

彰化地區地下水安全出水量調查研究

Investigation and Study on The Safe Yield of Ground-water in Chang-hua Area

國立嘉義農專水利科副教授

沈 向 白

Peter. Shiang-Bor Shen

摘 要

臺灣之地下水使用，雖有水權登記可資管制，但因各地區之地下水安全出水量，尚未作有系統研究，以致開發及管理上尚缺乏可靠之依據，目前沿海地區已發現地盤下陷現象，各縣市政府核准水權時，亦無總出水量限制，以資管制，為改善此種情況，首需研究分析各地之地下水安全出水量，以期健全登記水權資料，做為地下水使用之指標。

Abstract

The land subsidence problem in Taiwan coastal areas, caused by long-term over withdrawal of ground-water, has been found. Although the use of groundwater may be controlled by water right registration, governed by our county or city government, the systematic studying on safe yield in those areas has not been made yet, leading to the shortage of reliable guidance on the development and management of ground-water.

In order to improve this condition, safe yield of ground-water, as an indicative index of ground-water use, must be analyzed immediately. Thus, our city or county government will have the criteria to permit the construction of legal wells.

一、前 言

彰化地區沿海鄉鎮多數土地改變用途，從事養殖業，大量抽取地下水，形成地下水位嚴重下降，鹿港附近已有低於海平面10m以下者，故海水入侵，地層下陷之後果已必然形成。

行政院農業委員會有鑒於調查及研究各地地下水安全出水量之工作之重要與急需，乃委託臺灣省

水利局及國立嘉義農專合作執行，全程計畫經費預算達七百二十萬元，執行期限六年（七十五至八十年度），調查區域為彰化、雲林、嘉義、台南、屏東等縣。在各地區地下水安全出水量數據建立後，主管單位可據以核發水權，及制定地下水開發、管理及限制之策略。

七十五年度之執行區域，為彰化縣境，即自大肚溪以南至濁水溪以北之範圍，由水權登記簿資料

顯示，合法水井數量達四千餘口，而本計畫實施初期調查結果已超出十倍以上，非法水井泛濫之嚴重，有關單位實應立即研擬對策，阻止此情況之繼續發生，其他地區之現況雖尚未調查，亦應可推斷出十之八九了。

二、調查研究工作方法與步驟說明

本調查研究工作項目如下：

1. 地質調查

蒐集彰化縣之十萬分之一航測地形圖，用以繪製地質略圖，內容包含各年代之露頭，透水性岩層之岩相，地質構造（傾角、斷層、節理、層理、走向、褶曲……等）。

2. 水文資料之蒐集分析

由水利局蒐集彰化地區之降雨量，蒸發散量、河川流量、區域之分水界線及流域面積等資料，決定地下水補給區範圍，以估算地下水年補給量。

由嘉義農專派員普查彰化縣各鄉鎮之水井口數、出水量，年用水日數及年用水量，可據以推估地下水安全開發量。

3. 地下水補給來源與流向調查

地下水流向，可由地下水位等高線圖決定，其補給來源及流出地區亦可以推出。等高線之決定，乃由水利局之水位觀測井，用水準儀施測水井井口標高後，再以水深測尺或地下水位計，測出觀測井地下水位，推算實際水位標高，繪製地下水等高線圖。

4. 地層調查

由彰化水利會提供之深井地層資料及參考地質略圖可以了解本區域之地層概況，資料如欲求其詳實可靠，則應再開鑿鑽探井，並施以物理探測，以確定含水層位置、厚度及地層組織狀況。

5. 滲透係數之測定

利用抽水試驗，同時測出其滲透係數

$$\text{普通水井用 } K = Q \frac{2.3 \log_{10} \frac{R}{r}}{\pi(D^2 - d^2)} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{自流井用 } K = Q \frac{2.3 \log_{10} \frac{R}{r}}{2\pi m(D-d)} \dots\dots\dots(2)$$

式中K為滲透係數，Q為抽水量

R為洩降圓錐之半徑或壓力圓錐半徑。

r為觀測井的半徑。

D為地下水深度。

d為井水洩降後深度。

m為含水層厚度。

6. 水理特性之試驗

用抽水試驗實施定量及回昇試驗，經36小時（24小時定量，12小時回昇），即可推求導水係數T及儲水係數S

$$S = \frac{Q}{4\pi T} W(\mu)$$

$$\mu = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

$$W(\mu) = \int_0^{\infty} \frac{\gamma^2 S}{4Tt} \frac{e^{-\mu}}{\gamma} d(\mu)$$

式中T為導水係數，S為儲水係數

S為觀測井之洩降，Q為抽水量

r為井與觀測井距離，t為抽水時間

W(μ)水井函數，μ為參數

7. 地下水儲存量變化分析

採用齊申氏法求平均地下水位及多邊形面積，比較今年度與上年度同一時期之水位差，以了解地下水儲存量之變化。

$$\Delta S = H \times A \times S$$

ΔS—地下水儲存量變化值

S—含水層儲水係數

H—水位變化值

A—多邊形面積

8. 地下水流動量推估

由達西定律可推求地下水流動量：

$$Q = T I L$$

Q—地下水流動量

T—導水係數

I—地下水位坡降

L—断面間距離

Q求出後，可由此檢討地下水之平衡，並進一步試算安全開發量。

9. 地下水補給量推估

水文資料蒐集齊全可靠，則可利用水收支方程式推估：

$$R = R_i + G_i + P - E - R_o$$

R—地下水年補給量

R_i—上游之表面逕流量

G_i—上游河川之地下水滲流量

P—降雨量，E—蒸發量，R_o—逕流流出量

若水文觀測資料欠缺，則可用下式推求地下水

補給量：

$$R = \mu \pm \Delta S + D$$

R—地下水年補給量

μ —地下水年利用量

ΔS —地下水儲存量之變化值

D—地下水自然流出量

10. 地下水安全開發量之分析

有了流動量之推估值後，即可利用下述方法推算地下水安全開發量

(1) 先由達西定律反推KA值：

$$KA = QL/H$$

K—滲透係數

A—透水斷面積

Q—地下水流動量

H—地下水位高差

L—兩斷面間距離

(2) 再求安全開發量

假定受壓水位降至某一高度或降至海平面（或高潮位）時之安全開發量。

將求得之KA值代入下式：

$$Q_s = KA \cdot h/L$$

Q_s —安全開發量

h—自由水與受壓水分界線至海平面（或高潮位）之水位高差

L—自由水與受壓水分界線至計算斷面間之距離

11. 地下水蘊藏量之推估

依含水層厚度，透水層斷面積，儲水係數，再行齊申氏法分配，可用下式推求地下水蘊藏量：

$$Q_m = A \cdot h \cdot S$$

Q_m —地下水蘊藏量

A—透水層斷面積

h—含水層厚度

S—儲水係數

12. 地下水水質

在所有水井中，依鄉鎮別、深度、地下水位之不同，選取樣井取水樣，逕行水質化驗。

水質化驗項目甚多，本研究取四項為代表—濁度、氯鹽、電導度及pH值，分析不同鄉鎮之井水水質，不同用途之水質差異，及海水入侵程度。

13. 地層下陷之檢核與觀測

嚴重之地層下陷，可由肉眼觀察即能判定；各時期下陷情形，則應由沉陷儀埋設並自動紀錄；要

確實了解沉陷的深度，則應由精密水準測量檢核。

14. 其他資料蒐集及報告編纂

蒐集其他國家海水入侵模式及地層下陷報告，尋求地下水補注之方法，並分析其可行性。

由於彰化地區水井數量，超出預估數量甚多，整體報告尚無法完成，此篇僅就地下水水質與水井資料調查結果，作一分析研究。

三、調查結果初步分析討論

(一) 彰化各鄉鎮水井水質狀況分析

全彰化縣水井，依鄉鎮別選取456個樣井分別取水樣，檢驗其濁度，pH值，電導度及氯鹽四項，各井之數據限於篇幅，不在此附入，表一為各鄉鎮樣井水質之最小值及最大值分析表，深度為最大值井之深度，備註為最大值井之用途；表二為各鄉鎮樣井水質之平均值。

水質濁度最高之樣井為秀水鄉（154NTU），其次為溪湖鎮（135NTU），其用途皆為灌溉，深度一為20m，一為15m，皆屬淺井，污染來源，顯然為地面水滲入所致。

酸鹼度pH值最高之樣井為芳苑鄉（8.42），其次為線西部（8.16），其用途皆為養殖，深度一為100m，一為105m，皆屬深井，污染來源參考其電導度及氯鹽值皆甚大，可判斷此兩沿海鄉，已受海水最重入侵。

電導度EC值最高之樣井為芳苑鄉（24,000 μ mhos/cm），其次為大城鄉（9,400 μ mhos/cm），其用途皆為養殖，深度前者18m，屬淺井；後者60m屬中深度井，由此可判斷養殖業嚴重污染了60m以內井水水質。

氯鹽 Cl^- 最高之樣井為芳苑鄉（6601.03mg/l），其次為大城鄉（2922.70mg/l），其用途皆為養殖，深度前者為18m，後者為60m，由此不但可判斷養殖業嚴重污染地下水，且淺井污染程度高，較深者略低。

由水質調查各鄉鎮之平均值表（表二）可大致看出各鄉鎮井水水質之優劣，山區鄉鎮如田中、社頭、員林等水質較優，沿海鄉鎮如芳苑、大城、線西等水質較劣。

(二) 合法水井與無水權水井之比例分析：

全彰化縣水井，在此次調查之總數為46,889口，其中已有水權者僅4,594口，除彰化市6口不詳外，未申請者達42,289口，合法與非法之比為1：

表一、彰化地區各鄉鎮水質調查表一(最小值及最大值表)

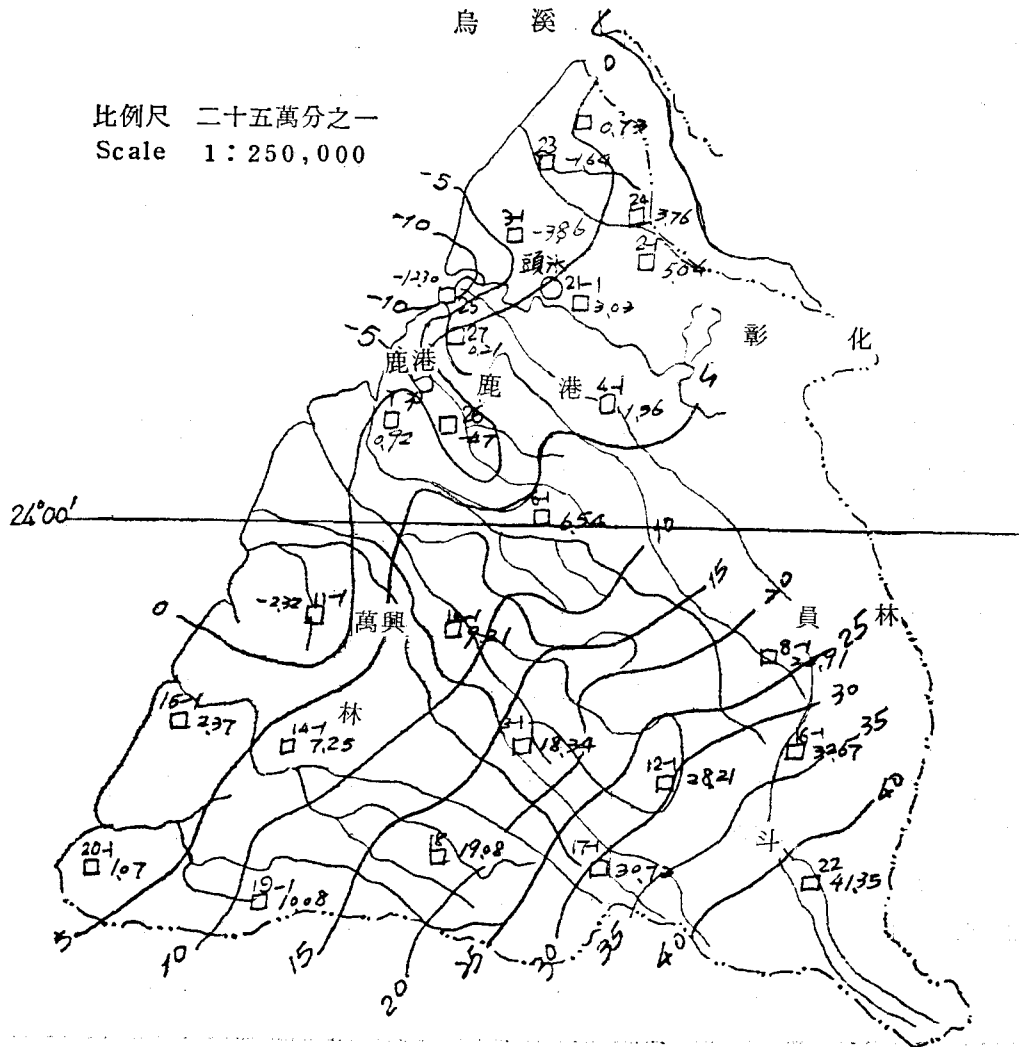
鄉 鎮	和美	大城	社頭	田中	員林	埔心	大村	北斗	田尾	永靖	溪州	花壇	
濁 度	最小值	44	0.43	0.51	0.20	13.5	12.3	10.5	0.23	16	0.67	0.26	2.2
	最大值	114	74	53	32	89	66	62	90	90	86	104	60
	深度(M)	8	60	15	12	21	25	21	12	13	27	18	20
	備註	灌溉	養殖	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉
pH 值	最小值	6.44	6.88	5.84	7.10	7.10	7.04	6.89	6.99	6.91	6.94	6.88	6.63
	最大值	7.09	7.55	7.12	7.45	7.38	7.44	7.34	7.41	7.45	7.26	7.34	7.65
	深度(M)	22	100	8	12	15	10	24	16	20	20	14	18
	備註	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉
電 導 度	最小值	980	460	330	660	610	7.70	810	680	700	680	830	410
	最大值	1500	9400	890	910	1040	1100	1520	1300	1300	1220	1450	980
	深度(M)	22	60	15	21	21	15	12	12	13	10	6	18
	備註	灌溉	養殖	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉
氯 鹽	最小值	21.055	4.76	16.59	8.93	8.93	11.48	15.31	10.845	12.76	12.12	12.23	16.59
	最大值	172.26	2922.70	31.90	15.95	24.24	33.815	54.23	36.365	43.385	42.82	83.58	47.21
	深度(M)	22	60	15	8	10	18	12	10	9	8	12	18
	備註	灌溉	養殖	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉

鄉 鎮	埤頭	竹塘	溪湖	秀水	芳苑	福興	鹿港	線西	二林	仲港	埔鹽	
濁 度	最小值	16.1	10.4	12.8	8.8	0.18	1.48	1.18	0.81	0.48	4.5	4.4
	最大值	104	109	135	154	122	105	108	72	98	101	138
	深度(M)	36	16	15	20	12	12	20	10	30	60	15
	備註	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	養殖	養殖	灌溉	灌溉	灌溉
pH 值	最小值	6.96	6.96	7.12	6.97	6.92	6.82	6.98	6.91	6.82	6.92	6.86
	最大值	7.41	7.43	7.50	7.46	8.42	7.92	7.76	8.16	7.90	7.59	7.29
	深度(M)	60	15	30	21	100	21	90	105	18	55	55
	備註	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	養殖	養殖	養殖	養殖	養殖	灌溉	灌溉
電 導 度	最小值	750	510	660	510	540	570	370	400	530	450	810
	最大值	1410	1400	1520	1420	24000	4400	2080	1680	2030	2000	1900
	深度(M)	36	20	15	20	18	13	20	36	54	30	14
	備註	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	養殖	養殖	灌溉	養殖	灌溉	灌溉	灌溉
氯 鹽	最小值	16.99	9.52	7.66	12.76	5.44	7.66	10.21	11.48	10.20	12.76	16.59
	最大值	48.26	39.42	65.08	61.25	6601.03	1117.79	351.54	276.89	70.01	205.44	121.67
	深度(M)	15	16	10	15	18	13	100	105	54	30	14
	備註	灌溉	灌溉	灌溉	灌溉	養殖	養殖	養殖	養殖	灌溉	灌溉	灌溉

表二、各鄉鎮地下水水質調查表二（平均值表）

鄉 鎮	和美	大城	社頭	田中	員林	埔心	大村	北斗	田尾	永靖	溪州	花壇
平均濁度	74.25	29.00	21.71	7.71	42.62	41.37	40.93	39.71	45.11	44.46	50.65	28.06
平均 pH 值	6.86	7.23	6.73	7.27	7.18	7.20	7.12	7.20	7.15	7.08	7.12	6.95
平均電導度	1264	1286	680	782	868	758	1064	882	909	936	942	403
平均氯鹽	107.7	122.46	26.58	13.13	19.03	23.39	32.90	21.80	53.95	26.76	21.54	2.22

鄉 鎮	埤頭	竹塘	溪湖	秀水	芳苑	福興	鹿港	線西	二林	伸港	埔鹽
平均濁度	56.08	57.38	47.5	47.01	30.84	41.53	26.96	20.96	31.41	53.21	66.02
平均 pH 值	7.14	7.10	7.286	7.20	7.24	7.33	7.45	7.46	7.08	7.16	7.07
平均電導度	1077.14	1060	1031.67	963	2182	1250	815	868	684	996	1347
平均氯鹽	27.91	25.40	29.03	36.62	366.82	109.42	69.31	72.34	28.87	55.58	50.18



表三 按水權別分

單位：口

鄉名	共計	已有	申請中	未申請	不詳
溪湖鄉	1,988	81	—	1,907	—
彰化市	474	209	—	259	6
大城鄉	1,768	176	—	1,592	—
花壇鄉	272	102	—	170	—
芬園鄉	87	52	—	35	—
田中鎮	336	72	—	264	—
員林鎮	368	65	—	303	—
伸港鄉	700	90	—	610	—
北斗鎮	1,168	23	—	1,145	—
社頭鄉	206	13	—	193	—
埔心鄉	715	53	—	662	—
線西鄉	482	68	—	414	—
永靖鄉	1,399	17	—	1,382	—
竹塘鄉	1,839	156	—	1,683	—
和美鎮	1,089	90	—	999	—
田尾鄉	2,299	23	—	2,276	—
鹿港鎮	3,213	699	—	2,514	—
溪洲鄉	3,308	108	—	3,200	—
埔鹽鄉	4,212	233	—	3,979	—
埤頭鄉	4,795	188	—	4,607	—
二林鎮	6,754	391	—	6,363	—
芳苑鄉	4,618	786	—	3,832	—
大村鄉	359	48	—	311	—
福興鄉	3,260	728	—	2,532	—
秀水鄉	1,177	122	—	1,055	—
二水鄉	3	1	—	2	—
合計	46,889	4,594	—	42,289	6

按用途別分

表四

單位：口

鄉名	共計	灌溉用水	養殖用水	公共給水	工業用水	其他
溪湖鄉	1,988	1,958	2	1	24	3
彰化市	474	314	33	15	84	28
大城鄉	1,768	1,728	40	—	—	—
花壇鄉	272	229	13	1	21	8
芬園鄉	87	80	2	1	1	3
田中鎮	336	319	4	6	6	1
員林鎮	368	303	11	22	27	5
伸港鄉	700	555	144	—	—	1
北斗鎮	1,168	1162	—	4	2	—
社頭鄉	206	196	2	7	—	1
埔心鄉	715	706	—	—	9	—
線西鄉	482	251	231	—	—	—
永靖鄉	1,399	1,394	—	5	—	—
竹塘鄉	1,839	1,824	13	2	—	—
和美鎮	1,089	1,031	7	4	46	1
田尾鄉	2,299	2,299	—	—	—	—
鹿港鎮	3,213	2,269	925	9	2	8
溪洲鄉	3,308	3,298	4	4	—	2
埔鹽鄉	4,212	4,196	9	—	—	7
埤頭鄉	4,795	4,760	29	2	4	—
二林鎮	6,754	6,641	107	5	—	1
芳苑鄉	4,618	3,990	627	1	—	—
大材鄉	359	320	10	—	26	3
福興鄉	3,260	2,803	431	2	9	15
秀水鄉	1,177	1,086	76	—	14	1
二水鄉	3	1	1	—	1	—
合計	46,889	43,713	2,725	90	276	85

按用途別年抽水量統計

表五

單位：m³

鄉 別	共 (年總抽用水 量)	灌 溉 用 水	養 殖 用 水	公 共 給 水	工 業 用 水	其 他
溪 湖 鄉	40,313,287	39,282,202	—	18,546	956,903	55,636
彰 化 市	60,616,115	10,621,660	1,293,808	6,935,660	39,052,618	2,712,369
大 城 鄉	15,063,072	14,282,558	780,514	—	—	—
花 壇 鄉	3,081,668	2,140,754	—	—	912,551	28,363
芬 園 鄉	5,233,810	5,211,992	21,818	—	—	—
田 中 鎮	4,502,107	3,073,308	70,618	212,726	954,546	190,909
員 林 鎮	80,430,866	8,159,240	13,091	63,350,945	8,245,448	662,142
伸 港 鄉	19,886,327	9,719,285	10,167,042	—	—	—
北 斗 鎮	41,460,052	8,287,690	—	43,636	33,128,726	—
社 頭 鄉	8,000,620	7,314,521	—	668,181	—	17,918
埔 心 鄉	11,787,794	10,774,644	—	—	1,013,150	—
線 西 鄉	43,666,820	31,780,637	11,886,183	—	—	—
永 靖 鄉	23,617,050	20,909,394	—	2,707,656	—	—
竹 塘 鄉	183,356,360	183,330,906	25,454	—	—	—
和 美 鎮	23,978,285	14,071,524	132,296	2,269,636	7,455,084	49,745
田 尾 鄉	85,593,560	85,593,560	—	—	—	—
鹿 港 鎮	463,983,196	338,021,839	125,627,912	67,272	6,682	259,491
溪 洲 鄉	32,649,265	32,158,138	54,764	399,999	—	36,364
埔 鹽 鄉	80,427,423	79,875,597	193,672	—	—	358,154
埤 頭 鄉	70,626,523	69,964,738	2,723,639	52,363	—	43,604
二 林 鎮	142,822,017	139,874,332	63,481,186	180,442	—	—
芳 苑 鄉	131,624,418	68,117,049	444,150	26,183	165,272	—
大 村 鄉	4,644,081	2,953,600	29,806	—	1,394,875	265,800
福 興 鄉	91,356,474	61,399,239	28,607,872	517,636	308,766	522,961
秀 水 鄉	24,997,992	17,348,926	6,475,299	—	1,125,985	47,782
二 水 鄉	294,793	294,793	—	—	—	—
合 計	1,694,013,975	1,264,562,126	252,029,124	77,450,881	94,720,606	5,251,238

按井管式樣分

表六

單位：口

鄉別	共計	磚造井	混凝土井	鐵管井	塑膠管井	其他
溪湖鄉	1,988	—	—	28	1,956	4
彰化市	474	—	10	74	372	18
大城鄉	1,768	—	—	27	1,732	9
花壇鄉	272	—	3	25	238	6
芬園鄉	87	1	30	4	48	4
田中鎮	336	—	1	40	292	3
員林鎮	368	—	6	35	327	—
伸港鄉	700	—	—	1	699	—
北斗鎮	1,168	—	3	4	1,161	—
社頭鄉	206	—	—	6	196	4
埔心鄉	715	—	—	5	710	—
線西鄉	482	—	—	21	461	—
永靖鄉	1,399	—	—	7	1,392	—
竹塘鄉	1,839	—	—	8	1,831	—
和美鄉	1,089	—	—	29	1,060	—
田尾鄉	2,299	—	2	12	2,284	1
鹿港鎮	3,213	—	6	36	3,171	—
溪洲鄉	3,308	—	3	29	3,275	1
埔鹽鄉	4,212	—	—	15	4,192	5
埤頭鄉	4,795	—	—	19	4,776	—
二林鎮	6,754	—	1	36	6,713	4
芳苑鄉	4,618	1	—	21	4,596	—
大材鄉	359	—	1	12	346	—
福興鄉	3,260	2	—	30	3,226	2
秀水鄉	1,177	—	—	12	1,165	—
二水鄉	3	—	—	—	3	—
合計	46,889	4	66	536	46,222	61

按井徑分

表七

單位：口

鄉別	共計	≤3吋 75cm	4吋 10cm	5吋 12.5 cm	6吋 15cm	8吋 20cm	10吋 25cm	~16吋 含16吋 40cm	41~ 100cm	101~ 150cm	151~ 200 cm	201 以 上 cm
溪湖鄉	1,988	—	1,850	89	18	4	—	27	—	—	—	—
彰化市	474	32	293	19	28	36	15	48	3	—	—	—
大城鄉	1,768	76	967	538	162	5	8	11	1	—	—	—
花壇鄉	272	55	92	86	19	10	2	8	—	—	—	—
芬園鄉	87	—	13	23	9	1	1	10	30	—	—	—
田中鎮	336	—	70	242	2	2	3	16	1	—	—	—
員林鎮	368	17	226	78	8	17	5	17	—	—	—	—
伸港鄉	700	98	431	121	27	7	5	11	—	—	—	—
北斗鎮	1,168	2	865	289	1	4	1	6	—	—	—	—
社頭鄉	206	14	174	8	—	1	1	8	—	—	—	—
埔心鄉	751	5	640	57	2	5	1	5	—	—	—	—
線西鄉	482	10	309	125	10	3	2	23	—	—	—	—
永靖鄉	1,399	—	845	547	1	—	—	5	1	—	—	—
竹塘鄉	1,839	2	1,087	748	—	—	—	2	—	—	—	—
和美鎮	1,089	78	725	230	19	15	1	21	0	—	—	—
田尾鄉	2,299	—	1,018	1,263	4	—	—	12	2	—	—	—
鹿港鎮	3,213	1,137	1,397	299	75	144	58	101	2	—	—	—
溪洲鄉	3,308	2,058	1,197	24	—	9	16	1	3	—	—	—
埔鹽鄉	4,212	19	2,179	1,964	20	14	—	16	—	—	—	—
埤頭鄉	4,795	10	2,326	2,421	30	6	—	2	—	—	—	—
二林鎮	6,754	33	4,902	1,679	90	10	13	27	—	—	—	—
芳苑鄉	4,618	41	3,188	1,045	218	40	37	49	—	—	—	—
大村鄉	359	21	202	103	4	2	4	23	—	—	—	—
福興鄉	3,260	974	2,038	38	63	82	36	29	—	—	—	—
秀水鄉	1,177	72	793	261	20	18	4	9	—	—	—	—
二水鄉	3	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—
合計	46,889	4,754	27,829	12,298	830	435	213	487	43	—	—	—

按動力別及馬力別分

表八

單位：口

鄉別	共計	電 動 機 (HP)								內 燃 機 (HP)			
		小計	3以下	5	~10	~30	~50	50以上	小計	5以下	~10	10以上	
溪湖鄉	1,988	1,888	1,843	15	4	12	14	—	100	7	90	3	
彰化市	474	422	281	28	44	48	17	4	52	—	52	—	
大城鄉	1,768	1,427	1,224	147	13	15	28	—	341	117	81	143	
花壇鄉	272	259	191	40	11	12	5	—	13	7	6	—	
芬園鄉	87	73	28	6	17	22	—	—	14	1	13	—	
田中鎮	336	336	269	46	9	9	2	1	—	—	—	—	
員林鎮	368	305	353	7	7	11	21	6	63	—	63	—	
伸港鄉	700	671	614	27	13	16	1	—	29	23	6	—	
北斗鎮	1,168	1,168	1,155	5	3	4	1	—	—	—	—	—	
社頭鄉	206	136	126	1	—	1	6	2	70	—	70	—	
埔心鄉	715	662	635	12	7	6	2	—	53	—	53	—	
線心鄉	482	447	412	8	3	24	—	—	35	26	9	—	
永靖鄉	1,399	1,147	1,127	5	9	4	2	—	252	25	227	—	
竹塘鄉	1,839	1,694	1,595	97	—	—	—	2	145	—	145	—	
和美鎮	1,084	1,036	936	53	22	15	4	6	53	33	20	—	
田尾鄉	2,299	2,208	2,191	5	—	2	10	—	91	—	91	—	
鹿港鎮	3,213	3,154	2,683	108	196	125	34	8	59	30	29	—	
溪洲鄉	3,308	3,263	2,596	638	9	20	—	—	45	45	—	—	
埔鹽鄉	4,212	3,982	3,856	111	2	1	12	—	230	189	41	—	
埤頭鄉	4,795	4,551	4,297	238	12	4	—	—	244	203	41	—	
二林鎮	6,754	6,604	6,243	208	138	12	3	—	150	70	80	—	
芳苑鄉	4,618	4,515	4,236	102	90	79	8	—	103	52	51	—	
大村鄉	359	252	217	4	2	8	21	—	107	52	53	2	
福興鄉	3,260	3,029	2,727	128	111	48	15	—	231	83	147	1	
秀水鄉	1,177	1,091	998	62	21	7	3	—	86	62	24	—	
二水鄉	3	34	24	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
合計	46,889	4,323	0,735	2,102	743	505	209	29	2,566	1,025	1,392	149	

按抽水機型式別口徑別分

表九

單位：口

鄉 別	共計	離 心 式 (吋)				沉 入 式 (吋)				立 軸 式 (吋)			
		小計	4 及 以下	5	6 及 以上	小計	5 及 以下	6	8 及 以上	小計	5 及 以上	6	8 及 以上
溪湖鄉	1,988	1,953	1,897	49	7	16	4	—	12	19	3	14	2
彰化市	474	395	381	9	5	52	39	13	0	27	15	4	8
大城鄉	1,768	1,731	1,357	360	14	11	—	—	11	26	2	1	23
花壇鄉	272	271	259	5	7	1	—	—	1	—	—	—	—
芬園鄉	87	69	43	9	17	18	1	17	—	—	—	—	—
田中鎮	336	333	273	50	10	2	2	—	—	1	—	—	1
員林鎮	368	354	326	12	16	14	1	13	—	—	—	—	—
伸港鄉	700	655	636	19	—	43	33	10	—	2	1	1	—
北斗鎮	1,168	1,168	1,162	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—
社頭鄉	206	197	197	—	—	9	—	7	2	—	—	—	—
埔心鄉	715	715	703	9	3	—	—	—	—	—	—	—	—
線西鄉	482	294	294	—	—	188	161	25	2	—	—	—	—
永靖鄉	1,399	1,399	1,391	2	6	—	—	—	—	—	—	—	—
竹塘鄉	1,839	1,837	1,596	241	—	2	—	—	2	—	—	—	—
和美鎮	1,089	1,051	1,038	11	2	19	17	—	2	19	2	1	16
田尾鄉	2,299	2,287	2,282	5	—	12	—	1	11	—	—	—	—
鹿港鎮	3,213	2,738	2,603	82	53	412	370	9	33	63	48	12	3
溪洲鄉	3,308	3,280	2,796	481	3	28	13	12	3	—	—	—	—
埔鹽鄉	4,212	4,200	3,917	278	5	10	2	—	8	2	—	—	2
埤頭鄉	4,795	4,793	4,531	250	12	2	—	2	—	—	—	—	—
二林鎮	6,754	6,751	6,190	499	62	—	—	—	—	3	—	2	1
芳苑鄉	4,618	4,275	4,199	64	12	238	236	1	1	105	52	44	9
大村鄉	359	359	320	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—
福興鄉	3,260	3,022	2,853	150	19	164	142	11	11	74	64	8	2
秀水鄉	1,177	1,017	993	20	4	157	150	1	6	3	3	—	—
二水鄉	3	3	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合 計	46,889	45,147	42,348	2,649	259	1,398	1,171	122	105	344	190	87	67

按調查時出水量分別

表十

單位：口

鄉 別	共 計	未滿 200 GPM	201~400 GPM	401~600 GPM	601~800 GPM	801~1000 GPM	1001~1500 GPM	1501以上 GPM
溪湖鄉	1,988	1,179	758	20	16	4	11	—
彰化市	474	255	103	59	19	33	5	—
大城鄉	1,768	909	845	4	2	8	—	—
花壇鄉	272	152	120	—	—	—	—	—
芬園鄉	87	24	29	14	—	19	—	1
田中鎮	336	144	192	—	—	—	—	—
員林鎮	368	211	105	30	7	15	—	—
伸港鄉	700	472	206	6	14	2	—	—
北斗鎮	1,168	488	671	—	5	4	—	—
社頭鄉	206	14	192	—	—	—	—	—
埔心鄉	715	603	101	4	7	—	—	—
線西鄉	482	325	131	1	23	2	—	—
永靖鄉	1,399	824	575	—	—	—	—	—
竹塘鄉	1,839	843	994	2	—	—	—	—
和美鎮	1,089	716	360	4	4	1	4	—
田尾鄉	2,299	805	1,494	—	—	—	—	—
鹿港鎮	3,213	2,538	451	98	91	18	14	3
溪洲鄉	3,308	1,853	1,446	8	1	—	—	—
埔鹽鄉	4,212	1,535	2,657	6	10	3	1	—
埤頭鄉	4,795	2,133	2,637	16	9	0	—	—
二林鎮	6,754	3,671	2,982	63	36	—	2	—
芳苑鄉	4,618	3,020	1,454	63	32	15	34	—
大村鄉	359	162	187	—	—	—	—	—
福興鄉	3,260	2,501	666	64	26	1	—	2
秀水鄉	1,177	815	322	34	5	1	—	—
二水鄉	3	2	1	—	—	—	—	—
合 計	46,889	26,194	19,689	496	307	126	71	6

按年使用日數別分

表十一

單位：口

鄉別	共計	未滿30天	31~60天	61~90天	91~120天	121~200天	201~300天	301~365天
溪湖鄉	1,988	—	—	—	1,976	—	11	1
彰化市	474	—	—	—	312	6	129	27
大城鄉	1,768	—	296	125	1,274	62	—	11
花壇鄉	272	—	3	44	186	39	—	—
芬園鄉	87	—	—	86	—	—	1	—
田中鎮	336	—	—	56	268	4	8	—
員林鎮	368	—	—	—	324	2	20	22
伸港鄉	700	—	58	8	556	21	—	57
北斗鎮	1,168	—	—	2	1,160	2	—	4
社頭鄉	206	—	—	16	190	—	—	—
埔心鄉	715	—	—	—	708	7	—	—
線西鄉	482	—	197	3	132	15	1	134
永靖鄉	1,399	—	—	—	1,393	2	—	4
竹塘鄉	1,839	—	—	—	1,805	34	—	—
和美鎮	1,089	—	71	24	481	398	93	22
田尾鄉	2,299	—	—	—	2,299	—	—	—
鹿港鎮	3,213	—	200	222	1,438	656	233	464
溪洲鄉	3,308	—	—	558	2,712	14	22	2
埔鹽鄉	4,212	—	422	287	2,955	522	7	19
埤頭鄉	4,795	—	—	3	4,771	20	1	—
二林鎮	6,754	—	13	2,184	4,438	99	13	7
芳苑鄉	4,618	137	202	656	2,599	571	12	411
大村鄉	359	—	—	281	60	18	—	—
福興鄉	3,260	38	84	578	654	1,595	50	261
秀水鄉	1,177	—	51	57	757	272	3	37
二水鄉	3	—	—	—	3	—	—	—
合計	46,889	175	1,597	5,190	33,451	4,539	604	1,513

按年抽用水量別分

表十二

單位：口

鄉 別	共 計	未 滿 30,000m ³	30,001~ 60,000m ³	60,001~ 90,000m ³	90,001~ 120,000m ³	120,001~ 150,000m ³	150,001~ 200,000m ³	200,001m ³ 以 上
溪湖鄉	1,988	110	1,679	108	24	14	7	46
彰化市	474	19	224	47	57	7	17	103
大城鄉	1,768	1,204	469	45	14	11	16	9
花壇鄉	272	201	48	16	—	3	4	—
芬園鄉	87	5	25	12	2	3	8	32
田中鎮	336	264	62	—	—	—	—	10
員林鎮	368	310	2	1	1	2	5	47
伸港鄉	700	195	353	52	55	—	3	42
北斗鎮	1,168	1,153	6	—	—	5	—	4
社頭鄉	206	6	185	4	2	2	—	7
埔心鄉	715	14	632	15	35	2	12	5
線西鄉	482	232	120	27	27	7	35	34
永靖鄉	1,399	155	1,222	12	—	4	2	4
竹塘鄉	1,839	297	1,272	88	66	40	6	70
和美鎮	1,089	559	409	59	10	18	10	24
田尾鄉	2,299	573	1,688	15	—	6	2	15
鹿港鎮	3,213	1,806	518	251	89	95	163	291
溪洲鄉	3,308	3,199	70	5	2	2	6	24
埔鹽鄉	4,212	1,827	1,946	301	25	27	52	34
埤頭鄉	4,795	3,011	1,384	135	103	43	85	34
二林鎮	6,754	4,408	1,529	390	231	54	44	97
芳苑鄉	4,618	2,467	1,375	311	201	45	29	191
大村鄉	359	298	22	10	6	9	8	6
福興鄉	3,260	1,214	846	509	275	121	90	205
秀水鄉	1,177	529	455	52	66	20	25	30
二水鄉	3	—	2	1	—	—	—	—
合 計	46,889	24,056	16,543	2,466	1,291	540	629	1,364

按利用效益統計

表十三

單位：面積：公頃 人數：人

鄉	別	灌溉面積	養殖面積	供水人數 (人)	其他
溪湖	鄉	2,158.3	—	632	—
彰化	市	525.1	24.32	198,195	—
大城	鄉	3485.4177	17.9	—	—
花壇	鄉	605.6	—	235,520	—
芬園	鄉	369.4915	0.48	—	—
田中	鎮	699.5	2.3	7,286	0.8
員林	鎮	354.09	0.3	110,201	—
伸港	鄉	196.95	548.75	—	—
北斗	鎮	623.6759	—	1,495	—
社頭	鄉	321.65	—	22,883	1.5
埔心	鄉	691.2	—	—	—
線西	鄉	1290.7	190.5	—	—
永靖	鄉	569.84	—	38,366	—
竹塘	鄉	1341.8	0.4	—	—
和美	鎮	424.8683	1.78	70,754	—
田尾	鄉	1792.05	—	—	—
鹿港	鎮	1,615.62	820.65	2,304	18.3
溪洲	鄉	2,873.53	2.2	13,699	—
埔鹽	鄉	2,941.94	2.85	—	—
埤頭	鄉	2,900.261	10.9	1,794	—
二林	鎮	7588.1459	46.86	6,180	—
芳苑	鄉	3,250	1,301.7	897	—
大村	鄉	99.8	1.95	—	—
福興	鄉	2,034.6	366.4	17,728	38.9
秀水	鄉	1,112.6	44.1	—	1
二水	鄉	8.6	—	—	—
合	計	39876.3303	3,384.34	492,418	59.5

按井深度分

表十四

單位：口

鄉	別	共 計	10m以下 (含10m)	~30m	~50m	~80m	~100m	~150m	150m以上
溪湖	鄉	1,988	3	186	1,125	650	10	14	—
彰化	市	474	14	300	30	32	41	45	12
大城	鄉	1,768	1	382	264	986	114	20	1
花壇	鄉	272	3	120	89	22	16	22	—
芬園	鄉	87	—	82	2	3	—	—	—
田中	鎮	336	—	305	16	8	1	6	—
員林	鎮	368	6	310	9	8	18	15	2
伸港	鄉	700	8	439	136	76	10	31	—
北斗	鎮	1,168	10	1,151	—	5	—	—	2
社頭	鄉	206	1	191	1	5	—	8	—
埔心	鄉	715	4	672	25	3	7	4	—
線西	鄉	482	123	177	64	61	28	29	—
永靖	鄉	1,399	10	1,380	3	1	—	5	—
竹塘	鄉	1,839	—	1,831	6	—	—	1	1
和美	鎮	1,089	3	1,037	17	11	11	10	—
田尾	鄉	2,296	102	2,133	52	7	4	1	—
鹿港	鎮	3,213	147	2,211	173	184	273	168	57
溪洲	鄉	3,308	9	3,270	21	3	4	1	—
埔鹽	鄉	4,212	51	2,656	727	762	12	1	3
埤頭	鄉	4,795	—	4,582	202	5	1	4	1
二林	鎮	6,754	21	6,022	651	48	6	6	—
芳苑	鄉	4,618	1	3,242	883	265	138	65	24
大村	鄉	359	—	304	12	6	14	23	—
福興	鄉	3,260	9	2,725	173	149	137	59	8
秀水	鄉	1,177	16	700	203	219	26	13	—
二水	鄉	3	—	2	1	—	—	—	—
合 計		46,889	542	36,410	4,885	3,519	871	551	111

9，顯示水資源管理已亮紅燈，民間之不了解水利法與管理機構之無力感，是現階段水資源規劃與開發時，亟需注意之事實。（表三）

(二)水井用水標的分析

在全彰化縣 46,889 口水井中，灌溉水井達 43,713 口，佔 93.2%，養殖水井 2,725 口佔 5.8%，可明顯看出彰化縣內農田灌溉水源不足及水利會灌溉管理未能周全。

養殖水井雖僅佔 5.8%，但其大都為深井，出水量大，而其嚴重污染地下水質之後果，比引起地層下陷之問題，應更受重視，而且，其數量仍在繼續增加中，調查完成至筆者成稿時，據了解養殖水井口數，在海埔地一帶，又增加了數十口（表四）。

(三)水井不同用途之用水量分析

全彰化縣年總抽水量共計 1,694,013,975m³，其中灌溉用水計 1,264,562,126m³，佔 74.65%，養殖用水計 252,029,124m³，佔 14.88%，因水權申請量偏大（有水權之合法水權）及調查數值不够確實（非法水井資料可信度略差），其數量之總計值偏大一些，但養殖用水以養鰻、養蝦面積取樣推算，灌溉用水以水稻灌溉需求核計，其值仍甚接近，臺灣全區安全開發量僅四十億立方公尺，彰化已用去約四分之一的十六億多，此一事實說明地下水源已開發殆盡，甚至有超抽甚鉅者，吾人不可不懼也。

(四)水井水質與地下水位之關係

依據水利局提供之彰化地區七十四年四月份地下水位等高線圖（附圖一），我們將 0m 水位處淺井（60m 以下）取 191 口，中井（60.1~100m）取 22 口，深井（100.1m 以上）取 8 口，10m 水位處淺井取 79 口，中井深井取 4 口，20m 水位處淺井取 85 口，深井取 2 口，及 30m 水位處淺井取 18 口，各水樣水質檢驗後，繪製其與地下水位關係表（如表十五）。

由表十五可看出淺井，中深度井及深井皆被污染，而其污染程度愈接近海邊愈形嚴重。由地下水位 0m 附近之井，其氯鹽量 mg/l 數，皆高於 10m，20m，30m 處之井，更明確顯示海水入侵之程度。

(五)其他調查資料分析

表六為井管式樣之調查，顯示塑膠管井已成為井管之主要材料，其他井管將逐漸淘汰。

表七為井徑之調查，4 吋井 27,829 口，5 吋

井 12,298 口，兩者合計 40,127 口，已佔總井數之 85.58%，此種口徑之出水量適合灌溉之用，而為農民所喜用。

表八為發動機動力及馬力調查，電動機（馬達）之使用達 44,323 口，已佔總數之 94.5%，內燃機（引擎）僅佔 5.5%，將逐漸減少使用；而 3 馬力以下之電動機有 40,735 口井使用佔使用電動機之 91.9%，說明農民常用 3 馬力以下之電動機為抽水機動力。

表九為抽水機型式調查離心式 45,147 口，佔總數之 96.28%，而 4 吋以下者 42,348 口，佔離心式使用的 93.8%，說明 4 吋以下之離心式抽水機為農民所習用。

表十、表十一及表十二為 GPM，年使用日數及年抽用水量之調查，可用以與水收支推算之用水量作一比較，亦可用作物灌溉日數，養殖用水時間比較，得一可靠值。

表十三為使用效益調查統計，灌溉面積達 39,876 公頃，佔全縣耕地面積 72,477 公頃之 55%；與彰化水利會灌溉面積 46,948 公頃比較，亦達其 85% 左右，顯示彰化縣灌溉事業之普及性不足，或有灌溉系統之水源不足，無法供應所謂的「尾水田」。養殖面積達 3,384 公頃，而養殖戶總數為 2,579 戶，平均每戶養殖面積平均在 1.3 公頃以上，養殖量以每公頃十噸計，每戶有十餘噸養殖魚蝦之生產，難怪地下水之超抽了。

表十四為井深度之調查，淺井量居多，佔 90% 以上，深井僅有 662 口，佔 1.5% 弱，但井有愈挖愈深之趨勢，仍得注意。

四、誌 謝

本計畫在執行中，受到許多先進之指點，許多單位之協助，許多熱心民衆之支持，本應在此一致意感激，但恐掛萬漏一，引起誤會，容後在整禮報告中補謝。

不過，仍要再謝謝農委會水利科、水利局企劃組、彰化縣政府水利課、彰化水利會管理組、工務組、福興工作站、大城工作站及二林至揚宮等單位之協助，水利科師生及嘉義農專行政的配合，使我能全心投入，也是難以文字致意的。

下年度，執行地點移至嘉義地區，據資料中指出嘉義地區地下水位透年下降，水位零以下之範圍逐漸擴大，而至今尚未有任何部分列入管制。彰化

地區則已有芳苑、鹿港、福興、佈港線西等鄉鎮為地下水開發管制區；為鄉梓盡力更是義不容辭，在此先向明年合作的單位致意——嘉義縣政府水利課

、嘉南水利會管理組、嘉義區各工作站，請能與我們配合獲致更好的調查研究成果。

圖表十五 水井水質地下水位之關係

地下水位 水井數	0m	10m	20m	30m
井深 60m 以下	191	79	85	18
平均 N T U	41.25	51.55	46.25	24.01
平均 pH	6.77	7.15	7.13	7.06
(Umhos/cm 25°C) 平均 E C	1,444.19	1,025.51	932.52	776.67
(mg/l) 平均氯鹽	172.30	29.66	23.99	19.58
井深 60.1m~100m	22	3	∕	∕
平均 N T U	11.40	35.37	∕	∕
平均 pH	7.60	7.33	∕	∕
(Umhos/cm 25°C) 平均 E C	805.45	690	∕	∕
(mg/l) 平均氯鹽	85.96	12.34	∕	∕
井深 100m 以上	8	1	2	0
平均 N T U	5.45	31	26.63	0
平均 pH	6.76	6.66	7.11	0
(Umhos/cm 25°C) 平均 E C	743.75	540	795	0
(mg/l) 平均氯鹽	68.76	45.3	21.09	0

五、參考文獻

1. 沈向白 (1986) 「彰化地區地下水安全出水量調查研究」期中報告，國立嘉義農專農工學報第五期。
2. 梁昇、黃天福譯 (1986) 「地下水文學」，大學圖書。
3. 臺灣省農田水利會聯合會 (1986) 「臺灣區農田水利會七十四年度資料輯」。
4. 彰化縣政府 (1985) 「彰化縣統計手冊」第十六期。
5. 戴文雄。「地下水資源調查方法概述」，水利局。
6. 屏東水利會 (1980) 「屏東縣林邊埤豐地區地盤下陷調查研究——地下水井普查魚塭灌溉面積調查工作報告」。