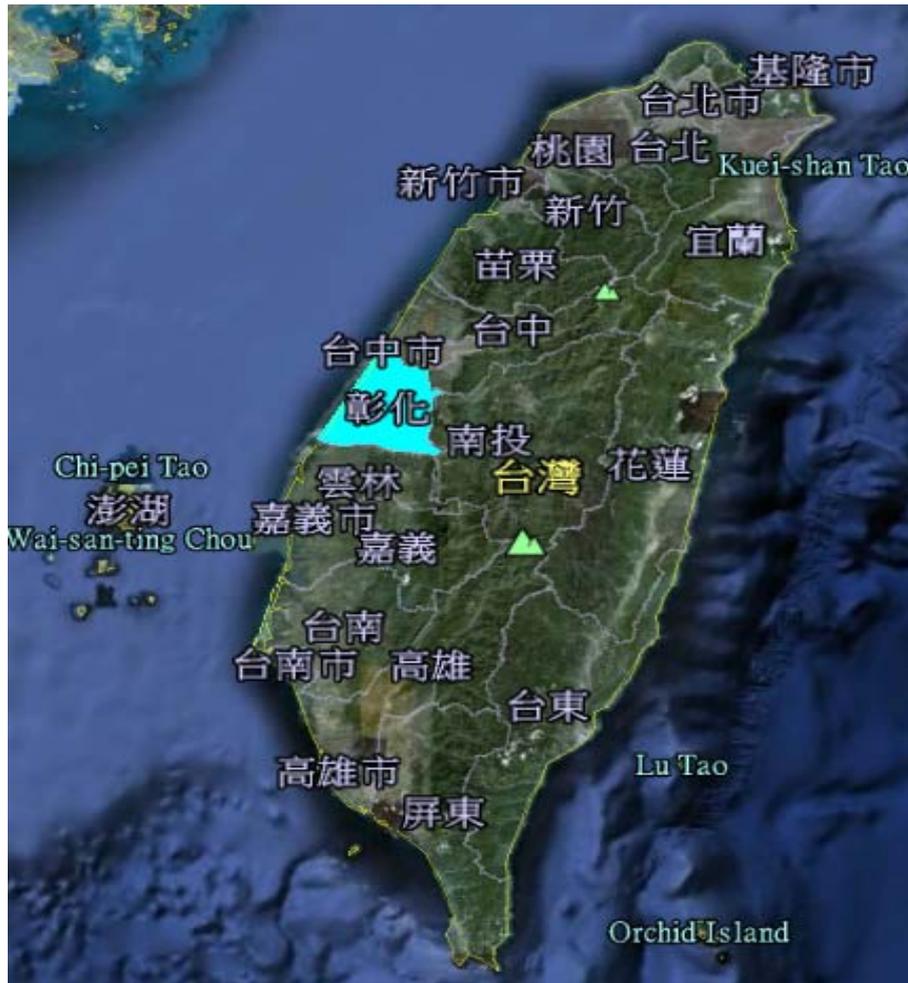


圖 1.1 計畫研究區域(彰化)位置圖

1-2 工作目的

本計畫之工作目的在全面檢討彰化地區可再利用之農業回歸水暨餘水，加強運用農業剩餘水資源，以提供區域之用水需求，長期則用以替代彰化地區之地下水源，達到區域水資源永續利用的目標。分述如下：

- 一、就彰化縣之用水穩定問題，結合彰化農田水利會之灌溉餘水、期作間未利用水源及農業回歸水等及輸配水系統為研究標的，如何運用以提高有限而珍貴之水資源，能更有效運用之可行性探討，以促進中部地區之供水穩定及水資源更合理有效之利用。
- 二、因應政府於民國 110 年之目標達到彰雲地區減抽一半的地下水，故全面檢討彰化地區可再利用之農業回歸水暨餘水，並加強運用農業剩餘水資源以替代所短少之水源。

1-3 工作項目

- 一、彰化地區農業用水源可再利用之整體性評估
 - (一)農業用水水量之現況調查與資料蒐集。
 - (二)農業回歸水水量之評估與追蹤調查。
 - (三)夜間灌溉未用剩餘水源可用量之評估與追蹤調查。
 - (四)農業期作間未用水源可用量之評估與追蹤調查。
- 二、農業回歸水暨餘水水質分析與用水人(含工業用水、民生用水)之需求水質調查
 - (一)農業回歸水暨餘水水質調查評估。

(二)用水人需求水質標準檢討評估。

三、農業回歸水暨餘水再利用之調度機制與相關工程技術之檢討與建議

(一)調配水機制研擬。

(二)相關調蓄設施之檢討。

(三)示範區之選定。

四、農業回歸水及餘水整合納入水資源多元利用評估

五、供需之模擬分析

六、營運管理費用及經濟效益評析

(一)營運管理規劃。

(二)經濟分析。

(三)效益評估。

七、工作簡報及報告編撰

(一)簡報(期中及期末簡報與工作會報)。

(二)專題報告編撰及印製。

1-4 整體工作流程

依據前述之計畫目的說明，顯示本計畫之主要工作包括(1)農業回歸水暨餘水之水量與水質檢討評估與(2)再利用之可行性評估。考量計畫目的及工作項目，整體工作流程圖如圖1.2所示。

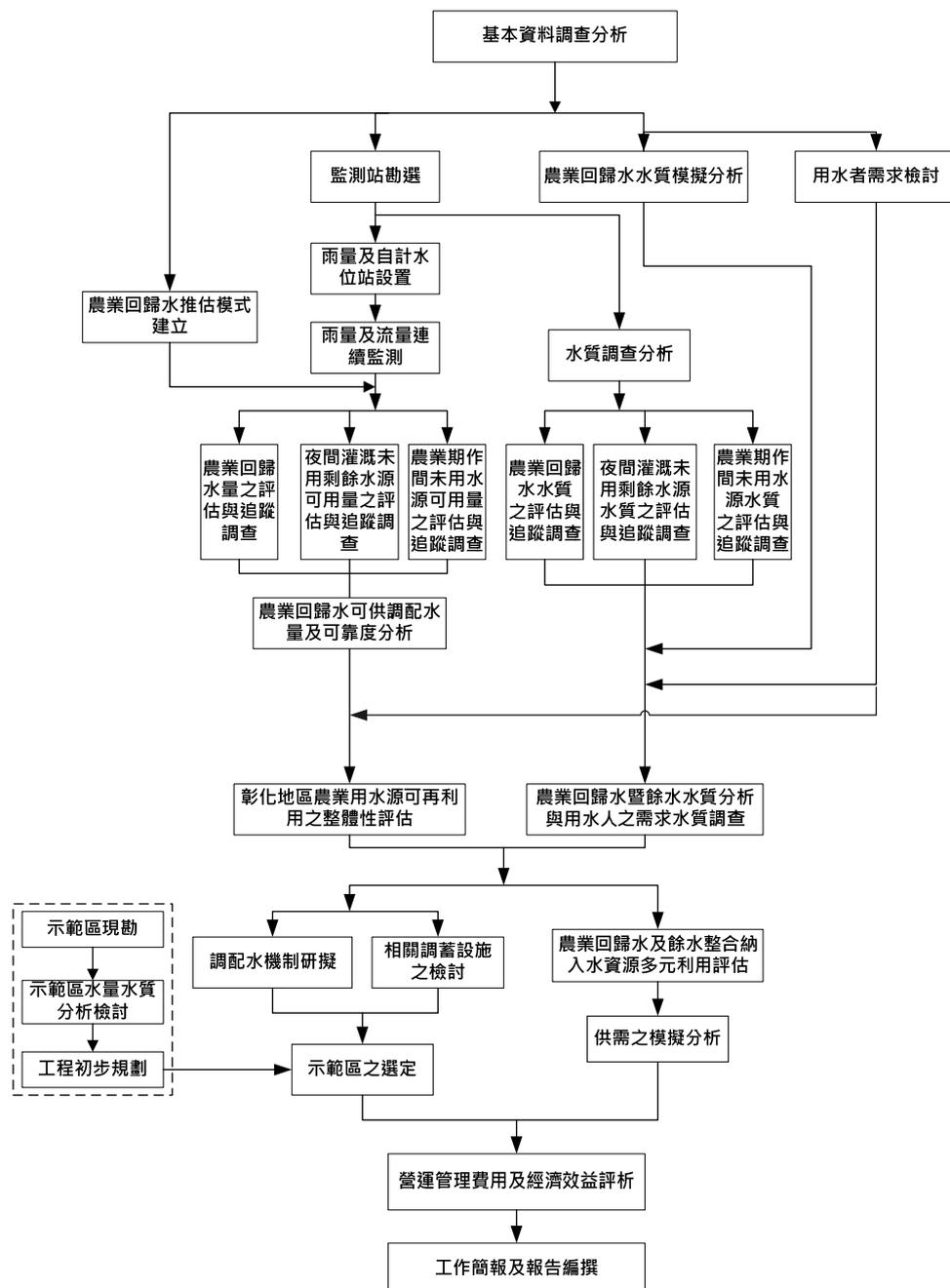


圖 1.2 工作架構流程圖

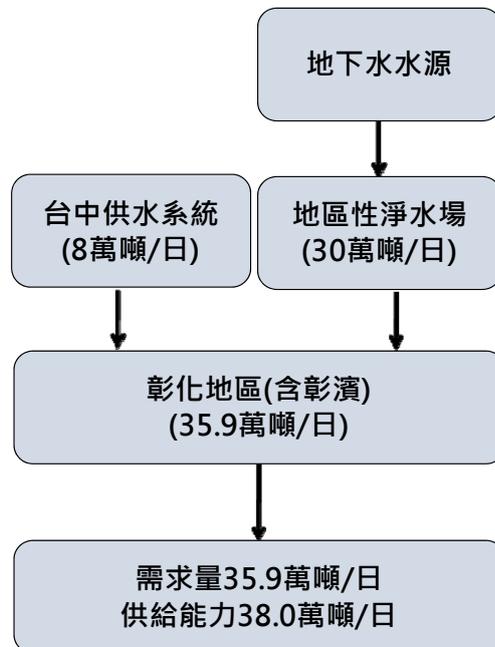
第二章 計畫背景資料

2-1 區域水資源供需情況

2-1-1 彰化地區生活及工業用水供需情況

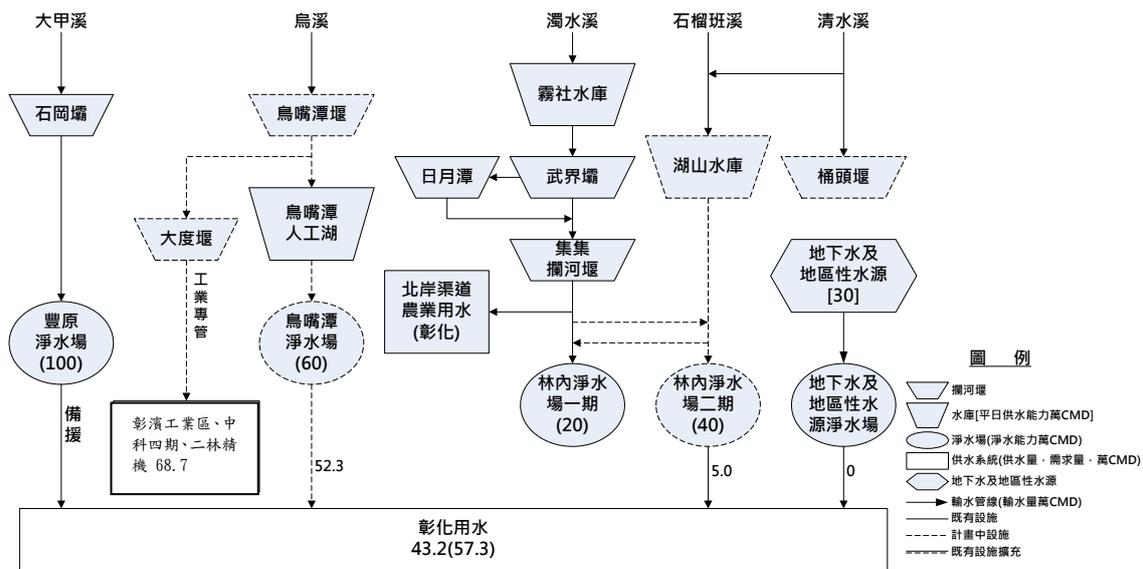
彰化地區自來水系統屬台灣自來水公司第十一區管理處負責管理，以地下水為主要水源，地表水源量則在彰化地區水源不足時，由台中地區支援。目前此區之水資源設施水源供應量為地下水 30 萬立方公尺/日，台中地區支援 8 萬立方公尺/日，由於本區多處大型工業區將開發，馬上面臨水資源不足之壓力。彰化地區民國 95 年及目標年 120 年計畫供水系統示意圖如圖 2.1.1 及圖 2.1.2 所示。

彰化地區生活用水民國 95 年水源需求量 34.02 萬立方公尺/日至民國 120 年成長為 37.66 萬立方公尺/日，工業用水目前約 2.0 萬立方公尺/日，低、中、高用水成長主要為中科園區產業用水，且於民國 105 年後將大幅成長。



資料來源：經濟部水利署，區域水資源經理策略擬定之研究，2008。

圖 2.1.1 彰化地區民國 95 年供水系統示意圖



資料來源：經濟部水利署，區域水資源經理策略擬定之研究，2008。

圖 2.1.2 彰化地區 120 年供水系統示意圖

彰化地區主要水源有濁水溪與烏溪水系及地下水。而農業用水部分，由於集集共同引水計畫可提供穩定水源，地下水超抽已漸趨緩。水源不足時，跨區支援系統可利用現有台中系統與林內淨水場支援幹管擴增，以提升區域調度能力。在枯水期時必須採用地表水及地下水聯合運用。

彰化農田水利會灌區民國 95~97 年之計畫用水量及實際用水量如表 2.1.1 所示，由表中顯示計畫用水量每年平均為 25.4 億立方公尺，實際用水量則為 14.0 億立方公尺，亦即實際用水量約為計畫用水量之 55%；與雲林及嘉南農田水利會之用水量比較，計畫用水量比例約 1.8：1.7：1.0；實際用水量約 1.6：2.0：1.0；此用水量如以單位灌溉地面積(如表 2.1.2)之計畫用水比例計算約為 3.04：2.06：1.00；亦即彰化農田水利會灌區之水源相較於雲林及嘉南農田水利會較為豐沛，故反應於耕作制度上，在彰化農田水利會以兩期作田為主(詳如表 2.1.2)，惟近年來因農民耕作自主性與市場需求，部分水稻轉作旱作(新作)，故水稻種植面積有所變動，如表 2.1.3 所示，此外，彰化地區除農田水利會灌

區外，尚有其他耕地，如表 2.1.4 所示，其中灌區外主要以旱田為主，實際所種植作物以水稻為最大宗，其次為蔬菜，果品及雜糧等，如表 2.1.5 所示。

表 2.1.1 彰化、雲林及嘉南農田水利會計畫及實際用水量

水利會別	用水別 (萬立方公尺)	95 年	96 年	97 年	平均	百分比	計劃用水量比例	實際用水量比例
彰化	計劃用水量	252,287	255,400	255,272	254,320	100%	1.8	1.6
	實際用水量	140,543	141,590	139,134	140,423	55%		
雲林	計劃用水量	246,166	238,518	241,537	242,074	100%	1.7	2.0
	實際用水量	143,317	174,055	203,654	173,675	72%		
嘉南	計劃用水量	143,923	143,122	143,775	143,607	100%	1.0	1.0
	實際用水量	86,346	82,591	86,623	85,187	59%		

資料來源：農田水利會 97 年聯合會資料輯

表 2.1.2 彰化、雲林及嘉南農田水利會比例

水利會別	計畫用水量/灌溉地面積 (萬立方公尺/ha)	灌溉地用水比例	期作面積用水比例
彰化	5.50	3.04	2.28
雲林	3.73	2.06	2.01
嘉南	1.81	1.00	1.04

資料來源：97 年度農業統計年報

表 2.1.3 彰化、雲林及嘉南地區 97 年耕地面積

單位：公頃

地區別	總計	水田			旱田
		兩期作田	單期作田		
			第一期作	第二期作	
彰化地區	63,621	49,415	—	—	14,206
雲林地區	80,804	37,391	4,243	19,751	19,418
嘉南地區	171,391	37,670	5,496	49,352	78,876

資料來源：97 年度農業統計年報

表 2.1.4 彰化、雲林及嘉南地區 97 年實際種植面積

單位：公頃

地區別	97 實際種植面積					
	水稻	雜糧	蔬菜	果品	特用作物	花卉
彰化地區	45,787	5,291	13,999	6,642	6	4,673
雲林地區	41,697	25,685	39,772	6,562	479	281
嘉南地區	54,613	13,175	31,592	47,516	2,299.1	2,390.39

資料來源：97 年度農業統計年報。

表 2.1.5 彰化、雲林及嘉南水利會 97 年聯合會資料輯灌溉地面積

單位：公頃

水利會別	總計	兩期作田	單期作田	三年一作田	三年二作田	其他
彰化	46,214	42,415	427	-	-	3,372
雲林	64,829	14,608	6,243	16,528	23,386	4,064
嘉南	79,458	23,082	9,286	347	35,257	11,486

資料來源：農田水利會 97 年聯合會資料輯。

表 2.1.6 彰化、雲林及嘉南水利會 97 年聯合會資料輯實際耕種面積

單位：期作公頃

水利會別	總計	第一期作		第二期作		裏作	長年作物
		水稻	雜作	水稻	雜作		
彰化	111,747	30,823	12,503	31,770	11,547	22,235	2,869
雲林	120,317	26,362	32,158	25,470	33,269	-	3,058
嘉南	138,111	19,273	23,139	44,589	12,903	-	38,207

資料來源：農田水利會 97 年聯合會資料輯。

回歸水一般定義為已使用或廢棄之水回歸至地表水或地下水，變成可供再利用之水(Horn, 2002)；對灌溉用水而言，其定義就是灌溉用水或田區降雨量經由地表逕流或地下滲流回歸至渠道，可供再次利用之水。亦即水田灌區之降雨及灌溉用水量，在扣除蒸發散量及深層滲漏量後，其餘部分之水量經由地表逕流或地下滲流回歸至渠道或河川供給下游使用，此部份回歸至渠道或河川之水量為回歸水(Wheeler, 1987；Gronning, 1989；Oad 等, 1997)。

回歸水之利用，最早約於西元 1292 年，在中國利用懷、孟、泗、河之漏堰餘水及丹河之餘水，以灌田二千餘頃(石朝雄, 1982)。而回歸水之分析則於 1885 年在美國 Colorado, Cache La Poudre 河流域開始；其後 1922 年 Parshall 於 Colorado 之 South Platte 河流域；1931 年 Follansbee 於 North Platte 河流域，以流域或區域進行引用水量、耗水量之量測及回歸水分析(駱安華, 1960)。

對於回歸水的理論分析與模式建立，首先應進行各項回歸水影響因子包括引用水量、灌溉方式、作物需水量與氣象因子(含降雨量)、田面坡度及土壤因子、地下水位與田埂及水路佈置方式等。

回歸水產生原因可分為：(一)渠道滲漏；(二)渠道退水；(三)水田滲漏；(四)水田排水(換水)；(五)由於田面降雨超過田埂出水高度。依其產生回歸水路徑之不同，一般可區分為地表回歸水及地下回歸水，兩者最大的差異在於地表回歸水產生於地表之上，當水田引灌水深高於田埂高度或田埂缺口高度時即會越過田埂或由田埂缺口流出，而造成地表回歸水；地下回歸水則產生於地表下，主要是由於水田的滲漏作用所造成。因此對於地下回歸水的估算，可再區分為田區內回歸水及田埂回歸水加以估算。本報告所稱回歸水量包括地表及地下回歸水。另本報告之餘水分為夜間未利用水量及期作間未利用水量。

以下就目前蒐集之文獻及相關數據來比較回歸水量，根據表 2.1.7，近年彰化地區農田水利會水稻灌溉面積約 3.1 萬公頃左右，而水稻灌溉年總需水量約 11.1 億立方公尺，換算每天需供水量為 11.98 mm/day。在水稻於栽種時期若扣除每日約有 4.67 mm/day 之稻作蒸發散量，以及表 2.1.8 中彰化地區之地下水補注量為 8.07 億立方公尺/年(林再興，1998)，將地下水補注量來源除以全區面積，其換算深層入滲量每日約為 2.18 mm/day。扣除以上損失，則彰化地區之回歸水暨餘水水量估計約有 103 萬立方公尺/日(回歸水量(方法一：全區分配法))。述若假設地下水補注量來源均來自水田深層入滲量，則換算田區深層入滲量為 3.38mm/day，則彰化農業回歸水量每日約為 79 萬立方公尺(回歸水量(方法二：水田面積分配法))。由表 2.1.9 多元化水資源經營管理方案—農地回歸水開發利用研究及表 2.1.10 台灣地區農業回歸水再利用調查潛勢分析與營運管理研究之回歸水量與上述推估之回歸水量之比較如表 2.1.11，若考量各年不同之降雨及深層滲漏量，可以發現其推估之農業回歸水暨餘水量應屬合理潛能值。

表 2.1.7 彰化地區歷年水稻灌溉面積與用水量統計

年度	灌溉面積(單位：公頃)			用水量(單位：千立方公尺)		
	一期	二期	合計	一期	二期	合計
88	33,843.0	34,662.0	68,505.0	583,147.0	632,080.0	1,215,227.0
89	33,800.0	35,115.0	68,915.0	598,996.0	483,480.0	1,082,476.0
90	33,770.0	31,217.0	64,987.0	650,038.0	586,938.0	1,236,976.0
91	32,245.0	32,275.0	64,520.0	568,357.0	810,293.7	1,378,650.7
92	31,850.0	31,786.0	63,636.0	578,340.2	518,965.2	1,097,305.3
93	31,960.0	31,815.0	63,775.0	690,787.0	618,297.9	1,309,084.9
94	30,963.0	31,625.0	62,588.0	525,340.9	553,319.3	1,078,660.2
95	30,917.0	31,781.0	62,698.0	488,540.7	595,427.1	1,083,967.8
96	30,768.0	31,249.0	62,017.0	572,118.3	542,711.5	1,114,829.8

資料來源：彰化農田水利會，2008。

備註：本表不含雜作等之灌溉面積及用水量。

表 2.1.8 MODFLOW 數值模式應用於彰雲地區補注量推估

推估方法	估算單位	範圍	補注量(億立方公尺/年)
以 MODFLOW 數值模式推估地下水 補注量	姜儷安(1996)	雲林地區	4.66
	土木科技(1997)	雲林地區	5.32
	葉文工(1998)	濁水溪沖積扇	8.97
	林再興(1998)	彰化地區	8.07
	中興工程(1998)	濁水溪沖積扇	8.18
	李振誥(2000)	濁水溪沖積扇	10.8

資料來源：彰化縣大城鄉地陷潛勢分析，2005。

表 2.1.9 彰化地區農業回歸水暨餘水量推估值(方法三)

單位：萬立方公尺

年度	一期作	二期作	年總計	每日
86	13,188	12,637	25,826	71
87	11,514	12,582	24,096	66
88	13,776	12,506	26,283	72
89	13,268	12,523	25,791	71
90	13,357	11,082	24,439	67
平均	13,021	12,266	25,287	69

資料來源：多元化水資源經營管理方案--農地回歸水開發利用研究，(農業工程研究中心 2005)。

表 2.1.10 彰化地區農業回歸水暨餘水量推估值(方法四)

單位：萬立方公尺

年度	一期作	二期作	年總計	每日
91	20,739	23,176	43,914	120
92	20,203	20,493	40,696	111
93	23,944	16,943	40,886	112
94	13,207	14,070	27,277	75
95	12,389	19,805	32,194	88
平均	18,096	18,897	36,993	101

資料來源：台灣地區農業回歸水再利用調查潛勢分析與營運管理研究(經濟部水利署，2008~2009)

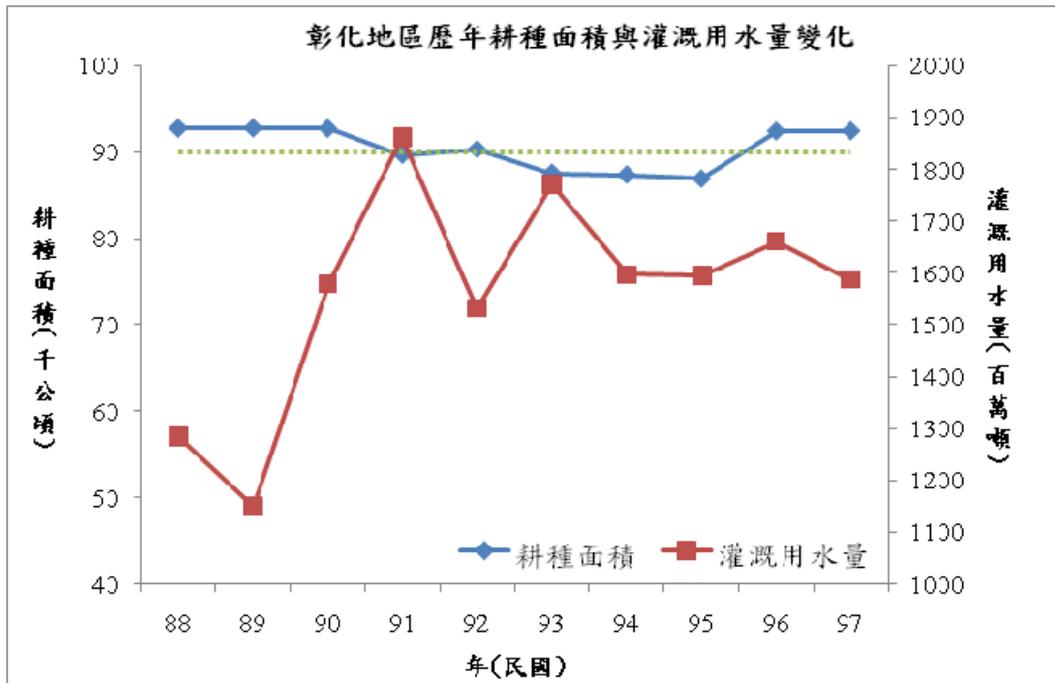
表 2.1.11 回歸水暨餘水量比較

估算方法或 估算來源單位	深層入滲 面積(公頃)	深層入滲量 (mm/day)	回歸水暨 餘水量 (mm/day)	日回歸水暨餘 水量(萬立方 公尺/day)	年回歸水暨餘 水量(萬立方 公尺)
方法一：全 區分配法	107,440	2.18	5.13	103	37,595
方法二：水 田面積分配 法	31,000	3.38	3.93	79	28,835
方法三：農 業工程研究 中心(2005)	-	-	-	69	25,287
方法四：經 濟部水利署 (2009)	-	-	-	101	36,993

2-1-2 彰化地區農業用水情況

農業用水包括灌溉、養殖及畜牧等 3 項用途，而灌溉、畜牧及養殖各目標年之水量如表 2.1.12、表 2.1.13 及表 2.1.14 所示，其中以灌溉為最大宗。民國 88~97 年間彰化農田水利會實際灌溉用水量變化如圖 2.1.3 所示，由圖可知彰化地區於民國 94 年至 97 年用水量大致呈現一穩定狀態約為 16 億立方公尺，各月份水權量如表 2.1.15 所示。

分析各標的用水使用農業回歸水暨餘水可能面對的問題及處理可行性如表 2.1.16，由表可知，洗街或澆花等用途之生活次級用水及冷卻用工業用水(冷卻水)不會直接接觸於人體，較無水質優劣之顧慮。故工業用水及生活次級用水之可行性較高，可做為農業回歸水暨餘水再利用之目標供水對象。各地區用水供需情勢與各排水路潛在用水標的調查結果如表 2.1.17 及表 2.1.18。



資料來源：工業用水效率提升與推廣資訊網 <http://proj.moeaidb.gov.tw>

圖 2.1.3 彰化地區歷年耕種面積與灌溉用水量變化

表 2.1.12 彰化地區各目標年灌溉需水量

單位：萬立方公尺

目標年需水量				
100 年	105 年	110 年	115 年	120 年
115,257	115,257	115,257	115,257	115,257

資料來源：水利署用水資料統計資料庫，2008。

表 2.1.13 彰化地區畜牧用水之目標年需水量

單位：萬立方公尺

目標年需水量				
100 年	105 年	110 年	110 年	120 年
1,374	1,374	1,374	1,374	1,374

資料來源：水利署用水資料統計資料庫，2008。

表 2.1.14 彰化地區養殖用水之目標年需水量

單位：萬立方公尺

目標年需水量				
100 年	105 年	110 年	115 年	120 年
29,461	29,461	29,461	29,461	29,461

資料來源：水利署用水資料統計資料庫，2008。

表 2.1.15 彰化地區灌溉用水水權登記水量統計表

單位：百萬立方公尺

月份	彰化			
	合計	地表水		地下水(抽水)
		河川自然引用水	動力抽水	
1 月	186.8	151.6	20.5	14.7
2 月	186.1	151.7	21.1	13.3
3 月	242.4	203.6	24.1	14.7
4 月	244.9	205.5	25.2	14.2
5 月	276.3	236.9	24.7	14.7
6 月	395.4	358.3	22.9	14.2
7 月	391.8	351.1	26.0	14.7
8 月	381.3	340.4	26.2	14.7
9 月	351.9	313.1	24.6	14.2
10 月	276.9	237.6	24.6	14.7
11 月	242.4	206.8	21.4	14.2
12 月	195.8	160.4	20.6	14.7
合計	3,371.9	2,916.8	281.9	173.2

資料來源：農田水利會資料輯，2008。

表 2.1.16 各標的用水使用農業回歸水之可行性

用水標的	問題	處理可行性
生活次級用水	需設二元供水系統，且單一建築物需求量低	考慮供給整個新建社區較具效益
保育用水	地下水補注處理成本過高	不可行
農業用水	農田水利會已廣泛運用	可行性視地區其他水源供應條件及農業回歸水需求程度而異
工業用水	工業製程用水接觸人體，不適合運用農業回歸水	冷卻水可行

表 2.1.17 各地區用水供需情勢

水利會	因應未來需求成長之水資源工程方案
彰化	烏嘴潭人工湖 1,490 萬立方公尺 調用農業用水

資料來源：區域水資源經理策略擬定之研究，97，水利署。

表 2.1.18 排水觀測各排水路潛在用水對象

彰化	二林溪	芳苑工業區
	舊濁水溪	國光石化 中科四期二林基地 二林精密機械園區
	員林大排	--
	洋仔厝溪	--
	埔鹽排水	--

由於中部科學工業園區自 92 年起中科籌備處成立及友達光電正式動工後，成功帶動中下游廠商及外商積極申請設廠，形成用地供不應求現象。

中科前三期園區土地總面積約 765 公頃，目前土地核配率分別高達 99.74%(台中園區)、79.17(虎尾園區)及 99.29%(后里園區)，可出租土地面積僅剩 10.27 公頃。為因應國內高科技產業前景樂觀，國際科技大廠設廠用地需求持續提升，持續擴大中部地區既有科技產業群聚規模，加速中部地區產業轉型升級腳步，國科會乃透過公開評選方式，選定彰化二林基地做為中科第四期擴建區址。園區主要位於彰化縣二林鎮，距中山高速公路員林交流道西方約 6.3 公里處，範圍界址約為台 76 延伸線規劃路權以南之台糖萬興農場及台糖大排沙農場，東至二林鎮鎮界，面積約 635.27 公頃。園區內主要劃設下列使用分區及用地，其土地使用面積分配如表 2.1.19 所示。

表 2.1.19 園區土地使用面積分配表

土地使用分區	面積(公頃)
園區事業專用區	356.94
住宅區	8.32
公共設施	270.01
總計	635.27

參考資料：行政院國家科學委員會中部科學工業園區管理局(98)中部科學工業園區第四期(二林園區)開發計畫環境影響說明書。

- (1) 園區事業專用區：供設置廠房使用，並設置其他製造、生產、研究、試驗等活動所需相關設施。

(2) 住宅區：供園區就業員工及眷屬居住需求。

(3) 公共設施用地：包括管理服務用地(供設置行政管理、工商服務、會議展示等設施)、文教用地、公園、綠地、滯洪池、停車場、給水、變電所、汙水處理廠、道路、排水道等設施及設備使用。

區內規劃引進產業主要包含有光電、半導體、精密機械、生物科技及綠色能源產業等。其計畫用水時程於民國 109 年需水量將為每日 16 萬立方公尺(表 2.1.20)，在新水源開發完成前，水量將由園區自來水源或移用農業用水以為因應，且為提供園區穩定及符合飲用水水質標準之供水，其計畫擬於區內設置日處理量 20 萬立方公尺之淨水場一座，將原水水源淨化處理後，供給園區內用水。

綜上，建議於新水源開發完成前，除園區自來水源或移用農業用水因應外，應可規劃將農業回歸水暨餘水再生利用作為補充水源之一，以因應未來用水之緊張情勢。

表 2.1.20 中科四期二林基地之計畫用水時程

年	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
	民生用水	0.002	0.005	0.01	0.08	0.12	0.17	0.20	0.27	0.32	0.39	0.43
工業用水	0.109	0.223	0.47	3.47	4.42	5.43	6.93	8.91	10.47	13.00	14.02	15.52
合計	0.111	0.228	0.48	3.55	4.54	5.60	7.13	9.18	11.06	13.39	14.45	16.00

備註：在新水源開發完成前，園區自來水源或移用農業用水以為因應之處。

參考資料：行政院國家科學委員會中部科學工業園區管理局(98)中部科學工業園區第四期(二林園區)開發計畫環境影響說明書。

由用水對象需求調查結果，顯示中科四期二林基地開發計畫未來用水需求極高，上述計畫位址所在位於一供水緊張情勢之區域，其現階段及未來水資源之供應已有嚴重之缺口，故實有開發多元水源作為一補充或備用水源之必要。

由相關資料顯示影響用水大戶使用農業回歸水暨餘水再利用之因素，主要包含如下五大項：

1. 水價。
2. 鋪設管線與設置調節池之費用。
3. 水源水量是否可穩定供應。
4. 水源之水質是否符合標的需求。
5. 集水導水管線建造及土地成本是否有政府補助及獎勵。

由於我國自來水水價相較先進國家為偏低(臺北自來水事業處約 8 元/立方公尺，台灣自來水公司約 11 元/立方公尺)，農業回歸水暨餘水若需經除鹽或去除膠體作為高階用途(如比照自來水水質)，應注重進水水質之總溶解固體、硬度、導電度、有機物、氮與磷的穩定度，若以一般農業回歸水暨餘水水質而言，每立方公尺處理成本約為 7~10 元，但水中總溶解固體偏高時則需藉助逆滲透膜方式除鹽，屆時成本將大幅提升至 11~17 元，因使用者一般願購價格大都希望能低於現行之自來水價，故若無政府補助，則對使用者將缺乏誘因使用再生後之回歸水暨餘水。

表 2.1.21 用水對象需求特性彙整

	中科四期二林基地
鄰近圳路	舊濁水溪
流量調查結果	0.41~23.55 CMS
供水之水質標準	● 工業用水：自來水水質標準
用水需求	16 萬 CMD(109 年)
供水標的	● 工業用水
影響使用再生水之因素	<ul style="list-style-type: none"> ● 水價是否合理 ● 水量是否可穩定供應 ● 水質是否符合標的需求
後端規劃	● 於新水源開發完成前除移用農業用水因應外，應規劃將農業回歸水暨餘水再生利用作為補充水源之一，以因應未來用水之緊張情勢。
目前實際用水量	● 尚未開發

2-2 相關計畫之介紹與檢討

針對近年來台灣地區農業回歸水暨餘水等相關計畫進行摘要介紹與檢討：

(一) 多元化水資源經營管理方案-農地回歸水開發利用研究

(巨廷工程顧問公司，2005；執行團隊：農業工程研究中心)

該計畫以水田水收支平衡為基礎理論，以桃園大圳灌區為試驗區域，利用坡度可調式之砂箱模型進行試驗，在坡度 1/100、1/150、1/200 及四種不同土壤(粘土、粘質壤土、砂質粘壤土及砂質壤土)條件下可推估出十二組回歸水方程式，並以上述十二組回歸水方程式為基本架構，建立發展回歸水推估模式，因此利用該模式於符合具有上述土壤

類別之地區計算回歸水比例及回歸水量時，以灌溉計畫水量、坡度、土壤類別、灌溉面積及水路分佈為輸入模式之條件，即可得農地回歸水量。

該計畫應用砂箱模型試驗結果建立之回歸水推估模式以桃園大圳灌區為模式演算區，回歸水比例推估結果顯示，在不同引水量條件下，桃園大圳灌區所產生平均回歸水量比例約為 17.54~55.91%。桃園大圳灌區之回歸水量推估結果顯示，若桃園大圳灌區依灌溉計畫施灌下，引灌水量約為 750,378(m³/day)，可產生之回歸水量約為 226,808(m³/day)。

(二)雲林農田水利會灌區農業灌溉用水再生與增值研究評估計畫

(雲林農田水利會，2006；執行團隊：工業技術研究院)

該計畫共進行六次現地採樣分析，分別為九月與十月之豐水期與十二月、二月、三月、四月之枯水期，採樣點包括新虎尾溪全線與支線共六個地面水樣(灌溉回歸水)及三個地下水樣。

灌溉回歸水之採樣分析結果比較，各採樣點水質變化情形為 NH₃-N、磷酸鹽在枯水期時有明顯偏高之趨勢，鐵含量則在豐水期時較高。濁度則隨著降雨情形呈不規則變化，應為採樣期間降雨與否有關係，據水利會提供資訊在 9 月份其濁度最高，4 月份採樣點 6(八角池)出現濁度高達 1000 以上 NTU 為集集攔河堰採低水位操作結果，經水利會通知調整操作後，濁度值回復正常。各採樣點(1~7 號點)之水質變化以 NH₃-N、磷酸鹽為代表，在 3、4 月份枯水期時可觀察到其濃度由 7 號(上游)往 1 號點(下游)明顯遞增之趨勢，9 月份則可能由於水量充沛，水體替代率高，上游至下游之濃度差距較小，但仍有往下游遞增之趨勢。

(三)農業回歸水回收再利用研究-雲林地區為例

(經濟部水利規劃試驗所，2007；執行團隊：嘉德技術顧問股份有限公司)

該計畫係根據雲林地區相關氣候環境統計資料與灌溉面積、引灌水量等統計數據，完成雲林地區農業回歸水水量潛能推估。針對雲林地區進行農業回歸水可能供水對象綜合分析，建議選定離島基礎工業區作為現階段之需水地點優選方案。另針對雲林地區農業回歸水可能之取水點進行現勘評估，建議新虎尾溪中游湳子水利工作站段為雲林地區農業回歸水取水點之優選方案。

農業回歸水示範模廠規劃評估與再利用營運模式之探討其成果分述如下：

- 1.針對新虎尾溪中游湳子水利工作站段進行農業回歸水示範模廠相關興建工程、引輸水路規劃及適用法令等分析，評估未來農業回歸水示範模廠之營運方式及投資策略。
- 2.針對雲林地區農業回歸水回收量與質提昇之關鍵策略與技術進行分析，建議推廣深水灌溉之耕作方式，將水田視為蓄水功能極佳之水庫，以增加農業回歸水之回收量及水資源之利用效果。
- 3.農業回歸水收集技術方面，建議參考日本東京大學白井式所提出之「溝紋補注工法」，利用截水式之截水溝有效截留回歸水量，此工法可利用在日本九州地區施行之「Creek Irrigation」方式獲得實證，其施行經驗非常成功。
- 4.在取水設施部份，為取得適合回收再利用之農業回歸水，建議採用荷蘭 Romijn Movable Weir 取水設施，其可以隔離上層之油污及浮游雜物和下層之沉澱泥沙，而取得水質較穩定之中層部份。

(四)農業回歸水再生利用設計與試驗研究-以雲林地區為例

(經濟部水利署水利規劃試驗所，2008，執行團隊：國立中央大學、農業工程研究中心)

經濟部水利署水利規劃試驗所於 2008 年委託辦理之「農業回歸水再生利用設計與試驗研究-以雲林地區為例」計畫，經過經濟部水利署水利規劃試驗所、雲林農田水利會及嘉德公司等研究文獻與資料蒐集，以及現勘結果與實地訪查相關單位與地方民眾意見後，評估最佳農業回歸水取水點。其採樣取水點分別為新虎尾溪下游-麥寮鄉橡皮壩段(A)、新虎尾溪中游-湳子水利工作站段(B)以及虎尾溪上游-雲林科技工業區段(C)等 3 處之上下游位置之採樣作業，共採六點。其檢測項目有：水溫、酸鹼值、水深、流速、濁度、懸浮固體、溶氧、化學需氧量、氨氮、亞硝酸鹽氮、總磷等 11 項進行分析，水量以下游之 A 點較大；中游之 B 點次之；上游之 C 點則很小，甚至無法量測。水質整體而言，則以中游之 B 點較佳。

該研究計算民國 84~93 年間雲林地區之農業回歸水量，得知雲林地區之農業回歸水回歸潛力較豐沛之期間為 6~10 月份，11~5 月份則較為匱乏，且若以水源穩定之觀點，以保守估計雲林地區歷年農業回歸水回歸潛能最小值得知豐枯季回歸水回歸潛能差異頗大，致使雲林地區可開發之農業回歸水量非常不穩定。而雲林地區渠道輸水損失率約為 38%，並以平均可回歸水量估計約可提供回歸水量每日 1.61 毫米，若降低渠道輸水損失至 30%，回歸水量估計可增加至每日約 1.79 毫米，由此預見改善輸水損失對回歸水之穩定與潛能有相當之助益。

另該計畫針對新虎尾溪農業回歸水主要來源為新鹿場課圳及新虎尾溪別線所轄之灌溉區域，以輸水損失 38% 進行分析，其結果如表 2.2.1，其中，新虎尾溪別線因稻作計畫灌溉水量在第二期作，故並無枯水期之回歸水量。

表 2.2.1 新鹿場課圳及新虎尾溪別線灌區之回歸水推估量

單位：mm/day

	新鹿場課圳		新虎尾溪別線
	豐水期	枯水期	豐水期
93 年	0.83	0.84	1.54
94 年	0.91	0.95	1.6
95 年	0.92	0.84	1.41
96 年	0.9	0.83	1.56

資料來源：農業回歸水再生利用設計與試驗研究-以雲林地區為例(經濟部水利署水利規劃試驗所，2008，執行團隊：國立中央大學、農業工程研究中心)

(五)多元化水資源開發-桃園及新竹地區農業回歸水調查與可行性研究

(經濟部水利署北區水資源局，2007；執行團隊：中央大學、農業工程研究中心)

該計畫之目的為推估合理之農業回歸水量，並評估農業回歸水資源利用之可行性。本研究以系統動力觀念建構區域回歸水分析模式，透過模式首先計算研究區域內各主要土地利用別之水平衡關係，再整合為區域水平衡計算區域回歸水量，以監測流量資料檢定驗證，推求農業回歸水量。其工作區域範圍包含桃園、石門及新竹農田水利會灌區。

水質檢測在 95 年度二期作之農藥與重金屬 2 次檢測結果(95 年 8 月及 10 月)，各測站均未檢測出農藥(低於儀器偵測下限)，且均低於飲用水水源水質標準之最大限值(0.05mg/l)；水質檢測在 96 年度一期作之農藥與重金屬 2 次檢測結果(96 年 3 月及 6 月)，各測站均未檢測出農藥(低於儀器偵測下限)，且 6 項重金屬亦低於飲用水水源水質標準之最大限值。

該研究以可供調配水量 50%，並取農業回歸水量之超越機率為 Q80 做為依據，推估 95 年二期作與 96 年一期作各灌區日回歸水量，新屋溪為 12,582CMD 與 14,243CMD、觀音溪為 3,852CMD 與 3,747CMD、大堀溪為 38,611CMD 與 41,364CMD，茄苳溪 22,373CMD 與 24,216CMD，皮寮溪為 2,268CMD 與 2,312CMD，舊港圳為 3,675CMD 與 4,581CMD。

(六)台灣地區農業回歸水再利用調查潛勢分析與營運管理研究

(經濟部水利署，2008~2009(二年計劃)；執行團隊：中興工程顧問股份有限公司)

該研究係針對台灣地區各農田水利會其主要灌溉區域灌溉其間經灌區流出後進入水道前之水，對其水量、水質進行調查研究，評估台灣地區農業回歸水再利用之潛勢，並就區域潛在用水對象的分析檢討，包括用水大戶需求調查及用水對象需求特性分析，可行性評估及適法性評估，同時建立農業回歸水其再利用之調查資料庫，及其農業回歸水再利用之初步運用構想與規劃營運管理模式，以其能有效提升台灣地區水資源之運用效率。

該研究結果分述如下：

- 1.參據農田水利會民國 91 年~96 年相關水量及農田土地資料，該研究推算台灣地區農業回歸水年平均量為 18.2 億立方公尺。以旬計流量超越機率 80%之可靠度估算年平均回歸水量為 2.9 億立方公尺；超越機率 90%之之可靠度估算年平均回歸水量為 0.88 億立方公尺。
- 2.該研究所調查農田排水測點水質檢測結果，其水質指數評析(WQI)顯示該研究所調查農田排水測點水質介於中等至不良間。

3.該研究以台中農田水利會大肚圳灌區以及中龍鋼鐵為用水人進行初步運用構想與規劃。初步方案為：計畫供水量為 2 萬 CMD；集水灌區面積為 500 公頃；集水管線規劃沿烏溪右岸之堤後道路、西濱道路及農安中排旁之農路設置，全長 10 公里；調蓄池以 10 天之需水量 20 萬立方公尺設計；設計處理能力至少 2 萬 CMD 之水處理廠。

4.受限於農業灌溉之期作影響，水量之穩定性不足，必須搭配農業用水調用及自來水公司備援來穩定其供水之穩定性，才能滿足廠區之工業用水需求。

(七)農業回歸水再利用之水質動態模擬分析

(行政院農委會，2009；執行團隊：農業工程研究中心)

該研究以石門水庫灌區為研究範圍，經由現地勘查選定範例研究區，進行灌區水質資料蒐集、水質動態模式建立及農業回歸水再利用之水質動態模擬分析，以了解農業回歸水之生化需氧量、總磷及總氮等水質動態變化。結果可作為維持農業永續發展與生態保育環境之條件下，區域水資源調配之參考。

該計畫以北部地區具有高缺水風險之石門水庫灌區為研究標的區，在灌區內選擇一示範區域，並以氨氮及生化需氧量(BOD₅)為該年度探討之水質項目，進行農業回歸水水質動態模擬及調配分析，計畫之內容包括：

- 1.灌溉水量、農業回歸水量及水質等資料蒐集：蒐集示範區域之灌溉水量、農業回歸水量、水質之資料。
- 2.動態模擬模式建立與參數檢定：就石門水庫灌區內，選擇灌溉水量、農業回歸水量及水質資料較為完整之示範區域進行水質動態模擬模式建立，再利用歷史資料進行參數檢定。

- 3.水質動態模擬模式之模擬：依據前述所建立模式進行農業回歸水利用之水質模擬。
- 4.農業回歸水利用之水量調配及水質探討：依據第3項之模擬結果進行農業回歸水利用之水量調配及水質中之總氮及BOD₅等的影響分析及探討。

該研究經舊石門水庫灌區中，比較灌區內民國88年至98年所蒐集之資料，選擇河川流量及水質資料較為完整之大堀溪灌區作為示範區域。模擬結果顯示96年上半年之水質情況較95年下半年為佳，其中95年12月之總磷及總氮負荷為最高。BOD負荷則以95年9月為最高。

綜合前述各項計畫之執行，分別就水量雨水質之調查與分析過程檢討如下：

(一)水量現場調查方式：水量現場量測方式可分為間斷式量測與連續監測二大類：

- 1.間斷式量測：係指於計畫期間就監測點進行數次之間斷式量測，例如每旬或每日量測乙次或於期間內進行每小時人工量測，如經濟部水利署(2005, 2008及2009)均屬此量測。
- 2.連續監測：於計畫期間就監測點設置雨量及水位站，進行連續記錄，以獲得計劃期間之連續性流量資料，如經濟部水利署北區水資源局(2007)之計劃。

由於水量之供給穩定性關係未來水資源之操作，因此本計畫擬採用連續觀測為主。

(二)水質調查監測方式：水質現場量測方式可分為間斷式量測與連續監測二大類：

- 1.間斷式量測：係指於計畫期間就監測點進行數次之間斷式量測，例如每旬或每日量測乙次或於期間內進行每小時人工量測，如經濟部水利署(2005，2008 及 2009)均屬此量測。
- 2.連續監測：於計畫期間就監測點設置雨量及水位站，進行連續記錄，以獲得計劃期間之連續性水質資料，如經濟部水利署北區水資源局(2007)之計劃。

本計畫水質之監測因受限於經費，將採用間斷式觀測。

第三章 彰化地區農業用水源可再利用之整體性 評估

考量計畫欲達成之目標，針對彰化地區農業用水水源可利用之整體性評估之工作流程如圖 3.1 所示，其主要工作項目包括：

- (一) 農業用水暨餘水水量之現況調查與資料蒐集；
- (二) 農業回歸水暨餘水水量資料調查與資料蒐集；
 - 1. 監測站勘選；
 - 2. 自計水位站設置；
 - 3. 水位連續監測；
- (三) 農業回歸水暨餘水分析模式建立；
- (四) 農業回歸水暨餘水可供調配水量及可靠度分析；
 - 1. 農業回歸水量之評估與追蹤調查；
 - 2. 夜間灌溉未用剩餘水源可用量之評估與追蹤調查；
 - 3. 農業期作間未用水源可用量之評估與追蹤調查。

前述工作項目之工作流程與方法分述如後。

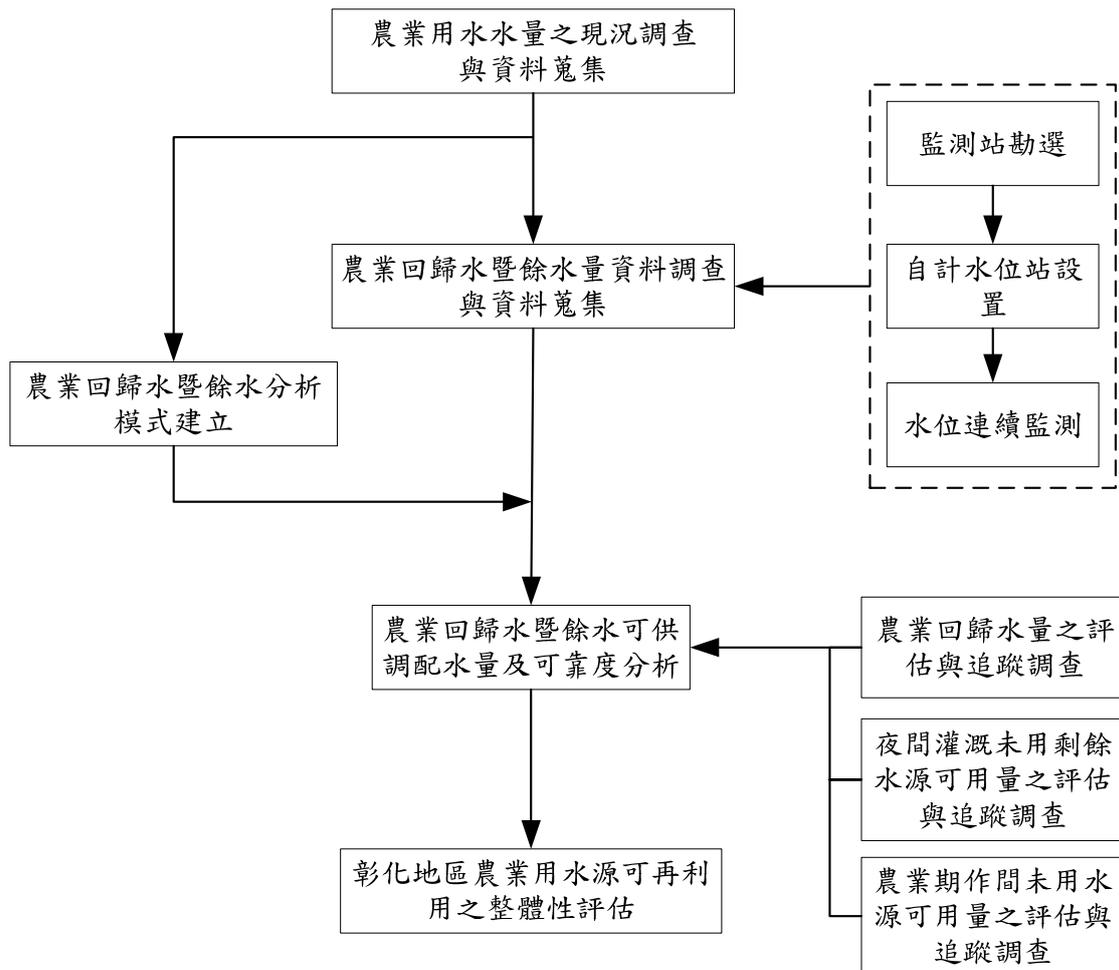


圖 3.1 工作方法與流程

3-1 農業用水水量之現況調查與資料蒐集

彰化地區之農業用水以灌溉用水為最大宗，民國 88~97 年間彰化地區之農田水利會農業灌溉用水資料如表 3.1.1 所示。由統計資料可發現，在彰化地區之水稻耕種面積方面有逐年減少之趨勢，而在雜作方面皆為逐年增加，但整體耕種面積則是呈現穩定現象，其耕種面積與用水量變化如圖 2.1.3 所示，由圖可知彰化地區於民國 94 年至 97 年用水量大致呈現一穩定狀態維持於 16 億立方公尺，另以 97 年度為例各旬實際用水量及計畫用水量如圖 3.1.1 所示，由圖中顯示每年之 3~5 月及 8~10 月為用水高峰。

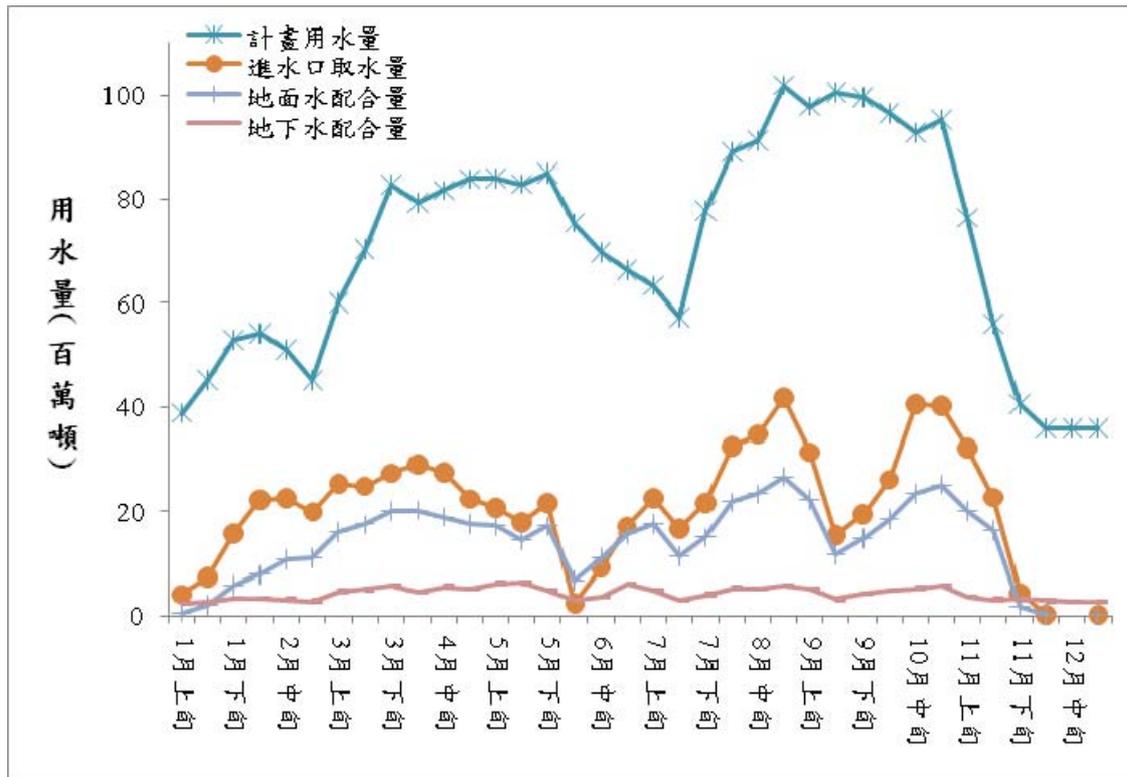


圖 3.1.1 彰化地區 97 年度灌溉用水量統計圖

表 3.1.1 彰化地區歷年耕種面積與灌溉用水量統計

年度	實際耕種面積(單位)：公頃						灌溉用水量(單位：百萬立方公尺)					
	水稻			雜作			水稻			雜作		
	一期	二期	合計	一期	二期	合計	一期	二期	合計	一期	二期	合計
88	33,843	34,662	68,505	12,370	11,791	24,161	583.1	632.1	1,215.2	38.5	29.9	68.4
89	33,800	35,115	68,915	12,565	11,217	23,782	599.0	483.5	1,082.5	38.6	29.0	67.6
90	33,770	31,217	64,987	12,578	15,100	27,678	650.0	586.9	1,237.0	194.2	147.7	341.9
91	32,245	32,275	64,520	12,581	12,550	25,131	568.4	810.3	1,378.7	167.5	315.1	482.6
92	31,850	31,786	63,636	12,786	13,852	26,638	578.3	519.0	1,097.3	202.4	232.3	434.6
93	31,960	31,815	63,775	11,848	11,920	23,768	690.8	618.3	1,309.1	223.2	237.9	461.1

年度	實際耕種面積(單位)：公頃						灌溉用水量(單位：百萬立方公尺)					
	水稻			雜作			水稻			雜作		
	一期	二期	合計	一期	二期	合計	一期	二期	合計	一期	二期	合計
94	30,963	31,625	62,588	12,732	12,017	24,749	525.3	553.3	1,078.7	261.9	256.3	518.2
95	30,917	31,781	62,698	12,668	11,515	24,183	488.5	595.4	1,084.0	242.0	268.9	510.9
96	30,768	31,249	62,017	15,400	14,937	30,337	572.1	542.7	1,114.8	286.4	259.4	545.8
97	30,823	31,770	62,593	15,360	14,416	29,776	510.9	564.8	1,076.7	254.6	256.3	510.9
98	30,697	31,067	61,764	15,281	14,883	30,164	548.1	622.2	1,170.3	231.4	226.1	457.5
99	30,702	31,473	62,175	15,003	14,258	29,261	548.4	629.9	1,178.3	227.9	221.9	449.8

資料來源：工業用水效率提升與推廣資訊網 <http://proj.moeaidb.gov.tw> (88~97 年)、彰化農田水利會 (98,99 年)

3-2 農業回歸水量資料調查與資料蒐集

過去農業回歸水相關研究其研究方法有現場觀測實驗、模式分析與砂箱模型等，如採用區域回歸水推估模式以計算回歸水量，其結果為一推估值，尚需配合觀測資料進行驗證，亦即欲以農業回歸水作為水源而再加利用，可在灌區上游取水口處及下游排水處設置精密的流量量測設備，進而實證灌區的回歸水量，以便於農業回歸水之規劃與利用。有關農業回歸水流量之監測分析，可分為監測點位置勘選、水位流量曲線率定及水位長期監測三部份，分述如後。

一、現地勘查與監測點位置選定

考量本計畫之主要目的在於檢討彰化地區可再利用之農業回歸水及餘水，加強運用農業剩餘水資源，短期可提供區域之用水需求，長

期則用以替代彰化地區之地下水源，達到區域水資源永續利用之目標。因此本計畫必須先進行農業回歸水之水量調查與資料蒐集工作，以評估水量狀況是否符合短期內區域用水及未來替代彰化地區地下水源之需求。

目前政府在彰化縣境內推動中科四期之重大經建投資計畫，中科四期的開發基地位於彰化農田水利會之荊仔埤幹線下游，位置在彰化農田水利會埤頭、二林與萬興工作站之交界處(如圖 3.2.1)，鄰近除了荊仔埤幹線外，亦有萬興排水幹線流經，此兩圳路均為未來利用農業回歸水作為中科四期用水之潛在水源，其中荊仔埤幹線係自濁水溪集集攔河堰引水，總灌溉面積達 14,924 公頃，在流經溪州工作站路口厝幹線，荊仔埤幹線則繼續流向下游之二林與埤頭站，因此本計畫於荊仔埤第三制水閘設置一水量監測點，作為掌控上游水源之參考。另彰化農田水利會於荊仔埤幹線上位於中科四期基地附近之第十五支線、第四放水路與荊仔埤圳，可於其中選擇其一站為水量監測點。實際之監測點，經 99 年 6 月 21 及 99 年 7 月 16 日現勘後選出地點進行水量調查監測工作。選定於彰化縣大城鄉濱海之海埔地(如圖 3.2.2)，鄰近之農田水利會排水路僅有下海漚排水幹線與較上游之深耕三圳，本計畫將深耕三圳監視點作為監控上游農業回歸水之水量監測點，另於下海漚排水幹線上設置另一水量監視點。此外，前述監測地點目前屬地表回歸水量量測，考量地表下回歸水量之量測，本計畫亦可於農田下游側設置觀測溝渠，分別量測田埂水平滲流與田區水平滲流等回歸水量，其溝渠深度分別約於地表下 30 及 60 公分。表 3.2.1 為上述設置的基本資料。各監測點照片如圖 3.2.2~3.2.5 所示；溝渠剖面示意圖如圖 3.2.6 所示。

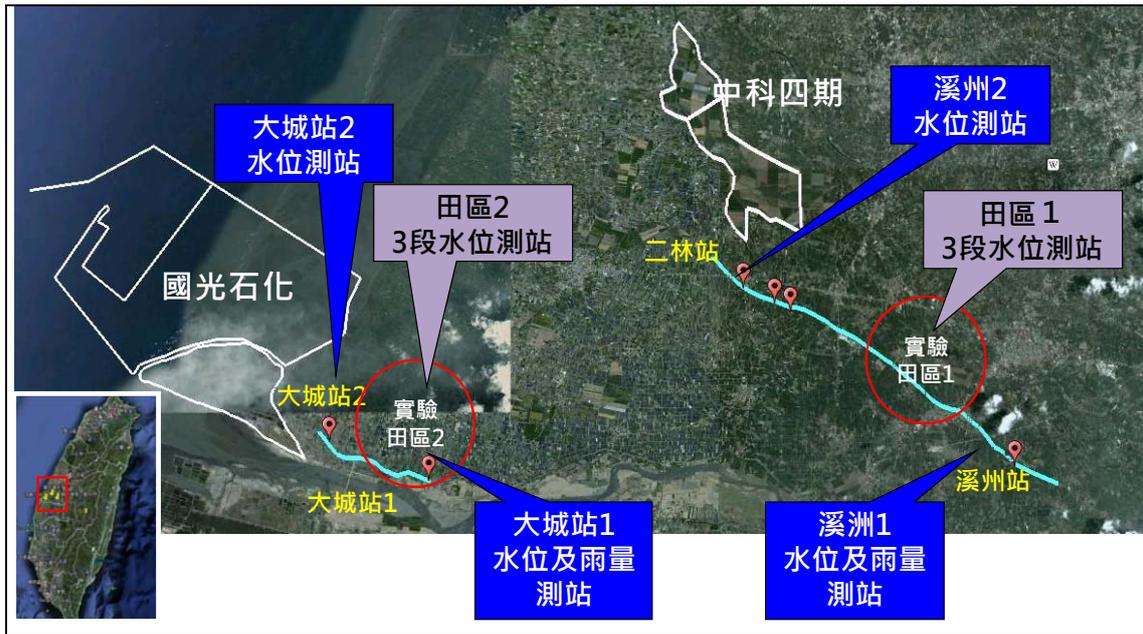


圖 3.2.1 監視點位置圖

表 3.2.1 設置農業回歸水水量及水質監視點基本資料

水利會	工作站	監視點編號	監視點名稱	上游水源類別	上游水源名稱	渠道名稱	渠道使用區分	灌溉面積(公頃)	渠道輸水量(C.M.S)	TM 二度分帶座標	
										X	Y
彰化	溪州	09021145	荊仔埤第三制水閘	4	濁水溪	荊仔埤幹線	1	312	1	200282	2637294
彰化	二林	09024458	荊仔埤圳	4	濁水溪	荊仔埤幹線	1	8724	2	190726	2643598
彰化	大城	09026199	深耕三圳	4	濁水溪	深耕三圳	1	871	2	179615	2636813
彰化	大城	-	下海漚排水幹線	5	濁水溪	下海漚排水幹線	4	-	-	176105	2638189

資料來源：農田水利會灌溉水質管理業務作業系統，<http://wqmonitor.aerc.org.tw/>

註：上游水源類別：(1)水庫(2)池塘(3)地下水(4)河川(5)其他 渠道使用區分：(1)灌溉專用(2)灌排兼用(3)回歸利用(4)排水專用(5)其他



圖 3.2.2 監視點照片(I)



圖 3.2.3 監視點照片(II)



圖 3.2.4 監視點照片(III)



圖 3.2.5 監視點照片(IV)

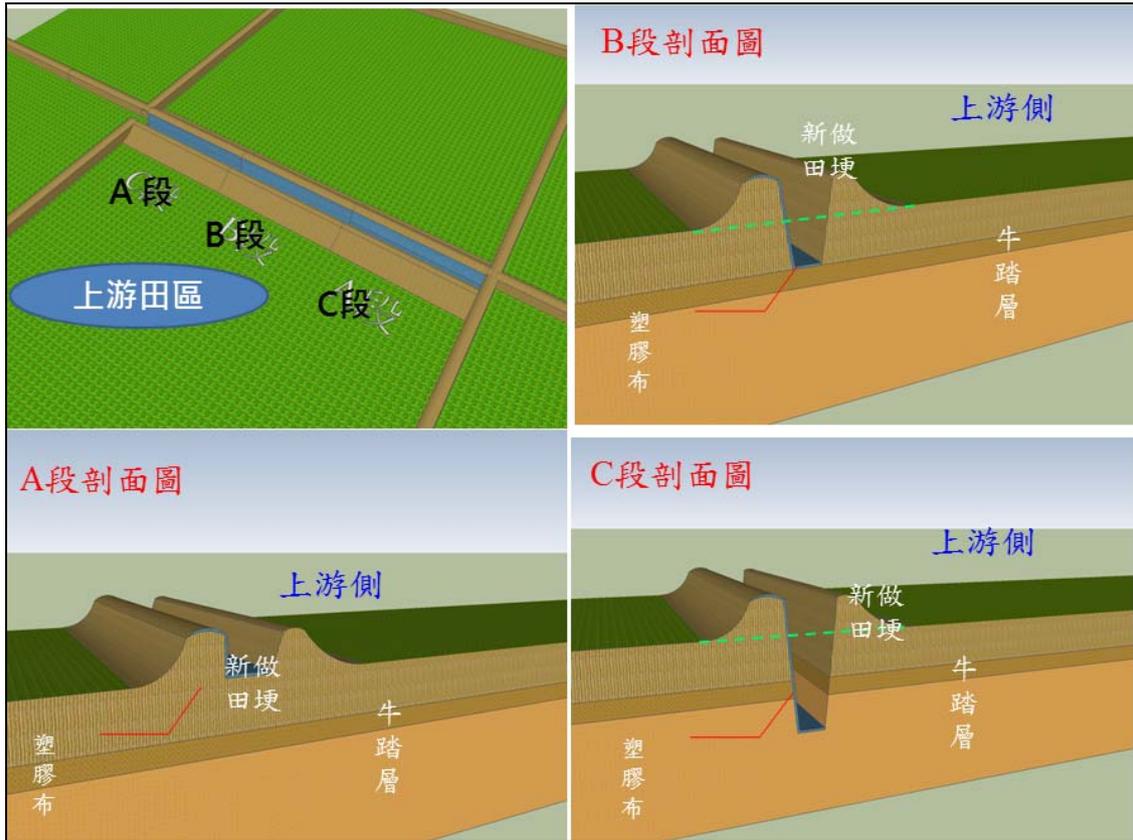


圖 3.2.6 試驗田區觀測溝渠剖面示意圖

本計畫 6 個監視點之自動監測儀器，分別為溪州 1 及大城 1 設置雨量計、水位計及資料蒐集及控制器，溪州 2、大城 2、田區 1 及田區 2 設置水位計及各項儀器分述如下：

(1) 傾斗型雨量計

本計畫於溪州 1 及大城 1 設置傾斗型雨量計(圖 3.2.7)。當降雨由口徑 200mm 的承雨口流入一定的雨量(0.2mm 或 0.5mm)時，會使傾斗傾倒，則利用磁簧開關檢測這個傾倒動作，而發出脈波信號。



圖 3.2.7 雨量計示意圖

(2)資料收集及控制器

CR800數據採集器是一個耐用的、電池供電的精密數值採集器。採集器的資料收集及控制單元電子封裝於塑膠殼體和一體化的接線面板下(圖3.2.8)。

CR800系列採集器有2M的暫存記憶體供作業系統使用，2M後備電池的SRAM內存作為CPU使用，其數據存儲格式為表格格式。

利用面板鍵盤顯示器可以實現手動傳輸數據和顯示傳感器讀數、存儲值或端口狀態。即時數據和歷史數據也可以透過一個PC或者PDA（需要PC connect或者PC connect CE軟體）顯示。



資料來源：<http://www.campbellsci.com/index.cfm>

圖 3.2.8 資料收集及控制器

(3) 壓力式水位計

設置水位量測儀器設備之目的，在精確度量水位量測處之水位變化，提供流量計算之基本資料。一般所稱水位量測儀器設備，係指浮子式水位計、壓力式水位計及超音波水位計。本計畫於溪州1及大城1之壓力式水位計採用美國INW(Instrumentation Northwest, Inc.)公司所生產之PS98i 壓力感測器(如圖3.2.9左圖)，以配合美國Campbell CR800 資料處理器進行安裝。該壓力式水位計精度為 $\pm 0.1\%$ ，水位計之輸出範圍為4~20mA，水壓範圍為15psi。另溪州2、大城2及田區則採用Diver Mini Baro之水位計。



圖 3.2.9 壓力式水位計

二、水位流量曲線率定

經由現地勘查後選定流量測站，並設定流量站後，進行水位流量之率定，亦即本計畫將於前述流量站選定後，對於各新設置之流量站，進行流速及水位量測，以率定渠道或水路之水位與流量關係曲線，作為流量分析之參考。

本計畫考慮所需觀測之斷面流量，為能兼顧流量測定之準確性及方便性，並參考行政院環境保護署環境檢驗所於九十三年九月十五日所公告實施之水量測定方法-流速計法(NIEA W022.51C)，本計畫以斷面流速量測法進行量測。

本計畫針對各流量站之水位流量關係曲線，分別假設流量與水位為乘冪、線性及二次多項式等關係進行分析，說明如下：

(一)假設流量與水位為乘冪關係，如下式：

$$Q = CH^b \dots\dots\dots (3.2.1)$$

式中，Q 為流量，H 為水位，C 及 b 為常數，以最小誤差平方法進行水位流量關係之最適分析，亦即，使量測水位與推估水位之誤差平方和為最小，如式(3.2.2)所示：

$$E = \sum_{i=1}^n e_i = \sum_{i=1}^n (Q_i - CH_i^b)^2 \dots\dots\dots (3.2.2)$$

式中， Q_i 代表第 i 次量測之實測流量， H_i 為第 i 次實驗之實測水位。

(二)假設流量與水位為線性關係，如下式：

$$Q = C_1H + b_1 \dots\dots\dots (3.2.3)$$

式中，Q 為流量，H 為水位， C_1 及 b_1 為常數，以最小誤差平方法進行水位流量關係之最適分析。

(三)假設流量與水位為二次多項式關係，如下式：

$$Q = aH^2 + bH + c \dots\dots\dots (3.2.4)$$

式中，Q 為流量，H 為水位，a、b 及 c 為常數，以最小誤差平方法進行水位流量關係之最適分析。

由前述三種率定曲線，在考量相關係數(R)指標決定最佳之水位流量關係曲線。

三、自計水位設置與水位連續監測

由於農業回歸水量之正確性關係回歸水實際利用之可行性，因此本研究將依前述所選定之適當位置設置自計水位站，並進行連續監測與分析農田水利會灌區一、二期作之整田插秧期、分蘖期及開花抽穗期與期作間之流量，期望藉由長期的水位監測資料，確實瞭解該灌區可用水量與其變化情形。

至於自計水位監測站設置原因則是由於目前灌溉水門操作均以每天 24 小時進行，惟因社會環境改變，部份農民在夜間可能不引水灌溉，因此夜間之農業回歸水量暨餘水可能會有較大之可再利用水量，長期監測則可充分掌握夜間未利用農業回歸水量，未來配合調蓄設施之運轉，將此水量貯蓄供日間使用。此外，農業期作間未用水資源可用量亦可利用此長期監測資料進行分析。

自計水位計之水位監測資料如圖 3.2.10~圖 3.2.17 所示，茲以 10 月 8 日 8 時至 10 月 12 日 8 時之供水時間為例，自 10 月 10 日 8 點後，下游之水量較前二天之水量為豐，另以 11 月 7 日上午 8 時至 11 月 11 日上午 8 時之供水為例，於 11 月 8 日 8 時~11 月 10 日 10 時於下游有較多的水量。主要原因係因彰化農田水利會實施大區域輪灌所致(如表

3.2.2 及 3.2.3 所示)。此外夜間餘水由現地觀測顯示，餘水產生時間主要配合農民之操作，其產生時間具高度不確定性，且並不一定在夜間產生，如圖 3.2.14-3.2.15 所示。

表 3.2.2 彰化農田水利會 99 年 2 期作濁水溪灌區輪灌日程

區別	第 1 大區		第 2 大區			
圳別	蔴仔埤圳		同源圳、八堡圳			
輪灌區域	蔴仔埤圳，包括：永基、深耕、菁埔等圳		同源圳、八堡一圳，包括：頭汴埤		八堡二圳，包括：泉成圳、挖子圳及舊濁水溪北岸灌區	
通水輪次	自初日上午 8 時起 至訖日上午 8 時止 計 4 天		自初日上午 8 時起 至訖日下午 4 時止 計 3 天 8 小時		自初日下午 4 時起 至訖日上午 8 時止 計 2 天 16 小時	
1	6 月 30 日	7 月 4 日	7 月 4 日	7 月 7 日	7 月 7 日	7 月 10 日
2	7 月 10 日	7 月 14 日	7 月 14 日	7 月 17 日	7 月 17 日	7 月 20 日
3	7 月 20 日	7 月 24 日	7 月 24 日	7 月 27 日	7 月 27 日	7 月 30 日
4	7 月 30 日	8 月 3 日	8 月 3 日	8 月 6 日	8 月 6 日	8 月 9 日
5	8 月 9 日	8 月 13 日	8 月 13 日	8 月 16 日	8 月 16 日	8 月 19 日
6	8 月 19 日	8 月 23 日	8 月 23 日	8 月 26 日	8 月 26 日	8 月 29 日
7	8 月 29 日	9 月 2 日	9 月 2 日	9 月 5 日	9 月 5 日	9 月 8 日
8	9 月 8 日	9 月 12 日	9 月 12 日	9 月 15 日	9 月 15 日	9 月 18 日
9	9 月 18 日	9 月 22 日	9 月 22 日	9 月 25 日	9 月 25 日	9 月 28 日
10	9 月 28 日	10 月 2 日	10 月 2 日	10 月 5 日	10 月 5 日	10 月 8 日
11	10 月 8 日	10 月 12 日	10 月 12 日	10 月 15 日	10 月 15 日	10 月 18 日
12	10 月 18 日	10 月 22 日	10 月 22 日	10 月 25 日	10 月 25 日	10 月 28 日
13	10 月 28 日	11 月 1 日	11 月 1 日	11 月 4 日	11 月 4 日	11 月 7 日
14	11 月 7 日	11 月 11 日	11 月 11 日	11 月 14 日	11 月 14 日	11 月 17 日

資料來源：彰化農田水利會，2011。

表 3.2.3 彰化農田水利會 100 年 1 期作濁水溪灌區輪灌日程

區別	第 1 大區		第 2 大區			
圳別	荊仔埤圳		同源圳、八堡圳			
輪灌區域	荊仔埤圳，包括：永基、深耕、菁埔等圳		同源圳、八堡一圳，包括：頭汴埤		八堡二圳，包括：泉成圳、挖子圳及舊濁水溪北岸灌區	
通水時間 輪次	自初日上午 8 時起 至訖日上午 8 時止 計 4 天		自初日上午 8 時起 至訖日下午 4 時止 計 3 天 8 小時		自初日下午 4 時起 至訖日上午 8 時止 計 2 天 16 小時	
1	1 月 3 日	1 月 7 日	1 月 7 日	1 月 10 日	1 月 10 日	1 月 13 日
2	1 月 13 日	1 月 17 日	1 月 17 日	1 月 20 日	1 月 20 日	1 月 23 日
3	1 月 23 日	1 月 27 日	1 月 27 日	1 月 30 日	1 月 30 日	2 月 2 日
4	2 月 2 日	2 月 6 日	2 月 6 日	2 月 9 日	2 月 9 日	2 月 12 日
5	2 月 12 日	2 月 16 日	2 月 16 日	2 月 19 日	2 月 19 日	2 月 22 日
6	2 月 22 日	2 月 26 日	2 月 26 日	3 月 1 日	3 月 1 日	3 月 4 日
7	3 月 4 日	3 月 8 日	3 月 8 日	3 月 11 日	3 月 11 日	3 月 14 日
8	3 月 14 日	3 月 18 日	3 月 18 日	3 月 21 日	3 月 21 日	3 月 24 日
9	3 月 24 日	3 月 28 日	3 月 28 日	3 月 31 日	3 月 31 日	4 月 3 日
10	4 月 3 日	4 月 7 日	4 月 7 日	4 月 10 日	4 月 10 日	4 月 13 日
11	4 月 13 日	4 月 17 日	4 月 17 日	4 月 20 日	4 月 20 日	4 月 23 日
12	4 月 23 日	4 月 27 日	4 月 27 日	4 月 30 日	4 月 30 日	5 月 3 日
13	5 月 3 日	5 月 7 日	5 月 7 日	5 月 10 日	5 月 10 日	5 月 13 日
14	5 月 13 日	5 月 17 日	5 月 17 日	5 月 20 日	5 月 20 日	5 月 23 日
15	5 月 23 日	5 月 27 日	5 月 27 日	5 月 30 日	5 月 30 日	6 月 2 日
16	6 月 2 日	6 月 6 日	6 月 6 日	6 月 9 日	6 月 9 日	6 月 12 日
17	6 月 12 日	6 月 16 日	6 月 16 日	6 月 19 日	6 月 19 日	6 月 22 日
18	6 月 22 日	6 月 26 日	6 月 26 日	6 月 29 日	6 月 29 日	7 月 2 日

資料來源：彰化農田水利會，2011。

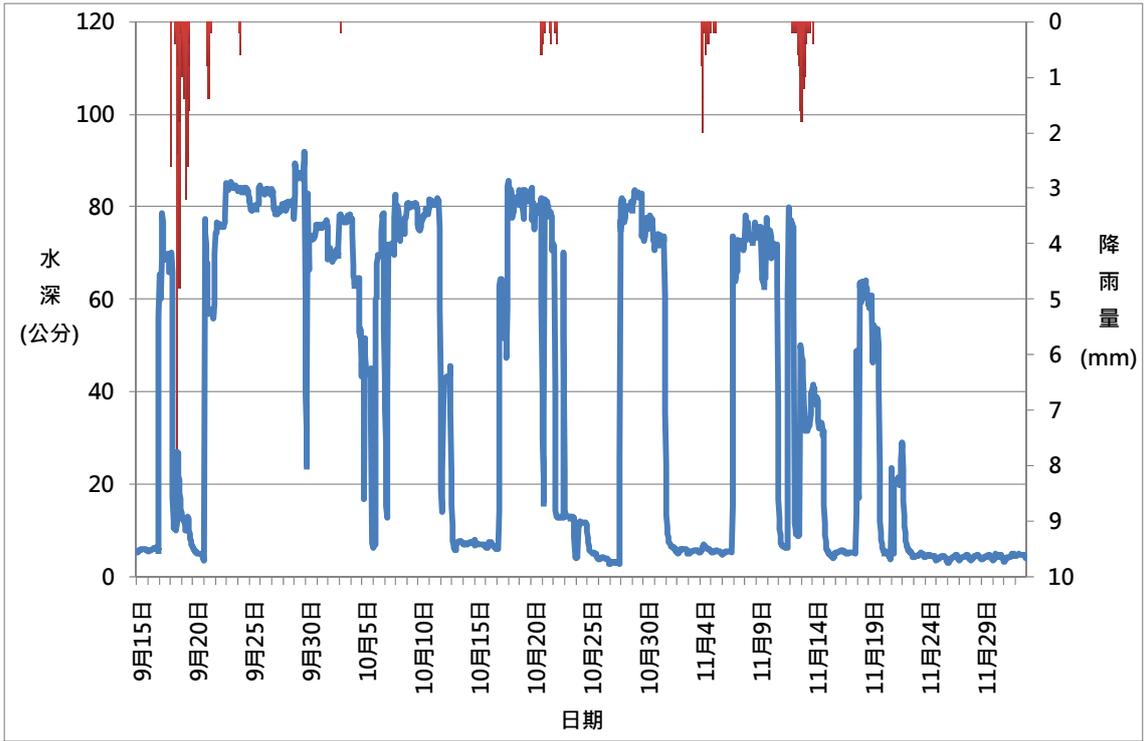


圖 3.2.10 溪州 99 年二期作-水深與降雨量歷線圖

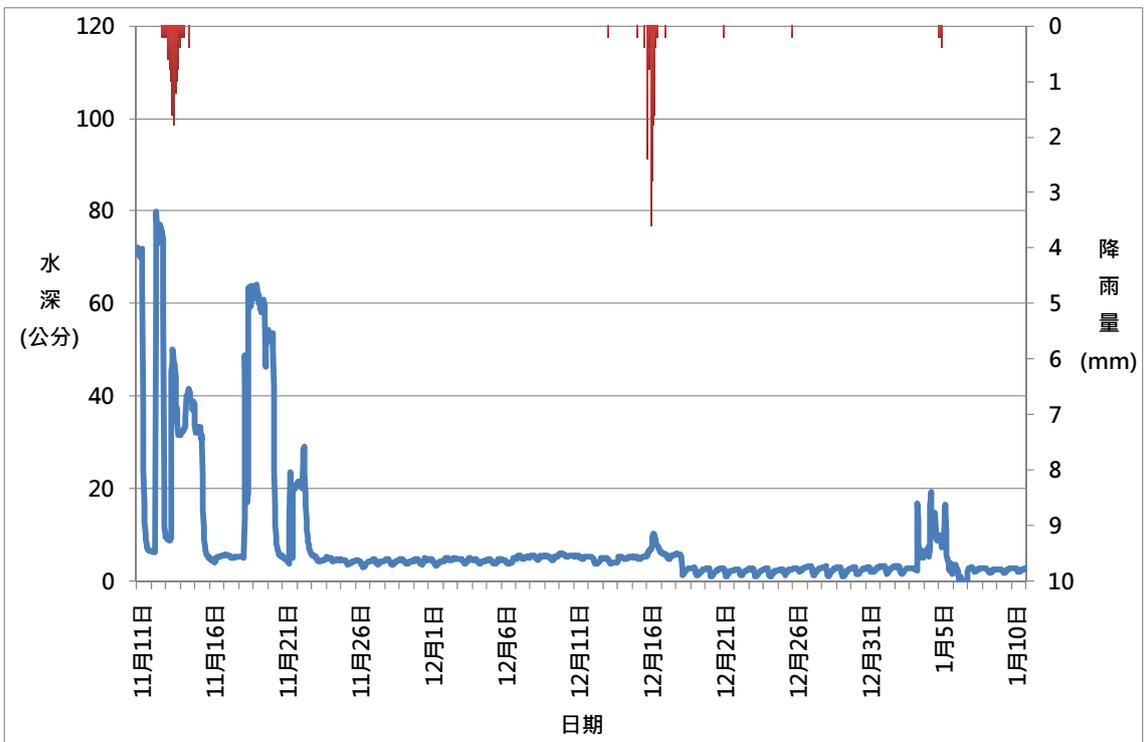


圖 3.2.11 溪州期間作-水深與降雨量歷線圖

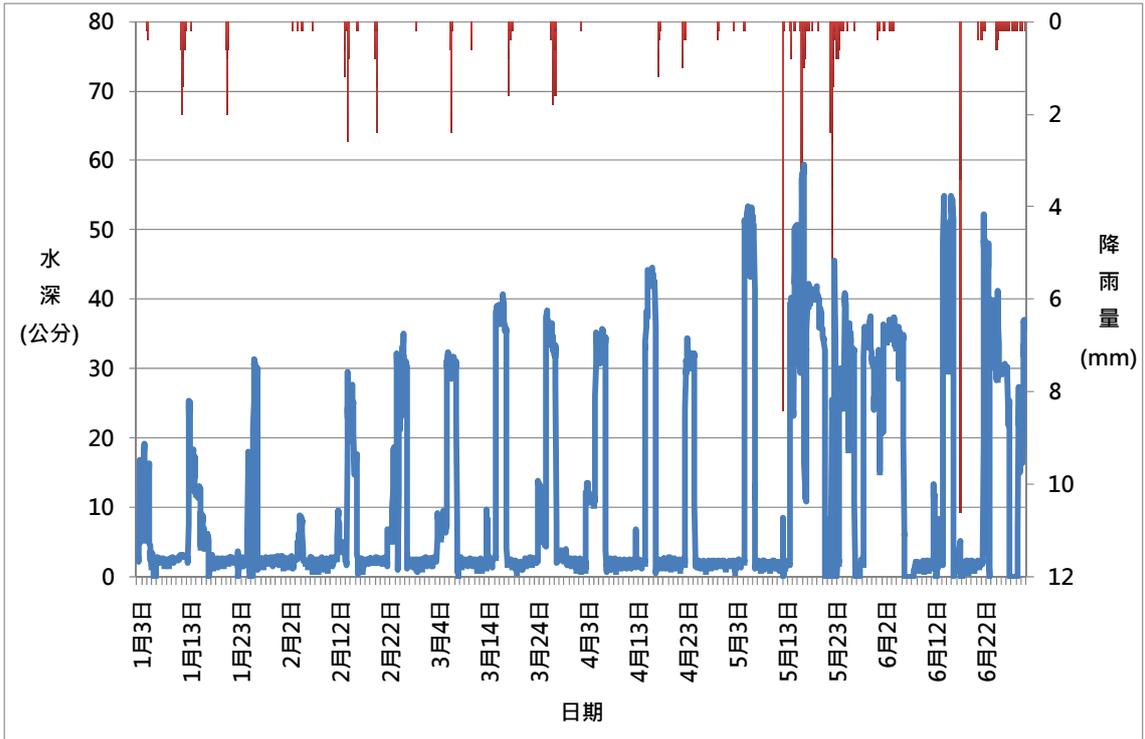


圖 3.2.12 溪州 100 年一期作-水深與降雨量歷線圖

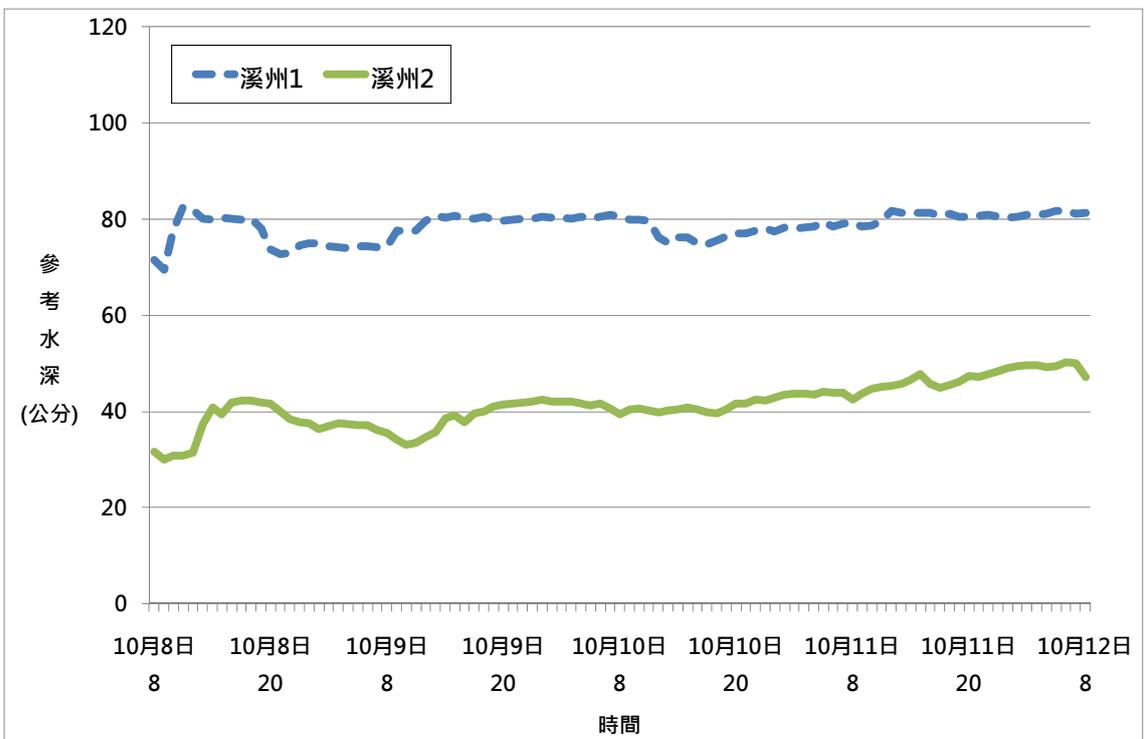


圖 3.2.13 溪州 1 及溪州 2 之參考水深歷線圖(一)



圖 3.2.14 溪州 1 及溪州 2 之參考水深歷線圖(二)



圖 3.2.15 溪州 1 及溪州 2 之參考水深歷線圖(三)

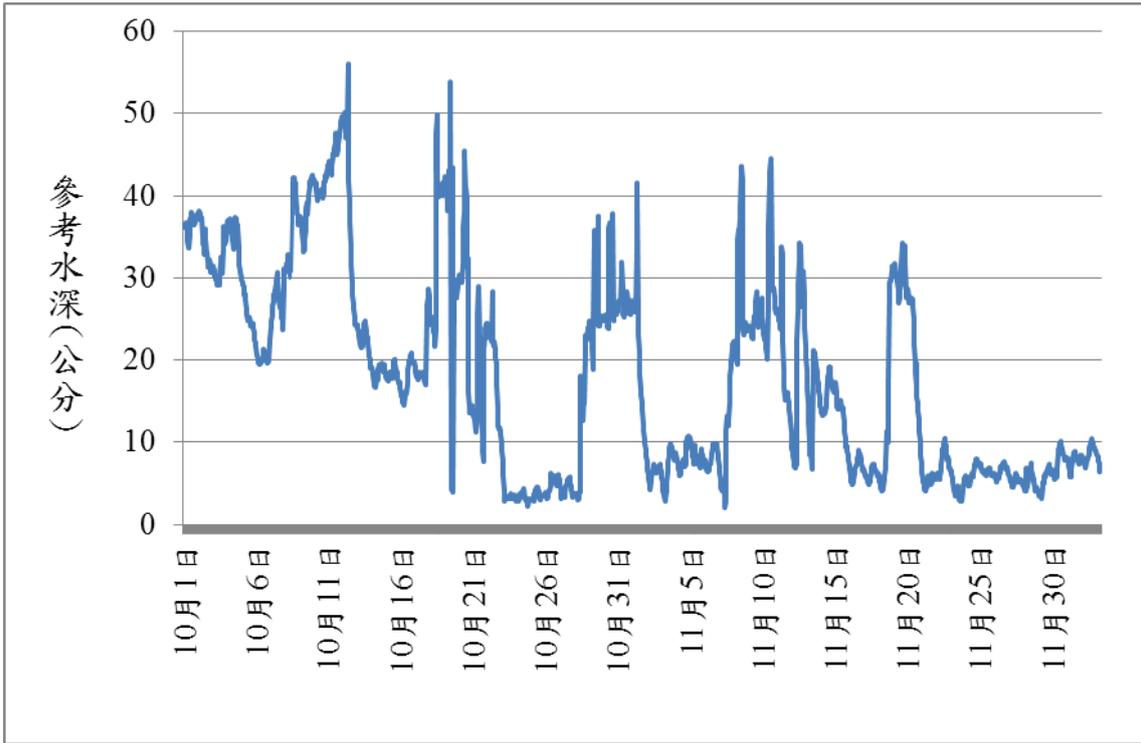


圖 3.2.16 溪州 2 之參考水深歷線圖

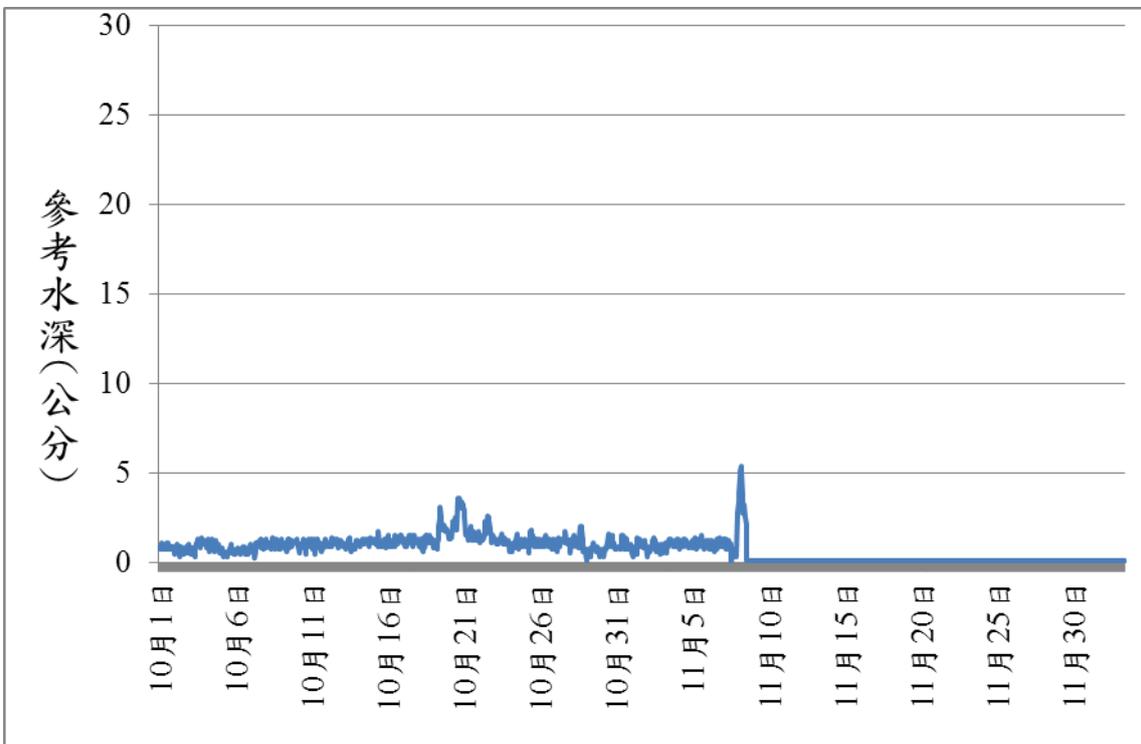


圖 3.2.17 溪州田區 A 段之參考水深歷線圖

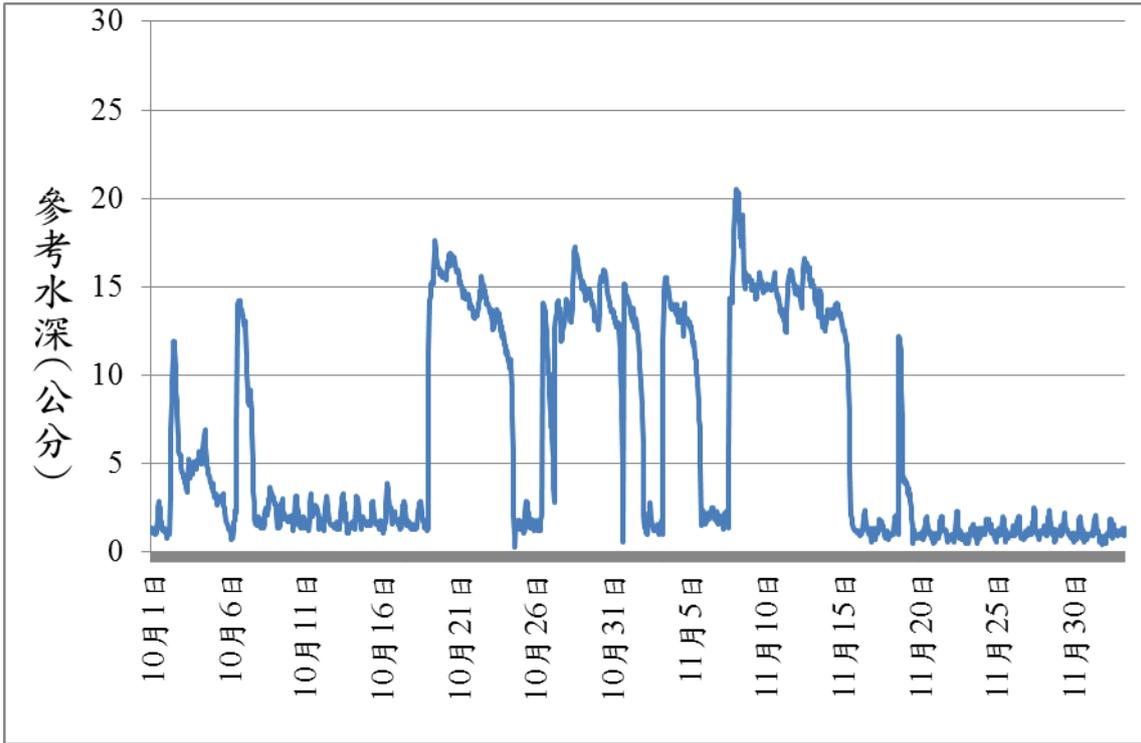


圖 3.2.18 溪州田區 B 段之參考水深歷線圖

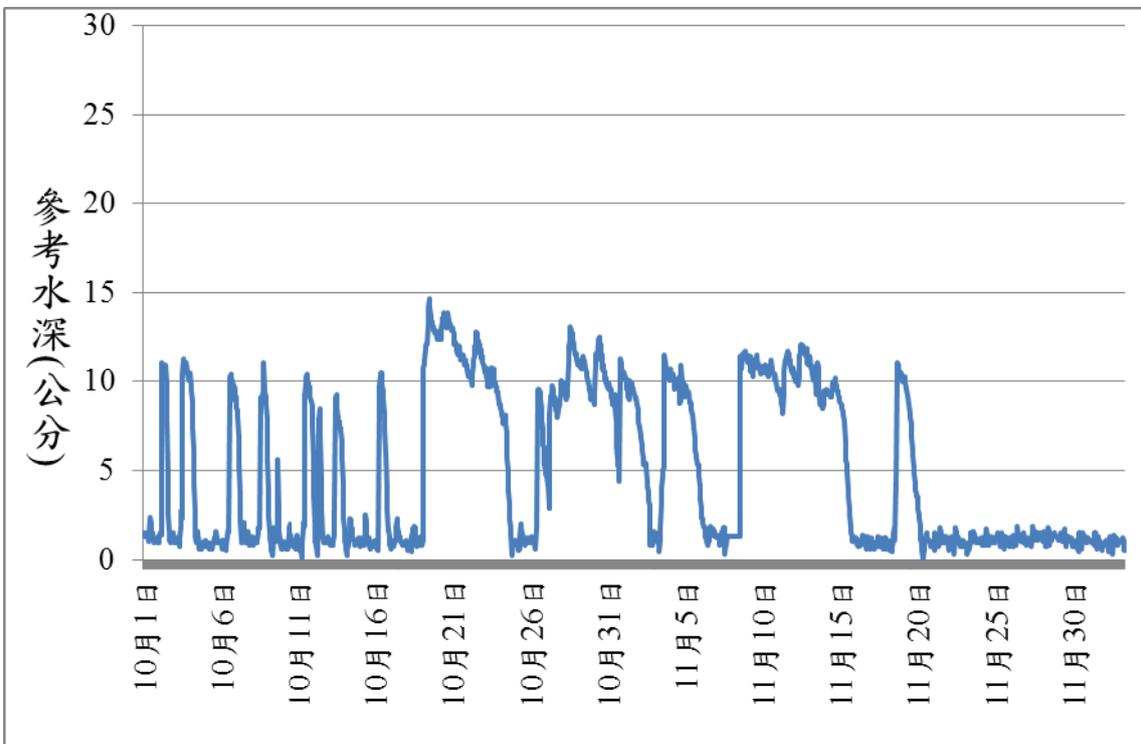


圖 3.2.19 溪州田區 C 段之參考水深歷線圖

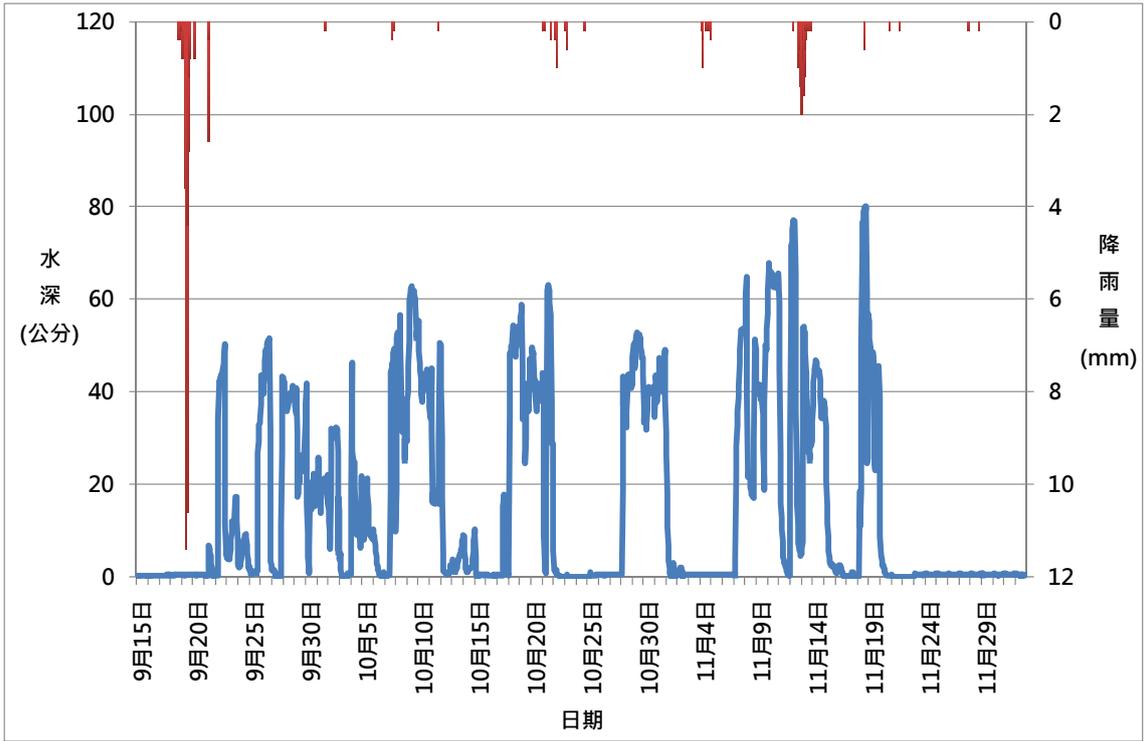


圖 3.2.20 大城 99 年二期作-水深與降雨量歷線圖

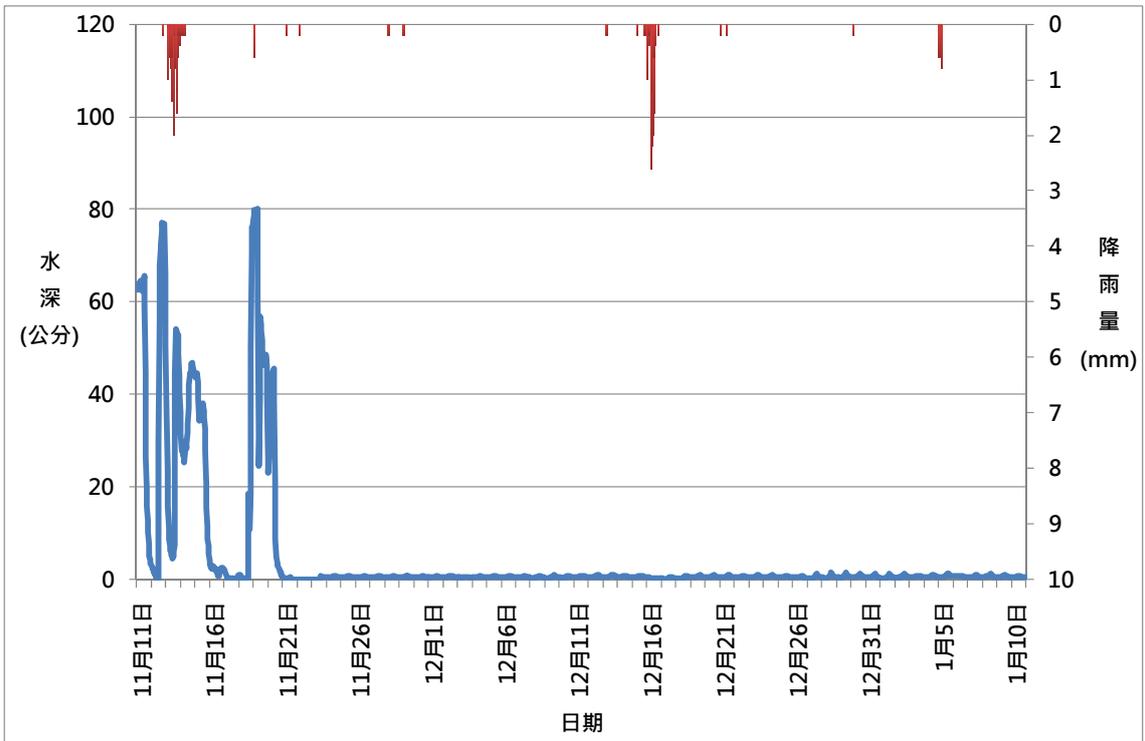


圖 3.2.21 大城期作間(99 年 11 月 18 日~100 年 1 月 2 日)
—水深與降雨量歷線圖

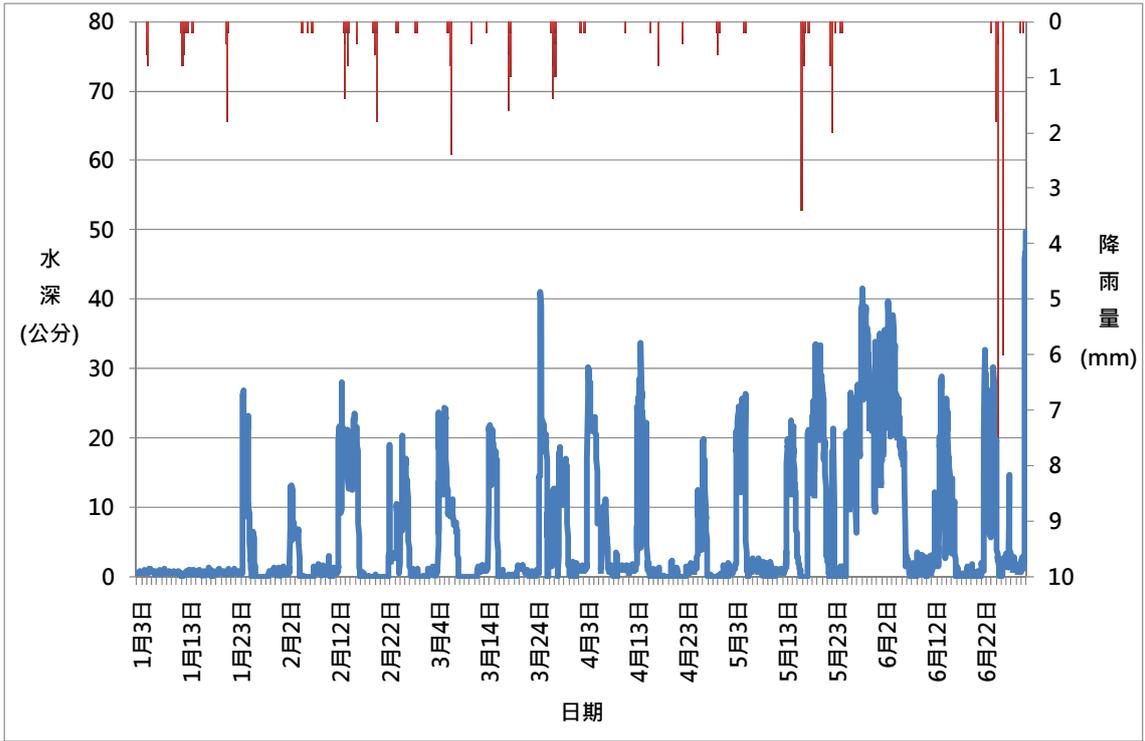


圖 3.2.22 大城 100 年一期作-水深與降雨量歷線圖

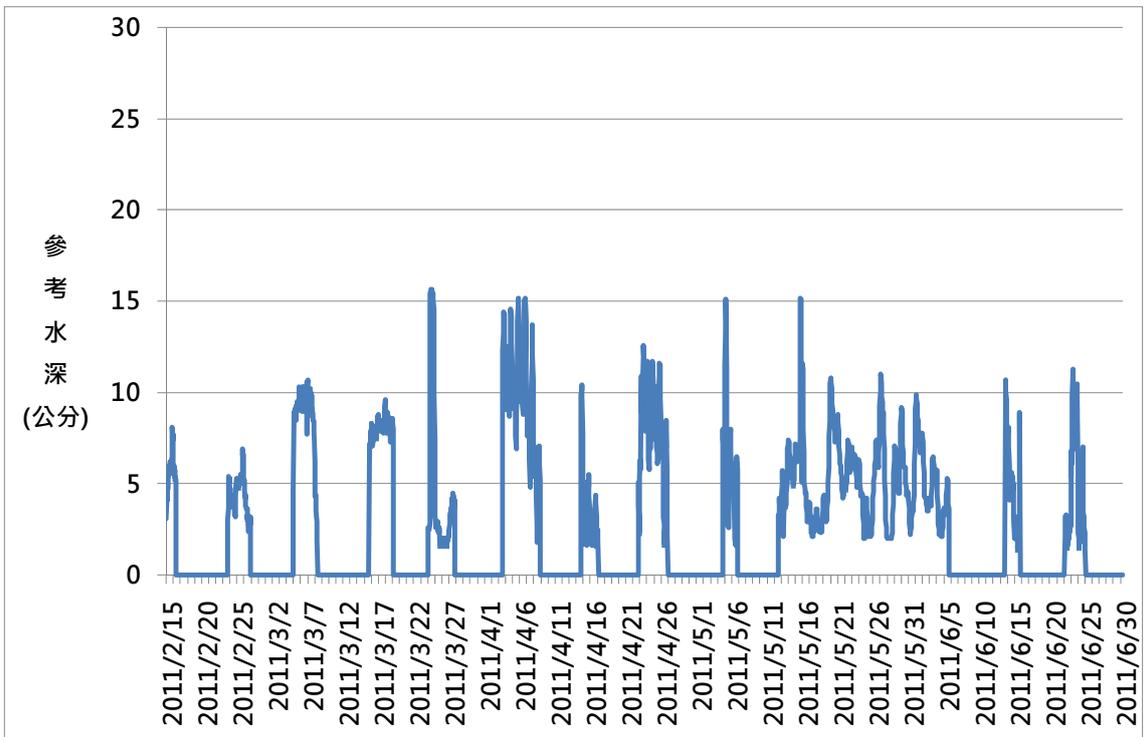


圖 3.2.23 溪州田區 B 段(100 年一期作)水深歷線圖

四、流量觀測

本計畫於 99 年 9 月至 100 年 6 月在彰化兩處試驗田區及上下游處進行流量測量，並據以計算水深流量曲線再依水深換算為流量，如圖 3.2.23~圖 3.2.28 所示。由溪州田區試驗資料(如表 3.2.4)顯示，在灌水時，其回歸水量達 0.0038~0.0083CMS，平均約為 328.22~717.12CMD，考量田埂開挖後滲流之坡降增加約 30 倍與試驗田區為 0.3ha，水田灌水時回歸水量推估約為 36.38~79.68CMD/ha。

另依田區之水位歷線分析獲得，99 年二期作(99 年 9 月 15 以後)之日平均回歸水量約為 17.45CMD/ha，100 年一期作為 19.09CMD/ha。另依據荊仔埤圳之現地觀測資料，由溪州 2(清水橋)之控制面積約為 2,994ha，99 年二期作(99 年 9 月 15 日以後)平均日回歸水水量約為 0.5165CMS(約為 44,625.6CMD)，相當於 14.9CMD/ha，100 年一期作之回歸水量為 0.5747CMS(約 49,654.1CMD)，相當於 16.58CMD/ha，平均日回歸水量較低之原因係因耕作期間之曬田及彰化地區考量水量可能不足採用大區域輪灌，致田區部份時間並未灌水所致。

表 3.2.4 現地流量觀測記錄

測點		流量(單位：cms)		
		10月19日	10月29日	11月7日
溪州田區	A 段	0.0000	0.000	0.0000
	B 段	0.0038	0.0054	0.0083
	C 段	0.0054	0.0054	0.0090

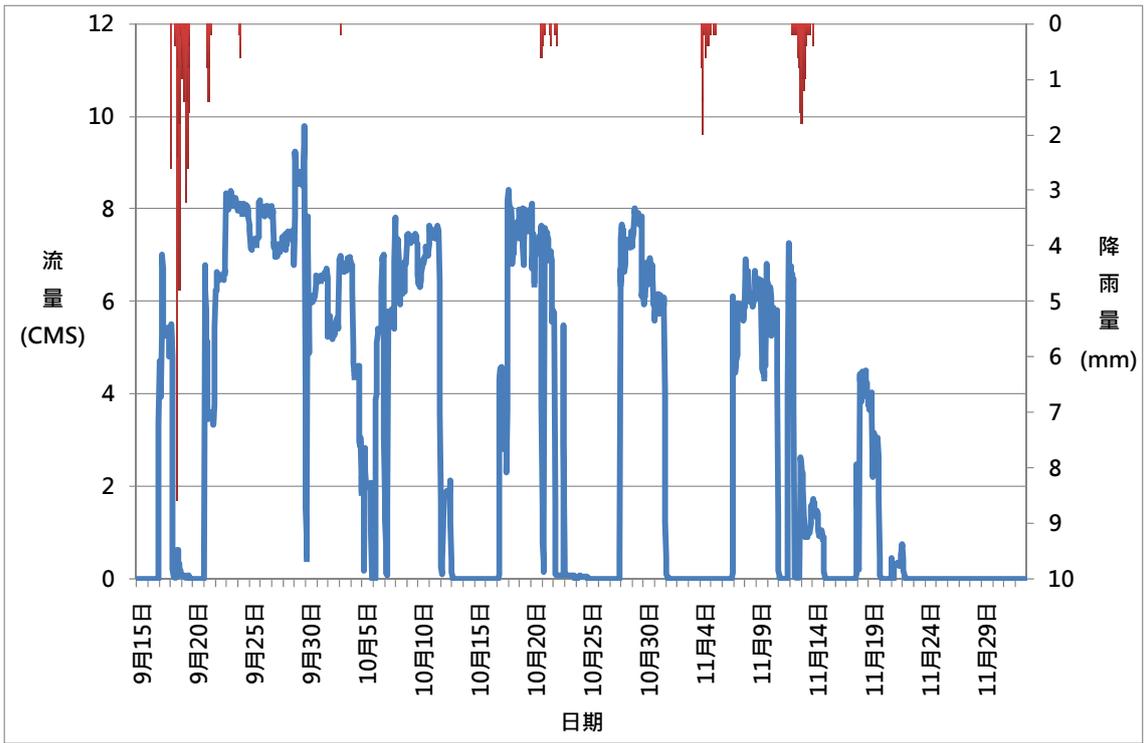


圖 3.2.24 溪州 99 年二期作流量圖

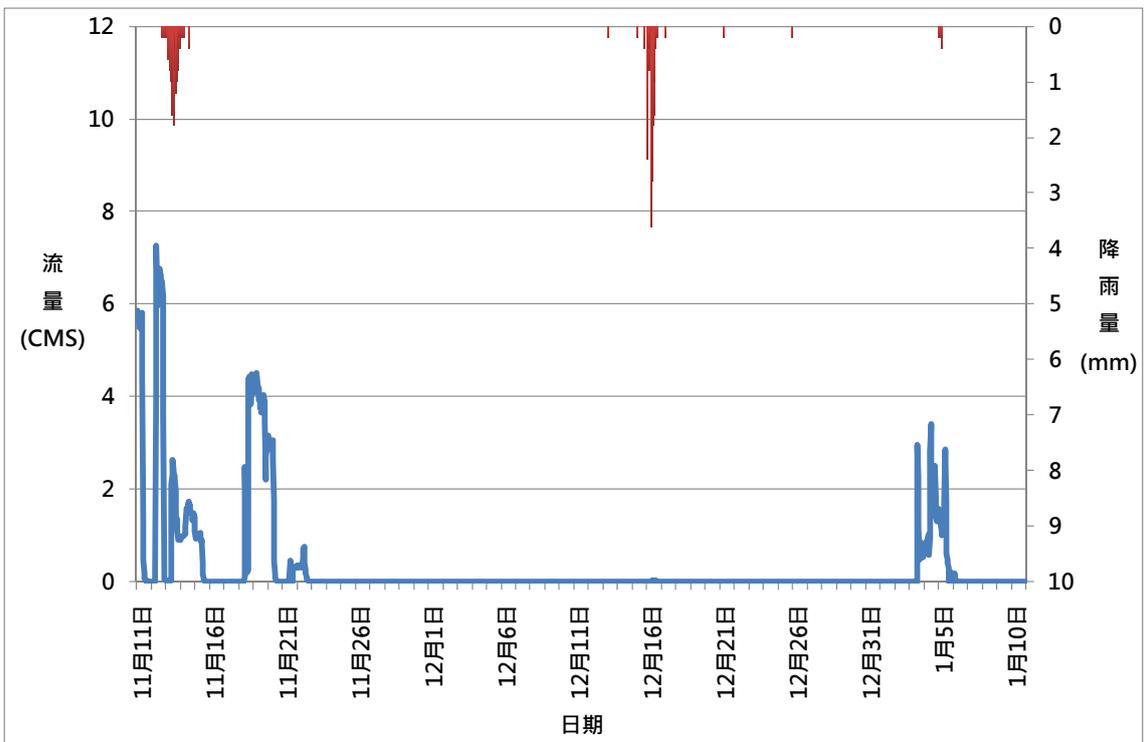


圖 3.2.25 溪州期作間流量圖

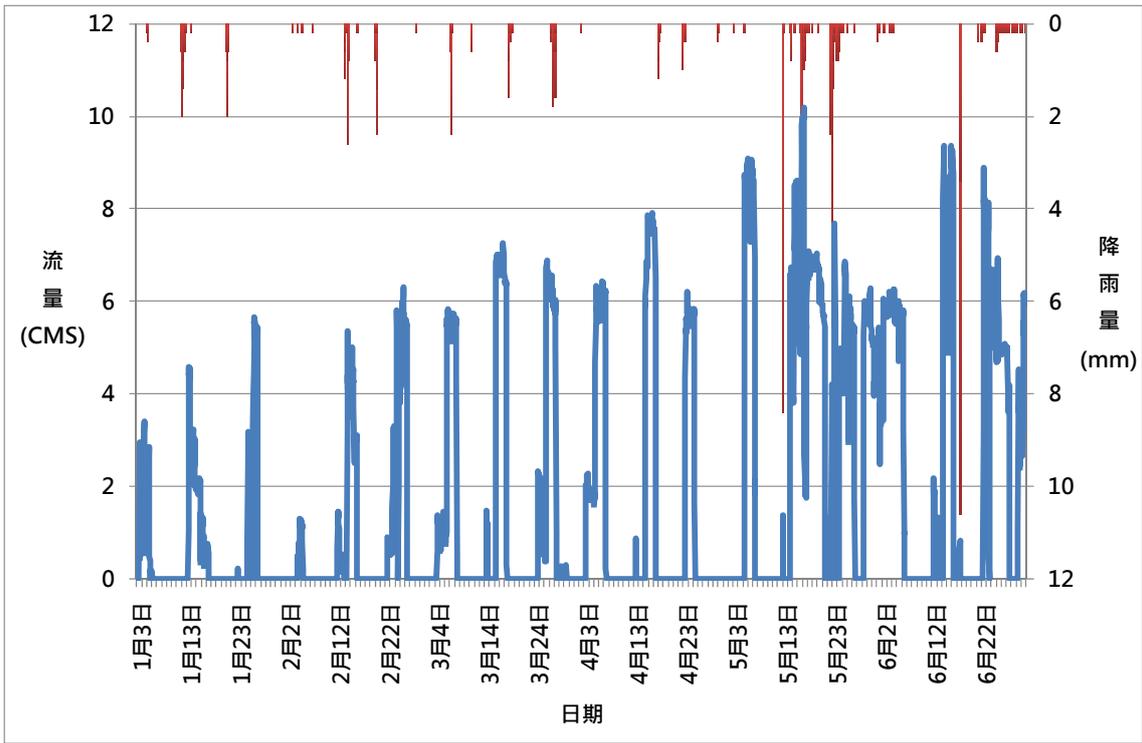


圖 3.2.26 溪州 100 年一期作流量圖

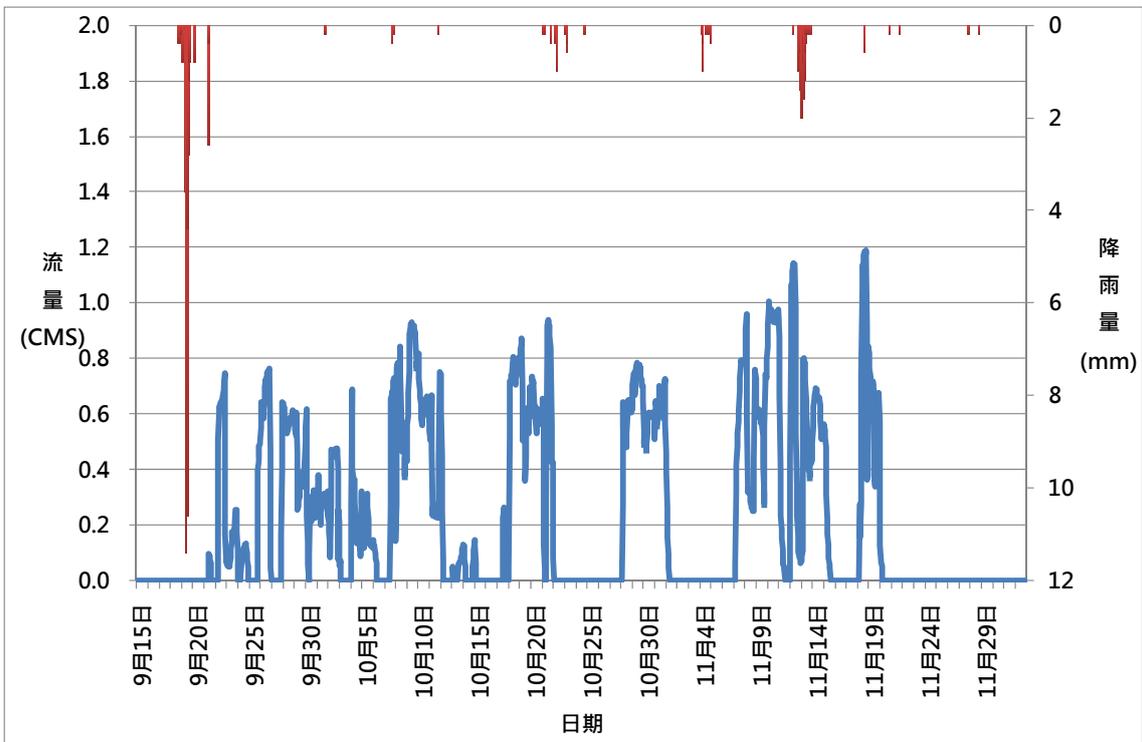


圖 3.2.27 大城 99 年二期作流量圖

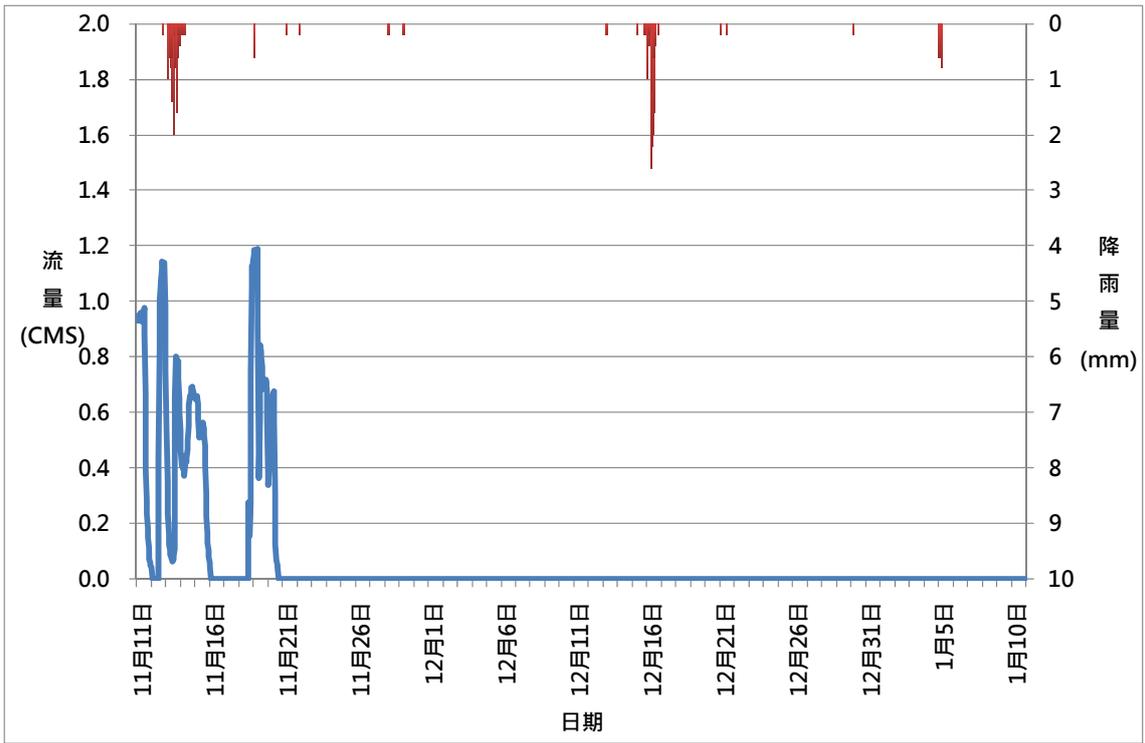


圖 3.2.28 大城期作間(99 年 11 月 18 日~100 年 1 月 2 日)流量圖

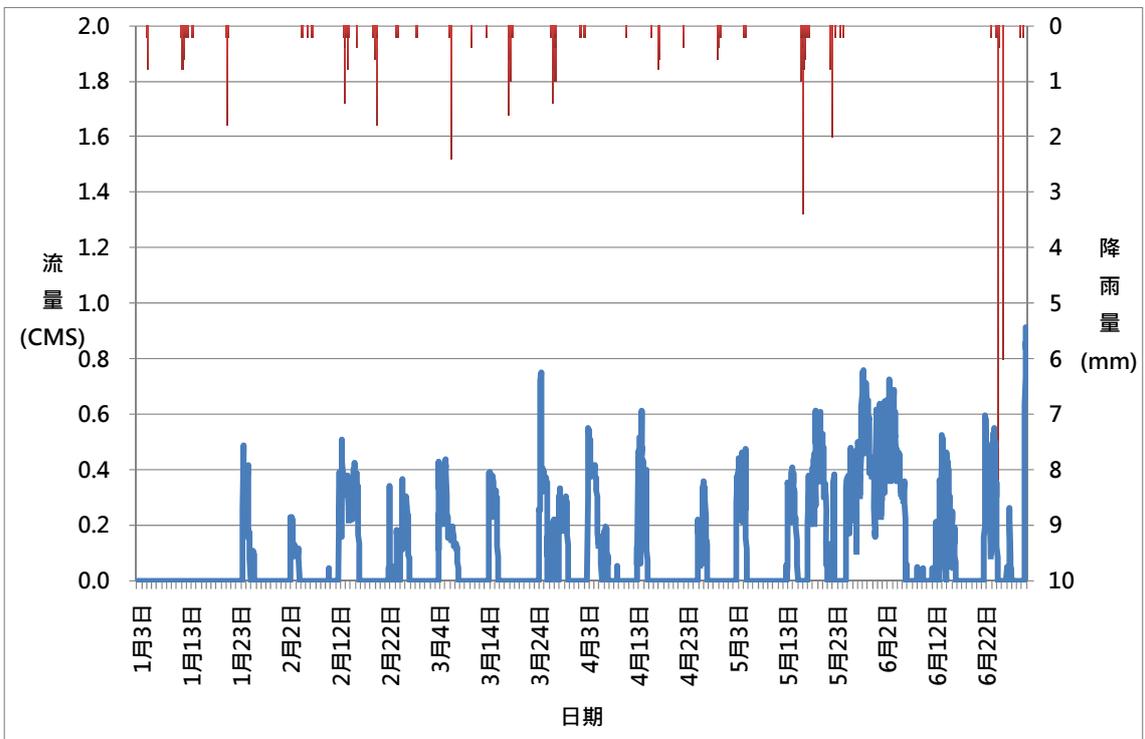


圖 3.2.29 大城 100 年二期作流量圖

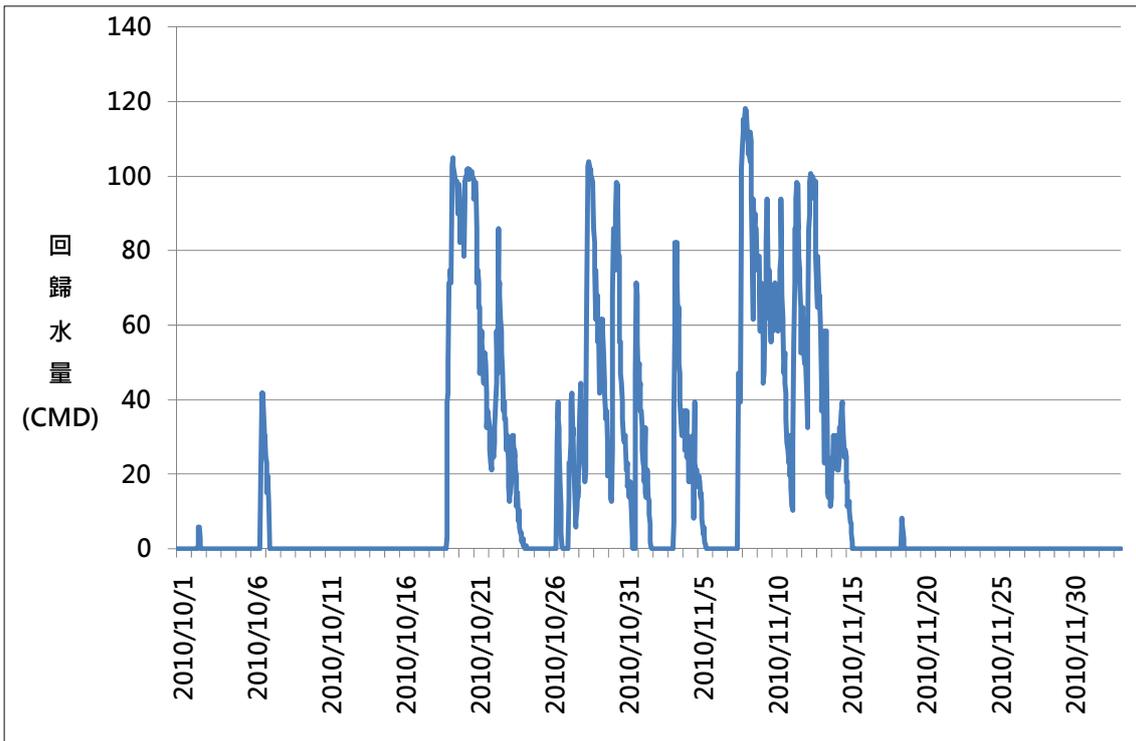


圖 3.2.30 溪州田區 B 段回歸水量歷線圖

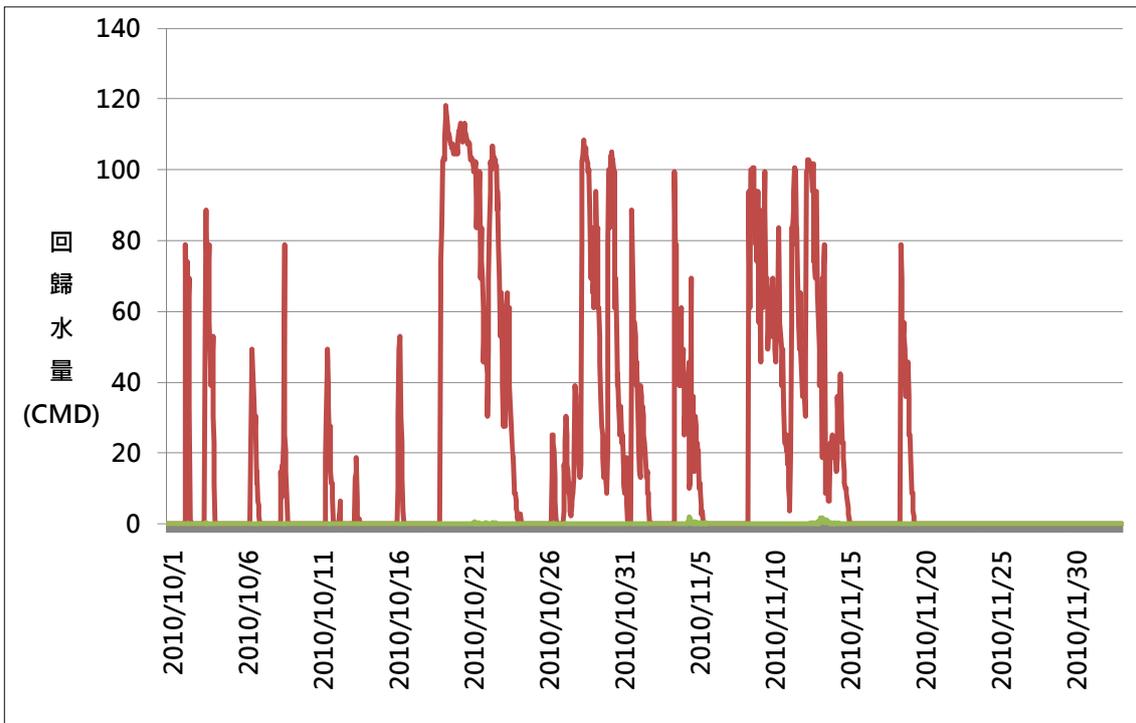


圖 3.2.31 溪州田區 C 段回歸水量歷線圖

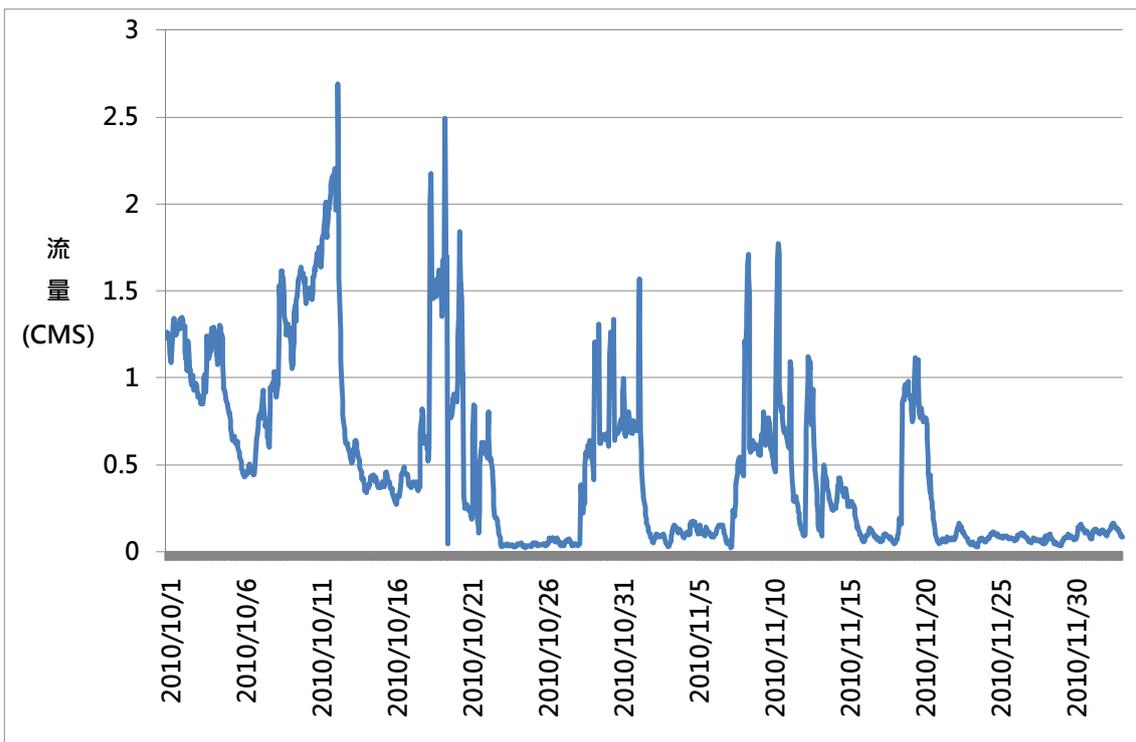


圖 3.2.32 溪州 2(清水橋)99 年二期作流量歷線圖

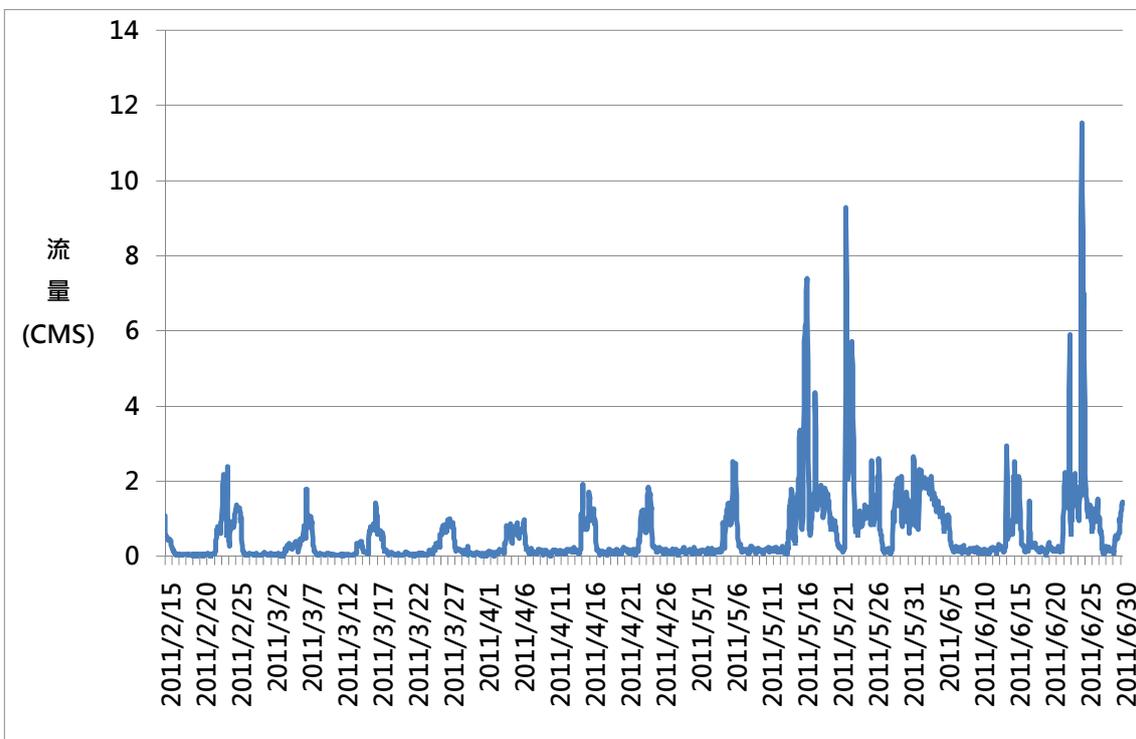


圖 3.2.33 溪州 2(清水橋)100 年一期作流量歷線圖

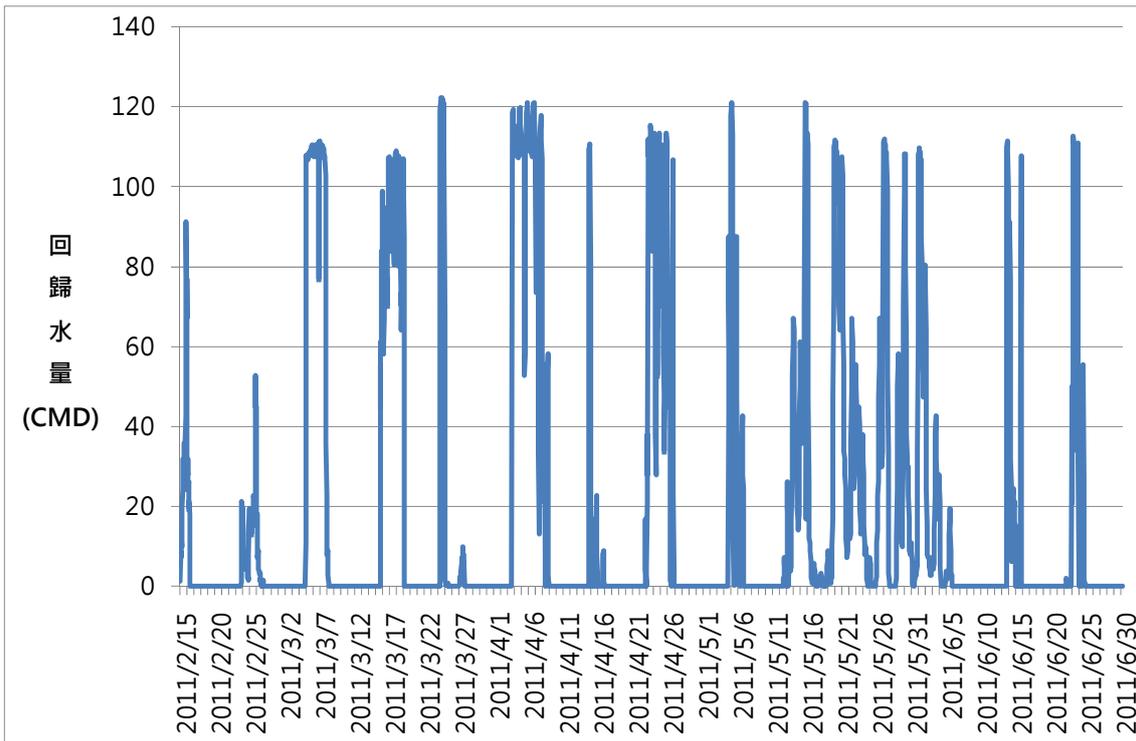


圖 3.2.34 溪州田區 B 段回歸水量歷線圖(100 年一期作)

3-3 農業回歸水量推估模式建立

農田回歸水推估模式以水平衡模式為主，水田水平衡分析之各項機制：如降雨、作物蒸發散、灌溉引水等，可由圖 3.3.1 表示。在本研究中，對於整個作物生長期間之灌溉及降雨事件模擬前之起始條件，係假設在浸整田之前，田區並無湛水且已知田區耕犁層土壤含水量，當灌溉或降雨發生後，如果田區水深超過田埂高度或田埂缺口高度則將產生地表逕流，其餘則先蓄積於田區內，再逐漸轉移為作物蒸發散量、田區深層滲漏量及回歸水量。

在水稻田系統中的水文循環，可以流入量減去流出量等於貯蓄變化量的方程式來表示，一般水平衡方程式如下所示：

$$I - O = \frac{dS_f}{dt} \dots\dots\dots (3.3.1)$$

式中 I 為流入量，包括降雨量、地表水流入量與地下水流入量； O 為流出量，包括作物蒸發散量、地表水流出量與地下水流出量； S_f 為田間儲蓄水量，包括田間湛水量與土壤水分含量； t 為時間。

上式之水平衡方程式涵蓋地面水及地下水系統。當以水稻田為控制體積(硬盤層以上部份)時，則對某一特定時段之水平衡方程式如下所示：

$$P + IN + R'' + R_h'' + R_l'' - ET - DF - R - R_h - R_l = \Delta S_f \dots\dots\dots (3.3.2)$$

式中 P 為降雨量； IN 為灌溉引用水量； R'' 為上游田區逕流入流量； R_h'' 上游田區水平滲流入流量， R_l'' 上游田埂水平滲流入流量； ET 為作物蒸發散量； DF 為深層滲漏量； R 為田區逕流出流量； R_h 為田區水平滲流出流量； R_l 為田埂水平滲流出流量； ΔS_f 為田間儲蓄變化量，包括田間湛水變化量與耕犁層土壤水分變化量。

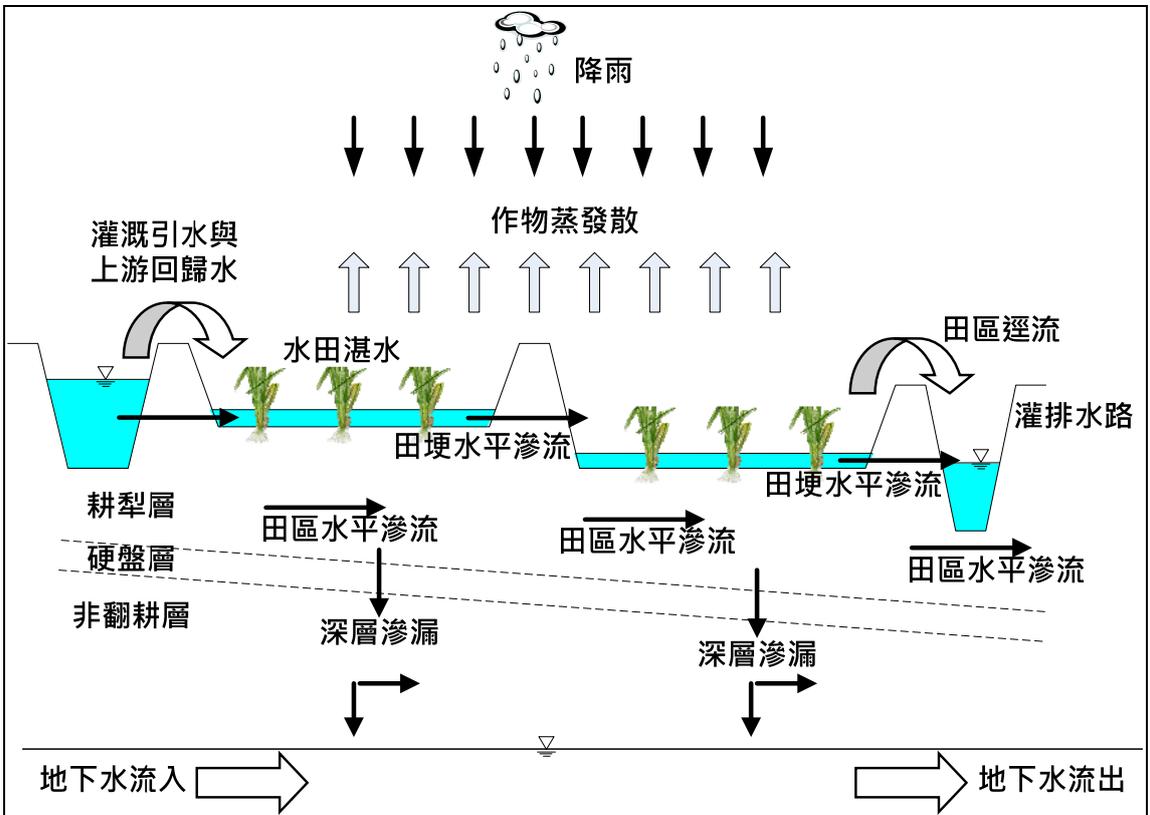


圖 3.3.1 水收支平衡示意圖

當上游田區逕流入流量、上游田區水平滲流入流量與上游田埂水平滲流入流量合稱為上游田區回歸水量；田區逕流出流量、田區水平滲流出流量與田埂水平滲流出流量合稱為回歸水量時，則此水平衡方程式如下所示：

$$P + IN + RT'' - ET - DF - RT = \Delta S_f \dots\dots\dots (3.3.3)$$

式中 RT'' 為上游田區回歸水量； RT 為回歸水量。一般而言，降雨量及灌溉引水量可由現場量測獲得。此外，前述田區逕流出流量即為一般所稱地表回歸水量，而田埂水平滲流出流量與田區水平滲流出流量均屬地表下回歸水量。

3-4 回歸水量推估模式架構

本研究利用水田水平衡理論所發展之回歸水推估模式，並配合於現地所裝設流量量測儀器所得資料，以驗證所推估之回歸水水量，模式中所需資料包含田區入流量(降雨量、灌溉引水量、上游回歸水量)、田區地質環境資料、灌溉方式和作物需水量與氣候資料等，經由模式推得回歸水量。最後，配合水源調配機制，探討回歸水再利用系統之效益，分析流程如圖 3.4.1 所示。

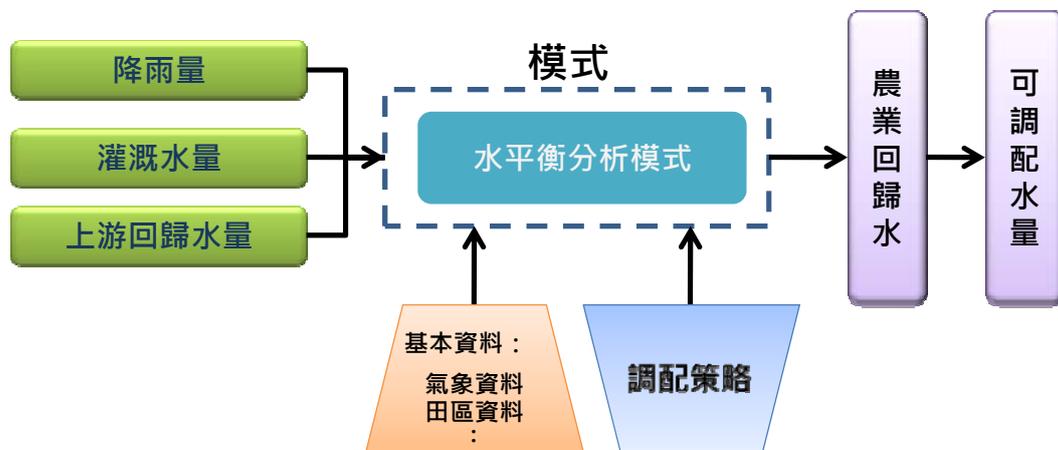


圖 3.4.1 回歸水推估分析流程圖

為了解影響回歸水之各項因子，以作為模式建立之參考，以下分別就影響回歸水之各項因子，包括田區入流量(降雨量、灌溉引水量、上游回歸水量)、灌溉方式、作物需水量與氣候資料、田區地質環境資料和地下水位等，分述如下

一、田區入流量

田區入流量(包含降雨量)大小可直接影響回歸水量變化情形，當入流量大於田區可蓄留水量時，多餘水量即以地表逕流方式(田區逕流量，含田埂及田埂缺口溢流量)產生於灌區下游水路，若入流量未超過田區可蓄留水量，則回歸水部分僅可能有田埂水平滲流量和田區水平滲流量，而無法於下游產生地表回歸水(田區逕流量)。

二、灌溉方式

除了田區引用水量直接影響回歸水變化情形外，不同灌溉方式對回歸水之產生亦有影響，目前台灣水稻之灌溉方式主要可分為續灌與輪灌二種，以續灌方式而言，除施肥、晒田及收割前約二週共約廿日，進行排水不灌溉外(周禮，1953；陳買，1977；台北市七星農田水利研究發展基金會與農業工程研究中心，1998)，田間每日引水灌溉以保持適當之田間湛水深，因此在田間穩定管理的條件下，每日之田間湛水深應可視為定值，因此續灌制度下的每日回歸水量變化較小；在採用輪灌方式引灌的地區，由於採適時、適量，依序供水之科學管理，並非每日供水至田區，以桃園大圳灌區為例，約 3~6 天輪灌一次，在水田實施輪流灌溉的制度下，水田田面湛水深自引灌足夠水量時，達最大湛水深後，即由於停止供水，其田面湛水深將逐日遞減，而回歸水量亦因湛水深之遞減而改變。

三、作物需水量與氣候資料

作物需水量係指作物生長各階段所需水量之總和，包括作物葉面

蒸散及水面或田面蒸發量，故亦稱為作物蒸發散量。對一灌溉系統而言，其灌溉消耗水量僅為維持作物正常生長所需的蒸發散量，因此作物蒸發散量亦稱為灌溉絕對消耗水量。作物蒸發散量與回歸水量之關係密切，如 Oad 等(1997)以小型滲漏儀(Small Lysimeters)進行實驗觀測，依據 1992 至 1994 年資料獲得回歸水量與作物蒸發散量之關係式如下：

$$R / A_p = 0.34(A_p / ET) - 28.3 \dots\dots\dots (3.4.1)$$

式中 R 為回歸水量， A_p 為引用水量， ET 為作物蒸發散量；式中比值之單位為%。顯示在相同之引用水量下，回歸水量隨著作物蒸發散量之增加而減少。

影響作物蒸發散量之因子包括作物耗水特性、氣象因子、土壤性質及耕種方法等；其中主要受作物耗水特性與氣象因子兩大要素所支配；例如，在作物生長初期，作物葉面小而地表面積大，而當作物生長至某一程度即轉變成葉面大而地表面積小，因此其作物蒸發散量將有所差異；此外，葉面蒸散受作物生長因子之影響較大，而田面蒸發則較受氣象因子之影響較大。根據 Briggs 與 Shantz 之調查研究，影響作物蒸發散量最顯著之氣象因子為蒸發量及日照，再次是氣溫，而風速之影響頗低，其中又以蒸發量之相關係數最高，達 0.93(施嘉昌等，1984)，主要氣象因子與作物蒸發散量之相關性如表 3.4.1 所示。

表 3.4.1 氣象因子與作物蒸發散量之關係

氣象因子	相關係數
蒸發量	0.93
日照	0.89
氣溫	0.86
濕度	0.84
風速	0.35

資料來源：施嘉昌等，1984。

作物蒸發散量估算的方法大致可分為直接法與間接法兩種。直接法主要有水收支法、地下水位變動法、土壤水分遞減法、滲漏計法、累積法、能量平衡法等；直接法之優點為可求得實際的作物蒸發散量，唯易受現地條件及量測儀器的影響，產生各種誤差且須耗費較大之勞力及經費。至於間接估算的方式，主要有熱能平衡法及蒸汽傳導法等。其方法大多依據各地區之區域特性及作物生長期間的主要氣象因子，以物理原理為基礎進行歸納推導所獲得之經驗公式，雖然在計算上需要區域之氣象資料，但確是較為簡便的方法。

作物蒸發散量參考值之定義為區域範圍大的田間，不會受到土壤水分、養分等條件限制，土壤能供給充分的水分跟養分，讓作物具有最大生長和產量的潛能，以 $ET_0(\text{mm/day})$ 表示。國際糧農組織 FAO 於 1977 年建議使用 Modified Penman Method，為台灣氣象資料應用上，能夠準確實用地作為推估的方法，此方法假設田區範圍為大面積，土壤能提供充足水份與養分。因此以氣象因子與作物因子決定 ET_{crop} ，氣象因子以作物蒸發散量參考值(Reference Crop Evapotranspiration, ET_0)為指標，作物因子則以作物係數(Crop Coefficient, K_c)為指標，則作物需水量為：

$$ET_{\text{crop}} = K_c \cdot ET_0 \dots\dots\dots (3.4.2)$$

其作物係數 K_c 因期作而有所不同，且與作物的生長階段有關，評估作物生長階段可用插秧後日數，或是累積生育度數，進而評估作物係數，其生育度數定義為：在特定的生育期中，每日的平均溫度減基礎生長溫度的總和(連宛渝，2000)。不同作物在不同的生長時期有不同的作物係數，依作物係數評定作物蒸發散量，以水稻而言約為 0.95~1.35 之間。表 3.4.2 提出對於水稻各生育時期相對應之作物係數，其為台灣地區實驗所得，故某些階段之作物係數低於 1，並指出相對應於水稻生育階段所應累積之生育度數，其基礎生長溫度為 9°C 。

表 3.4.2 水稻各生育階段之作物係數與累積生育度數

累積生育度數(°C)	作物係數(Kc)		生育天數	生育階段
	一期作	二期作		
185	0.6	1.0	1~15	插秧期
381	1.0	1.3	16~30	分蘗初期
589	1.3	1.6	31~45	分蘗末期
808	1.5	1.7	46~60	抽穗開花初期
1032	1.5	1.6	61~75	抽穗開花末期
1259	1.4	1.4	76~90	成熟初期
1487	1.1	1.0	91~105	成熟中期
1715	0.6	0.5	106~120	成熟末期

資料來源：灌溉與排水原理

另一作物蒸發散量參考值 ET_0 為均勻種植 8~15cm 高度之廣大面積，在土壤不缺乏水份與養份之情況下，具有良好生長，與地面綠草覆蓋完全之蒸發散量， ET_0 在本研究中將以 Penman Method 進行推估，如前述(3.4.2)式。本計畫目前已蒐集彰化地區近十年各月份之雨量資料及彰化地區之氣候監測資料詳如附錄一所示。

四、水田滲漏量之推估

水田間垂直下滲與橫向滲漏之和稱為滲漏量，為十分複雜的入滲過程，其滲漏量大小受到土壤質地、田區內湛水深、水溫、地下水位高低、作物根系之發展等種種因子之影響而有所差異。由於水稻之蒸散與水面之蒸發雖因地點不同而有差異，但受水稻本身與氣候控制，其變化有一定限度。水田滲漏量因受到土壤質地、耕作年限及田面坡度等因素，將影響其多寡，雖然土壤屬相同性質，若因使用越長，其土壤壓實度趨更密，其水田滲漏量將少於新生水田。而受到地形坡度影響，根據前台灣省水利局(1978)試驗結果，當田面坡度在 1% 內，對其水田滲漏量較不影響，田面坡度大於 1% 時，則水田滲漏量將依序遞減 1mm/day。

在水田滲漏量之推求，可利用滲漏計觀測分離出滲漏量(鄭建民，「水田滲漏量之探討」，1978)，但此法預耗費許多人力物力。因此，以往前人之研究中，大多根據台灣省經濟部水利處設計規範所用經驗公式，為台灣地區水稻田入滲率估算方法之一。此公式目前推斷可追溯至二十世紀初期由外國人在台灣番仔田所作之田間試驗而得，其中入滲率之單位原為該國之常用單位，非目前所使用之單位 mm/day，已經過單位之轉換過程，而產生 240 之運算係數，但其轉換過程因年代久遠，目前正由國內灌溉方面之專家考證中，其計算公式如下：

$$P = \frac{240}{s \cdot I} \dots\dots\dots (3.4.3)$$

式中 P 為滲漏量(mm/day)、s 為 0.005 公厘以下黏土粒重量百分率、I 為土壤滲漏係數，隨 s 之變化而定，不同土壤滲漏量之估算值如表 3.4.3 所示。

表 3.4.3 水利局經驗公式對不同土壤滲漏量之估算值

土壤種類	粘粒含量(S)	係數(I)	滲漏量(mm/day)
砂質礫土	1.6	1	150
礫質砂土	5	1.1	43.7
砂土	8	1.2	25
壤質砂土	11.6	1.3	15.9
砂質壤土	14.9	1.4	11.5
壤土	18.2	1.5	8.8
粘質壤土	21.9	1.6	6.85
粘質植土	27	1.7	5.24
粘土	33	1.8	4.04
中粘土	40	1.9	3.16
重粘土	49	2	2.45

資料來源：甘俊二，灌溉系統配水技術之分析研究，1979。

四、田區地質環境資料

水田田間需水量包括作物蒸發散量與水田滲漏量，其中滲漏之水量因可能回歸至河道、灌溉排水路中或進入地下含水層，提供下游田區再行引用，或作為地下水補注之用，亦即水田滲漏量中之回歸水乃具有一再重複利用之特性，而深層滲漏可對地下水進行補注。亦即水田的滲漏除部份成為地下水外，其餘皆可轉變成地下回歸水而於下游或低窪處流出，提供下游灌區回歸再利用；以水田為例，灌溉期間由於水稻生長之需要，其田面常需保持一定之湛水深，在水量充足的條件下，水田的滲漏將會持續發生，又因台灣之地形坡度較陡，上游灌區所滲漏之地下回歸水可作為下游灌區的灌溉水源，因此若能有效利用此回歸水量作為下游灌溉或環境生態等各項標的用水，將可提高單位水量的利用率。

水稻田區的硬盤層對於水田滲漏量具有非常關鍵性的影響，由於水田在整田耕耘階段當中，反覆的耕犁，包括翻土、耙犁、攪混及整平等過程，耕犁層底下之土壤不僅受到獸力或機械之壓力作用，亦因上述整田過程造成耕犁層黏粒之分散、沈積與壓密，形成一層具有低導水係數之阻水層，即硬盤層，由於硬盤層的低滲透性，造成對垂直滲漏之高阻抗性，使得水田之深層滲漏量降低。

水田的滲漏依其在土壤內的移動方向可分為垂直向的深層滲漏與水平向的田區水平滲流與田埂水平滲流；由於台灣地區大部份的田區在相隔田區坵塊間設有排水路以利排水，且台灣自實施休耕轉作計畫後，造成水田與旱作並列，因此田區滲漏量除了深層滲漏外，其水平滲流量亦相當可觀，茲就田區深層滲漏與水平滲流的情形說明如下：

(一)深層滲漏

台灣之水田灌溉，除了施肥、晒田及收割前約二週進行排水不灌溉外，其餘時間不論續灌或輪灌，在大部分之時間，田間均

有適當之湛水深，亦即台灣之水田灌溉乃屬湛水灌溉；惟由於晒田排水等過程或實施輪流灌溉，使得在引水進入田區灌溉或田區降雨之前，田間之耕犁層土壤之含水量可能為未飽和，則灌溉或降雨時，其田面初期入滲水分，將受到土壤分子力之作用被吸附於土粒表面，形成薄膜水；此時之入滲率較大。其後灌溉或降雨不斷滲入土壤，增加土壤含水量，入滲率逐漸減小，直至土壤達飽和含水量時的穩定入滲率。當土壤達飽和含水量時，水分受重力作用繼續向下運動(林三益，2001)。此時之灌溉或降雨量，在未產生田間逕流量之前，除部份蓄留在土壤中外，其餘之水量因土層的透水性而繼續往下移動，當上層土壤之含水量已達田間容水量時，多餘水量向下移動穿過硬盤層至地下含水層，此部份之水量稱為深層滲漏量，為作物根系無法利用，故對根系土壤而言，深層滲漏可視為無效水量，但為灌溉操作之必要水量，且可對地下水進行補注，由於水田為湛水灌溉，水稻栽培期間，田間土壤幾乎持續呈飽和狀態，因此垂直滲漏於灌溉期間將持續不斷發生。對於垂直滲漏量的估算，張文亮(1993、1994)以達西公式及質量不減定理推導未飽和土壤之深層滲漏率，以計算不同深度的土壤深層滲漏量。陳焜耀及沈克毅(1995)，則以達西定理計算具有硬盤層的土壤垂直滲漏量，張嘉軒(1996)則採用土壤排水方程式(Bauer，1974)及水文連續方程式計算深層滲漏量。

(二)水平滲流

水平滲流可區分為田區水平滲流與田埂水平滲流，其產生之原因為田埂兩側之水頭差及硬盤層的影響，使滲漏水由上游往下游移動，上游田區產生之水平滲流量可繼續滲漏至下游田區供灌溉之用，或產生於下游排水路中。一般而言，丘陵地帶、傾斜地等階梯狀之水田，灌溉水除垂直滲漏外，其水量會因水田上下兩坵塊間之水頭差關係，形成橫向的滲漏。由於台灣大部份灌區的

水田坵塊在地形上通常都有高程差存在，因此水田的滲漏在地形因素的影響之下，可由上游往下游產生水平滲流，且灌區經農地重劃後，田區旁均設有排水路，使得水平滲流的現象更形顯著。水平滲流多發生於田埂及排水溝之側壁，當田埂兩側有水位差或田區旁有排水路存在時，即會發生水平滲流，滲流量的多寡受地形坡度、滲漏面積、田間蓄水情形及側壁滲漏性質等因素影響，在水田灌溉期間，上游灌區所產生的水平滲流量可由相鄰坵塊間的田埂流往下游田區，供下游田區使用，因此對灌溉系統而言，相鄰田間之水平滲流量可重複利用，而非水分損失，在灌溉水路及下游處湧出之水量均可視為回歸水。

由上述可知水田總滲漏量為深層滲漏量與水平滲流量之和，若以水收支原理的觀點視之，水田滲漏量在形式上雖屬損失水量，但因水田滲漏量具有涵養地下水與轉變成回歸水供再次利用的功能，因此實質上水田滲漏量可視為具有回歸利用特性的水量。

至於垂直滲漏量與水平滲流量之比例關係，由民國 44~46 年間於嘉南農田水利會中營輪灌試驗所進行之水平滲流試驗，顯示在不同坡度下，水平滲流量與與垂直滲漏量之比例關係如表 3.4.4 所示，林癸妙(1998)，以雲林地區之水田資料利用解析模式進行推估得水平滲流量與之垂直滲漏量比例約為 1：5。

表 3.4.4 不同坡度的水平滲流量與垂直滲漏量之比例

地面坡度	水平滲流量與垂直滲漏量之比例
<1%	0.06
1~3%	0.08
3~8%	0.10
8~15%	0.12

資料來源：駱安華(1962)

五、地下水位

地下水位之高低，與滲漏有密切關係，根據毛細管理論，土壤中毛細管水分之上升高度，與土壤孔徑成反比；不同土壤之最大毛細管水之上升高度如表 3.4.5 所示。受毛細管水之影響，當地下水位低時，田間滲漏量較大，反之地下水位較高時，滲漏量則較小，業經 Wopereis(1992, 1994)由實地試驗證實水田滲漏量在較深之地下水位面 (>2m)時會比地下水位面較淺時為大。

駱安華(1962)根據實地觀察與試驗證明指出，大致而言，當地下水位距離地表 2 公尺以上時，對滲漏量之影響已趨穩定，地下水位對田間滲漏之影響修正值關係如表 3.4.6 所示，由於滲漏量大小將影響地下回歸水量，因此滲漏量之估計極為重要，為精確估計滲漏量，駱安華(1962)將地下水對滲漏的影響納入對於滲漏量估算的考量中，將垂直滲漏量與水平滲流量進行加總，以計算總滲漏量，其計算公式如(3.4.4)式所示。

$$P = P_v + (S_a \times P_v) + G_w ; \dots\dots\dots (3.4.4)$$

式中 P ：田間滲漏量(mm/day)， P_v ：垂直滲漏量(mm/day)， S_a ：水平滲流量增加率(0.06~0.12)， G_w ：地下水位對田間滲漏量之影響修正值(mm/day)。

表 3.4.5 不同土壤之最大毛細管水上升高度

土壤種類	黏土	黏壤土	砂壤土	砂土
最大毛細管水上升高度(cm)	200~400	150~300	100~150	50~100

資料來源：林三益(2001)

表 3.4.6 地下水位對田間滲漏量之影響修正值

地下水距離地面之深度(m)	對滲漏量之影響修正值(mm/month)
>2	0
1~2	-3
<1	-6

註：負號表示減少。

資料來源：駱安華(1962)

農業回歸水推估之水源如圖 3.4.2 所示，本研究利用土地使用地籍圖層將研究區域區分為五大類，分別為住宅用地、工業用地、農業用地、水利用地、其他用地(包含機關學校與公園綠地)，而研究區域水源來源主要來自三類，依序為降雨、農業灌溉水源以及上游回歸水等。本研究將配合河川或渠道上下游所設置之監測站量測資料，運用所發展之水平衡模式推估農業回歸水量，然而，上下游監測所量測之水量差值並非完全屬於農業回歸水量，其中應包含區域都市排水量部分，所以首先需釐清都市排水量所佔比例，運用合理化公式推估降雨逕流，以及配合研究區域人口數與每人每日產生廢水量推算民生廢水量與單位面積農業用水產生之單位面積回歸水收集量進行估算。

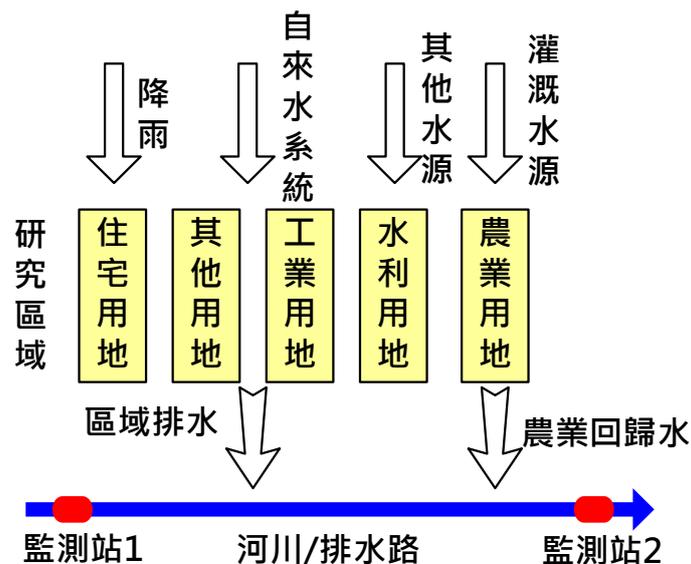


圖 3.4.2 農業回歸水推估示意圖

本計畫採用水利會所提供之 99 年度與 100 年度實際供水量進行計算回歸水暨餘水量，彰化農田水利會之系統與灌區如表 3.4.7 所示，本計畫並針對濁水溪、荖仔埤圳、同源圳、八堡圳、永基二圳、永基三圳、福馬圳、上埤幹線、下埤幹線、番子田圳、東西二圳、東西三圳進行分析。荖仔埤入流量如圖 3.4.3~圖 3.4.4 所示。荖仔埤圳 99 年第二期稻作平均日引灌水量為 11.38 mm/day，100 年第一期稻作平均日引灌水量為 8.59 mm/day。濁水溪全灌區 99 年第二期稻作平均日引灌水量為 11.66 mm/day、100 年第一期稻作平均日引灌水量為 8.88 mm/day。表 3.4.8 與表 3.4.9 分別顯示回歸水暨餘水量荖仔埤圳灌區輪灌與續灌所得之各期稻作平均每日回歸水暨餘水、降雨逕流量。荖仔埤圳灌區面積約 9,659 公頃，平均每日所產生之回歸水量約為 18~21 萬噸，餘水量約為 20 萬噸，主要取決於降雨條件。荖仔埤圳回歸水量輪灌與續灌之變化如圖 3.4.5~圖 3.4.18 所示。濁水溪整個灌區耕作面積約為 31,752 公頃，平均每日所產生之回歸水量約為 70~77 萬噸，餘水量約為 11~35 萬噸。荖仔埤圳之總回歸水暨餘水量與總蒸發散量、總入滲量所各占之比例如圖 3.4.5、圖 3.4.6、圖 3.4.13 及圖 3.4.14 所示，而濁水溪全灌區之總回歸水暨餘水量與總蒸發散量、總入滲量所各占之比例如圖 3.4.19 與圖 3.4.22 所示。最後模擬結果得知，荖仔埤圳 99 年第二期作平均每日每公頃回歸水量為 24.51 噸，荖仔埤圳 100 年第一期以輪灌方式之平均每日每公頃回歸水量為 16.47 噸。濁水溪 99 年第二期作平均每日每公頃回歸水量為 21.30 噸，濁水溪 100 年第一期以輪灌方式之平均每日每公頃回歸水量為 18.78 噸。其餘各圳路之回歸水及餘水量如表 3.4.12~表 3.4.31 所示。

表 3.4.7 彰化農田水利會灌溉系統與圳路

系統別	渠道（圳路）別	灌區別
烏溪	貓羅溪	上埤幹線
		下埤幹線
		番子田圳
	東西圳	東西二圳
		東西三圳
	福馬圳	六股圳
		四股圳
		新埤舊圳
	濁水溪	同源圳
炭寮支線		
舊圳支線		
第一支線		
八堡圳		八堡一圳
		八堡二圳
荊仔埤圳		荊仔埤幹線
		永基二圳
		永基三圳
		深耕二圳
		深耕三圳
舊濁水溪		舊濁水溪南岸
		舊濁水溪北岸
頭汴埤		頭汴圳
		新圳

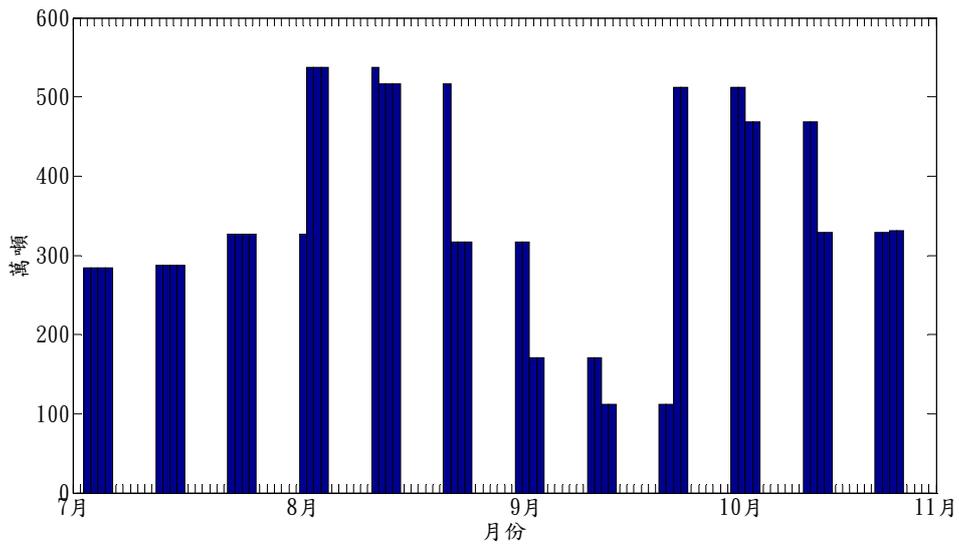


圖 3.4.3 荊仔埤圳 99 年二期作輪灌入流量

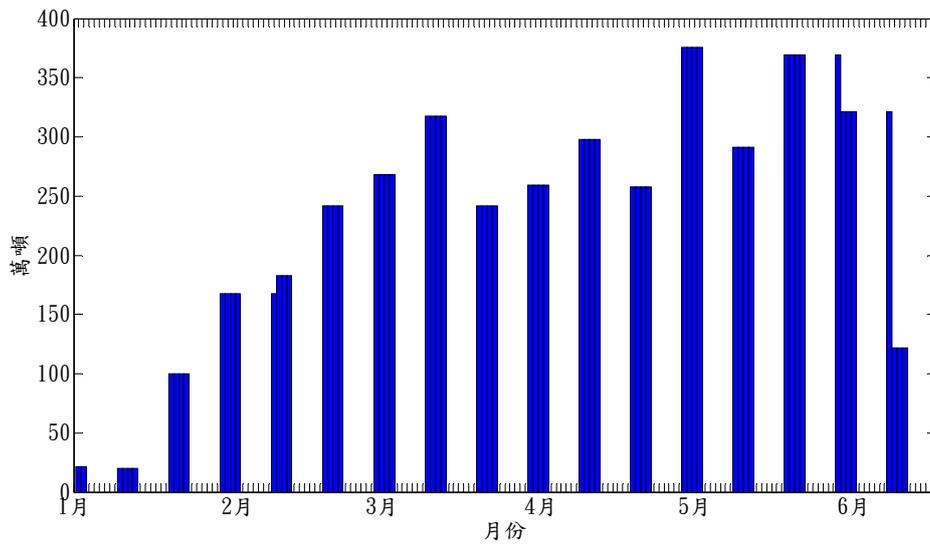


圖 3.4.4 荊仔埤圳 100 年一期作輪灌入流量

表 3.4.8 荊仔埤圳輪灌方式回歸水暨餘水量

輪灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
20.38	11.59
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
20.65	6.88
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
23.85	2.17

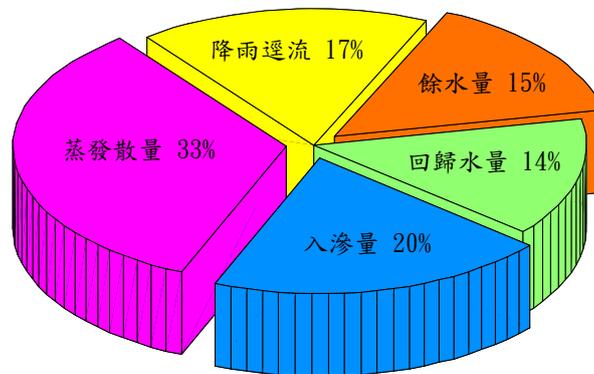


圖 3.4.5 荊仔埤圳 99 年二期作輪灌用水量比例

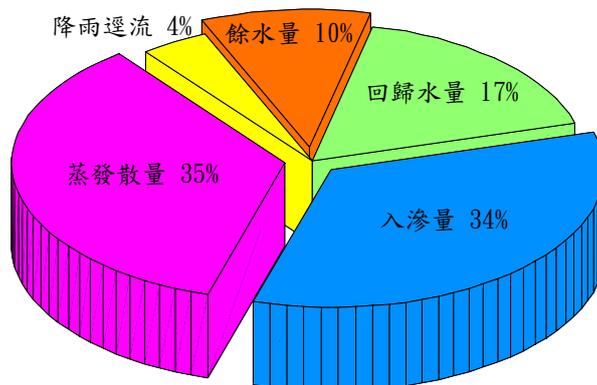


圖 3.4.6 荊仔埤圳 100 年一期作輪灌用水量比例

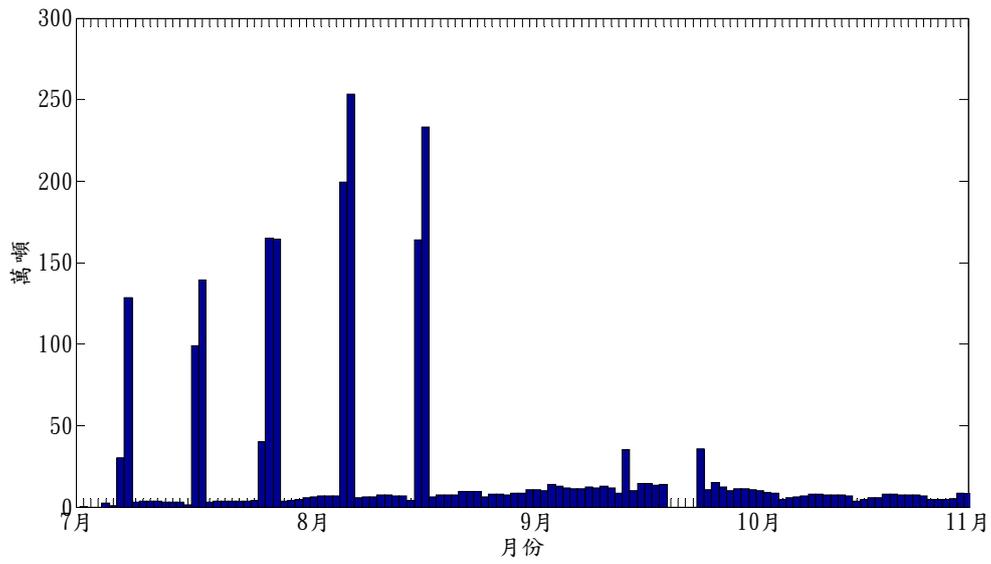


圖 3.4.7 荊仔埤圳 99 年二期作輪灌回歸水量

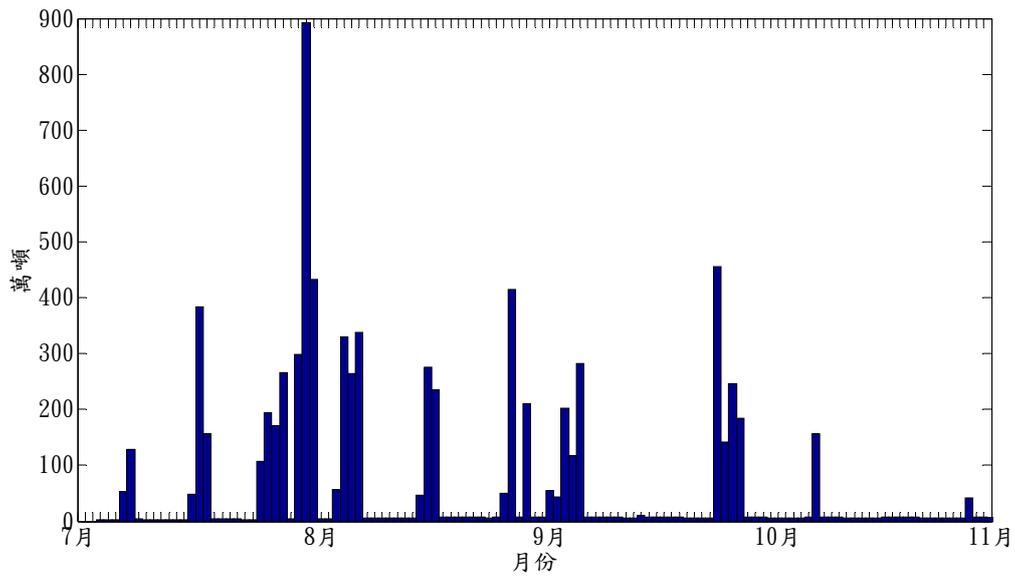


圖 3.4.8 荊仔埤圳 99 年二期作輪灌回歸水暨餘水量

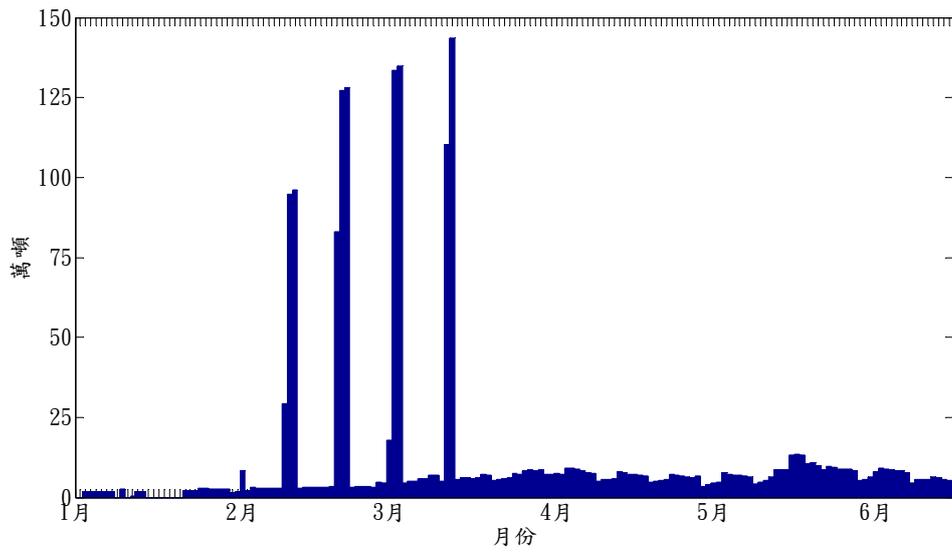


圖 3.4.9 荊仔埤圳 100 年一期作輪灌回歸水量

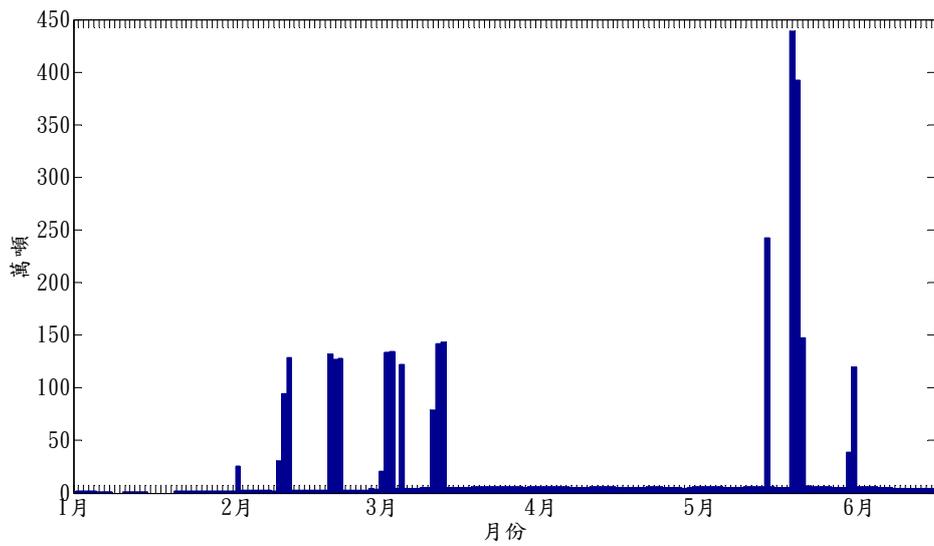


圖 3.4.10 荊仔埤圳 100 年一期作輪灌回歸水暨餘水量

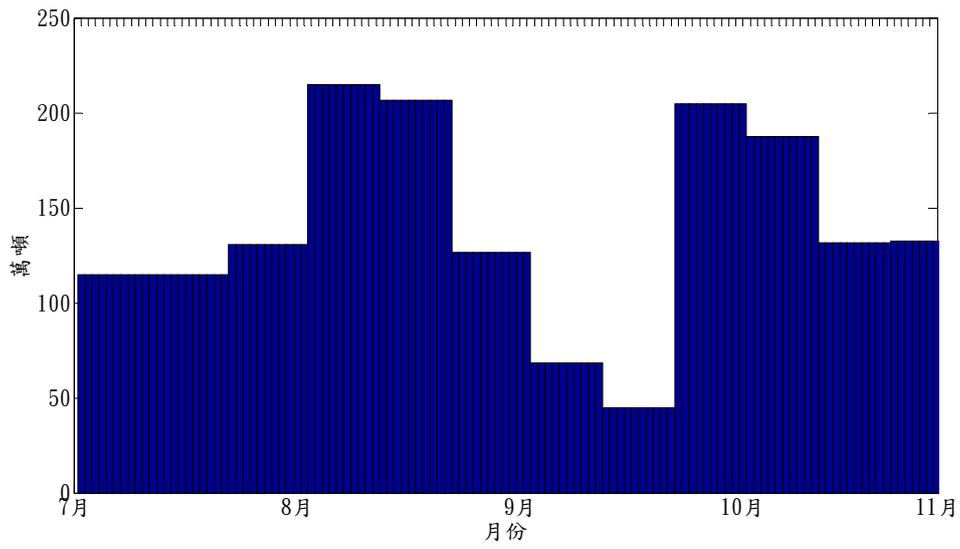


圖 3.4.11 荊仔埤圳 99 年二期作續灌入流量

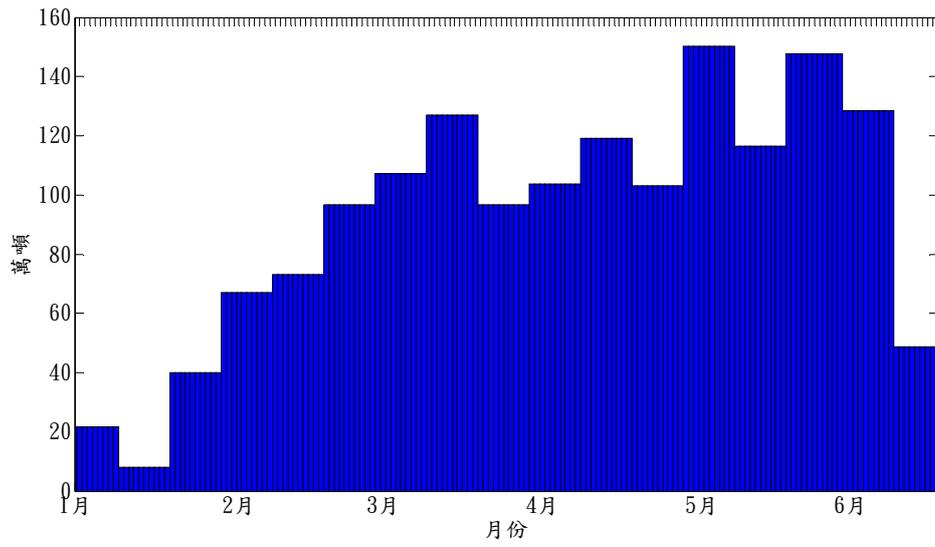


圖 3.4.12 荊仔埤圳 100 年一期作續灌入流量

表 3.4.9 荊仔埤圳續灌方式回歸水暨餘水量

續灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
23.98	15.05
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
23.55	7.48
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
26.41	3.86

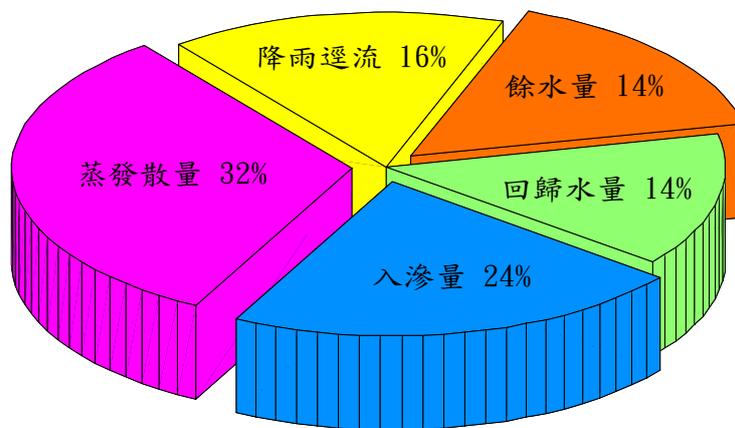


圖 3.4.13 荊仔埤圳 99 年二期作續灌用水量比例

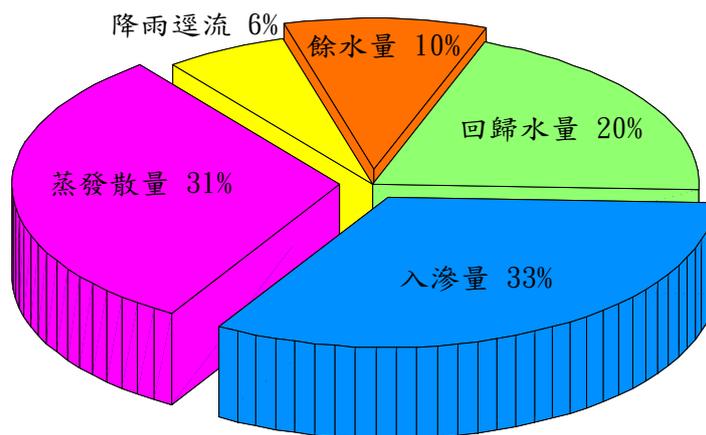


圖 3.4.14 荊仔埤圳 100 年一期作續灌用水量比例

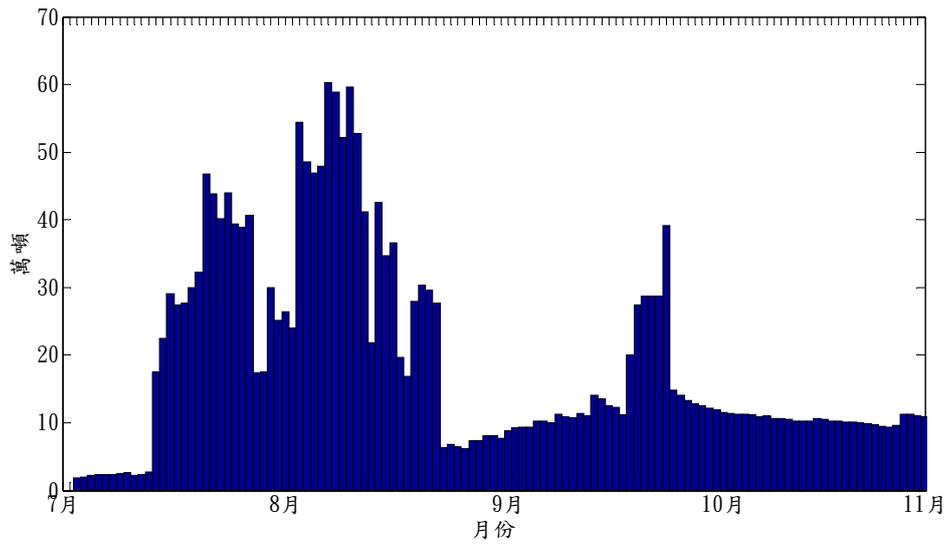


圖 3.4.15 荊仔埤圳 99 年二期作續灌回歸水量

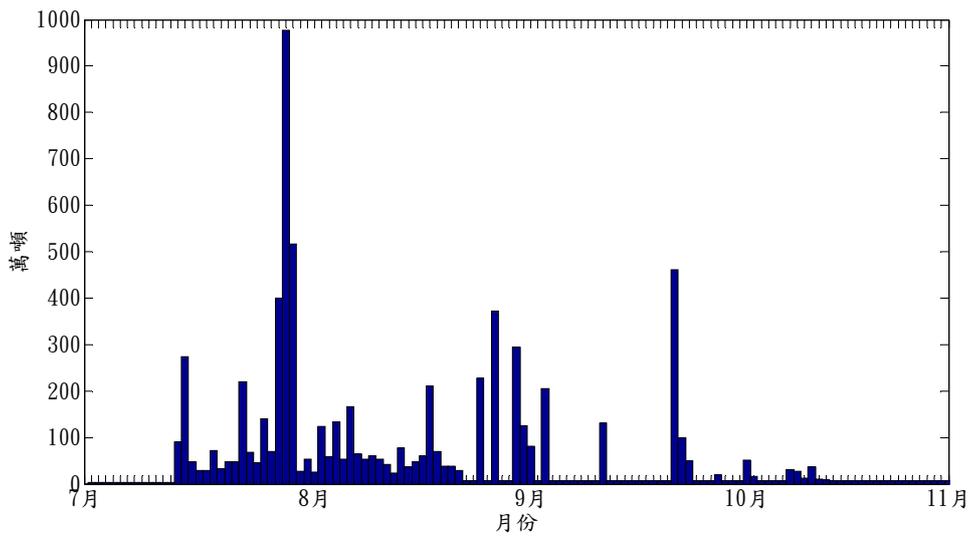


圖 3.4.16 荊仔埤圳 99 年二期作續灌回歸水暨餘水量

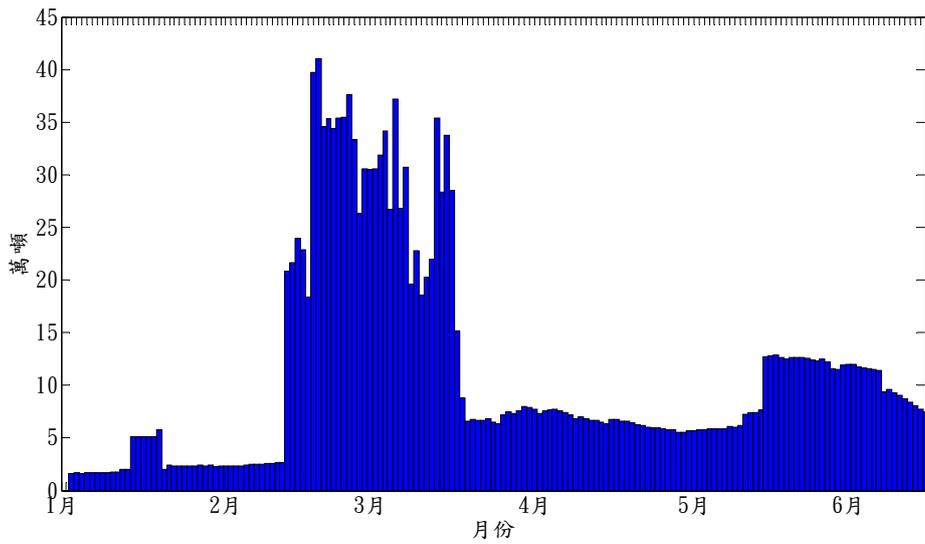


圖 3.4.17 荊仔埤圳 100 年一期作續灌回歸水量

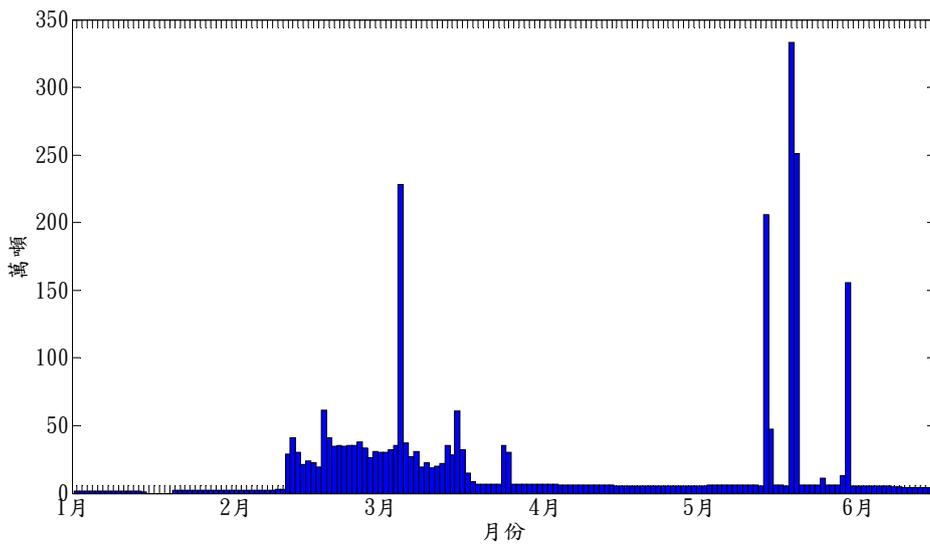


圖 3.4.18 荊仔埤圳 100 年一期作續灌回歸水暨餘水量

表 3.4.10 濁水溪輪灌方式回歸水暨餘水量

輪灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
58.96	43.95
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
73.31	13.88
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
100.41	25.92

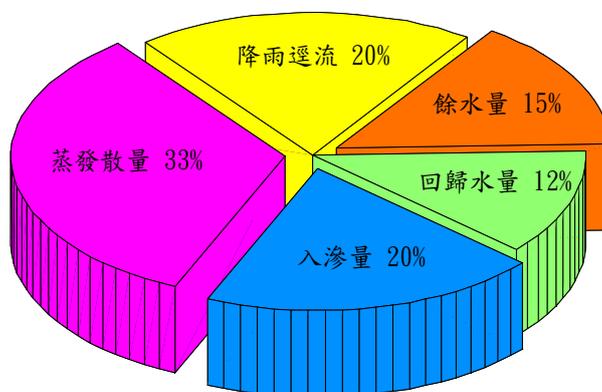


圖 3.4.19 濁水溪 99 年二期作輪灌用水量比例

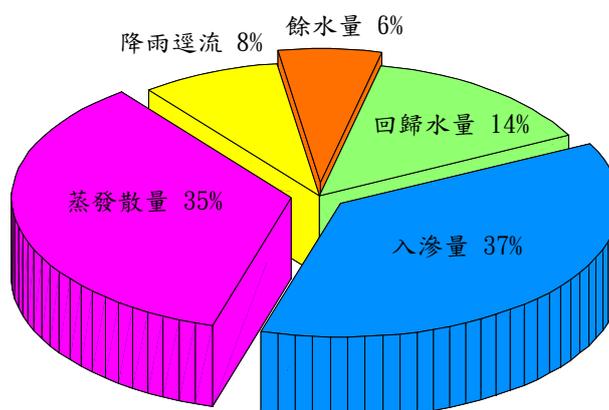


圖 3.4.20 濁水溪 100 年一期作輪灌用水量比例

表 3.4.11 濁水溪續灌方式回歸水暨餘水量

續灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
70.41	61.12
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
66.23	13.04
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
104.46	27.46

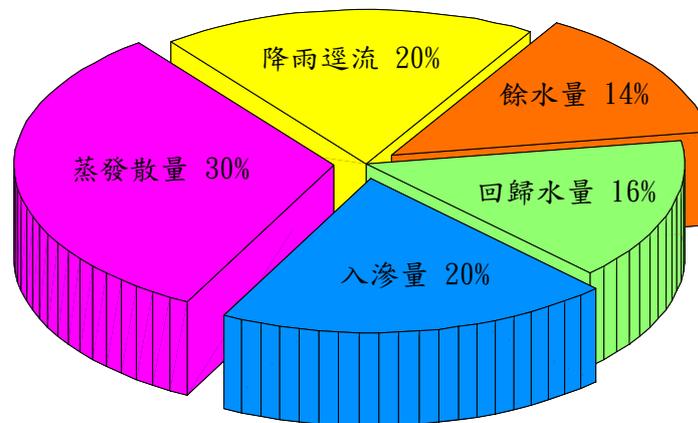


圖 3.4.21 濁水溪 99 年二期作續灌用水量比例

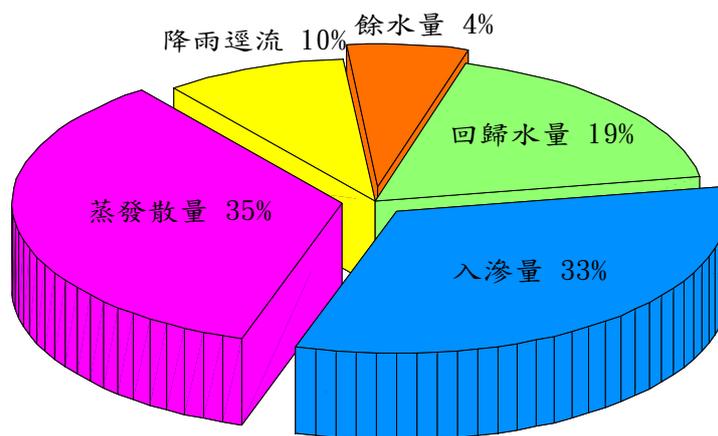


圖 3.4.22 濁水溪 100 年一期作續灌用水量比例年一期作輪灌回歸水量暨餘水量

表 3.4.12 八堡圳輪灌方式回歸水暨餘水量

輪灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
27.57	14.14
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
28.95	7.64
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
32.95	3.82

表 3.4.13 八堡圳續灌方式回歸水暨餘水量

續灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
32.57	20.76
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
29.62	11.22
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
33.48	5.61

表 3.4.14 上埤幹線輪灌方式回歸水暨餘水量

輪灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
0.62	1.08
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
0.37	0.35
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
0.42	0.17

表 3.4.15 上埤幹線續灌方式回歸水暨餘水量

續灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
0.70	1.08
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
0.38	0.38
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
0.47	0.2

表 3.4.16 下埤幹線輪灌方式回歸水暨餘水量

輪灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
4.03	4.34
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
2.88	2.69
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
4.01	2.01

表 3.4.17 下埤幹線續灌方式回歸水暨餘水量

續灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
4.31	4.81
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
3.89	2.88
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
5.11	2.01

表 3.4.18 永基二圳輪灌方式回歸水暨餘水量

輪灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
6.77	2.48
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
5.89	2.01
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
7.43	2.20

表 3.4.19 永基二圳續灌方式回歸水暨餘水量

續灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
7.14	2.51
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
6.34	2.42
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
7.20	2.20

表 3.4.20 永基三圳輪灌方式回歸水暨餘水量

輪灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
1.61	1.01
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
1.68	0.59
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
1.90	0.30

表 3.4.21 永基三圳續灌方式回歸水暨餘水量

續灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
1.94	1.11
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
2.03	0.61
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
2.56	0.35

表 3.4.22 同源圳輪灌方式回歸水暨餘水量

輪灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
3.38	3.98
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
3.50	1.96
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
3.98	1.00

表 3.4.23 同源圳續灌方式回歸水暨餘水量

續灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
3.67	3.59
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
3.58	2.04
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
4.00	1.02

表 3.4.24 東西二圳輪灌方式回歸水暨餘水量

輪灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
2.00	2.31
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
2.11	0.88
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
2.41	0.54

表 3.4.25 東西二圳續灌方式回歸水暨餘水量

續灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
2.14	2.48
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
2.15	0.97
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
2.53	0.55

表 3.4.26 東西三圳輪灌方式回歸水暨餘水量

輪灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
1.30	2.14
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
1.25	1.15
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
1.48	0.58

表 3.4.27 東西三圳續灌方式回歸水暨餘水量

續灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
1.34	2.76
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
1.34	1.17
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
1.98	0.73

表 3.4.28 番子田圳輪灌方式回歸水暨餘水量

輪灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
0.39	0.48
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
0.24	0.16
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
0.39	0.08

表 3.4.29 番子田圳續灌方式回歸水暨餘水量

續灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
0.43	0.48
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
0.31	0.17
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
0.41	0.10

表 3.4.30 福馬圳輪灌方式回歸水暨餘水量

輪灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
5.92	5.68
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
5.99	2.88
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
6.81	2.67

表 3.4.31 福馬圳續灌方式回歸水暨餘水量

續灌	
99 年第二期稻作	100 年第一期稻作
回歸水量(萬噸/日)	回歸水量(萬噸/日)
6.31	5.94
餘水量(萬噸/日)	餘水量(萬噸/日)
6.12	3.04
降雨逕流(萬噸/日)	降雨逕流(萬噸/日)
6.78	2.69

3-5 農業回歸水暨餘水可供調配水量及可靠度分析

在多元化水資源開發計畫中，欲利用農業回歸水暨餘水的水源量進行調配，初步建議可以負責農田事業管理的水利事業團體-農田水利會，作為用水調配的事業單位。借重各農田水利會之營運管理系統予以企業化方式營運管理，並聯合附近各用水單位配合水調配措施，形成有系統的回歸水暨餘水供水網路，甚至透過互相接駁或調配供水之方式串聯，有效利用農業回歸水暨餘水的水源量，穩定供應各標的用水需求，並增加用水效率。

一、水利會灌區回歸水暨餘水可供調配水量分析

灌溉後之回歸水利用為目前灌溉排水管理上有效利用水資源的良策，透過評估各農田水利會可供調配利用之回歸水暨餘水之水源水量，可作為水資源調配之參考依據。可供調配水量將依據前述所建立之農業回歸水暨餘水推估模式與觀測實證之流量分別進行：

(一) 農業回歸水量之分析

(二) 夜間灌溉未用剩餘水源可用量分析

(三) 農業期作間未用水源可用量分析

二、水利會灌區回歸水暨餘水供水可靠度分析

由於水利會灌區回歸水具有隨機性質與不確定性，歷年流量紀錄僅為眾多可能流量中之一組，因此由有效利用水資源的觀點，有必要探討水利會灌區回歸水現況及未來提供調配用水之可靠度。為建立供水可靠度分析模式，本計劃初步建議以灌區流量紀錄配合灌溉與調配用水需求量，模擬其年平均缺水率(即基準缺水率)，並由流量紀錄之統計特性配合時間序列方法，作為回歸水滿足現況或未來規劃供水量之分析基礎。

可靠度之定義，為某一系統在規定的環境條件與特定的範圍內，能順利達成預期效益之機率。而未來年平均缺水率大於基準缺水率之機率，稱之為風險度，表示回歸水無法達成功能改變後預期效益之機率。相反地，年平均缺水率小於基準缺水率之機率，稱之為可靠度，表示回歸水量達成預期目標之機率。有關回歸水供水可靠度的定義可表示如下：

$$R(x) = 1 - f(x) = \frac{N}{1000} \dots\dots\dots (3.5.1)$$

其中， $R(x)$ 代表回歸水供水可靠度之機率密度函數； $f(x)$ ：風險度，即合成流量未達成回歸水量預期效率之機率密度函數； N ：應用合成流量所得之年平均缺水率或指數小於基礎值之個數。

圖 3.5.1~圖 3.5.2 顯示荊仔埤圳於 99 年第二期稻作至 100 年第一期稻作回歸水量之可靠度分析成果。圖 3.5.3~圖 3.5.4 顯示濁水溪於 99 年第二期稻作至 100 年第一期稻作回歸水量之可靠度分析成果。

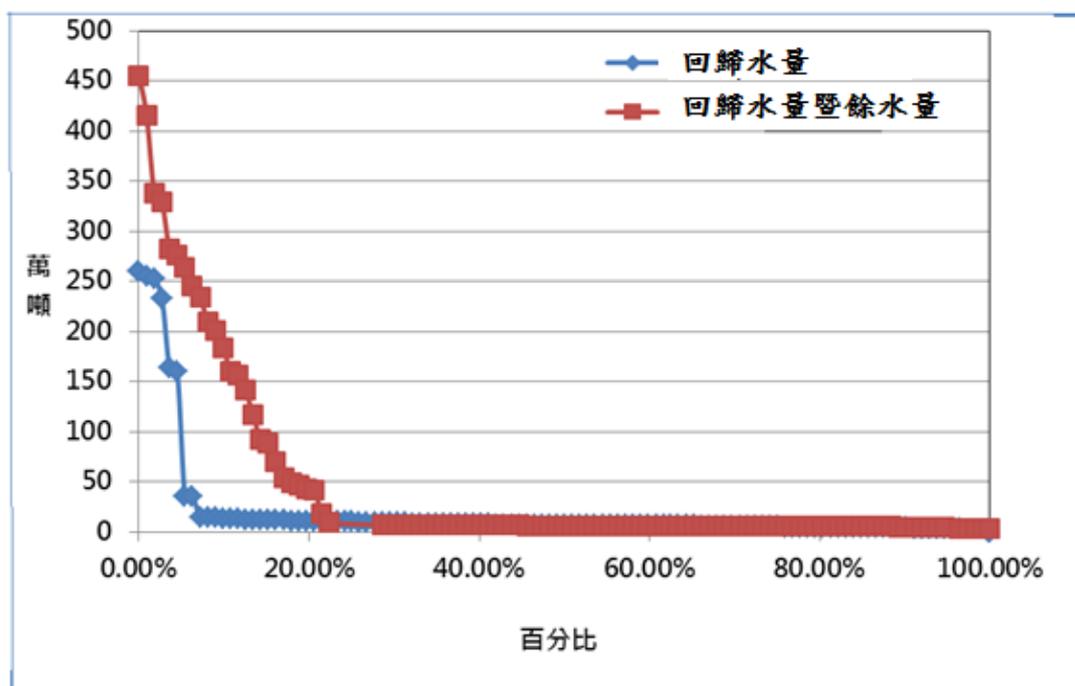


圖 3.5.1 荊仔埤圳 99 年第二期稻作回歸水暨餘水量可靠度分析圖

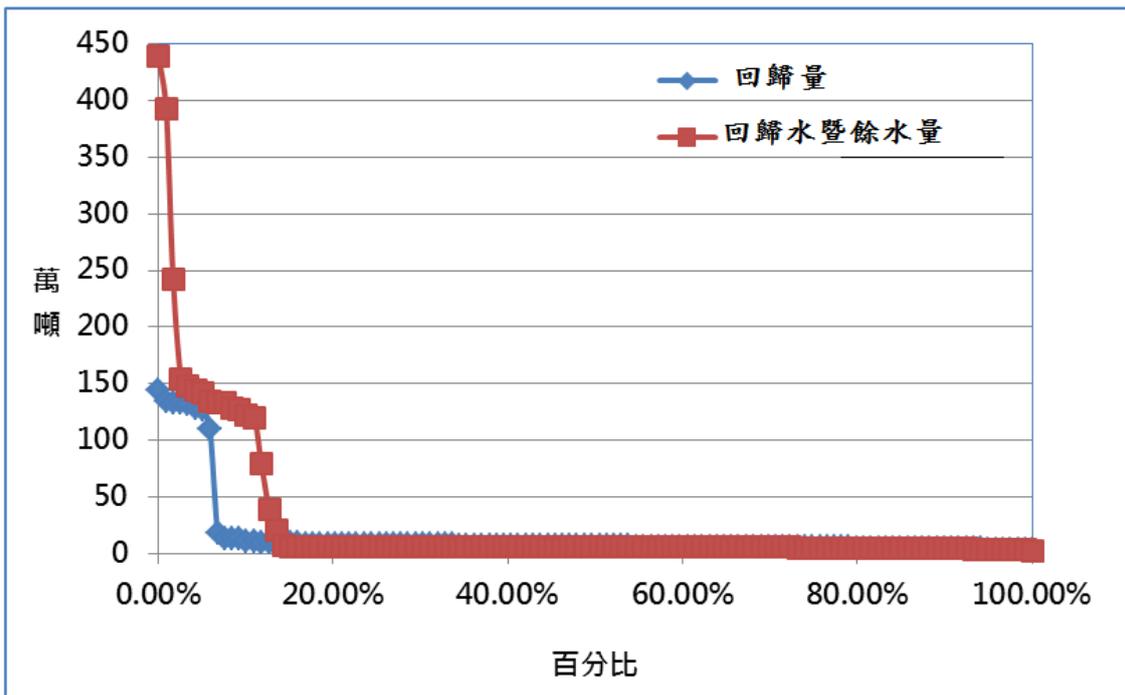


圖 3.5.2 荊仔埤圳 100 年第一期稻作回歸水暨餘水量可靠度分析圖

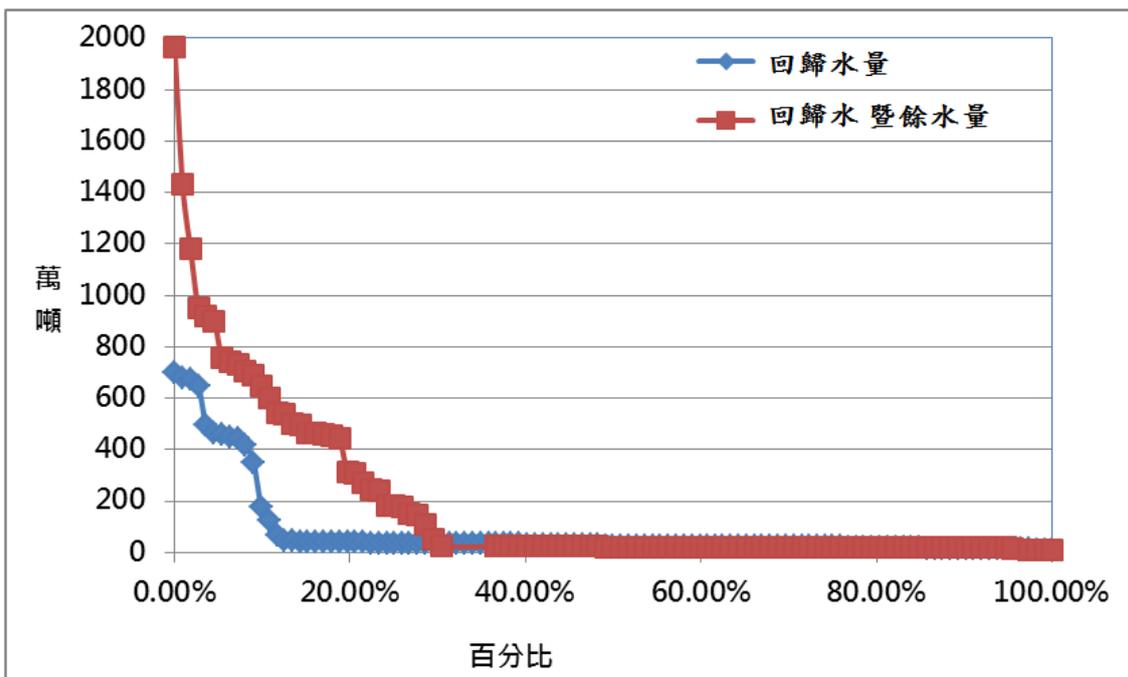


圖 3.5.3 濁水溪 99 年第二期稻作回歸水暨餘水量可靠度分析圖

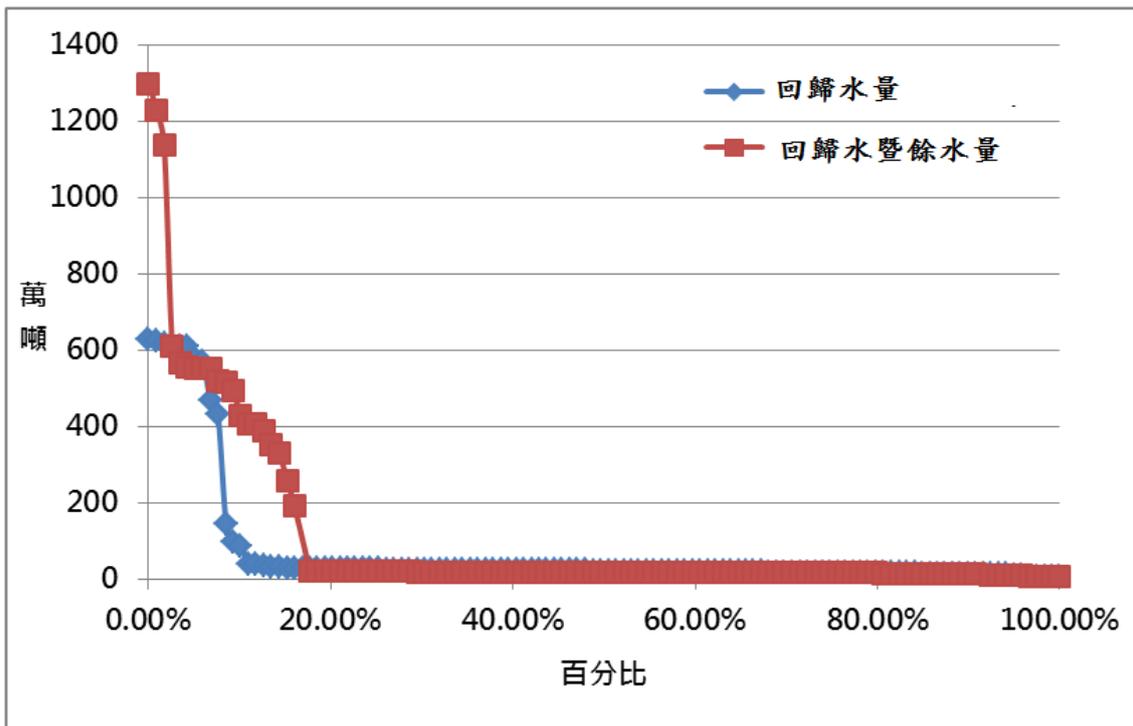


圖 3.5.4 濁水溪 100 年第一期稻作回歸水暨餘水量可靠度分析圖

第四章 農業回歸水暨餘水水質分析調查評估 (含工業用水、民生用水)之需求水質調查

4-1 農業回歸水暨餘水水質調查評估

一、水質監測站設置位置

本計畫共規劃 6 處水質監視點，包含溪洲工作站、溪洲田區、清水橋、大城 1、大城 2 以及大城田區。此外，本計畫另於彰化縣政府水利資源處計畫田區(約位於溪洲田區下游 150 公尺處)執行水質採樣檢測工作。其相對位置如圖 4.1 所示。其中 2 處田區已完成現地溝渠的開挖以及儀器設備的建置。

各採樣監測點周邊渠道名稱以及相對位置如圖 4.2~4.4 所示。溪洲工作站採樣點位於溪下路四段旁之荊仔埤圳渠道，水樣採集自荊仔埤幹線。溪洲田區則位於溪洲工作站西南方 1.5 公里處，該田區水源引用荊仔埤幹線第六主給。大城鄉共 3 處採樣點，名為大城 1，大城 2 以及大城田區。大城 1 地點位於萬安宮後方，為西港支線源頭；大城 2 則位於頂庄排水支線及西港支線交界，為西港支線末流，水量較少。大城田區位於永光國小校門對面，青埔路路旁，該農地 99 年二期作種植豆科植物，100 年 1 期作種植水稻。其水源引灌西港支線直灌第 8 主給。

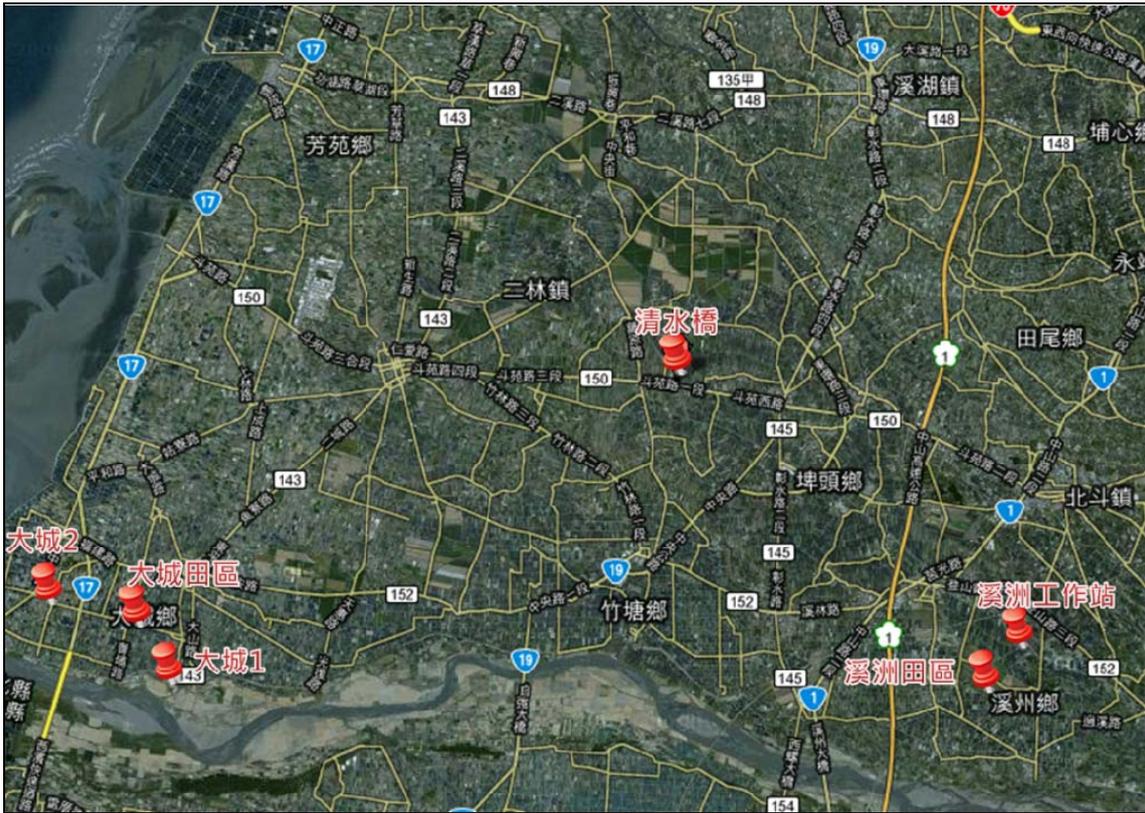


圖 4.1 各監視點相對位置分布情形



圖 4.2 溪洲工作站、溪洲田區監測點周邊渠道示意圖

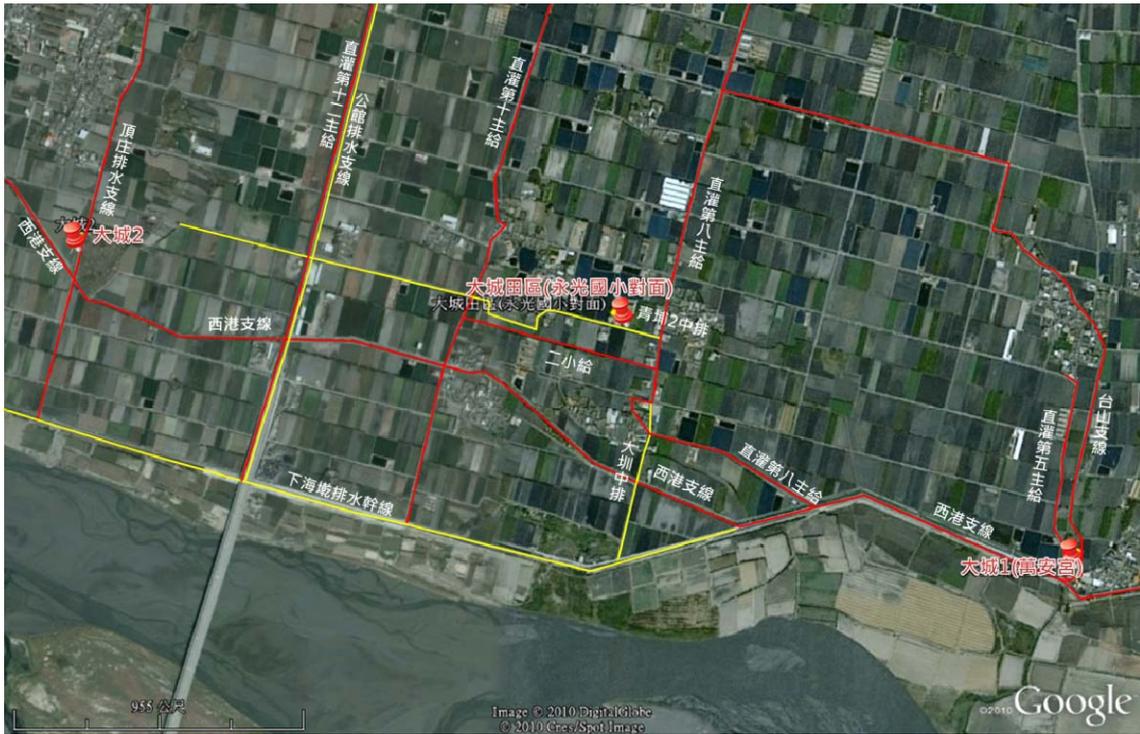


圖 4.3 大城 1、大城 2、大城田區監測點周邊渠道示意圖

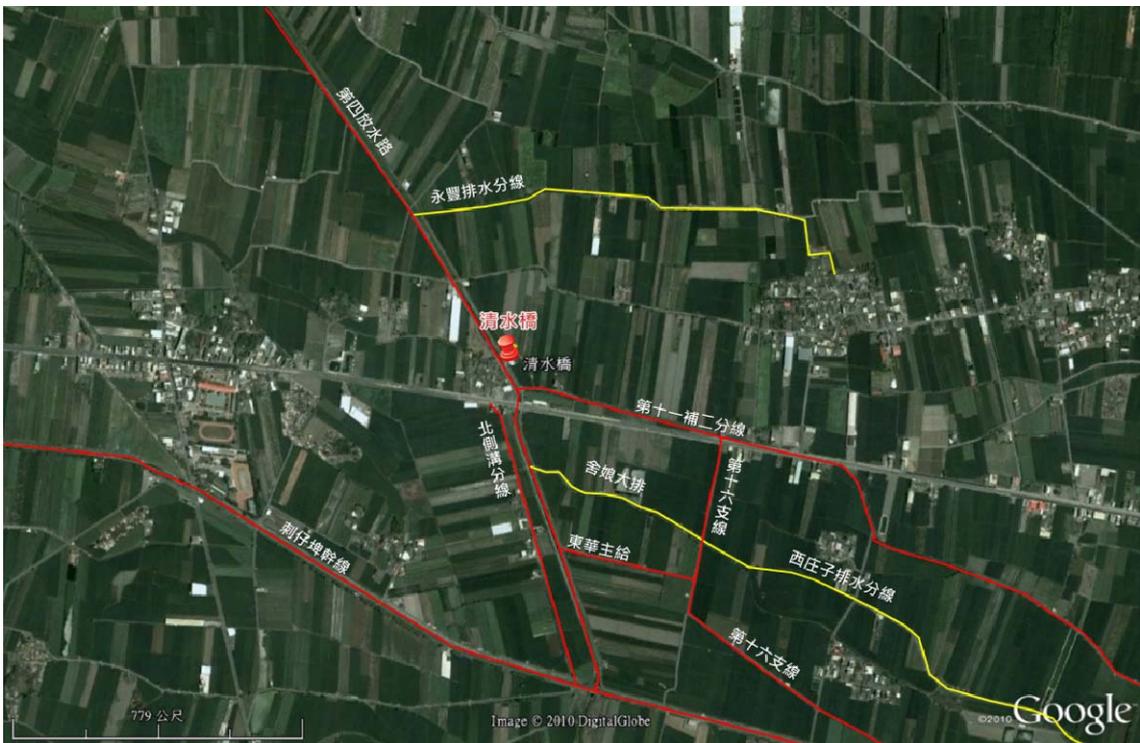


圖 4.4 清水橋監測點邊渠道示意圖

二、執行成果

(一)採樣位置及期程

本計畫執行規劃內容，係為評估農業回歸水水質狀況是否符合未來供應中科四期等工業用途之需求，且同時考量未來將農業回歸水及餘水納入自來水供水系統之可能，針對 32 項兼顧農業、工業與民生用水之水質項目進行監測，包括氫離子濃度指數(pH)、導電度、總溶解固體(TDS)、懸浮固體、溶氧(DO)、生化需氧量(BOD)、化學需氧量(COD)、總有機碳(TOC)、濁度(turbidity)、大腸桿菌群(coliform group)、硝酸鹽氮($\text{NO}_3\text{-N}$)、亞硝酸鹽氮($\text{NO}_2\text{-N}$)、凱氏氮(TKN)、氨氮、鹼度(alkalinity)、總磷(TP)、鈣、鎂、氯化物、硫酸鹽、銀(Ag)、砷(As)、鎘、總鉻、銅、鐵、汞(Hg)、錳(Mn)、鎳、鉛、鋅與硒(Se)等。有關各檢測項目之樣品保存方式詳如表 4.1 及表 4.2 所示。

本團隊依據台灣省彰化農田水利會公告(發文字號:彰水管字第 0990006157 號以及第 0990014020 號)之濁水溪系統灌區輪灌日程，執行水質採樣(表 4.3)，並於 99 年 12 月 15 日執行期作間水質採樣調查工作。本計畫執行區域位於荊仔埤圳灌區，包含永基、深耕以及菁埔等圳路輪灌區域。本計畫已全數完成 2 次夜間以及 5 次日間採樣及現場檢測工作。

(二)採樣現況說明

大城田區試驗區因過去主要作物為豆科作物，因此土壤為較鬆軟之砂質土壤，且種植期間需水量少，因此於 99 年度之採樣過程皆未能採集水樣。於 100 年度第一期作，試驗區農民應本計畫要求，配合種植稻作，並於 6 月份採集水樣進行分析。清水橋採樣點周邊設有畜牧場，多次前往採樣皆能嗅出畜牧廢水之臭味。試驗區圳路水色、水量部份，根據採樣過程發現，水量於上游溪洲地區至下游大城地區有顯著的差異，大城地區之水量低，顯示上、下游間損失水量大。且受地

質因素影響，濁水溪水源含砂量高，計畫區域水體呈灰色，懸浮固體量及濁度皆因而偏高。現場日、夜間採樣情形詳如圖 4.5、4.6 所示

表 4.1 本計畫水質監測項目樣品保存方式

分析項目	水樣需要量 (mL)	容器	保存方法	最長保存期限
水溫	1000	--	--	立刻分析 (現場測定)
pH	300	--	--	立刻分析 (現場測定)
導電度	500	--	--	立刻分析 (現場測定)
總溶解固體	500	PE	4°C 冷藏	7 天
懸浮固體	500	PE	4°C 冷藏	7 天
溶氧	300	BOD 瓶	--	立刻分析 (現場測定)
生化需氧量	1000	PE	4°C 冷藏	48 小時
化學需氧量	100	PE	加硫酸使水樣之 pH < 2 暗處，4°C 冷藏	7 天
總有機碳	100	褐色玻璃瓶不得以擬採之水樣預洗	加磷酸使水樣之 pH < 2，裝樣後不得含有氣泡，暗處，4 °C 冷藏	14 天
濁度	100	PE	暗處，4 °C 冷藏。	48 小時
大腸桿菌群	100	無菌袋	4°C 冷藏	48 小時
硝酸鹽氮	100	PE	4°C 冷藏	48 小時

分析項目	水樣需要量 (mL)	容器	保存方法	最長保存期限
亞硝酸鹽氮	100	PE	4°C 冷藏	48 小時
總凱氏氮	500	PE	加硫酸使水樣之 pH < 2，暗處，4°C 冷藏	14 天
氨氮	500	PE	加硫酸使水樣之 pH < 2，暗處，4°C 冷藏	7 天
鹼度	200	PE	4°C 冷藏	48 小時
總磷	100	玻璃瓶	加硫酸使水樣之 pH < 2，4°C 冷藏	7 天
氯化物	200	PE	4°C 冷藏	28 天
硫酸鹽	200	PE	4°C 冷藏	7 天
金屬	200	PE	加硝酸使水樣之 pH < 2，4°C 冷藏	180 天
砷	100	PE	加硝酸使水樣之 pH < 2，4°C 冷藏	180 天
汞	500	PE	加低汞硝酸使水樣之 pH < 2，4°C 冷藏	35 天
硒	100	PE	加硝酸使水樣之 pH < 2，4°C 冷藏	180 天

表 4.2 分析項目檢測方法一覽表

分析項目	檢測方法
水溫	水溫檢測方法 (NIEA W217.51A)
pH	電極法 (NIEA W424.52A)
導電度	導電度計法 (NIEA W203.51B)
總溶解固體與懸浮固體	水中總溶解固體及懸浮固體檢測方法－103℃～105℃乾燥(NIEA W210.57A)
溶氧	電極法 (NIEA W455.50C)
生化需氧量	水中生化需氧量檢測方法 (NIEA W510.54B)
化學需氧量	水中化學需氧量檢測方法－重鉻酸鉀迴流法(NIEA W515.54A)
總有機碳	水中總有機碳檢測方法－燃燒／紅外線測定法(NIEA W530.51C)
濁度	濁度計法(NIEA W219.52C)
大腸桿菌群	濾膜法(NIEA E202.53B)
硝酸鹽氮	馬錢子鹼比色法(NIEA W417.51A)
亞硝酸鹽氮	分光光度計法(NIEA W418.51C)
總凱氏氮	水中凱氏氮檢測方法(NIEA W451.51A)
氨氮	靛酚比色法(NIEA W448.51B)

分析項目	檢測方法
鹼度	水中鹼度檢測方法－滴定法(NIEA W449.00B)
總磷	分光光度計/維生素丙法 (NIEA W427.52B)
氯化物	水中氯鹽檢測方法－硝酸銀滴定法(NIEA W407.51C)
硫酸鹽	水中硫酸鹽檢測方法－濁度法(NIEA W430.51C)
金屬	水中金屬及微量元素檢測方法－感應耦合電漿原子發射光譜法(NIEA W311.51B)
砷	水中砷檢測方法－批次式氫化物原子吸收光譜法(NIEA 435.52B)
汞	水中汞檢測方法－冷蒸氣原子吸收光譜法(NIEA W330.52A)
硒	水中硒檢測方法－氫化硒原子吸收光譜法(NIEA W340.51A)

表 4.3 本計畫區域之輪灌區通水時程表

區別	第一大區(99 年)	
圳路	荊仔埤圳	
輪灌區域	荊仔埤圳，包含:永基、深耕、菁埔等圳	
通水時間 輪次	自初日上午 8 時起至迄日上午 8 時止計 4 天	
10	09 月 28 日	10 月 02 日
14	11 月 07 日	11 月 11 日
區別	第一大區(100 年)	
圳路	荊仔埤圳	
輪灌區域	荊仔埤圳，包含:永基、深耕、菁埔等圳	
通水時間 輪次	自初日上午 8 時起至迄日上午 8 時止計 4 天	
6	02 月 22 日	02 月 26 日
16	06 月 02 日	06 月 06 日



圖 4.5 6 處監視點夜間採樣現場



圖 4.6 6 處監視點日間採樣現場

(三)水質數據結果

本計畫業已完成五次日間以及 2 次夜間水質採樣及檢測工作，測站各期作以及期作間水質數據如表 4.4 至表 4.10 所示。另依據各期作與期作間水質作數據統計分析，如表 4-11 所示。

測站平均水溫 24.0 °C，最低溫 18.5 °C；最高則為 30.6 °C。水體酸鹼度平均值(pH 值)為 7.8，pH 最低為 6.8；最高則為 8.4，依據灌溉用水水質標準，水體酸鹼度值需介於 pH 6.0~pH 9.0，本計畫區域水體酸鹼度值尚符合相關標準值。大城 1 期作間以及大城田區 100 年一期作(6 月)水體溶氧量因水量極低，應屬滯留水體，水體溶氧量偏低，數值小於 3.0 mg/L，不符合灌溉用水標準，其數值分別為 0.8 mg/L(亦不符合二級工業用水標準)以及 2.0 mg/L。生化需氧量平均值為 15.9 mg/L，超過一級工業用水標準，數值偏高主要因期作間以及水量不足時期，水體 BOD 數值明顯升高影響。氯鹽、硫酸鹽平均值皆符合灌溉用水水質標準，平均值分別為氯鹽 7.6 mg/L 以及硫酸鹽 130.8 mg/L。其中清水橋水體硫酸鹽有 2 筆數據超過灌溉用水水質標準(214 mg/L-一期作間；363 mg/L-二月一期作)。

本計畫水質狀況以懸浮固體量、濁度、鐵、錳含量偏高為主，大部份數據皆超過相關標準值。懸浮固體量平均值為 900 mg/L，最小值為 5 mg/L；含量最高則為 4,090 mg/L。根據相關標準值，一、二級工業用水以及灌溉用水水質標準，依序不得超過 40 mg/L、100mg/L、100mg/L，水質懸浮固體量平均值超過標準值 9 倍。鐵、錳含量平均值分別為 32.87 mg/L 以及 0.59 mg/L，含量最高分別為鐵 149 mg/L 以及錳 2.39 mg/L。根據一、二級工業用水標準，水體錳含量不得超過 0.05 mg/L，灌溉用水水質標準亦不得超過 0.2 mg/L，顯示水體錳含量超過相關標準值。鐵含量於一、二級工業用水並未設定限值，然而根據灌

澆用水水質標準，水體水質不得超過 5 mg/L，水體鐵平均含量超過標準值 6 倍。

表 4.4 99 年二期作日間水質數據一覽表

檢測日期：30/9/2010(99 年二期作日間)

檢驗項目	單位	測站					水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲田 區	清水 橋	大城 1 (萬安宮)	大城 2	一級 工業 用水	二級工 業用水	農委會 灌溉用 水
水溫	°C	26.7	29.1	28.9	25.9	30.6	---	---	35
pH 值	---	8.3	7.8	7.8	8.3	8.3	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0—9.0
導電度(EC)	μ S/cm	445	553	505	452	446	750	750	750
溶氧(DO)	mg/L	7.3	4.6	5.2	7.6	5.6	>4.5	>2.0	>3
生化需氧量	mg/L	5.1	4.8	9.5	2.3	N.D.	4	---	---
化學需氧量	mg/L	31.9	20.7	70.1	30.3	15.9	---	---	---
懸浮固體(SS)	mg/L	4090	155	3110	4080	129	40	100	100
總溶解固體	mg/L	314	411	358	317	314	---	---	---
濁度	NTU	2600	140	1900	2800	160	---	---	---
氯鹽(Cl ⁻)	mg/L	N.D.	N.D.	2.5	N.D.	N.D.	---	---	175
硫酸鹽	mg/L	122	141	136	124	121	---	---	200

檢驗項目	單位	測站					水質標準		
		溪洲工作站 (荖仔埤圳)	溪洲田 區	清水 橋	大城 1 (萬安宮)	大城 2	一級 工業 用水	二級工 業用水	農委會 灌溉用 水
大腸桿菌群	CFU/100mL	1000	350	250	1100	800	10000	---	---
總有機碳	mg/L	1.8	3.7	5	1	1.1	---	---	---
總磷(T-P)	mg/L	1.15	0.3	1.04	1.53	0.103	---	---	---
亞硝酸鹽氮	mg/L	0.01	0.02	0.05	0.01	0.02	---	---	---
硝酸鹽氮	mg/L	0.56	0.37	0.5	0.78	0.38	---	---	---
氨氮(NH ₃ -N)	mg/L	0.17	0.17	0.82	0.1	0.12	0.3	---	---
總凱氏氮	mg/L	4.38	0.74	3.28	3.18	0.33	---	---	---
總氮(T-N)	mg/L	4.95	1.13	3.83	3.97	0.73	---	---	3
銅(Cu)	mg/L	0.09	0.01	0.04	0.073	N.D.	0.03	0.03	0.2
鎘(Cd)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.01	0.01	0.01
鉛(Pb)	mg/L	0.118	N.D.	0.045	0.11	N.D.	0.1	0.1	0.1
鋅(Zn)	mg/L	0.421	0.035	0.2	0.4	0.029	0.5	0.5	2
鎳(Ni)	mg/L	0.137	N.D.	0.052	0.121	N.D.	---	---	0.2
總鉻(T-Cr)	mg/L	0.089	N.D.	0.041	0.081	N.D.	0.05	0.05	0.1

檢驗項目	單位	測站					水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲田 區	清水 橋	大城 1 (萬安宮)	大城 2	一級 工業 用水	二級工 業用水	農委會 灌溉用 水
鐵(Fe)	mg/L	149	7.5	61.3	118	3.9	---	---	5
錳(Mn)	mg/L	2.39	0.108	0.816	2.07	0.092	0.05	0.05	0.2
鈣(Ca)	mg/L	103	73.6	74.2	83.6	54.7	---	---	---
鎂(Mg)	mg/L	48.2	19.3	32.2	49.3	16.9	---	---	---
鈉(Na)	mg/L	3.7	6.4	8.9	8	6.7	---	---	---
碳酸氫根	mg/L	169	135	166	157	132	---	---	---
碳酸根	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	---	---	---
鈉吸著率	(meq/L)1/2	N.D.	0.2	0.2	0.2	0.2	---	---	6
殘餘碳酸鈉	(meq/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	---	---	2.5
砷(As)	mg/L	0.0155	0.0036	0.0129	0.0237	0.0025	0.05	0.05	0.05
銀(Ag)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	0.05	---
汞(Hg)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.002	0.002	---
硒(Se)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	0.05	0.02

表 4.5 99 年二期作日間水質數據一覽表

檢測日期：9/11/2010(99 年二期作日間)

檢驗項目	單位	測站					水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲田區	清水橋	大城 1 (萬安宮)	大城 2	一級工業 用水	二級 工業 用水	農委會 灌溉用 水
水溫	℃	23.2	22.9	20.8	21.3	19.1	---	---	35
pH 值	---	8.1	8	6.8	8	8	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0—9.0
導電度(EC)	μS/cm	472	554	642	469	471	750	750	750
溶氧(DO)	mg/L	6.6	6.6	3.7	6.8	7	>4.5	>2.0	>3
生化需氧量	mg/L	N.D.	N.D.	94.4	2.6	2.87	4	---	---
化學需氧量	mg/L	53.2	32.1	206	42.6	42.6	---	---	---
懸浮固體 (SS)	mg/L	1390	5	344	758	409	40	100	100
總溶解固體	mg/L	335	413	539	342	339	---	---	---
濁度	NTU	1600	8	360	780	410	---	---	---
氯鹽(Cl ⁻)	mg/L	N.D.	4.4	4.9	N.D.	N.D.	---	---	175
硫酸鹽	mg/L	110	138	214	118	106	---	---	200
大腸桿菌群	CFU/100 mL	10000	1000	10000	22000	7500	10000	---	---

檢驗項目	單位	測站					水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲田區	清水橋	大城 1 (萬安宮)	大城 2	一級工業 用水	二級 工業 用水	農委會 灌溉用 水
總有機碳	mg/L	2.2	2.2	43.7	2.1	N.D.	---	---	---
總磷(T-P)	mg/L	0.258	0.188	0.249	0.295	0.375	---	---	---
亞硝酸鹽氮	mg/L	0.01	N.D.	0.03	0.01	0.02	---	---	---
硝酸鹽氮	mg/L	0.32	0.66	0.57	0.26	0.3	---	---	---
氨氮(NH ₃ -N)	mg/L	0.11	0.04	0.51	0.09	0.31	0.3	---	---
總凱氏氮	mg/L	1.65	0.39	1.5	1.09	1.32	---	---	---
總氮(T-N)	mg/L	1.98	1.05	2.1	1.36	1.64	---	---	3
銅(Cu)	mg/L	0.034	0.007	0.013	0.021	0.014	0.03	0.03	0.2
鎘(Cd)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.01	0.01	0.01
鉛(Pb)	mg/L	0.05	N.D.	0.012	0.028	0.016	0.1	0.1	0.1
鋅(Zn)	mg/L	0.153	0.011	0.061	0.101	0.064	0.5	0.5	2
鎳(Ni)	mg/L	0.048	N.D.	0.012	0.027	0.015	---	---	0.2
總鉻(T-Cr)	mg/L	0.035	N.D.	0.01	0.02	0.012	0.05	0.05	0.1
鐵(Fe)	mg/L	67.5	0.3	18.4	34.2	21.3	---	---	5
錳(Mn)	mg/L	1.26	N.D.	0.411	0.706	0.389	0.05	0.05	0.2

檢驗項目	單位	測站					水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲田區	清水橋	大城 1 (萬安宮)	大城 2	一級工業 用水	二級 工業 用水	農委會 灌溉用 水
鈣(Ca)	mg/L	78.7	64	76.1	69.4	59.2	---	---	---
鎂(Mg)	mg/L	30.1	18.7	23.4	25.1	20.6	---	---	---
鈉(Na)	mg/L	12.5	10.7	20.2	8.9	9.1	---	---	---
碳酸氫根	mg/L	177	169	118	160	163	---	---	---
碳酸根	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	---	---	---
鈉吸著率	(meq/L) ¹ /2	0.3	0.3	0.5	0.2	0.3	---	---	6
殘餘碳酸鈉	(meq/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	---	---	2.5
砷(As)	mg/L	0.0136	0.0026	0.0061	0.0091	0.006	0.05	0.05	0.05
銀(Ag)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	0.05	---
汞(Hg)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.002	0.002	---
硒(Se)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	0.05	0.02

表 4.6 99 年二期作夜間水質數據一覽表

檢測日期：10/11/2010(99 年二期作夜間)

檢驗項目	單位	測站					水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲田區	清水橋	大城 1 (萬安宮)	大城 2	一級 工業 用水	二級 工業 用水	農委會 灌溉用 水
水溫	℃	20.4	19.2	21.8	21.6	21.9	---	---	35
pH 值	---	8.2	7.8	7.6	8	8.2	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0— 9.0
導電度(EC)	μS/cm	478	566	624	468	470	750	750	750
溶氧(DO)	mg/L	7.3	7	3.4	7.2	6.9	>4.5	>2.0	>3
生化需氧量	mg/L	3.2	N.D.	62.2	2.1	2	4	---	---
化學需氧量	mg/L	68.3	49	129	65.1	49.8	---	---	---
懸浮固體 (SS)	mg/L	814	18.4	560	1280	835	40	100	100
總溶解固體	mg/L	339	406	492	339	345	---	---	---
濁度	NTU	970	4	480	510	510	---	---	---
氯鹽(Cl ⁻)	mg/L	N.D.	4.4	7.8	N.D.	N.D.	---	---	175
硫酸鹽	mg/L	111	148	155	112	123	---	---	200
大腸桿菌群	CFU/100m L	21000	3500	2000	2000	1000	10000	---	---

檢驗項目	單位	測站					水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲田區	清水橋	大城 1 (萬安宮)	大城 2	一級 工業 用水	二級 工業 用水	農委會 灌溉用 水
總有機碳	mg/L	N.D.	2.2	39.4	N.D.	N.D.	---	---	---
總磷(T-P)	mg/L	0.5	0.2	0.785	0.639	0.505	---	---	---
亞硝酸鹽氮	mg/L	0.01	N.D.	N.D.	0.02	0.02	---	---	---
硝酸鹽氮	mg/L	0.23	0.54	0.04	0.28	0.3	---	---	---
氨氮(NH ₃ -N)	mg/L	0.27	0.06	2.74	0.08	0.29	0.3	---	---
總凱氏氮	mg/L	1.71	0.4	5.99	1.3	0.89	---	---	---
總氮(T-N)	mg/L	1.95	0.94	6.03	1.6	1.21	---	---	3
銅(Cu)	mg/L	0.028	0.007	0.021	0.03	0.02	0.03	0.03	0.2
鎘(Cd)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.01	0.01	0.01
鉛(Pb)	mg/L	0.125	N.D.	0.024	0.042	0.027	0.1	0.1	0.1
鋅(Zn)	mg/L	0.124	0.01	0.086	0.136	0.091	0.5	0.5	2
鎳(Ni)	mg/L	0.039	N.D.	0.024	0.041	0.026	---	---	0.2
總鉻(T-Cr)	mg/L	0.026	N.D.	0.017	0.029	0.021	0.05	0.05	0.1
鐵(Fe)	mg/L	58.8	0.3	29.9	62.5	39.6	---	---	5
錳(Mn)	mg/L	1.08	N.D.	0.532	0.868	0.504	0.05	0.05	0.2

檢驗項目	單位	測站					水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲田區	清水橋	大城 1 (萬安宮)	大城 2	一級 工業 用水	二級 工業 用水	農委會 灌溉用 水
鈣(Ca)	mg/L	72.1	67.5	72.8	70.7	62.7	---	---	---
鎂(Mg)	mg/L	26.6	19.7	25.6	27.6	23.2	---	---	---
鈉(Na)	mg/L	9	11.3	13.9	9.3	9.4	---	---	---
碳酸氫根	mg/L	167	175	194	160	160	---	---	---
碳酸根	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	---	---	---
鈉吸著率	(meq/L)1/ 2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	---	---	6
殘餘碳酸鈉	(meq/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	---	---	2.5
砷(As)	mg/L	0.0118	0.0024	0.0074	0.0113	0.0084	0.05	0.05	0.05
銀(Ag)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	0.05	---
汞(Hg)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.002	0.002	---
硒(Se)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	0.05	0.02

表 4.7 99 年期作間水質數據一覽表

檢測日期：15/12/2010(期作間)

檢驗項目	單位	測站		水水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	大城 1 (萬安宮)	一級工業 用水	二級工業 用水	農委會灌溉用
水溫	℃	21.3	24	---	---	35
pH 值	---	8.0	7.4	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0—9.0
導電度(EC)	μS/cm	461	1140	750	750	750
溶氧(DO)	mg/L	6.6	0.8	>4.5	>2.0	>3
生化需氧量	mg/L	7.8	283	4	---	---
化學需氧量	mg/L	33.2	372	---	---	---
懸浮固體(SS)	mg/L	5.6	16.4	40	100	100
總溶解固體	mg/L	314	875	---	---	---
濁度	NTU	436	60	---	---	---
氯鹽(Cl)	mg/L	16.2	71.7	---	---	175
硫酸鹽	mg/L	110	132	---	---	200
大腸桿菌群	CFU/100mL	2000	1000	10000	---	---
總有機碳	mg/L	15.6	132	---	---	---
總磷(T-P)	mg/L	0.121	1.3	---	---	---

檢驗項目	單位	測站		水水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	大城 1 (萬安宮)	一級工業 用水	二級工業 用水	農委會灌溉用
亞硝酸鹽氮	mg/L	0.18	N.D.	---	---	---
硝酸鹽氮	mg/L	2.03	0.09	---	---	---
氨氮(NH ₃ -N)	mg/L	0.58	14.7	0.3	---	---
總凱氏氮	mg/L	1.74	25.1	---	---	---
總氮(T-N)	mg/L	3.95	25.19	---	---	3
銅(Cu)	mg/L	0.01	0.012	0.03	0.03	0.2
鎘(Cd)	mg/L	N.D.	N.D.	0.01	0.01	0.01
鉛(Pb)	mg/L	N.D.	N.D.	0.1	0.1	0.1
鋅(Zn)	mg/L	0.021	0.026	0.5	0.5	2
鎳(Ni)	mg/L	N.D.	N.D.	---	---	0.2
總鉻(T-Cr)	mg/L	N.D.	N.D.	0.05	0.05	0.1
鐵(Fe)	mg/L	0.1	1	---	---	5
錳(Mn)	mg/L	0.015	0.276	0.05	0.05	0.2
鈣(Ca)	mg/L	30.4	90.5	---	---	---
鎂(Mg)	mg/L	18	27.1	---	---	---

檢驗項目	單位	測站		水水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	大城 1 (萬安宮)	一級工業 用水	二級工業 用水	農委會灌溉用
鈉(Na)	mg/L	29.6	74.9	---	---	---
碳酸氫根	mg/L	100	292	---	---	---
碳酸根	mg/L	4.8	N.D.	---	---	---
鈉吸著率	(meq/L)1/2	1	1.8	---	---	6
殘餘碳酸鈉	(meq/L)	N.D.	N.D.	---	---	2.5
砷(As)	mg/L	0.007	0.0025	0.05	0.05	0.05
銀(Ag)	mg/L	N.D.	N.D.	0.05	0.05	---
汞(Hg)	mg/L	N.D.	N.D.	0.002	0.002	---
硒(Se)	mg/L	N.D.	N.D.	0.05	0.05	0.02

表 4.8 100 年一期作日間水質數據一覽表

檢測日期：23/2/2011(100 年一期作日間)

檢驗項目	單位	測站				水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲田區	清水橋	大城 1 \\ (萬安宮)	一級工 業用水	二級工 業用水	農委會 灌溉用 水
水溫	°C	18.5	20	22.6	22.4	---	---	35
pH 值	---	8.2	8	8.1	8.3	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0—9.0
導電度(EC)	μS/cm	522	987	624	547	750	750	750
溶氧(DO)	mg/L	7.7	6.6	5.5	6.3	>4.5	>2.0	>3
生化需氧量	mg/L	2.4	7.3	11	5	4	---	---
化學需氧量	mg/L	23.3	18.3	35.9	30.7	---	---	---
懸浮固體(SS)	mg/L	933	379	503	489	40	100	100
總溶解固體	mg/L	503	967	492	515	---	---	---
濁度	NTU	610	340	450	230	---	---	---
氯鹽(Cl ⁻)	mg/L	1.5	16.1	4.4	1.5	---	---	175
硫酸鹽	mg/L	133	162	363	154	---	---	200
大腸桿菌群	CFU/100mL	45000	300	1300000	35000	10000	---	---
總有機碳	mg/L	1.5	4.7	4.3	0.7	---	---	---

檢驗項目	單位	測站				水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲田區	清水橋	大城1\ (萬安宮)	一級工 業用水	二級工 業用水	農委會 灌溉用 水
總磷(T-P)	mg/L	0.545	0.418	0.484	0.1	---	---	---
亞硝酸鹽氮	mg/L	0.01	0.01	0.04	0.01	---	---	---
硝酸鹽氮	mg/L	0.09	0.62	0.23	0.39	---	---	---
氨氮(NH ₃ -N)	mg/L	0.04	0.04	2.26	0.1	0.3	---	---
總凱氏氮	mg/L	1.11	0.99	4.48	0.57	---	---	---
總氮(T-N)	mg/L	1.21	1.62	4.75	0.97	---	---	3
銅(Cu)	mg/L	0.032	0.04	0.026	0.014	0.03	0.03	0.2
鎘(Cd)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.01	0.01	0.01
鉛(Pb)	mg/L	0.026	0.021	0.017	N.D.	0.1	0.1	0.1
鋅(Zn)	mg/L	0.121	0.146	0.091	0.04	0.5	0.5	2
鎳(Ni)	mg/L	0.036	0.035	0.027	0.01	---	---	0.2
總鉻(T-Cr)	mg/L	0.03	0.032	0.024	0.016	0.05	0.05	0.1
鐵(Fe)	mg/L	40.9	34.6	24.5	9.7	---	---	5
錳(Mn)	mg/L	0.667	0.568	0.516	0.164	0.05	0.05	0.2
鈣(Ca)	mg/L	74.3	135	78.9	68.1	---	---	---

檢驗項目	單位	測站				水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲田區	清水橋	大城1\ (萬安宮)	一級工 業用水	二級工 業用水	農委會 灌溉用 水
鎂(Mg)	mg/L	29.5	50.5	29.4	23.9	---	---	---
鈉(Na)	mg/L	14.3	16.6	16.6	13.9	---	---	---
碳酸氫根	mg/L	170	191	183	156	---	---	---
碳酸根	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	---	---	---
鈉吸著率	(meq/L)1/2	0.4	0.3	0.4	0.4	---	---	6.0
殘餘碳酸鈉	(meq/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	---	---	2.5
砷(As)	mg/L	0.0074	0.0074	0.0065	0.003	0.05	0.05	0.05
銀(Ag)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	0.05	---
汞(Hg)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.002	0.002	---
硒(Se)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	0.05	0.02

表 4.9 100 年一期作夜間水質數據一覽表

檢測日期：2/6/2011(100 年一期作夜間)

檢驗項目	單位	測站						水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲田區	清水橋	大城 1 (萬安宮)	大城 2	大城 田區	一級 工業 用水	二級 工業 用水	農委會灌 溉用水
水溫	°C	24.9	25	25	25	24.9	26.4	---	---	35
pH 值	---	8.1	7.6	7.7	8.0	7.7	7.3	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0—9.0
導電度(EC)	µS/cm	477	481	528	480	477	707	750	750	750
溶氧(DO)	mg/L	8.6	6.6	5.3	8.4	8.6	2	>4.5	>2.0	>3
生化需氧量	mg/L	1.99	0.7	3.3	0.97	1.99	3.1	4	---	---
化學需氧量	mg/L	51.8	15	40.5	25.7	51.8	35.6	---	---	---
懸浮固體(SS)	mg/L	1740	28.5	888	799	1740	87.6	40	100	100
總溶解固體	mg/L	376	350	381	422	376	556	---	---	---
濁度	NTU	1200	12	320	500	1200	25	---	---	---
氯鹽(Cl ⁻)	mg/L	21.1	5.7	5.7	2.9	21.1	20.1	---	---	175
硫酸鹽	mg/L	94.9	84	157	92.7	94.9	133	---	---	200
大腸桿菌群	CFU/100mL	18000	55000	810000	82000	30000	6000	10000	---	---
總有機碳	mg/L	N.D.	6.3	3.7	4.9	0.6	10.6	---	---	---

檢驗項目	單位	測站						水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲田區	清水橋	大城 1 (萬安宮)	大城 2	大城 田區	一級 工業 用水	二級 工業 用水	農委會灌 溉用水
總磷(T-P)	mg/L	0.065	0.403	0.394	0.253	0.118	0.956	---	---	---
亞硝酸鹽氮	mg/L	0.01	N.D.	0.04	0.02	0.02	0.23	---	---	---
硝酸鹽氮	mg/L	0.32	0.12	0.27	0.29	0.47	6.93	---	---	---
氨氮(NH ₃ -N)	mg/L	0.06	0.02	0.93	0.07	0.12	1.41	0.3	---	---
總凱氏氮	mg/L	1.92	0.83	2.62	1.73	2.38	3.64	---	---	---
總氮(T-N)	mg/L	2.25	0.95	2.93	2.04	2.87	10.8	---	---	3
銅(Cu)	mg/L	0.036	0.008	0.027	0.026	0.053	0.013	0.03	0.03	0.2
鎘(Cd)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.01	0.01	0.01
鉛(Pb)	mg/L	0.034	N.D.	0.023	0.02	0.046	N.D.	0.1	0.1	0.1
鋅(Zn)	mg/L	0.141	0.014	0.109	0.106	0.209	0.033	0.5	0.5	2
鎳(Ni)	mg/L	0.045	N.D.	0.032	0.029	0.063	N.D.	---	---	0.2
總鉻(T-Cr)	mg/L	0.03	N.D.	0.023	0.02	0.039	N.D.	0.05	0.05	0.1
鐵(Fe)	mg/L	48	1.1	35.3	33.6	69.8	6.1	---	---	5
錳(Mn)	mg/L	0.957	0.008	0.673	0.622	1.23	0.166	0.05	0.05	0.2
鈣(Ca)	mg/L	81.6	66.1	76.7	77.5	87.7	89.7	---	---	---

檢驗項目	單位	測站						水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲田區	清水橋	大城 1 (萬安宮)	大城 2	大城 田區	一級 工業 用水	二級 工業 用水	農委會灌 溉用水
鎂(Mg)	mg/L	31.6	18.6	28.7	28.4	35.2	20.8	---	---	---
鈉(Na)	mg/L	11.2	9.9	16.2	11.4	11.8	21.1	---	---	---
碳酸氫根	mg/L	175	190	177	165	185	191	---	---	---
碳酸根	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	---	---	---
鈉吸著率	(meq/L) ^{1/2}	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.5	---	---	6
殘餘碳酸鈉	(meq/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	---	---	2.5
砷(As)	mg/L	0.0122	0.0065	0.0086	0.0063	0.0127	0.0075	0.05	0.05	0.05
銀(Ag)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	0.05	---
汞(Hg)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.002	0.002	---
硒(Se)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	0.05	0.02

表 4.10 100 年一期作日間水質數據一覽表

檢測日期：3/6/2011(100 年一期作日間)

檢驗項目	單位	測站							水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲 田區	溪洲田區 下游	清水橋	大城 1 (萬安宮)	大城 田區	大城 2	一級 工業 用水	二級 工業 用水	農委會灌 溉用水
水溫	℃	26.8	26.1	26.1	26	26	27.1	26	---	---	35
pH 值	---	8.4	7.1	7.4	7.6	7.1	7.7	7.7	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0—9.0
導電度(EC)	μS/cm	517	409	554	610	500	688	401	750	750	750
溶氧(DO)	mg/L	9.4	7	7.3	6.2	8.2	3.3	8.7	>4.5	>2.0	>3
生化需氧量	mg/L	0.55	1.14	3.8	2.8	8.3	1.52	1.32	4	---	---
化學需氧量	mg/L	24.1	18.4	25.7	23.7	72.7	20.2	28.4	---	---	---
懸浮固體(SS)	mg/L	1070	10.8	1250	827	966	6.1	883	40	100	100
總溶解固體	mg/L	399	392	397	415	416	575	413	---	---	---
濁度	NTU	700	5	1000	360	450	2	700	---	---	---
氯鹽(Cl ⁻)	mg/L	3.8	6.2	11	5.3	2.4	15.8	2.9	---	---	175
硫酸鹽	mg/L	104	80	84.3	117	116	156	99.2	---	---	200
大腸桿菌群	CFU/100mL	5500	32000	22000	1100000	770000	37000	100000	10000	---	---
總有機碳	mg/L	3.2	5.6	9	2.4	5.1	7.2	2.6	---	---	---

檢驗項目	單位	測站							水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲 田區	溪洲田區 下游	清水橋	大城 1 (萬安宮)	大城 田區	大城 2	一級 工業 用水	二級 工業 用水	農委會灌 溉用水
總磷(T-P)	mg/L	1.66	0.418	0.394	0.026	0.084	0.89	0.032	---	---	---
亞硝酸鹽氮	mg/L	N.D.	N.D.	0.04	0.03	0.03	0.22	0.02	---	---	---
硝酸鹽氮	mg/L	0.45	N.D.	0.36	0.34	0.4	4.65	0.39	---	---	---
氨氮(NH ₃ -N)	mg/L	0.02	0.02	0.67	0.67	0.58	1.36	0.32	0.3	---	---
總凱氏氮	mg/L	1.39	0.79	2.07	2.2	2.88	2.6	2.16	---	---	---
總氮(T-N)	mg/L	1.84	0.79	2.47	2.57	3.31	7.47	2.57	---	---	3
銅(Cu)	mg/L	0.028	0.01	0.009	0.02	0.05	0.009	0.029	0.03	0.03	0.2
鎘(Cd)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.01	0.01	0.01
鉛(Pb)	mg/L	0.026	N.D.	N.D.	0.012	0.027	N.D.	0.024	0.1	0.1	0.1
鋅(Zn)	mg/L	0.11	0.014	0.02	0.074	0.166	0.013	0.121	0.5	0.5	2
鎳(Ni)	mg/L	0.036	N.D.	N.D.	0.02	0.039	N.D.	0.034	---	---	0.2
總鉻(T-Cr)	mg/L	0.022	N.D.	N.D.	0.013	0.026	N.D.	0.022	0.05	0.05	0.1
鐵(Fe)	mg/L	37.1	0.5	1.8	22.3	40.8	0.3	37.7	---	---	5
錳(Mn)	mg/L	0.718	0.013	0.127	0.439	0.887	0.069	0.682	0.05	0.05	0.2
鈣(Ca)	mg/L	71.2	62.5	53.4	69.4	73.6	84.1	73.1	---	---	---

檢驗項目	單位	測站							水質標準		
		溪洲工作站 (荊仔埤圳)	溪洲 田區	溪洲田區 下游	清水橋	大城 1 (萬安宮)	大城 田區	大城 2	一級 工業 用水	二級 工業 用水	農委會灌 溉用水
鎂(Mg)	mg/L	26.9	17.6	15.4	24.6	28.3	18.3	27.9	---	---	---
鈉(Na)	mg/L	11.1	10.3	8.3	12.1	11	17.7	11.1	---	---	---
碳酸氫根	mg/L	171	203	155	169	161	207	163	---	---	---
碳酸根	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	---	---	---
鈉吸著率	(meq/L)1/2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	---	---	6
殘餘碳酸鈉	(meq/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	---	---	2.5
砷(As)	mg/L	0.0097	0.0068	0.0069	0.0071	0.0091	0.0066	0.0095	0.05	0.05	0.05
銀(Ag)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	0.05	---
汞(Hg)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.002	0.002	---
硒(Se)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	0.05	0.02

表 4.11 100 年各期作與期作間水質數據基本統計表

水質項 敘述統計	平均數	標準差	變異數	最小值	最大值	信賴度(95.0%)
水溫(°C)	24.0	3.04	9.26	18.5	30.6	1.06
pH 值	7.8	0.39	0.15	6.8	8.4	0.14
導電度(EC)(μ s/cm)	550.7	150.95	22785.11	401	1140	52.67
溶氧(DO)(mg/L)	6.4	1.93	3.73	0.8	9.4	0.67
生化需氧量(mg/L)	15.9	50.72	2572.54	N.D.	283	17.70
化學需氧量(mg/L)	54.5	66.79	4461.35	15	372	23.31
懸浮固體(SS)(mg/L)	900.0	1040.90	1083464.57	5	4090	363.19
總溶解固體(mg/L)	433.4	143.79	20675.77	314	967	50.17
濁度 NTU	642.1	693.61	481098.83	2	2800	242.01
氯鹽(Cl)(mg/L)	7.6	13.11	171.84	N.D.	71.7	4.57
硫酸鹽(mg/L)	130.8	49.39	2439.59	80	363	17.23
大腸桿菌群(CFU/100mL)	133362	329033.28	108262897736.19	250	1300000	114805.14
總有機碳(mg/L)	9.5	23.71	561.93	N.D.	132	8.27
總磷(T-P)(mg/L)	0.49	0.43	0.19	0.026	1.66	0.15
亞硝酸鹽氮(mg/L)	0.03	0.06	0.00	N.D.	0.23	0.02
硝酸鹽氮(mg/L)	0.72	1.36	1.85	N.D.	6.93	0.47
氨氮(NH ₃ -N)(mg/L)	0.88	2.52	6.37	0.02	14.7	0.88
總凱氏氮(mg/L)	2.63	4.18	17.44	0.33	25.1	1.46
總氮(T-N)(mg/L)	3.38	4.40	19.34	0.73	25.19	1.53
銅(Cu)(mg/L)	0.03	0.02	0.00	N.D.	0.09	0.01
鎘(Cd)(mg/L)	0.00	0.00	0.00	N.D.	0	0.00
鉛(Pb)(mg/L)	0.03	0.03	0.00	N.D.	0.125	0.01
鋅(Zn)(mg/L)	0.10	0.10	0.01	0.01	0.421	0.03
鎳(Ni)(mg/L)	0.03	0.03	0.00	N.D.	0.137	0.01
總鉻(T-Cr)	0.02	0.02	0.00	N.D.	0.089	0.01
鐵(Fe)(mg/L)	32.87	33.79	1141.63	0.1	149	11.79
錳(Mn)(mg/L)	0.59	0.56	0.31	N.D.	2.39	0.19
鈣(Ca)(mg/L)	74.30	16.58	274.88	30.4	135	5.78
鎂(Mg)(mg/L)	26.68	8.71	75.81	15.4	50.5	3.04
鈉(Na)(mg/L)	14.03	11.81	139.48	3.7	74.9	4.12
碳酸氫根(mg/L)	170.8	30.71	942.97	100	292	10.71
碳酸根(mg/L)	0.1	0.82	0.68	N.D.	4.8	0.29
鈉吸著率(meq/L)1/2	0.4	0.30	0.09	N.D.	1.8	0.10
砷(As)(mg/L)	0.00824	0.00	0.00	0.0024	0.0237	0.00

4-2 用水人需求水質標準檢討評估

本計畫水質調查目的在於水源合理化調配後，因應各用水標的，了解回歸水暨餘水再利用之可行性，其中包括水體水質可否再利用來供給周邊工業區使用。根據行政院環保署發布之地面水體分級及水質標準，一、二級工業用水水質標準需符合相關標準限值，其相關法規限值如表 4.12 所示。根據水質分析數據結果顯示，重金屬鎘、鋅、砷水質數據皆符合一、二級工業用水水質標準，其它水質項目則有 2 至 29 點次超過相關限值。其中以懸浮固體量以及錳含量超標的情形較為嚴重。根據一、二級工業用水水質標準，懸浮固體量分別不得超過 40mg/L 以及 100 mg/L。而水質檢測結果顯示懸浮體量超過一級工業用水限值的有 27 點次，其中 26 點次亦超過二級工業用水水質標準，佔總點次 76.5 %；錳含量超標(>0.05 mg/L)的情形則為 29 點次，佔總點次 85.3 %(表 4.13)。根據水利署濁水溪西螺大橋測站 2005 至 2011 年 4 月之水質懸浮固體量及錳含量變化趨勢圖(圖 4.7 及圖 4.8)顯示，歷年水中懸浮固體量及錳含量亦多有出現超過工業用水水質標準的情形。利用水利署歷年數據以及本計畫檢測數據作錳含量對懸浮固體量之相關性作圖，顯示錳含量與懸浮固體量有一定的相關性(圖 4.9)。另根據各項水質之關係數統計結果，3 項水質相關係數皆超過 0.88，顯示彼此相關性高(表 4-14)。因此初步研判錳含量可能伴隨懸浮固體顆粒而來，導致懸浮固體量偏高衍生錳含量超標的情形。

本計畫為了解懸浮固體在監測點間之變化，以 Q2K 水質模式分別就 99 年 2 期作(以 99 年 9 月 30 日為例)及 100 年 1 期作(以 100 年 6 月 2 日為例)各模擬一次水質變化情形如圖 4.10~圖 4.11 所示，由於懸浮固體主要來自濁水溪之原水，除非中途受到擾動，否則懸浮固體含量將隨渠道往下游遞減，遞減速率與流速(或流量)有關，亦即流速較低時，遞減速率較快。

表 4.12 地面水體之工業用水水質標準

水質項目	一級工業用水	二級工業用水
pH 值	6.0-9.0	6.0-9.0
溶氧量	>4.5mg/L	>2.0mg/L
導電度	750 μ S/cm	750 μ S/cm
大腸桿菌群	10000CFU/100mL	---
生化需氧量	4mg/L	---
懸浮固體量	40mg/L	100mg/L
氨氮	0.3mg/L	---
鎘	0.01mg/L	0.01mg/L
鉛	0.1mg/L	0.1mg/L
鉻	0.05mg/L	0.05mg/L
砷	0.05mg/L	0.05mg/L
汞	0.002mg/L	0.002mg/L
硒	0.05mg/L	0.05mg/L
銅	0.03mg/L	0.03mg/L
鋅	0.5mg/L	0.5mg/L
錳	0.05mg/L	0.05mg/L
銀	0.05mg/L	0.05mg/L

表 4.13 水質數據超過限值之點次一覽表

檢驗項目	一級工業用水	二級工業用水
導電度(EC)	2(5.9%)	2(5.9%)
溶氧(DO)	5(14.7%)	1(2.9%)
生化需氧量(BOD ₅)	11(32.4%)	---
懸浮固體(SS)	27(79.4%)	26(76.5%)
大腸桿菌群	16(47.1%)	---
氨氮(NH ₃ -N)	14(41.2%)	---
銅(Cu)	9(26.5%)	9(26.5%)
鎘(Cd)	0(0%)	0(0%)
鉛(Pb)	3(8.8%)	3(8.8%)
鋅(Zn)	0(0%)	0(0%)
總鉻(T-Cr)	2(5.9%)	2(5.9%)
錳(Mn)	29(85.3%)	29(82.3%)
砷(As)	0(0%)	0(0%)

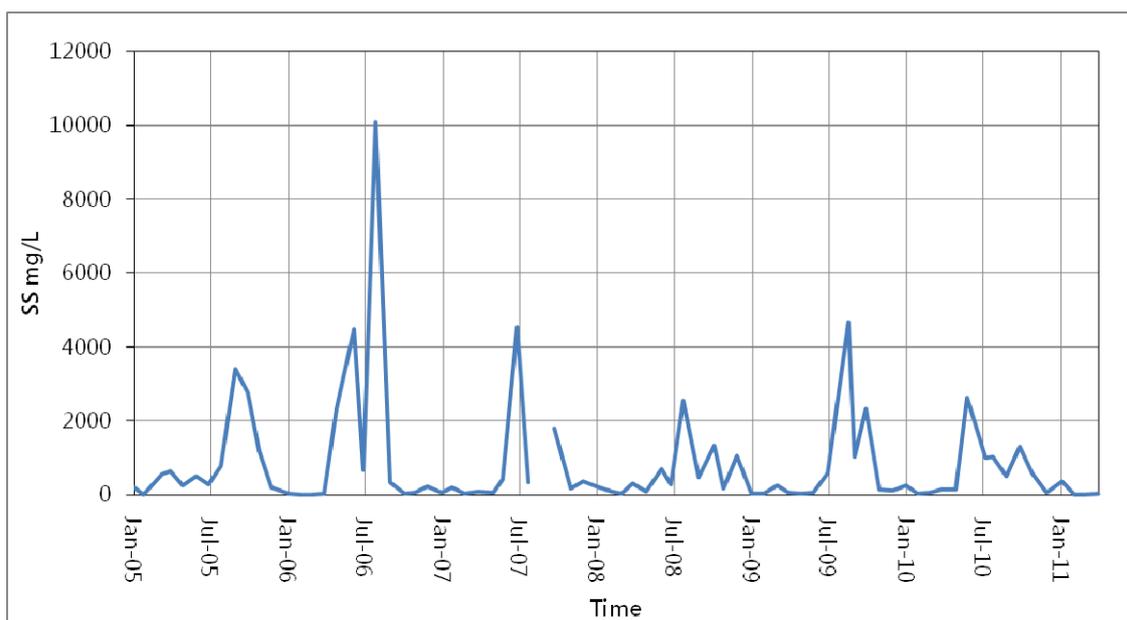


圖 4.7 濁水溪西螺大橋測站水體懸浮固體量變化趨勢

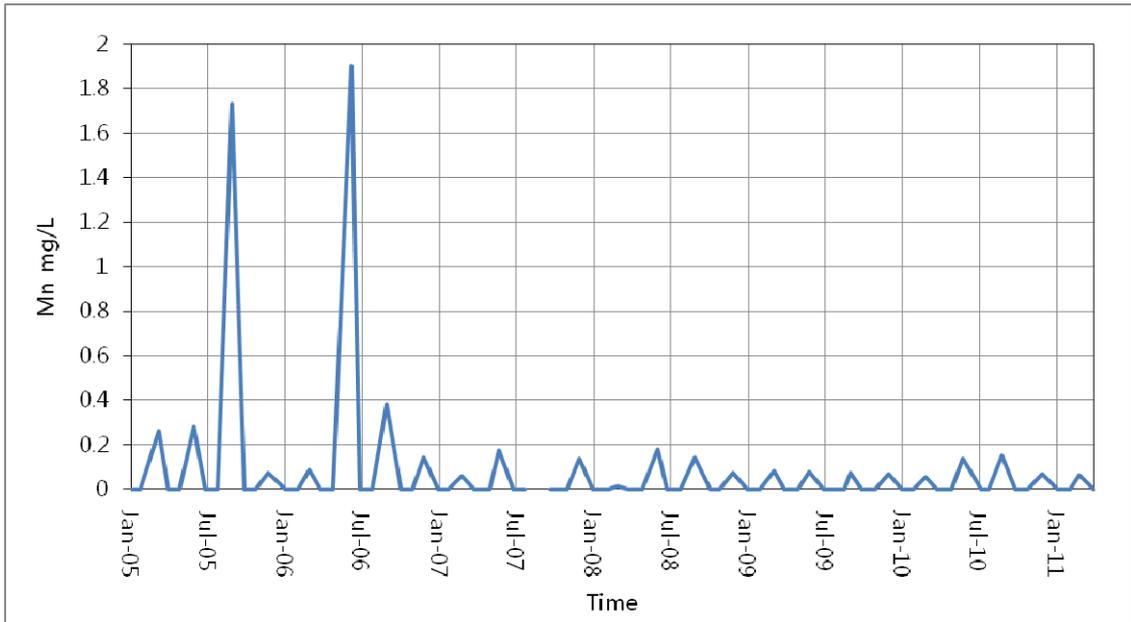


圖 4.8 濁水溪西螺大橋測站水體重金屬錳含量變化趨勢

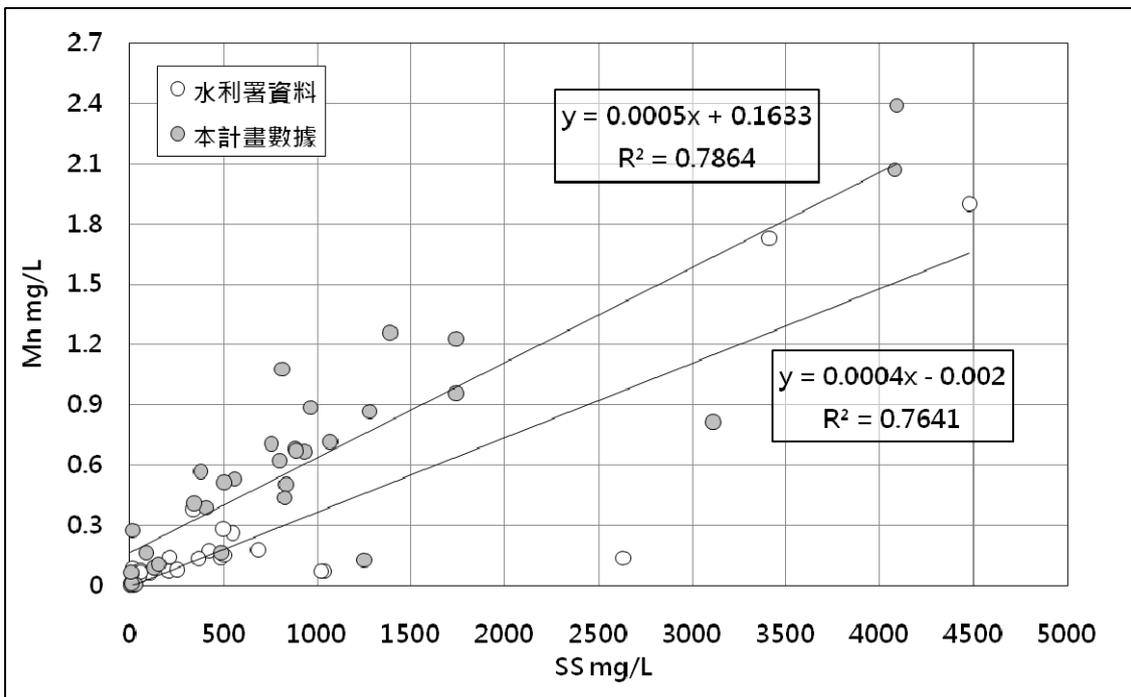


圖 4.9 水中錳含量對懸浮固體量相關性比較

表 4.14 懸浮固體量、錳含量以及鐵含量相關係數一覽表

相關係數	懸浮固體(SS)	鐵(Fe)	錳(Mn)
懸浮固體(SS)	1		
鐵(Fe)	0.908929	1	
錳(Mn)	0.886788	0.984722	1

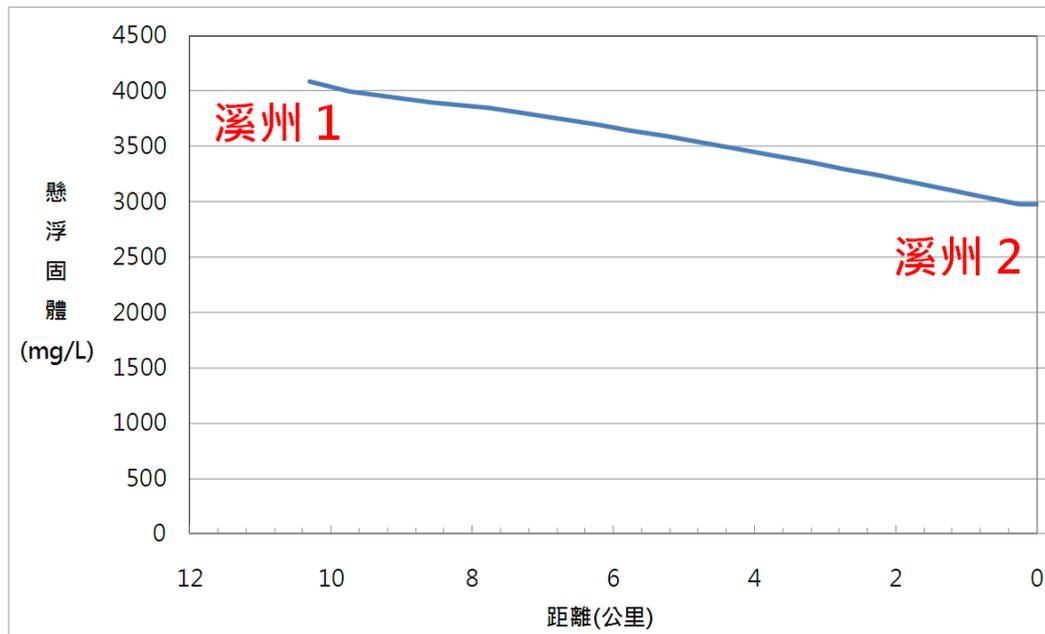


圖 4.10 99 年 9 月 30 日懸浮固體量

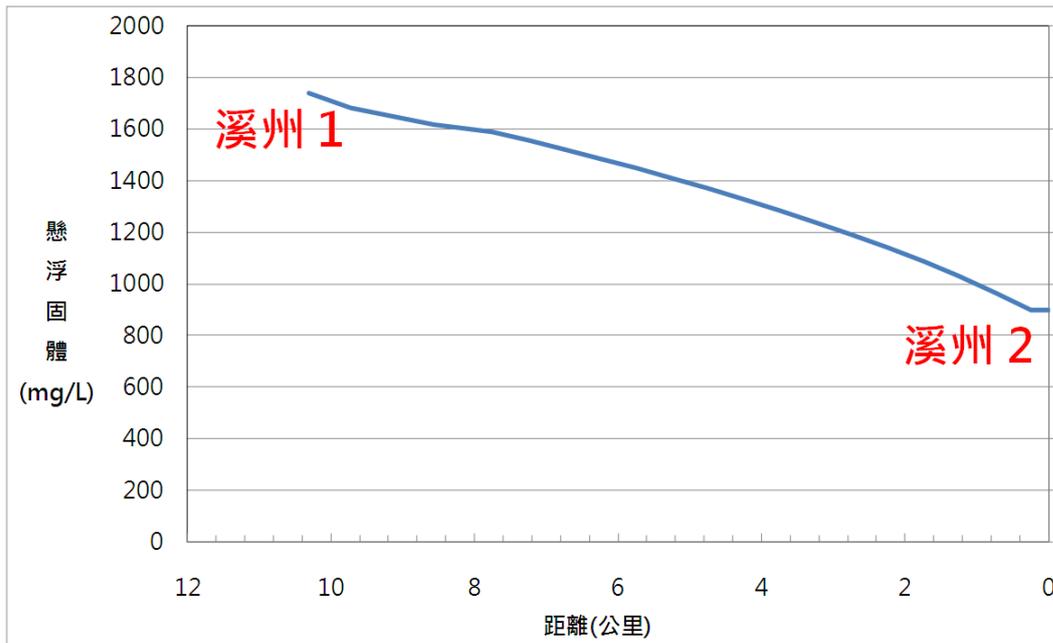


圖 4.11 100 年 6 月 2 日懸浮固體量

根據中國土木技師學會資料顯示，產業界水源用途約有近 90%用於間接冷卻及鍋爐用水，其餘 10%則用於製程及生活用水。因此冷卻水及鍋爐用水之水質要求在產業界較受到重視，製程用水由於水質要求普遍較高，因此使用回歸水的機率相對低許多，大多使用自來水。然而根據中華水電冷凍空調月刊中指出，冷卻用水的要求項目包含水體之導電度、酸鹼度、鹼度以及硬度，其要求標準如下：

導電度：1200~1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$

pH 值：6.5~8.0

鹼度：100~200mg/L

硬度：200~400 mg CaCO_3/L

由於水質在高酸鹼度以及高硬度的狀態之下，水體易造成鍋爐、管線積垢，而堵塞損壞。針對硬度部分，可利用本計畫之水質數據，計算各測點次之水質硬度(表 4.15)。以目前的水質狀況顯示，由於各測點水質懸浮固體量偏高，且硬度亦有出現冷卻用水要求標準的情形(表 4.15 灰色網底)，若需將農業回歸水暨餘水引入作為工業用水使用，務必需要淨水設備降低懸浮固體量，軟化水體，以避免管路積垢、淤塞。

表 4.15 水質硬度數據一覽表

採樣時間	溪洲工作站	大城 1	大城 2	清水橋	溪洲田區	大城田區	試驗田區
30-Sep-10	455.9	411.9	206.3	318.0	263.4	---	---
-9-Nov-10	320.6	276.8	232.8	286.5	237.0	---	---
10-Nov-10	289.7	290.3	252.2	287.3	249.8	---	---
15-Dec-10	150.1	337.8	---	---	---	---	---
23-Feb-11	307.1	268.6	---	318.2	545.3	---	---
2-Jun-11	334.0	310.6	364.1	309.9	241.8	309.8	---
3-Jun-11	288.7	300.5	297.6	274.7	228.7	285.6	196.9

灰色網底:超過冷卻用水要求標準(200-400mg/L); ---無法採集水樣

根據農委會灌溉用水水質標準(表 4.16)，本計畫水質數據超過標準值的情形如表 4.17 所示。根據表 4.17 中指出，超過灌溉水質準之水質項目以懸浮固體為最多，有 56 點次超過灌溉水質標準(>100 mg/L)，佔總點次 76.5%，其次為鐵、錳含量。如同本節第一段所述，根據鐵(圖 4.9)、錳含量對懸浮固體量相關性作圖，初步研判鐵、錳含量可能伴隨懸浮固體顆粒而來，導致懸浮固體量偏高衍生錳含量超標的情形。

根據各測點水質數據顯示，水體懸浮固體量、錳以及鐵含量皆普遍超過灌溉用水水質標準、一級以及二級工業用水標準。上述 3 項水質項目皆有近 70%之監測點次超過相關標準值。依據懸浮固體、錳含量以及鐵含量數據繪製數據分布盒型圖，如圖 4.12~圖 4.14。圖中顯示各數值皆普遍在標準限值之上，並有零星數據超過盒型圖之範圍(超過 1.5 倍數據群之四分位數值)。根據各監測點之此 3 項水質數據平均值，依測點上、下游關係繪製數據變化趨勢圖，如圖 4.15~圖 4.17。此三項水質變化趨勢大致相似，除部分試驗田測點因渠道鋪設不織布，進而過濾水體部分懸浮固體而導致數據明顯偏低。除試驗田區外，此 3 項水質有些微下降趨勢。

表 4.16 農委會灌溉用水水質標準(92.11.7 農林字第 0920031524 號)

項目	限值
水溫	35
氫離子濃度指數(pH 值)	6.0—9.0
電導度(EC)	750
懸浮固體物(SS)	100
溶氧量(DO)	3 以上
氯化物(Cl ⁻)	175
硫酸鹽(SO ₄ ⁻²)	200
總氮量(T-N)	3.0
銅(Cu)	0.2
鉛(Pb)	0.1
錳(Mn)	0.2
汞(Hg)	0.002
鎳(Ni)	0.2
硒(Se)	0.02
鋅(Zn)	2.0
鈉吸著率(SAR)	6.0
殘餘碳酸鈉(RSC)	2.5
砷(As)	0.05
鎘(Cd)	0.01
鉻(總)(Cr)	0.1
鐵(Fe)	5.0

附註：1.本標準各項目限值，除氫離子濃度指數為一範圍、溶氧量為最低限值外，均為最大限值。
2.本標準各項水質單位除水溫為℃、氫離子濃度指數為無單位、電導度為 μS/cm25℃、鈉吸著率為√meq/L、殘餘碳酸鈉為 meq/L 外，其他均為 mg/L。

表 4.17 水質數據超過農給灌溉水源之點次於水一覽表

水質項目	農委會灌溉水質標準(點次(百分比))
導電度(EC)	2(5.9%)
溶氧(DO)	2(5.9%)
懸浮固體(SS)	26(76.5%)
氯鹽(Cl ⁻)	0(0%)
硫酸鹽(SO ₄ ²⁻)	2(5.9%)
總氮(T-N)	10(29.4%)
銅(Cu)	0(0%)
鎘(Cd)	0(0%)
鉛(Pb)	3(8.8%)
鋅(Zn)	0(0%)
鎳(Ni)	0(0%)
總鉻(T-Cr)	0(0%)
鐵(Fe)	25(73.5%)
錳(Mn)	23(67.6%)
鈉吸著率(SAR)	0(0%)
殘餘碳酸鈉(RSC)	0(0%)
砷(As)	0(0%)
銀(Ag)	0(0%)
汞(Hg)	0(0%)
硒(Se)	0(0%)

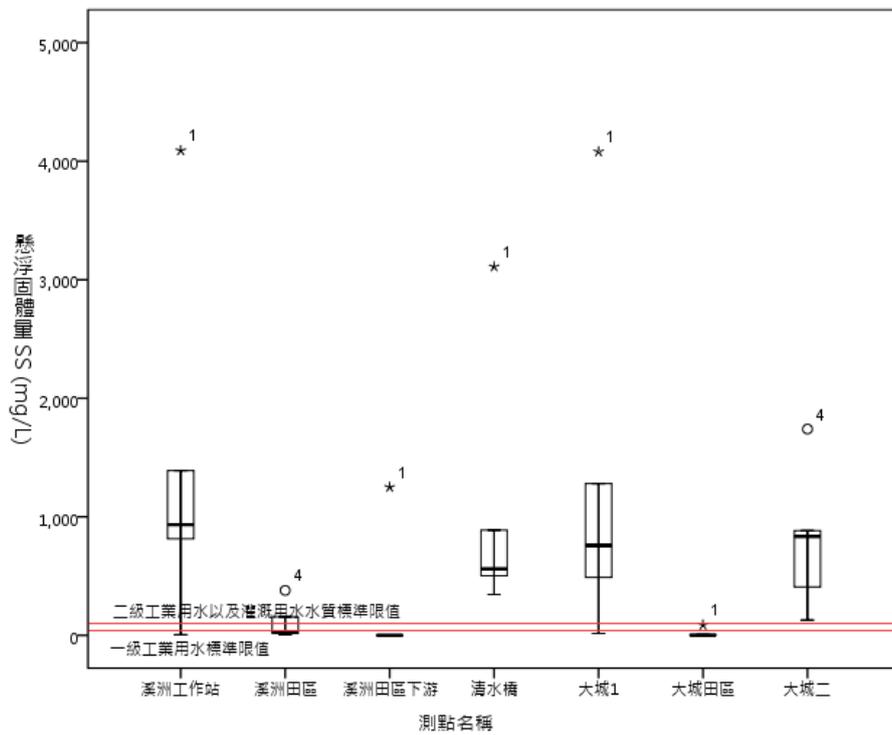


圖 4.12 各測站水質懸浮固體量數據分布盒型圖

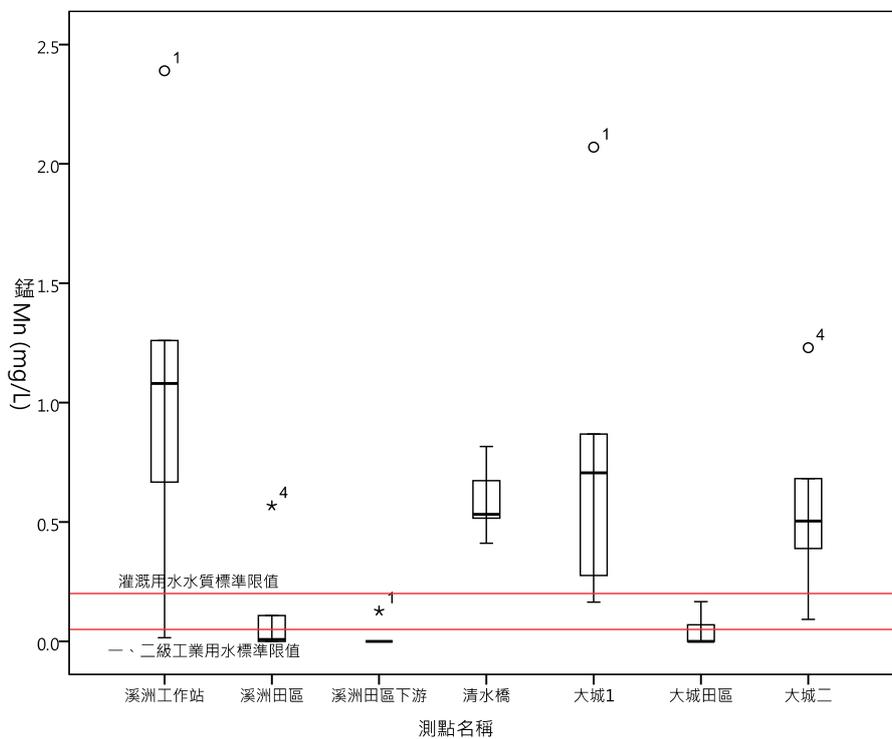


圖 4.13 各測站水質錳含量數據分布盒型圖

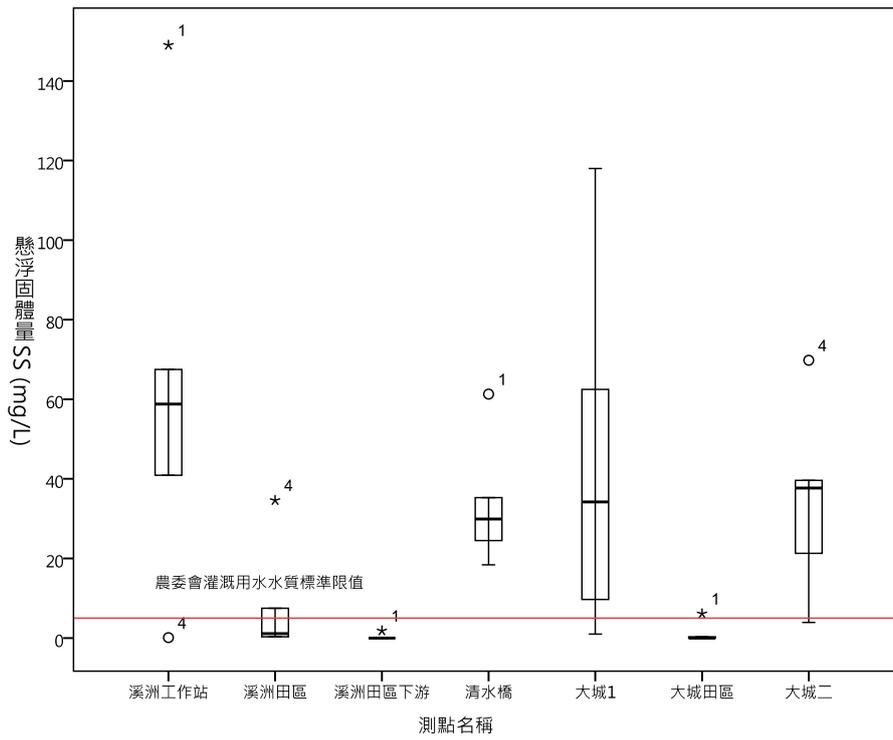


圖 4.14 各測站水質鐵含量數據分布盒型圖

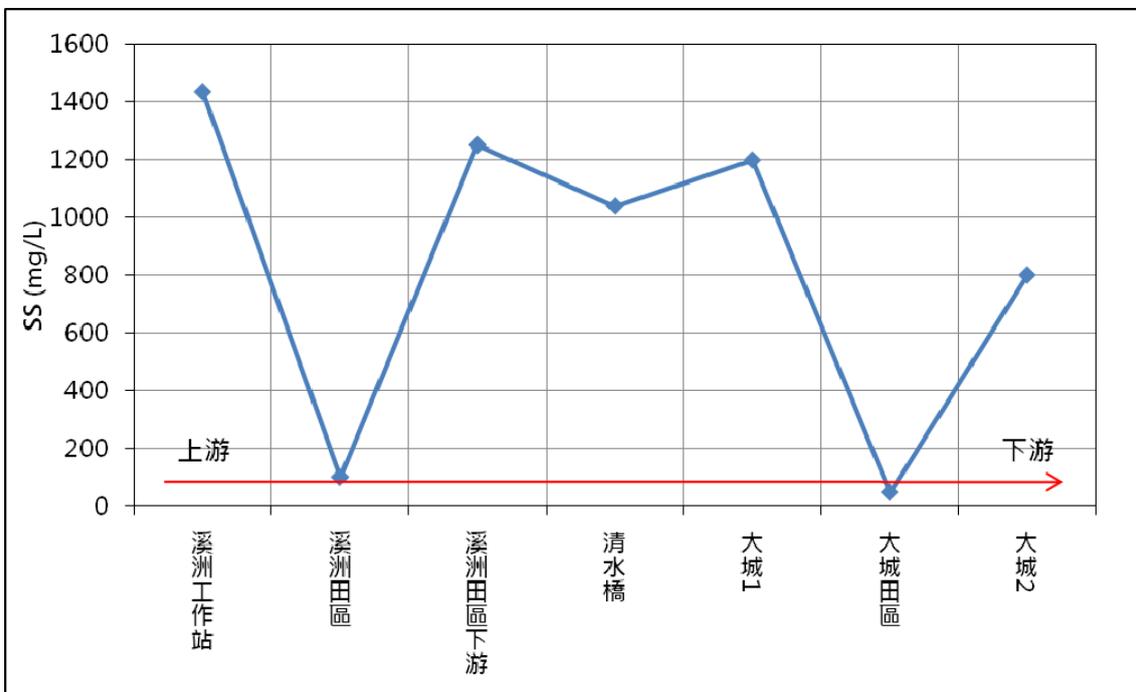


圖 4.15 各測站水質懸浮固體量平均值變化趨勢圖

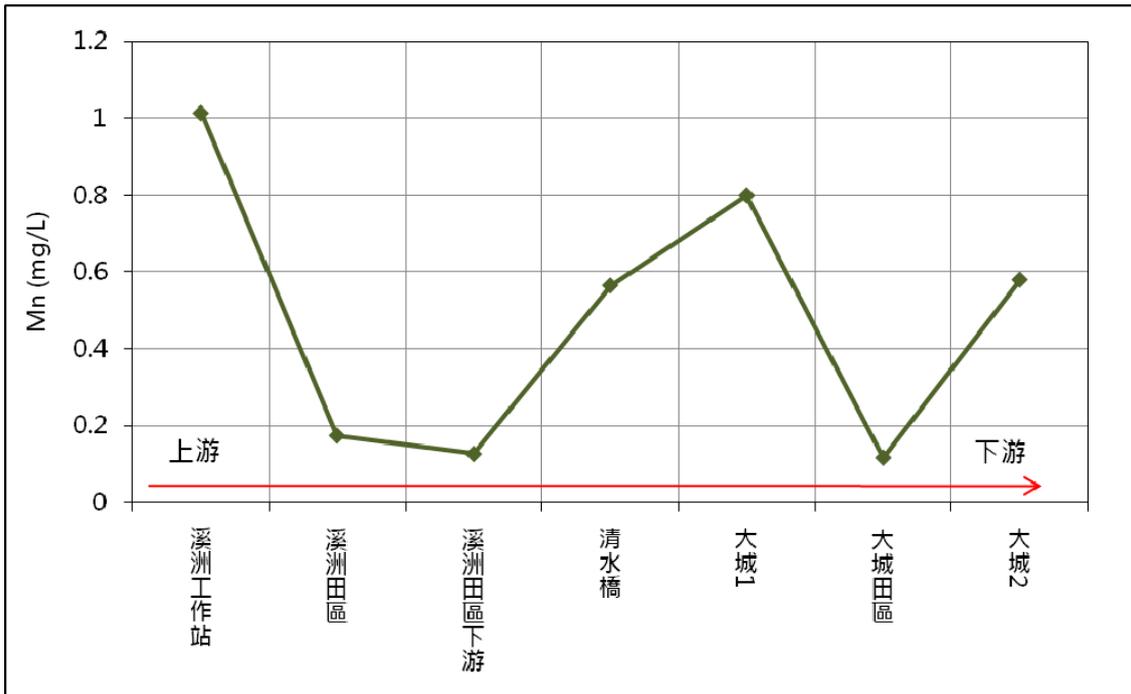


圖 4.16 各測站水質錳含量平均值變化趨勢圖

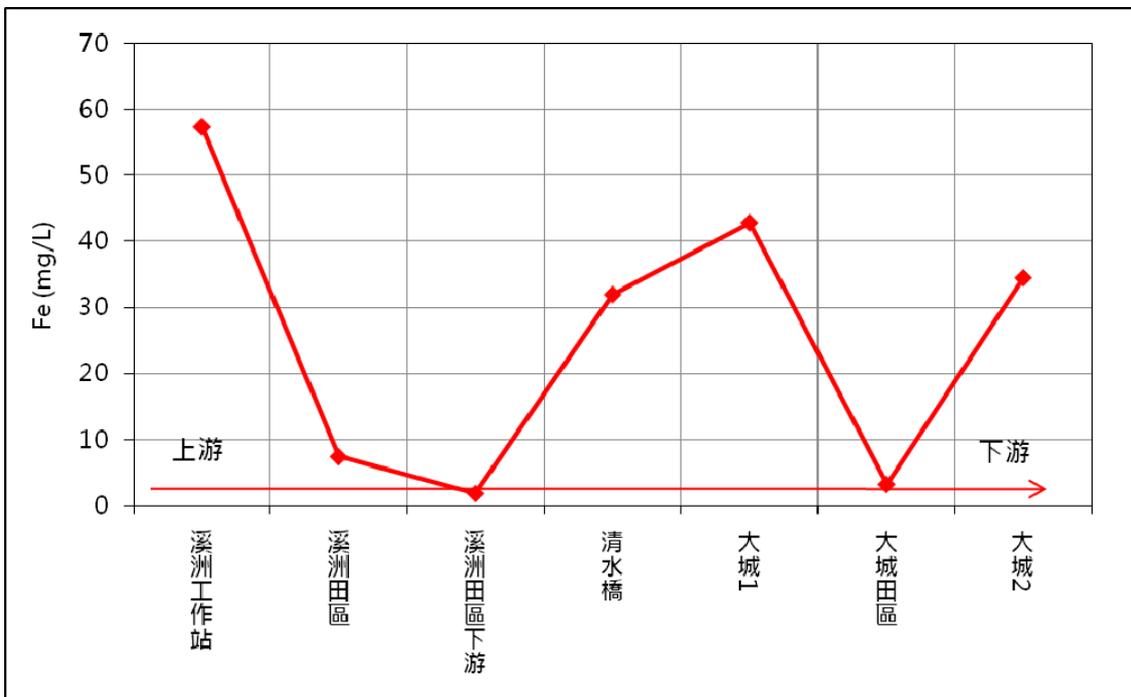


圖 4.17 各測站水質錳含量平均值變化趨勢圖

第五章 農業回歸水暨餘水再利用之調度機制與相關工程技術之檢討與建議

5-1 調配水機制之研擬

本計畫首先依據前述水量及水質分析(4.1 及 4.2 節)結果進行，再配合重大開發計畫之目標年需求水量進行可供調配水量及策略研擬，初步擬定二個方案，以進行調配機制與相關工程技術之檢討。

方案一：農業回歸水暨餘水之蓄存於各田區，以每 0.3 公頃設置一小型調節池(長 6 m*寬 3 m*深度 1.5~2 m，如圖 5.1.2 所示)，蓄水量為 27 噸，以供應停水時之灌溉用水。

方案二：仿效桃園之輪灌方式規畫為輪區方式供水，並於各輪區(50 公頃)設置一大型調節池(面積 4 公頃*深度 2~3 m)，蓄存降雨量、回歸水暨餘水量以替代田區之地下水供給。

本計畫於 100 年 8 月 16 號舉行專家座談會，整合各方專家提供之建議後，選擇方案二為調配機制。此外方案一於各田區設置調節池，由於用地取得不易、考慮民眾配合度與是否影響作物收成利益，故不列入考量。

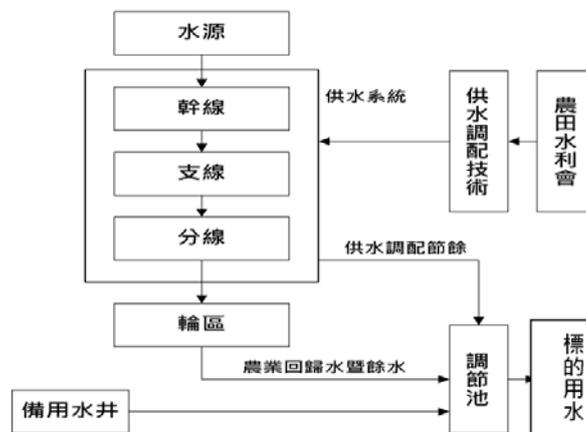


圖 5.1.1 農業回歸水暨餘水調配示意圖

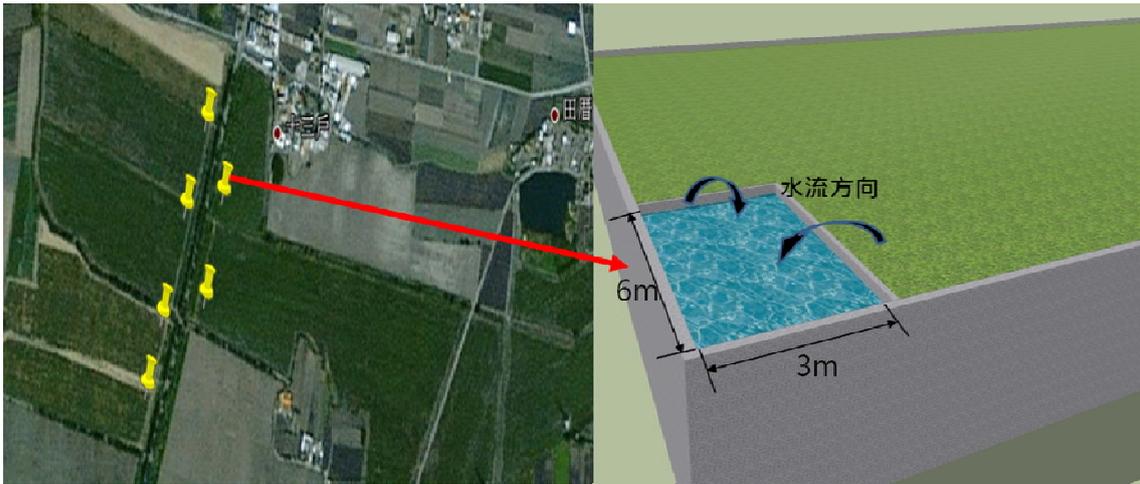


圖 5.1.2 田區小型調節池示意圖

5-2 相關調蓄設施之檢討

目前彰化農田水利會擬議在荊仔埤圳上游設置 20 萬立方公尺調節池以及彰化縣政府規劃中之大城人工湖等，分別依據前述各節所計算之可調配水量，供水標的之需水量進行模擬與相關調蓄設施之檢討。由於彰化農田水利會之規劃案，目前正進行期末審查中，因此本計畫擬俟該規劃案完成後併同探討，此外，本計畫亦蒐集經濟部水利署水利規劃試驗所(2009)之沿海地陷區蓄洪設施水資源之應用研究，與本計畫相關的，主要為萬興排水蓄洪池及第四放水路滯洪池，相關資料如表 5.1.1 所示，其供水潛能如表 5.1.2~5.1.4 所示，由表 5.1.2 及表 5.1.3 顯示，依據 56-97 年之模擬年限，萬興滯洪池之平均供水量約為 99.2 萬立方公尺/年，第四放水路之年均平供水量約 43.0 萬立方公尺/年，與荊仔埤圳之灌溉餘水量聯合運用，如灌溉餘水量為每日 0.3cms/時，則萬興滯洪池之供水潛能可達 573.3 萬立方公尺，而第四放水路滯洪池可達 289.9 萬立方公尺，因此後續本畫將配合荊仔埤圳之灌溉餘水進行調蓄設施之檢討。

表 5.1.1 彰化縣地陷區滯洪池資料表

滯洪池名稱	所處鄉鎮	面積 (ha)	體積 (10 ⁴ m ³)	計畫呆水位 (m)	計畫滿水位 (m)	有效水深 (m)	出口閘門 (m×m×座)	輔助抽水站設計流量 (cms)	排水路	出口型式	資料來源
第四放水路滯洪池	二林鎮	23.0	62.4	11.2	14.2	3.0	5*2.5*1	—	第四放水路	閘門重力排放	萬興排水系統規劃修正報告，民國98年
萬興排水滯洪池	二林鎮	35.0	87.36	9.5	12.3	2.8	5*2.5*1	0.5cms	萬興排水		

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，2009。

表 5.1.2 萬興滯(蓄)洪池供水潛能比較

單位：萬立方公尺/年

模擬方式	模擬年限 (民國)	平均進水量 (渠路引水量及直接降雨量)	平均洩水量	平均蒸發及入滲量	平均供水量
日雨量實測紀錄	94~97	826.2	526.0	52.7	247.5
日雨量套配雨型	94~97	642.4	407.1	45.6	189.6
	56~97	280.5	152.9	28.5	99.2

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，2009。

表 5.1.3 第四放水路滯(蓄)洪池供水潛能比較

單位：萬立方公尺/年

模擬方式	模擬年限 (民國)	平均進水量 (渠路引水量及直接降雨量)	平均洩水量	平均蒸發及入滲量	平均供水量
日雨量實測紀錄	94~97	242.4	127.9	20.4	94.2
日雨量套配雨型	94~97	228.1	107.0	22.6	98.5
	56~97	96.3	39.1	14.1	43.0

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，2009。

表 5.1.4 與荊仔埤圳聯合運用供水潛能

單位：萬立方公尺/年

荊仔埤圳灌溉餘水量	聯合運用供水潛能	
	萬興	第四放水路
0.15cms/日	298.1	138.9
0.3cms/日	573.3	289.9

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，2009。

5-3 示範區之選定

本計畫目前依據前述各節所計算之可調配水量，供水標的之需水量進行模擬與相關調蓄設施之檢討。參考上一章節滯洪池之地點，與本計畫相關主要為萬興排水蓄洪池與第四放水路滯洪池、元埔農場調節池等，因此選取此三個調節池示範區，其相關位置如圖 5.3.2 與圖 5.3.3 所示。



圖 5.3.1 調節池示範區之選定



圖 5.3.2 元埔農場調節池位置圖



圖 5.3.3 萬興滯洪池與第四放水路滯洪池位置圖

本計畫中農業回歸水暨餘水蓄存之措施，主要採取每輪區設置5~10公頃增設調節池，分別為萬興排水蓄洪池與第四放水路滯洪池位於二林鎮，元埔農場調節池則於溪州鄉與埤頭鄉交界，此三者皆以重力取水方式引水入流至沉砂池中，而後流入調節池蓄存，其相關資料如下表所示。調節池示意圖如圖 5.3.4 所示。引水渠道選擇暗管埋設於路面下，管路質材選用鋼管(SP)並埋設於道路側邊地面下，視情況決定是否增設土地基礎，其示意圖如圖 5.3.6 所示。

表 5.3.1 計畫調蓄池設置基本資料

名稱	萬興調節池	第四放水路調節池	元埔農場調節池
所處鄉鎮	二林鎮	二林鎮	溪洲鄉與埤頭鄉交界，近明道大學
佔地面積	6.0 ha	6.0 ha	6.5 ha
取水圳路	萬興調節池	第四排水路	荊仔埤圳
高程	E.L.13~15 m	E.L.14~15 m	E.L.27~28 m
取水方式	機械取水	機械取水	機械取水
蓄水深度	2.5 m	2.5 m	3.0 m
入流量	0.015~0.025 cms	0.015~0.025 cms	0.020~0.030 cms
蓄水容量	13.75 萬噸	13.75 萬噸	15.93 萬噸

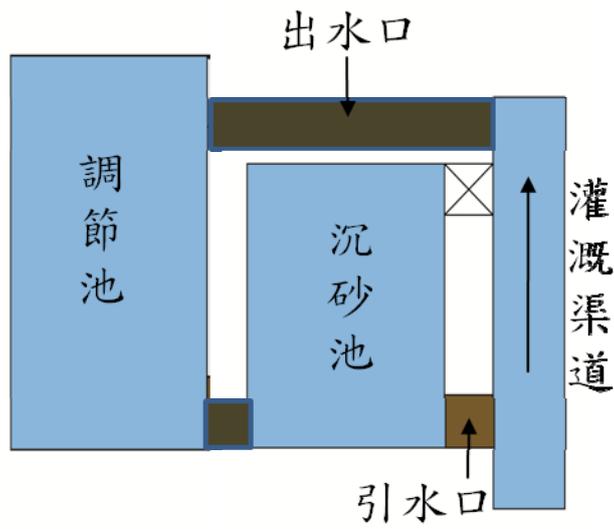


圖 5.3.4 調節池引水示意圖

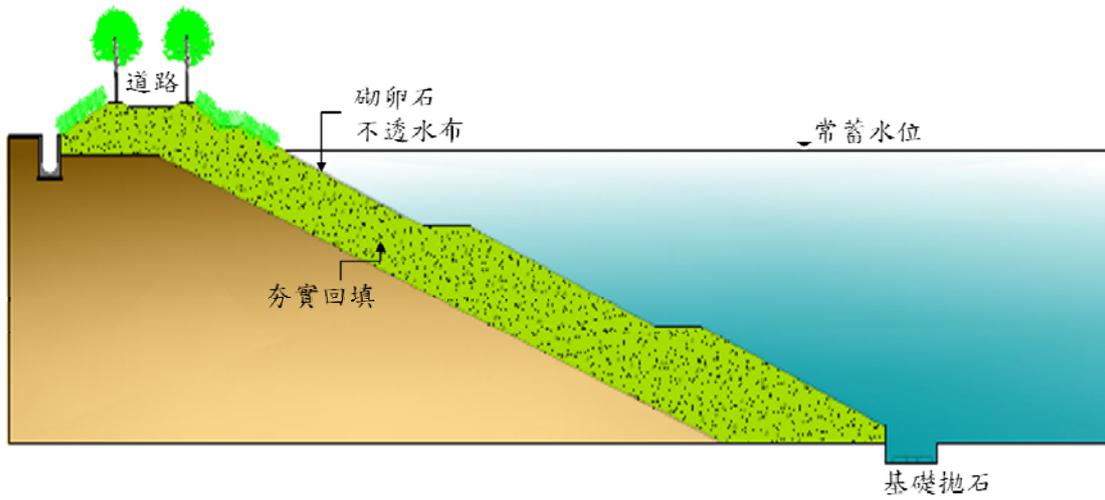


圖 5.3.5 調節池設施配置圖

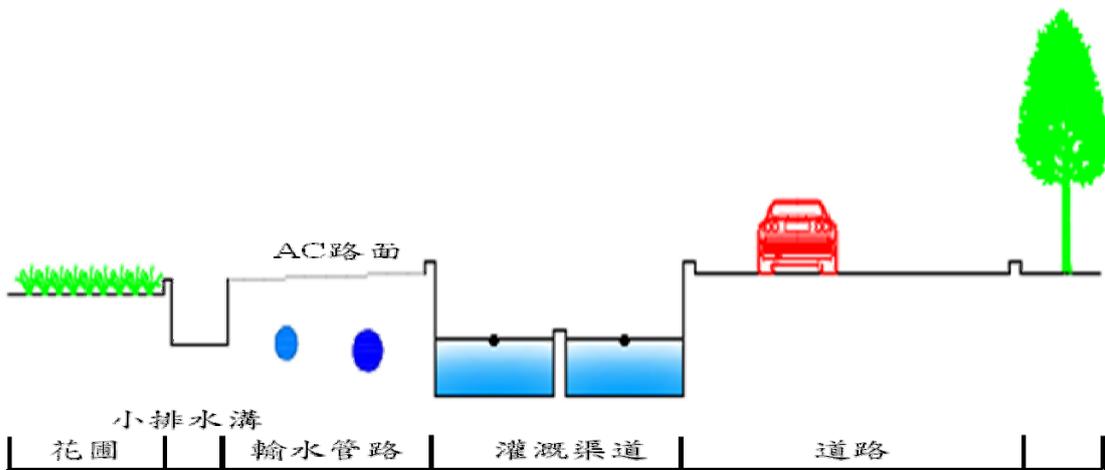


圖 5.3.6 輸水管線埋設位置與示意圖

由表 5.3.2 可得萬興調節池之工程建造費用為 2,686 萬元，包含用地費為 9,886 萬元。由表 5.3.3 可第四放水路調節池之工程建造成本為 2,649 萬元，包含用地費為 9,849 萬元。表 5.3.4 顯示元埔農場調節池之工程建造成本為 4,024 萬元，其用地費為 18,844 萬元。

表 5.3.2 萬興調節池工程成本

項目	說明	單位	數量	單價(萬元)	複價(萬元)
SP 管(ϕ 0.5m)		m	80	3.70	296.00
萬興排水抽水站土木設施		座	1	350.00	350.00
土方處理		m ³	150,000	0.01	1,500.00
沉砂池	含機電設備與抽水馬達	座	1	300.00	300.00
礫石材料及鋪設	約 0.40 公頃	m ³	2400	0.10	240.00
小計					2,686.00
用地費		公頃	6	1,200.00	7,200.00
總計					9,886.00

表 5.3.3 第四放水路調節池工程成本

項目	說明	單位	數量	單價(萬元)	複價(萬元)
SP 管(ϕ 0.5m)		m	70	3.70	259.00
第四放水路抽水站土木設施		座	1	350.00	350.00
土方處理		m ³	150,000	0.01	1,500.00
沉砂池	含機電設備與抽水馬達	座	1	300.00	300.00
礫石材料及鋪設	約 0.40 公頃	m ³	2400	0.10	240.00
小計					2,649.00
用地費		公頃	6	1,200.00	7,200.00
總計					9,849.00

表 5.3.4 元埔農場調節池工程成本

項目	說明	單位	數量	單價(萬元)	複價(萬元)
SP 管(ϕ 0.5m)		m	300	3.70	1,110.00
元埔農場抽水 站土木設施		座	1	400.00	400.00
土方棄置		m ³	195,000	0.01	1,950.00
沉砂池	含機電設備 與抽水馬達	座	1	300.00	300.00
礫石材料及 鋪設	約0.44公頃	m ³	2640	0.10	264.00
小計					4,024.00
用地費		公頃	6.5	2,280.00	14,820.00
總計					18,844.00

第六章 農業回歸水及餘水納入水資源多元利用 評估

6-1 水資源多元利用評估流程

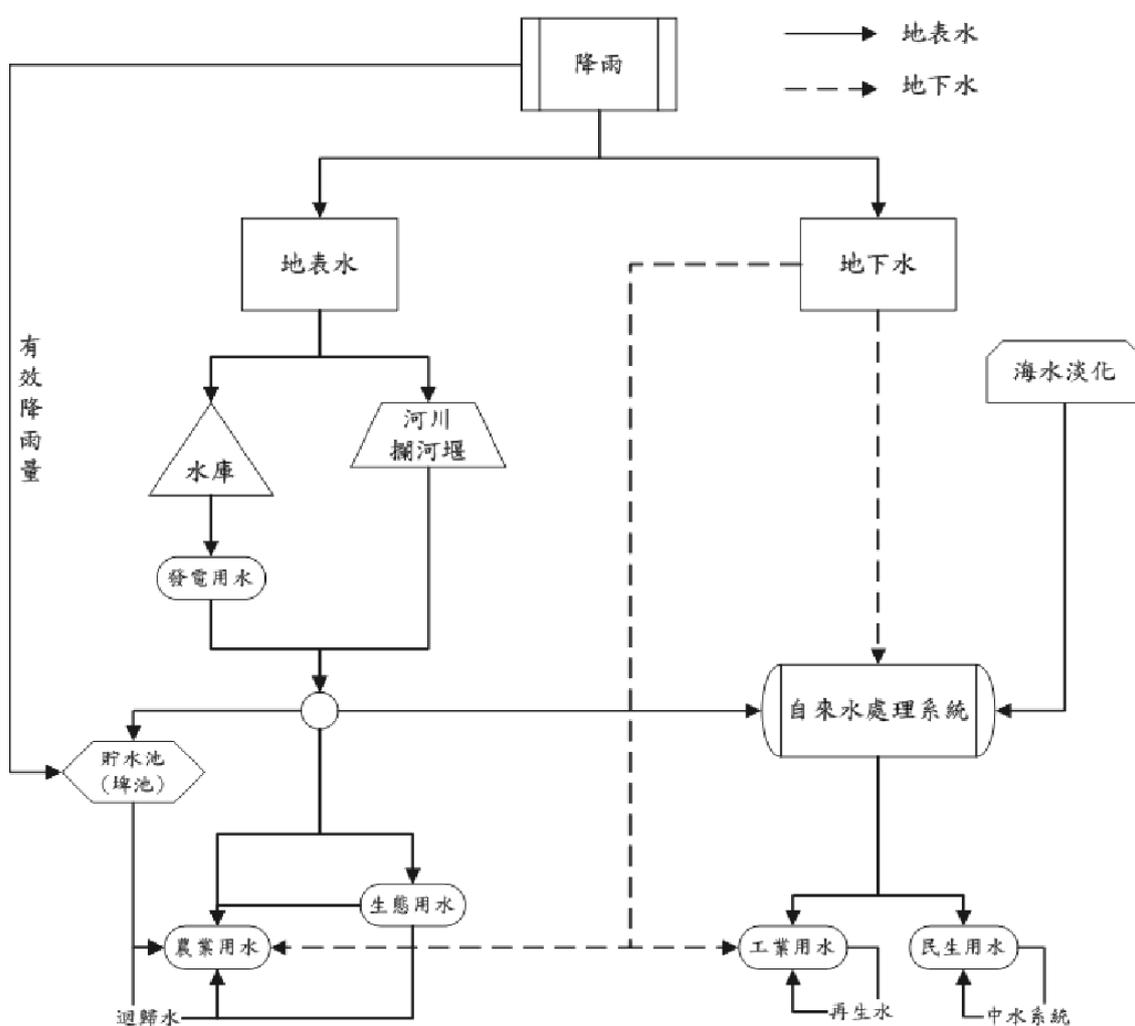
開發水源宜朝多元化發展，除考量傳統之攔河堰工程計畫外，對於農業回歸水暨餘水等亦值得考慮。水資源回收再利用是否能應用於台灣之水資源環境，亦可納入水資源開發方案中多方審慎評估。若經水資源供需情勢分析，既有水利設施之供給水量仍不足因應各標的用水需求之成長，則仍有賴於進行農業回歸水暨餘水再利用，並規劃推動蓄水設施，以提供量足質優之穩定供水。

一般水資源供需系統如圖 6.1.1 所示，造成水資源供需失衡的主要原因有二，一為供水端之供水量不足或不穩定，另一個原因為用水端需求量快速成長，已大於供水端所能負載之能力(陳世偉，2007)。以彰化地區而言，主要的因素為供水端的問題較大。在缺乏水庫等調蓄設施下，彰化地區的供水量是屬於較不穩定的情況。因此針對此情形，需要尋求將農業回歸水暨餘水納入多元化的水資源利用評估，以使彰化地區的用水不至於在短期遭遇問題，且中長期的水資源運用亦可獲得解決。

多元化水資源的開發可包括川流水、農業回歸水暨餘水等，利用農業回歸水暨餘水作為其他標的用水時，主要評估項目為水質及水量，以台灣地區農業灌溉用水方式而言，開發農業回歸水暨餘水供應各標的用水時，宜視實際水質、水量穩定度狀況進行探討，併視不同標的用水之水質及水量要求而審慎選擇引水地點或方式。

從 1966 年至今，政府相關部會陸續依照不同時期之水資源情況提出「現階段水資源政策綱領」、「台灣地區水資源開發綱領計畫」、「新世紀水資源政策綱領」、「2015 年經濟發展願景-第一階段三年衝刺，一、公共建設套案—不缺水計畫」上位綱領計畫。並依照綱領的指導

方針提出「台灣中部區域水資源經理基本計畫」、「多元化水資源經營管理方案」、「現階段工業用水發展政策綱領」等細部計畫規範。為達到彰化地區供水區域之中、長期改善措施，其中彰化地區供水之中期改善措施係以穩定供水為目標，而長期改善措施已完成區域聯合調度為目標；本計畫將就前述農業回歸水暨餘水分析結果，配合區域水源與需水情況，進行農業回歸水暨餘水整合納入水資源多元利用系統之利用評估，流程如圖 6.1.2 所示。



資料來源：陳世偉，2007

圖 6.1.1 一般水資源供需系統圖

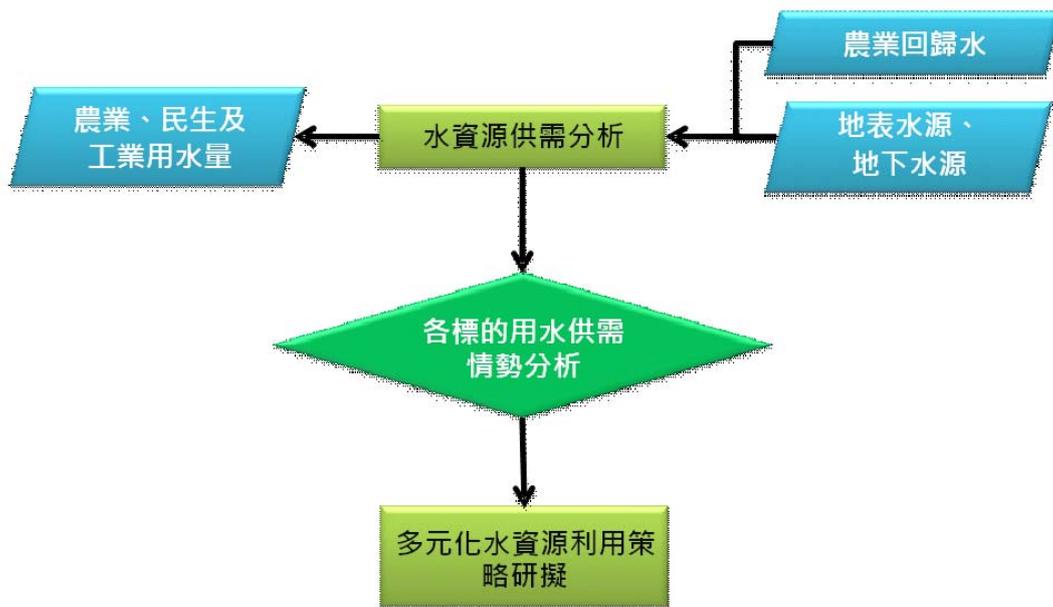


圖 6.1.2 多元化水資源利用評估流程

依據本計畫之計畫區域以彰化地區為主，因此蒐集彰化地區之生活、工業及農業用水資料，分述如下。

6-2 彰化地區歷年用水量特性分析

為評估彰化地區水資源運用特性，本計畫茲蒐集本區域歷年各標的用水統計資料(民國 82~96 年)，如表 6.2.1 所示；由過去 15 年用水記錄顯示本區域年平均用水量為 16.07 億噸/年，用水量自民國 91 年起大幅增加，比較民國 96 年及 82 年數據顯示，歷經 15 年區域變化，總用水量已增加 6.08 億噸/年。比較圖 6.2.1~圖 6.2.4，顯示本區域總用水量遞增之主要來源為農業用水的變化。

工業用水部分，彰化地區歷年工業用水消長趨勢顯示過去本區域的工業用水呈現緩慢增加的趨勢，工業用水量僅微幅變化，15 年平均用水量為 1.06 億噸/年。

生活用水量部分，表 6.2.1 顯示自民國 82 年起之用水量開始超過

15 年平均値，至民國 96 年止之生活用水已緩增為 1.36 億噸/年。比較彰化區域生活用水來源，茲將本區域人口資料、每人每日配水量、用水來源紀錄彙整如表 6.2.2～表 6.2.4，生活用水量包含自來水供應量及自行取水量之總和，其中表 6.2.2 顯示彰化地區居民使用生活用水比例，使用以自來水供應量為主，約 121.3 萬人(民國 96 年)，自行取水者僅 10.1 萬人(民國 96 年)；表 6.2.3 顯示每人每日用水量具遞增趨勢，由民國 87 年之 243(公升/人-日)遞增為民國 96 年的 284(公升/人-日)。由表 6.2.4 的生活用水遞增趨勢，配合表 6.2.2～表 6.2.3 數據顯示，人口增加人居民每日用水量增加為本區域生活用水增加主因，未來應透過節水政策宣導，以降低每人每日用水量達到控制生活用水量之目標。

由於彰化地區之自來水系統主要來源為抽取地下水，因此本計畫彙整彰化地區地下水抽水記錄如表 6.2.5 及圖 6.2.7，結果顯示本區域地下水抽水量自民國 82 年之 2.33 億噸/年遞增至民國 96 年之 3.94 億噸/年，其中地下水抽用量高峰期發生於民國 93 年的 8.15 億噸/年。本區域地下水抽水量主要來源為農業用水，15 年平均値為 1.95 億噸/年，其次分別為生活用水之 1.25 億噸/年及工業用水之 10.59 億噸/年，其中農業用水之抽水量於民國 96 年仍維持 1.47 億噸/年。

表 6.2.1 彰化地區各標的用水量統計一覽

單位：億噸/年

民國	農業用水	工業用水	生活用水	小計
82	10.69	1.21	1.11	13.00
83	11.60	1.01	1.12	13.73
84	12.38	1.00	1.10	14.48
85	13.55	0.94	1.11	15.60
86	11.16	0.88	1.14	13.18
87	11.50	0.99	1.15	13.64
88	12.10	1.05	1.20	14.34
89	11.68	1.15	1.28	14.11
90	11.54	1.07	1.35	13.97
91	18.07	1.08	1.37	20.52
92	15.32	1.08	1.37	17.77
93	18.21	1.10	1.35	20.67
94	15.97	1.10	1.35	18.42
95	15.95	1.11	1.34	18.40
96	16.61	1.11	1.36	19.08
平均	13.76	1.06	1.25	16.07

資料來源：林尉濤，2009；水利署各項用水統計資料庫，2010。

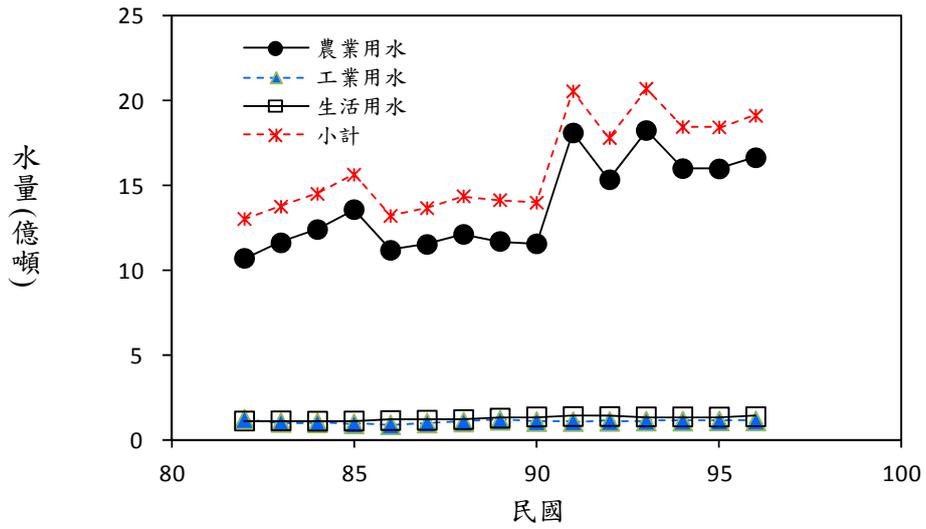


圖 6.2.1 彰化地區總用水量趨勢(民國 82-96 年)

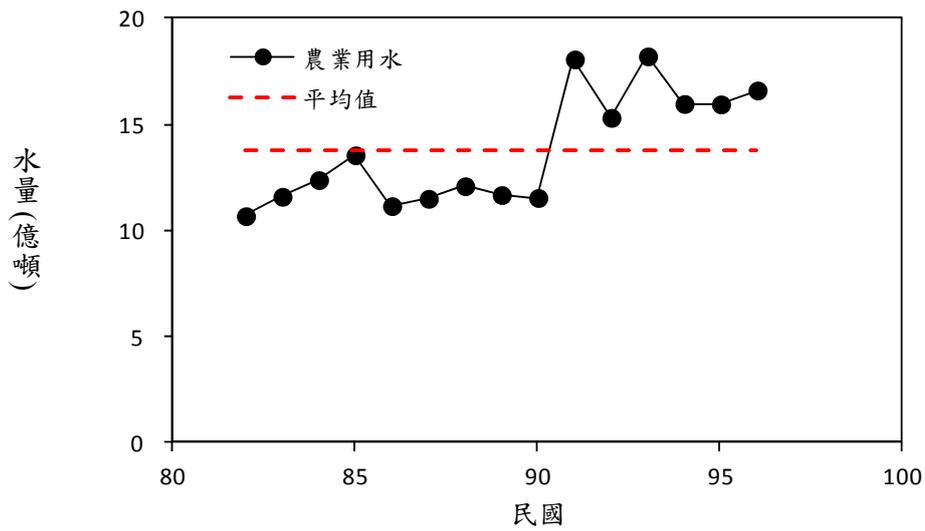


圖 6.2.2 彰化地區農業用水量趨勢(民國 82-96 年)

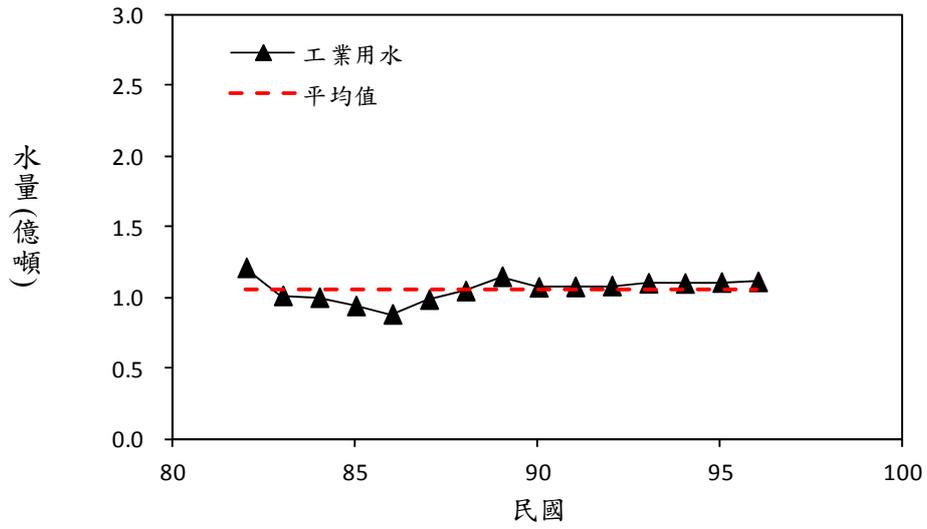


圖 6.2.3 彰化地區工業用水量趨勢(民國 82-96 年)

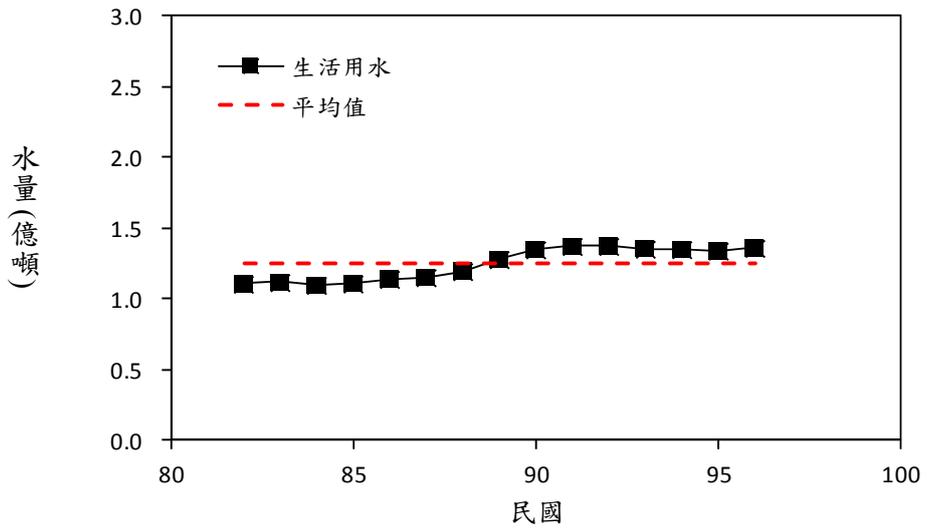


圖 6.2.4 彰化地區生活用水量趨勢(民國 82-96 年)

表 6.2.2 彰化地區生活用水供水人口統計一覽

單位：人/年

民國	自來水供應量	自行取水量	總生活用水量
87	1,162,345	139,122	1,301,467
88	1,181,576	124,064	1,305,640
89	1,187,208	123,323	1,310,531
90	1,196,686	117,308	1,313,994
91	1,197,219	118,960	1,316,179
92	1,194,121	122,322	1,316,443
93	1,200,609	116,153	1,316,762
94	1,205,041	110,785	1,315,826
95	1,209,157	105,877	1,315,034
96	1,213,158	101,196	1,314,354
平均	1,194,712	117,911	1,312,623

資料來源：水利署各項用水統計資料庫，2010。

表 6.2.3 彰化地區生活用水每人每日配水量統計一覽

單位：公升/人-日

民國	自來水供應量	自行取水量	總生活用水量
87	249	189	243
88	258	186	251
89	269	254	268
90	282	278	282
91	287	281	286
92	288	264	286
93	284	261	282
94	283	260	281
95	281	259	280
96	285	263	284
平均	277	250	274

資料來源：水利署各項用水統計資料庫，2010。

表 6.2.4 彰化地區生活用水量來源統計一覽

單位：億噸/年

民國	自來水供應量	自行取水量	總生活用水量
87	1.06	0.10	1.15
88	1.11	0.08	1.20
89	1.17	0.11	1.28
90	1.23	0.12	1.35
91	1.25	0.12	1.37
92	1.26	0.12	1.37
93	1.24	0.11	1.35
94	1.25	0.11	1.35
95	1.24	0.10	1.34
96	1.26	0.10	1.36
平均	1.21	0.11	1.31

資料來源：水利署各項用水統計資料庫，2010。

表 6.2.5 彰化地區各標的地下水用水量統計一覽

單位：億噸/年

民國	農業用水	工業用水	生活用水	小計
82	0.01	1.21	1.11	2.33
83	0.15	1.01	1.12	2.29
84	0.30	1.00	1.10	2.40
85	1.56	0.94	1.11	3.61
86	2.02	0.88	1.14	4.04
87	1.33	0.99	1.15	3.47
88	1.97	1.05	1.20	4.21
89	1.72	1.15	1.28	4.15
90	1.67	1.07	1.35	4.09
91	3.59	1.08	1.37	6.04
92	4.77	1.08	1.37	7.22
93	5.70	1.10	1.35	8.15
94	1.48	1.10	1.35	3.93
95	1.59	1.11	1.34	4.04
96	1.47	1.11	1.36	3.94
平均	1.95	1.06	1.25	4.26

資料來源：林尉濤，2009；水利署各項用水統計資料庫，2010。

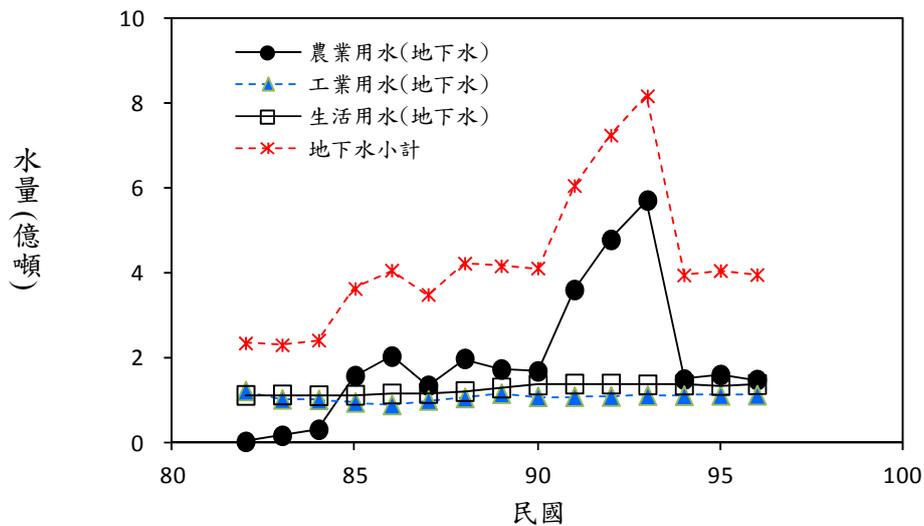


圖 6.2.5 彰化地區地下水總用水量趨勢(民國 82-96 年)

6-3 彰化地區各期程用水量分析

經濟部水利署(2008)參酌「台灣地區水資源開發綱領計畫」及「多元化水資源經營管理方案」估算方式進行各用水分區未來各期程的用水需求分析，各期程的用水需求採用民國 91 至 95 年之實際用水量進行各標的用水檢討，未來各期程水資源供需情形係以 5 年為一期距，分別推估至民國 100、105、110、115 及 120 年之目標年，以做為區域水資源經理策略擬定之依據。本計畫茲將彰化地區各標的用水期程說明如下：回歸水暨餘水將以本計畫實測推估資料為主；其餘工業用水資料及生活用水資料以水利署公佈統計資料為主。

一、彰化地區工業用水需求量

(一)現有工業用地用水

本項用水包括國科會或工業局管理之工業園區、經濟部、交通部及各縣市政府或產業興辦人之已開發工業用地與供廠商自行設廠用地、都市計畫工業用地以及非都市土地丁種建築用地之工業用水，彰化地區現有已開發工業區工業用地如全興工業區、芳苑工業區、福興工業區、田中工業區、埤頭工業區。其用水來源可分為自來水系統供應及自行取水兩部份，由前述工業用水現況調查統計分析結果來看，

目前本項用水主要仍以自行取水(即抽用地下水)為主。以下茲就未來之現有工業用水需求評估加以說明：

- 1.自來水系統供應量：「台灣自來水事業統計年報」之工業用水主要以大型工業區或服務業區為主，而零星散布於都市計畫或非都市計畫工業用地者均納入生活用水量統計。自來水系統供應現有工業用地用水需求之推估方式，係參考各用水分區工業用水年成長趨勢，訂定年用水增加率，再配合現況基值推估自來水系統供應量。新增之用水量應考慮工業用水回收率 65%，但由於台灣地區未來新增之工業用地已有政策性投入，且已開發之工業區大致趨於飽和，其用水成長應不致於大幅增加，因此依現況趨勢增加之用水量，亦可視為已估算產業用水回收率。各用水分區年增加率之差異係考量近民國 91 年至 95 年來自來水系統供應工業用水之變化趨勢，而由各地區增加率趨勢再配合民國 91 年至 95 年自來水系統工業用水配水量之平均值為現況基值，即可估算各目標年需水量。
- 2.自行取水量：現有工業用地自行取水量係經濟部水利署之「台灣地區工業用水量統計報告」之總工業用水量扣除自來水系統工業配水量而得，民國 90 年之自行取水量為基值，各目標年之自行取水量理論上依過去趨勢有可能增加，但考量台灣地區之工業發展情況及為國土保育在政策上並不支持擴大抽取地下水等因素，所以各目標年維持不成長為原則。

(二)開發中工業用地用水

開發中或已開發正發展中工業區用水量較大的為彰濱工業區，工業區之目標年用水量以經濟部工業局函示用水資料及重要已開發用水計畫書差異分析審查結果為準。彰濱工業區未來用水擬建置工業專用管路輸送，其餘均納入自來水系統用水分析，於進行區域供需分析時之抄見率則引用各用水分區生活用水之目標年推估值。

(三)已編定(編定中)工業用地用水

彰化地區主要以中科四期彰化二林基地為主。

(四)規劃(研議中)工業用地用水

彰化地區規劃中有二林精密機械園區之需水量較高，規劃由工業專用自來水系統供水。

(五)電力事業用水需求量

台電公司規劃中之非水力發電之電力新建或擴增機組之事業用水計有深澳電廠(現已停機)、協和電廠機組擴增、核能四廠、台北港電廠、林口電廠、大潭電廠、通宵電廠、台中電廠興達電廠大林電廠及彰濱火力發電廠。其中彰濱火力發電廠即位於彰化地區。

(六)工業用水需求量

工業用水需求係因應工業用地成長所衍生之增加用水，引用「台灣地區水資源開發綱領計畫」之分析方式，依據開發中、已編定(編定中)及規劃中(研議中)產業區之類別，分類為低成長、中成長及高成長情境下之產業用水。其定義如下：

- 1.低成長係指既有工業區及開發中電力事業之用水成長加上目前開發中工業區完成後所需之用水。
- 2.中成長係包括低成長加上報編及編定中工業區完成後所需之用水。
- 3.高成長係包括中成長再加上規劃研議中工業區用水及規劃中電力事業用水後所需之用水。

彰化地區目標年低、中及高成長工業用水量推估結果如表 6.3.1 至表 6.3.3 所示。由表可知，中部地區民國 100 年工業用水量(包括自來水供應及自行取水量)約 30 萬立方公尺/日，而中成長工業用水於民國 110 年時用水量約 96 萬噸/日，至民國 120 年時將成長為 102 萬噸/日，民國 95 年至 120 年共成長達 72 萬噸/日。

表 6.3.1 彰化用水分區之目標年工業用水需水量--低成長

單位：萬噸/日

用水分區	目標年需水量(含自行取水量)				
	100 年	105 年	110 年	115 年	120 年
彰化地區	33.68	33.57	33.61	33.64	33.66
彰化專管	0.12	7.29	8.28	10.05	13.33
合計	33.79	40.86	41.90	43.69	46.98

資料來源：經濟部水利署，2008。

註：1.工業用水低成長=既有工業用水+開發中工業用地需水量。

2.各目標年水源需求量含自行取水量。

表 6.3.2 彰化用水分區之目標年工業用水需水量--中成長

單位：萬噸/日

用水分區	目標年需水量(含自行取水量)				
	100 年	105 年	110 年	115 年	120 年
彰化地區	33.68	33.57	33.61	33.64	33.66
彰化專管	2.47	24.55	62.66	65.58	68.85
合計	36.15	58.12	96.28	99.22	102.51

資料來源：經濟部水利署，2008。

註：1.工業用水中成長=低成長工業用水+已報編及報編中之工業用地需水量。

2.各目標年水源需求量含自行取水量。

表 6.3.3 彰化用水分區之目標年工業用水需水量--高成長

單位：萬噸/日

用水分區	目標年需水量(含自行取水量)				
	100 年	105 年	110 年	115 年	120 年
彰化地區	33.68	33.57	33.61	33.64	33.66
彰化專管	2.77	26.15	64.26	67.18	70.45
合計	36.45	59.72	97.88	100.82	104.11

資料來源：經濟部水利署，2008。

註：1.工業用水高成長=中成長工業用水+規劃及研議中之新增工業用地需水量。

2.各目標年水源需求量含自行取水量。

二、彰化地區生活用水需求量

依據經濟部水利署發行水利簡訊公告統計民國 82~94 年臺灣本島及澎湖地區自來水生活用水每人每日供水量，資料顯示民國 94 年時全台平均值為 438 公升，民國 82 年每人每日供水量為 374 公升，較 10 年前成長了 17.11%；經 6.2 節分析結果顯示彰化地區每人每日之生活用水量有上升趨勢。本地區的生活用水量可由表 6.3.5 的行政區域人數進行推估，亦由該表顯示本區域用水普及率由民國 100 年的 94.7%維持至 120 年的 99.7%。

經濟部水利署(2008)推估生活用水部分，採用公式如(6.3.1)~(6.3.2)式，公式所需參數之各目標年推估如表 6.3.4 所示；由於生活用水量推估分別考慮正常情況下之趨勢量及積極推動節約用水後之趨勢量，兩者差異在於每人每日用水量之不同，彰化地區於正常情況下之趨勢量及積極推動節約用水後之趨勢量呈現相同結果。表 6.3.5 顯示生活用水總需水量由民國 100 年之 35.59(萬噸/日)增加至民國 120 年的 37.76(萬噸/日)，遞增量為 2.16(萬噸/日)；取水方式漸由自來水系統取代自行取水方式者。

$$\text{自來水配水量} = \text{人口數} \times \text{普及率} \times \text{每人每日用水量} / \text{抄見率} \dots\dots\dots (6.3.1)$$

$$\text{自行取水量} = \text{人口數} \times (1 - \text{普及率}) \times \text{每人每日用水量} \dots\dots\dots (6.3.2)$$

表 6.3.4 彰化地區生活用水推估各項參數之目標年推估值

項次	95 年 (基準)	目標年					
		100 年	105 年	110 年	115 年	120 年	
人口推估(萬人)	129.0	129.4	129.9	129.7	129.3	128.0	
用水普及率(%)	93.5	94.7	96.0	97.2	98.4	99.7	
抄見率(%)	70.7	73.2	75.7	75.7	75.7	75.7	
每人每日用 水量(公升)	趨勢量	200	204	209	214	219	224
	節水後趨勢量	200	204	209	214	219	224

資料來源：水利署，2008。

表 6.3.5 彰化地區之目標年生活用水水源需求量(趨勢量)

單位：萬噸/日

項次	95 年 (基準)	目標年				
		100 年	105 年	110 年	115 年	120 年
自來水系統	34.02	34.20	34.41	35.60	36.76	37.66
自行取水	1.68	1.40	1.10	0.78	0.45	0.10
總需水量	35.69	35.59	35.51	36.38	37.21	37.76

資料來源：水利署，2008。

三、彰化地區農業用水需求量

民國 89 年行政院農委會依據「全國國土及水資源會議」之結論建議，進行研訂農業用水量化目標及總量清查工作，以民國 86 年及 87 年兩年之年平均值作為近況之代表，並作為評估未來用水之基礎，統計結果平水年農業用水總量約為 122.20 億噸，其中灌溉用水量為 106.32 億噸、養殖用水 14.72 億噸、畜牧用水 1.16 億噸。

總農業用水之水源結構為由河川引水及地面水抽水占 75%、水庫及埤池占 9%、地下水占 16%。灌溉用水之水源結構為由河川引水及地面水抽水占 85.2%、水庫及埤池占 10.4%、地下水占 4.4%；養殖用水之水源結構為由地下水占 87.9%、河川引水及地面水占 12.1%；畜牧用水之水源結構為由地下水占 100%。

就中長期農業用水量而言，民國 89 年推估至民國 100 年農業灌溉用水量，低標訂為 106.32 億噸(以休耕率 13%及缺水率 8%推算)，作為必須確保灌溉水量之低限目標，符合行政院於民國 89 年 5 月核示「糧食生產安全最小標準」及農業用水總量管制之目標，中標訂為 122.21 億噸(以全面種植但缺水率 8%推算)，高標訂為 131.86 億噸(以全面種植及按正常計畫灌溉推算)，作為農田水利會維護取水設施及水源水量之目標，俾發揮灌溉用水在生產、生態及生活等方面之三生貢獻。農業用水量化目標採民國 100 年以不超過 117.34 億噸為原則。

養殖及畜牧用水方面，基於環境保護及衛生要求，採逐年減少地下水抽取量及用水量，推估民國 100 年之計畫用水量分別訂為 10.04 億及 0.98 億噸。

水利署「台灣地區水資源開發綱領計畫」推估各項農業用水係採用農委會「農業用水量化目標及總量清查」報告建議採用之低標用水量，即民國 100 年之後台灣地區農田水利會灌溉用水量為 106.32 億噸、養殖用水量為 10.04 億噸、畜牧用水量為 0.98 億噸。依此原則可得彰化地區之目標年水利會灌溉用水量、畜牧用水量及養殖用水如表 6.3.6 所示。

表 6.3.6 彰化地區之目標年農業用水水源需求量(趨勢量)

單位：億噸/年

項次	95 年 (基準)	目標年				
		100 年	105 年	110 年	115 年	120 年
灌溉用水	15.95	11.53	11.53	11.53	11.53	11.53
畜牧用水	0.18	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
養殖用水	3.59	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95

資料來源：水利署，2008。

四、目標年自來水需求量評估

水利署(2008)檢討各用水分區可提供水源量，是否可滿足該分區各標的目標年用水成長需求，因農業用水基本上不成長，故成長主要為生活用水與產業用水為主。表 6.3.7 為彰化地區未來各目標年之自來水水源需求量(含工業專管系統)，表中顯示彰化區域「生活用水(趨勢量)+產業用水(中成長)」由民國 95 年 35.91 萬噸/日升至民國 120 年 111.93 萬噸/日，需增加 76.02 萬噸/日。

表 6.3.7 彰化地區之目標年自來水需求量(趨勢量)

單位：萬噸/日

項次	95 年 (基準)	目標年				
		100 年	105 年	110 年	115 年	120 年
生活用水(趨勢量)	34.02	34.20	34.41	35.60	36.76	37.66
產業用水(低成長)	1.89	5.55	12.62	13.66	15.45	18.75
產業用水(中成長)	1.89	7.91	29.88	68.04	70.98	74.27
產業用水(高成長)	1.89	8.21	31.48	69.64	72.58	75.87
產業用水(擴大節水後中成長)	1.89	7.88	29.84	67.97	70.89	74.17
生活用水(趨勢量)+產業用水(低成長)	35.91	39.75	47.03	49.26	52.21	56.40
生活用水(趨勢量)+產業用水(中成長)	35.91	42.11	64.30	103.64	107.74	111.93
生活用水(趨勢量)+產業用水(高成長)	35.91	42.41	65.90	105.24	109.34	113.53
生活+產業用水(擴大節水後中成長量)	35.91	42.08	64.25	103.57	107.65	111.82

資料來源：水利署，2008。

6-4 彰化地區水源供需模擬分析

由於彰化縣境內使用大量地下水源，雖然中科四期之重大開發計畫分別被要求自籌水源，其用水需求將持續增加，另高速鐵路行經彰化及雲林段因地層下陷導致後續行駛安全之虞。因此利用農業回歸水暨餘水源作為相關水源之替代水源，有助於維持本地區供水可靠度同時減少抽取地下水，以涵養地下水資源前提下，進行不同目標年之水源供需模擬分析有其必要性。

一、彰化地區農業回歸水暨餘水利用率之推估

本計畫將民國 99 年二期作及民國 100 年一期作縣地試驗觀測數據推算個月及總年度平均回歸水暨餘水可利用率如表 6.4.1，以作為本區域依不同灌溉計劃水量推估回歸水量之計算依據；其中彰化全區回歸水利用率為 12.92%。本計畫依表 6.3.7 之各期程灌溉用水需求量推估民國 100 年至民國 120 年期間，各期程之灌溉需求均定值為 11.53 億噸/年之條件下，推估各期程回歸水量均為 2.27 億噸/年。

表 6.4.1 彰化地區之回歸水暨餘水可利用率

期作別	月	入流量(億噸)	回歸水暨餘水量(億噸)	可利用率(%)
一期作	1	0.26	0.02	9.19
	2	1.03	0.20	19.14
	3	1.91	0.25	13.19
	4	1.76	0.19	11.09
	5	2.10	0.21	10.12
	6	0.93	0.11	11.50
二期作	7	1.76	0.29	16.31
	8	2.46	0.33	13.34
	9	1.93	0.25	12.89
	10	2.48	0.28	11.47
	11	1.19	0.16	13.11
年總計		17.55	2.27	12.92

二、各標的用水應用農業回歸水暨餘水之供需推估

1. 依民國 95 年為基準之供需推估

本計畫依據表 6.4.1 估算彰化地區年度回歸水暨餘水量 2.27 億噸/年為基準值，用以評估作為彰化地區其他用水標的替代水源之替代率，由於無法全面性考量水質條件之限制，因此於全數回歸水均可使用之前提進行評估，由於比較的時間單位為”年”，因平評估結果為年度初步趨勢，礙於資料限制，現階段尚無法細部評估各月之替代率，以下評估為最佳潛勢率(因未考量水質及水量蒐集技術等問題)。

本計畫茲將本區域各期程回歸水暨餘水量配合表 6.3.2~表 6.3.4 估算回歸水暨餘水替代率如表 6.4.2。結果顯示回歸水應用於農業灌溉用途尚有 12.92%的替代率；若應用於區域內畜牧用水用途，則可全數滿足需求；養殖用水則可取代 50.55 %。

農業灌溉回歸水暨餘水量應用工業用水部分，評估結果顯示於產業低成長的情境條件下，100 年可滿足 100%滿足工業用水量需求，105 年時略降為 99.85%，120 年後之替代率降至 86.83%；中成長的情境顯示 100 年尚能 100%滿足工業用水量需求，105 年時已降為 70.19%，110

年後低於 50%，120 年之替代率僅 39.8%；高成長情境下的趨勢與中成長情境相似，民國 120 年時之替代率僅 39.19%。

為評估農業灌溉回歸水暨餘水作為自來水源之可行性，針對”量”的部分進行探討，如水質及水量蒐集技術配合得宜，預期作為自來水替代水源，有助於減少彰化地區地下水抽取量。本計畫茲將本區域各期程回歸水量配合表 6.3.8 估算回歸水作為自來水於不同情境下之不同目標年期程的替代率，結果彙整如表 6.4.3。結果顯示自來水以供應生活用水(趨勢量)、產業用水(低成長)情境下均可藉由回歸水獲得 100% 的替代率；若應用於產業用水(中成長、高成長)情境下，105 年後替代率開始下降至 120 年的 53.77~54.93%，需以提高工業用水回收比例改善之。若自來水源同時供應生活用水及產業用水(高成長)之情境下，民國 105 年之替代率迅速下降至 61.91%，至民國 120 年則僅達 35.94%。

表 6.4.2 彰化地區不同標的用水於各目標年應用回歸水暨餘水替代率
單位：%

用水別		目標年				
		100 年	105 年	110 年	115 年	120 年
灌溉用水		12.92	12.92	12.92	12.92	12.92
畜牧用水		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
養殖用水		50.55	50.55	50.55	50.55	50.55
工業用水	低成長	100.00	99.85	97.38	93.38	86.83
	中成長	100.00	70.19	42.38	41.12	39.80
	高成長	100.00	68.31	41.68	40.47	39.19
生活用水		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

表 6.4.3 彰化地區自來水於各目標年應用回歸水之替代率

單位：%

項次	目標年				
	100年	105年	110年	115年	120年
生活用水(趨勢量)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
產業用水(低成長)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
產業用水(中成長)	100.00	100.00	59.96	57.48	54.93
產業用水(高成長)	100.00	100.00	58.58	56.21	53.77
產業用水(擴大節水後中成長)	100.00	100.00	60.02	57.55	55.01
生活用水(趨勢量)+產業用水(低成長)	100.00	86.75	82.82	78.14	72.34
生活用水(趨勢量)+產業用水(中成長)	96.88	63.45	39.36	37.87	36.45
生活用水(趨勢量)+產業用水(高成長)	96.20	61.91	38.77	37.31	35.94
生活+產業用水(擴大節水後中成長量)	96.95	63.50	39.39	37.90	36.49

2. 考量彰雲地區地層下陷改善方案之供需推估

表 6.4.4 為經建會 2011 年為因應彰雲地區地層下陷問題於 6 月 29 日檢討後所提各標的用水量及水源別概估，其中年總用水量約 21.11 億噸，其中 64.76 % 用水為地表水源，約 13.67 億噸，其餘 35.24 % 用水來自於抽用地下水，約 7.44 億噸。各標的用水比例以農業為主，約 87.49%，其中用於灌溉用途者為大宗，約佔總用水量之 75.08%，養殖用水次之，約佔總用水量之 11.61%，畜牧用水為最低，僅 0.81%，另工業及生活用水分別為 6.08% 及 6.44%。

灌溉用水來源主要地表水為主，約佔灌溉水量之 81.64%，其餘 18.36% 為地下水抽取量，其中農田水利會系統，其灌溉用水仍以地表水源為主，約 87.73%，地下水利用量為 12.27%；灌區外的 1.1 億噸水量則 100% 則依賴地下水抽水量。若以本計畫推估回歸水暨餘水利用率 12.92% 推估可能產生之總回歸水量約 2.05 億噸，其中 1.67 億噸為地表回歸水產生(彰化水利會灌區系統)，由抽取地下水灌溉產生之地表下回歸水量約 0.38 億噸，其中 0.23 億噸為彰化水利會灌區抽取地下水產生量，灌區外抽用地下水產生地表下回歸水量約 0.14 億噸。

為探討農業灌溉回歸水產生後應用於本區域多元化水源替代評估，依表 6.4.4 所計算之總回歸水量(2.05 億噸)，約可作為本區域替代水源之 9.70%，若進一步考量減緩地層下陷改以替代地下水抽水量，則約可減抽 27.52%地下水。

本計畫分別應用地表及地下回歸水總和、地表回歸水作為單一標的用水替代用水來源，以替代率評估回歸水再利用之潛勢，結果分別如表 6.4.5 及表 6.4.6 所示。結果顯示灌溉用水來源維持地表及地下水抽取同時進行時，產生之回歸水量 2.05 億噸，以單一用途而言，可 100%作為生活用水、工業用水、畜牧用水的替代水源，亦可取代 83.58%之養殖用水量(上述前提為水質符合要求及水量蒐集技術允許之前提)。

考量本區域為地層下陷嚴重區域之一，為緩和地層下陷現象，減抽地下水為方法之一，本計畫假定灌溉用水不抽取地下水源之前提，地表回歸水以取代抽取地下水源作為農業灌溉用水為優先之前提，可減抽地下水源 57.45%，約 42.55%作為灌溉用途的地下水量(1.24 億噸)仍無法由地表回歸水替代之，需繼續抽取灌溉或仰賴其他新水源。若不以減抽灌溉用途之地下水為優先，地表回歸水可 100%作為生活用水、工業用水及畜牧用水單一用途，上述單一標的用水以地表回歸水作為替代水源後之餘裕量分別為 0.31 億噸、0.39 億噸、1.50 億噸，可作為其他標的用水替代使用。

表 6.4.4 彰化地區各標的用水量及水源別概估表

單位：億噸/年

水源別	生活用水		工業用水		農業用水						總計
	自來水公司供水	自行取水	自來水公司供水	自行取水	灌溉用水		養殖用水		畜牧用水		
					水利會轄區	灌區外	養殖專區內	專區外所有養殖區	登記戶	私養及未登記戶	
地表水	0.28	0.00	0.01	0.19	12.94	0	0.03	0.22	0	0	13.67
	0.28		0.20		12.94		0.25		0.00		
地下水	0.98	0.10	0.05	1.03	1.81	1.1	0.28	1.92	0.17	0	7.44
	1.08		1.08		2.91		2.20		0.17		
小計	1.36		1.28		15.85		2.45		0.17		21.11

資料來源：經建會，2011(2011.06.29 檢討後成果)。

表 6.4.5 彰化地區各標的用水應用地表及地下回歸水暨餘水之替代率
單位：%

水源別	生活用水		工業用水		農業用水					
	自來水公司供水	自行取水	自來水公司供水	自行取水	灌溉用水		養殖用水		畜牧用水	
					水利會轄區	灌區外	養殖專區內	專區外所有養殖區	登記戶	私養及未登記戶
地表水	100	-	100	100	15.83	-	100	100	-	-
	100		100		15.83		100		-	
地下水	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-
	100		100		70.37		93.08		100	
小計	100		100		12.92		83.58		100	

註：本表之替代率係為取代經建會(2011)檢討彰化地區各水源別之標的用水量。

表 6.4.6 彰化地區各標的用水應用地表回歸水暨餘水之替代率
單位：%

水源別	生活用水		工業用水		農業用水					
	自來水公司供水	自行取水	自來水公司供水	自行取水	灌溉用水		養殖用水		畜牧用水	
					水利會轄區	灌區外	養殖專區內	專區外所有養殖區	登記戶	私養及未登記戶
地表水	100	-	100	-	12.92	-	100	-	-	-
	100		100		12.92		100		-	
地下水	100	100	100	100	92.37	100	100	87.08	100	-
	100		100		57.45		75.99		100	
小計	100		100		10.55		68.24		100	

註：本表之替代率係為取代經建會(2011)檢討彰化地區各水源別之標的用水量。

第七章 營運管理費用及經濟效益評析

7-1 營運管理規劃

農業回歸水暨餘水開發策略研擬，經就農業回歸水暨餘水作為未來開發之標的，在擬定開發策略前應先確定農業回歸水暨餘水利用之供水標的，有關農業回歸水暨餘水之利用，依據前述之農業回歸水暨餘水調查及分析結果，其水資源利用可分為以下四種情況：

(一)提供工業用水使用

回歸水暨餘水之水量及水質，在採取適當之工程設施與水處理系統技術後，經分析結果在符合工業用水之使用標準下，將可直接供應工業用水；此項標的用水主要以冷卻水為可行，工業製程用水依目前之資料初步分析結果，原則暫不適用農業回歸水暨餘水。

(二)農業用水

回歸水暨餘水量及水質如符合灌溉水質標準，採取適當工程措施，例如埤塘蓄存以供灌溉之用。

(三)生活次級用水

在考量設置二元供水系統下，提供作為生活次級用水之用。

(四)保育用水

在符合灌溉水質及保育用水之水質標準下，可作為地下水補注用水。整個開發策略應包括：擬定用水標的及水質標準、開發方案研擬、開發及營運管理策略三部份，初步建議如下：

1.擬定用水標的及水質標準

- (1)使用對象：有關農業回歸水暨餘水使用單位上，應該與共同開發單位有所區隔，根據用水標的來作區分，大致可分為以下四種用水及其用水單位：A.工業用水(工業區管理單位)；

B.生活次級用水(自來水公司)；C.農業用水(農田水利會)；
D.保育用水(經濟部水利署、行政院農業委員會)。

(2)水質標準：農業回歸水暨餘水之水質依取水來源不同而有差異，灌溉後的農業回歸水之使用應視當地回歸水之水質及配合使用對象而定，為能有效利用回歸水，應依回歸水之水體特質規範其適用性質，即將水質優劣程度不一之回歸水進行分類，以符合不同使用單位之用水水質標準，依據行政院環境保護署於87年6月24日修正之「地面水體分類及水質標準」，第四條條文即明訂陸域地面水體分類分為甲、乙、丙、丁、戊五類，其適用性質如下：

甲類：適用於一級公共用水、游泳、乙類、丙類、丁類及戊類；

乙類：適用於二級公共用水、一級水產用水、丙類、丁類及戊類；

丙類：適用於三級公共用水、二級水產用水、一級工業用水、丁類及戊類；

丁類：適用於灌溉用水、二級工業用水及環境保育；

戊類：適用環境保育。

各地區之農業回歸水暨餘水使用分類應需配合上述五類水體使用分類進行初步分類及符合其水質標準(詳表 7.1.1)，此外需進一步符合各標的用水標準之要求，茲詳述如後。

A.工業用水水質標準：工業上各種不同廠區所需的用水標準不同，一般工業用水大致可分為：冷卻用水、製程用水、鍋爐用水、工廠員工用水及其他用水等五項，由於用水標的不同，水質的要求也各異，其中冷卻水係作為吸收或轉移生產設備及製成品之多餘熱量，又可分為直接冷卻用水、間接冷卻用水與空調用水；製程用水係指作為產品製造時

加入原料或產品以進行化學或物理反應所需要的水；鍋爐用水係指作為鍋爐進行汽化所需的水，以供應生產或發電所需蒸氣；工廠員工用水係指員工於工作環境中所需之飲用、衛生等用水；其他用水則包括景觀、消防、維修、營建等用水，在水質的考量上較一般用水複雜。由於目前政府尚未訂定「工業用水水質標準」，若需使用農業回歸水暨餘水作為工業用水，可暫依「地面水體分類及水質標準」為基準，或依各工業區不同產業的水質需求為基準。

B.生活次級用水水質標準：依據行政院環境保護署環署 86 年 9 月 24 日修訂「飲用水水源水質標準」，明文規定地面水體或地下水體作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者，其水質應符合表 7.1.2 之規定，因此農業回歸水暨餘水若不符合上述標準，則自來水公司應不可使用，如要作為生活次級用水建議設置二元供水系統。

C.灌溉用水水質標準：水利會灌區之農業回歸水暨餘水可配合下游調整池及抽水設備的興建、利用調整池蓄水及抽水灌溉與上游灌溉用水進行調配方式辦理，惟其水質仍須符合灌溉用水水質標準，如表 7.1.3 所示。

D.保育用水水質：保育用水可以超量灌溉等方式進行地下水補注。

2.開發方案研擬

農業回歸水暨餘水之開發方法與利用需視當地之水源條件、地形特性、需水標的之用水需求量及水質要求、開發成本考量及技術可行與否等因素，就經濟可行性、技術可行性、財務可行性及效益評估後予以適當評估，決定開發可行與否。本計畫經由回歸水暨餘水潛能之定量與水質分析後，考量以沉沙池等進行

水質處理後應可提供農業或工業之非製程用水使用，因此本計畫提出回歸水調蓄方案之初步構想，建議以每輪區(約 50 公頃)設置一調節池，以蓄存農業回歸水暨餘水量進行調配利用，以達到水資源再利用永續經營之目的。經由初步規畫後提出建議三個示範調節池分別為：方案一：萬興調節池；方案二：第四放水路調節池；方案三：元埔農場調節池。

表 7.1.1 陸域地面水體標準

分級	基準值						
	氫離子濃度指數(pH)	溶氧量(DO)(mg/L)	生化需氧量(BOD)(mg/L)	懸浮固體(SS)(mg/L)	大腸桿菌群(CFU/100ML)	氨氮(NH ₃ -N)(mg/L)	總磷(TP)(mg/L)
甲	6.5-8.5	6.5 以上	1 以下	25 以下	50 個以下	0.1 以下	0.02 以下
乙	6.0-9.0	5.5 以上	2 以下	25 以下	5,000 個以下	0.3 以下	0.05 以下
丙	6.0-9.0	4.5 以上	4 以下	40 以下	10,000 個以下	0.3 以下	—
丁	6.0-9.0	3 以上	—	100 以下	—	—	—
戊	6.0-9.0	2 以上	—	無漂浮物且無油污	—	—	—

資料來源：地面水體分類及水質標準附表一，1998。

表 7.1.2 飲用水水源水質標準

項 目	最大限值	單 位
1.大腸桿菌群密度	20,000 (具備消毒單元者)50 (未具備消毒單元者)	MPN /100ml 或 CFU/100ml
2.氨氮(NH ₃ -N)	1	mg/l
3.化學需氧量(COD)	25	mg/l
4.總有機碳(TOC)	4	mg/l
5.砷(As)	0.05	mg/l
6.鉛(Pb)	0.05	mg/l
7.鎘(Cd)	0.01	mg/l
8.鉻(Cr)	0.05	mg/l
9.汞(Hg)	0.002	mg/l
10.硒(Se)	0.05	mg/l

資料來源：行政院環境保護署 86.9.24 環署毒字第 56075 號令發布飲用水水源水質標準

表 7.1.3 灌溉用水水質標準

項 目	限 值
水溫	35
氫離子濃度指數(pH值)	6.0—9.0
電導度(EC)	750
懸浮固體物(SS)	100
溶氧量(DO)	3以上
氯化物(Cl ⁻)	175
硫酸鹽(SO ₄ ⁻²)	200
總氮量(T-N)	3.0
陰離子界面活性劑	5.0
油脂	5.0
鈷(Co)	0.05
銅(Cu)	0.2
鉛(Pb)	0.1
鋰(Li)	2.5
錳(Mn)	0.2
汞(Hg)	0.002
鉬(Mo)	0.01
鎳(Ni)	0.2
硒(Se)	0.02
釩(V)	0.1
鋅(Zn)	2.0
鈉吸著率(SAR)	6.0
殘餘碳酸鈉(RSC)	2.5
鋁(Al)	5.0
砷(As)	0.05
鈹(Be)	0.1
硼(B)	0.75
鎘(Cd)	0.01
鉻(總)(Cr)	0.1
鐵(Fe)	5.0

附註：

- 1.本標準適用於農田水利會事業區域內之灌溉用水。
- 2.天然水之水質若超過本標準之限值，得不受本標準之限制。
- 3.本標準各項目限值，除氫離子濃度指數為一範圍、溶氧量為最低限值外，均為最大限值。
- 4.本標準各項水質單位除水溫為℃、氫離子濃度指數為無單位、電導度為μS/cm25℃、鈉吸著率為√meq/L、殘餘碳酸鈉為meq/L外，其他均為mg/L。

資料來源：行政院農業委員會，民國92年。

3.開發與營運管理策略

本計畫之開發與營運管理，分為短期目標及長期目標，短期目標以提供中科四期等重大開發計畫之用水需求，長期則用以替代彰化地區之地下水源，達到區域水資源永續利用之目標。

一般農田的灌溉排水系統，大致可分為引水、導水、輸水，配水和排水等，水利會自河川取水，利用適當之供水調度技術，經幹線、支線與分線進行輪區之灌溉，餘排水經中、大排流入大海，其概念示意圖如下所示：

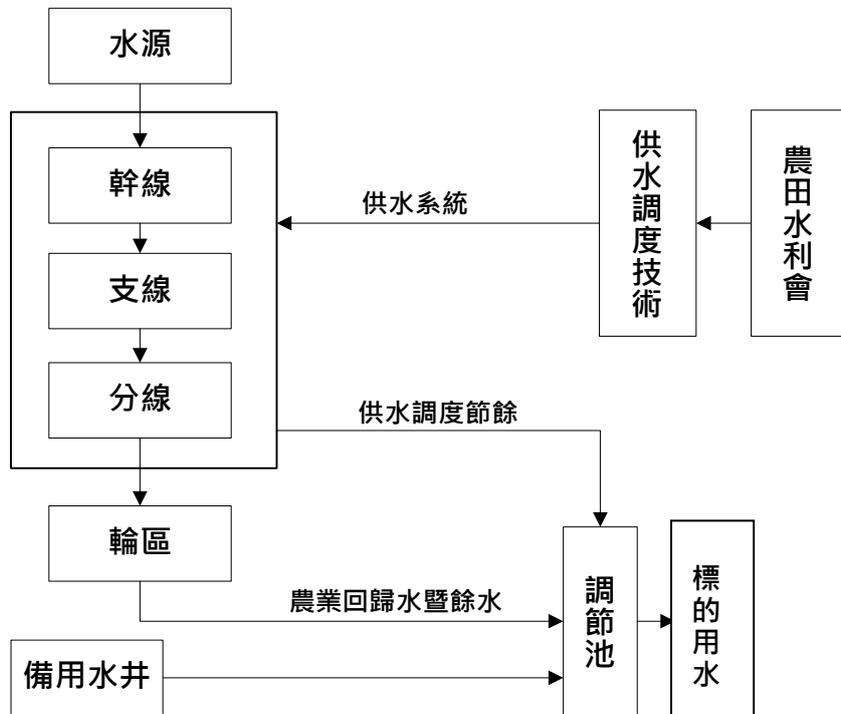


圖 7.1.1 灌溉排水農水節用調度概念示意圖

彰化地區有廣大面積之農田，仍有存有蓄積河川水源之潛在能力，因此如何將河川水源引入農田進行充分灌溉，增加回歸水量為未來增加水資源利用之重要思考方向。本計畫針對彰化地區農業回歸水暨餘水回收再利用之概念與特點，說明如下：

1. 利用農田水利會既有之灌溉管理體系，將灌溉餘水，盡量倒入水田或廣泛採行水田深水灌溉，來增加區域之回歸水源。
2. 由集水區內之水田面積，計算出不同機率的農業回歸水量。
3. 利用截留引水技術，在農業區之水利地築塘蓄存收集之農業回歸水，集中貯留回歸水，以便貯蓄、淨化及調配用水。
4. 水田區內之回歸水，專管收集外排，避免生活及工業廢水進入農業回歸水回收之渠道。

本計畫初步規劃之回歸水取水點為荊仔埤圳或深耕三圳，彰化農田水利會可利用既有設施與操作技術調配水量，由圳路利用重力流或管線加壓方式，引水至國光石化或中科四期，水源之特性包括區域排水及農業回歸水量，其中農業回歸水量可藉助彰化農田水利會之既有設施及嫻熟之調水技術，以獲得穩定之水源。

7-2 經濟分析

1. 經費估算

就農業回歸水開發之營運費用估算，大致有四大部分：(1)取得農業回歸水源所增加之費用；(2)加強灌溉管理所增加之費用；(3)維護灌溉設施所增加之費用；(4)維持農田水利會正常營運所需之費用。

其中，所需之工程經費可能包含用地取得(用地收購費)、拆遷補償費(人口搬遷及地上物補償費)、作業費、預備費(地物價調整費)、直接工程費(工程本身直接費用、施工設備、工地費、包商管理費、營業稅、施工安全衛生及環保措施等)、間接工程費(工程測量、設計、調整、試驗及研究等費用，建議以直接工程費之5%估算)及工程預備費(因應數量估計之差額、項目漏列及其他無法預計之增加支出，建議以直接工

程費之 20%估算)等項目，估算原則可依據行政院公共建設督導會報「公共工程經費估算編列手冊」。

本計畫中所選取之三個示範調節池區所估算之總工程經費如表 7.2.1~表 7.2.3 所示。萬興調節池總工程費用為 3,808.75 萬，第四放水路調節池總工程為 3,756.28 萬，元埔農場調節池總工程為 5,706.03 萬。

表 7.2.1 萬興調節池水資源設施工程經費

項目	費用(萬元)	備註
一、設計階段作業費用	134.30	直接工程成本之 5%
二、工程建造費		
(一)直接工程成本	2,686.00	
(二)間接工程成本	402.90	直接工程成本之 15%
(三)工程預備費	537.20	直接工程成本之 20%
(四)物價調整費	48.35	以年上漲率 1.8%
(五)小計	3,674.45	(一)至(四)項小計
三、總工程費合計	3,808.75	一至二項合計
四、施工期間利息	114.26	年利率 3%複利計
五、建造成本	3,923.01	三至四項合計
六、用地費用	7,200.00	
總計	11,123.00	

表 7.2.2 第四放水路調節池水資源設施工程經費

項目	費用(萬元)	備註
一、設計階段作業費用	132.45	直接工程成本之 5%
二、工程建造費		
(一)直接工程成本	2,649.00	
(二)間接工程成本	397.35	直接工程成本之 15%
(三)工程預備費	529.80	直接工程成本之 20%
(四)物價調整費	47.68	以年上漲率 1.8%
(五)小計	3,623.83	(一)至(四)項小計
三、總工程費合計	3,756.28	一至二項合計
四、施工期間利息	112.68	年利率 3%複利計
五、建造成本	3,868.96	三至四項合計
六、用地費用	7,200.00	
總計	11,068.96	

表 7.2.3 元埔農場調節池水資源設施工程經費

項目	費用(萬元)	備註
一、設計階段作業費用	201.20	直接工程成本之 5%
二、工程建造費		
(一)直接工程成本	4,024.00	
(二)間接工程成本	603.60	直接工程成本之 15%
(三)工程預備費	804.80	直接工程成本之 20%
(四)物價調整費	72.43	以年上漲率 1.8%
(五)小計	5,504.83	(一)至(四)項小計
三、總工程費合計	5,706.03	一至二項合計
四、施工期間利息	171.18	年利率 3%複利計
五、建造成本	5,877.21	三至四項合計
六、用地費用	14,820.00	
總計	20,697.21	

2. 成本分析

為開發及維持營運所需之總成本，換算成年計成本 C，即為年營運維護費及年投資固定成本總和，如(7.2.1)式，其中年投資固定成本包含年利息、年償債基金、年稅捐及保險費、年換新準備金等項；年投資固定成本計算方式如下：以總投資金額，按年利率(i)3%，經濟分析年限(n)30年估算，以符號 C 表示，其表示如(7.2.2)式：

$$\begin{aligned} & \text{新興農地回歸水開發營運年計成本(元)} \\ & = \text{年營運維護費(元)} + \text{年投資固定成本(元)} \end{aligned} \quad (7.2.1)$$

$$\text{年投資固定成本} = \text{還本因子(CRF)} \times \text{總投資金額} \quad (7.2.2)$$

式中，還本因子 $CRF(3\%,30) = i(1+i)^n / [(1+i)^n - 1] = 5.102\%$ 。

利用年計成本 C 與農業回歸水開發量(立方公尺)相除即為農業回歸水開發營運成本單價，表示如(7.2.3)式：

$$\begin{aligned} & \text{農業回歸水開發營運成本單價(元/立方公尺)} = \text{農業回} \\ & \text{歸水開發營運年計成本(元)} / \text{農業回歸水開發量(立方公尺)} \end{aligned} \quad (7.2.3)$$

本計畫中所選取之三個示範調節池區所估算之總工程經費如表 7.2.4~表 7.2.6 所示。萬興調節池總工程費用為 3,808.75 萬，第四放水路調節池總工程為 3,756.28 萬，元埔農場調節池總工程為 5,706.03 萬。

表 7.2.4 萬興調節池水資源設施年計成本

成本項目	費用(萬元)	說明	
總工程費	3,808.75		
建造成本	3,923.01		
年計成本	年利息	117.69	建造成本 3.00%
	年償債基金	20.01	建造成本 0.5102%
	年換新準備金	79.60	總工程費 2.09%
	年保險及年稅金	23.61	總工程費 0.62%
	年運轉及維護費	50.27	總工程費 1.32%
合計	291.18		

表 7.2.5 第四放水路調節池水資源設施年計成本

成本項目	費用(萬元)	說明	
總工程費	3,756.28		
建造成本	3,868.96		
年計成本	年利息	116.06	建造成本 3%
	年償債基金	19.73	建造成本 0.5102%
	年換新準備金	78.50	總工程費 2.09%
	年保險及年稅金	23.28	總工程費 0.62%
	年運轉及維護費	49.58	總工程費 1.32%
合計	287.15		

表 7.2.6 元埔農場調節池水資源設施年計成本

成本項目	費用(萬元)	說明	
總工程費	5,706.03		
建造成本	5,877.21		
年計成本	年利息	176.31	建造成本 3%
	年償債基金	29.98	建造成本 0.5102%
	年換新準備金	119.25	總工程費 2.09%
	年保險及年税金	35.37	總工程費 0.62%
	年運轉及維護費	75.32	總工程費 1.32%
合計	436.23		

7-3 效益評估

效益在水資源工程規劃之定義為「計畫之營運收入或市場價格」，水資源計畫之效益，一般可分為直接效益、間接效益與不可計效益等三種，直接效益為計畫完成後，能立即產生之成品或效果之價值，間接效益則為計畫實施而衍生之效益，且可以用金錢進行量度，而不可計效益則為間接效益中無法用金錢度量者。

新興農地回歸水開發營運後之計畫收益 B，表示如(7.3.1)式；為評估新興農地回歸水開發及維持營運之可行性，可直接利用益本比(B/C)方式評估可行與否。

$$\text{年計畫收益(元)} = \text{新興回歸水供應量(立方公尺)} \times \text{契約水價} \quad (7.3.1)$$

(元/立方公尺)

表 7.3.1~表 7.3.3 分別顯示出萬興、第四排水路與元埔調節池每公

噸原水成本，分別為萬興調節池為 4.86 元/公噸、第四放水路調節池為 5.05 元/公噸、元埔農場調節池為 4.94 元/公噸。若考慮用地費則每公噸原水成本提升至萬興調節池 12.48 元/公噸、第四放水路調節池 13.01 元/公噸、元埔農場調節池 15.48 元/公噸。本調蓄池工程規畫中運轉費用(表 7.3.4 所示)為每年進行沉砂池清淤等之運轉經費。

益本比之評估其用水費之價格以(1)彰化農田水利會調配予中科四期工業用水之價格(每度 3.3 元)估算，(2)以每度 5.0 元進行益本比之估算，其結果如表 7.3.5 與 7.3.6 所示。

表 7.3.1 萬興與第四排水路原水成本

成本項目	費用	說明
建造成本(萬元)	3,923.01	
年計成本(萬元)	291.18	
年供水量(萬噸)	59.91	
單位原水成本(元/噸)	4.86	年計成本/年供水量
用地徵收費(萬元)	456.82	
單位原水成本(元/噸)	12.48	(年計成本+用地費)/年供水量

表 7.3.2 第四排水路原水成本

成本項目	費用	說明
建造成本(萬元)	3,868.96	
年計成本(萬元)	287.15	
年供水量(萬噸)	56.76	
單位原水成本(元/噸)	5.05	年計成本/年供水量
用地徵收費(萬元)	456.82	
單位原水成本(元/噸)	13.01	(年計成本+用地費)/年供水量

表 7.3.3 元埔農場調節池原水成本

成本項目	費用	說明
建造成本(萬元)	5,877.21	
年計成本(萬元)	436.23	
年供水量(萬噸)	88.30	
單位原水成本(元/噸)	4.94	年計成本/年供水量
用地徵收費	940.30	
單位原水成本(元/噸)	15.58	(年計成本+用地費)/年供水量

表 7.3.4 各調節池方案成本分析一覽表

方案別	日供水量(噸)	年供水量(萬噸)	總建造費用(萬元)	總工程費用(萬元)	年計成本(萬元)	年稅捐及保險費(萬元)	運轉費用(萬元)	原水成本(元)	原水成本(用地費, 元)
萬興	1,641.60	59.91	3,923.01	3,808.75	291.18	23.61	45.70	4.86	12.48
第四放水路	1,555.20	56.76	3,868.96	3,756.28	287.15	23.28	45.07	5.05	13.01
元埔農場	2,419.20	88.30	5,877.21	5,706.03	436.23	35.37	68.47	4.94	15.58

表 7.3.5 各調節池方案效益分析一覽表(調配水價格：3.3 元/度)

方案別	日供水量(噸)	年供水量(萬噸)	年計成本(萬元)	年售水效益(直接效益, 萬元)	間接效益(萬元)	益本比(直接效益)	益本比(間接效益)
萬興	1,641.60	59.91	291.18	197.70	49.42	0.67	0.85
第四放水路	1,555.20	56.76	287.15	187.30	46.82	0.65	0.82
元埔農場	2,419.20	88.30	436.23	291.39	72.84	0.66	0.83

表 7.3.6 各調節池方案效益分析一覽表(調配水價格：5.0 元/度)

方案別	日供水量(噸)	年供水量(萬噸)	年計成本(萬元)	年售水效益(直接效益, 萬元)	間接效益(萬元)	益本比(直接效益)	益本比(間接效益)
萬興	1,641.60	59.91	291.18	299.55	74.88	1.02	1.28
第四放水路	1,555.20	56.76	287.15	283.80	70.95	0.97	1.23
元埔農場	2,419.20	88.30	436.23	441.5	109.05	1.01	1.26

第八章 結論與建議

8-1 結論

本計畫經由彰化地區農業用水源可再利用之整體評估、水質調查評估，調度機制與工程技術檢討，水資源多元利用評估分析結果，獲得以下之結論：

1. 經由彰化溪州及大城二處田區(各 0.3ha)試驗結果顯示，由於牛踏層具低透水性，使得耕犁層(牛踏層上方)之流出水量較多，顯示耕犁層之側向流出水量較多。亦即回歸水除地表回歸水外，在牛踏層上方之地表下回歸水為可再利用水源之一。
2. 經由試驗田區於 99 年二期作三次之現地量測結果，田區湛水時(相當於續灌)，日回歸水量約為 36.38~79.68CMD/ha。
3. 依據溪州試驗田區自記水位計之量測記錄，回歸水量 99 年二期作之日平均回歸水量為 17.45CMD/ha，100 一期作為 19.09CMD/ha。
4. 依據荊子埤圳之回歸水量觀測記錄，控制面積為 2,994ha，回歸水量約為 0.5165~0.5747CMS，推估日回歸水量為 14.91~16.58CMD/ha。
5. 本計畫以水平衡概念所模擬之結果顯示：(1)荊仔埤圳灌區 99 年第二期作之總灌溉面積為 9,659 公頃，所產生之每日每公頃之回歸水量為 24.51 立方公尺，平均每日每公頃餘水量為 24.83 立方公尺，因此荊仔埤圳灌區平均每日總回歸水量 20.38 萬立方公尺，平均每日總餘水量為 20.65 萬立方公尺。(2)荊仔埤圳 100 年第一期作之灌溉總面積為 8,860 公頃，所產生之平均每日每公頃回歸水量為 16.47 立方公尺，平均每日每公頃餘水量為 5.69 立方公尺即荊仔埤圳灌區平均每日總回歸水量 11.59 萬立方公尺，平均每日總餘水量為 6.88 萬立方公尺。

6. 本計畫以水平衡概念所模擬之結果顯示：(1)濁水溪灌區 99 年第二期作之總灌溉面積為 31,753 公頃，所產生之平均每日每公頃回歸水量為 21.30 立方公尺，平均每日每公頃餘水量為 26.48 立方公尺，因此濁水溪灌區平均每日總回歸水量 58.96 萬立方公尺，平均每日總餘水量為 73.31 萬立方公尺。濁水溪 100 年第一期總灌溉面積為 31,782 公頃，所產生之平均每日每公頃回歸水量為 18.78 立方公尺，平均每日每公頃餘水量為 0.86 立方公尺，因此濁水溪灌區平均每日總回歸水量 43.95 萬立方公尺，平均每日總餘水量為 13.88 萬立方公尺。
7. 經由水質分析結果顯示，懸浮固體有偏高之現象，錳含量亦超過灌溉用水及工業用水(冷卻、空調)標準，於回歸水暨餘水在利用時需考量以沉砂池等進行水質處理。
8. 本計畫將民國 99 年二期作及民國 100 年一期作現地試驗觀測數據推算各月及年度平均回歸水可利用率，其中彰化全區回歸水可利用率為 14.05%，推估回歸水暨餘水量約為 1.62 億立方公尺/年，約可作為本區域替代水源之 10.55%，若考量替代地下水抽水量，則約可減抽 29.93%地下水。
9. 經由回歸水暨餘水潛能之定量與水質分析後，考量已沉砂池等進行水質處理後應可提供農業或工業非製成用水使用，因此本計畫提出回歸水暨餘水利用蓄水調節池之初步構想，建議以每輪區(約 50 公頃)設置一調節池，以蓄存農業回歸水暨餘水進行調節利用，並分別選擇三個蓄水調節池示範區，其初步之效益評估分別如下所示：
 - (1) 萬興調節池：年供水量為 59.91 萬噸，年計成本為 299.55 萬元，單位原水成本為 4.86 元，含用地費為 12.48 元，售水價格為 3.3 元時益本比為 0.67，售水價格為 5.0 元時益本比為 1.02。

- (2) 第四放水路調節池：年供水量為 56.76 萬噸，年計成本為 287.15 萬元，單位原水成本為 5.05 元，含用地費為 13.31 元，售水價格為 3.3 元時益本比為 0.65，售水價格為 5.0 元時益本比為 0.97。
- (3) 元埔農場調節池：年供水量為 88.30 萬噸，年計成本為 436.23 萬元，單位原水成本為 4.94 元，含用地費為 15.58 元，售水價格為 3.3 元時益本比為 0.66，售水價格為 5.0 元時益本比為 1.01。

8-2 建議

本計畫目前已完成彰化地區回歸水暨餘水之調查評估，惟前述分析僅以溪洲與大城實驗田區 99 年二期作及 100 年一期作之觀測資料進行，因此建議可先以一輪區進行調蓄方案示範區試作及長期水量與水質監測，以確定回歸水暨餘水量，供後續計畫推動之參考。

本計畫目前雖已完成回歸水暨餘水量化數據，但因農田水利會灌區已有回歸水之利用，故未來取水時，需先調查下游之使用量以免影響下游用水權益。

參考文獻

1. 甘俊二、陳焜耀，「水田滲漏量之研究」，國立臺灣大學農學院研究報告第32卷第3號，1992。
2. 石朝雄，「中國的水利發展」，中央文物供應社，台北，1982。
3. 行政院農委會，農業回歸水再利用之水質動態模擬分析，2009。
4. 行政院農業委員會，「大區域停灌休耕對河川水質之影響」，2008。
5. 吳珮菁，「水田迴歸水之模式及驗證」，國立中央大學土木工程研究所碩士論文，1999。
6. 吳瑞賢、林癸妙、李俊福，「水田回歸水之研究」，農業工程學報，第45卷，第1期，第72-82頁，1999。
7. 林尉濤，2009，地面地下水聯合運用優選與模擬模式建立之研究，臺灣大學土木所博士論文。
8. 徐龍淵、徐恭也，「迴歸水利用現況及加強方法」，農田水利，第34卷，第8期，第10-12頁，1986。
9. 財團法人農業工程研究中心，「石岡壩南幹渠道可利用迴歸水源調查」，1996。
10. 財團法人農業工程研究中心，「石門水庫灌區迴歸水推估模式之建立及應用(1/2)」，行政院農業委員會，2003。
11. 財團法人農業工程研究中心，「石門水庫灌區迴歸水推估模式之建立及應用(2/2)」，行政院農業委員會，2004。
12. 財團法人農業工程研究中心，多元化水資源經營管理方案-農地迴歸水開發利用研究，2005。

13. 張鈞凱、張慶源，「利用 Qual2K 模擬河川廊道上之水稻田對水質之影響—以三峽河為例」，2005 水稻田農業多樣性機能研討會論文集，第 215 至 225 頁，2005。
14. 陳豐文，「農地可再利用迴歸水之調查研究—以桃園地區為例」，中原大學土木工程研究所，碩士論文，1999。
15. 雲林農田水利會，「雲林農田水利會灌區農業灌溉用水再生與增值評估研究計畫」，2006。
16. 經濟部水利署，台灣地區農業迴歸水再利用調查潛勢分析與營運管理之研究(2/2)，2009。
17. 經濟部水利署，台灣地區農業迴歸水再利用調查潛勢分析與營運管理研究(1/2)，2008。
18. 經濟部水利署，區域水資源經理策略擬定之研究，2008。
19. 經濟部水利署水利規劃試驗所，沿海地陷區蓄洪設施水資源之應用研究，2009。
20. 經濟部水利署水利規劃試驗所，農業迴歸水再生利用設計與試驗研究-以雲林地區為例，2008。
21. 經濟部水利署水利規劃試驗所，農業迴歸水回收再利用研究-雲林地區為例，2007。
22. 經濟部水利署北區水資源局，多元化水資源開發-桃園及新竹地區農業迴歸水調查與可行性研究，2007。
23. 劉醇慶、蘇銘千、高年信，「利用 QUAL2K 模式探討蘭陽溪氮鹽削減之影響」，2006 環境規劃與管理研討會論文集，第 1 至 12 頁，2006。
24. 駱安華，「迴歸水之計算和運用」，台灣水利第 8 卷第 2 期，第 47-56 頁，1960。
25. 簡傳彬、吳瑞賢，「逕流再利用系統之迴歸水試驗與模擬」，中國農業工程學報，第 49 卷，第 3 期，第 30-45 頁，2003。

26. 簡傳彬、李總集、李英正、吳瑞賢、溫志超、扭家慶，「水稻田迴歸水量量測及初步分析」，89 年度農業工程研討會論文集，第 575-582 頁，2000。
27. Gronning Engineering Company, “Ground Water Development, Augmentation and Exchange Plans for the City of Colorado Springs,” Rep. Denver Colo., 1989.
28. Horn, M.A., “User's Manual for the New England Water-Use Data System (NEWUDS),” U. S. Geological Survey Open-File Report 01-328, New Hampshire, USA, 392 p, 2002.
29. Oad, R., K. Lusk, and T. Podmore, “Consumptive Use and Return Flows in Urban Lawn Water Use,” ASCE, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol.123, No. 1, pp. 62-69, 1997.
30. Wheeler, W. W. and Associates, “Lysimeter study,” Englewood, Colorado, 1987.



附錄一

彰化地區鄰近之氣象資料

彰化地區近十年各月雨量資料

單位：mm

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
	日期													
90年	1	-	-	-	-	2	-	-	12	55	-	-	-	
	2	-	1.5	-	-	-	4	-	0.5	-	-	-	-	
	3	-	-	-	-	1	-	-	-	11.5	-	-	-	
	4	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5	-	-	-	6.5	-	19	-	-	1.5	-	-	-	
	6	-	1	-	0.5	-	4.5	2.5	-	16.5	-	-	-	
	7	-	-	-	7.5	2.5	-	0.5	-	-	-	-	-	
	8	-	-	2	33	8	4.5	-	-	-	-	-	-	4.5
	9	-	-	-	-	9.5	-	1.5	-	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	3.5	11	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	-	-	-	15	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-
	12	-	-	0.5	-	-	1	36	29.5	-	-	-	-	-
	13	-	-	-	-	-	17.5	-	-	-	-	-	-	-
	14	-	-	-	-	-	77	1.5	-	-	-	-	-	-
	15	-	-	-	-	-	5	-	-	0.5	-	-	1	-
	16	-	-	-	-	-	0.5	-	-	9.5	-	-	-	-
	17	-	-	-	-	0.5	0.5	24.5	-	340	-	-	-	-
	18	-	-	-	10.5	14	-	-	2.5	142.5	-	-	-	3
	19	-	-	-	12	54.5	1	0.5	-	-	-	-	-	0.5
	20	-	-	-	39	42.5	31.5	-	-	-	-	-	-	-
	21	-	-	-	33.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22	-	-	-	3	24	-	-	-	-	-	-	-	-
	23	-	-	-	-	1	37.5	-	-	-	-	-	-	-
	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	9.5	-	13.5	-	-	18.5	52.5	-	0.5	-	-	-	-
	26	31	-	-	-	-	34	0.5	1	3.5	-	-	-	-
	27	0.5	-	20	-	-	-	-	-	5.5	-	-	-	-
	28	18	0.5	0.5	-	-	-	-	9	9	-	-	-	-
	29	3	-	-	-	24	-	-	17	11	-	-	-	-
	30	-	-	-	-	8.5	-	272.5	-	1.5	4.5	-	-	-
	31	-	-	-	-	4	-	1	1	-	-	-	-	-

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
91年	1	-	-	-	-	-	12	-	-	0.5	-	-	-
	2	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	0.5	9	60.5	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	30.5	1	-	-	-
	6	-	-	-	0.5	-	44	18	47.5	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	2.5	5	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	-	19.5	7.5	-	-	-	-
	9	-	-	-	-	-	1	8.5	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	92	1	0.5	-	-	-
	11	-	-	-	-	-	6	3	1	-	-	-	-
	12	-	-	-	5	-	61	2.5	-	5	-	1	8
	13	-	-	-	-	-	2	-	-	7.5	-	-	-
	14	-	-	0.5	-	-	-	-	-	16	-	-	-
	15	-	-	4	-	7.5	-	-	-	-	-	-	-
	16	-	-	0.5	-	-	-	4	-	-	-	-	-
	17	-	-	-	-	25.5	-	66	-	-	-	-	-
	18	-	-	-	-	-	-	19.5	2	-	0.5	-	-
	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	27.5
	20	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	7
	21	-	-	-	-	2.5	-	-	-	-	4	-	8.5
	22	-	-	-	-	46	-	-	-	-	-	-	-
	23	-	-	-	-	54.5	-	-	-	-	-	-	-
	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	-	-	-	-	-	-	-	-	22.5	-	-	-
	26	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	2.5
	27	6.5	-	-	-	-	-	30.5	-	-	-	-	11
	28	4	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	0.5
	29	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	6.5	-
	30	-	-	2.5	-	-	-	-	28	-	-	-	-
	31	-	-	-	-	133	-	-	1	-	-	-	-

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
92年	1	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	3	-	-	-	7	-	-	-	-	-	0.5	-	-
	4	-	-	-	36.5	10	-	-	11.5	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	0.5	-	0.5	1	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	11	-	6	17.5	-	72.5	-	-	-	-	-	-
	8	-	22.5	-	14	-	8	-	-	-	-	-	-
	9	-	0.5	-	32	-	-	22	-	-	-	-	-
	10	-	-	5.5	1.5	-	0.5	-	-	-	-	-	-
	11	-	-	-	1	-	20	-	4	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	44	-	3	-	-	-	-
	13	-	-	-	-	-	22.5	-	5.5	-	-	-	-
	14	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	-	-	-	0.5	10.5	-	-	37	-	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	-	-	-	-	34	-	-	-	-	-	-	-
	18	-	-	-	-	20	7	-	-	-	-	-	-
	19	-	-	-	-	-	-	-	4.5	-	-	-	-
	20	-	-	3.5	-	-	7.5	-	-	-	-	-	-
	21	-	-	2	-	-	-	-	10	-	-	-	-
	22	4.5	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-
	23	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	0.5	-
	24	-	-	3	-	-	-	5.5	4.5	-	-	-	-
	25	-	-	-	-	-	-	-	10.5	-	-	-	-
	26	-	-	-	-	-	14.5	-	-	-	-	-	-
	27	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	28	-	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
93年	1	-	-	-	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	1.5	-	-	-	189	14.5	-	-	-	-
	3	-	3	5	44.5	-	-	203.5	2	-	-	-	16
	4	-	9.5	-	-	-	-	50.5	-	-	-	-	27
	5	-	21	-	-	-	-	42	-	2	-	-	-
	6	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-
	8	-	17.5	-	4	-	-	5.5	-	15	-	-	-
	9	-	9	-	-	9.5	-	-	-	0.5	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	23.5	-	-	-
	11	-	-	-	-	-	-	-	19.5	2.5	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	-	-	2.5	1.5	-	-	-
	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-	-	-
	15	-	-	-	8	-	-	5	-	4	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	-	12.5	-	15	-	-	-
	17	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-
	18	-	-	-	6	-	-	91	-	-	-	-	-
	19	2.5	-	-	-	-	-	14.5	6	-	-	1	-
	20	7	-	-	-	37	4	-	1.5	-	-	-	-
	21	0.5	-	-	-	22	19.5	-	-	-	-	-	-
	22	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-
	23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	-	-	2	-	-	-	-	33	-	-	-	-
	25	-	-	-	-	-	-	-	175.5	-	2	-	-
	26	-	-	9.5	-	-	-	-	3.5	-	-	-	-
	27	-	-	20	22	-	-	41	33	-	-	-	-
	28	-	-	3	-	-	-	54	11	-	-	-	-
	29	2.5	-	1	-	5	-	-	3	-	-	-	-
	30	-	-	18	-	6.5	-	10	0.5	-	-	-	-
	31	-	-	1	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
94年	1	-	-	5	-	-	0.5	-	-	121	-	-	-
	2	-	-	34	5	-	7.5	-	-	-	8.5	-	-
	3	-	-	22	-	-	14.5	-	-	-	-	-	-
	4	0.5	-	1	-	-	-	-	29	-	-	-	-
	5	-	-	1	-	-	-	-	14.5	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	7.5	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	2	-	-	8	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	1	-	-	8	-	-	-	-
	9	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	44	0.5	-	-	-	-	-	-
	11	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12	-	-	16	3.5	76	25	-	21	-	-	-	-
	13	10	-	6.5	3.5	79	0.5	-	6.5	-	-	-	-
	14	-	-	0.5	0.5	15.5	105.5	-	-	-	-	-	-
	15	-	-	-	-	36	117.5	2	2	-	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	26.5	-	-	-	-	-	-
	17	-	-	-	-	-	1	6	-	-	-	-	-
	18	-	51	-	-	-	-	3.5	2.5	-	-	-	-
	19	-	11	-	-	-	-	157.5	1	-	-	-	-
	20	-	4.5	-	-	-	-	28	17	-	-	-	-
	21	-	2	-	-	-	-	8.5	1.5	-	-	-	-
	22	2.5	0.5	-	-	-	-	6	-	6	-	0.5	-
	23	-	1	1.5	-	-	2	-	0.5	-	-	-	-
	24	-	3.5	-	-	7	1	-	-	-	-	-	-
	25	-	8.5	-	-	-	3.5	-	43	3	-	-	-
	26	-	9	-	21.5	-	-	-	-	0.5	-	-	-
	27	-	9.5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	28	-	16.5	6	7	-	3.5	-	-	-	-	-	8.5
	29	-		15	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	30	-		38.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	31	-		22.5		-		-	32.5		-		0.5

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
95年	1	-	-	1.5	-	-	-	-	-	20.5	-	-	-
	2	-	-	-	-	28.5	58	-	0.5	1.5	-	3.5	-
	3	-	-	-	-	-	35.5	-	0.5	-	-	3.5	-
	4	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	1.5	-	-	4	-	-	-
	6	1	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	3.5	0.5	-	19	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	8	5.5	4.5	0.5	-	-	-
	9	-	-	-	-	-	134.5	39	1	-	-	-	-
	10	-	-	-	51.5	-	98	-	-	0.5	-	-	-
	11	-	-	-	0.5	-	1	0.5	-	3.5	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	5.5	-	-	3	-	-	-
	13	-	-	0.5	8.5	-	3.5	34.5	-	-	-	-	-
	14	-	-	1	2.5	-	-	76.5	-	-	-	-	16.5
	15	-	0.5	-	35	-	-	34	-	-	-	21.5	23
	16	5.5	-	-	0.5	-	-	0.5	-	0.5	-	2	7.5
	17	-	-	-	-	1	-	1.5	-	1	-	-	-
	18	-	0.5	-	-	-	-	-	16.5	-	-	-	-
	19	-	-	-	-	-	4.5	-	-	-	-	-	-
	20	-	-	3.5	-	-	-	-	-	-	-	4	-
	21	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22	3	-	2	-	3	-	-	24.5	-	-	35.5	-
	23	-	-	2.5	-	5	-	-	0.5	-	-	0.5	-
	24	-	-	11.5	11.5	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	-	-	6.5	-	-	-	3	-	-	-	-	-
	26	-	6.5	33	9.5	X	-	5	-	-	-	6.5	-
	27	-	-	23	-	X	12	-	-	-	-	-	-
	28	4	8	-	1	X	-	-	-	-	-	0.5	-
	29	7		-	0.5	18.5	-	-	-	-	-	0.5	-
	30	-		-	-	19.5	-	-	-	-	-	-	-
	31	-		-		3.5		-	-		-		-

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
96年	1	-	-	-	-	-	-	0.5	-	0.5	-	-	-
	2	-	-	-	11.5	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	5	-	-	-	9	-	-	-	-
	4	-	-	-	13.5	1.5	32	-	10.5	43.5	-	-	-
	5	-	-	21	-	25	28	-	-	14	-	-	-
	6	-	-	5.5	0.5	13.5	25.5	-	-	-	54	-	-
	7	-	-	10.5	-	-	23.5	-	13.5	-	94.5	-	-
	8	-	-	-	3.5	-	81	-	2.5	-	1.5	-	-
	9	-	1	-	1.5	-	12	2.5	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	21.5	-	12.5	-	14	-	-	-	-
	11	-	-	-	-	-	3.5	-	88.5	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	8.5	-	99	-	-	-	-
	13	-	-	-	-	-	-	-	48.5	-	-	-	-
	14	-	-	-	0.5	-	-	-	11.5	-	-	-	-
	15	-	-	-	2.5	-	-	9	0.5	-	-	-	-
	16	0.5	-	-	-	-	0.5	2	-	-	-	-	-
	17	19.5	-	-	-	9.5	-	-	1	0.5	-	-	-
	18	6.5	-	-	26.5	4	-	-	26.5	131	-	-	-
	19	14	-	8	-	7.5	-	-	130.5	7.5	-	-	-
	20	0.5	-	0.5	-	30	-	-	54.5	-	-	-	-
	21	1.5	1.5	-	-	0.5	-	-	0.5	-	-	-	-
	22	-	5.5	-	-	30.5	-	-	-	3.5	-	-	-
	23	-	-	-	3	3	-	-	12	-	-	-	-
	24	-	-	-	10	-	-	-	1	16.5	-	-	9.5
	25	-	13	21.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	26	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-
	27	2	-	12.5	-	-	-	-	-	-	-	9.5	-
	28	0.5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	29	-	-	-	-	-	10.5	6	-	-	-	-	-
	30	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-
	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
97年	1	-	-	0.5	11	5	0.5	-	-	-	-	-	-
	2	-	0.5	-	-	-	27	-	-	1	0.5	-	-
	3	-	10.5	-	-	-	67	-	-	23.5	-	-	-
	4	-	3	-	-	-	9	-	-	0.5	-	-	-
	5	-	4.5	-	-	22	4	-	17	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	0.5	20.5	0.5	25	5.5	-	-
	7	-	3	-	-	-	1	7.5	-	-	37.5	-	-
	8	-	-	-	-	-	-	11.5	-	-	-	2.5	-
	9	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	16.5	-
	10	-	-	0.5	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-
	11	-	-	-	0.5	-	-	-	0.5	-	-	1	-
	12	-	-	-	-	-	24	7.5	-	31.5	-	-	-
	13	-	-	-	-	-	-	0.5	-	26.5	-	-	-
	14	-	-	1.5	-	-	59	-	-	137.5	-	-	-
	15	-	-	0.5	-	-	0.5	-	-	50	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	0.5	-	-	0.5	-	-	-
	17	-	-	-	0.5	-	-	15	-	0.5	-	-	-
	18	-	-	-	0.5	-	-	245.5	-	-	-	-	-
	19	0.5	-	-	-	7.5	-	52.5	-	-	-	-	-
	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21	-	-	-	1.5	6.5	-	-	1	-	-	-	-
	22	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	23	-	4.5	7	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-
	24	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	26	7	-	0.5	-	82	-	-	-	-	-	-	-
	27	-	0.5	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
	28	-	-	-	10.5	-	1	X	-	14	-	-	-
	29	-	-	-	0.5	87	-	X	-	232	-	-	1
	30	-	-	-	-	10	-	-	-	2	-	-	5
	31	0.5	-	6.5	-	13	-	3	-	-	-	-	3.5

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
98年	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	8	1	10.5	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	56.5	-	65.5	-	-	-	-
	5	-	-	6	-	-	-	-	17	-	6	-	-
	6	-	-	43.5	-	-	-	0.5	88	-	2	-	-
	7	-	-	30	2.5	-	-	-	3	-	-	-	-
	8	-	-	7	-	-	-	-	14.5	-	-	-	-
	9	-	-	6.5	-	-	-	-	198	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	14.5	-	-	10.5	-
	11	-	-	-	-	-	24.5	-	4	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	36	-	-	-	-	-	-
	13	-	-	-	49.5	-	18.5	2	-	-	-	7.5	-
	14	-	-	0.5	10	-	45	3	-	1	-	-	-
	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	-	-	-	3.5	-	-	-	-	-	-	-	0.5
	17	-	-	-	14.5	-	-	-	-	-	-	-	-
	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-
	20	-	5	-	46	-	0.5	1	-	-	-	-	-
	21	-	-	-	43.5	-	10	-	-	-	-	-	-
	22	-	-	-	16.5	-	20.5	-	-	-	-	-	-
	23	-	-	2.5	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-
	24	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5
	25	-	-	-	-	-	-	7.5	-	-	-	-	3.5
	26	-	-	-	22.5	-	5	3	-	-	-	-	-
	27	-	-	-	0.5	19	-	-	-	1	-	-	0.5
	28	-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	4
	29	-	-	26	-	-	-	-	-	3.5	-	-	-
	30	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-	-	7
	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
99年	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
	2	1.5	-	-	0.5	-	4	-	-	-	-	-	-
	3	4.5	-	-	0.5	-	4	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	1.5	-
	5	-	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-	0.5	-
	6	2	5	-	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	1	3.5	-	-	4.5	-	-	-	-	-	-	-
	8	7	-	-	44.5	1	-	-	-	5	-	-	-
	9	-	-	4.5	10.5	1	-	-	-	8.5	-	-	-
	10	-	-	-	-	0.5	8.5	-	-	4.5	-	-	T
	11	-	-	-	-	-	26.5	-	-	8	-	-	-
	12	1	2.5	-	-	-	24	-	1	5.5	-	-	-
	13	-	4.5	4.5	-	-	42.5	-	-	-	-	11	-
	14	-	-	-	-	-	105.5	-	-	-	-	1.5	0.3
	15	-	4.5	-	11.5	3	1.5	-	11	-	-	-	11.5
	16	-	11.5	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-	29.1
	17	-	15	-	-	-	-	-	2	7.5	-	-	-
	18	-	14	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-
	19	-	25	-	-	-	-	-	-	12.5	-	1.5	-
	20	-	0.5	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
	21	-	-	-	-	-	-	12.5	-	4.5	-	-	-
	22	-	1	-	-	-	2	-	1	0.5	-	-	-
	23	-	-	-	25	78	14.5	4	4.5	-	-	-	-
	24	-	-	6.5	0.5	-	16	-	0.5	-	-	-	0.5
	25	4	1	3.5	-	-	47	1.5	6.5	-	-	-	16.0
	26	-	-	-	-	0.5	-	22	-	-	-	-	6.0
	27	-	-	-	0.5	-	35	112.5	-	-	-	-	-
	28	-	-	-	0.5	1	17.5	69	-	-	-	-	-
	29	-	-	-	3.5	9	-	-	42.5	-	-	-	-
	30	-	-	-	8.5	1.5	-	-	-	-	-	-	-
	31	-	-	-	-	-	-	-	20.5	-	-	-	-

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
	日期								
100年	1	-	T	-	-	1.0	4.0	-	-
	2	-	3.0	-	-	1.6	9.5	T	-
	3	3.0	-	-	-	0.2	T	31.6	-
	4	0.1	-	-	3.0	3.5	-	T	-
	5	1.0	-	-	-	0.9	-	-	14.0
	6	0.2	-	T	-	-	-	-	1.5
	7	0.7	-	24.0	-	T	-	-	15.0
	8	0.8	-	-	-	-	-	-	1.2
	9	1.0	0.3	0.5	-	-	14.5	T	7.9
	10	6.0	T	19.0	-	-	17.0	2.6	2.6
	11	22.0	0.5	12.5	-	-	6.0	0.4	T
	12	22.0	1.2	3.5	-	21.2	-	-	12.0
	13	1.1	7.5	-	-	32.5	T	76.0	12.0
	14	0.4	4.0	-	-	30.0	-	13.9	39.0
	15	0.5	0.5	-	-	9.0	-	35.0	-
	16	1.0	1.0	-	0.1	54.0	0.2	4.0	-
	17	0.5	0.3	-	13.2	18.0	0.5	32.5	-
	18	T	1.1	0.3	1.0	-	-	9.5	-
	19	T	35.3	0.5	-	-	-	3.2	-
	20	1.0	12.0	-	-	-	-	T	-
	21	4.0	0.5	T	-	-	0.5	0.5	
	22	-	-	-	9.0	0.2	-	T	
	23	0.1	-	-	1.0	2.4	-	-	
	24	1.0	0.8	0.2	-	9.1	11.0	-	
	25	T	-	0.2	-	0.1	106.4	16.0	
	26	0.7	-	2.4	-	1.3	39.5	28.4	
	27	0.4	-	45.0	-	31.5	-	-	
	28	0.5	-	11.0	-	5.5	50.5	-	
	29	0.6		-	0.1	-	25.0	10.6	
	30	1.8		-	T	-	-	-	
	31	1.5		-		T		-	

備註："- "表示雨量為 0。"T"表示雨跡，降水量小於 0.1mm。"X"表無記錄值或儀器故障。

資料來源：中央氣象局網站，2011。

嘉義地區近十年之氣候監測資料

項目	溫度(°C)			雨量 (毫米)	風速(公尺/秒)/風向 (360°)/日期		測站 氣壓 (百帕)	降水 日數>=0.1 毫米 (天)	日照 時數 (小時)
	平均	最高/ 日期	最低/ 日期		最大十分鐘風	最大瞬間風			
2001/1	17.4	28.3/24	9.5/3	74.9	6.0/360.0/13	12.6/30.0/26	1013.4	5	164.6
2001/2	18.3	29.9/28	10.8/15	1.4	6.3/360.0/13	11.8/30.0/14	1012.7	1	163.4
2001/3	20.5	30.9/17	10.2/9	33.6	7.4/350.0/29	13.9/350.0/25	1011.4	4	202.8
2001/4	22.8	32.6/28	13.6/13	83.6	9.2/290.0/21	16.6/300.0/21	1008.9	11	130.1
2001/5	26.3	33.7/27	20.7/11	335.2	6.3/270.0/7	11.5/320.0/28	1004.6	12	133.6
2001/6	28	34.9/30	21.3/1	391.9	8.0/260.0/25	16.1/280.0/26	1003.9	18	212.4
2001/7	28.4	35.6/6	23.4/20	582.7	12.5/260.0/30	23.2/280.0/30	1002.3	18	161
2001/8	28.8	35.2/14	24.2/30	138.1	13.1/90.0/16	20.1/100.0/16	1002.5	15	231.1
2001/9	26.1	32.8/4	19.9/14	1322.3	11.8/280.0/18	21.9/340.0/18	1001.8	14	148.5
2001/10	24.2	31.5/23	17.9/18	0.2	8.6/360.0/16	18.7/20.0/16	1009.9	1	197.3
2001/11	19.8	32.0/3	10.3/28	9	6.0/290.0/28	11.0/40.0/14	1013.6	3	207.8
2001/12	18.4	29.9/4	5.0/26	6.8	7.2/360.0/21	15.3/30.0/21	1017.2	2	167.7
2002/1	16.9	30.9/15	5.5/3	34	6.1/350.0/2	11.5/40.0/2	1016.2	3	219.6
2002/2	18.5	28.2/28	11.4/3	T	5.7/310.0/17	10.1/20.0/10	1016.4	0	204.9
2002/3	21.7	30.4/14	13.3/8	3.1	7.7/260.0/22	10.9/290.0/22	1011.9	5	182.1
2002/4	24.5	33.2/16	16.5/13	1.5	7.3/260.0/6	11.9/260.0/6	1009.8	1	201.5
2002/5	26.2	33.4/14	19.9/18	199.5	8.1/260.0/15	13.9/270.0/15	1006.3	7	182.2
2002/6	28.7	35.8/23	22.7/1	91.6	7.6/260.0/25	11.6/290.0/19	1004.2	8	205.6
2002/7	28.4	35.2/1	23.2/2	676.1	11.7/50.0/27	23.1/110.0/27	1000.5	19	206.7
2002/8	28.6	35.2/13	23.4/6	150.3	7.6/230.0/5	16.2/290.0/6	1003.4	10	201
2002/9	27	35.1/9	21.8/29	172.9	6.6/230.0/14	13.3/280.0/14	1006.6	10	196.2
2002/10	25.1	32.4/18	18.7/9	T	8.2/360.0/6	16.5/30.0/6	1009.7	0	216.9
2002/11	21.1	31.5/14	11.1/27	3.5	6.3/360.0/3	12.3/40.0/3	1013.5	2	189.7
2002/12	19.1	32.1/7	10.0/14	59.6	8.8/90.0/20	12.2/60.0/9	1015.3	6	170.2
2003/1	16.2	28.4/26	7.8/6	20.9	7.5/60.0/22	14.2/20.0/7	1016.8	2	204.2
2003/2	18.9	30.0/16	9.5/6	21.5	7.3/320.0/19	13.1/360.0/19	1014.9	1	178.5
2003/3	19.8	32.0/31	10.3/11	18.6	6.8/270.0/31	11.3/290.0/31	1013.5	5	165.4

項目	溫度(°C)			雨量 (毫米)	風速(公尺/秒)/風向 (360°)/日期		測站 氣壓 (百帕)	降水 日數≥0.1 毫米 (天)	日照 時數 (小時)
	平均	最高/ 日期	最低/ 日期		最大十分鐘風	最大瞬間風			
2003/4	24.1	31.8/28	15.7/5	105.1	6.3/280.0/25	11.6/50.0/30	1009.3	6	117.2
2003/5	26.4	34.3/7	19.8/1	62.8	7.0/270.0/7	10.8/280.0/6	1005.5	4	208.8
2003/6	27.6	34.6/22	21.3/2	301.1	9.3/260.0/12	14.9/290.0/12	1003.9	8	203.9
2003/7	29.8	36.2/6	23.5/20	67.7	9.8/80.0/20	14.3/100.0/20	1005.9	5	259.9
2003/8	28.5	34.9/18	23.6/20	273.7	10.7/100.0/24	17.8/140.0/24	1003.3	17	202
2003/9	27.8	33.7/20	23.2/29	49.1	6.9/90.0/10	11.6/30.0/11	1005.3	10	187
2003/10	24.2	32.1/3	15.6/28	19.1	6.8/360.0/23	12.1/20.0/23	1010.2	1	236.7
2003/11	22.7	31.2/6	14.0/30	1.5	5.9/360.0/29	10.6/10.0/29	1011.8	1	153.8
2003/12	17.2	30.0/6	7.7/21	0	6.2/360.0/19	12.4/40.0/19	1017	0	230.1
2004/1	16.4	28.6/5	5.0/25	4.6	6.8/360.0/23	13.3/40.0/24	1016.1	5	181.7
2004/2	17.5	30.0/29	8.9/10	24.9	7.3/250.0/29	11.3/270.0/29	1014.3	6	183.2
2004/3	19.5	30.5/11	10.3/8	27.8	6.8/40.0/3	12.7/60.0/3	1012	8	157.3
2004/4	23.1	31.6/22	12.5/5	63.7	6.1/350.0/1	11.4/250.0/18	1009.3	8	180.7
2004/5	27	35.8/8	20.0/6	53.4	8.4/240.0/12	15.1/240.0/12	1006	7	223
2004/6	28.2	35.6/30	22.0/6	26.7	7.4/260.0/22	14.4/250.0/25	1003.7	7	200.2
2004/7	28.2	34.2/22	22.7/4	728.9	10.6/240.0/3	20.8/220.0/3	1004.7	15	204.9
2004/8	28.5	34.3/8	22.8/4	294.7	8.5/20.0/24	18.6/30.0/24	1000.7	14	195
2004/9	27	33.9/3	22.4/25	98.6	7.2/360.0/11	14.3/220.0/10	1006.8	9	183.2
2004/10	22.7	30.4/1	15.8/12	1.5	8.0/10.0/19	16.2/360.0/19	1010.6	1	254
2004/11	21.7	30.6/13	12.4/20	0	6.1/360.0/18	11.7/50.0/18	1014	0	210.5
2004/12	18.8	28.2/23	8.7/31	86.2	8.1/10.0/4	16.5/40.0/4	1014.3	3	216.6
2005/1	16.1	26.9/25	5.3/2	7	7.3/60.0/4	12.3/10.0/14	1015.3	2	160
2005/2	17.1	31.0/16	7.1/20	140.9	7.4/260.0/16	11.7/250.0/16	1014.7	8	107.5
2005/3	17.6	29.4/22	5.4/6	146.8	7.8/360.0/5	14.0/360.0/5	1015	13	132.8
2005/4	23.4	31.8/30	14.5/4	57.3	6.4/250.0/9	11.6/270.0/30	1010.7	6	161.9
2005/5	26.9	32.8/5	20.9/7	266.4	9.8/270.0/6	18.3/260.0/6	1005.4	14	205.1
2005/6	27.8	34.1/26	22.4/9	833.4	7.6/260.0/10	13.5/170.0/14	1003.1	21	128.5
2005/7	28.9	35.6/3	23.2/21	703.5	12.8/270.0/18	22.6/360.0/18	1003.4	13	235.3

項目	溫度(°C)			雨量 (毫米)	風速(公尺/秒)/風向 (360°)/日期		測站 氣壓 (百帕)	降水 日數≥0.1 毫米 (天)	日照 時數 (小時)
	平均	最高/ 日期	最低/ 日期		最大十分鐘風	最大瞬間風			
2005/8	28.2	34.4/9	23.3/16	415.5	11.6/330.0/31	27.1/320.0/31	1002.5	20	143.8
2005/9	28	34.3/14	22.1/26	310.5	16.6/260.0/1	31.7/270.0/1	1005.4	9	198.6
2005/10	25.1	33.1/6	18.5/23	89.5	10.4/340.0/2	23.6/360.0/2	1009.6	5	189.1
2005/11	22.7	31.3/14	13.7/30	5.7	6.0/10.0/28	12.1/360.0/28	1011.7	2	200.4
2005/12	16.6	29.4/1	4.4/23	9.1	7.4/360.0/21	14.6/10.0/4	1016.3	4	165
2006/1	17.5	29.2/19	9.1/8	8.5	5.7/360.0/25	10.4/360.0/25	1013.8	5	149.7
2006/2	18.2	31.0/16	11.6/10	3.5	5.9/10.0/19	12.6/360.0/19	1015.7	1	140.5
2006/3	19.6	32.0/18	10.5/2	59.1	6.5/10.0/12	11.9/360.0/12	1011.4	8	173.2
2006/4	24.4	33.0/9	16.2/16	123.6	7.3/270.0/4	12.3/210.0/10	1008.4	11	141.1
2006/5	26.3	32.7/10	20.3/30	148.6	9.1/210.0/18	20.5/200.0/18	1007.2	10	178.4
2006/6	27.5	35.6/26	20.5/10	800	8.8/240.0/3	17.0/300.0/9	1005	23	150
2006/7	28.8	34.6/3	23.5/19	629.9	10.0/170.0/25	23.4/140.0/25	1001.1	16	195.3
2006/8	28.5	36.0/2	22.6/3	199	7.3/240.0/3	17.4/270.0/3	1002.4	15	206.9
2006/9	27	33.3/1	21.4/19	237	6.8/240.0/1	12.9/360.0/16	1005.3	12	185.4
2006/10	25.5	32.4/12	18.9/5	6	6.7/360.0/4	12.7/10.0/4	1009.6	2	232.1
2006/11	23	31.3/19	16.9/12	80.8	5.7/60.0/22	11.7/360.0/11	1011.3	9	161.6
2006/12	18.8	29.2/8	7.7/18	21.8	6.3/10.0/16	13.2/10.0/16	1015.3	3	180.2
2007/1	17.3	26.6/15	5.9/29	63.7	7.6/360.0/28	15.2/10.0/28	1016.9	8	161.6
2007/2	19.7	30.9/17	7.4/2	17.5	7.5/270.0/17	13.6/360.0/1	1013.7	3	213.7
2007/3	21.3	31.1/26	12.3/7	16.2	8.3/270.0/4	12.7/360.0/19	1011.5	5	158.9
2007/4	22.6	32.8/22	12.2/4	86.4	10.6/50.0/2	17.1/10.0/18	1010.5	11	145.6
2007/5	26.7	34.8/25	19.0/9	181.8	6.9/270.0/24	11.5/200.0/5	1006.5	10	204.7
2007/6	28.5	36.1/30	23.7/8	306.6	9.0/270.0/4	15.6/260.0/4	1004.1	14	149.4
2007/7	30	36.1/4	23.9/25	83.3	7.3/270.0/2	12.7/250.0/5	1004.2	12	252.8
2007/8	27.9	36.3/3	23.4/31	828.2	9.6/250.0/12	19.3/160.0/18	1001.3	24	137.8
2007/9	27.7	34.2/30	23.0/19	210.4	7.5/360.0/17	14.4/350.0/18	1002.9	16	162.2
2007/10	24.7	34.5/3	17.8/20	247.7	13.3/250.0/6	27.3/270.0/6	1008.6	6	186.2
2007/11	20.7	29.3/25	9.3/30	22.1	9.4/10.0/27	17.3/350.0/27	1011.4	4	153.4

項目	溫度(°C)			雨量 (毫米)	風速(公尺/秒)/風向 (360°)/日期		測站 氣壓 (百帕)	降水 日數≥0.1 毫米 (天)	日照 時數 (小時)
	平均	最高/ 日期	最低/ 日期		最大十分鐘風	最大瞬間風			
2007/12	18.9	29.6/17	10.0/2	T	5.9/10.0/2	9.9/360.0/31	1014	0	191.1
2008/1	17.6	31.3/11	6.9/3	31.2	6.6/360.0/30	12.4/320.0/29	1015.1	7	135.5
2008/2	14.7	24.4/26	7.9/10	18.4	7.0/360.0/8	12.6/360.0/26	1016.2	5	80
2008/3	20	30.6/18	8.8/4	12.7	8.3/360.0/3	14.4/350.0/3	1012.3	5	183.9
2008/4	23.9	32.4/16	14.4/1	25.9	7.1/250.0/8	11.0/10.0/28	1009.6	9	152.3
2008/5	25.8	33.8/28	18.2/12	67.6	7.4/360.0/10	13.0/10.0/10	1005.4	10	182
2008/6	27.8	35.6/24	22.0/7	288.2	9.7/220.0/17	16.9/200.0/17	1005.5	14	167.6
2008/7	28.4	34.5/16	23.4/19	1063.4	15.1/230.0/28	29.0/230.0/28	1003.2	15	192.6
2008/8	28.6	34.4/2	23.7/23	290	7.7/240.0/23	16.5/210.0/22	1004.6	12	231.1
2008/9	27.5	34.5/24	22.5/7	632	12.5/260.0/29	22.8/0/29	1003.8	17	151.9
2008/10	26.5	32.5/5	21.3/28	50.9	5.5/240.0/6	9.5/250.0/6	1010.6	3	207.6
2008/11	21.7	31.8/6	9.7/30	23.3	9.4/360.0/27	17.0/360.0/27	1013.6	5	185.1
2008/12	17.9	29.7/12	8.3/7	7	7.5/10.0/5	12.8/10.0/5	1015.4	4	212.1
2009/1	15.6	26.3/21	5.1/11	T	7.6/20.0/9	12.8/360.0/23	1017.2	0	223.1
2009/2	21.5	32.4/13	14.5/7	13	7.3/240.0/13	11.6/240.0/13	1012.2	1	164.7
2009/3	20.1	30.1/22	10.8/15	84.9	9.8/10.0/14	17.8/360.0/14	1012	10	146
2009/4	22.5	30.4/13	13.7/2	97	7.2/240.0/20	12.0/280.0/13	1009.4	9	138.2
2009/5	25.7	33.8/21	17.8/6	9.4	6.5/250.0/21	10.3/140.0/21	1008	5	209.3
2009/6	28.1	35.6/20	20.2/1	256.3	9.4/230.0/22	22.3/250.0/21	1003.4	12	190.5
2009/7	29.3	35.0/21	24.4/4	201	8.2/250.0/24	13.0/250.0/24	1003.6	12	195.9
2009/8	28.7	35.4/2	24.0/16	947.2	16.6/250.0/8	29.3/250.0/8	1001.4	18	165.7
2009/9	28.9	35.0/3	24.0/26	186.1	7.7/250.0/15	11.2/360.0/27	1004.4	10	188.4
2009/10	25	32.6/2	17.5/27	7.1	7.6/360.0/23	12.9/350.0/23	1007.5	3	198.8
2009/11	21.6	31.2/1	15.0/18	6.3	8.9/360.0/2	15.7/350.0/2	1012.9	3	141.4
2009/12	17.5	30.2/15	7.7/22	18.2	7.4/360.0/27	12.5/330.0/3	1015.3	7	170.8
2010/1	17.2	28.6/31	6.9/14	19.5	8.9/10.0/12	14.6/360.0/12	1016.6	7	160.1
2010/2	19.1	33.0/10	10.1/19	53.8	7.7/250.0/10	12.2/250.0/10	1013.4	11	127.4
2010/3	21.4	32.9/4	8.3/11	6.9	8.7/10.0/9	14.7/360.0/9	1013.6	3	206.2
2010/4	22.2	33.8/21	14.2/16	69	8.2/250.0/20	14.2/270.0/20	1011.6	11	136.3

項目	溫度(°C)			雨量 (毫米)	風速(公尺/秒)/風向 (360°)/日期		測站 氣壓 (百帕)	降水 日數≥0.1 毫米 (天)	日照 時數 (小時)
	平均	最高/ 日期	最低/ 日期		最大十分鐘風	最大瞬間風			
2010/5	26.5	34.4/22	17.6/1	103.8	9.1/220.0/23	17.5/200.0/23	1006.3	8	181.4
2010/6	27.7	36.4/22	20.9/7	269.8	9.4/250.0/22	14.3/240.0/22	1005.8	14	141.7
2010/7	29	35.5/20	24.0/21	459.3	7.9/250.0/5	15.1/220.0/21	1006.4	16	210.7
2010/8	28.8	36.0/14	23.0/26	208.7	7.9/80.0/5	12.4/70.0/5	1005.3	21	212.1
2010/9	27.5	34.2/11	22.1/21	252.3	12.7/140.0/19	29.1/110.0/19	1005.9	16	179.3
2010/10	25.1	32.7/2	15.1/31	15.8	7.4/360.0/26	15.8/190.0/23	1008	3	181
2010/11	20.9	28.1/21	13.6/26	40.9	8.0/10.0/25	13.5/10.0/25	1012.5	6	157.9
2010/12	30.1	30.1/31	5.6/18	32.7	9.2/10.0/26	14.8/360/16	1012.2	3	206.1
2011/1	14.7	23.5/5	6.2/1	25.7	8.9/360.0/15	15.5/20.0/15	1016.5	7	115.7
2011/2	16.9	27.7/28	9.3/1	19.9	7.4/360.0/14	13.3/20.0/14	1013.2	5	157.0
2011/3	18.0	30.3/20	11.5/27	49.7	7.2/360.0/16	11.8/360.0/16	1014.8	7	99
2011/4	22.7	31.2/15	13.9/5	4.6	8.0/240.0/16	12.6/230.0/16	1010.8	3	180.2
2011/5	25.6	34.4/12	18.1/29	150.0	8.4/220.0/23	16.8/200.0/23	1006.5	9	143.1
2011/6	28.7	36.6/10	22.9/4	148.5	8.7/220.0/10	15.3/200.0/11	1004.1	12	205.1
2011/7	28.7	34.4/9	23.9/5	175.1	8.9/240.0/16	18.2/200.0/15	1003.0	16	208.6
2011/8	29.0	36.6/27	24.0/30	112.8	8.6/170.0/30	16.8/160.0/30	1003.0	11	215.0

備註：1.T 表示雨跡，降水量小於 0.1mm。 2.最大 10 分鐘風：指一測站在特定期間內之最大 10 分鐘平均風速，當時風之主要來向，即為風向。 3.最大瞬間風：意指最大陣風，一測站在特定期間內之最大瞬間風速。

資料來源：中央氣象局網站，2011。

台中地區近十年各月雨量資料

單位：mm

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
91年	1	-	0.5	-	0.3	-	5.8	T	0.6	-	-	-	-
	2	-	1.5	-	-	-	-	-	1.3	83.1	0.4	-	-
	3	-	0.2	-	-	-	-	2.5	0.8	-	-	-	-
	4	-	-	-	T	-	2.9	28.9	46.7	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	15.5	-	10.3	-	-	-	-
	6	-	0.5	-	0.9	-	57.3	52.2	37.6	1.7	-	-	-
	7	-	-	-	0.2	-	-	12.8	5	0.7	-	-	-
	8	-	-	-	-	T	11	37.9	2.5	-	-	-	-
	9	-	-	-	-	-	47.5	3.4	-	T	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	67.7	13.1	T	-	-	-
	11	-	-	-	0.3	-	14.4	34	2.2	-	-	-	-
	12	-	-	-	2.3	-	30	2.3	-	7.6	-	-	4.2
	13	-	-	-	-	-	7.7	0.6	-	34.8	-	-	-
	14	T	-	1.2	-	-	-	-	-	1.9	-	-	-
	15	14	-	3.3	-	2.2	-	-	-	0.3	-	-	-
	16	-	-	0.3	-	3.7	6.9	8.8	-	41.1	-	-	-
	17	-	-	-	-	49.2	-	58.5	0.4	-	-	-	-
	18	-	-	-	-	-	T	26.4	1.5	-	1.6	-	-
	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4	1.8	24.7
	20	-	-	-	-	1	-	-	0.1	-	-	-	7.9
	21	-	-	-	-	6.2	-	-	-	-	6.4	-	10.4
	22	-	-	T	-	38.7	-	-	15.4	-	0.2	-	-
	23	-	-	-	-	90.2	-	-	0.3	-	-	-	0.1
	24	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	-	-	0.4	-	-	-	-	-	25.7	-	-	-
	26	1.9	-	2.2	-	-	-	0.1	-	-	-	-	3.5
	27	8.7	-	-	-	-	-	11	-	-	T	-	12.7
	28	4.8	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-	0.4	1
	29	-	-	2.7	-	-	-	7.5	-	-	-	3	-
	30	-	-	7.3	-	1	-	-	11.6	1.1	-	-	-
	31	-	-	2.5	-	78.5	-	-	4.8	-	-	-	-

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
92年	1	-	-	-	1.7	-	-	-	0.3	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-	-	-
	3	0.1	-	-	7.8	-	-	-	0.3	-	T	-	-
	4	-	0.5	-	56.5	4.7	-	-	7.3	-	-	-	-
	5	-	-	-	0.5	0.4	-	-	0.9	-	-	-	-
	6	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	12.9	-	10.5	6.8	-	93.8	-	-	3.1	-	-	-
	8	-	18.4	-	26.9	11.7	11.5	1.2	-	-	-	-	-
	9	-	-	-	34.3	-	0.1	33.3	-	-	-	-	-
	10	-	-	9.1	2.1	-	T	5.1	0.4	-	-	-	-
	11	-	-	-	1.8	-	20.8	0.9	39	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	91.2	-	16.3	-	-	-	-
	13	-	-	-	-	-	24.2	-	21.1	-	-	-	-
	14	-	-	-	11.8	-	-	-	3.1	-	-	-	-
	15	-	-	-	2.9	2.8	-	-	45	-	-	-	-
	16	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	17	-	-	-	-	49	-	-	-	-	-	-	-
	18	-	-	-	-	30.1	17.6	-	-	-	-	-	-
	19	-	-	0.1	-	1.1	-	1.7	7	-	-	-	-
	20	-	-	5.5	-	-	18	-	4.4	-	-	-	-
	21	-	-	3.1	-	-	-	-	1.2	0.1	-	-	-
	22	4	-	-	-	-	1.5	-	-	1.6	-	0.2	-
	23	-	-	-	-	-	-	0.9	-	-	-	0.5	-
	24	-	-	5.3	-	-	-	75.1	1.5	-	-	0.1	-
	25	-	-	-	-	-	-	-	20.7	-	-	-	-
	26	-	-	-	0.3	-	18.9	-	T	-	-	-	-
	27	10.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	28	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
	31	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
93年	1	-	-	-	12.1	-	-	0.2	-	-	-	-	-
	2	-	-	2.5	-	-	-	267.5	5.2	-	-	-	-
	3	-	3.9	5.9	61.7	-	-	308.5	24.2	-	-	-	17.8
	4	-	11	-	-	-	-	76.3	-	-	-	-	31.2
	5	-	21.3	-	-	T	-	68.1	3.8	2.2	-	-	-
	6	-	4.5	4.7	-	-	-	6.3	0.2	-	0.1	-	-
	7	-	4.3	T	-	-	-	-	-	76.4	-	-	-
	8	-	21.6	-	7.6	-	0.6	9.4	-	5.5	-	-	-
	9	-	11.5	-	-	3.1	-	-	-	3.9	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
	11	-	-	-	-	-	-	-	34.1	2.7	-	-	-
	12	1.6	-	-	-	-	-	-	12.8	3.4	-	-	-
	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14	-	-	-	-	-	-	-	9.9	43.6	-	-	-
	15	-	-	-	10.5	-	-	21.7	-	3.3	-	-	-
	16	T	-	-	-	-	-	31.9	-	8.8	-	-	-
	17	-	-	-	-	-	-	2.8	-	-	-	-	-
	18	0.4	-	-	7	-	-	89.6	-	-	-	-	-
	19	2.2	-	-	-	-	-	50.8	75	-	-	-	-
	20	8.9	-	-	-	34.2	8.6	-	2.2	-	-	-	-
	21	0.8	-	-	-	25.4	65.7	-	-	-	-	-	-
	22	T	-	-	-	1	1.5	-	-	-	-	-	-
	23	0.6	-	-	-	-	-	1.2	7.2	-	-	-	-
	24	T	-	2.5	0.8	0.3	-	-	43.3	-	-	-	-
	25	-	-	0.9	-	-	-	-	204.8	-	8.6	-	0.2
	26	-	-	11.8	-	-	-	-	2.8	-	-	-	-
	27	-	-	14.8	31.5	-	0.3	27.2	19.2	-	-	-	-
	28	-	-	5.8	-	-	-	58.3	5.5	-	-	-	T
	29	5.3	-	-	-	26	-	4.3	0.4	-	-	-	-
	30	-		35.3	-	13.5	-	1	14.5	-	-	-	-
	31	-		1		60.7		-	1.6		-		-

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
94年	1	-	-	7.8	0.7	-	0.3	2.1	-	83.2	-	-	-
	2	-	0.1	48.7	3.5	-	13.2	-	-	0.1	16.4	-	-
	3	-	-	29.1	-	-	51.8	-	0.1	-	11.4	-	-
	4	0.6	-	1.6	-	-	-	-	77.4	-	-	-	-
	5	-	-	1.8	-	-	-	-	50.9	-	-	-	-
	6	-	1.8	-	-	31.6	-	8.6	3.5	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	2.7	-	0.8	12.6	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	3.3	-	-	8.5	-	-	-	-
	9	-	-	-	-	13.5	-	-	-	-	0.4	-	-
	10	-	-	-	-	62.6	-	-	-	5.8	-	-	-
	11	0.1	-	0.6	-	-	0.5	0.1	-	1.2	-	-	-
	12	-	-	29.1	6.5	202.5	12.3	-	11.3	-	-	-	-
	13	14	-	10.2	5.2	96.2	1.1	-	10.3	-	-	0.1	-
	14	-	-	0.2	-	44.7	123.5	-	T	-	-	-	T
	15	-	-	-	-	96.9	221.9	-	5.3	-	-	-	-
	16	-	-	-	-	0.5	77	-	-	-	-	-	-
	17	-	0.6	-	-	-	3.7	11.3	8.1	0.8	-	-	-
	18	-	58.9	-	-	12.7	0.3	28	1.4	-	-	-	-
	19	-	12.1	-	-	-	0.3	222.1	6.3	-	-	-	-
	20	-	7.6	-	-	-	0.3	31.5	36	-	-	0.1	-
	21	-	3.2	-	-	-	1.2	12	0.5	-	-	2.8	-
	22	2.9	1.2	3	-	-	-	58.6	-	8	-	2.9	-
	23	-	1.8	5.1	0.7	-	18.2	-	0.2	1.8	-	-	-
	24	-	11.2	-	-	52.9	22.7	-	1.4	-	-	-	-
	25	-	15.1	-	-	-	9.7	-	40.6	59	-	-	-
	26	-	16.6	-	19	-	0.5	-	4.7	1.4	-	-	-
	27	-	7.7	4.8	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-
	28	-	17.3	10.3	11.1	-	5.3	-	3.7	-	-	-	12.6
	29	-		22.1	-	-	0.2	-	0.2	-	-	-	2.3
	30	-		31.6	-	-	-	3	-	-	0.6	-	0.1
	31	-		22.3		-		-	68.1		-		0.3

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
95年	1	-	-	2.9	-	-	3.1	-	-	23.6	-	0.1	-
	2	-	-	-	-	118.7	124.5	-	29.6	21.5	-	9	-
	3	-	-	-	-	-	58.6	T	2.7	14.1	-	9.6	-
	4	-	-	-	-	0.6	4.6	-	-	4.2	-	0.2	-
	5	-	-	-	0.9	-	6.2	-	1.8	12.5	-	-	-
	6	1.4	-	-	-	0.3	6.7	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	0.2	-	-	18.9	1.7	-	22.1	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	65.3	14.7	16.5	4.4	-	-	-
	9	-	-	0.8	0.4	-	249.2	82.9	1.9	1	-	-	-
	10	-	-	-	74.7	-	138.6	0.8	-	1	-	-	-
	11	-	-	-	1.2	-	5.7	1.5	-	16.4	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	7.3	-	-	8.5	-	-	-
	13	-	-	2.2	8.4	-	10.1	17.3	-	-	-	-	-
	14	-	T	1	1.9	-	-	154.9	0.1	-	-	0.8	12.3
	15	-	0.5	-	41.5	-	-	30.6	-	-	-	16.4	24
	16	3	-	-	0.9	2.6	-	1.4	-	11.4	-	2.2	12.8
	17	-	-	-	-	22	-	3.2	-	2.1	-	-	-
	18	-	1	-	-	4.2	-	1.6	36.1	-	-	-	-
	19	-	-	-	-	-	32.1	-	0.6	-	-	-	-
	20	-	-	4.5	-	-	1.8	-	-	-	-	5.1	-
	21	0.1	-	1	-	-	-	0.2	-	0.9	-	0.1	-
	22	5.7	-	6.1	-	5	0.1	-	0.7	-	-	38.8	-
	23	0.3	-	4.4	-	7.8	-	-	2.1	-	-	0.6	-
	24	-	-	13.1	22.4	1.5	-	-	T	-	-	-	-
	25	-	-	5.1	-	-	14.1	13.2	0.5	-	-	-	-
	26	-	8.9	19.5	28.4	-	-	3.3	6.2	-	-	5.9	-
	27	-	-	32.6	1.2	8.7	7.6	1.1	-	-	-	-	-
	28	7	11.9	-	11.4	61.8	-	0.5	-	-	-	4.2	-
	29	11.4		-	12.1	50.8	-	-	0.2	-	-	2.7	-
	30	-		-	16.2	24.8	-	-	-	-	-	-	0.1
	31	-		-		7.5		-	18.4		-		-

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
96年	1	-	-	0.1	-	0.4	-	T	-	1.6	-	0.5	-
	2	-	-	0.4	24.8	-	-	1.3	-	0.4	-	-	-
	3	0.3	-	-	8.8	-	47	-	0.2	-	-	-	-
	4	1	-	2	20.9	2.7	76.3	-	15.3	2.9	-	-	-
	5	-	-	19.7	0.3	33.9	50	-	-	10.8	0.3	0.3	-
	6	-	-	7.3	1	10.1	34.8	-	-	-	112.7	0.8	-
	7	-	-	12.9	-	-	85	-	3.6	-	169.2	1.9	-
	8	-	-	0.4	2.3	-	252.2	-	5	-	7.1	0.7	-
	9	-	2.9	-	2.5	-	38	2.5	-	38.8	-	-	-
	10	-	-	-	25.6	-	23.1	0.2	2.6	-	-	-	-
	11	-	-	-	0.3	-	3.7	-	68.4	9.5	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	21.4	1.1	81.8	-	0.5	-	-
	13	-	-	-	-	-	-	-	72.3	-	-	-	-
	14	-	-	-	0.8	-	-	-	9.8	-	-	-	-
	15	-	-	-	7.5	-	0.7	9.7	0.3	-	-	-	-
	16	1.2	1	-	-	-	13	5.1	-	-	-	-	-
	17	24.1	-	-	-	15.8	-	T	2	2.4	-	-	-
	18	7.9	-	1.3	28.2	8	-	-	38.8	188	-	-	-
	19	17.6	-	8.8	-	10.9	-	-	99.2	16.9	-	-	-
	20	-	-	-	-	24.5	15.5	-	75.8	-	-	-	-
	21	1.4	1	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-	-
	22	-	4.7	-	-	46.5	-	-	-	3.5	-	-	-
	23	-	-	-	4.7	9.5	39.2	-	24.9	-	-	-	5.3
	24	-	0.3	3.3	6.4	1	-	8	6.5	40.9	-	-	11.4
	25	-	14.6	4.9	-	-	0.3	-	-	-	-	-	-
	26	-	-	-	-	0.4	28.3	-	4.4	-	-	0.6	-
	27	3.5	-	26.3	-	-	-	-	-	-	-	17.8	-
	28	-	-	0.5	-	0.5	T	-	-	-	-	-	-
	29	-	-	-	-	-	6.7	33.8	3.1	-	-	-	-
	30	-	-	-	2.3	3.1	T	0.3	0.9	-	-	-	-
	31	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
97年	1	-	-	0.4	16.5	4	0.4	-	-	8.5	-	-	-
	2	-	1.8	-	0.2	0.2	39.8	-	-	0.7	-	0.6	-
	3	-	13.3	-	1	-	29.1	-	-	5.5	-	-	-
	4	-	2.3	-	-	-	12.8	-	1.7	69.2	-	-	-
	5	-	10.6	-	-	53.6	2.5	20.1	15	8.4	-	-	-
	6	-	-	-	-	2.4	1.2	24.5	22.3	38.6	5.2	-	-
	7	-	2.7	-	-	0.3	0.8	36.7	-	-	15.3	-	-
	8	-	-	-	-	-	0.4	8.8	0.6	-	-	3.4	-
	9	-	-	-	1.4	-	-	52.5	0.2	-	-	18.7	-
	10	-	-	0.8	-	-	-	12.6	0.7	-	-	0.2	-
	11	-	0.2	-	0.3	-	-	2.2	7.9	-	-	-	-
	12	0.3	-	-	-	-	16.4	45.5	-	17.5	-	-	-
	13	0.2	-	-	0.4	-	6.8	-	-	73.2	-	-	-
	14	0.5	-	4	-	-	57.7	-	-	214.2	-	-	-
	15	0.5	-	-	-	-	1.4	0.4	T	125.8	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	1.1	0.1	T	-	-	1.5	-
	17	-	-	-	2	-	0.1	20.5	0.2	0.1	-	-	-
	18	-	-	0.3	0.5	-	3.3	476.9	-	-	-	-	-
	19	-	-	-	-	8.2	-	54.7	-	-	-	-	-
	20	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-
	21	-	-	-	0.8	7.8	-	-	1	-	-	-	-
	22	-	-	7.4	-	5	-	-	0.8	-	-	-	-
	23	-	6.5	8.6	-	2.4	-	-	-	-	-	-	-
	24	0.2	0.4	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-
	25	2.6	0.1	-	-	1.7	-	-	-	1.4	-	-	-
	26	10.9	0.1	0.6	-	30.1	-	-	-	-	-	-	-
	27	-	-	-	-	-	2.8	0.6	-	-	-	-	-
	28	-	-	-	8.1	-	0.2	119	-	33.8	-	-	0.1
	29	-	0.4	-	-	145	5.1	31.5	0.3	227.5	-	-	1.5
	30	-		0.2	-	52	0.9	-	-	4.1	-	-	6.1
	31	-		11.8		19.1		1	-		-		3.5

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
98年	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	6.4	1.2	22	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	1	150.7	9.3	165.8	-	-	-	-
	5	-	-	7.2	0.7	-	1.1	-	56.8	-	6.4	-	-
	6	-	-	49.1	0.6	-	-	-	124.5	-	5.9	-	-
	7	-	-	38.8	4.7	-	-	-	17	-	-	-	1
	8	-	-	8.5	-	-	-	-	25.3	-	-	-	-
	9	-	-	8.7	-	-	-	-	347.4	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	17.5	-	-	8	-
	11	-	-	-	-	-	69.4	-	2.7	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	35.6	-	0.4	-	-	-	-
	13	-	-	-	81.5	-	49.2	2.9	0.4	-	-	8	-
	14	-	-	0.7	2.8	-	24.3	20.6	-	0.9	-	-	-
	15	-	-	-	-	-	-	-	T	55.4	-	-	-
	16	-	-	-	3.1	-	-	-	-	-	-	-	0.5
	17	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	0.2
	18	-	-	-	-	-	1.3	-	-	-	-	-	-
	19	-	-	-	0.1	-	1.8	37.8	-	-	-	-	-
	20	-	12.5	-	90.7	-	27.5	1	-	-	-	-	-
	21	-	-	-	64.4	2.2	9.2	-	-	-	-	-	-
	22	-	-	-	16.8	-	39.5	T	-	-	-	-	-
	23	-	-	5.6	-	-	0.7	-	-	-	-	-	-
	24	T	-	13	-	0.2	-	2.1	5.4	-	-	-	0.2
	25	-	-	-	-	-	-	1.9	-	-	-	-	6.3
	26	-	-	-	27.5	T	4.8	6.7	-	-	-	-	-
	27	-	-	-	1.1	16.9	-	-	-	4.6	-	-	1.1
	28	-	-	-	-	0.2	-	-	-	T	-	-	4.8
	29	-	-	29.3	-	-	-	-	3.4	2.9	-	-	T
	30	-	-	-	-	-	-	-	22.2	45.9	-	-	3.1
	31	-	-	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	日期												
99年	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4.3	-	-	-
	2	4.1	-	-	2.7	-	9.2	-	0.1	5.5	-	-	-
	3	7.4	-	-	0.9	-	2.7	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	0.3	-	4.6	44.6	-	3.4	-
	5	-	-	-	7.6	-	-	-	11.9	-	-	1.3	-
	6	4.1	9.1	-	10.4	0.2	-	2.8	-	-	-	0.2	-
	7	2	3.6	-	-	0.9	-	-	-	1.5	-	-	-
	8	8.7	-	-	43.6	0.8	-	-	-	54.6	0.5	-	-
	9	-	-	7.6	13.4	2.7	0.7	-	2.4	12.5	-	-	-
	10	-	-	-	-	T	53.2	-	-	2.3	-	-	-
	11	0.2	-	-	-	-	56.1	-	24.2	56.5	-	-	-
	12	1.6	11.5	-	-	-	21.6	13.5	5.6	7.4	-	0.7	-
	13	-	7.7	5.6	-	-	80.1	38.5	-	-	-	13.4	-
	14	-	-	-	-	-	117.6	-	7.4	-	-	1.2	T
	15	-	1	-	16.8	2.9	9.2	0.6	17.8	-	-	-	5.5
	16	-	13.2	-	1.8	-	-	-	-	-	-	-	20.9
	17	-	21.8	-	-	-	-	1.3	7.4	-	-	-	-
	18	-	16.9	-	0.2	-	-	0.1	11.2	5.2	-	-	-
	19	-	31.4	-	-	-	-	-	-	66	0.3	0.5	-
	20	-	0.7	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-
	21	-	-	-	-	-	39.5	37.1	-	2.8	1.3	-	-
	22	-	1.4	-	1.4	-	16.1	28.8	0.1	-	-	-	-
	23	-	-	-	44.3	105.6	12.6	21.4	9	-	-	-	-
	24	-	-	4.2	0.5	-	18.1	1	12	34	-	-	-
	25	5.7	T	5.2	-	-	44.9	21.2	55.5	-	-	-	1
	26	0.3	-	-	-	-	-	62.5	5.1	-	-	-	-
	27	-	-	-	0.8	0.2	24.5	125.5	1.8	-	-	-	-
	28	-	-	-	1	5.2	23.5	93.5	2.9	-	-	-	-
	29	-	-	-	3.7	22.8	-	-	10.6	30.9	-	-	-
	30	-	-	-	9.3	4	-	15.6	0.8	-	-	-	-
	31	-	-	-	-	-	-	0.1	13.1	-	-	-	-

年份	月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
	日期								
100年	1	-	-	-	-	0.2	0.5	-	0.5
	2	-	-	-	-	0.7	13.7	-	0.5
	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	0.1	0.5	-	-	-
	5	5.8	-	-	-	1.1	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	5.8	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	-	-	98.9
	9	-	-	-	-	-	-	-	68.6
	10	-	-	0.3	-	-	2.7	9.5	38.3
	11	6.7	-	1.4	-	-	-	47.6	13.8
	12	15.7	T	-	-	8.1	-	45.6	-
	13	-	8.3	-	-	1	-	51.5	-
	14	0.3	4.9	-	-	4.7	-	9.9	-
	15	-	1.5	-	-	0.3	-	T	-
	16	-	0.7	-	-	11.7	-	0.6	-
	17	-	-	-	1.8	17.5	12.2	10.2	-
	18	-	-	3	0.7	0.5	-	27	-
	19	-	2.4	1.4	-	0.1	-	45	-
	20	-	9.2	-	-	-	-	31.3	-
	21	6.9	0.2	-	-	-	3.5	19.1	-
	22	-	-	-	-	24.2	-	-	-
	23	-	-	-	-	22.3	-	-	-
	24	-	0.4	-	-	1.3	3.1	-	-
	25	-	-	-	-	-	24.6	1.3	-
	26	-	-	-	-	-	15.1	-	-
	27	-	-	14.3	-	-	66.5	-	-
	28	-	-	6.9	-	-	2.3	2	-
	29	-	-	-	2	-	7.1	-	-
	30	-	-	-	0.5	-	-	-	-
	31	-	-	0.1	-	0.8	-	-	-

備註："- "表示雨量為0。"T"表示雨跡，降水量小於0.1mm。"X"表無記錄值或儀器故障。

資料來源：中央氣象局網站，2011。

台中地區近十年之氣候監測資料

項目	溫度(°C)			雨量 (毫米)	風速(公尺/秒)/風向 (360°)/日期		測站 氣壓 (百帕)	降水 日數 >=0.1 毫米 (天)	日照 時數 (小時)
	平均	最高/ 日期	最低/ 日期		最大十分鐘風	最大瞬間風			
2002/1	17.1	30.6/15	7.7/3	29.4	4.9/330.0/18	13.1/90.0/2	1009.1	4	201.3
2002/2	18.7	28.5/28	11.3/3	2.7	5.3/350.0/10	12.8/60.0/1	1009.3	4	192.8
2002/3	22	30.7/21	12.4/7	19.9	5.9/10.0/6	11.4/30.0/6	1005.0	8	180.4
2002/4	25.1	34.7/16	17.6/13	4.2	5.2/310.0/27	11.1/260.0/6	1003.0	6	185.4
2002/5	26.9	34.8/15	20.5/17	270.7	6.2/230.0/15	14.2/240.0/15	999.7	9	189.3
2002/6	28.5	35.1/23	22.8/1	199	5.8/230.0/11	11.7/110.0/9	997.7	10	179.9
2002/7	28.5	34.8/16	23.3/17	355.8	6.5/170.0/10	16.6/260.0/10	993.9	17	189.3
2002/8	28.6	34.9/2	23.4/6	154.2	5.9/210.0/5	16.9/260.0/5	996.8	17	172.6
2002/9	27.3	33.9/8	22.0/26	198	6.7/10.0/5	16.3/80.0/5	1000.0	10	191.9
2002/10	25.6	33.3/4	19.9/7	12	6.3/350.0/6	14.5/10.0/6	1003.1	5	200.8
2002/11	21.8	30.9/14	13.8/27	5.2	6.7/10.0/24	15.2/40.0/24	1006.9	3	198.3
2002/12	19.3	31.7/7	11.6/9	64.5	6.5/10.0/8	12.3/70.0/8	1008.5	8	172.7
2003/1	16.4	27.7/26	8.3/6	27.6	6.2/360.0/27	12.9/30.0/27	1009.8	4	224.8
2003/2	18.8	29.7/26	9.5/6	18.9	5.8/330.0/1	12.9/60.0/1	1008.0	2	187.1
2003/3	19.7	32.5/3	11.5/11	35.7	5.2/350.0/13	11.0/360.0/13	1006.6	7	166
2003/4	24.3	31.6/20	16.2/5	153.4	5.7/350.0/30	12.8/30.0/30	1002.5	12	134.1
2003/5	26.6	35.2/7	20.5/1	100.8	5.2/350.0/30	10.7/340.0/30	998.8	8	192
2003/6	27.6	35.2/27	21.9/18	297.6	6.4/220.0/27	14.1/240.0/27	997.1	10	178.5
2003/7	29.8	36.4/22	22.5/9	118.2	5.1/20.0/24	13.3/220.0/9	999.4	7	250.1
2003/8	28.8	35.7/19	22.5/26	171	4.9/230.0/13	10.4/180.0/15	996.7	17	169.3
2003/9	28.6	35.2/1	23.7/25	6.6	5.4/20.0/10	13.6/50.0/10	998.7	4	170.1
2003/10	25.1	33.9/5	15.8/25	T	5.8/10.0/23	11.9/50.0/23	1003.5	0	228
2003/11	23.5	34.0/7	13.7/30	0.8	6.1/10.0/21	11.3/50.0/3	1005.1	3	192.3
2003/12	17.8	29.7/6	9.1/15	0	5.4/10.0/19	11.4/10.0/26	1010.1	0	253.5
2004/1	16.3	28.1/5	6.5/25	19.8	5.8/10.0/24	12.7/40.0/24	1009.0	7	171.9
2004/2	17.6	30.4/29	9.0/10	78.1	5.8/10.0/9	11.4/40.0/9	1007.2	7	195.8

項目	溫度(°C)			雨量 (毫米)	風速(公尺/秒)/風向 (360°)/日期		測站 氣壓 (百帕)	降水 日數 >=0.1 毫米 (天)	日照 時數 (小時)
	平均	最高/ 日期	最低/ 日期		最大十分鐘風	最大瞬間風			
2004/3	19.4	30.4/17	11.1/5	85.2	6.6/10.0/3	14.0/60.0/3	1005.1	10	176.3
2004/4	23.3	32.6/22	13.0/5	131.2	5.3/10.0/8	10.8/40.0/8	1002.5	7	171.1
2004/5	27.4	34.8/16	20.4/21	164.2	5.5/240.0/8	11.9/180.0/29	999.3	8	198.9
2004/6	28.4	35.8/30	23.3/9	76.7	5.0/320.0/28	10.7/40.0/4	997.1	5	176.8
2004/7	28.1	39.9/1	22.4/18	1025.1	6.5/220.0/3	19.6/210.0/3	998	17	188.1
2004/8	28.3	34.2/26	23.1/19	466.7	7.1/340.0/24	19.6/340.0/24	993.9	18	143.1
2004/9	27.2	34.2/7	22.5/14	155.8	6.3/30.0/11	14.7/30.0/11	1000.1	10	153.6
2004/10	23.6	31.4/1	16.6/12	8.7	7.3/20.0/19	18.8/40.0/18	1003.8	2	256.2
2004/11	22.4	31.1/14	13.9/20	0	5.6/30.0/18	12.6/350.0/18	1007.2	0	208.8
2004/12	19.3	27.5/23	8.3/31	49.2	7.0/20.0/4	18.6/20.0/4	1007.4	3	209.7
2005/1	16.1	26.4/25	6.0/17	17.6	5.8/30.0/14	14.0/30.0/14	1008.3	4	152.3
2005/2	16.9	30.9/16	6.9/20	155.2	5.3/340.0/10	11.8/20.0/10	1007.3	14	99.1
2005/3	17.5	30.2/22	5.0/6	228.3	6.0/30.0/12	13.6/330.0/5	1007.8	16	126.1
2005/4	23.8	32.4/10	14.1/4	46.7	5.1/340.0/24	11.1/10.0/4	1003.8	7	119.1
2005/5	26.9	33.7/5	21.7/9	620.1	5.8/250.0/24	11.7/260.0/24	998.9	12	157.8
2005/6	27.5	33.5/26	23.4/17	566.1	5.3/230.0/22	11.6/200.0/22	996.6	21	91.3
2005/7	28.8	35.4/8	22.4/23	378.1	10.4/360.0/18	34.0/350.0/18	996.9	11	201.3
2005/8	27.9	34.3/7	22.9/26	351.1	11.4/340.0/31	26.8/340.0/31	996.1	21	123.4
2005/9	28.2	34.0/18	21.6/26	161.3	11.9/190.0/1	27.1/170.0/1	999.1	9	188.7
2005/10	25.7	32.9/5	19.4/31	28.8	9.5/20.0/2	23.1/10.0/2	1003.3	4	209.2
2005/11	23.3	31.1/11	15.5/27	5.9	5.8/20.0/20	11.8/30.0/23	1005.4	4	181.2
2005/12	16.8	27.9/1	6.3/23	15.3	6.5/20.0/21	15.2/10.0/21	1009.7	4	155.4
2006/1	17.7	29.6/19	8.7/7	28.9	5.1/30.0/5	10.5/30.0/5	1007.2	7	159.2
2006/2	18.3	29.9/22	12.8/5	22.3	5.1/360.0/8	11.6/340.0/4	1009.3	4	159.8
2006/3	19.7	32.4/18	10.3/2	93.4	5.8/20.0/12	12.7/30.0/1	1005.2	13	147.8
2006/4	24.1	32.4/12	15.9/16	221.6	5.6/340.0/15	12.7/350.0/15	1002.3	14	94.8
2006/5	26.1	32.8/12	19.4/30	316.3	7.1/190.0/18	16.8/230.0/18	1001.2	14	133.3

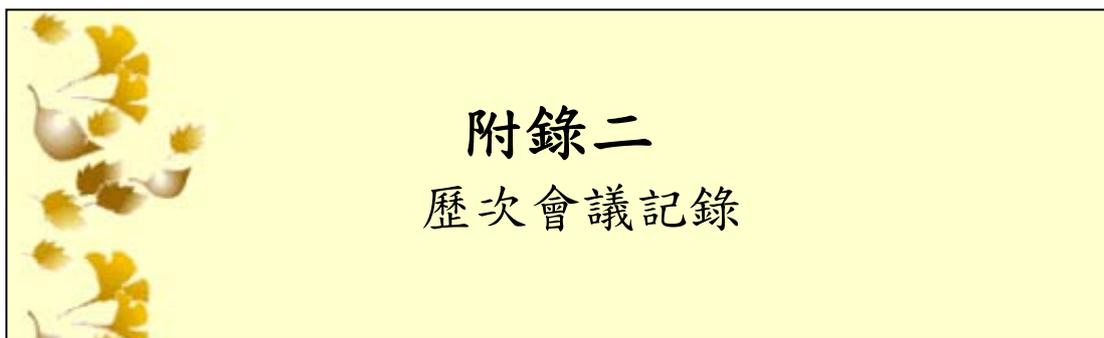
項目	溫度(°C)			雨量 (毫米)	風速(公尺/秒)/風向 (360°)/日期		測站 氣壓 (百帕)	降水 日數 >=0.1 毫米 (天)	日照 時數 (小時)
	平均	最高/ 日期	最低/ 日期		最大十分鐘風	最大瞬間風			
2006/6	27.1	35.0/30	19.4/10	754.5	5.9/220.0/9	14.4/180.0/8	998.7	18	124.3
2006/7	28.8	34.5/3	24.0/19	328.9	7.9/20.0/12	19.0/10.0/13	994.6	16	174.1
2006/8	28.8	37.0/2	23.3/18	117.4	5.2/90.0/26	11.7/150.0/2	996.1	14	171.7
2006/9	27.2	33.8/2	21.7/19	143.7	5.1/360.0/16	14.5/330.0/16	999	14	169.3
2006/10	27.2	33.8/2	21.7/19	143.7	5.1/360.0/16	14.5/330.0/16	999	14	169.3
2006/11	27.2	33.8/2	21.7/19	143.7	5.1/360.0/16	14.5/330.0/16	999	14	169.3
2006/12	18.9	29.8/8	9.6/18	49.2	6.0/30.0/28	13.1/40.0/28	1008.9	4	191.6
2007/1	17.2	27.1/3	6.2/29	57	6.2/30.0/28	14.3/40.0/28	1010.4	8	174.6
2007/2	19.3	29.6/17	7.6/2	24.5	5.2/360.0/1	13.1/340.0/1	1007.3	6	178.8
2007/3	20.7	31.1/30	11.6/7	87.9	6.7/30.0/19	15.2/20.0/19	1005.1	13	127.6
2007/4	22.3	31.2/22	12.0/4	136.4	7.7/340.0/18	16.3/60.0/2	1004.1	15	101.5
2007/5	26.5	34.4/25	18.6/7	169.1	5.0/340.0/18	9.8/330.0/18	1000.2	15	173.4
2007/6	27.4	34.3/27	22.8/11	735.2	5.3/230.0/11	14.2/200.0/11	998	17	124.7
2007/7	29.8	35.6/5	23.9/25	62	5.2/250.0/5	10.7/200.0/17	998.1	9	233.4
2007/8	27.8	34.9/3	22.5/25	516	6.4/180.0/18	16.3/160.0/19	995.2	20	131.6
2007/9	27.6	34.1/30	22.2/19	315.7	5.9/340.0/18	15.6/320.0/18	996.8	11	157.1
2007/10	25.4	33.8/2	18.9/20	289.8	11.6/330.0/6	27.7/340.0/6	1001.7	5	182.1
2007/11	21.6	29.9/1	12.1/30	22.6	7.7/30.0/26	18.3/20.0/26	1004.5	7	172.5
2007/12	19.6	28.7/17	11.6/31	16.7	5.1/40.0/8	11.0/20.0/31	1007.1	2	206.1
2008/1	17.9	30.7/11	9.7/3	15.2	5.5/330.0/29	11.2/360.0/30	1008.2	7	143.6
2008/2	15	24.4/22	8.7/10	38.4	5.9/30.0/10	11.6/50.0/6	1009.3	11	97.6
2008/3	20.3	29.9/18	10.3/4	34.1	5.7/30.0/3	14.4/20.0/3	1005.4	9	179.1
2008/4	24.3	33.1/16	14.3/1	31.2	6.1/360.0/23	13.2/20.0/23	1002.6	10	109.5
2008/5	25.8	33.5/28	19.0/5	332	5.7/20.0/10	12.5/360.0/10	998.5	15	162.7
2008/6	27.5	34.7/23	22.2/13	182.8	5.6/210.0/27	14.1/250.0/12	998.6	19	142.1
2008/7	28.1	34.8/27	22.6/18	907.6	9.8/180.0/28	22.3/170.0/28	996.2	17	178
2008/8	28.7	35.1/22	23.4/6	50.7	5.4/210.0/22	13.7/240.0/22	997.7	11	187.4

項目	溫度(°C)			雨量 (毫米)	風速(公尺/秒)/風向 (360°)/日期		測站 氣壓 (百帕)	降水 日數 >=0.1 毫米 (天)	日照 時數 (小時)
	平均	最高/ 日期	最低/ 日期		最大十分鐘風	最大瞬間風			
2008/9	27.6	35.4/22	22.3/30	829.7	12.1/340.0/28	29.7/0/28	996.3	16	143.9
2008/10	26.8	33.1/31	21.9/28	20.5	4.5/360.0/27	9.8/250.0/6	1003.4	2	204.4
2008/11	21.9	32.6/4	10.9/29	24.4	5.9/30.0/27	13.4/20.0/27	1006.9	5	194.3
2008/12	18.1	28.3/12	9.9/7	11.2	6.5/20.0/22	13.8/30.0/22	1008.9	4	210.2
2009/1	15.5	26.4/21	5.4/14	T	5.9/20.0/23	13.8/30.0/10	1010.7	0	237.8
2009/2	21.3	32.9/13	13.7/3	12.5	5.4/320.0/1	11.2/340.0/5	1005.7	1	215.8
2009/3	19.9	29.7/5	11.8/14	161.2	7.1/30.0/13	14.8/30.0/13	1005.5	10	143
2009/4	22.5	30.9/21	14.8/26	303	5.9/340.0/13	11.8/350.0/13	1002.9	13	137.1
2009/5	25.9	33.5/21	19.3/6	20.5	4.8/320.0/22	9.8/330.0/4	1001.3	5	195.2
2009/6	27.8	34.2/28	22.1/5	421.5	6.2/210.0/22	15.4/180.0/22	996.8	14	159.5
2009/7	29.1	35.3/9	23.8/5	83.5	5.2/250.0/25	11.2/210.0/25	997	9	162.5
2009/8	28.7	36.1/2	24.5/13	810.8	9.3/10.0/7	26.9/310.0/7	994.4	14	130.4
2009/9	29.3	35.2/3	24.0/29	119.7	4.3/350.0/5	9.4/320.0/5	997.7	6	164.5
2009/10	25.7	33.8/2	18.5/27	12.4	6.3/30.0/23	12.4/10.0/25	1000.8	3	198.5
2009/11	22	31.1/1	16.5/30	16	7.5/30.0/2	18.0/30.0/2	1006.3	2	186.1
2009/12	17.7	29.4/12	10.1/22	17.6	5.9/20.0/3	11.6/10.0/3	1008.7	9	163.6
2010/1	17.1	27.6/29	6.8/13	34.1	6.0/30.0/12	12.9/30.0/12	1009.9	9	153.8
2010/2	18.5	31.4/10	9.5/19	118.3	4.9/30.0/16	10.3/20.0/16	1006.8	11	118.4
2010/3	21.1	31.4/15	9.5/10	22.6	6.3/30.0/9	13.9/30.0/9	1006.9	4	176.8
2010/4	22	32.4/22	14.1/16	158.4	5.4/30.0/23	10.9/20.0/23	1004.9	16	127.8
2010/5	26.6	34.2/22	19.5/1	145.3	4.6/230.0/22	11.2/230.0/23	999.4	10	153.5
2010/6	27.1	34.3/27	21.0/2	529.9	5.1/10.0/5	11.5/240.0/23	998.8	17	108.4
2010/7	29.2	35.9/18	23.8/14	463.5	6.5/180.0/21	14.3/180.0/21	999.5	16	179.7
2010/8	28.9	35.6/10	23.4/26	203.5	5.8/180.0/14	12.9/180.0/25	998.9	20	155.9
2010/9	28.1	34.6/8	23.3/21	328.6	8.9/10.0/19	25.5/10.0/19	999.4	15	163.8
2010/10	25.9	33.2/2	17.2/31	2.1	6.6/30.0/27	15.4/40.0/27	1001.7	3	165.2
2010/11	21.8	28.4/7	15.7/26	20.7	5.9/10.0/25	13.1/40.0/25	1005.8	7	181.5

項目	溫度(°C)			雨量 (毫米)	風速(公尺/秒)/風向 (360°)/日期		測站 氣壓 (百帕)	降水 日數 ≥0.1 毫米 (天)	日照 時數 (小時)
	平均	最高/ 日期	最低/ 日期		最大十分鐘風	最大瞬間風			
2010/12	18.1	28.7/5	7.5/27	27.4	6.9/30.0/16	17.5/30.0/16	1005.5	3	201.3
2011/1	14.9	23.3/27	7.9/1	35.4	6.6/30.0/15	15.4/40.0/15	1009.7	5	129.1
2011/2	17.2	27.8/28	10.3/14	27.6	5.8/10.0/13	14.1/30.0/13	1006.4	8	162.4
2011/3	18.2	30.5/20	11.6/28	33.2	6.2/20.0/22	12.1/330.0/22	1008	8	109.6
2011/4	23.1	33.1/27	15.3/4	5.1	4.3/30.0/4	10.0/30.0/19	1004	5	150.6
2011/5	26	35.6/12	20.1/17	95	6.8/20.0/28	16.4/200.0/23	999.7	16	118.8
2011/6	29.1	35.7/15	23.1/2	151.3	5.0/180.0/26	12.5/200.0/11	997.3	11	182.8
2011/7	28.8	35.3/28	23.7/14	300.6	5.8/240.0/16	12.1/260.0/16	996.3	13	188.5
2011/8	29.0	35.1/26	23.9/8	256.3	5.7/200.0/30	12.7/200.0/30	996.3	12	169.6

備註：1.T 表示雨跡，降水量小於 0.1mm。 2.最大 10 分鐘風：指一測站在特定期間內之最大 10 分鐘平均風速，當時風之主要來向，即為風向。 3.最大瞬間風：意指最大陣風，一測站在特定期間內之最大瞬間風速。

資料來源：中央氣象局網站，2011。



附錄二
歷次會議記錄

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區
為例」工作會議

會議記錄

一、時間：99年6月28日(星期一)上午10時

二、地點：本中心農富樓三樓訓練教室

三、出席單位及人員：如後附簽到簿

四、主持人報告：略。

五、上級長官指導：略。

六、各工作小組報告：略。

七、結論：

(一)監測地點之選定

監測地點之選定依委託研究計畫書之內容，選擇四個監測站，分別為二林站、溪洲站、大城站 1 及大城站 2，此外，考量計畫需求，另增設二田區進行觀測。

(二)監測調查之時間

監測調查之時間，原監測二個期作，分別為 100 年一期作及 100 年二期作，由於本計畫於 100 年 9 月 3 日即結束，考量稻作時程，調查時間建議提出二個方案：(1)A 方案：將 100 年二期作水質採樣提前至 99 二期作，(2)B 方案：於 99 年二期作增測一次(針對灌溉用水複驗項)，此兩方案與甲方討論後決定其中一個方案。

八、散會：上午十二時。

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區為例」
工作會議

時間：99年6月28日(星期一)上午10時

地點：本中心農富樓三樓訓練教室

主持人：簡傳村

記錄：陳淑貞

出席單位及人員：

行政院經濟建設委員會	
國立臺灣大學	
國立中央大學	
彰化縣政府	
農業工程研究中心	張大偉 程正毅 梁榮元 劉美禎 戴勝勇 陳淑貞 梁泓程 蔡啟好

方文村 陳豐文

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區
為例」工作會議

會議記錄

- 一、時間：99年7月19日(星期一)上午10時
- 二、地點：本中心農富樓三樓訓練教室
- 三、出席單位及人員：如後附簽到簿
- 四、主持人報告：略。
- 五、上級長官指導：略。
- 六、各工作小組報告：略。
- 七、委員意見：

(一)成功大學水利及海洋工程學系周乃昉教授

1. 監測調查之時間考量試驗之變數甚大，建議將 100 年二期作提前至 99 年二期作應屬正確，主要在提前監測，如有問題可作即時修正。
2. 建議蒐集彰化地區排水系統與灌溉系統，以釐清監測站是屬灌溉系統或是排水系統。
3. 回歸水之利用，可考量加設水池等方式進行利用。
4. 在簡報第 63 頁之供水系統架構建議加入集集攔河堰於系統圖中。
5. 非灌溉時期，水資源供給是否可能產生缺口，敬請考量。
6. 建議蒐集經濟部水利署水利規劃試驗所 98 年辦理之「沿海地陷區蓄洪設施水資源之應用研究」報告進行參考。
7. 科學園區汙水處理情形可參照竹科及南科的資料作為參考。

(二)中央大學土木工程學系吳瑞賢教授

1. 水質模擬分析建議可以一維之水質模擬模式進行分析。
2. 試驗田區設立新的田埂，建議注意其可能受到干擾之影響。
3. 彰化地區各工業區工業用水及時程發生缺水時，目前有无配套措施？

(三)行政院經濟建設委員會謝建弘技正

1. 本計畫除農業回歸水外，尚包括夜間未用剩餘水量及期作間之未利用水源量，建議補充說明。
2. 試驗田區之試驗結果，未來如何放大到整個彰化地區作為運用，建議就學理分析補充說明。
3. 試驗站設置完成後，建議安排前往現地了解。

(四)彰化縣政府水利資源處許志揆先生

1. 彰化地區地下水抽用量很大，如將來使用回歸水，請研擬相關配套措施。

八、結論：

- (一)監測調查之時間，依原計畫為監測二個期作，分別為 100 年一期作及 100 年二期作，由於本計畫於 100 年 9 月 3 日即結束，考量稻作時程，參考委員之意見，將調查時間 100 年二期作水質採樣提前至 99 年二期作以利工作之執行，並視水質檢測結果，如有需要於 100 年二期作進行灌溉用水複驗項之水質檢測。
- (二)水質模式參考委員之建議，建議將三維水質模式修正為以一維水質模式進行演算。
- (三)其餘委員與各單位意見，於工作進行中儘量參酌辦理。

八、散會：上午十二時。

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區為例」
工作會議

時間：99年7月19日(星期一)上午10時

地點：本中心農富樓三樓訓練教室

主持人：簡傳彬

記錄：陳淑貞

出席單位及人員：

行政院經濟建設委員會	謝建勳
國立臺灣大學生物暨環境系統工程學系譚義績教授	
國立中央大學土木工程學系吳瑞賢教授	吳瑞賢
國立成功大學水利及海洋工程學系周乃昉教授	周乃昉
彰化縣政府水利資源處范世億處長	許志探(代)
農業工程研究中心	戴有宗、蔡欣婷、戴勝勇 陳淑貞、程正毅、洪振翔

(含司機及工作人員計16人)

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區
為例」工作會議

會議記錄

一、時間：99年8月16日(星期一)上午10時

二、地點：本中心農富樓三樓訓練教室

三、出席單位及人員：如後附簽到簿

四、主持人報告：略。

五、上級長官指導：略。

六、各工作小組報告：略。

七、結論：

目前田區觀測溝渠已施設完畢，請於 9 月份完成田區與渠道監測點觀測儀器之設置。

八、散會：上午十二時。

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區為例」
工作會議

時間：99年8月16日(星期一)上午10時

地點：本中心農富樓三樓訓練教室

主持人：

記錄：陳詠貞

出席單位及人員：

行政院經濟建設委員會	
國立臺灣大學	請假
國立中央大學	請假
韋家振博士	韋家振
農業工程研究中心	簡佳興 梁泓程 陳詠貞 戴勝勇 程正毅 陳豐文

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區
為例」工作會議

會議記錄

一、時間：99年9月20日(星期一)上午10時

二、地點：本中心農富樓三樓訓練教室

三、出席單位及人員：如後附簽到簿

四、主持人報告：略。

五、上級長官指導：略。

六、各工作小組報告：略。

七、結論：

目前田區已完成監測點觀測儀器之設置，請於10月份安排
前往現地開會與現勘，以了解實際觀測情形。

八、散會：上午十二時。

行政院經濟建設委員會
 「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區為例」
工作會議

時間：99年9月20日(星期一)上午10時

地點：本中心農富樓三樓訓練教室

主持人：簡傳彬
 出席單位及人員：

記錄：陳永貞

行政院經濟建設委員會	
國立臺灣大學生物暨環境系統工程學系譚義績教授	
國立中央大學土木工程學系吳瑞賢教授	吳瑞賢
國立中央大學	黃浩烈
農業工程研究中心	簡傳彬 梁榮元 程正毅 蔡欣宇 戴勝勇 陳永貞

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區
為例」工作會議

會議記錄

- 一、時間：99年10月20日(星期三)上午10時10分
- 二、地點：彰化農田水利會溪洲工作站
- 三、出席單位及人員：如後附簽到簿
- 四、主持人報告：略。
- 五、上級長官指導：略。
- 六、各工作小組報告：略。
- 七、試驗田區現勘：略。
- 七、結論：

目前田區觀測之水量甚豐，其原因包括因田區開挖，水頭增加，導致水量增加，建議未來分析回歸水量時需予以修正，另未來方案研擬時，亦可考量於田區下游設置小型蓄水池，進行回歸水再利用於灌溉之用。

- 八、散會：上午十二時。

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區為例」
工作會議

時間：99年10月20日(星期三)上午10時10分

地點：彰化農田水利會溪洲工作站

主持人：簡傳彬

記錄：陳永良

出席單位及人員：

行政院經濟建設委員會	謝建弘
國立中央大學	黃浩廷 陳致向
彰化縣政府	許志探
彰化農田水利會	林俊廷 高樹枝 廖文輝 劉國祥
農業工程研究中心	簡傳彬 戴勝勇 蔡欣怡 陳永良

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區
為例」工作會議

會議記錄

一、時間：99年11月29日(星期一)上午10時

二、地點：本中心農富樓三樓訓練教室

三、出席單位及人員：如後附簽到簿

四、主持人報告：略。

五、上級長官指導：略。

六、各工作小組報告：略。

七、結論：

目前已完成第2期作之水量及水質之現地資料調查，除建議於期作間應進行未用水量之調查外，可於田區間進行土壤入滲試驗，以利後續分析。

八、散會：上午十二時。

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區為例」
工作會議

時間：99年11月29日(星期一)上午10時

地點：本中心農富樓三樓訓練教室

主持人：簡傳彬

記錄：陳淑貞

出席單位及人員：

行政院經濟建設委員會	
國立臺灣大學生物暨環境系統工程學系譚義績教授	
國立中央大學土木工程學系吳瑞賢教授	吳瑞賢
國立中央大學	黃浩烈、陳致白、許良璋
農業工程研究中心	簡傳彬 梁榮元 陳淑貞、戴勝勇、蔡欣時

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區
為例」期中審查

會議記錄

- 一、時間：99年12月23日(星期四)下午2時30分
- 二、地點：經建會107會議室
- 三、出席單位及人員：如後附簽到簿
- 四、主持人報告：略。
- 五、上級長官指導：略。
- 六、各工作小組報告：略。
- 七、委員意見：

(一)甘俊二教授

8. 本計畫探討如何將農業(水田)回歸水，應用於下游工業缺水之需求，立意正確，是當前台灣工業發展急待解決的課題。
9. 農業回歸水之研究，可從降雨、引灌水量以及水旱作物蒸發散量之關係，估算出區域性回歸水的總潛量；至於農業用水較多之水田，又可細分成地表及耕層(狹義)兩種回歸水量。
10. 有關水稻的用水實況，可分成浮稻(深水)、淺水以及陸稻三種類型，其中浮稻常見於東南亞如湄公河、恆河一帶，屬全年性皆可栽種的恆溫性環境，其地表及土層伏流水的流出量，較屬安定(如印尼巴里島梯田之例)。至於淺水栽培之典型常見於台灣、日本及韓國，屬栽培期受限制的環境(一二期作)，所以回歸水的流出量會受栽培時期而變動，其伏流水及地表水尚可屬穩定(稻作根系的吸水性PF為正的條件)彰化地區就是屬這一類，至於陸稻(乾田)條件，常見於台灣的輪流灌溉田，典型代表在雲林及嘉南，水田的水深在乾溼交替下，根系吸收水分的條件其PF呈正負兩面，所以量測的地表及伏流水之流出量會呈現不穩定狀。根據單位面積水田實際的灌溉用水總量紀錄，彰化：雲林：嘉南呈現3：2：1的差異。所以本研究之團隊要充分瞭解台灣區域性稻作之屬性，才能獲得可靠的結果。

11. 本計畫的要求，是要瞭解彰化地區，農業回歸水的總潛量，以及工業需求水量（至 120 年）之間的供需關係。很明顯地，本計畫的分析已證明彰化地區農業回歸水，有十足支應工業需求之潛力存在。
12. 依本計畫要求，對彰化地區之回歸水（地表及伏流水）要做到定量及定性的兩項研究。依目前的計畫進度僅做到定性的觀測，尚未達到測出定量成果的要求。研究團隊確實很用心，仍難克服現存（彰化）的種種盲點。（本人曾赴溪州試驗現地瞭解實況，他們的努力確實值得肯定）。
13. 本計畫鎖定的計畫目的包括：(1) 有多少水田伏流水存在（定性）；(2) 現有伏流量中有多少量（%）可收集（定量）。此兩項才是計畫的重點，本研究團隊有待加油。
14. 本研究之分析中大部分採用過去雲林地區回歸水之研究先例；尤其引用 93~96 年雲林新鹿場課圳之豐水期及枯水期之推估量。依意見書第 3 點之稻作用水之屬性。雲林及彰化會有相當的差異，要慎重以對，以免影響分析的正確性。
15. 本團隊曾在溪州探討田間（水田）伏流水的實測研究，該項觀測收集的水樣，可呈現真正農田（稻田）體的單純污染程度。研究團隊應多次採樣檢測才對。不過計畫報告中第四章列述的水質測定數據，皆為現有農田排水溝採樣者，高污染的水質當然無法讓工業接受。應該以貴團隊在實驗田區收集之純農田伏流水的分析標準，來考量工業是否採可採納。經建會真正的期望是收集單純農田的回歸水，收集供應給工業才是良策。絕非現今農業排水溝在多污染源造成的水量，兩者差異極大。
16. 本團隊在溪州之田間實測研究，係在實際一田坵臨排水溝之內側，挖出不同深度之田間土層斷面，量測不同耕層深的伏流水流量，頗為用心。由於本研究觀測係在線狀的連續體進行，各層的觀測，易受相互之干擾；不過本研究觀測在牛踏層上側，有較快較多的伏流水在流動，是值得肯定的收穫（報告中並未述及）。因此將來在台灣收集伏流水的技術上，截流牛踏層以上的伏流量，可作為認定經濟規模的開發深度。有關類似之引證，滲漏橫向與垂直之比值：台灣水利署（4:1）、日本（4.8:1）、印度（3:1），貴計畫若能訂出類似比值，其貢獻會更大。

1. 建議第六章及第七章合併評估，其中，各日水源不足是否增加探討 1.海淡水 2.再生水之利用。
2. 做供需模擬分析請先繪出系統示意圖再說明相關水源之水量及調用現況。
3. 各季或月份回歸水量分析成果宜對全彰化地區分區呈現。
4. 回歸水推估模式之各圳路回歸水，宜分別流入不同的排水路再一一推算各地點水量。
5. 回歸水推估成果圖宜加註集水區降雨與灌溉水量過程，另一方面為何回歸水有常數的上限水量？請解釋。
6. 如果中科四期放流量可回收供國光石化使用，請參考相似科學園區之放流水質合理估計其水質；另一方面在整體層面分析中，應與其他水源水質一併估算混合後的整體水質。
7. 彰化農田水利會及彰化縣政府在荊仔埤圳上游興建 20 萬立方公尺之調節池等，其目的是否與中科四期及國光石化用水有關？能否一併納入整體供水檢討？是否彰化農田水利會可以配合調整配水方法？例如大區域輪灌改為小區域輪灌？
8. 目前看起來萬興滯洪池及第四排水路滯洪池供水灌溉每年約 900 萬立方公尺；利用次數達到 6 次，量雖有限但已有相當成效，惟需再估計導水方式成本；其亦為，暫估每日 0.3cms 回歸水量，可能並非每日都有穩定水量，宜再探討。
9. 請附與中科四期、國光石化有關之上游田間灌溉水路系統及排水路系統圖。
10. 田區水平衡分析對象應侷限與本計畫引水有關的上游田區為宜，並請區分日、夜兩個時段。
11. 由於需要利用流量率定曲線推估長期連續流量，敬請檢核灌溉測量水位不受迴水影響；例如圖 3.2.5 之降雨量及渠溝水位並不一致，需要再檢討。
12. 敬請儘速將觀測水深轉為流量以利量化評估及判斷渠道回歸水量。

- 13.目前由觀測水深看不出田間及夜間流量之差別；另請加繪上游灌溉水量，以利瞭解回歸水量的比例。
- 14.流量觀測表請加註上游集水區面積及各類土地利用，含水田之面積。
- 15.現地試驗請補充說明田間水位變化，以瞭解促進引取牛踏層上方水量時，對田間湛水深之影響。
- 16.理論之回歸水量模式推估，應確認所採用模式參數符合現地特性，故請逐一探討，否則請盡量引述相關研究報告之數據，以供參考；例如引用水利局水田滲漏量經驗公式含明確高估實際的滲漏水量；適用作灌溉需水量估算，但不一定適用作合理評估。
- 17.流量表現宜再增加單位面積之流量，以利評估取用水量。
- 18.水質中有多量之錳及鐵，請查證是否與地下水利用及農藥有關？

(三)經濟部賴組長建信

1. 目前彰化地區係採用三大區進行輪灌，因此回歸水量較不穩定，建議考量於下方設置大型調節池。
2. 是否能考量萬興排水系統平時及無供水時，其回歸水量之多寡？
3. 建議應將持續觀測，以獲得較多資料以利估算回歸水量之超越機率於 Q80 及 Q90 時之量，及瞭解回歸水可供量之穩定性。
4. P79，表 5-1 有關中科四期等相關用水資料，請再取得最新之相關數據。
5. 未來工程規劃如有需求，建議可優先考量水利用地，例如萬興幹線周圍有無水利地可供開發？

(四)經濟部水利規劃試驗所王課長國樑

1. p1 農業用水以民國 97 年的資料，民生與工業用水卻以民國 95 年為例，建議未來在期末或成果報告建議統一以民國 97 或 98 年各標的需求資料呈現較妥適。
2. p6 不論圖 2.1.2 彰化地區民國 120 年供水系統示意圖或圖 2.1.3 彰化地區生活及工業用水供需比較圖等建議引用水

利署最新的資料較妥適。

3. p52~57 之圖 3.4.4~3.4.15 各相關圳路回歸水推估圖示之內容明顯顯示其相當不穩定，建議相關回歸水之利用應配合調蓄設施規模大小及地點的選定，另水質的穩定度及淨化處理等亦應注意。
4. p60 相關水質監測站設置位置之選定原則請加強說明；另報告內部分的圖示利用 Google 的圖檔呈現，但以黑白呈現相當不清晰，建議未來請加強改善或改以彩色圖示較妥適。
5. p68 言及以目前的回歸水水質狀況顯示，各測點水質懸浮固體量及硬度偏高，未來相關水質處理之設施及成本應納入規劃工程之成本內較完整。
6. p82 相關調蓄設施之檢討之內容建議應有適當的圖示來說明相關的區位；另其與圖 5.1~5.3 的關聯性應加強說明較妥適。
7. p85 圖 6.1 一般水資源供需系統圖中相關回歸水之利用如何轉向工業用水利用之部分建議應增列較完整；另工業用水之再生水及民生用水之中水系統之迴路亦似乎有問題等建議一併再檢討修妥。
8. p90 報告內多處彰化地區各標的用水之供需資料呈現相關的目標年皆不一致，建議統一調整至民國 97 或 98 年各標的需求資料呈現較妥適。
9. p94 相關供需分析言及將採用系統動力學模式來探討，如何將概念模式結合計畫區之實際條件，建議未來應加強說明；另未來建議此「日」期距來探討來模擬較妥適。
10. 附錄一言及彰化地區臨近之嘉義測站氣象資料，為何不採用台中測站較近之氣象資料？請說明。

(五) 行政院農委會

1. 量水堰部分目前使用三角堰，可能有迴水之問題，建議可考量用寬頂堰進行量測，可能較準確。
2. 簡報中提及調整池有並聯式及串連式兩種方案，是否可探討串並聯之間之差異為何？另此兩種方案在用地取得上是否有困難？串並聯對水質之影響程度為何？

3. 目前針對夜間餘水之量測似乎僅於溪州站，其選點上之目的為核？另該計畫於試驗田區中有設置雨量計，是否可考量納入鄰近區域之雨量站記錄，以求資料之完整性。

(六)經濟部水利署

1. 本計畫之目的短期以提供國光石化及中科四期之用水，在供應上之工程與經濟性係以荊仔埤圳與深耕三圳為主要研究區，其可利用回歸水及餘水才是可利用量，而非每日 50 萬噸或 36.3 萬噸。
2. 農業灌溉之用水有輪灌與生長期用水而呈現不穩定之狀態，調節池之設置關係供應民生、工業用水之可行性，應朝保守規劃。
3. 外界常有移用農業用水導致影響農民用用水與增加地下水抽取之疑慮，本計畫如能釐清外界之疑問，對整體水資源應用將有很大助益。
4. 計畫內引用之需水及供水資料建議蒐集最新資料。
5. 彰化水利會 99 年委託聯合大地辦理之「農業節餘水量增供水源相關計畫」建議蒐集納入參考評估。

(七)彰化農田水利會

1. 本案為「農業回歸水暨餘水再生利用」，惟 p38 針對「回歸水產生」之原因，又將「餘水」納入，建請予以釐清。
2. 夜間農業灌溉用水減供：本措施係為因應農民耕作習性改變，夜間大多已不進行用水調控，故予以減供；在需求面並未減少之情況下，仍需於翌日補足其灌溉需水量，復以現況缺少蓄水調控之機制下，故本措施係可減少灌溉用水浪費，而非可節餘之灌溉水量，應先予釐清。
3. 本站灌區水源係由集集攔河堰調配至田間，其輸水流程甚遠，在需水恐急之情況之下，農民一般以啟動私井抽取地下水補灌因應，故宜就近施設埤塘、人工湖等配套措施，方可靈活調配，補足田間用水需求，方能達到夜間減供節水之目的。
4. P50，經計算後彰化地區二期作平均回歸水量為 4.2cms，建議能再分離出灌溉系統別之個別回歸水量，後續方能評估是否能滿足不同區位用水標的之需求(如目前重大工

業用水需求均位於南彰化)。

5. 國家重大工業建設，其需水量一般均較大，建議仍應由上游近水源處取水為宜，佐以適當蓄水設施方能穩定供水；農業回歸水其質、量均較難掌握，且如欲蒐集至一穩定量供給重大建設，其所需操作灌溉面積其大且相關集水網路之建置，所費不貲，其營運管理亦將是一大挑戰，希望本計畫內能釐清相關疑慮。

6. 建議及勘誤：

- (1)p12，表 2.1.12，「生活次級用水」之「問題」欄，「虛設二元供水系統...」，是否為「需」設之誤植？
- (2)「回」歸水抑或「迴」歸水，眾說紛紜，惟建議於本報告內，其用詞仍能統一。
- (3)大「度」堰抑或大「肚」堰，報告內用詞宜建請一致。
- (4)P19，第二段第 4 行，「...最小質得...」，是否應為「最小值」之誤植？
- (5)續前，第三段第 1 行，「鹿場客圳」，應為「鹿場課圳」。
- (6)P27，倒數第 8 行，荊仔埤第三制水閘後分流出另一支線(新第六支線)，建議改為集集計畫內之正式名稱路口厝幹線。
- (7)P45 第 1 行「如表 3.4.8...如表 3.4.9 所示」，查無該表，應已移至附錄一，請修正；倒數第 8 行「...台灣番仔田所作之田間誦驗而得」，應為「試」驗。
- (8)P51 圖 3.4.3 回歸水推估模式架構，字體太小，研讀不易，建議放大。
- (9)P82，5-2 相關蓄水設施之檢討，倒數第 2 行，「第四方路滯洪池可達 289.9 立方公尺」，應為「第四放水路滯洪池可達 289.9 萬立方公尺」。
- (10)續前表 5.3~表 5.5 其單位表述請一致(萬立方公尺/年)。
- (11)P87，1.自來水系統供應量：...如表 2.6 所示，經查閱報告，付之闕如；2.自行取水量：...各目標年需水量如表 2.2.1 所示，惟該表內容並無所謂「自行取水量」，是否應為表 6.1~表 6.3 所示？

(八)主辦單位：

- (1)計畫進度部分，符合委託研究計畫書之規定。
- (2)就期中報告實體內容部分，均業已依規定進行中；惟餘水再利用部分描述不足，建議未來加以補充。

(3) 彰濱工業區、國光石化等用水時程，建議後續再取得最新資料，以利分析。

八、結論：

- (一) 計畫進度部分，依據委託研究計畫書之規定，受託單位應於第 7 個月工作月份提交期中報告(99 年 12 月)，查受託單位(財團法人農業工程研究中心)係於 99 年 12 月 7 日提交期中報告到會，符合委託研究計畫書之規定。
- (二) 就期中報告應完成之工作內容部分，(1)彰化地區農業水源可再利用之整體性評估，(2)水質分析與用水人需求水質調查，(3)調度機制之建立，(4)水源多元利用評估等項目，均業已依規定進行中；另該中心亦已先著手進行經濟分析與效益評估。整體而言，工作內容均符合委託研究計畫之規定。
- (三) 因現地試驗面積不到 1 公頃，而彰化地區農業面積高達八萬餘公頃，如何以現地實驗所得之數據反推彰化全縣用水之情形，應有完整之學理說明；另為避免爭議，建議受託單位在期末報告前之工作會議上邀請相關學者，進行論證，並將會議紀錄列為期末報告附件。因為到底有多少量可利用為最重要之關鍵。
- (四) 水質資料雖有調查，但尚未提供不同標的利用之適用性，及如果無法直接符合使用，做那些合理的處理，也列成本為各標的接受的程度，分析其可用程度。
- (五) 農業用水可利用部分除回歸水外，其最重要的為夜間節餘水及二期水稻灌溉期之外，未灌溉之餘水，迄今尚未進行建議持續調查研究分析。
- (六) 不論回歸水或夜間剩餘水均會有時間不均勻之缺點，因此，於水量及時間分布分析確定後，如何以蓄水調節以使其均勻可供其他標的的可用性為必要分析，後續應列為主要研究項目。
- (七) 回歸水也好，夜間節餘也好，最優的節水灌溉制度為嚴格的輪流灌溉，從源頭省水，因為標準的輪灌制度係以無 Percolation 為原則，也則無回歸水。建議對於目前各水利會之灌溉制度及輪流灌溉之比較，並提出改進建議。
- (八) 因受託單位執行本委託研究計畫均依研究計畫書規定辦理，惟報告、簡報及口頭簡報略有不同，期中報告應補充簡報內容予以修正後，另送本會，經同意受託單位之期中報告，再請受託單位檢據核撥第二期款項。

八、散會：下午四時三十分。

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區
為例」工作會議

會議記錄

一、時間：99年12月29日(星期三)下午3時

二、地點：本中心農富樓三樓訓練教室

三、出席單位及人員：如後附簽到簿

四、主持人報告：略。

五、上級長官指導：略。

六、各工作小組報告：略。

七、結論：

100年一期作之試驗觀測配合耕作日期於100年1月底或2月初開始進行。

八、散會：下午5時。

行政院經濟建設委員會
 「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區為例」
工作會議

時間：99年12月29日(星期三)下午3時

地點：本中心農富樓三樓訓練教室

主持人：簡傳彬

記錄：陳淑貞

出席單位及人員：

行政院經濟建設委員會	
國立臺灣大學生物暨環境系統工程學系譚義績教授	請假
國立中央大學土木工程學系吳瑞賢教授	請假
農業工程研究中心	劉美禎 陳淑貞 戴勝勇 蔡欣宇 張大偉

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區
為例」工作會議

會議記錄

- 一、時間：100年1月19日(星期五)上午10時
- 二、地點：本中心農富樓三樓訓練教室
- 三、出席單位及人員：如後附簽到簿
- 四、主持人報告：略。
- 五、上級長官指導：略。
- 六、各工作小組報告：略。
- 七、結論：
水資源供需模擬，請先進行系統分析工作。
- 八、散會：中午十二時。

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區為例」
工作會議

時間：100年1月19日(星期三)上午10時

地點：本中心農富樓三樓訓練教室

主持人：簡傳彬 記錄：陳淑貞

出席單位及人員：

行政院經濟建設委員會	請假
行政院農業委員會	請假
國立臺灣大學	請假
國立中央大學	請假
彰化縣政府	請假
農業工程研究中心	簡傳彬 梁榮元 陳淑貞 蔡坤培 戴勝勇

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區
為例」工作會議

會議記錄

一、時間：100年2月25日(星期五)上午10時

二、地點：本中心農富樓三樓訓練教室

三、出席單位及人員：如後附簽到簿

四、主持人報告：略。

五、上級長官指導：略。

六、各工作小組報告：略。

七、結論：

水質分析結果，錳含量較高，建議蒐集濁溪水之懸浮固體與錳含量資料。

八、散會：中午十二時。

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區為例」
工作會議

時間：100年2月25日(星期五)上午10時

地點：本中心農富樓三樓訓練教室

主持人：簡傳利 記錄：陳淑貞
出列席單位及人員：

行政院經濟建設委員會	
國立臺灣大學	
國立中央大學	
農業工程研究中心	<p>簡傳利 梁榮元 戴勝勇 陳豐文 陳淑貞 戴有泉</p>

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區
為例」工作會議

會議記錄

- 一、時間：100年3月28日(星期一)上午10時
- 二、地點：農業工程研究中心台北辦公室(台北市建國南路2段276號7樓)
- 三、出席單位及人員：如後附簽到簿
- 四、主持人報告：略。
- 五、上級長官指導：略。
- 六、各工作小組報告：略。
- 七、結論：
請蒐集集集攔河堰歷年入流量與出流量紀錄以供參考。
- 八、散會：上午十二時。

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區為例」
工作會議

時間：100年3月28日(星期一)上午10時

地點：本中心台北辦公室

主持人：簡傳彬

記錄：梁榮元

出席人員：

簡傳彬

梁榮元

賴玟婷

戴偉宗

陳平文

謝建弘

魏本連

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區
為例」工作會議

會議記錄

- 一、時間：100年4月28日(星期四)上午10時
- 二、地點：農業工程研究中心台北辦公室(台北市建國南路2段276號7樓)
- 三、出席單位及人員：如後附簽到簿
- 四、主持人報告：略。
- 五、上級長官指導：略。
- 六、各工作小組報告：略。
- 七、結論：
請就集集攔河堰歷年入流量與出流量紀錄進行初步分析，以供參考。
- 八、散會：上午十二時。

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區為例」
工作會議

時間：100年4月28日(星期四)上午10時

地點：本中心台北辦公室

主持人：簡傳彬

記錄：

出席人員：

簡傳彬

陳桐議

劉玉璽

許清炫

林仕亨

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區
為例」工作會議

會議記錄

- 一、時間：100年5月24日(星期二)上午14時
- 二、地點：農業工程研究中心台北辦公室(台北市建國南路2段276號7樓)
- 三、出席單位及人員：如後附簽到簿
- 四、主持人報告：略。
- 五、上級長官指導：略。
- 六、各工作小組報告：略。
- 七、結論：
 - 1.國光石化如停建，可考量回歸水利用目標為農業用水，以減少地下水用水量。
 - 2.建議召開小型座談會，廣邀各界專家學者與會。
- 八、散會：下午四時。

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區為例」
工作會議

時間：100年5月24日(星期二)下午14時

地點：本中心台北辦公室

主持人：簡傳彬

記錄：林仕亭

出席人員：

吳瑞賢	簡傳彬
經建會 謝建勳	林仕亭
農工中心	譚弄績
陳豐文	
戴有泉	

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區
為例」工作會議

會議記錄

- 一、時間：100年6月30日(星期四)上午10時10分
- 二、地點：彰化農田水利會溪洲工作站
- 三、出席單位及人員：如後附簽到簿
- 四、主持人報告：略。
- 五、上級長官指導：略。
- 六、各工作小組報告：略。
- 七、結論：
建議以輪區為單元之調蓄水池或其化調蓄方案。
- 八、散會：中午十二時。

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區為例」
工作會議

時間：100年6月30日(星期四)下午14時

地點：彰化農田水利會溪洲工作站

主持人：

記錄：

出席人員：

毛振壽 簡傳彬
謝建弘
黃浩烈
林俊志 鄒元燈 周國祥

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區
為例」工作會議

會議記錄

一、時間：100年7月28日(星期四)上午10時

二、地點：本中心農富樓三樓訓練教室

三、出席單位及人員：如後附簽到簿

四、主持人報告：略。

五、上級長官指導：略。

六、各工作小組報告：略。

七、結論：

 預定8月16日召開專家座談會，於會後進行座談會參與之專家學者之邀請。

八、散會：中午十二時。

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區為例」
工作會議

時間：100年7月28日(星期四)上午10時

地點：本中心農富樓三樓訓練教室

主持人：簡傳利

記錄：陳淑貞

出席單位及人員：

行政院經濟建設委員會	
國立臺灣大學生物暨環境系統工程學系譚義績教授	
國立中央大學土木工程學系吳瑞賢教授	吳瑞賢
農業工程研究中心	簡傳利 梁果元 戴侑宗 連豐文、陳淑貞

行政院經濟建設委員會

「農業回歸水暨餘水再利用可行性研究-以彰化地區為例」 專家座談會

會議記錄

一、時間：100年8月16日(星期二)上午9時30分

二、地點：經建會B136會議室

三、出席單位及人員：如後附簽到簿

四、主持人報告：略。

五、上級長官指導：略。

六、各工作小組報告：略。

七、專家意見：

(一)黃金山顧問

1. 農業回歸水暨餘水之供水標的認定：

農業回歸水恐怕會有農藥及肥料的汙染，用做為公共用水水源恐怕不宜，因此應供應工業及農業用水為目標。

2. 農業回歸水暨餘水之貯蓄調節方案探討

(1) 一階一階的蒐集，然後供應較下游之灌溉使用，因此必須逐級有儲蓄池才能做到。

(2) 如果在一大片的水田的下游以一個收集及貯留池中，提供給某一工業區的水源。因此貯留池要較大。

3. 其他：如果恢復為嚴格的輪灌，如此水可在源頭就可以節省必再讓水經使用後再回歸使用。

(二)甘俊二教授

1. 有關回歸水的研究，目前在台灣已有相當堅強的研究團隊

與歷史。今天討論的「伏流水」僅屬回歸水中的一部份，具有隱藏性不易掌控的特質。

2. 目前在農業灌溉用水101億Ton中，除了蒸發散量約36億Ton外，皆成為定容量的靜態地下水量及動態伏流水兩項之補充量。
3. 伏流水的認知，具有深層(地下河川的集中流向)如坎井及二峯圳之例；另一類為淺層水田耕層帶的橫向移動水。兩者之屬性全然不同。
4. 過去的研究，大部份集中於深層的「伏流水」為主軸，如90多年前屏東的River bed flow視為伏流水(二峯圳)，並未探討到平地水田所存在的伏流水問題。
5. 有關「伏流水」之研究，應從「定性」及「定量」才能獲得結果，是件非常繁雜困難的工作。研究團隊雖然努力以赴，未能突破瓶頸達到計畫合同交辦的期待結果。目前只有水利署的「定性」實驗結果及彰化縣政府的「定量」實驗成果，不過尚待繼續加強。
6. 有關水田伏流水之屬性，近幾年較有明朗化的啟示，如FAO所提印度從1960年開發水田的地層下陷，日本宇都宮大學4.8：1，水利署之4：1以及印度的3：1等水田淺層橫向流的新概念。改變過去皆屬垂直流的性格，由其水田「牛踏層」的存在，是左右「伏流水」的主因。
7. 首先要恭賀彰化縣政府及彰化水利會的工作人員之專心關注及投入，才能有今日台灣首創截留水田「伏流水」的成功實驗例。
8. 伏流水相關之研究，經建會的長官一直有全程掌握各計畫之進展，如彰化縣卓縣長開啟「伏流水」源的兩星期前，已預先視察實驗佈置及取水方法。
9. 自從卓縣長開啟「伏流水」源迄今2.5月，伏流水從未斷流或消失。據卓縣長說明，已向相關之各長官，甚至馬總統報告。另外據總統府消息，已指示水利署今年12月舉辦相關之研討會。

10. 根據7月農委會邀請來台的日本回歸水權威，京都大學丸山利輔教授，親臨現場視察，確實認定是件難得的新創水田伏流水的截取工法。可望對水田國家的再生水資源收集方法上有重大的貢獻。
11. 丸山教授是日本回歸水的權威，這次在台灣之演講，除了介紹日本新近的研究進展外，特別提及了所為「bird view」與「Iusect View」兩類分析上的重點啟示，非常值得我們參效。很遺憾在座的台灣各教授及學者皆未參與盛會。
12. 本人將參效丸山教授的理論的啟示，將重新投入大甲溪河口大面積砂丘地的海岸防風林植生工作。根據當地年長的農民告知，河口原本是一片茂密的海岸林帶，在民國34年初遭日軍全樹砍伐，至今足足荒廢了66年的沙漠荒地，讓我們包括台中水利會及吳教授的團隊共同努力，重新創造大甲溪河口的林帶美景，我們有信心做到。
13. 研究工作及計畫，只要用心以赴，不論成功與失敗，皆有其存在的價值及貢獻。對超難的水田「伏流水」收集技術，若非有農工中心簡博士團隊的跌倒，就不會有彰化縣政府及水利會的輝煌成就，所有的團隊確實都為台灣水田伏流水的收集成功，盡了一份心力。

(三)柯海生顧問

1. 抽水費是長期的變動成本：所貯蓄於調節池的水源再利用，勢必利用動力抽取；這種費用是一項長期的變動成本，值得從國家總體經濟立場作比較深入的研討。動力抽水非綠色能源方案，可避免應儘量避免。
2. 調節池用地購置費用不完全是固定成本：用地購置確是固定成本，它只是金錢上的轉移 (Transfer payment)，在國家總體經濟而言，算是財務成本(Financial cost) 而非足以引起國家經濟損失的經濟成本(Economic cost)；但是那些成為調節池的原有農地，卻永久失去了再生產農產品的機會。這種機會成本之多寡，足以影響整個計畫的可行性；是凡重大國家經濟建設，總體經濟的可行性應該是計畫評估的規範之一。

3. 地下水位起落可影響調節池的操作：調節池建造很難作到不透水的程度，所以農地地下水位的起伏，和農地的土壤透水性的良劣，均足以影響設置調節池的可行性；規劃時亦不宜忽視。

(四)臺灣大學生物暨環境系統工程學系譚義績教授

1. 調度設施方案一之可行性比較高，但農民可否接受尚待評估分析，方案二必須利用公有地，或有中央有完整配套措施，因為要找到五十公頃大型調整池，除非要有公有地或向農民租用或價購。
2. 目前台灣受氣候變遷越來越嚴重，例如98年8月6日以前面臨空前乾旱，但8月7日—8日受莫拉克颱風影響後卻變成大水災，而且當年只有一個颱風，但損失之巨大，空前絕後。99年凡那比颱風對南部造成災害、梅姬對東部遭受災害，可見兩次颱風均是強降雨，而平時卻雨量不足，今年目前沒有任何颱風影響，但平時卻有陸陸續續降雨，對目前灌溉較為有利，但究竟不能以看天田方式，因此回歸水之利用必然更為重要。
3. 回歸水究竟是為視為農業水權之一，在水利署和農委會必須看法一致。

(五)臺北科技大學土木工程系陳世楷教授

19. 回歸水質良窳，攸關其再利用標的之適用性，建議將該部份納入，包括施肥、施藥調查分析，而其影響期程或水質變化，則可參考相關文獻之報告。
20. 調度設施方案一建議可就當地
 - (1) 抽取淺層地下水電費成本/調節地供水成本。
 - (2) 供應穩定度等，進行分析，應可提昇該方案之可行性。

(六)中央大學土木工程學系吳瑞賢教授

6. 農業回歸水之移用於其他標的應考慮水質水量，若能穩定供應則應考慮由源頭移用。若雨水及豐水期超灌之量則適合於下游以適當措施再利用。

7. 大型調節池於現有彰化地區推動恐不易，小型田間調節池相對可行。

(七)嘉義大學土木與水資源工程學系陳清田教授

1. 回歸水之再利用，於目前雲林、嘉南及彰化等水利會皆有利用，惟利用率尚可再加以提昇，本研究擬提昇回歸水之有利用，係以提昇水資源調配利用效能，值得肯定。
2. 請評估計畫區內回歸水及餘水之潛在量體，進而再規劃其貯留方式，以期有效利用回歸水，惟目前所每田區設置小調節池及輪區調節池量體及區位應考慮其可行性。
3. 建議可評估灌溉水量與回歸水量或餘水量之相關性，係以更具體瞭解回歸水及餘水提供各標的利用之放解，惟水費問題亦應併入考量。

(八)雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心 溫志超主任

1. 本案可行性，應是可行的。
2. 回歸水的取用，通常應該都落在田區下游，如何由下游區送到上游灌區，繼續作為農業使用？這是需要再考量。
3. 回歸水的水量穩定性，確實為本案成功與否的關鍵。所以，若能檢討回歸水的適用標的，將可促成回歸水再利用的出處。
4. 同時，在考慮回歸水的適用標的對象時，有關回歸水的水質建議能在後續研究中納入回歸水水質調查，避免造成決策錯誤。
5. 取用回歸水，對田間的生態環境是否影響，建議可以後續研究中再加強調查。
6. 由荊仔埤圳灌區回歸水量暨餘水調查，結果可以發現回歸水量與入滲量的比例分別為一期作1:1.4，二期作為1:1.7。另外，彰化農田水利會回歸水與餘水調查，可以發現回歸水量與入滲量的比例分別為一期作1:1，二期作

為 1：1.3。由這些資料看來明顯田間地面下流動水量之水平流與垂直流的比例明顯界於 1：1 到 1：2 之間，而且由調查資料可以看出入滲量明顯與回歸水量有很強烈的相關性。所以，若將回歸水由地面下截流出，是否影響地下水補注，建議再另案，做更深入的調查。

(九)經濟部水利署王國樑副組長

1. 建議農業回歸水暨餘水之供水可視同廢汙水再利用方式，可考慮在這度的水質處理及供水程序前提下來供給工業用水。
2. 其次亦可考量將農業回歸水暨餘水直接供應給農業用水，原供應給農業用水之水源可供標的來使用。
3. 農業回歸水常受水文的情勢消長影響，其水量可能較不穩定，未來在利用上可能需要搭配調蓄設施，較可能提供穩定的水源以茲利用。
4. 彰化地區目前公共給水的需求約每日 36 萬噸，推估未來需求將增為每日 42 萬噸，另彰濱工業區，中科二林基地及二林精機等產業用水亦擴大用水需求，目前的供水大多由彰化地區性或抽取地下水來利用，另並需藉由台中系統支援，未來若農業回歸水暨餘水可茲利用，對彰化地區的水資源利用利用是正面的。

(十)水利署水利規劃試驗所畢嵐杰

1. 農業回歸水主要限制條件有二：
 - (1) 水量：非穩定水源，須搭配調蓄設施方有開發價值。簡報中回歸水量頗大，未見調節池蓄水後之可供水量，應先釐清。
 - (2) 水質：需淨化處理至各標的用水水質標準方可使用，應予以規劃。(現況農田排水水質介於中等~不良之間)
2. 用水標的：

- (1) 若為農業用水，藉由埤塘水並回歸農地使用，將可提升農業灌溉管理及利用效率，可節省多少農業用水量應有量化數據，並提供各標的用水量調整之參考。
 - (2) 若為生活及工業用水，水質處理為必要條件，可考量人工濕地、礫間處理及汙水處理廠等，此外，對於工業輸水管線，原水管線或淨水分場之銜接或相關規劃亦應同時考量。
3. 用水人意願(包括水利會、水公司、農民、工業區等需水單位)及其權益意願調查，以利後續計畫之推展。
 4. 依不同用水標的，依據現行法規進行適法性之探討與評估，並建議之可行之方案。
 5. 綜合而言，建議未來應了解台灣農業回歸水蘊藏量，適合開發地點，穩定水源設施構想，再依用水標的建構相關水質的淨化措施及輸水管線，方具可行。

(十一)林尉濤顧問

1. 農業回歸水暨餘水之供水標的的認定

- (1) 農業回歸水水量之多寡，應與灌溉用水量及水稻種植面積大小成正比關係，彰化地區為台灣地區各縣市中「雙期作田」最大之縣市，彰化水利會轄內「雙期作田」為42,387公頃，為其灌區面積46,631公頃之91%，如依耕作制度種植水稻，全年可達8.5萬期作公頃，為全國其他縣市及農田水利會之冠，依據農業年報統計，98年水稻實際種植面積為46,249期作公頃；因此，彰化地區農業回歸水具有甚大之開發潛能，殆無疑義。
- (2) 依據水利署對雲林地區回歸水量之調查，雲林水利會濁幹線灌區(約4.8萬公頃)貯留之年回歸水量約為2.8~3.2億噸，而同屬濁水溪沖積扇之彰化水利會年灌溉用水量15.85億噸(90-97年用水量平均)，其年回歸水蘊藏量更優於雲林地區，估計約可達近4億噸，

對於目前該地區因地層下陷日益嚴重，執行封停水井後，勢必尋求增加地面水可利用水量，本研究之農業回歸水開發應為一可行之途徑。

- (3) 農業回歸水之利用現存於農業灌溉運作系統中，倘要將農業回歸水轉供民生或工業用水標的，則因水質標準提高而增加供水成本甚鉅，對開發可行性將有不利影響，顧原則上農業回歸水應以供應農業耕作為優先考量。
- (4) 考量目前彰化地區中科四期工業用水之需求，民國104年底以前，需由彰化農田水利會供應每日6.65萬噸水量，此一水量似可依據水利法第22條，由工業部門開發農業回歸水量提供彰化水利會使用，用以交換集集攔河堰南岸聯絡渠道水量，以降低農業回歸水開發成本及提高開發可行性，所需開發工程經費及水量交換補償費用應由工業用水部門負擔。

備註：水利法第22條 主管機關根據科學技術，認為該管區域內某水源之水量可以節約使用，得令已取得水權之原水權人，改善其取水、用水方法或設備，因此所有剩餘之水量，並得另行分配使用，但取得剩餘水量之水權人，應負擔原水權人改善之費用。

- (5) 有關農業回歸水及餘水之定義，簡報中第五頁已另以定義，惟在我國現行法規中尚無具體呈現，其中，在「農田水利會費用徵收辦法」第11條中有「餘水」使用費定義(指水文及耕作異動之餘水)，其間差異宜有區隔。

2. 農業回歸水暨餘水之貯蓄調節方案探討

- (1) 有關所擬方案中，(a)於每一填區設置小調節池(3*6*1.5公尺)，雖較有彈性，但恐將使農地更為零散，不利於農地完整利用及目前政府所推動「小地主大佃農」政策之執行；至於(b)在每輪區設置4公頃(深度2.5公尺)調節池方式，則較具效益，且無前

述不利因素，惟在土地取得上將為關鍵，似可在納入農地重劃規劃中，納入農水路等公共設施用地取得中一併辦理。

(2) 本案貯蓄調節池之面積規劃比例，類似桃園地區埤塘比例，約為灌區面積之8%，惟桃園地區為台地地形，水源可利用可藉地形坡度多次利用，另桃園地區降雨豐枯比例為7：3，不似雲林地區幾為9：1之極端枯旱，以上均不利於本地區貯蓄水池之規劃利用，本節建議予以進一步了解。

(3) 本案規劃設置調節池，其統一面積估計4,000至6,000公頃(彰化水利會灌區4.6萬公頃之8%至12%)，勢將影響農業生產量，在當前面對氣候變遷及糧食危機之壓力下，我國台灣地區可作面積有限情形下，仍應審慎。

(十二)黃月娟顧問

1. 本計畫農業回歸水及餘水建議先提供作為抽取農業地下水之替代水源，以減少地層下陷。多餘的水再提供工業使用。
2. 若要提供工業用水，必需每日能有穩定之供應量，故勢必需有大型調蓄設施。該大型調蓄設施之位置視工業用水取水位置不同而異，若於灌溉水源頭直接取走，則調蓄池置於灌區之外，若在灌區下游取水，則可增加田區之額外回歸水及餘水之調蓄量，可設置於其灌區適當地點或出口處，並盡量規劃為重力輸水以符合減碳政策。
3. 小調節池和大調節池均很重要，可併行。小調節池涉及農民，政府宜於法令，政策上加強輔導並研擬套配措施，以利普遍實施。
4. 由水利會於乾早期以外的平日時間長期提供工業用水，若能在制度面法制化，則水利會在原有水權不變之情況下，將部份水權變更為工業用水水權(仍由水利會擁有)，則更有利水資源之有效利用。

(十三)雲林水利會葉總幹事在德先生

1. 除非辦理農地重劃，田間調節池技術上佈置困難，用地取得更難。
2. 調節池宜設於水源取水口附近，或幹支線上游；設在田間效果不彰。

(十四)臺灣省彰化農田水利會陳炳耀灌溉股長

- 11.彰化灌區 46,000ha 中有近 1/3 灌溉面積因地理、水文條件，須仰賴回歸水(區排制水引取)供灌(區排水權總量：4 月份 27.39C.M.S)，研究似朝農業節餘水供其他標的使用規劃，本會用水調度工作將更形嚴峻。
- 12.彰化地區可供節餘調度利用者，除配合彰雲投配水小組(集集供水計畫)聯合運用濁水溪水源調配外，本會下游回歸水利用區域排水(舊濁水溪、員大排...)制水引入間接灌溉區者(51 個埤圳)，亦可形成水資源聯合調度網，惟須在不影響原有農民灌溉權益前提下，進行水汙染防治落實與輪漏水損失改善配套措施。
- 13.有鑒於下游水質疑慮及位址零散、水源不穩定之條件下，農業用水調度仍以總量(源頭)調撥為宜(本會八堡一、二圳，荊仔埤圳聯合運用)亦應符合「水利法」水權移用規範暨「農業用水調度使用協調作業要點」規定辦理。(地面水、地下水聯合運用)
- 14.水資源為國家所有，整體運用、調度、利用、應回歸水利法明定主管機關經濟部水利署主政，以避免權責爭議。
- 15.灌溉制度(輪灌、大區灌溉、續灌、間歇灌溉)的施行，係取決於水源豐枯，並非為特定因素考量。
- 16.水質保護、地層下陷防治工作，在不影響農民權益前提下，水利會在政府協助下，亦樂意配合。

(十五)臺灣省彰化農田水利會廖文森

4. 本會目前辦理中科四期二林園區調度農業用水，其中期用水最高調度水量 6.65 萬噸/日，預定在溪州圳寮段台糖溪州農場興建沈砂，調節池各一座蓄存量為 8 萬噸及 6.65 萬噸，本項研究未來供水若以中科為供水標的，建議相關輪區小型蓄存設施可與該項調節池連接運用，以穩定供水。
5. 田間伏流水收集調節池設於農民田間並不容易，若無相關獎勵恐難配合。
6. 本項計畫若屬可行，是否考量以中科同期為供水標的，藉由園區付費理念獎勵農民配合蓄存田間回歸水，連結本工程輸水設施來供應中科用水。

(十六)臺灣省彰化農田水利會林俊杰站長

6. 水利會並非水資源開發單位，故個人較傾向把水利會角色定位在「節流」這個區塊，因本會濁水溪灌區實施大區輪灌行之有年，亦即原本就是灌溉水源不足之地區，故回歸水之再利用非常重要，(實際上目前亦即使用回歸水最高之水利會)，已佔輪灌溉水量之 20%~30%。
7. 以水利會調配用水之立場，亦是以上游灌區集水，設施蓄水空間，並檢討現有排水(明回歸水)之流出量，透過即時監控系統回饋，由上游調配水量，減少供應量。(精密輪灌執行已困難)
8. 牛踏層以上之伏流水如加以利用，是否會影響現有供灌量？
9. 集集共同引水計畫後頭計畫，原本就雲彰水利會回歸水量嘗試掌控，因限於經費，並未繼續推動，建議可以再行研擬推動之可行性。

(十七)臺灣省雲林農田水利會林富元管理組長

1. 彰雲地區本就缺水，濁水溪水源自古就由彰雲兩岸的農民共享。目前彰化、雲林因缺乏地面水，致農業抽用大量的地下水，而導致地層下陷，甚至影響高鐵的行車安

全，現在政府又要封停水利會的公井，將影響水利會的供水功能，故有剩餘水量建議優先給農業使用。供水標的應個案處理，可參考雲林離島工業區的供水模式。

2. 每田區設置小調節池與輪區設置調節池的量是否足夠該區域使用？用地如何取得？如果渠道內有足夠的水量也不需將餘水蓄存在調節池內，可考慮委由水利會執行精密輪灌，可減少用地取得及抽水成本的問題。
3. 調節池的設置應朝大型化思考，且設置地點應在取水口附近或幹支線上游區域，以利水量調度使用。沒有相當的誘因農民是不會設置小調節池的，農民寧可自斷地下水不會犧牲耕作農地又設置抽水機抽取調蓄池水量。

(十八)臺灣省雲林農田水利會林猷彬灌溉股長

1. 回歸水為彰化及雲林水利會主要灌溉水源之一，其兩會原本就水資源缺乏地區、就回歸水二水利會應優先調配運用。
2. 回歸水取用應確保維護生態及地下水補注之量。
3. 回歸水之水源主要為各方廢汙、餘水等如要利用其水質應定期檢測追蹤。
4. 每田區設置小調節池，因涉及農民土地及影響農民耕作需視各農戶之意願配合度，是否有其配套獎勵措施。
5. 在重劃區內之每輪區設置調節池依目前現況必定難以取得。
6. 回歸水引用不一定適用於每一種農作物，有必要與其他水源混合後再引灌。

(十九)臺灣省桃園農田水利會馬家齊

7. 以 12mm/day 水量估算，0.3ha 的日用水量為 36m³，方案一的 27m³似不夠用。
8. 調節池的設置與供水標的有關，田間小調節池僅能供農業灌溉，用地需由農民提供，用水管理亦由農民自理，

需提供較挖井抽水較高的誘因才有可行性；每輪區設置大型調節池，有機會做多元化的運用，對工業用水標的者則需考慮供水穩定度，而輪區調節池之用地，恐需透過公務程序取得，用水管理亦需交由水利會執行。

9. 調節池之設置需考慮土質所造成的滲漏，以及地形的影響。桃園屬台地地形，埤塘的進水與供水均以重力方式為之，操作成本較低；且桃園台地為紅土，黏度較高，因此適合築塘蓄水，而彰化地區的土質是否適於築塘，需再深入調查。
10. 桃園埤塘的形成，有其歷史淵源與環境條件，係因環境適合，農民自設小埤塘，再配合灌溉系統整合為大型埤塘，以現今社會環境恐不易複製至其他地區。
11. 本會的埤塘配置，以一個小組設一埤塘為原則，平均水域面積 7ha，蓄水量 15 萬噸。蓄水量較大者調度彈性較大，管理成本亦較低。

八、結論：

各專家學者之意見，請執行單位參考。

九、散會：中午十二時。

行政院經濟建設委員會
「農業回歸水再利用可行性研究-以彰化地區為例」
專家座談會

時間：中華民國 100 年 08 月 16 日(星期二)上午 09:30

地點：經建會 B136 會議室(台北市中正區寶慶路 3 號)

主持人：

記錄：

出席人員：

單位	姓名	簽到
農業工程研究中心	蘇明道 主任	蘇明道
行政院政務顧問	黃金山 顧問	黃金山
七星農田水利研究發展基金會	甘俊二 教授	甘俊二
台灣省諮議會	李源泉 諮議長	請假
國立臺灣大學生物暨環境系統工程學系	劉振宇 教授	
國立臺灣大學生物暨環境系統工程學系	譚義績 教授	譚義績
國立臺北科技大學土木工程系	陳世楷 教授	陳世楷
國立中央大學土木工程學系	吳瑞賢 教授	吳瑞賢
國立中央大學土木工程學系	李明旭 副教授	
醒吾技術學院	張煜權 副教授	
國立中興大學土木工程學系	陳榮松 教授	
國立雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心	溫志超 主任	溫志超
國立嘉義大學	陳清田 教授	陳清田
國立成功大學水利及海洋工程學系	周乃昉 教授	
國立屏東科技大學土木工程系	葉一隆 教授	
國立臺東大學區域政策與發展研究所	蔡西銘 所長	
行政院農業委員會農田水利處灌溉管理科	李允中 科長	

單位	姓名	簽到
行政院農業委員會農田水利處灌溉管理科	鄭友誠 技正	
行政院經濟建設委員會部門計畫處	毛振泰 技正兼組長	
行政院經濟建設委員會部門計畫處會	謝建弘 技正	
經濟部水利署水源經營組	王國樑 副組長	王國樑
經濟部水利署水利規劃試驗所水源規劃課	蔡展銘 課長	蔡展銘
經濟部水利署北區水資源局	簡昭群 副局長	
經濟部水利署北區水資源局保育課	王瑋 課長	
經濟部水利署北區水資源局經管課	李佩芸 課長	
彰化縣政府水利資源處	范世億 處長	
臺灣省桃園農田水利會	馬家齊 助理管理師	馬家齊
臺灣省雲林農田水利會	林富元 管理組長	林富元
臺灣省雲林農田水利會	林猷彬 灌溉股長	林猷彬
臺灣省雲林農田水利會西螺管理處	林奎裕 股長	林奎裕 ✓
臺灣省彰化農田水利會	陳耀釧 管理組長	陳耀釧
臺灣省彰化農田水利會	陳炳耀 灌溉股長	陳炳耀
臺灣省彰化農田水利會溪州工作站	林俊杰 站長	林俊杰
臺灣省彰化農田水利會大城工作站	林添德 站長	林添德 ✓
行政院農業委員會	林尉濤 前科長	林尉濤
農業工程研究中心	黃月娟 顧問	黃月娟
農業工程研究中心	林俊男 教授	
農業工程研究中心	柯海生 顧問	柯海生
農業工程研究中心	簡傳彬 副研究員兼組長	簡傳彬
農業工程研究中心	張大偉 研究員兼組長	張大偉 ✓
農業工程研究中心	梁榮元 副研究員	梁榮元 ✓

單位	姓名	簽到
中央大學		
	王其美	
農工中心	方文村	
	陳和瓦	
	劉柔沅	
	黃軒軒	
中央大學	陳致南	
	黃浩烈	

一、王委員國樑

- (一) 未來成果報告應補充中英文摘要，其中摘要以節錄各章節重點或重要數據，並以條列及圖表方式呈現較妥適。
- (二) P3第一章前言應補充圖示來說明彰化區位於台灣何處，並標明相關試驗區位於彰化地區之何處等較妥適。
- (三) P5第二章計畫背景資料中區域水資源供需情況應盡量引用水利署最新的資料為主，如民國99年台灣地區水資源需求潛勢評估及經營策略檢討文獻較一致。
- (四) P9建議應針對回歸水與新興回歸水之定義加以區隔較妥適。
- (五) P20相關計畫之介紹及檢討建議就所提列之計畫成果似乎大多為介紹，相關檢討與建議部分應加強並補充較完整。
- (六) P29夜間剩餘水源可用量之評估與追蹤調查建議應與回歸水的探討區分較妥適。
- (七) P33就本計畫選定之水量監測點或P88水質監測點等之選定原則及相互之關聯性等建議應加強說明外，標示相關監測點位置之示意圖在成果報告書展現請改以彩色圖較為清晰。
- (八) P41本計畫似乎最後未交代相關水位流量率定係採用3種率定曲線之何種？請補充說明。
- (九) P64為何本計畫研究範圍-彰化地區之氣候資料採嘉義地區近10年資料？為何不就近採當地或雲林、台中地區資料？
- (十) P70研究區域水源來源主要來自4類，依序為降雨、農業灌溉水源及上游回歸水等，似乎僅有3類？建請查明修正。
- (十一) P71言及濁水溪全灌區之範圍為何？是否包括荊仔埤圳灌區或整個彰雲地區之灌區？
- (十二) P81~85呈現之圖3.5.9~3.5.8相關荊仔埤圳及濁水溪99年第二期作及100年第一期作回歸水量統計分佈圖中縱軸之次數及

橫軸噸上方' $\times 10^6$ ' 或' $\times 10^7$ ' 之含意為何？請加強說明。

- (十三) P81~85呈現之圖3.5.9~3.5.12相關荊仔埤圳及濁水溪99年第二期作及100年第一期作回歸水可靠度分析圖中不難發現，未來配合回歸水的利用應有相關的調蓄之設施配合，方能提供較可靠之供水。
- (十四) P112就相關之水質監測資料配合Q2K水質模式來模擬相關懸浮固體變化，相關的敘述建議補強說明。
- (十五) P120就方案之選定僅以民國100年8月16日召開之一次專家座談會，整合各方專家提供之建議後而定，相關的內容建議補述，否則有點空洞。
- (十六) P131彰化地區生活及工業用水供需比較圖(如圖2.1.3)似乎相關的圖示不是代表供需圖？建請查明修正。
- (十七) P154相關農業回歸水可作為地下水補注似乎依目前的標準需處理至飲用水標準方能進行補注？請查明並檢討；另提供生活次級用水似乎要有二元系統等配套措施方能相輔相成？
- (十八) P156可否就言及之新興農地回歸水與傳統農業回歸水之關聯性或定義加以說明兩者間之異同。
- (十九) P159圖7.11灌溉排水農水節用調度概念示意圖建議在調整池與工業用水間增列水質處理之項目較完整；另P120圖5.1.1亦同樣上述之建議。
- (二十) P160第七章相關營運管理費用及經濟效益評估中各方案之經濟分析及效益評估言及之相關調整池規模之擬定原則及水源供水能力應先加以分析後，在進行上述之經濟及效益評估較完整。
- (二十一) P173第八章結論與建議區分結論、建議兩節分述，同時就一年有限點位之觀測之水量及水質資料之成果代表性是否需

要擴展後續之下階段工作進行詳實及具體的建議較完整。

- (二十二) 附錄中相關歷次會議之意見攔似乎缺乏期中報告紀錄，建議於成果報告中補充較完整。本計畫探討如何將農業（水田）回歸水，應用於下游工業缺水之需求，立意正確，是當前台灣工業發展急待解決的課題。

二、賴委員建信

- (一) 本計畫於短期間完成田野調查，試驗與回歸水推估模式之分析，頗具參考價值，對於如何精確運用珍貴的水資源，殊有意義。
- (二) 由本研究推估99年二期作及100年一期作入滲量佔20%；回歸水量16% \div 1.25:1及入滲量33%；回歸水量19% \div 1.74:1初估整體供灌水量垂直及水平滲流量約為上開比值，為與相關研究水平滲流與垂直滲流比例約1:5，相較之下如何將回歸水匯入排水系統之回歸水妥予取用，而又不影響原對地下水補注量，這又是另一項重要課題。
- (三) P10中有關應用方法—估算彰化地區伏流量為67.5萬立方公尺/日，如何計算於報告中未予交代。
- (四) 由P25相關研究顯示，91~96年台灣地區農業回歸水年平均量為18.2億立方公尺，其總量下幅度極大，若P13表2.1-11方法—分析估回歸水量按荊仔埤圳灌溉面積149.24公頃估算荊仔埤圳系統回歸水量約14萬噸/日，而溪州(2)供灌面積2994公頃，則回歸水為2.87萬立方公尺/日，此外灌溉面積內之回歸水量會估牛踏層之地形坡度分流。續上，若欲利用此一系統回歸水量供給中科四期，則需於田間施放相關阻水層及逕流水路，此一成本，未見於本開發方案列相關成本，作為經濟分析基礎。
- (五) P120方案—規畫小型調整池蓄水量為27噸，小於平均灌溉水量1

日所需(0.3公頃)，並且彰化灌溉，無論一期作或二期作均採供4停6之大區輪灌，6日滲水量皆不足。

- (六) 本報告相關依據因蒐集文獻來源基準不一之故，所以有些依據不符合之處，未來定稿時建議校對清楚，如表2.1.1與表2.1.7不一致。
- (七) 本報告以擬供運用回歸水概念模式，並有初步試驗資料，未來若要推廣，建議在有明確供水目標下，先以小區域試辦。

三、行政院農業委員會

- (一) 本計畫水質分析，請增列為何類水體水質標準及灌溉水質符合程度，以利參閱。
- (二) 調配水量選定之示範區皆以重力取水引水入調節池或滯洪池蓄存，後續之水量調配是用何種方式取用，是重力或動力抽水，另此部分之用地是公有或私有，請一併補充說明。
- (三) 滯洪池調配水量部份該如何與防洪作一區隔，亦就是如何操作？
- (四) 水質是一大課題，截水技術可能是後續需要突破的問題。
- (五) 成本分析後續調整池之維護、清淤等應納入考量。

四、彰化農田水利會

- (一) 回歸水量及其可利用性宜盡量準確。針對回歸水暨餘水之蓄存方式仍有相當之難度。
- (二) 本會回歸水之利用率約近30%，未來應以不影響本會用水調度為原則，以避免影響生態及生活環境來進行規劃。
- (三) P6水利會計畫用水比例為本會最高，不表示本會水源較豐沛，P7表2.1.1實際用水量包括地下水、回歸水及地面水。P8、P11水稻種植面積，表2.1.4是否為彰化地區，表2.1.7又是否為本會灌溉面積應說明清楚。P1中5.8億噸/年地下水量是否包括私

井量？另地面水源量13.9億噸/年宜再確認。

- (四) 回歸水暨餘水量計算方式更詳細，建議將濁水溪、烏溪及地下水抽用量，降雨量整合比較回歸水量計算數據。

五、經濟部水利署

- (一) 彰化地區農業用水來源主要來自烏溪及濁水溪。烏溪以福馬圳灌溉北彰化，濁水溪則以八堡圳、同源圳、荊仔埤圳灌溉南彰化灌區，建議本計畫補附灌溉系統圖及主要灌區分布圖並探討福馬圳、荊仔埤圳透過農業節餘水及作物調整，〈部份水稻田改作旱作〉後可節水量，以作為水再利用(參考P16 表2.1.18)。
- (二) 報告P6圖2.1.2彰化地區供水系統圖中大度堰因國光石化撤案產生推動變化修正為大度堰〈或替代方案〉，供水對象刪除國光石化，烏嘴潭淨水廠淨水能力60萬CMD請再確認；湖山水庫下游林內淨水場請改名為湖山淨水場。
- (三) P8表格2.1.4~2.1.6個水利會耕地面積、實際面積資料來源出處，並說明面積不同原因且有無包含灌區內、外情形。另彰化單位面積水稻計畫實際用水量較雲嘉南地區為高，請探討調降可能性以減少實際用水量增加回歸水。
- (四) 報告P19中科第四期後期用水，其製程用水比例高達七成故水質需求較高，處理費也較高，農業回歸水再利用成本亦較高。
- (五) 3-3農業回歸水量模式建立中，請將設定模式參數及演算過程於此節詳細呈現，另3-5節可靠度分析僅使用圖示未以文字將成果呈現，請補充以了解回歸水產生之可靠性。
- (六) P121大城人工湖因位於沿海地區，其相關圳路水源以區排為主，目的在於滯洪及減抽養殖用水，建議不納入。
- (七) P140表6.6彰化地區工業用水需求表二林精密用水需求已預計調降為0.8萬CMD且由自來水系統供應。

(八)彰化農田有回歸水及地下水補注功能已確定，惟可供水量多寡應再作詳細確認，以避免中上游引用回歸水在利用後，造成下游無水可用情形而產生紛爭。

六、彰化縣政府

(一)表2.1.11回歸水量與回歸水量6.75萬立方公尺〔回歸水量〈方法一〉〕，另外回歸水量〈方法二〉103萬立方公尺，似乎有出入。

(二)P41「部份農民在夜間可能又引水灌溉→投影片餘水因此…可再利用水量…」水利會曾表示夜間餘水以明渠方式運送至下游，故到達灌區時變為日間用水，此部分請再向水利會確認。

(三)P71以實際供水量進行計算，回歸水暨餘水量大，則是否表實際供水量已不符實際農民灌溉需求，並請列出估算基準。

(四)回歸水的利用率，行政院農委會曾有計劃問卷調查，然農民配合率不高，埤塘區排水門擋水則配合度、使用率變高？如何讓農民用政府給的水相當重要挖井給大家用然後管制出水量！

七、行政院經濟建設委員會

(一)本案係評估農業回歸水及餘水之再利用，建議補充說明可能之再利用方式、使用對象及其水質需求，以及影響再利用之各項因素，而所建議的示範方案及相督措施，則可針對以上之評估及補充，說明其可行性及效益。

(二)選擇示範地點時，於基易於維護、方便操作，將重力流之集送列為考量之一，為恰當之做法。

(三)彰化農田水利會灌區在缺水時，採用大區域輪流灌溉，目前農業改良場正嘗試進行滑流灌溉(類似無水層灌溉)，如果未來推廣滑流灌溉(與本案研究之灌溉模式產生根本上的差異)，對於目前灌溉計畫與回歸水之影響，建議加以說明。

- (四) 目前已呈現整個彰化濁水溪灌區及荊仔埤圳灌區之回歸水量與餘水量，請將濁水溪灌區細為分12個灌區(含荊仔埤圳灌區)分別呈現回歸水及餘水量。
- (五) 濁水溪水質之懸浮固體量較多，故貯蓄設施及沉砂池之清淤週期為何?是否影響本計畫經費?建議加以敘明。
- (六) 餘水量目前已有計算，但蓄水設施是否有包含回歸水及餘水量之貯蓄，建議補充說明。
- (七) 本計畫書內的單位使用與經濟部水利署常用單位不符，建議年用水量以「億噸」為單位，日用水量以「萬噸」為單位；設施費用以「億元」為單位，單位水源成本以「元」為單位。

散會：下午4時30分。