

# 如何永續利用地下水資源

## 近十年來推動地下水及地盤下陷調查研究之成果

農委會林業處技上/陳守強

### 一、地下水安全出水量調查研究

台灣地區之地下水使用，雖有水權登記可資管制，但因各地區之地下水安全出水量，尚未作有系統之研究，以致開發及管理上缺乏可靠之依據。台灣西南沿海地區雖已發現地盤下陷之現象，但各相關縣市政府在核准水權時，並無地下水總出水量之限制以資管制，為改善此種情況，首先須研究台灣地區各地下水區之安全出水量，以期作為地下水使用管制之指標。成果摘要如下：「彰化地區」民國75年調查地下水井約4萬7千口，大部份為淺井足見地下水頗為豐富。「嘉義地區」民國76年調查地下水井約2萬2千口，本地區並無優良地下水補給來源，地下水蘊藏量亦不豐富。「台南地區」民國77年調查地下水井約1萬4千口。「雲林地區」民國78年調查地下水水井約12萬口。「高雄地區」民國79年調查發現地下水井約1萬2千口。「蘭陽平原」民國82年調查地下水井約1萬5千口，本地區雨量豐沛且地下水補注條件十分良好水質亦佳。

### 二、改善台灣地區地下水文基本資料收集系統之規劃

鑑於台灣沿海地區養殖漁業的蓬勃發展，導致地下水超抽、地盤下陷、海水入侵，遇有颱風或暴潮時，常造成海水倒灌、排水不良，嚴重威脅人民生命財產之安全，且地下水位零水位線範圍有逐漸擴大趨勢。本省現有的地下水觀測站327口約91%為普通站，每月僅觀測一次，此資料欠缺連續性；所觀測到的地下水位因含水層未封隔，故為淺層與深層地下水的混合水位而缺乏代表性，也無法拿來作為地下水管制的指標；又這些觀測井的口徑均為2吋，無法洗井維護及作抽水試驗，故須視實際需要規劃新的地下水觀測系統，依地層變化佈置觀測井並裝自記式水位計，以提昇地下水文資料之整體品質。

水利局在農委會支助下，逐步辦理現有觀測井的灌水試驗以決定其存廢，蒐集各單位在各地區之既有地質資料並繪製地層立體剖面圖，按地層變化與地下水流向規劃各地下水區之觀測站網。執行中遭遇之困難包括：缺乏地下水及水文地質方面

之人才，地質資料缺乏且收集不易，已蒐集到的地質資料在繪製地層示意圖時發生無法連接問題等。成果摘述如下：

- (一)台灣省水利局現有之地下水觀測井327口經灌水試驗結果，確定有38口功能喪失，比例約12%。
- (二)分別自台糖公司、各農田水利會、台灣省水利局、自來水公司、地下水工程處、民井、其他單位等，蒐集地層資料2361口。
- (三)完成屏東平原、台中地區、濁水溪沖積扇、嘉南平原、新苗地區、桃園中壢地區、台北盆地、蘭陽平原、恆春地區、花蓮台東縱谷、澎湖地區等十一個地區新地下水觀測站網的規劃，建議將來依據新研擬之規範設置493個地下水觀測站。此外，並選擇雲林縣部份之站網規劃進行檢討分析，以評估整體規劃成果之合理性。
- (四)新設雙管及三管之自記式地盤下陷監測井各一口，新設13口地下水位觀測井，並於屏東平原測試自動數位化資料收集處理系統4口。此外，就水利局歷年地盤下陷站、自記地下水位站及地盤下陷檢測之實測資料等，整理分析以探討地盤下陷與地下水位之相互關。

### 三、台灣現有地下水觀測及地盤下陷監測資料之整理分析

雖然前項「改善台灣地區地下水文基本資料收集系統之規劃」已完成，並自81年度起由經濟部編列預算開始實施，惟整個站網之建立工作需費時十數年。在新站網完成前，台灣省水利局現有300餘口自民國50年代起設置之觀測井，其觀測資料在地下水資源保育利用及管理上仍相當重

要，應有系統的整理並檢討資料之連續性及可靠性，以供各有關單位運用。此外，水利局自民國70年起在全省陸續設置1611地盤下陷觀測井，應將其監測資料與各地區實際水準點檢測資料作相互比較，以檢討監測資料之代表性。最後，並探討前述地下水及地盤下陷觀測資料間之相關性。本計畫已完成濁水溪沖積扇、屏東平原、嘉南平原、台北盆地、桃園台地、蘭陽平原等六個地下水區之資料分析。

### 四、台灣西部及宜蘭沿海地區地盤下陷檢測

為了解本省沿海地區地盤下陷整體情況及其影響河堤、海堤、排水路等之出海口段下陷情形，俾確認地盤下陷的成因以利研擬因應之道，本計畫分年分期辦理宜蘭、彰化、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東等沿海地區之一等水準點引測、新設水準點檢測及堤防高程檢測，對於上述各地區原則上以兩年檢測一次為原則。本計畫自77年度至85年度止已辦理之水準點檢測次數如下：宜蘭沿海地區7次、彰化沿海地區8次、雲林沿海地區2次、嘉義沿海地區8次、台南沿海地區7次、高雄沿海地區7次、屏東沿海地區6次。本計畫歷年之檢測成果均已提供給各工程單位，作為在地盤下陷區興建防洪、排水、禦潮等工程時設計之參考。此外，檢測資料可作為行政部門劃定地下水管制區之參考，並作其他學術研究用途。

### 五、農田水利會深水井井體調查及防淤塞研究

為了解地盤下陷對地下水井井體之影響，乃委託農工中心利用進口之地下水井

電視照相機，對雲林農田水利會轄區內160口水井、屏東農田水利會轄區內50口水井進行攝影，對各水井鏽蝕、積垢、彎曲、破裂及斷裂情形進行研判並提出改善建議。此外，發現約有20%水井的水質混濁，好鐵菌、好硫菌及矽藻等滋生致影響抽水效率，並嘗試用殺菌劑、殺藻劑、分散劑、沈澱劑、膠羽劑、除垢劑等化學藥品，配合物理洗井如鋼絲刷、高壓噴頭法等來解決水質混濁、井體積垢，以及阻塞等問題。

經過一連串追蹤試驗，發現先用鋼絲刷清除井體積垢，再用抽泥桶分層施放次氯酸鈣化學藥劑，隨後用橡皮圈增壓擴水使藥效深入含水層，以清除含水層之積垢並可抑制微生物之生長，最後以抽泥桶抽取底泥及污水。此「物理化學綜合洗井法」可明顯改善地下水井之抽水效率。

## 六、彰雲地區地下水流向及天然補助區調查

為促進濁水溪沖積扇地下水資源之合理保育與運用，本計畫測定地下水中「天然氫」之濃度變化以研判地下水之流向，測定地下水中「核爆氫」之濃度以研判地下水之年代，利用「地電阻探測」以補足本地區地質資料不足之問題，探討地下水流速儀之適用性。此外，根據氫、氫之測定及地電阻探測結果，判定本地區地下水之流向大致與舊河道相似。本計畫之主要發現：

- (一)彰雲地區地下水補注之主要地區包括：  
田中、潮洋、荊桐及石榴以東地區，吳厝、惠來厝、西底寮沿線之帶狀地區，溪州、潮洋沿線之帶狀地區。
- (二)地下水之流向與流速：沿海地區淺層觀

測井之地下水流向大抵朝向內陸，重興半路庄觀測井之地下水流向大抵朝向西北，地下水平均流速介於0.24m/day至7.68m/day之間。

- (三)本地區在不同沖積層及含水層其地電阻特性均不相同，因此利用「地電阻法」來調查本地區天然補注區為一適宜之方法。
- (四)本地區之地下水流向變化甚大，觀測井的間距太大時，所獲得的流向及流速資料將發生無法連貫情形。

## 七、地下水涵養調查與整體規劃

水田除了具有生產水稻功能外，對於水資源永續利用、環境綠化、調蓄洪水及補注地下水等亦具有相當貢獻。因水稻栽種期間田間長期澆水，因而增加田間滲漏量而成為地下水補注來源。近十年來，由於農業經濟結構不斷改變，高經濟作物逐漸為農民喜好，加以道路開闢、都市用地擴大，使水稻栽培面積逐漸減少，也因此可能造成對地下水補注之減少。本計畫以調查水田灌溉對地下水補注影響並評估其效益為目的，其主要發現如次：

- (一)「整體規劃」可使往後之個案調查研究有系統的進行，並使調查研究成果能有效結合與累積。首先以系統分析方法，規劃出地下水涵養調查分析之工作範圍及大綱，並訂定階段性目標、項目間優先等級、縱向與橫向關係等，並特別注重資料與分析工作之整合且以能提供決策支援為最後目的。已完成「地下水涵養調查與整體規劃」規範草案一種。
- (二)「嘉南地區」為本省重要農業地區，其灌溉水源大部分取自水庫及埤池之蓄水量，為三年一作或二作之輪作制度。本

地區東邊山區為台灣泥岩分布地區，泥岩滲透效果極差，因此平原地區之地面

水入滲為本地區相當重要之地下水補注來源。此種水文生態環境，若嘉南地區

行政院農業委員會十年來所支助之地下水計畫一覽表

編號	計畫名稱	年度	經費(萬元)	執行機關
1.	彰化地區地下水安全出水量調查	75	117	嘉義農專
2.	嘉義地區地下水安全出水量調查	76	120	嘉義農專
3.	台南地區地下水安全出水量調查	77	135	嘉義農專
4.	雲林地區地下水安全出水量調查	78	146	嘉義農專
5.	高雄地區地下水安全出水量調查	79	150	嘉義農專
6.	高雄市、台南市、東石鄉地下水安全出水量調查	80	144	嘉義農專
7.	金門地區地下水調查	80	50	農工中心
8.	蘭陽平原地區地下水資源調查	82	110	宜蘭農工
9.	改善台灣地區地下水文基本資料收集系統之規劃(一)	77	167	水利局
10.	改善台灣地區地下水文基本資料收集系統之規劃(二)	78	257	水利局
11.	改善台灣地區地下水文基本資料收集系統之規劃(三)	79	200	水利局
12.	改善台灣地區地下水文基本資料收集系統之規劃(四)	80	350	水利局
13.	改善台灣地區地下水文基本資料收集系統之規劃(五)	81	290	水利局
14.	台灣現有地下水觀測及地盤下陷監測資料之整理分析(一)	82	46	水利局
15.	台灣現有地下水觀測及地盤下陷監測資料之整理分析(二)	83	60	水利局
16.	台灣現有地下水觀測及地盤下陷監測資料之整理分析(三)	84	60	水利局
17.	台灣現有地下水觀測及地盤下陷監測資料之整理分析(四)	85	60	水利局
18.	台灣西部及宜蘭沿海地區地盤下陷檢測(一)	77	160	水利局
19.	台灣西部及宜蘭沿海地區地盤下陷檢測(二)	78	172	水利局
20.	台灣西部及宜蘭沿海地區地盤下陷檢測(三)	79	70	水利局
21.	台灣西部及宜蘭沿海地區地盤下陷檢測(四)	80	66	水利局
22.	台灣西部及宜蘭沿海地區地盤下陷檢測(五)	81	160	水利局
23.	台灣西部及宜蘭沿海地區地盤下陷檢測(六)	82	244	水利局
24.	台灣西部及宜蘭沿海地區地盤下陷檢測(七)	83	264	水利局
25.	台灣西部及宜蘭沿海地區地盤下陷檢測(八)	84	190	水利局
26.	台灣西部及宜蘭沿海地區地盤下陷檢測(九)	85	172	水利局
27.	嘉義沿海地區地盤下陷檢測(一)	82	80	嘉義農專
28.	嘉義沿海地區地盤下陷檢測(二)	83	80	嘉義農專
29.	利用深井錄影照相系統檢測屏東地區地下水井(一)	77	50	農工中心
30.	利用深井錄影照相系統檢測雲林地區地下水井(二)	78	85	農工中心
31.	雲林地區地盤下陷對水井井體影響之調查(一)	79	80	農工中心
32.	雲林地區地盤下陷對水井井體影響之調查(二)	80	80	農工中心
33.	農田水利會深井井體之調查分析	81	120	農工中心
34.	地下水井井體防止淤塞方法研究(一)	82	50	農工中心
35.	地下水井井體防止淤塞方法研究(二)	83	60	農工中心
36.	濁水溪南岸地下水最佳利用及流向分析	81	130	農工中心
37.	彰雲地區地下水流向及天然補助區調查(一)	82	220	農工中心
38.	彰雲地區地下水流向及天然補助區調查(二)	83	150	農工中心

39.	地下水涵養調查分析之整體規劃	84	60	交通大學
40.	嘉南地區水田灌溉對地下水補注影響之調查與評估(一)	84	100	台南水工
41.	嘉南地區水田灌溉對地下水補注影響之調查與評估(二)	85	100	台南水工
42.	農業灌溉對屏東平原地下水補注之調查評估(一)	84	50	屏東技術學院
43.	農業灌溉對屏東平原地下水補注之調查評估(一)	85	50	屏東技術學院
44.	抽取地下水導致地盤下陷之簡便估計法	78	40	中央大學
45.	台灣地區地下水水文地質特徵描述及重要參數推估(一)	84	50	中央大學
46.	台灣地區地下水水文地質特徵描述及重要參數推估(二)	84	60	中央大學
47.	雲林沿海地區地層下陷預測模式與地理資料系統發展(一)	83	78	台大、交大
48.	雲林沿海地區地層下陷預測模式與地理資料系統發展(二)	84	110	台大、交大
49.	雲林沿海地區地層下陷預測模式與地理資料系統發展(三)	85	110	台大、交大
50.	區域性地盤下陷模擬之參數推估	85	90	交通大學
51.	濁水溪沖積扇地下水資源合理推估	85	50	逢甲大學
	總經費合計		6093	

之水稻田大量轉作或移作其他用途後，長期而言，可能使原本已不豐富的地下水變得貧瘠甚至無法抽用。已調查完成本地區淺層土質滲透力調查、硬板層厚度及其分布狀況，並初步判釋地下水補注區、補注分界、效益分級。

(三)「屏東平原」為南台灣重要農業地區，本地區為一滲透性極佳之沖積平原，擁有廣大的農業灌溉補注及降雨、渠道、河川入滲補注，若土地使用形態改變由農業轉為非農業，或作物制度重大改變如水田轉作成旱田，均可能破壞屏東平原之地下水環境。已初步完成本地區水田之補注量推估及補注功能等級劃分。

## 八、永續利用地下水資源

(一)辦理「台灣地區地下水水文地質特徵描述及重要參數推估」：永續利用地下水資源需要有一套完整的經營計畫，一方面要妥善管理地下的抽用，另一方面要促進地下水的補注，而要辦理這些工作，首先必須對含水層的水文地質特徵及相關的水力、地質等參數有明確了解，下一步才有可能估算含水層的儲水量、

安全出水量、補注量及研判地下水流動情形、補注區、補注水源等。本計畫利用現有抽水試驗洩降資料對濁水溪沖積扇、高屏等地區作完整的鑑定工作，發展出濾除鄰井干擾方法來確保洩降資料的品質。

(二)辦理「雲林沿海地區地層下陷預測模式與地理資料系統發展」：本計畫已完成考慮水壓縮、非飽和度、浮體重力、非均質、異向性及大應變等因子之三維地層下陷數學模式、程式撰寫、初步測試，並建立 GRASS 系統之地層下陷地理資訊基本架構。

(三)辦理「區域性地盤下陷模擬之參數推估」：本計畫已完成地層下陷模式所須參數評估、參數檢定步驟、濁水溪沖積扇水文地質分析、水準點檢測資料庫系統分析、界面設計及程式開發。

(四)辦理「濁水溪沖積扇地下水資源合理推估」：本計畫運用各單位現有水資源、水文地質、土地利用等資料，發展出各目的事業或不同土地使用形態其地下水抽用量的替代估計方法。