

第五章 蒐集濁水溪地下水與揚塵資料

本計畫自 102 年度新增蒐集濁水溪地下水及揚塵相關資料之工作項目，主要係因應環保署審查「集集共同引水計畫—攔河堰營運階段環境影響調查報告書」專案小組審查會議意見而加以辦理。蒐集地下水及揚塵之觀測資料予以彙整分析，併以歷年相關濁水溪流域地下水觀測計畫、水資源規劃等地下水相關資料及濁水溪揚塵防治計畫及工程推動情形納入報告內容。

5.1 地下水

濁水溪沖積扇為台灣地區地下水蘊藏面積及儲水量為最大之區域，以鼻子頭隘口為扇頂，半徑約 40 公里，範圍北起烏溪南岸，南至北港溪南附近，東以八卦山台地及斗六丘陵，西止於台灣海峽。上游有廣大之流域面積，其地下水係由扇頂處流向扇尾，由二水往北流向烏溪出海處之伸港，往南流至北港溪出海處沿海地帶，扇頂至扇央地下水水位坡降較陡，扇央至扇尾之水位坡降則趨於平緩。惟長年因地下水超限使用，致地下水位下降，引發濁水溪沖積扇扇央及扇尾地區地層嚴重下陷。近年逐漸由沿海地區往內陸之溪州、土庫及元長地區轉移趨勢，危及沿海鄉鎮區域排水及高鐵行車安全。

一、地下水特性

濁水溪主流發源於中央山脈西麓，合歡山以南與玉山山塊北側之間地區，向西貫穿雪山-玉山帶、麓山帶與八卦-斗六丘陵區，在丘陵區西側形成沖積扇系統。流經南投、彰化及雲林等行政區，為台灣境內最長之河川，地形大致自東向西漸次由高山山脈、丘陵、台地、以至於沖積扇平原。主要地層均呈南北狹長而略向西之弧形帶狀分布，中下游丘陵及平地區域在地表為現代沖積層，次為台地礫石層，下為頭嵙山礫石層三者之總厚度在數百公尺以上；以上各岩層均由未固結之粘土、細砂、礫石等所組成；砂及礫層孔隙發達，含水性能甚佳，構成主要含水層次。更深則為上新世或更老之地層，主要由較緻密之砂頁岩所組成，透水及含水性不佳。上游山脈大部分屬第三紀亞變質岩

系，板岩極發達，含有許多複雜之褶曲與斷層，故山崩眾多，且風化侵蝕甚顯著，以致濁水溪特性為終年混濁；板岩、變質砂岩、石英之碎屑等在上游侵蝕並經搬運而在平原地區堆積，形成本沖積扇，面積約 2,301 平方公里。

濁水溪沖積扇之地下水觀測站井係由經濟部水利署於民國 81 年起推動「台灣地區地下水觀測站網整體計畫」，依據經濟部地質調查所民國 88 年「臺灣地區地下水觀測網第一期計畫濁水溪沖積扇水文地質調查研究報告」中，以濁水溪 72 站之地層柱狀圖，完成平原地區水文地質剖面(深度約達 300 公尺)，另依丘陵及河谷區 8 站地層柱狀圖繪製水文地質剖面(深度約達 250 公尺)，劃分出濁水溪沖積扇之概念分層(如圖 5-1 所示)，於此範圍內由上而下水文地質分層大致可分成四個含水層(第一、二、三、四含水層)與 3 個阻水層(第一、二、三阻水層)。其中第二含水層之厚度最大，內夾二至三層延展範圍大之泥層，此等泥層對含水層有局部分割作用，而上層之礫石層範圍為濁水溪沖積扇之天然補助區，另於邊界之東側為砂及泥混合之土壤，此區可歸納為半透水區或不透水區。地下含水層水流由東向西流動，扇頂附近以厚層礫石為主，分層並不明顯，沒有主要的阻水層(泥層)各地下水層互通，目前沿海一帶之地下水水位已低於海平面，而扇頂區之降雨、河川入滲與斗六丘陵灌溉水等為地下水主要的補注區。濁水溪沖積扇各含水層及阻水層之地質變化與分佈分述如后。

(一) 含水層一(F1)

含水層一為沖積扇之最表層，分佈範圍涵蓋全區，由地表起至最深處約 103 公尺，厚度介於 19~103 公尺間，平均厚度約 42 公尺。本層於扇頂附近以礫石及粗砂為主，其厚度較大；乃至扇央及扇尾其岩性漸次相變為細砂及細砂，其表面與內部具有延展良好之厚泥層分佈，致地下水層局部受壓或分段現象。

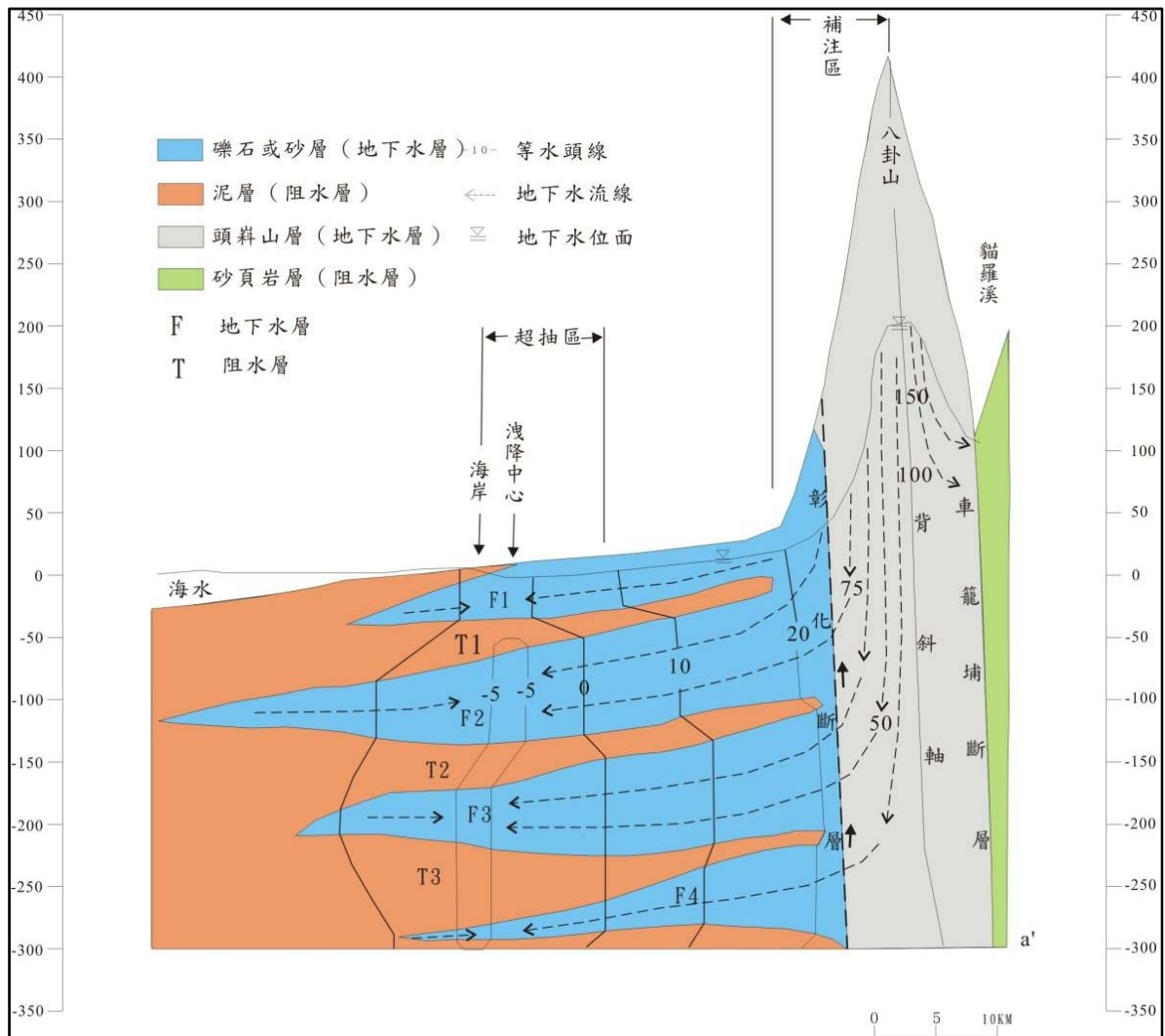
(二) 阻水層一(T1)

阻水層一位於含水層一之下，廣泛分佈於扇央及扇尾，平均厚度約 14 公尺，本層主要為泥層，由黏土、泥或粉砂層組成，局部

則夾細砂及少數粗砂。其深度約 35~129 公尺間，平均深度約 56 公尺。

(三) 含水層二(F2)

本層分佈範圍涵蓋全區，深度介於地表下 35~217 公尺間，厚度介於 76~145 公尺不等，平均厚度約 95 公尺，為各含水層厚度最大者。本層於扇頂附近以礫石及粗砂層為主，與含水層一之間並無明顯之阻水層分隔。另外，部分地區內夾二至三層延展範圍大之泥層，此等泥層對含水層有局部分割作用，而上層之礫石層範圍為濁水溪沖積扇之天然補助區，另於邊界之東側為砂及泥混合之土壤，此區可歸納為半透水區或不透水區。



資料來源：地下水補注地質敏感區劃定計畫書草案。

圖 5-1 濁水溪沖積扇地下含水層分布剖面示意圖

(四) 阻水層二(T2)

阻水層二位於含水層二之下，廣泛分佈於扇央及扇尾，平均厚度約 23 公尺，主要為泥層夾細砂層，局部夾雜粗砂層，其深度介於 140~223 公尺，平均深度約 174 公尺。

(五) 含水層三(F3)

其分佈範圍亦涵蓋全區，規模略小於含水層二，深度於 140~275 公尺間，厚度則介於 42~122 公尺間，變異頗大，此肇因為濁水溪以北地區之含水層三比以南者發達所致。本層於扇頂以厚層礫石及粗砂為主，往扇央及扇尾則漸次相變為粗砂、細砂及泥層之互層。

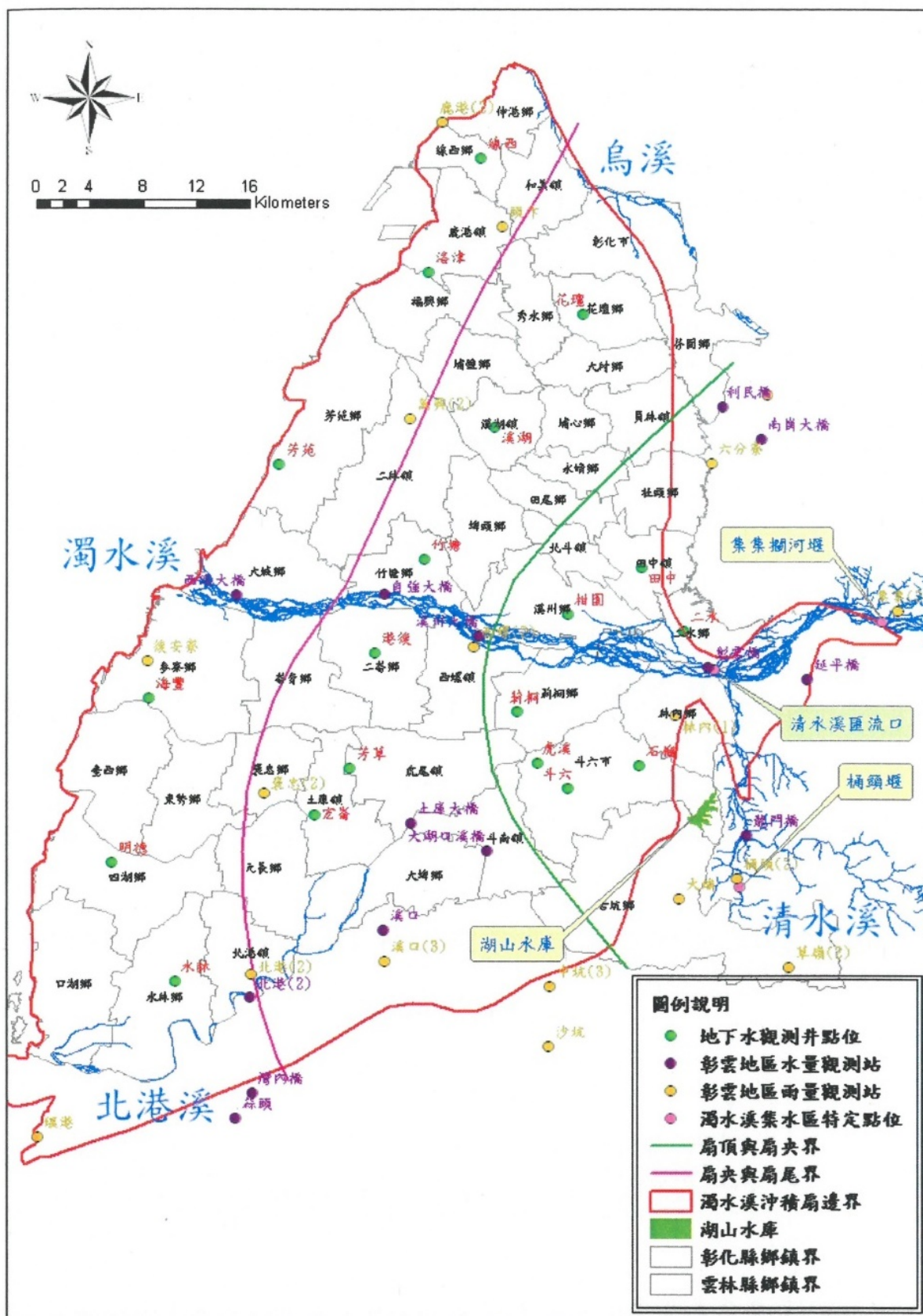
(六) 阻水層三(T3)

阻水層三位於含水層三之下，分佈於濁水溪以北之地區厚度較小，範圍較小，此層在濁水溪以南的地區較發達，最大厚度約 28 公尺，厚度平均約 11 公尺，多由泥層夾細砂層所組成。

(七) 含水層四(F4)

本層於扇頂附近以礫石層及粗砂層為主，往扇央及扇尾則相變為細砂為主，其分布深度介於 238~313 公尺間，厚度為 6~51 公尺間，平均厚度約 24 公尺，為各含水層中厚度最小者。

濁水溪沖積扇大致區分為扇頂、扇央及扇尾區，如圖 5-2 所示。扇頂區位於員林、溪州、西螺、虎溪及溫厝聯線以東，以厚層粗至中粒礫石為主，偶夾砂層，向西呈幅射展開，往扇央及扇尾沉積物粒度逐漸變細，含泥質亦較多。其各地下水層間無明顯之阻水層存在，露出於地表之區域即為主要之地下水補注區，河水、雨水及灌溉水等水源可直接入滲補注至深層地下水，並分別流入下游扇央及扇尾之各含水層；扇央區位於扇頂區以西，至好修、趙甲、潭墘、田洋及北港聯線以東。粗至中粒砂層含薄層小礫為主，夾粉砂或黏土層。其各地下水層間明顯之阻水層存在，雨水及地表水僅能入滲補注至第一含水層；扇尾區位於扇央區以西至沿海，以沉泥及黏土層夾細砂層為主，各地下水層間如扇央區皆有明顯阻水層存在，無法直接補注更深層之含水層。



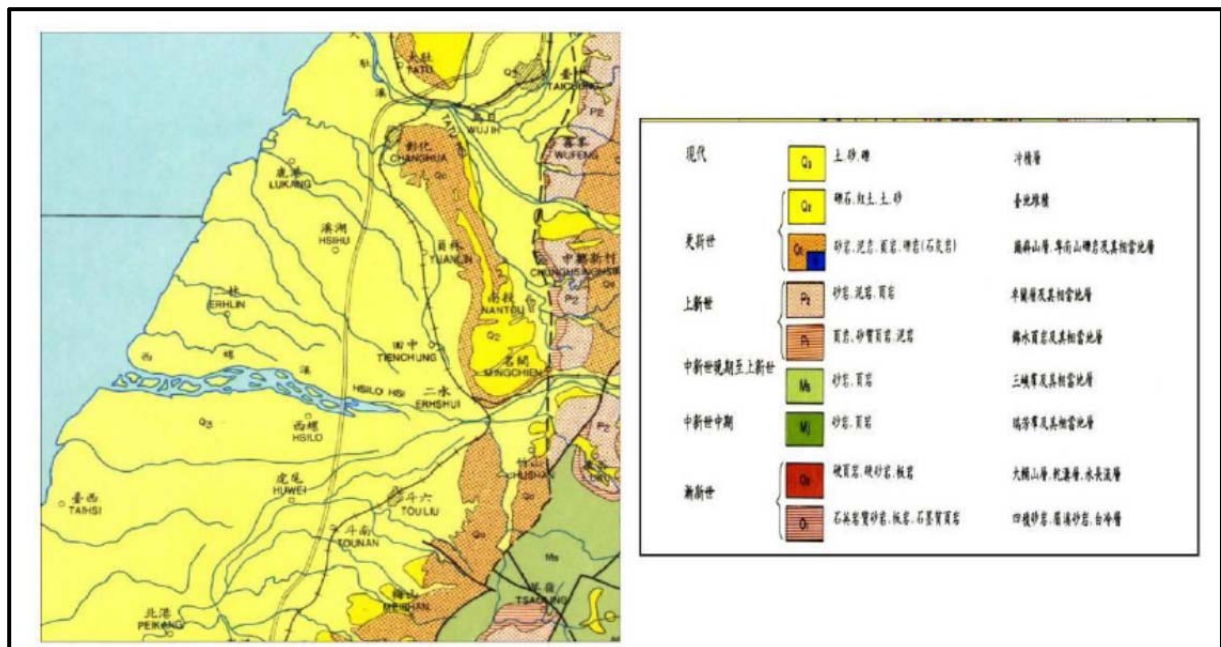
資料來源：雲林彰化地區地下水補注推動計畫，經濟部水利署，99年。

圖 5-2 濁水溪沖積扇地下水觀測網站分布圖

補注水量可概分為垂直入滲補注(含河川補注)及側向入滲補注，濁水溪沖積扇之補注量已有相當多之學者與計畫進行推算，整理歷年各研究成果如表 5-1 所示，惟推估方法之不同，所演算之補注量存在相當之差異，彰化地區之地下水補注量約為每年 4.43~8.07 億立方公尺間，而雲林地區地下補注量約為每年 4.66~5.32 億立方公尺間。濁水溪沖積扇之年補注量豐枯有別，介於 8.18 至 23.1 億立方公尺間，其中採 MODFLOW 模式配合地下水歷線法及同位素分析推估方式則有較大補注量，民國 108 年濁水溪沖積扇地下水補注量約有 1,948 百萬噸/年。

二、地質特性

彰雲地區地面地質大部分為現代沖積層(圖 5-3 所示)，東側周緣之丘陵地出露有頭嵙山層及台地堆積層。沖積扇地層皆屬於全新世未固結的礫石、砂、粉砂及黏土等所組成，厚度超過 200m。砂礫質沉積物為河道狀分布，由扇頂向西呈輻射展開；扇央及扇尾部分則顆粒較細，含泥質亦較多，其地層多半為細砂與黏土交錯層組成，一般表層覆土在 2 至 4m 之間，平均約 3m。



資料來源：中央地調所，89年。

圖 5-3 彰雲地區地質圖

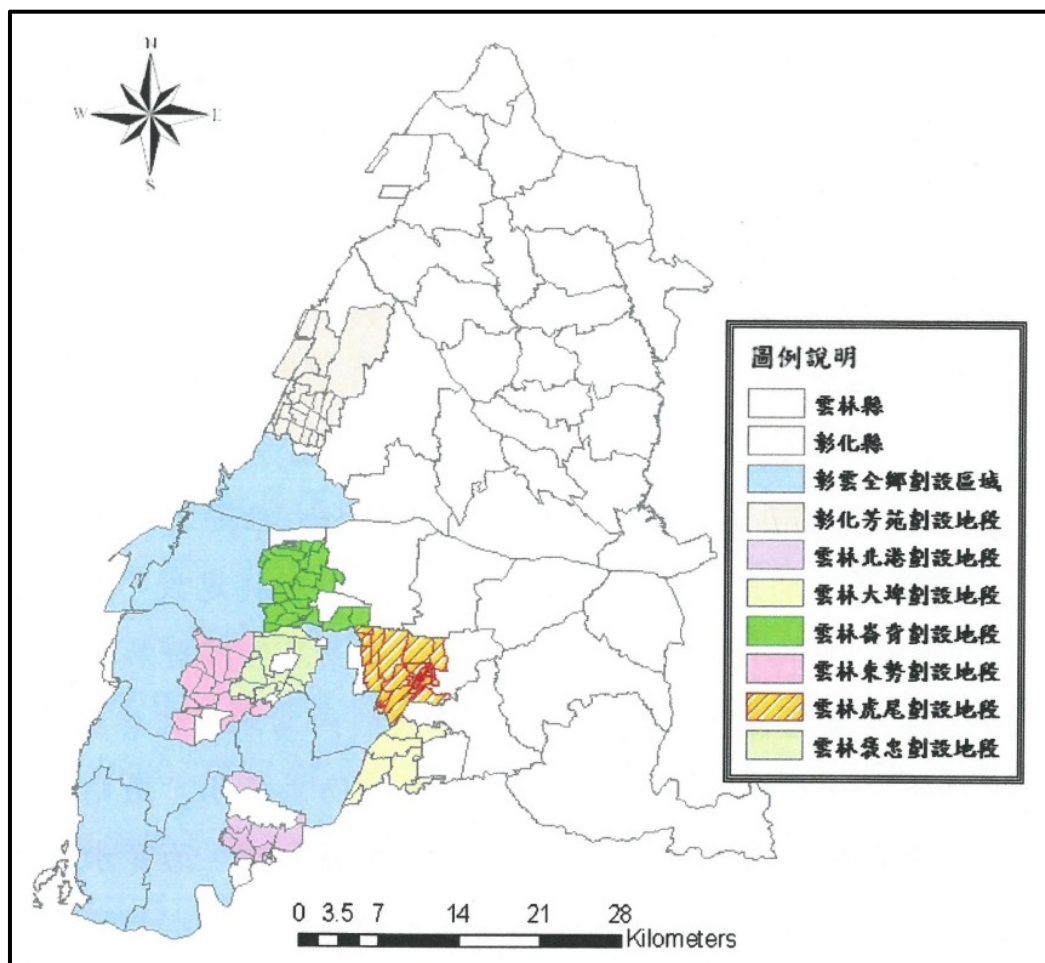
表 5-1 濁水溪沖積扇地下水補注量相關研究

研究方法	推算單位	補注量(百萬噸/年)
現場調查法	甘乃迪公司(47年)	1,300
現場調查法	水資會(58年)	1,300
現場調查法	水資會(61年)	1,028
現場調查法	水資會(65年)	1,140
現場調查法	嘉義農專(80年)	1,140
現場調查法	水資會(81年)	1,694
MODFLOW數值模擬	姜儷安(85年)	466
碳十四定年與氚示蹤	劉聰桂(85年)	900
3DFEWA數值模擬	張誠信(85年)	488
非飽和層一維長期水文模式	李天浩(86年)	517
MODFLOW數值模擬	土木科技(86年)	532
MODFLOW數值模擬	葉文工(87年)	897
MODFLOW數值模擬	中興工程(87年)	818
水平衡法		525
非飽和層一維長期水文模式	劉振宇(87年)	1,820
地下水歷線分析法	地調所 江崇榮、黃智昭、陳瑞娥(88~90)	88年：1,536
		89年：1,534
		90年：1,530
消退曲線位移法與基流資料估計法	李振誥(89年)	930~1,050
MODFLOW數值模擬		1,080
一維垂向水平衡法(陳尚、李德滋參數)	能邦公司(89年)	1,255~1,429
MODFLOW數值模擬	中興工程(90年)	850
MODFLOW數值模擬	張良正、劉振宇(91年)	2,260
一維垂向水平衡法	巨廷工程顧問股份有限公司 及國立交通大學(94年)	53年：713
		62年：820
		70年：896
地下水歷線分析法	江崇榮(95年)	1,295
需求推估法	中興工程(95年)	812
MODFLOW數值模擬配合地下水歷線法	台大水工所(98年)	2,111
地下水歷線及同位素分析法	台大水工所(100年)	2,312
MODFLOW數值模擬配合地下水歷線法	中央地質調查所(101年)	1,828
MODFLOW數值模擬	成大基金會(101年)	1,675
穩定基流分析法	水利署(104年)	100年：826
		101年：1,117
		102年：1,135
		103年：856
網格化降雨量	交通大學(105年)	1,000
HEC-RAS與MODFLOW模式評估	成功大學(108年)	1,948

三、地層下陷情況

台灣的地下水為最寶貴且無法替代的天然資源，平時可補助地表水源的不足，緊急時則可發揮救助的功能，為調節水資源供需的重要來源，然地下水資源卻因不當的開發與使用而面臨嚴重的危機，而諸多地下水超限產生的問題裡，地層下陷為明顯可見的。

濁水溪沖積扇為地下水儲蓄豐沛之地區，主要包含彰化縣與雲林縣，由於長年地下水之超限開發與利用，造成雲林彰化地區的地層下陷，近期更對高鐵行車安全造成威脅，依據經濟部公告之嚴重地層下陷地區，彰雲地區包括彰化縣大城鄉及雲林縣麥寮鄉、台西鄉、土庫鎮、元長鄉、口湖鄉、四湖鄉、水林鄉等鄉鎮屬全區劃設，而彰化縣芳苑鄉及雲林縣、崙背鄉、褒忠鄉、虎尾鎮、東勢鄉、大埤鄉、北港鎮則屬部份地段劃設，如圖 5-4 所示。其地層下陷情形說明如下：



資料來源：經濟部水利署水文技術組。

圖 5-4 彰雲地區嚴重下陷地區位置圖

(一) 彰化地區

彰化地區位處濁水溪沖積扇北半部，過去受濁水溪改道與洪氾影響，地層組成包含 50% 以上之大量細砂及黏土，因黏土層容易壓密特性致彰化地區成為地層下陷高潛勢區域。自民國 81 年迄今，因沿海養殖業超量抽取地下水，引發嚴重下陷，彰化地區總下陷量在 30 公分以上之下陷區涵蓋大城鄉、芳苑鄉、二林鎮、竹塘鄉、埔鹽鄉、溪湖鎮、埤頭鄉、溪州鄉與埔心鄉，其中累積下陷量最大的區域為大城鄉。

依歷年持續下陷速率、面積及下陷量整理如表 5-2 及圖 5-5 所示，大城鄉近年下陷速率雖已減緩，惟長期的累積下陷量已超過 210 公分以上，大城鄉附近之海堤應列為監測的重點，且同時注意颱風季節與漲退潮時可能發生海水倒灌的情形。另溪州地區自 81~108 年累計畫限量已超過 80 公分以上，考量該地區高鐵路線經過，目前以工程手段和減抽地下水管制，已有效控制，惟需長期監測並加強違法水井取締，或改用替代水源減緩政策仍須持續進行。

自 98 年起彰化全區地層下陷情況逐漸受到控制，因沿海地區養殖漁業型態改變，養殖面積(如大城鄉)逐年下降(圖 5-6)，抽用地下水的情況逐漸減少，使得地下水位呈顯著回升的趨勢，目前沿海地區以無顯著下陷，近年地層下陷區域主要發生在內陸的局部區域(如溪湖鎮與溪州鄉)，且顯著下陷範圍均小於 30 平方公里。近年彰化全區地層下陷情況逐漸受到控制，其最大下陷速率逐年減緩，自民國 90 年之 17.6 公分/年減低至 108 年之 3.3 公分/年(圖 5-7)，且顯著下陷面積(年平均下陷速率大於 3 公分/年以上之面積)亦由原先的 408 平方公里下降至 1.9 平方公里，主要下陷位置發生在溪州鄉與溪湖鎮。

彰化沿海計畫區內之芳苑鄉及大城鄉原為地層下陷潛勢區域，惟自民國 92 年以後因近 5 年下陷速率未達 2~3 公分/年之潛勢規範標準，究其原因乃經濟部自民國 96 年起公告「嚴重地層下陷區」至 106 年 8 月 4 日經濟部公告「地下水管制區」(經授水文字第

表 5-2 彰化地區民國 81~108 年下陷面積分析表

觀測期距	81.10~ 82.08	82.08~ 84.08	84.08~ 86.08	86.08~ 87.08	87.08~ 89.06	89.06~ 90.08	90.08~ 92.08	92.08~ 98.08	93.08~ 94.05	94.05~ 95.01	95.10~ 96.07	96.07~ 97.06	97.06~ 98.07	98.07~ 99.06	99.06~ 100.05	100.05~ 101.05	101.05~ 102.05	102.06~ 103.05	103.06~ 104.06	104.06~ 105.05	105.06~ 106.05	106.06~ 107.05	107.05~ 108.05
最大下陷速率 (公分/年)	17.1	21.7	23.6	19.3	16.4	17.6	10.4	14.2	11	8.9	8.4	6.4	5.7	6.4	5.3	5.4	4.8	3.4	4.1	3.5	3.5	3.4	3.3
最大下陷速率 發生地點	大城鄉	大城鄉	大城鄉	大城鄉	大城鄉	大城鄉	大城鄉	溪湖鎮	溪湖鎮	溪湖鎮	二林鎮	二林鎮	溪州鄉	溪州鄉	溪湖鎮	溪州鄉	溪州鄉	溪州鄉	溪州鄉	溪州鄉	溪州鄉	溪州鄉	溪州鄉
速率超過(2公分/年)之面積 (平方公里)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90.2	177.2	12.4	113.7	79.1	58.2
速率超過(3公分/年)之面積 (平方公里)	59.9	195.9	257.6	392.0	321.6	408.0	357.3	368.1	263.4	278.3	225.6	213.7	78.1	138.9	51.4	80.0	2.1	1.5	25.8	1.4	16.9	9.1	1.9
2.0~3.0cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88.7	151.4	11.0	96.8	70.0	56.3
3.0~5.0cm	9.2	84.8	96.8	125.4	88.2	114.2	90.5	124.2	76.4	120.2	98.5	185.2	76.7	131.8	49.8	75.4	2.1	1.5	25.8	1.4	16.9	9.0	1.9
5.0~7.5cm	9.1	44.4	49.8	118.1	75.5	84.0	103.4	99.4	108.4	143.0	126.5	28.4	1.5	7.1	1.7	4.6	-	-	-	-	-	0.1	-
7.5~10.0cm	13.1	15.7	24.6	49.8	89.6	56.3	156.9	122.0	78.5	15.2	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.0~12.5cm	13.0	6.3	28.8	44.2	31.4	70.9	6.5	22.2	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.5~15.0cm	12.9	11.7	17.4	29.0	27.1	38.3	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15.0~17.5cm	2.7	17.6	16.3	16.5	9.8	44.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17.5~20.0cm	-	13.0	12.7	9.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20.0~22.5cm	-	2.3	10.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22.5~25.0cm	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

資料來源：彰化及雲林地區地層下陷監測及分析，經濟部水利署，民國108年12月。

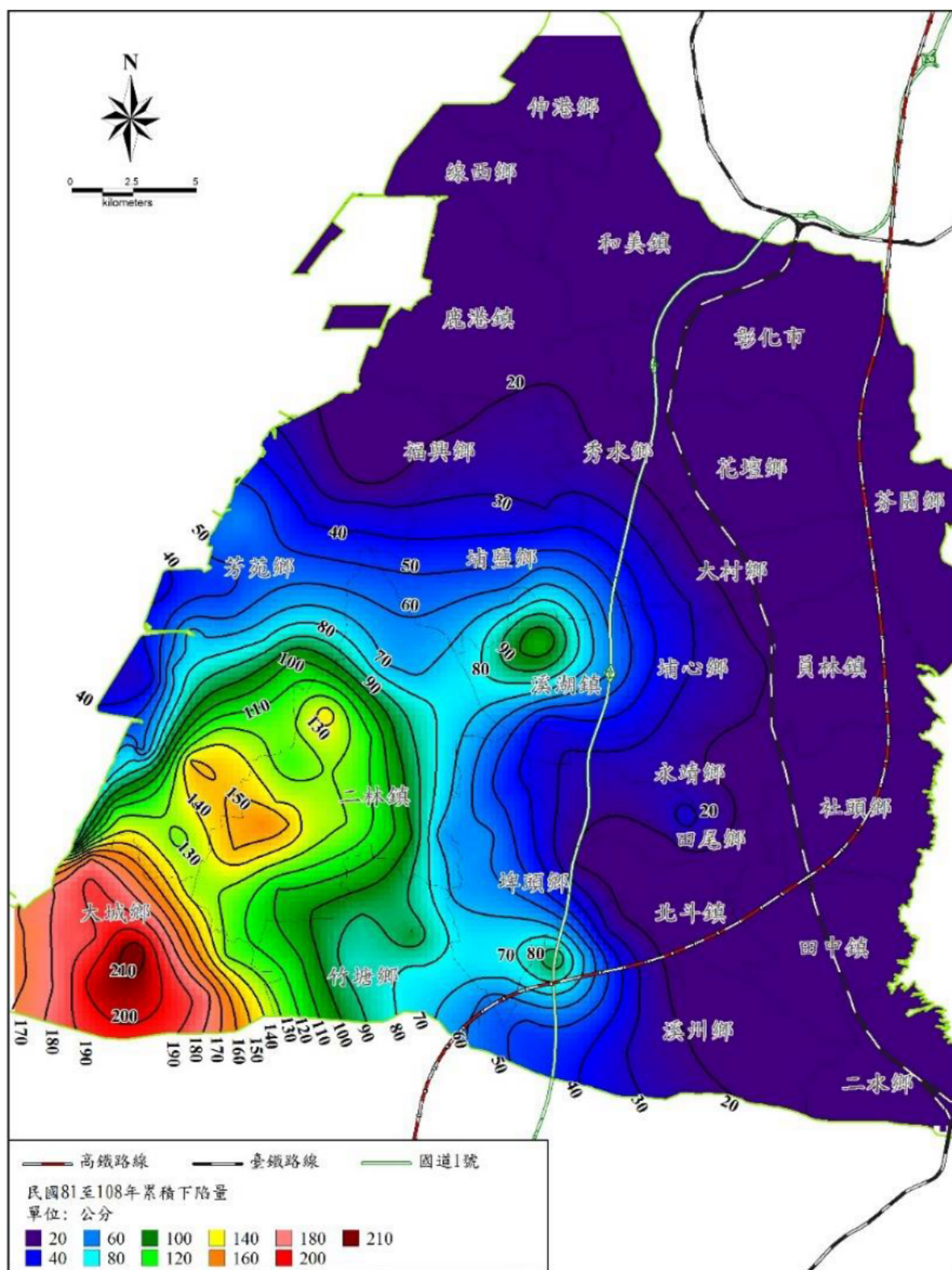
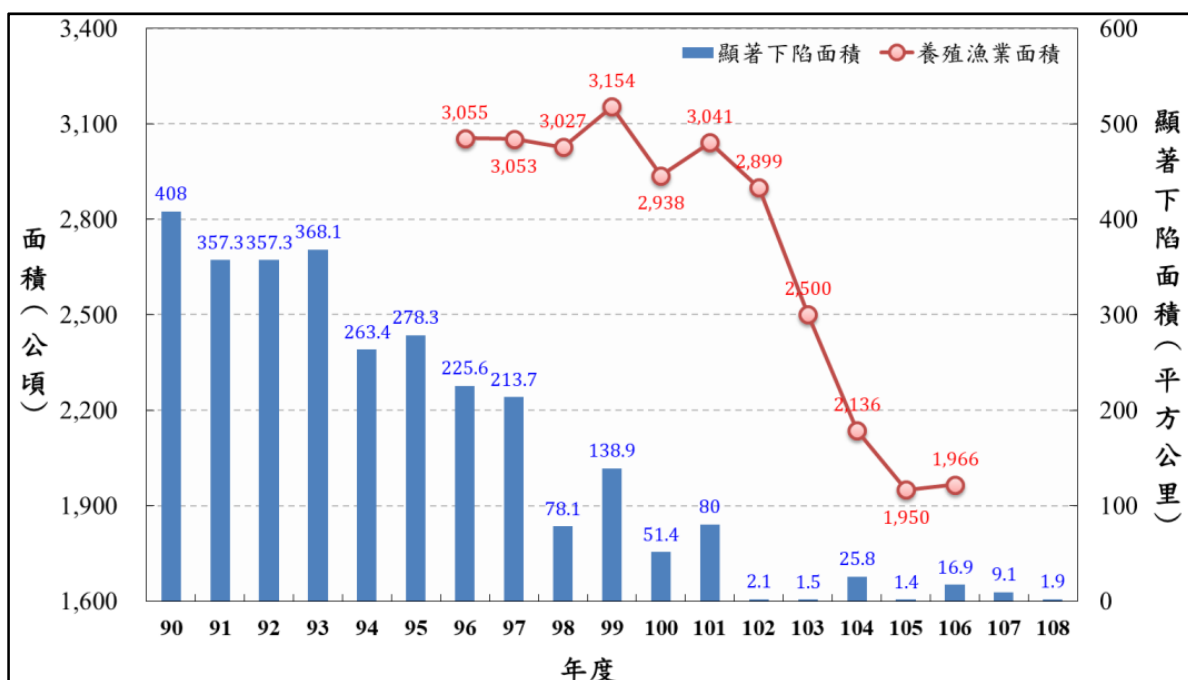


圖 5-5 彰化地區民國 81~108 年累積下陷量等值圖



資料來源：彰化及雲林地區地層下陷監測及分析，經濟部水利署，民國108年12月。

圖 5-6 彰化地區養殖漁業面積與顯著下陷面積圖

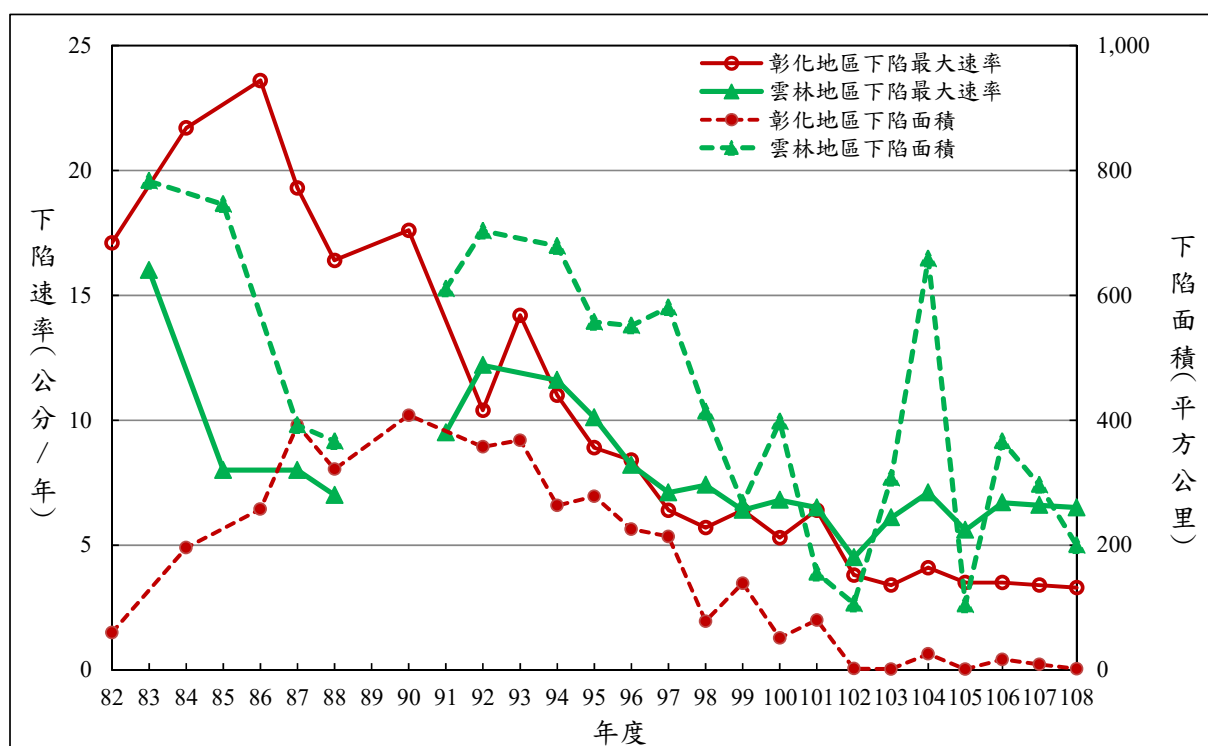


圖 5-7 彰化及雲林地區下陷速率與面積變化圖

10620209170 號)，將「地下水管制區」分為第一級及二級進行地下水使用管制所，故芳苑鄉及大城鄉排除地層下陷潛勢區，回歸為地下水管制並納入暴潮溢淹，以禁止、避免與相容等相關地下水管制措施。

(二) 雲林地區

雲林地區位處濁水溪沖積扇南翼，地質條件與彰化地區相近，地層組成顆粒以具壓縮潛能高之黏土層及粉土層為主，易因外力而發生變形，尤以超抽地下水常易造成地層下陷問題。民國 81~91 年，主要下陷地區以沿海的麥寮鄉、台西鄉與內陸的虎尾鎮、土庫鎮、元長鄉與褒忠鄉為主；民國 91~100 年地層下陷防治開始逐漸產生成效，沿海地區地層下陷逐漸趨緩，內陸地區下陷速率由最大 12.2 公分降至 6.8 公分，顯著下陷面積由 703 平方公里降至 397.6 平方公里，最大下陷量發生在元長鄉；民國 100~108 年主要以內陸虎尾鎮、土庫鎮、元長鄉與褒忠鄉為下陷中心，且四湖鄉與大埤鄉也有下陷情形，最大累積下陷量發生位置為土庫鎮可達 45.3 公分，民國 108 年雲林縣顯著下陷區面積 199.8 平方公里，下陷速率為 6.5 公分/年，下陷中心落在元長、土庫兩鄉，向外延伸至褒忠、虎尾、大埤、四湖、東勢及崙背等鄉鎮。雲林縣中山高速公路以西為主要的下陷地區，中山高速公路以東，則為相對穩定的地區，該現象與地質條件及抽水現象有關，中山高速公路以西，在地質的分界上，主要為濁水溪沖積扇的扇央與扇尾，土壤中富含易壓縮土壤(如粉砂與黏土)，加上雲林地區主要的抽水井都集中在扇央與扇尾地區，其中尤其以扇央最多，因此造成近年來，雲林內陸地區發生大量的下陷狀況。

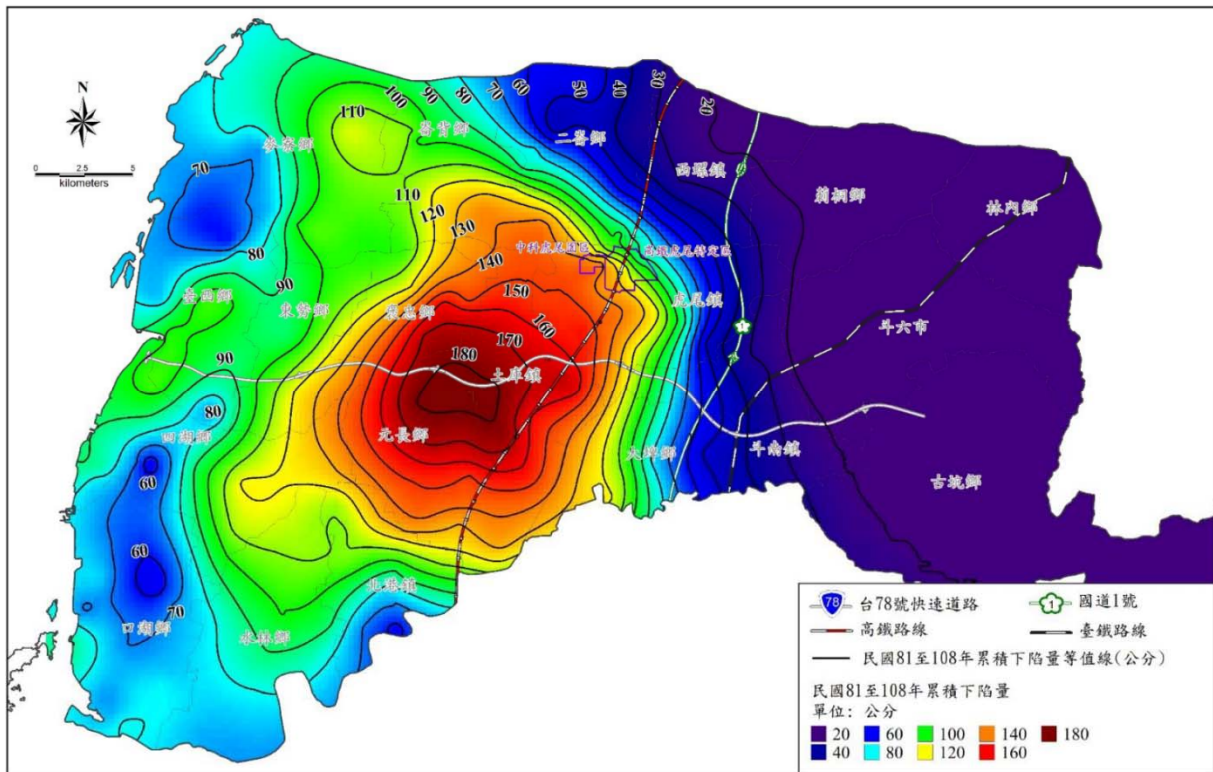
整體評估雲林地區近 20 年的總下陷量(表 5-3 及圖 5-8)，雲林地區下陷中心由沿海逐漸向內陸轉移的趨勢，內陸地區已超過 180 公分的下陷量，而高速鐵路正經過最嚴重的下陷區。依據高鐵公司的監測資料顯示，雲林地區高鐵沿線在西螺地區無明顯下陷，進入虎尾地區後快速下陷，土庫地區為最大下陷地區。依據成大地層下

表 5-3 雲林地區民國 81~108 年下陷面積分析表

觀測期距	81.08~ 83.01	83.10~ 85.01	85.10~ 87.02	87.02~ 88.11	88.11~ 91.04	91.04~ 92.04	92.04~ 94.05	94.05~ 95.01	95.10~ 96.07	96.07~ 97.05	97.05~ 98.06	98.06~ 99.05	99.05~ 100.05	100.05~ 101.05	101.05~ 102.06	102.06~ 103.05	103.05~ 104.05	104.05~ 105.05	105.05~ 106.05	106.05~ 107.05	107.05~ 108.05
最大下陷速率 (公分/年)	16	8	8	7	9.5	12.2	11.6	10.1	8.2	7.1	7.4	6.4	6.8	7.4	4.5	6.1	7.1	5.6	6.7	6.6	6.5
最大下陷速率 發生地點	麥寮鄉	麥寮鄉	麥寮鄉	元長鄉	土庫鎮	褒忠鄉	元長鄉	元長鄉	虎尾鎮	元長鄉	虎尾鎮	土庫鎮	虎尾鎮	虎尾鎮	虎尾鎮	元長鄉	土庫鎮	土庫鎮	土庫鎮	土庫鎮	元長鄉
速率超過(2公 分/年)之面積 (平方公里)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	451.1	815.1	240.1	647.3	620.8	562.4
速率超過(3公 分/年)之面積 (平方公里)	782.7	745.7	392.0	366.1	610.5	703.1	678.6	557.1	551.5	580.7	413.9	267.1	397.6	261.0	106.4	307.6	658.6	104.9	366.2	296.2	199.8
2.0~3.0cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	143.5	156.5	135.2	281.1	324.6	362.8
3.0~5.0cm	99.5	264.1	140.8	216.0	323.1	335.1	277.6	259.5	283.3	395.4	293.9	206.5	277.0	198.5	106.4	288.5	465.8	104.7	318.0	280.3	183.6
5.0~7.5cm	145.1	476.5	250.8	148.3	188.0	214.3	306.7	190.6	268.0	185.3	120.0	60.6	120.6	62.5	-	19.1	192.8	0.2	48.2	15.9	16.2
7.5~10.0cm	313.4	5.1	0.5	1.8	99.3	121.8	90.4	105.3	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.0~12.5cm	157.0	-	-	-	-	31.9	3.9	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.5~15.0cm	47.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15.0~17.5cm	20.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

資料來源：彰化及雲林地區地層下陷監測及分析，經濟部水利署，民國108年12月。

陷防治資訊網分析，雲林地區內陸下陷惡化之主因與當地抽取地下水和季節雨量豐枯有關，建議落實水井管理。另雲林內陸新下陷區如虎尾、土庫、北港、元長等，這條廊道農地約四千公頃，雲林縣農業處鼓勵轉為旱作，惟每年申報有限。

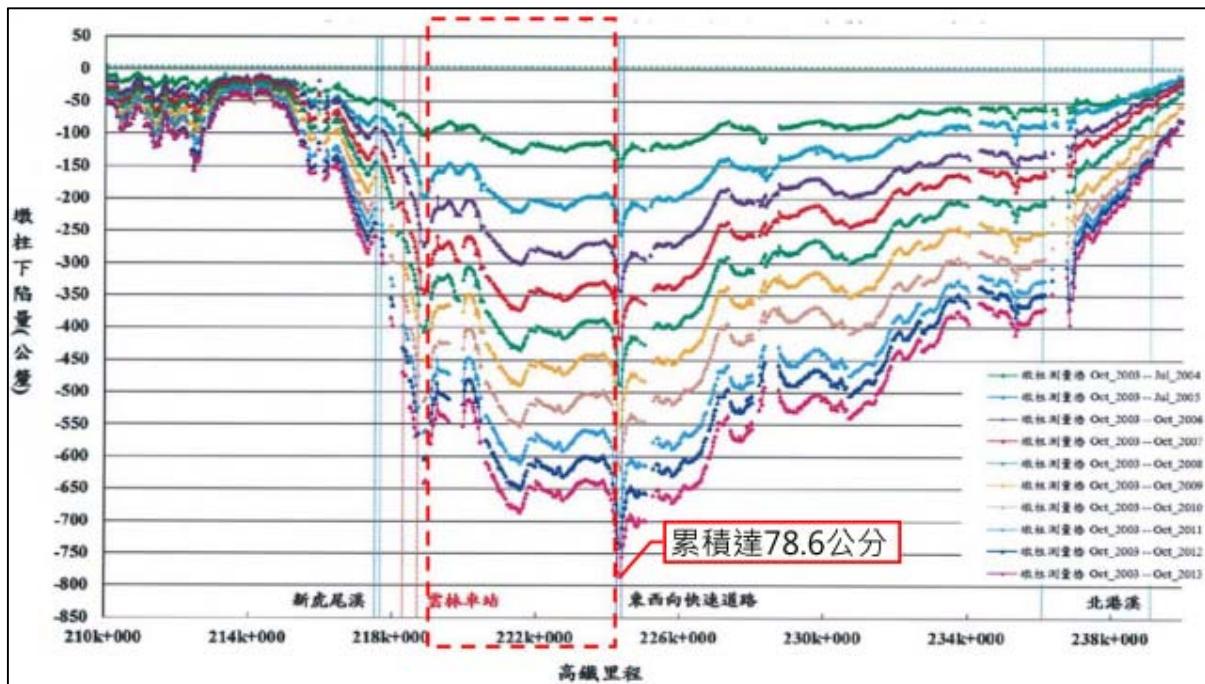


資料來源：彰化及雲林地區地層下陷監測及分析，經濟部水利署，民國108年12月。

圖 5-8 雲林地區民國 81~108 年累積下陷量等值圖

台灣高鐵公司自 92 年起每年即定期對高鐵墩柱下陷進行監測，量測墩柱因差異沉陷所產生的累積角變量是否超過高鐵土木結構設計容許值之 1/1500。並且也進行沿線之水準測量，依該公司 102 年水準測量評估報告，高鐵沿線目前下陷最嚴重地區為高鐵與台 78 線東西向快速道路跨交處，累積最大下陷量已達 78.6 公分(圖 5-9)，102 年持續沉陷 3.5~4.0 公分/年，現階段沉陷雖已減緩但仍未趨於穩定收斂；而 103 年監測結果，高鐵雲彰路段下陷較顯著之彰化溪州、雲林虎尾車站特定區、跨越雲 158 縣道及台 78 線快速道路等 4 處，除台 78 號快速道路處因路堤移除後地層回脹沉陷減少外，其餘 3 處下陷量略微增加；105~107 年監測結果，高鐵雲彰段下陷顯著區沉陷量由 3.2~5.1 公分/年降至 2.4~3.5 公分/年；而 108 年調查結

果於枯水期下陷量較大，沉陷量約為 1.3~3.9 公分/年，顯示地層下陷防治已初見成效。影響高鐵安全主要為差異沉陷(相鄰墩柱角變量)所造成的軌道坡度變化，目前測得數據顯示，彰雲路段雖有下陷情況，惟皆屬大面積之均勻沉陷，高鐵橋墩間角變量與軌道平整度均在容許範圍內。



資料來源：臺灣西南地區地層下陷調查及基本資料建置研究，交通部運輸研究所，107年3月。

圖 5-9 民國 92~102 年雲林地區高鐵沿線橋墩累積地層下陷量

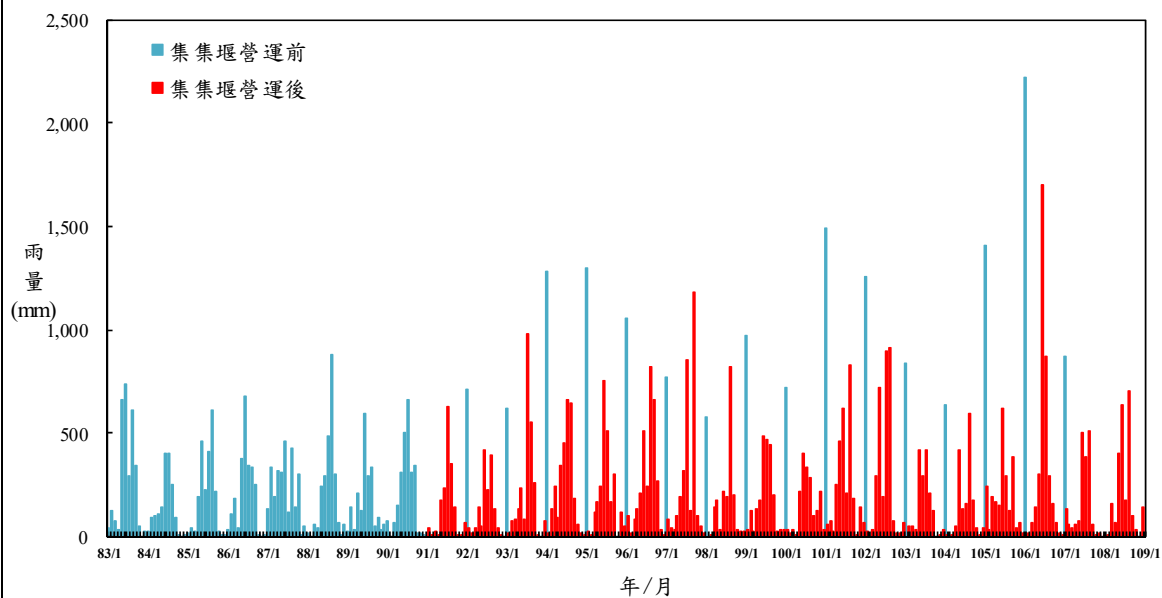
四、地下水觀測及歷時地下水位變化

濁水溪沖積扇之觀測井資料從民國 57 年已記錄，惟無定期與分層記錄之機制，自民國 83 年起陸續於濁水溪沖積扇 62 個地點建立觀測井，分層觀測井於民國 87 年後陸續建置完成。依據水利署地理資訊倉儲中心網站統計觀測站數顯示，目前仍持續觀測之觀測井計有 235 口。

本計畫採用經濟部水利署「水文資訊網整合服務系統」所提供之地下水觀測井網水位資料，水位記錄自 83~109 年，惟部份觀測井站有大量缺測之情形。所蒐集濁水溪地下水位觀測資料，包括各地下水分層之水位觀測歷線、地下水位空間分布，並針對所得資料選定地下水觀測站井之地下水位進行集集攔河堰營運前後沖積扇空間與時間趨勢評估分析，詳如圖 5-10~圖 5-19 所示。

集集(2)

年份	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
雨量 (mm)	2,989	1,616	2,224	2,360	2,781	2,449	1,981	2,445	1,672	1,497	2,493	2,851	2,440
年份	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
雨量 (mm)	3,070	3,093	1,865	2,167	1,814	2,918	3,228	1,624	1,644	2,334	3,638	1,835	2,416



桶頭(2)

年份	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
雨量 (mm)	2,702	2,119	2,113	1,653	3,707	2,851	2,205	3,688	2,583	1,852	2,626	3,472	3,469
年份	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
雨量 (mm)	3,762	4,063	2,944	2,916	2,315	3,592	3,628	2,295	2,419	3,120	3,250	2,671	2,973

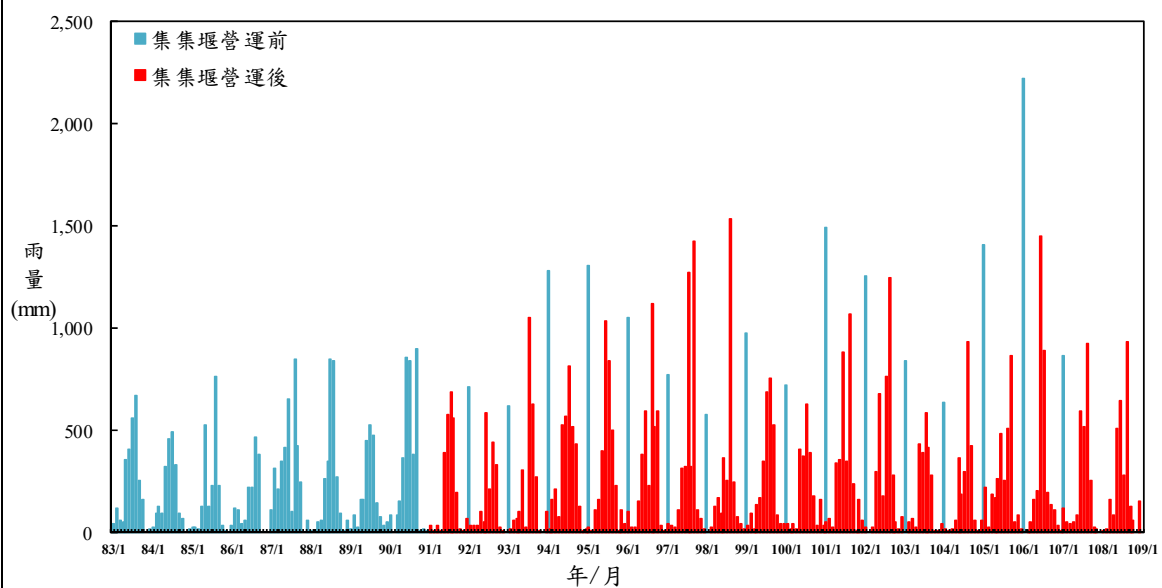


圖 5-10 集集(2)及桶頭(2)測站歷年雨量變化

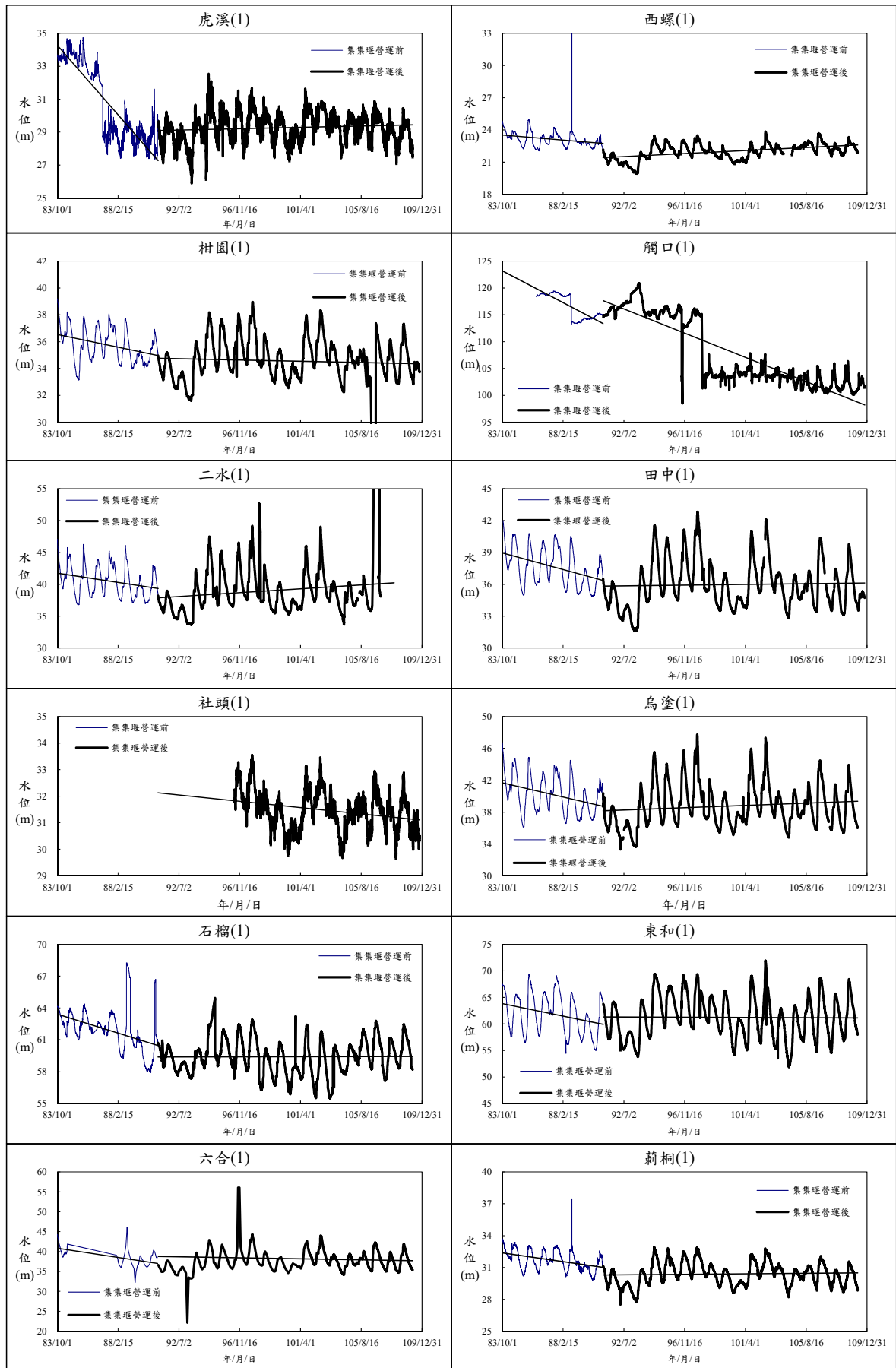


圖 5-11 濁水溪沖積扇扇頂含水第一層觀測井地下水位變化

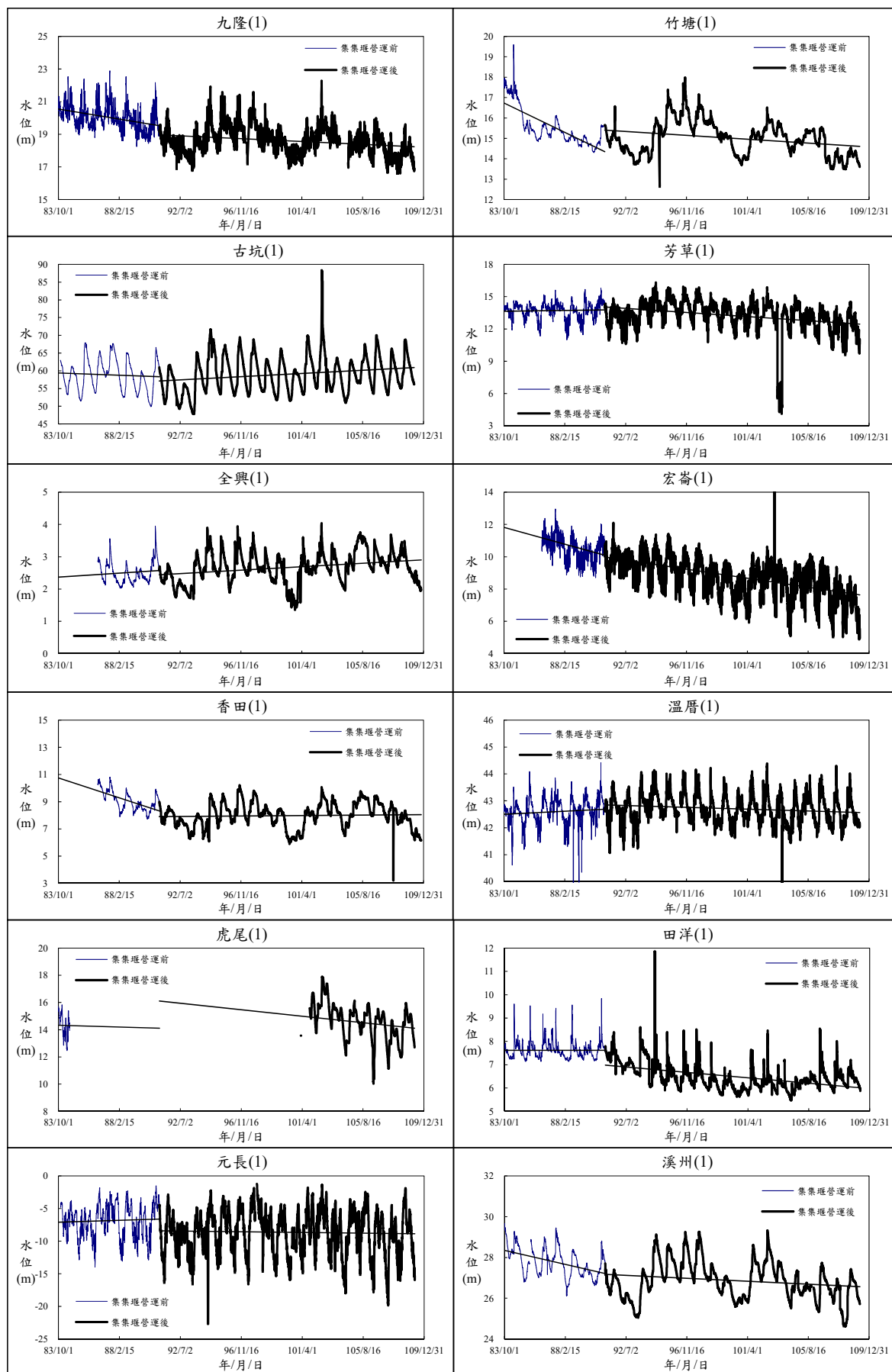


圖 5-12 濁水溪沖積扇扇央含水第一層觀測井地下水位變化

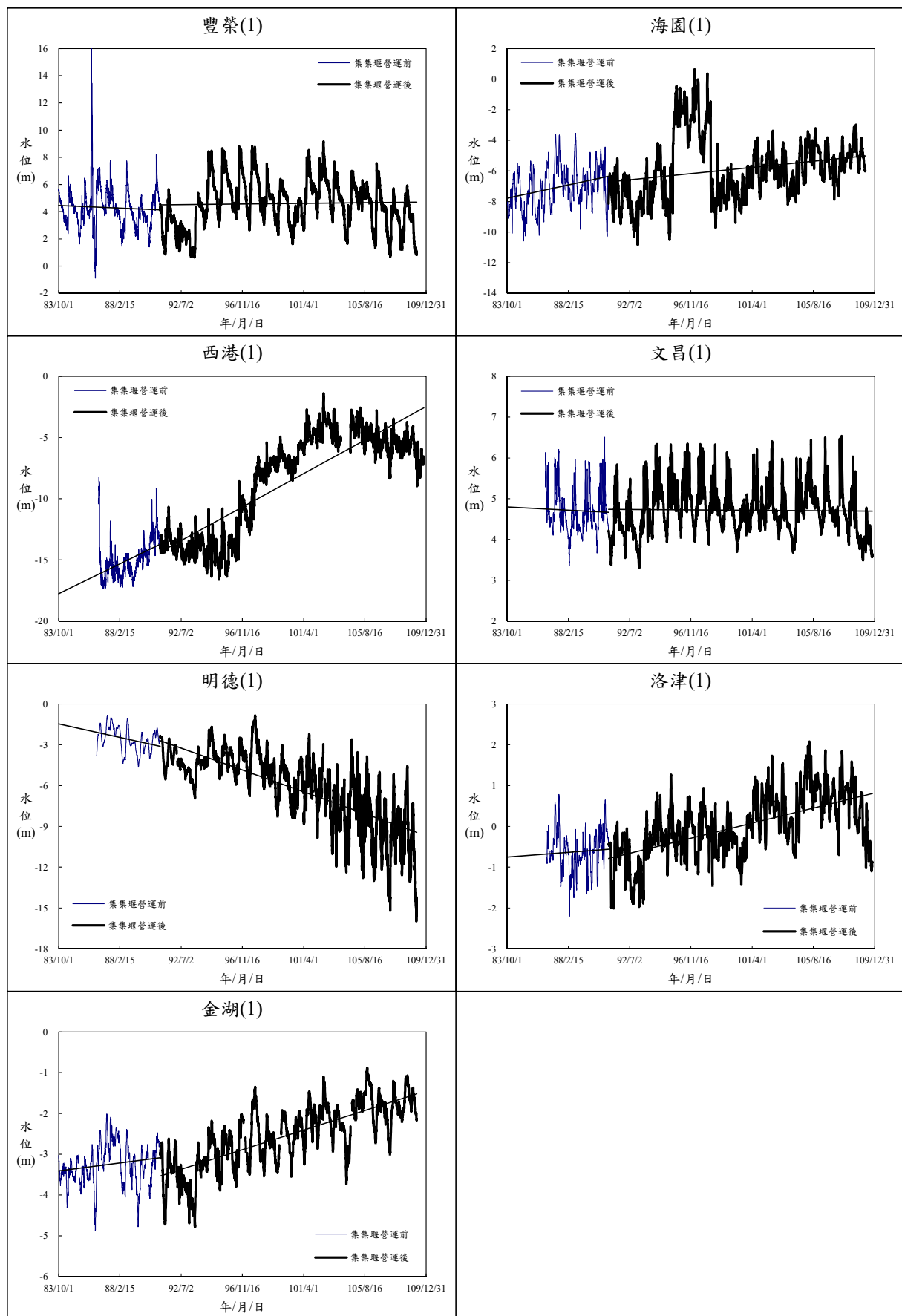


圖 5-13 濁水溪沖積扇尾含水第一層觀測井地下水位變化

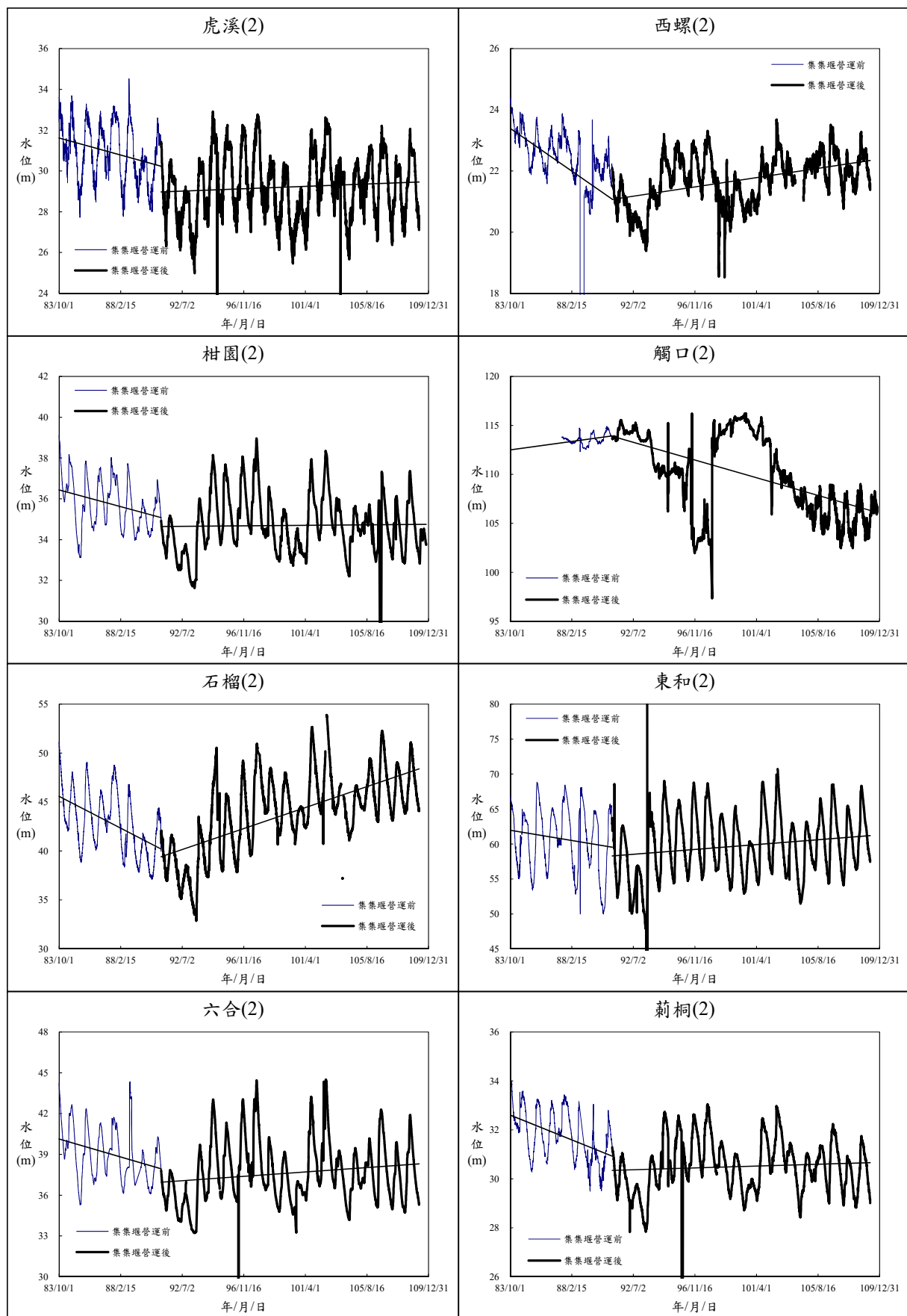


圖 5-14 濁水溪沖積扇扇頂含水第二層觀測井地下水位變化

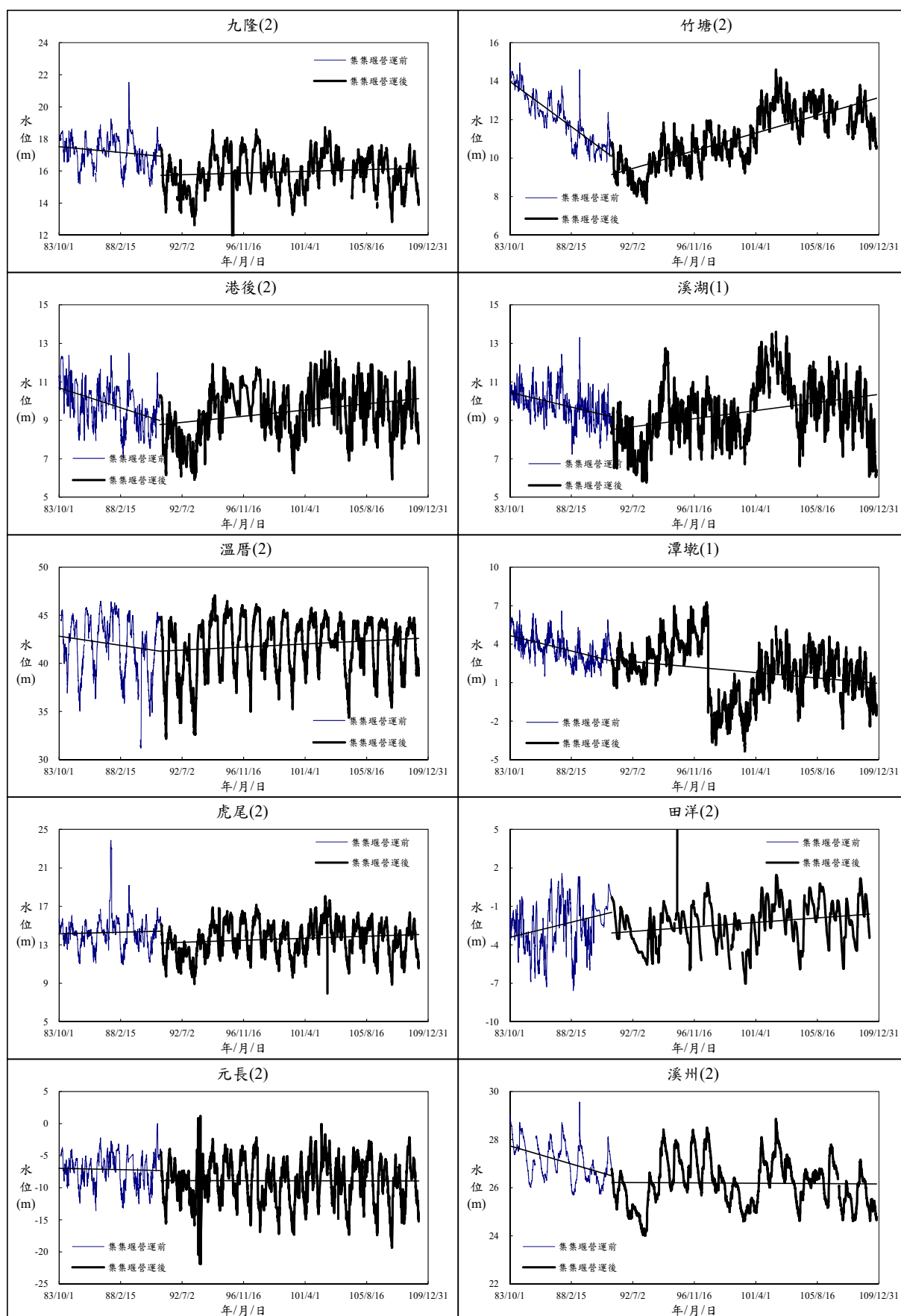


圖 5-15 濁水溪沖積扇扇央含水第二層觀測井地下水位變化

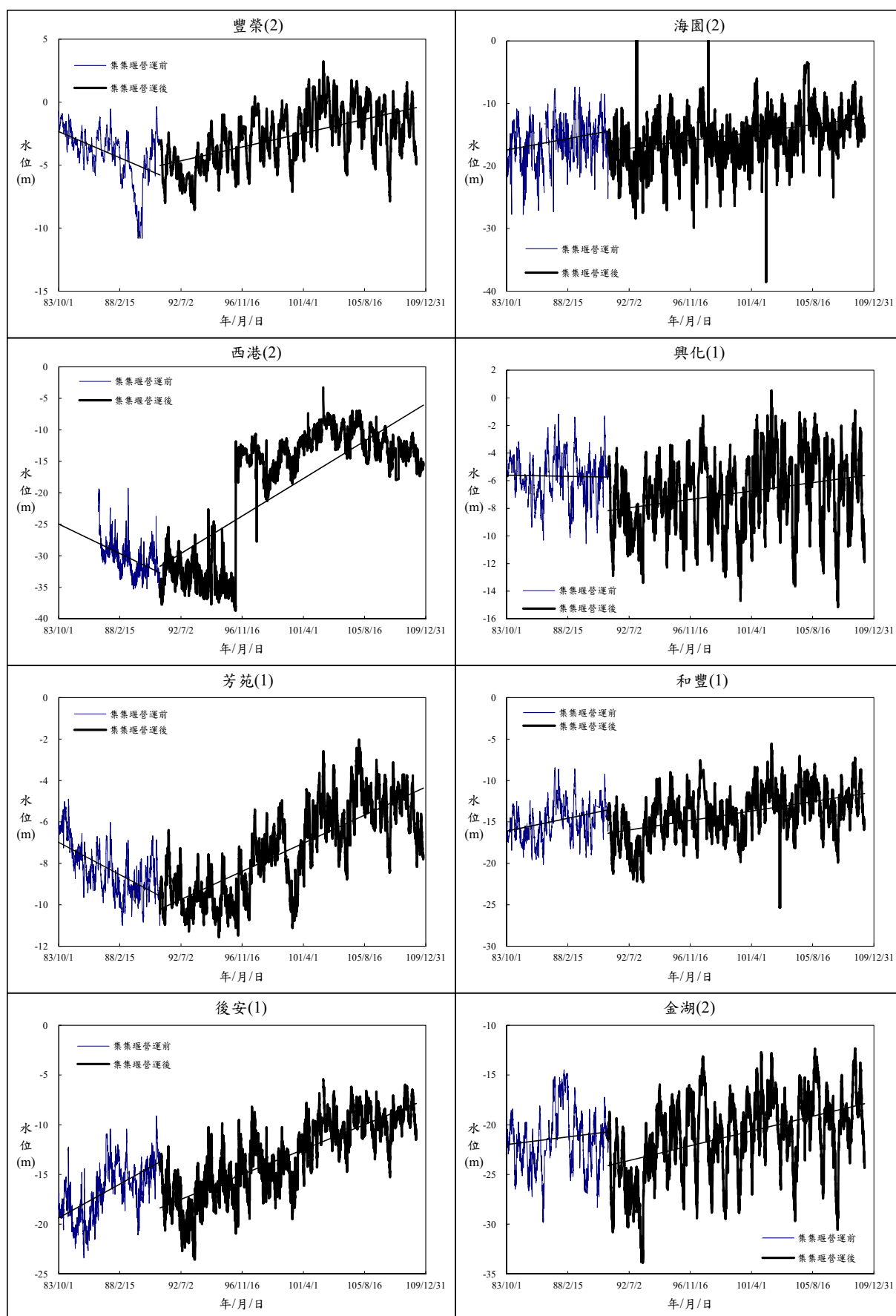


圖 5-16 濁水溪沖積扇扇尾含水第二層觀測井地下水位變化

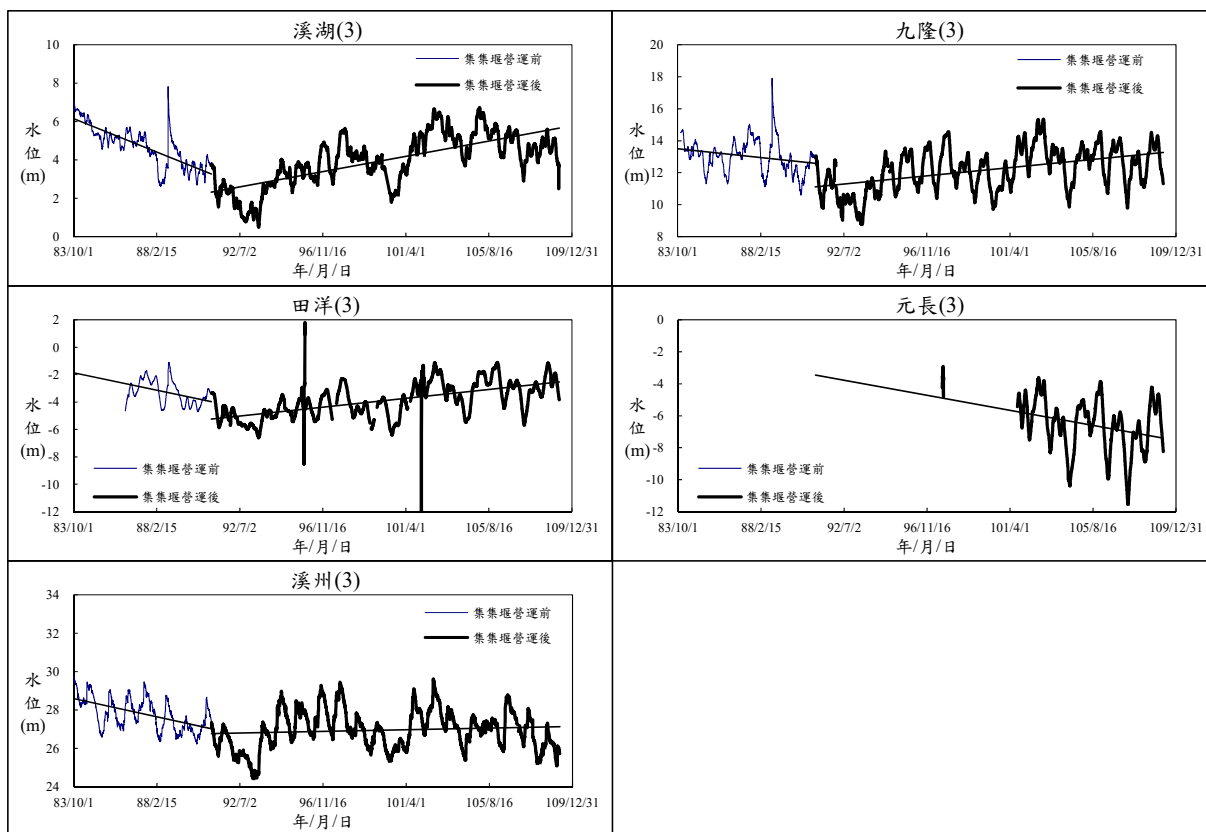


圖 5-17 濁水溪沖積扇扇央含水第三層觀測井地下水位變化

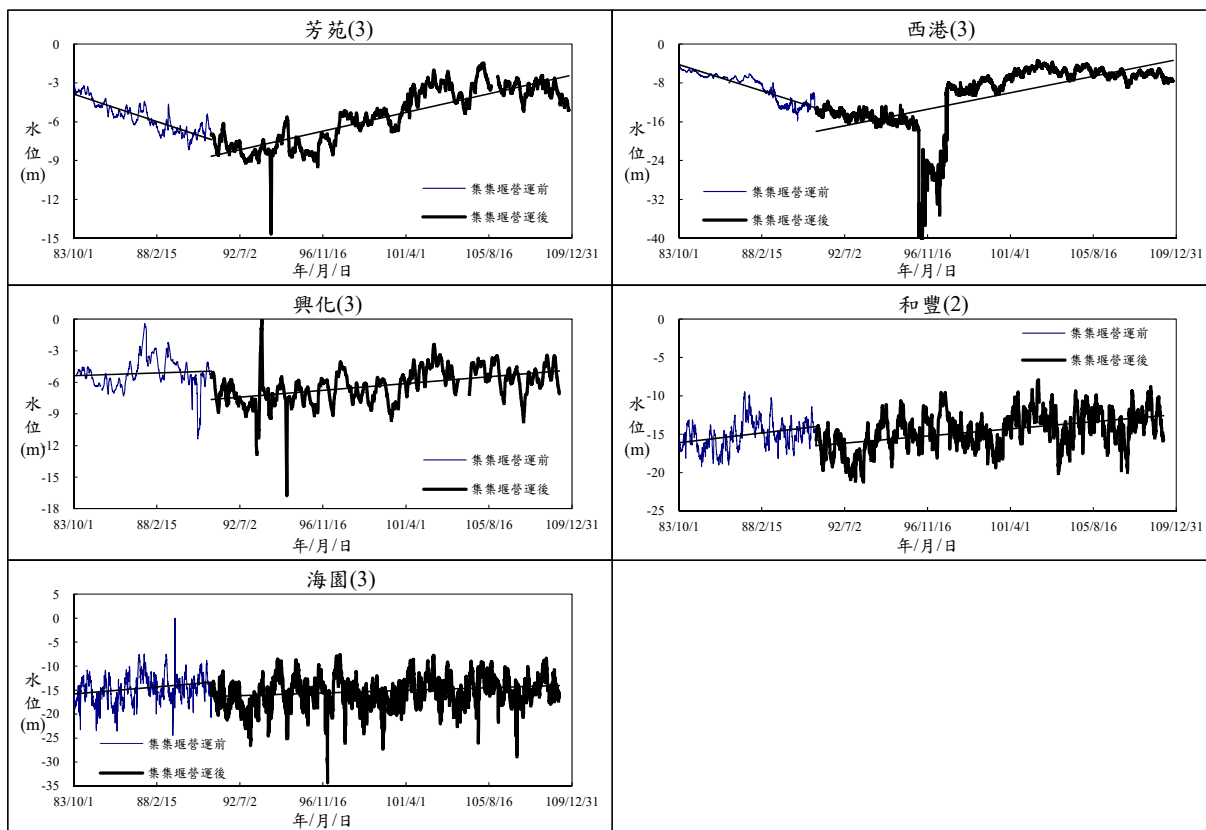


圖 5-18 濁水溪沖積扇扇尾含水第三層觀測井地下水位變化

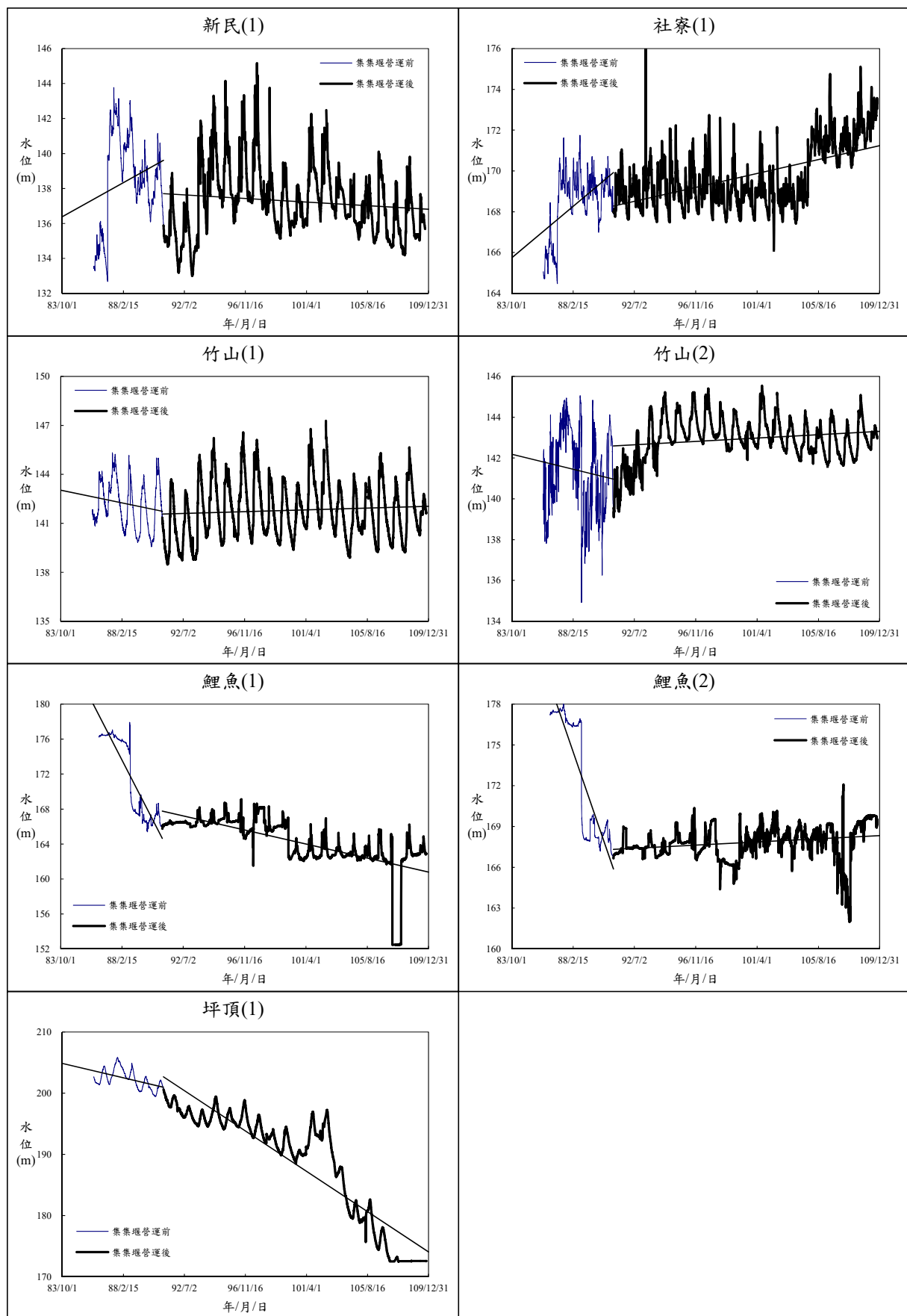


圖 5-19 濁水溪沖積扇不分層觀測井地下水位變化

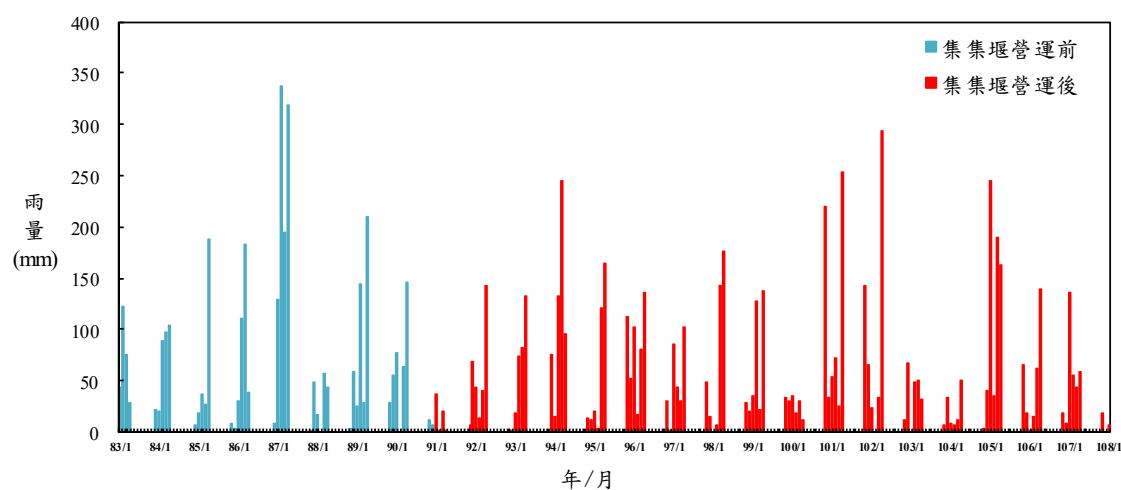
由各觀測井歷時水位變化情況顯示，含水層一扇頂、扇央及扇尾大部分觀測井營運前地下水位呈現下降趨勢，營運後地下水位變化趨勢為上升，僅扇頂部份觸口(1)、社頭(1)、東和(1)、六合(1)、扇央大部分觀測井及扇尾明德(1)等觀測井於集集堰營運後之水位呈現下降趨勢，其餘於集集堰營運後之水位變化趨勢均為上升；含水層二扇頂、扇央及扇尾大部分觀測井營運前地下水位呈現下降趨勢，營運後地下水位變化趨勢為上升，僅扇頂觸口(2)、扇央潭墘(2)於集集堰營運後之水位有下降趨勢，其餘於集集堰營運後之水位變化趨勢均為上升。含水層三扇央及扇尾大部分觀測井，於營運前地下水位呈現下降趨勢，惟營運後地下水位變化趨勢皆為上升趨勢；另未分層部分僅有鯉魚(1)、坪頂(1)於集集堰營運前後之水位變化均呈現下降趨勢；而鯉魚(1)及鯉魚(2)於集集堰營運前之水位有大幅下降趨勢，集集堰營運後之水位下降則有趨緩現象；其餘之觀測井於集集堰營運後水位變化均為上升趨勢。

五、枯水期歷時地下水位變化

另針對 11~4 月枯水期集集攔河堰營運前、後，濁水溪沖積扇範圍內地下水觀測站井之地下水位進行分析(詳如圖 5-20~5-29)。由各觀測井歷時水位變化情況顯示，含水層一大部分觀測井營運前地下水位呈現下降趨勢，除了扇尾部份之西港(1)觀測井為上升趨勢。營運後地下水位變化趨勢大部分為上升，惟扇頂部份有觸口(1)、社頭(1)、東和(1)及六合(1)等，於集集堰營運後之水位呈現下降趨勢，扇央部份除古坑(1)、全興(1)及香田(1)等觀測井，於集集堰營運後之水位呈現上升趨勢，其餘之觀測井集集堰營運後之水位變化趨勢均為下降，扇尾部分僅明德(1)於集集堰營運後之水位呈現下降趨勢，其餘之觀測井集集堰營運後之水位變化為上升趨勢；含水層二觀測井營運前地下水位有些呈現上升趨勢、有些呈現下降趨勢，營運後地下水位變化趨勢為上升，僅扇頂觸口(1)、扇央潭乾(1)於集集堰營運後之水位呈現下降趨勢，其

集集(2)

年份	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
枯水期 雨量 (mm)	293	317	282	370	1029	179	494	305	135	239	384	511	474
年份	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
枯水期 雨量 (mm)	367	324	374	385	350	614	430	170	121	716	245	311	372



桶頭(2)

年份	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
枯水期 雨量 (mm)	290	360	197	305	1035	191	370	346	163	205	334	486	453
年份	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
枯水期 雨量 (mm)	340	290	379	359	312	707	436	195	153	702	263	282	421

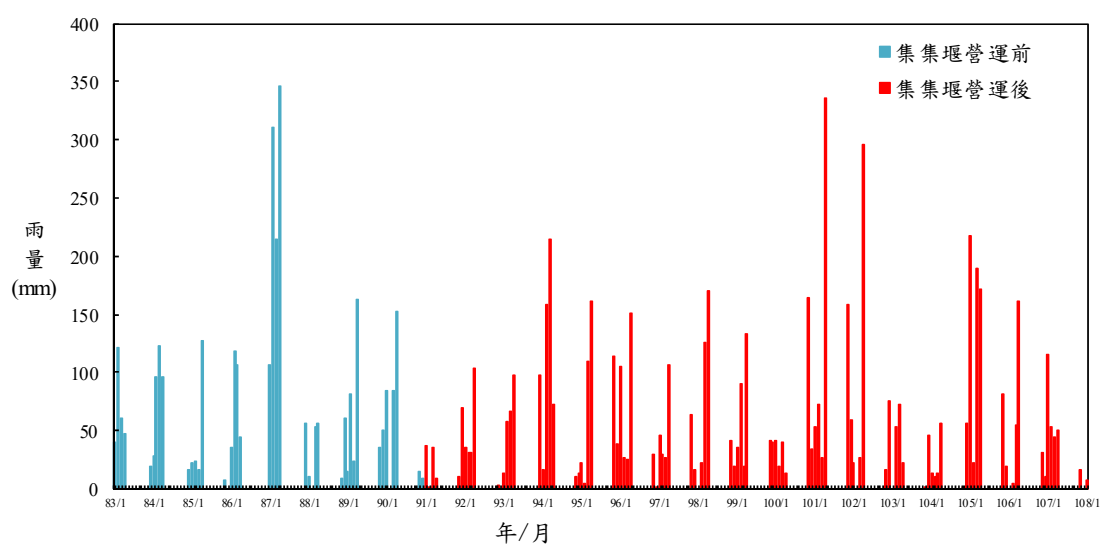


圖 5-20 集集(2)及桶頭(2)測站歷年枯水期雨量變化

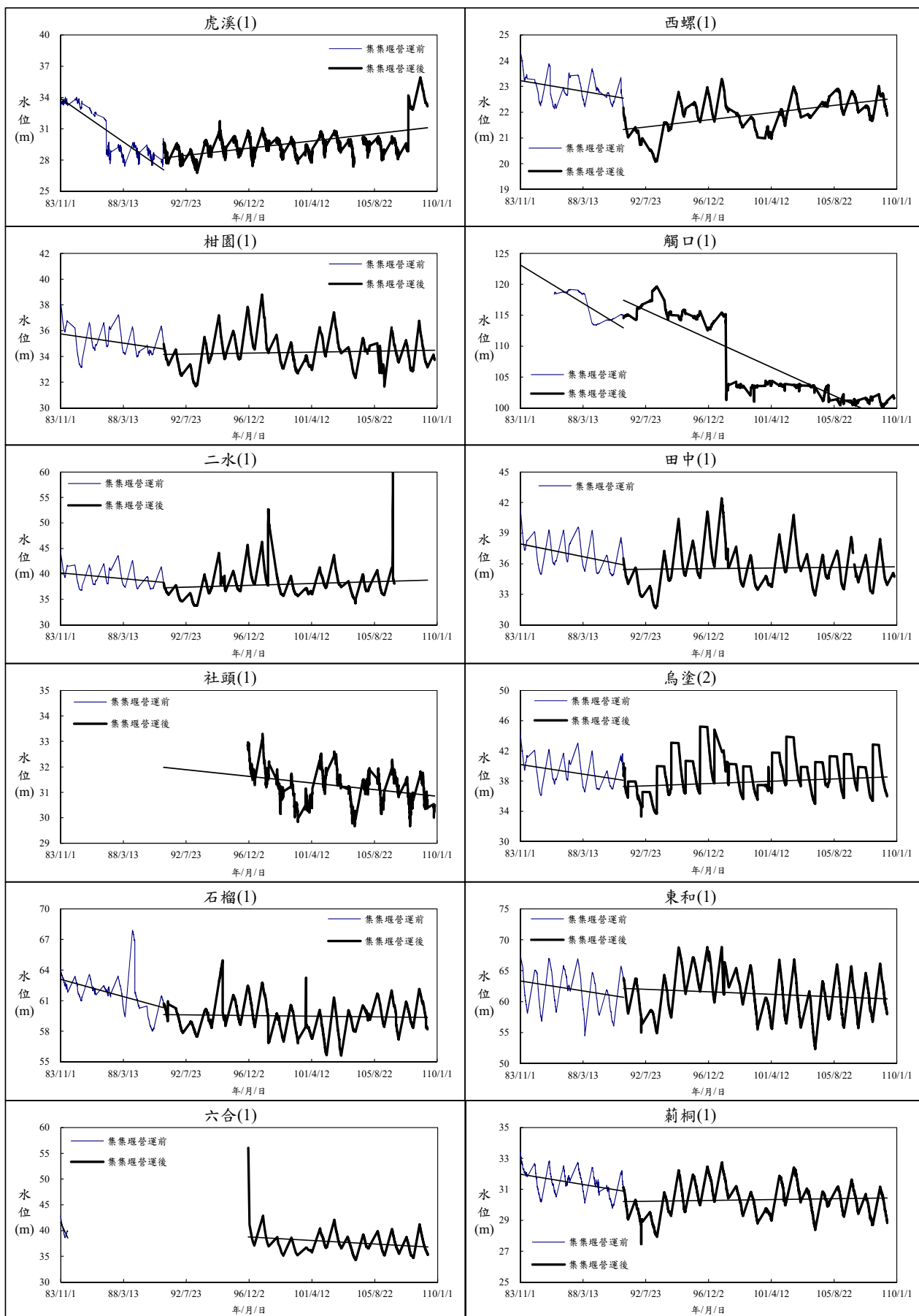


圖 5-21 濁水溪沖積扇扇頂含水第一層觀測井(枯水期 11~4 月份)地下水位變化

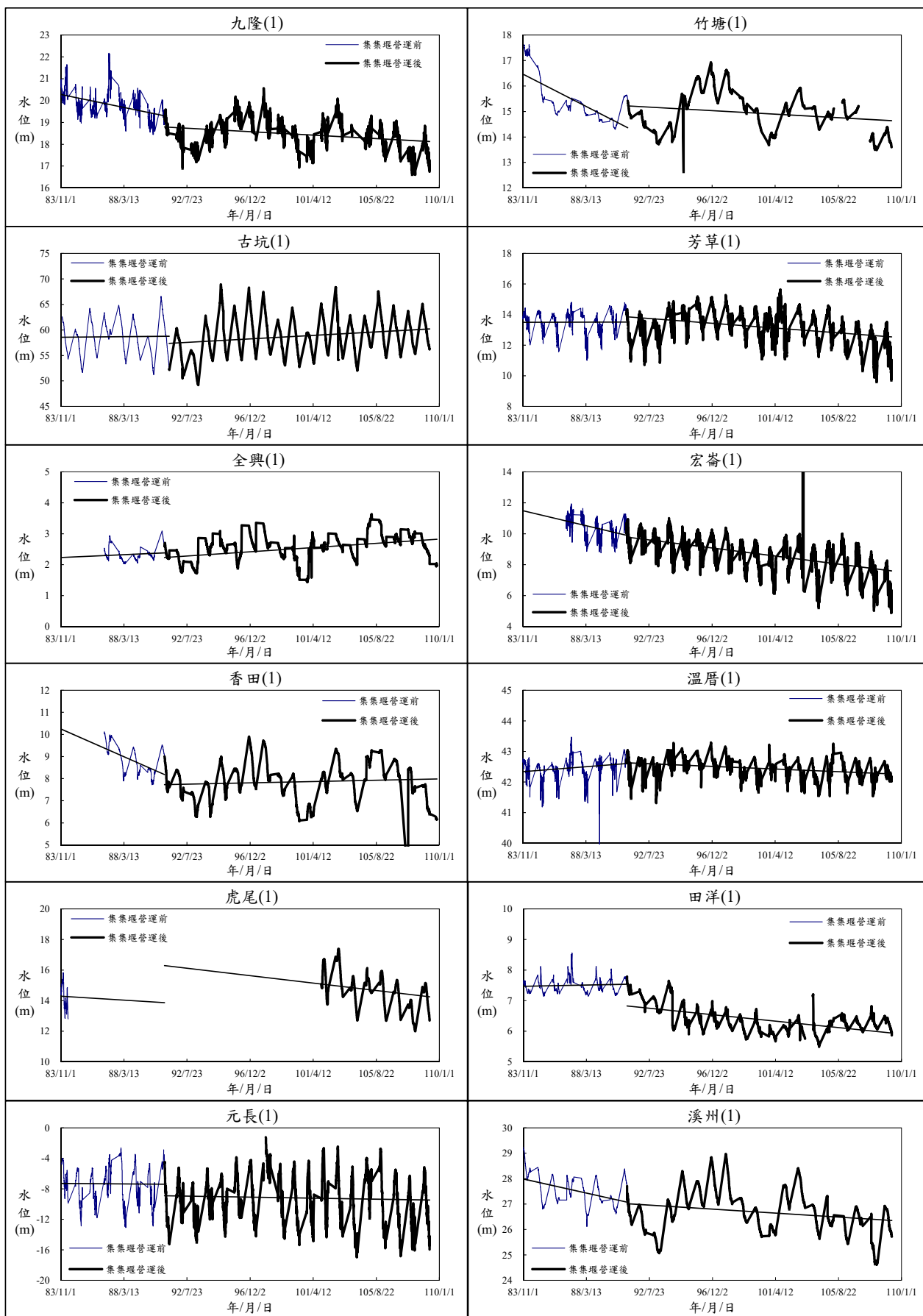


圖 5-22 濁水溪沖積扇扇央含水第一層觀測井(枯水期 11~4 月份)地下水位變化

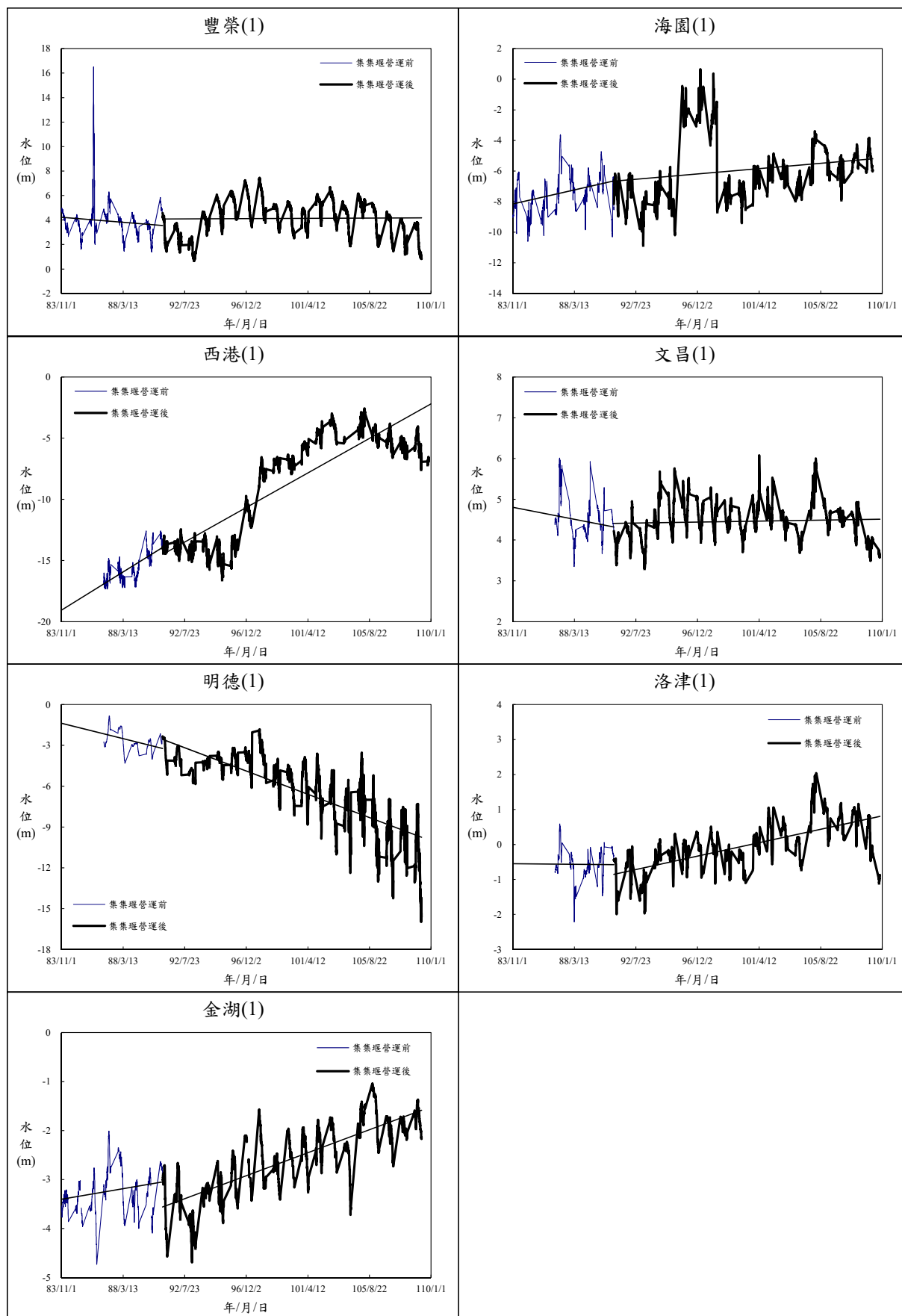


圖 5-23 濁水溪沖積扇扇尾含水第一層觀測井(枯水期 11~4 月份)地下水位變化

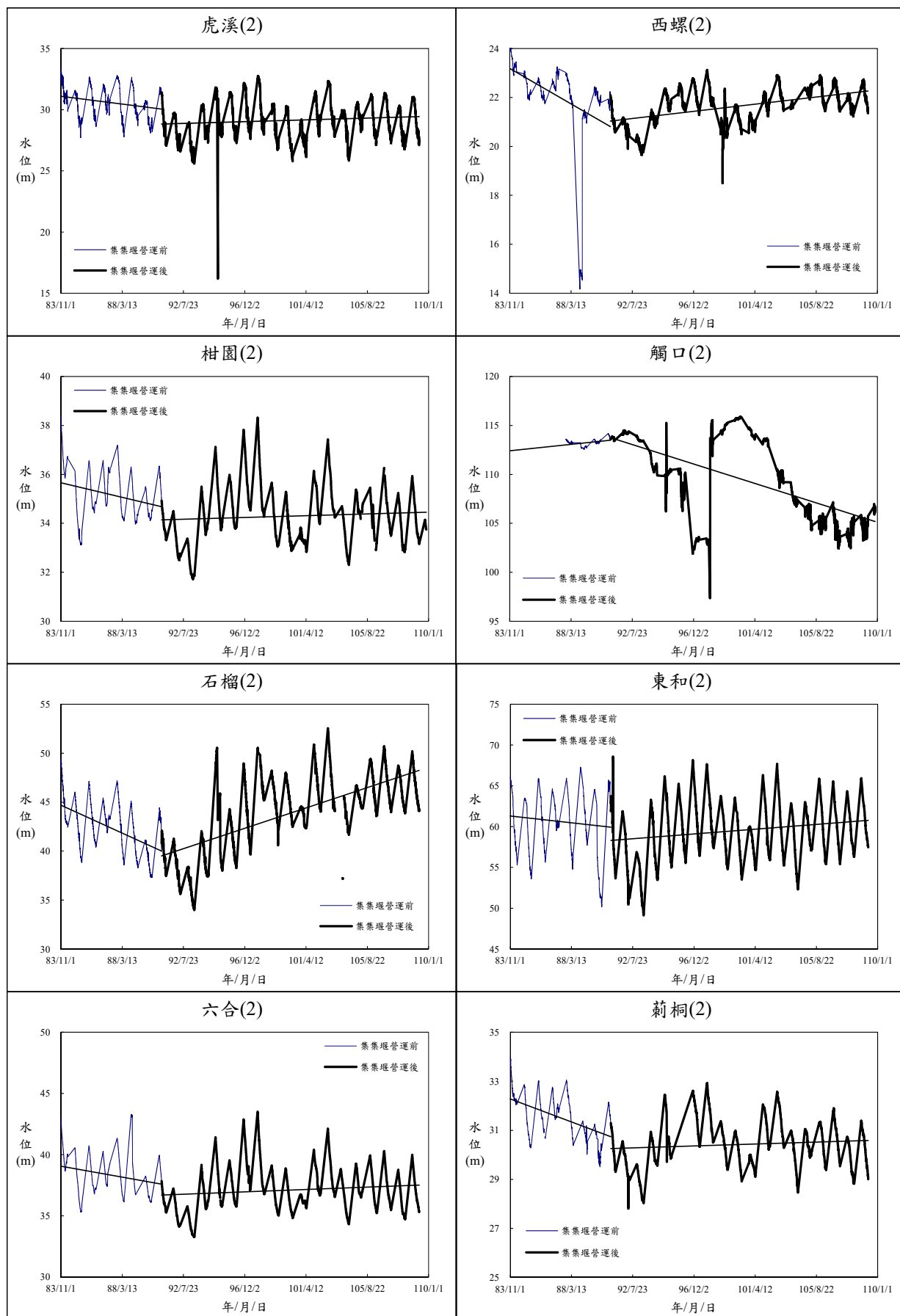


圖 5-24 濁水溪沖積扇扇頂含水第二層觀測井(枯水期 11~4 月份)地下水位變化

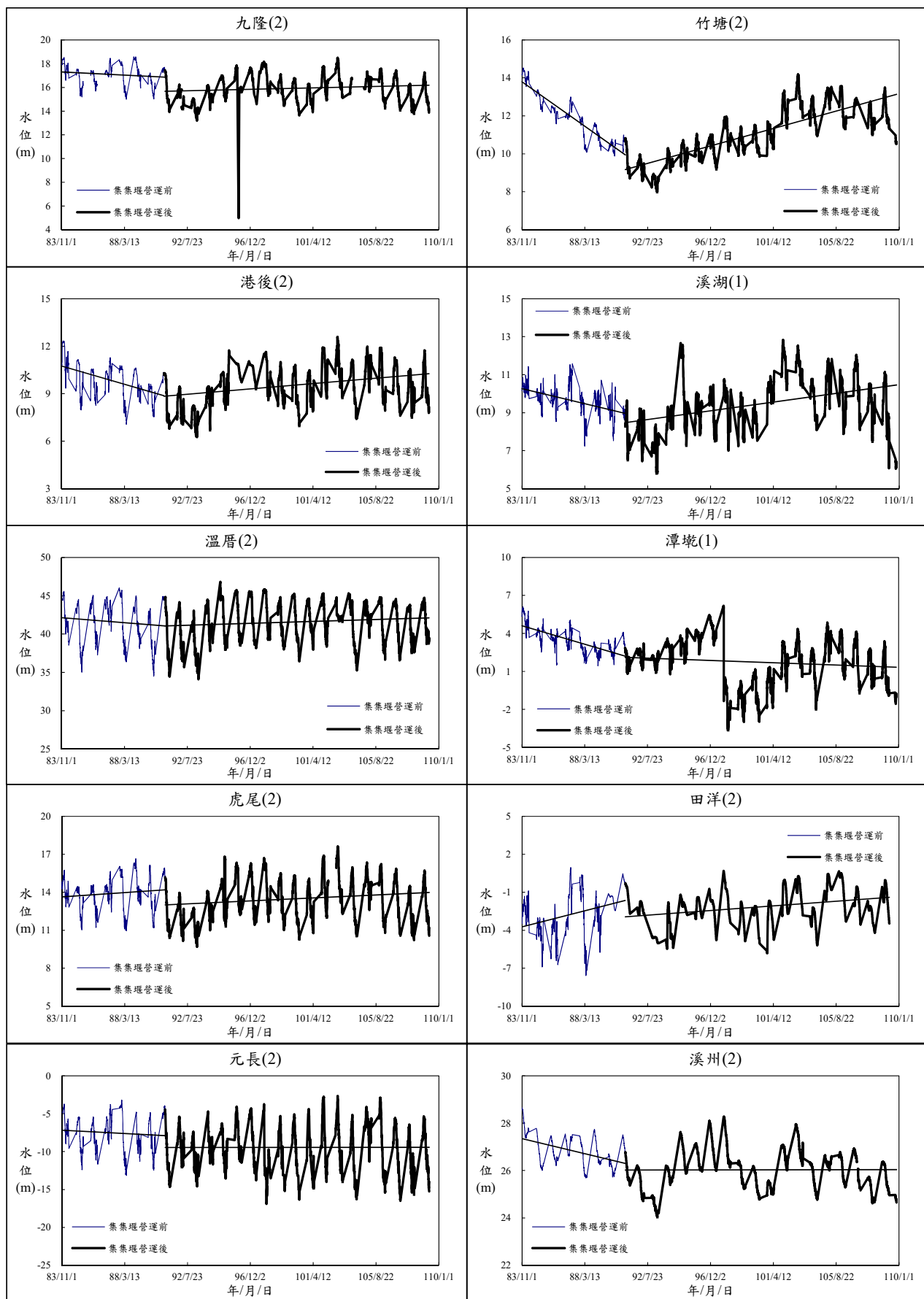


圖 5-25 濁水溪沖積扇扇央含水第二層觀測井(枯水期 11~4 月份)地下水位變化

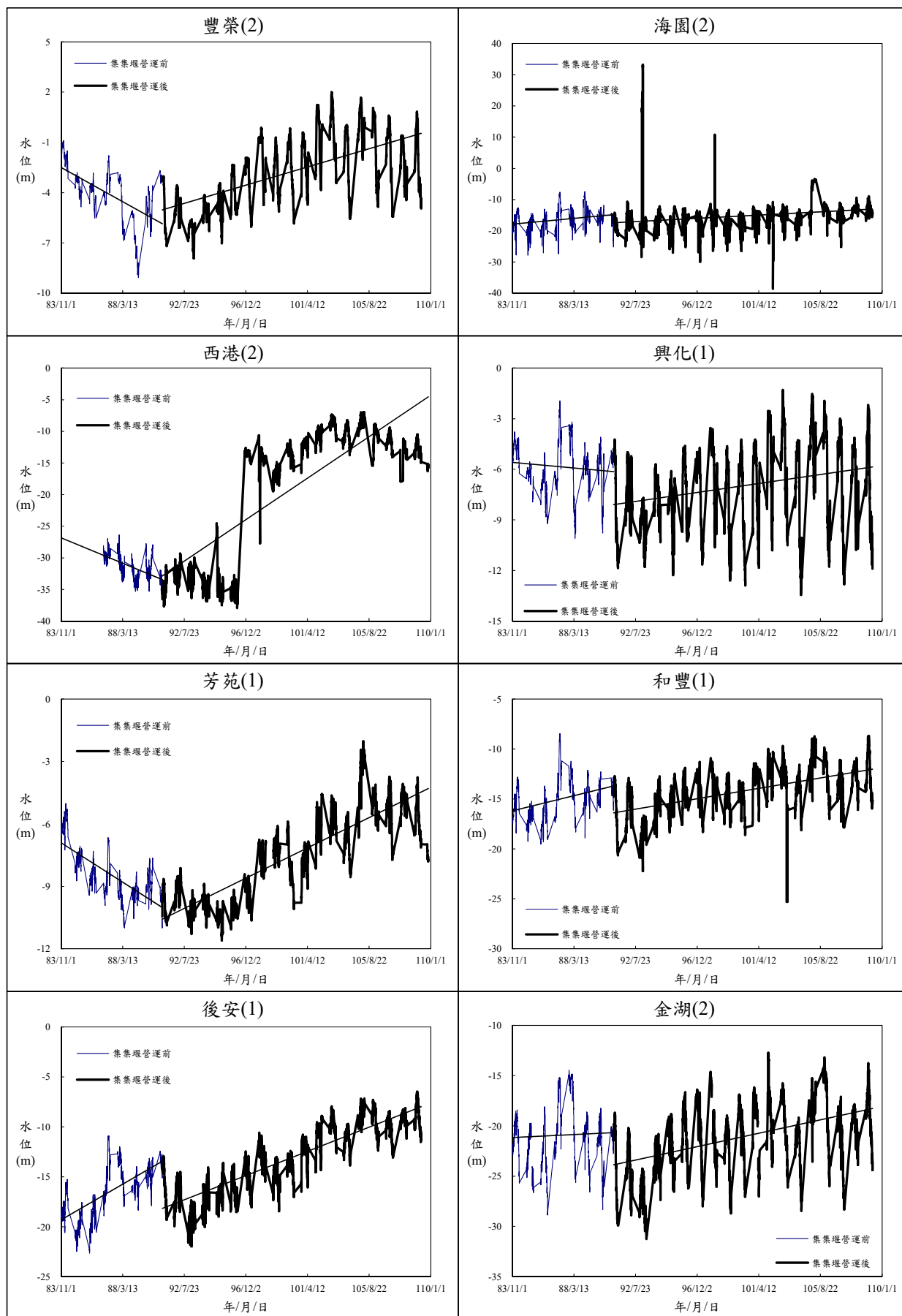


圖 5-26 濁水溪沖積扇扇尾含水第二層觀測井(枯水期 11~4 月份)地下水位變化

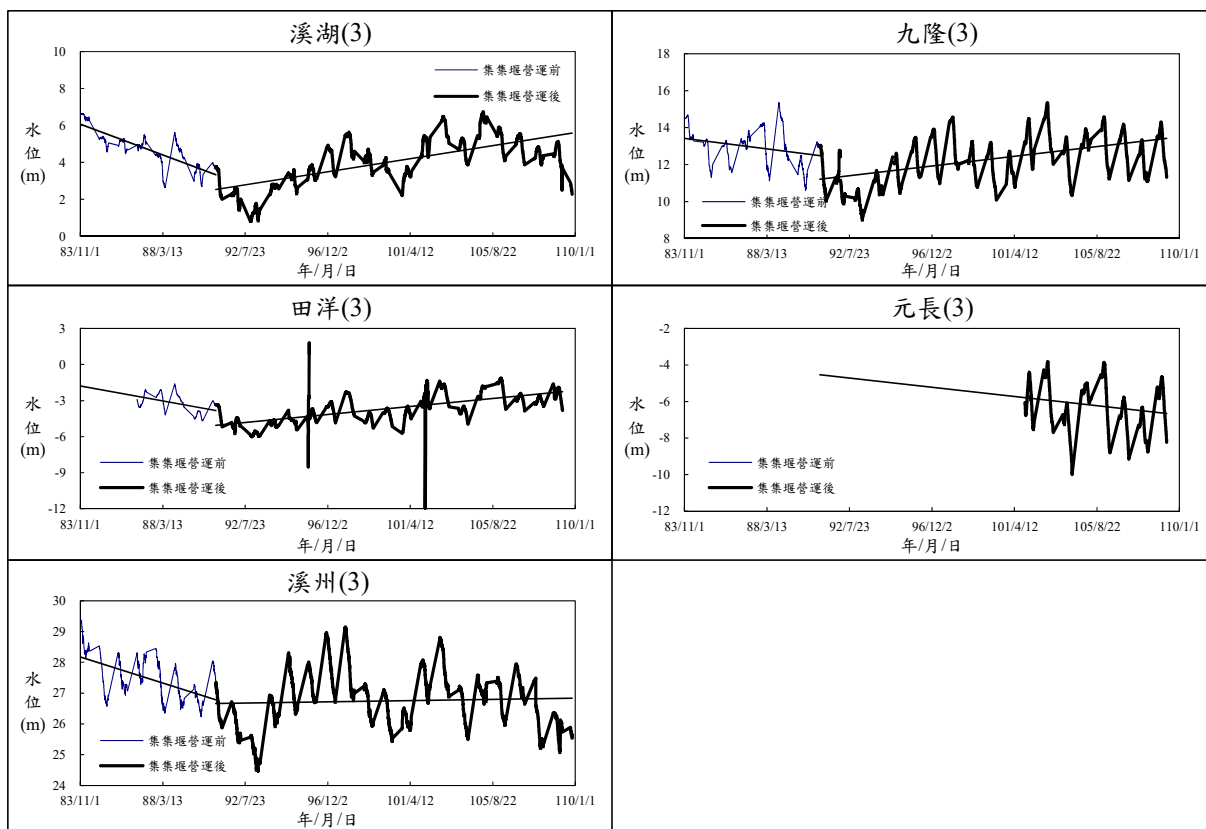


圖 5-27 濁水溪沖積扇扇央含水第三層觀測井(枯水期 11~4 月份)地下水位變化

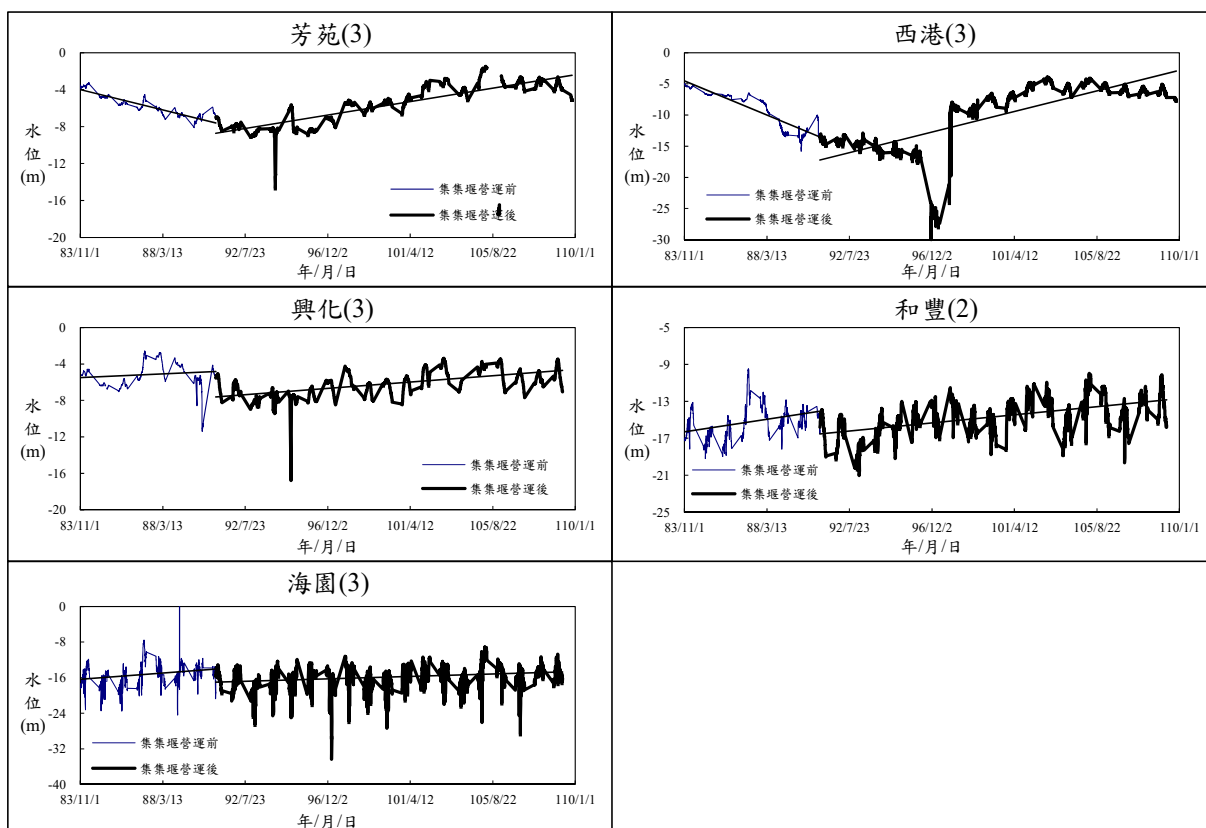


圖 5-28 濁水溪沖積扇扇尾含水第三層觀測井(枯水期 11~4 月份)地下水位變化

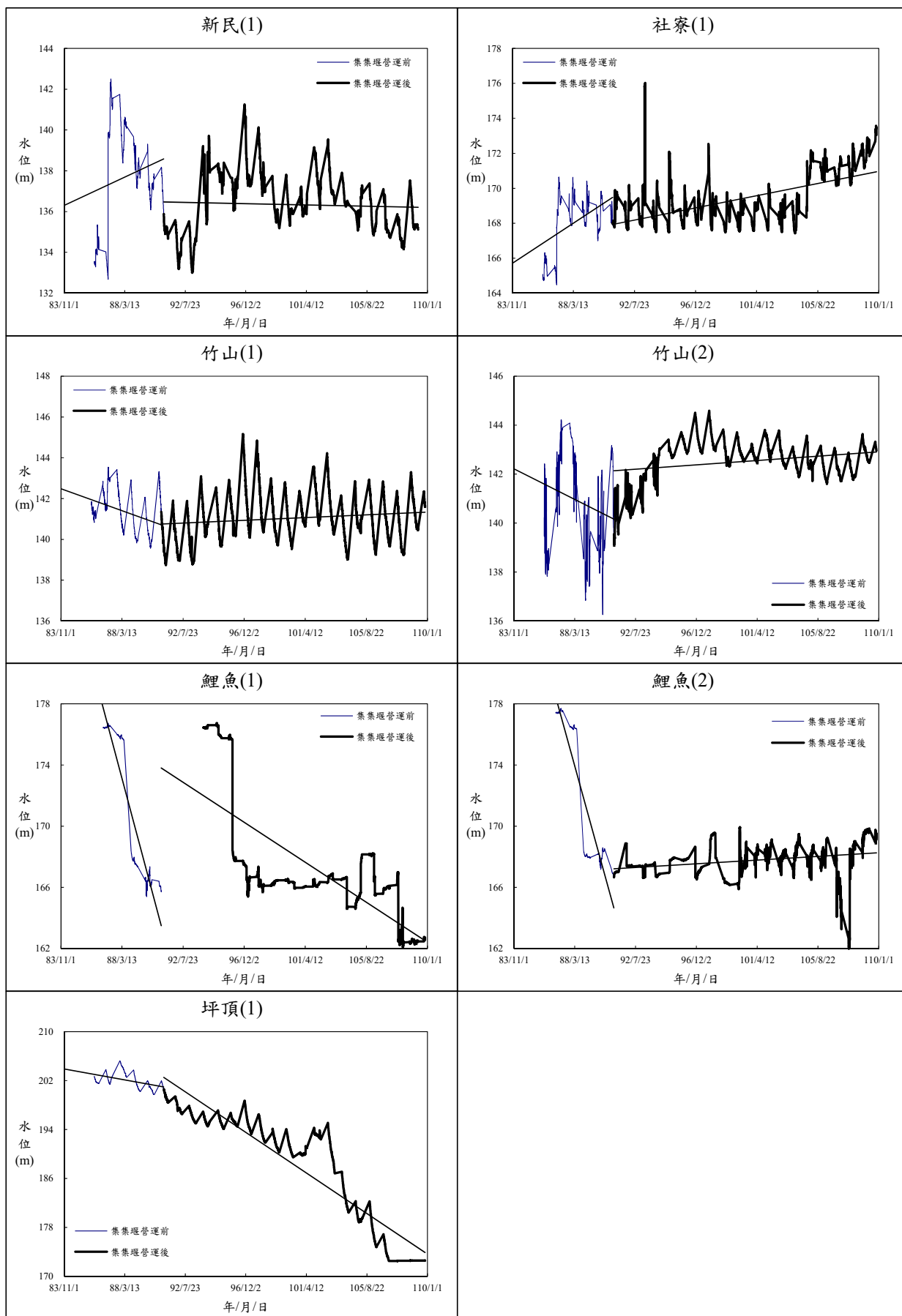


圖 5-29 濁水溪沖積扇不分層觀測井(枯水期 11~4 月份)地下水位變化

餘於集集堰營運後之水位變化趨勢均為上升；含水層三扇央及扇尾觀測井中，僅扇尾之興化(3)、和豐(2)及海園(3)於營運前地下水位皆為上升趨勢，其餘營運前地下水位皆為下降趨勢，集集攔河堰營運後各觀測井地下水位變化趨勢多數為上升趨勢，僅元長(3)為下降趨勢；另未分層部分僅新民(1)及社寮(1)於營運前地下水位呈現上升趨勢，其餘觀測井於營運前地下水位呈現下降趨勢；而營運後之水位僅鯉魚(1)、坪頂(1)為下降趨勢，其餘之觀測井於集集堰營運後水位變化均為上升趨勢。

六、空間水位變化

為瞭解豐枯水期地下水水位變化情形，本計畫以民國 85、92 及 108 年豐枯水期之地下水位並繪製地下水等水位圖如圖 5-30~5-31，由圖中顯示可知豐水期各地下水含水層等水位線均有往內陸退縮呈現地下水水位下降趨勢，內陸地區以虎尾、土庫一帶為最；而枯水期含水層二及三沖積扇南北兩側地下水位下降，濁水溪河道附近變化不大，惟內陸地區仍以虎尾、土庫附近變化較明顯；此外，口湖鄉、四湖鄉及水林鄉等地區無論豐枯月份均有較大之變化量。而彰化地區則以濁水溪北岸溪州鄉鄰近地區變化較為明顯。因地形及水文地質材料特性影響，多數地下水會向北及西北進入彰化地區，而地層下陷較嚴重之雲林地區，地下水來源則是從沖積扇南側流入。

七、歷年相關計畫辦理情形

(一) 濁水溪下游河道伏流水及地下水調查分析

集集攔河堰自民國 91 年開始營運，因近年濁水溪下游地下水水位有下降趨勢，為釐清濁水溪沖積扇地下水補注與集集攔河堰相關性，中水局於民國 95 年間辦理「濁水溪下游河道伏流水及地下水調查分析」，經評估集集攔河堰鄰近之地下水位於營運前後無明顯變化之趨勢顯示，下游各站地下水水位變化應屬區域用水量增加造成的長期地下水水位變化，與集集攔河堰應無直接關係。

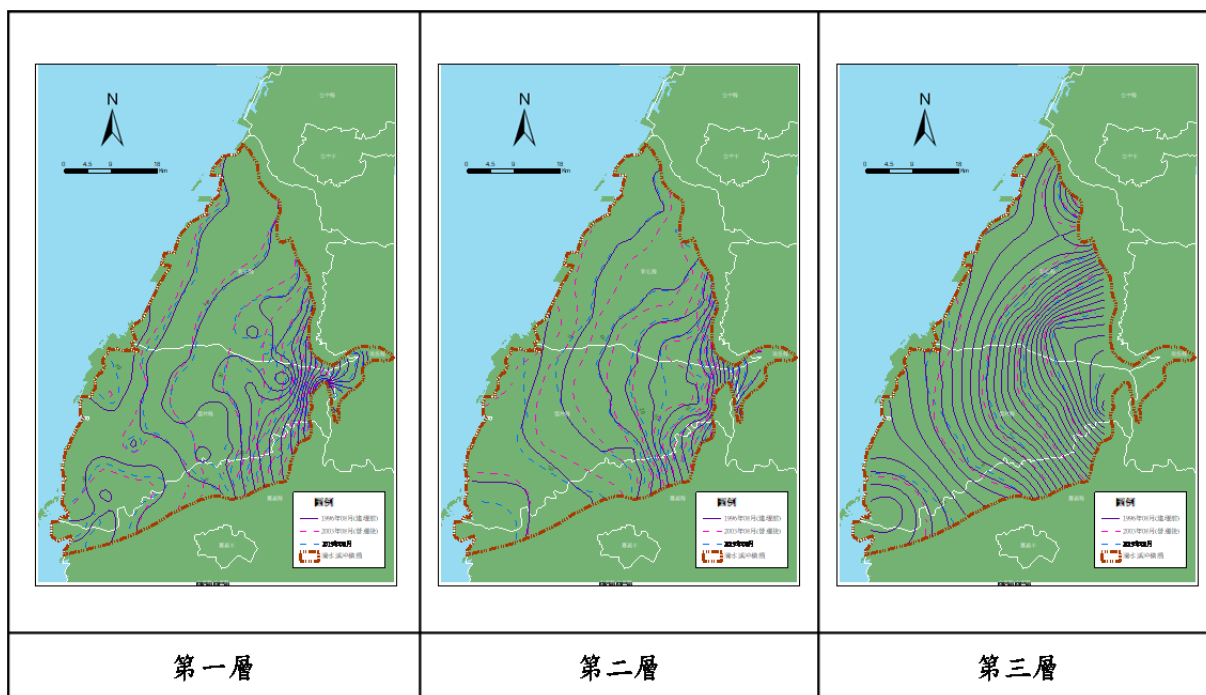


圖 5-30 濁水溪沖積扇豐水期地下水等水位圖

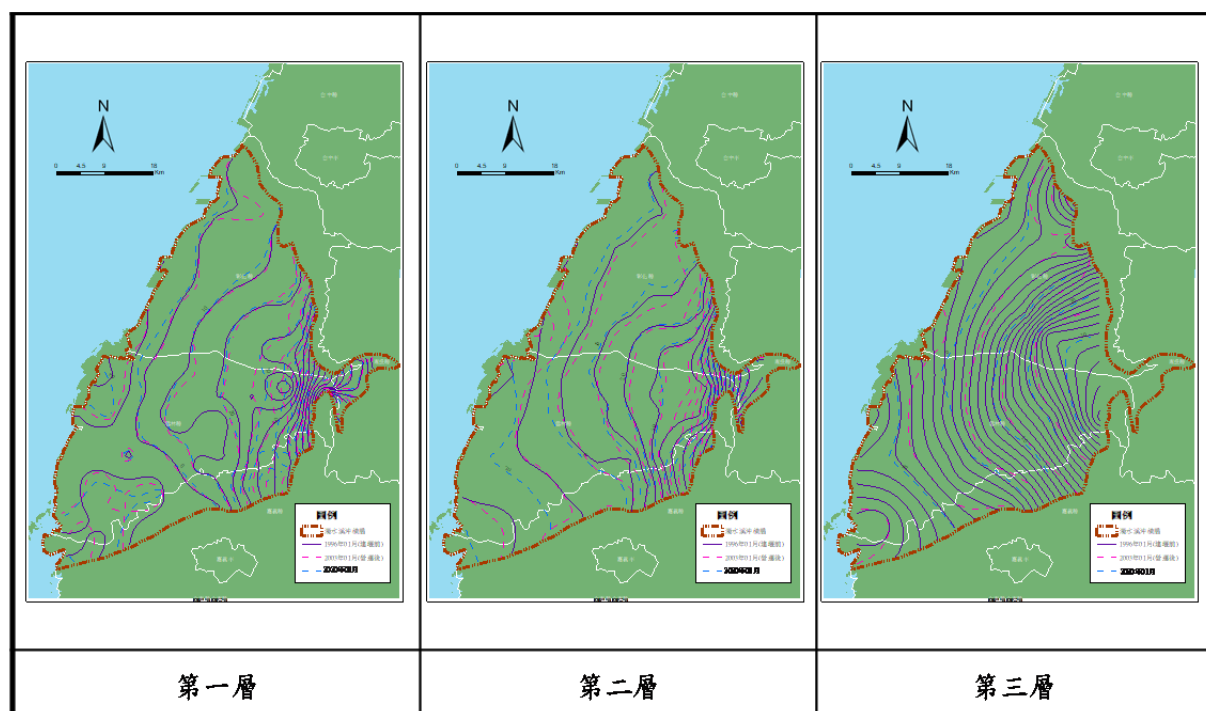


圖 5-31 濁水溪沖積扇枯水期地下水等水位圖

(二) 濁水溪沖積扇地面地下水聯合運用管理模式建立與機置評估

中水局依據「彰化雲林地區地層下陷防治計畫」之上位計畫指示，於民國 96 年辦理「濁水溪沖積扇地面地下水聯合運用管理模式建立與機置評估」，除針對彰雲地區之地下水管理建議「高鐵沿

線 3 公里管制區」、「嚴重地盤沉陷區」與「重大工業用水戶」列為重要管制區域，並擬定各地下水觀測站各月之地下水管理水位，以利管理單位能掌握各測站區域之地下水是否有超抽情形；該計畫亦分析彰雲地區民國 84～94 年之地下水年平均補注量約為 8.12 億立方公尺，建議長程之地下水用水量以不超過 7 億立方公尺為目標。

(三) 彰化雲林地區地下水補注實施計畫草案

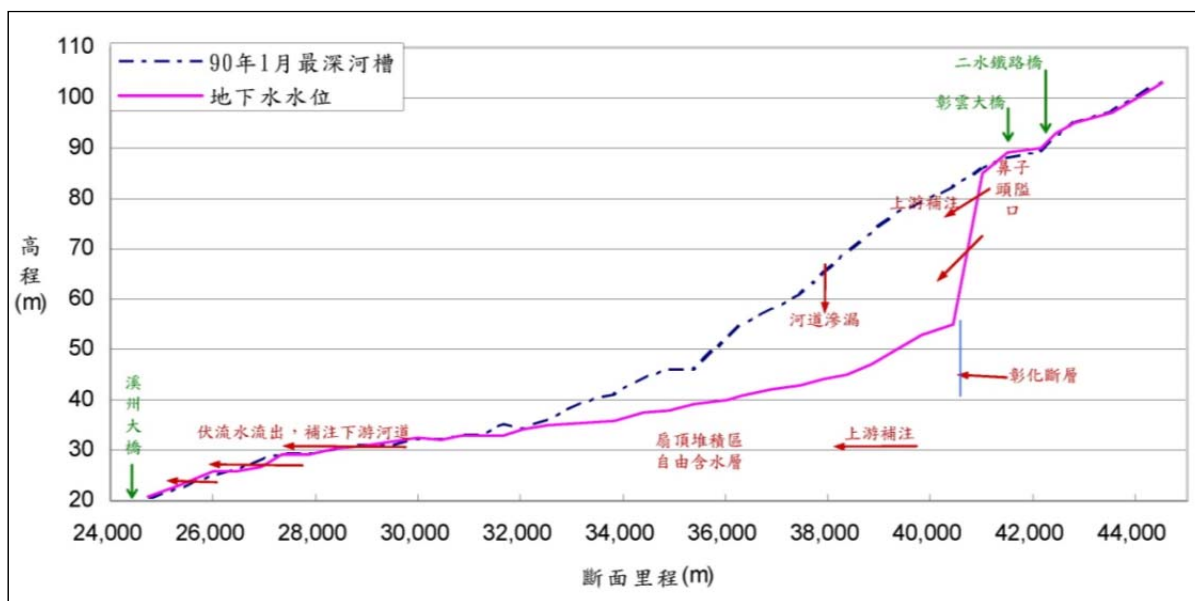
經濟部為持續推動地層下陷防治工作，除規劃辦理「第三期地層下陷防治執行方案」外，為能減緩彰化雲林等地區地層下陷嚴重程度，促進地下水資源永續發展，並參照「愛台十二項建設」之「治山防洪」議題所揭示「加強地下水補注，有效改善地層下陷」具體策略，爰綜整「第二期地層下陷防治執行方案」及「彰化雲林地區地層下陷防治計畫」實施期間有關彰雲地區地下水補注相關研究規劃方案，經綜合評估引水水源水量、土地取得難易程度、計畫區位與規模及對地層下陷敏感地區之效益等條件，研擬優先推動方案。

(四) 濁水溪中下游水資源規劃檢討評估

鑒於水資源開發已趨飽和，為了解濁水溪集集堰下游至自強大橋間水資源潛能，水規所民國 99 年辦理「濁水溪中下游水資源規劃檢討評估」，釐清水量來源及分析增減變化趨勢，以提供區域水資源開發評析參考。該計畫以濁水溪中游之伏流水源調查為主，惟調查結果發現位於清水溪與濁水溪匯流處之名竹盆地，因車籠埔斷層與彰化斷層橫交於二水隘口處形成沖積層堆積。由圖 5-32 可知名竹盆地因地質條件利於地下水補注，該地區之地下水位明顯高於中下游地區，如評估適當之抽取季節及抽水量後可視為一地下水庫。

(五) 彰化雲林地區地下水補注推動計畫

本計畫由水利署於民國 99 年辦理，該計畫針對彰化雲林地區地下水補注工作進行整體性之評估及規劃，並依評估規劃成果研擬具體之實施計畫，包括以濁水溪扇頂人工湖、濁水溪下水埔河段滯水設施及濁水溪北岸高灘地蓄水設施等。



資料來源：濁水溪中下游水資源規劃檢討評估，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國100年1月。

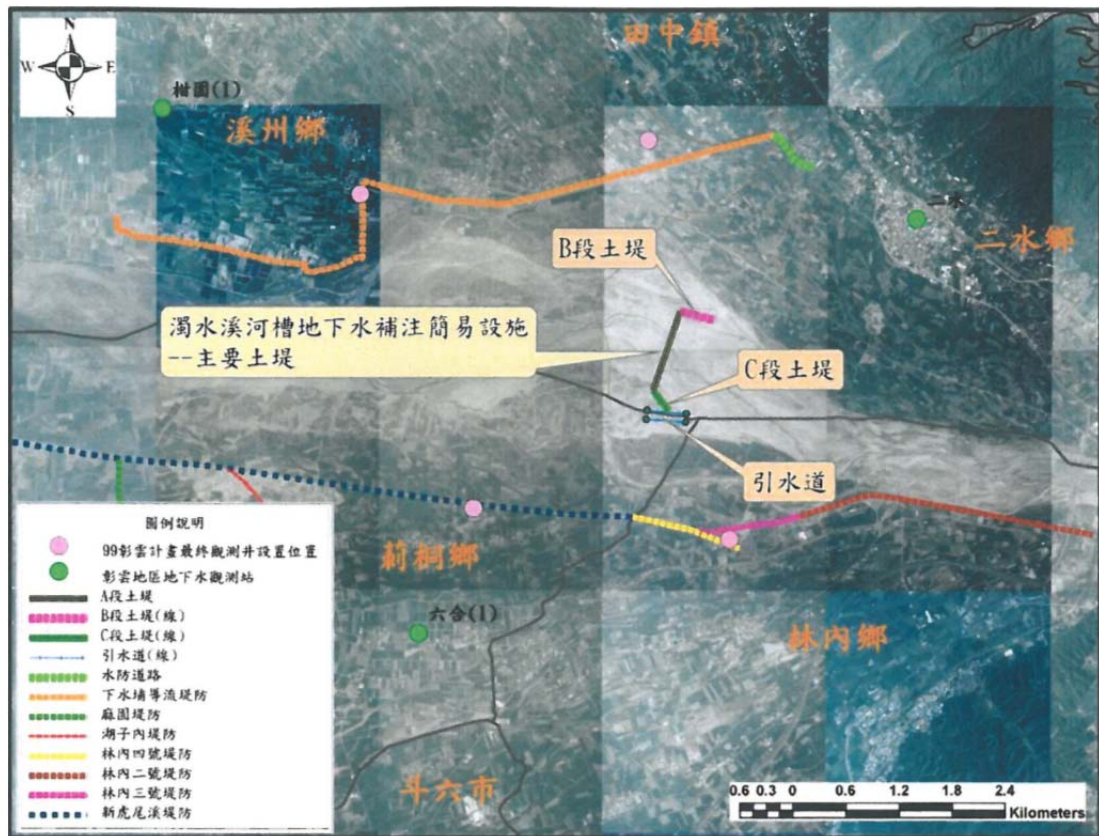
圖 5-32 民國 90 年最深河槽與地下水水位關係圖

(六) 雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫

本計畫由前行政院經濟建設委員會於民國 100 年辦理，依不同產業活動(灌溉、養殖、工商)、不同的抽水範圍(深井、淺井)而採取不同強制程度之公權力措施。藉由減抽地下水增供地面水、地下水環境復育、加強管理、國土規劃等層面著手，研擬工作重點，並訂定具體解決措施，以推動雲彰地區用水合理化、確保國土安全及減緩地層下陷對高鐵之衝擊。

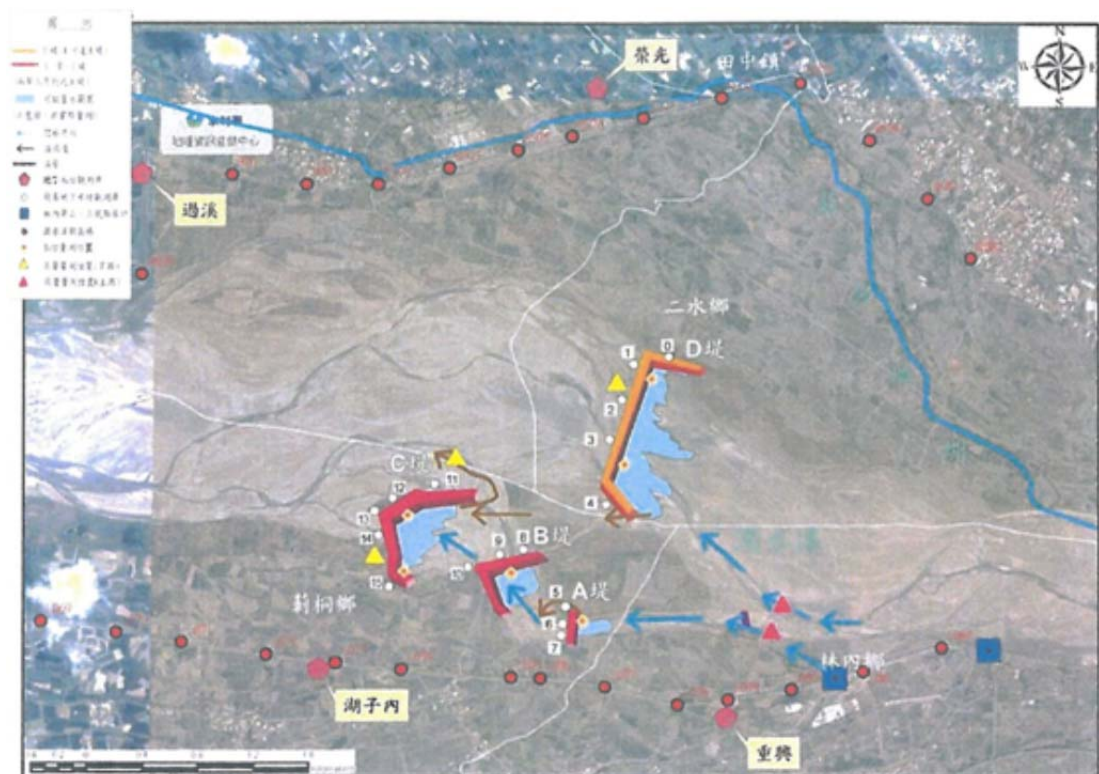
(七) 濁水溪河槽地下水補注設施工程

第四河川局於民國 99~101 年間完成「濁水溪河槽地下水補注簡易設施」試辦工程。99 年度選擇位於彰雲大橋下游 4.5 公里處二水鄉之濁水溪河道主深槽(約斷面 77 處)設置簡易滯水土堤(如圖 5-33)，蓄水操作期間蓄水漫淹面積約 11~64 公頃，其累積入滲量達 2,269 萬噸；100 年度持續辦理二水鄉之濁水溪河道主深槽(約斷面 77 處)滯水土堤外，另於扇頂之濁水溪南岸林內、荊桐附近(約斷面 73~78 處)增設簡易攔水土堤並鋪設 PVC 帆布(如圖 5-34)，蓄水操作期間蓄水漫淹面積約 8~106 公頃，其累積入滲量達 4,088 萬噸。經 2 年試辦並評估其工程效益後，設施位置 2~3 公里範圍內



資料來源：台灣西部河川河槽作為地下水補注區可行性分析，經濟部水利署，民國100年12月。

圖 5-33 99 年濁水溪河槽地下水補注簡易設施配置圖



資料來源：集集共同引水計畫—攔河堰營運階段環境影響調查報告書，經濟部水利署中區水資源局，民國102年6月。

圖 5-34 100 年濁水溪河槽地下水補注簡易設施相關位置示意圖

之地下水位有較明顯之補注現象，顯示滯水補注有抬升地下水位之功效。業於民國 101 年 4 月完成濁水溪河川內高灘地補注池(3 池)之審議工作(圖 5-35)，完成設計發包後於 102 年度 11 月份施工，另濁水溪河槽地下水補注設施土堤已於 102 年 12 月完工，壅高水位，加強地下水補注。

本簡易設施施作方式一般利用河道整理後剩餘土方興建臨時土堤，每逢颱風豪雨期間臨時土堤沖毀，惟因補注成效良好，故每年皆編列經費施作，其中 103 年興建 A~G 段攔水土堤約 2,428 公尺，工程平面佈置如圖 5-36 所示。

(八) 濁水溪地下水補注工程計畫

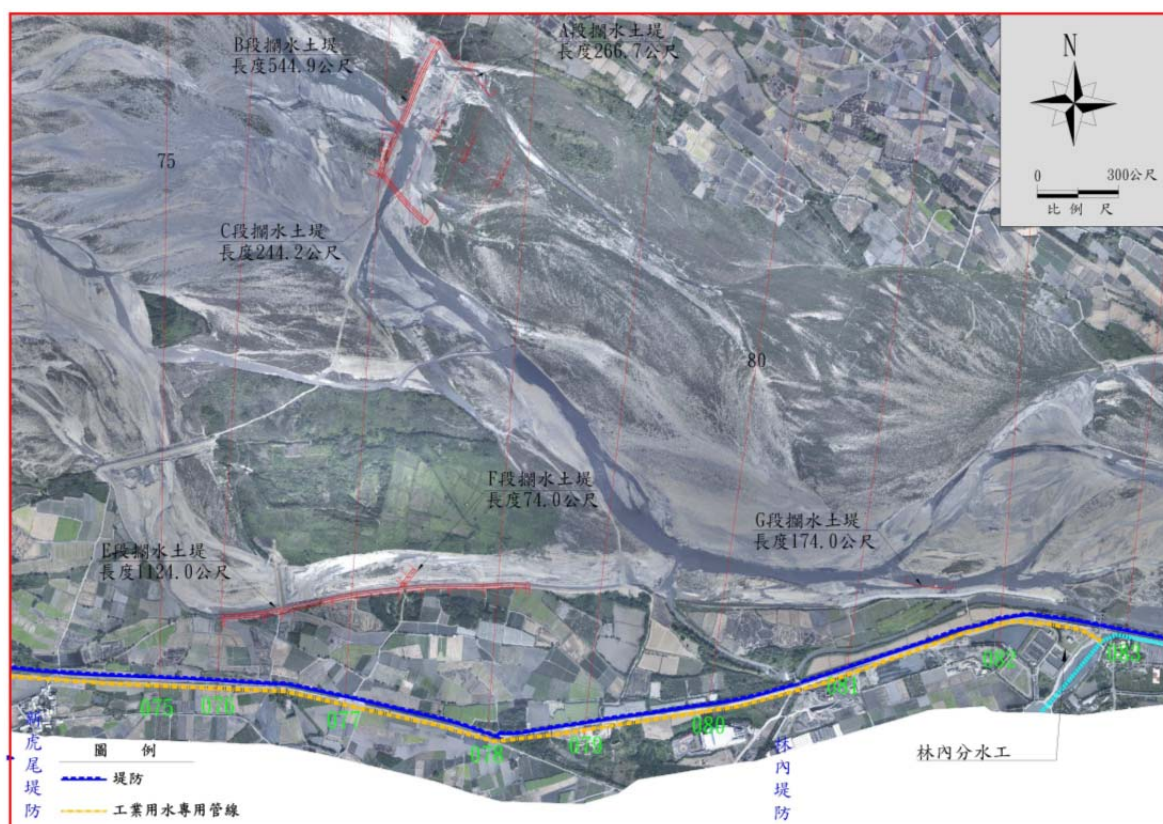
行政院為解決雲彰地區長期地層下陷問題，已於 100 年 8 月 16 日院臺經字第 1000101388 號函核定「雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫」；其中具體防治措施及工作規劃之「地下水環境復育-補注地下水」部分，為擴大本區域地下水補注之功能，並提升水源利用效率，建議短期內優先試辦「濁水溪河槽地下水補注簡易設施(初步訂定分年補注量目標為 0.55 億立方公尺/年)」，中長期則「推動高灘地地下水補注計畫(預定於 105 年完成，完成後平均地下水年補注量增加約 0.87 億立方公尺/年)」，加速本區域地下水環境復育，上述 2 工程合計地下水補注量為 1.36~1.42 億立方公尺/年，加上雲林地區設置之 9 座滯洪設施兼具地下水補注效益，期達成地下水年補注量 1.5 億立方公尺/年之補注目標。

依據四河局民國 100 年「濁水溪地下水補注工程計畫書」，勘選結果各補助池全區(A~M 區)，因「濁水溪河槽地下水補注簡易設施(73-78 南岸三序列式土堤)」於 100 年度枯水期(100.11~101.6)完成階段性補注工作後，將改建為可滿足百年洪水不上高灘地之「濁水溪南岸高灘地地下水補注池(C 池)」，搭配 101 年執行之「濁水溪北岸高灘地地下水補注池(A 池)」，及 101 年或 102 年執行之「濁水溪北岸高灘地地下水補注池(B 池)」進行常年性補注，故優先辦理 A、B 及 C 補注池工程，其位置如圖 5-36 所示。



資料來源：台灣西部河槽地下水補注設施實施計畫(102~107年，草案)，經濟部水利署，民國101年4月。

圖 5-35 102 年濁水溪河槽地下水補注簡易設施相關位置示意圖



資料來源：經濟部水利署第四河川局。

圖 5-36 103 年濁水溪河槽地下水補注簡易設施平面佈置圖

各補注池補注量推估採民國 99 年下水埔滯水設施之實測入流量為 C 池之設施入流量，A 池及 B 池以荊仔埤圳取水量扣除荊仔埤圳灌溉系統預估需水量及中科四期二林園區需水量後之剩餘水源進行入滲補注操作，引水順序自 B 池先，三者之操作期間均以全年計算。A、C 池方案運作下可得每年約 1.06 億立方公尺/年之入滲補注量，已可達行動方案短期 0.55 億立方公尺/年地下水補注量之目標；A、B、C 池方案運作下可得每年約 1.59 億立方公尺/年之入滲補注量，已可達行動方案中長期 1.5 億立方公尺/年地下水補注量之目標。

(九) 台灣西部河槽地下水補注設施實施計畫(草案)

該計畫亦擇定濁水溪沖積扇地下水補注工作，以期達成「增加地下水補注，涵養地下水環境」、「紓緩地層下陷，落實國土保育」之設定目標，規劃方案延續民國 100 年濁水溪地下水補注工程計畫，後續地下水補注設施規劃與調查、設計及設置、功能維護及成效監控以「濁水溪河槽地下水補注簡易設施(斷面 77 主河道土堤)」及「濁水溪北岸高灘地下水補注池(A、B、C 池)」，位置如圖 5-37 所示。

表 5-4 設施操作與補注推估成果表

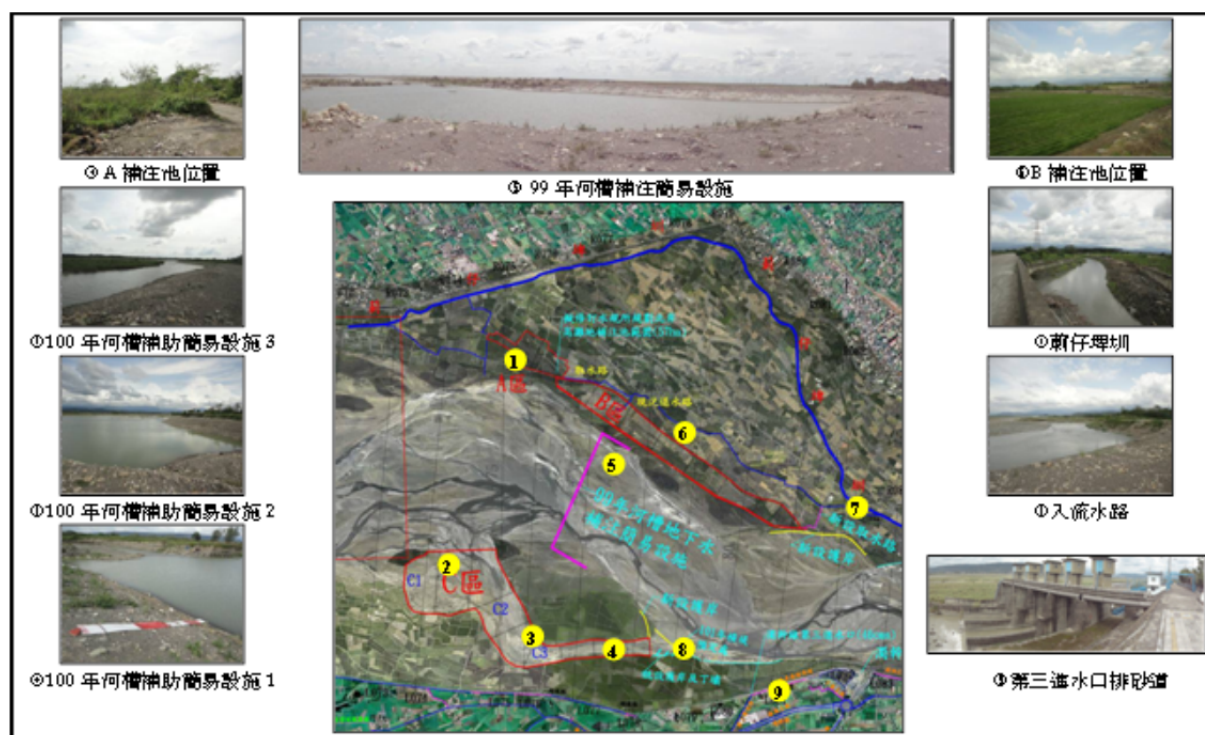
年度	設施	區位	規模	施作天數(天)	總補注量(萬噸)	平均日補注量(萬噸)
99	北岸河槽土堤	斷面 77	長 0.9 公里	125	2,269	18
100	北岸河槽土堤(D堤)	斷面 73~78	長 1.6 公里	174	4,088	11.09
	南岸土堤(A~C堤)		A堤長 0.214 公里 B堤長 0.821 公里 C堤長 1.2 公里			12.4
101	北岸河槽土堤	斷面 77	長 0.68 公里	183	2,186	6.22
102	濁水溪高灘地地下水補注池-北岸(A池)	濁斷 75~76 高灘地	湖區面積 14.8 公頃， 深度 5 公尺	-	1,500	-
	濁水溪高灘地地下水補注池-北岸(B池)	濁斷 76~81 高灘地	湖區面積 51 公頃， 深度 5 公尺	-	5,300	-
	濁水溪高灘地地下水補注池-南岸(C池)	濁斷 74~78 高灘地	三道序列式土堤	-	91,001	-
103	A~G段攔水土堤	斷面 76~82	長 2,428 公尺	-	-	-

資料來源：1.濁水溪地下水補注工程計畫書，經濟部水利署第四河川局，民國 100 年 9 月。

2.台灣西部河槽地下水補注設施實施計畫(102~107 年，草案)，經濟部水利署，民國 101 年 4 月。

表 5-5 濁水溪歷年辦理地下水補注工程計畫

年度	執行單位	計畫名稱	工作內容
99	水利署	彰化雲林地區地下水補注推動計畫	濁水溪扇頂地區地下水補注湖、濁斷面70處興建臨時性土堤及濁水溪北岸高灘地設置5個蓄水池。
99	第四河川局	濁水溪河槽地下水補注設施工程	斷面77處設置簡易滯水土堤，約0.9公里。
100			斷面73~78處增設簡易攔水土堤並鋪設PVC帆布，約3.8公里。
101			斷面77處設置簡易滯水土堤，約0.68公里。
102			高灘地設置3池補注池及三道序列式補注土堤。
103			利用河道整理後剩餘土方興建臨時土堤約2.43公里。



資料來源：濁水溪地下水補注工程計畫書，經濟部水利署第四河局，民國100年9月。

圖 5-37 濁水溪高灘地地下水補注池(A、B、C 區)基地位置圖

(十) 雲林地區公共給水抽取地下水與高鐵沿線等地層下陷成因研究分析

本計畫由台灣自來水公司於民國 101 年建置地下水流數值模擬，以現有淨水場之抽水對高鐵沿線虎尾、土庫及元長等鄉鎮之地層下陷量影響程度分析。

(十一) 黃金廊道農業新方案暨行動計畫(核定本)

本計畫由行政院農委會於民國 102 年辦理，綜合考量彰雲高鐵沿線地區農業環境與既有政策資源，研擬輔導農民調整種植低耗水性作物或運用科技節水農業生產及引進新農民、新技術帶動相關產業發展。

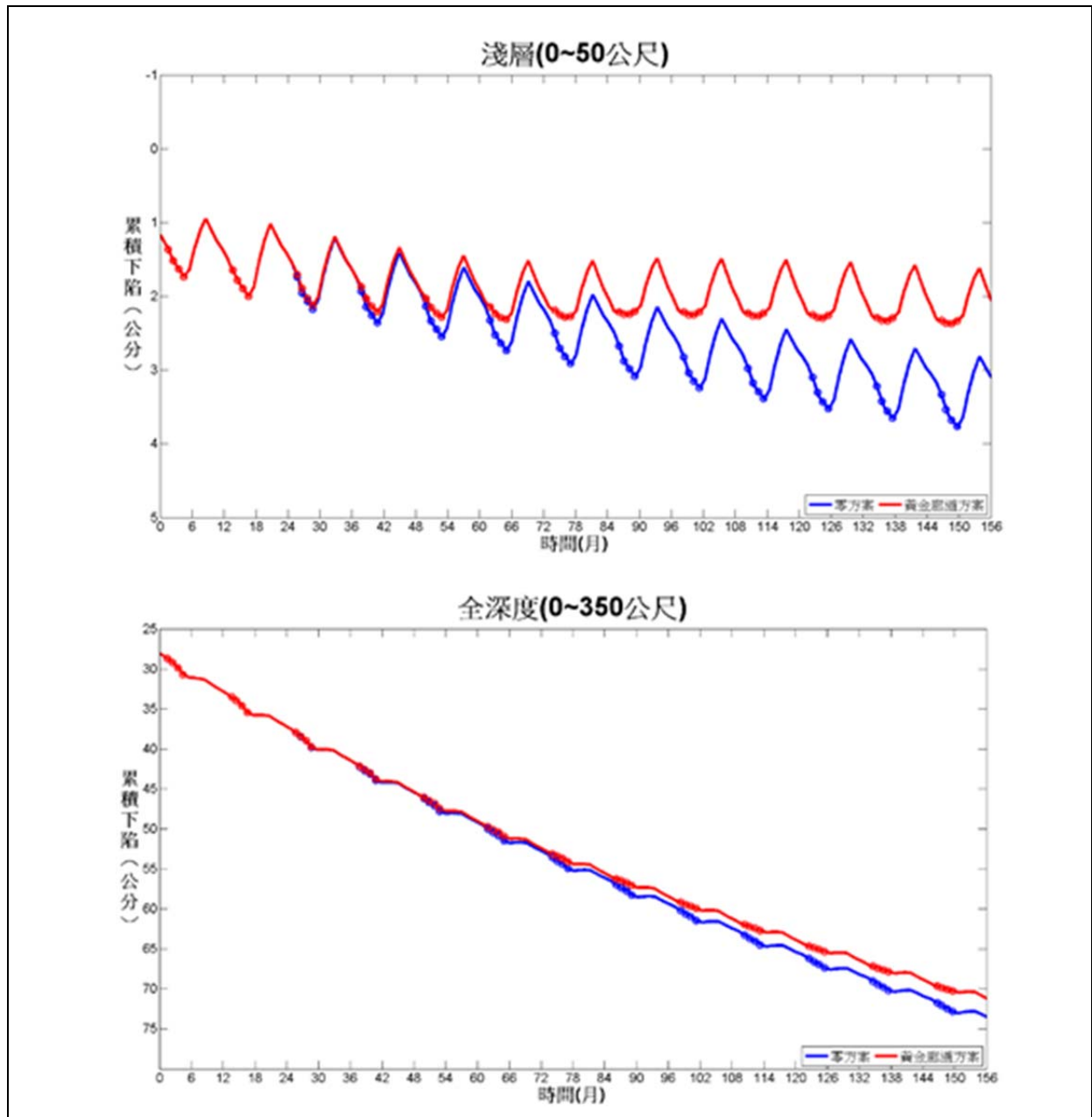
以新虎尾溪與濁水溪為地理分區界線，劃分為水稻區(濁水溪以北彰化地區)、蔬菜區(新虎尾溪以北雲林地區)、旱作區(新虎尾溪以南雲林地區)三大區塊，如圖 5-38 所示，每區採取不同調整因應對策。



資料來源：黃金廊道農業新方案暨行動計畫102至109年度，行政院農委會，民國102年。

圖 5-38 黃金廊道推動區域劃分

以減抽雲林新虎尾溪以南高鐵沿線水稻轉旱作之地下水為評估基準，停抽水量以第一含水層為主，其地層下陷之減緩效益較小。於台 78 線跨交處枯水期間之平均下陷速率變化(相對於零方案)如圖 5-39 所示，圖中顯示，黃金廊道新方案停抽第一含水層之水量後，雖對跨交處全深度之地層下陷減緩效益不大，惟可有效減緩淺層枯水期之下陷速率，可進一步改善高鐵基樁之負摩擦力問題。



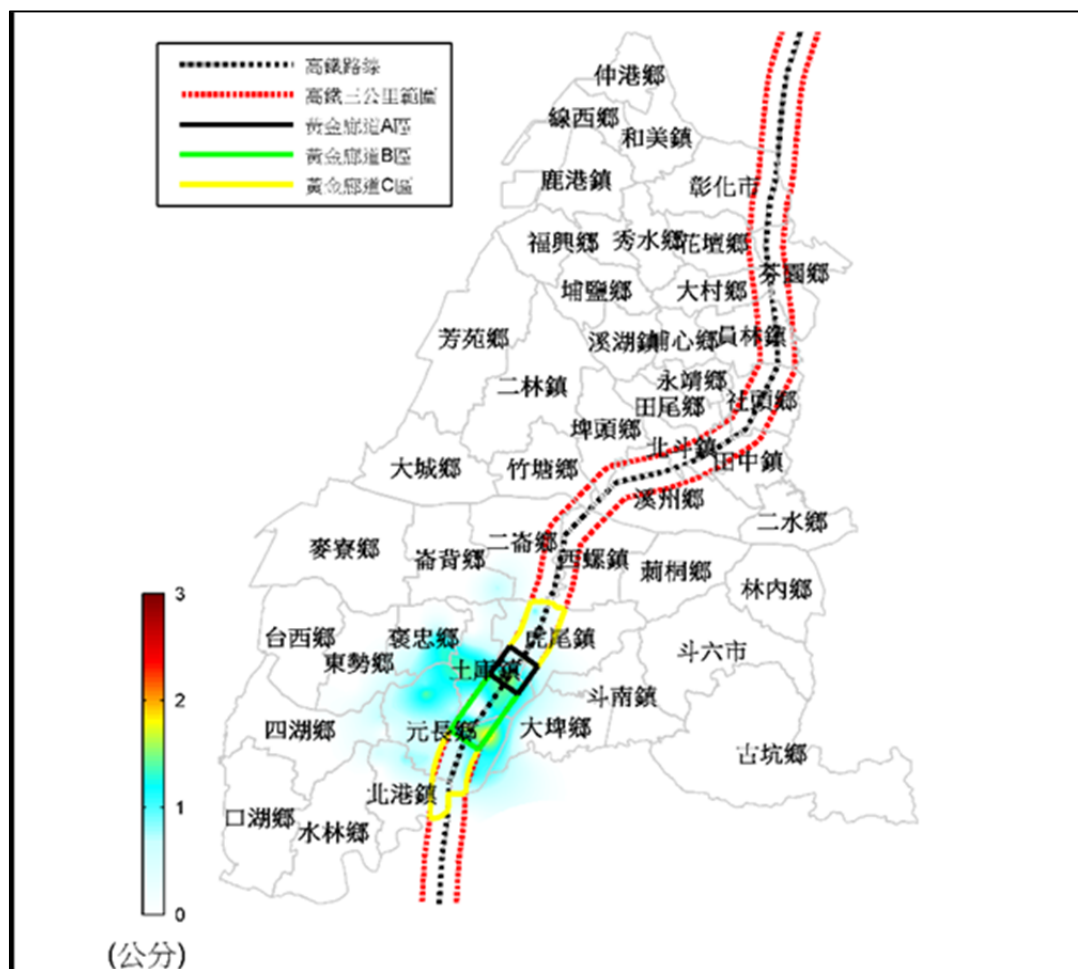
資料來源：105年度地層下陷防治專案服務計畫，經濟部水利署，民國105年12月。

圖 5-39 黃金廊道新方案水井停抽對台 78 跨交處之地陷影響

(十二) 雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫(民國 100~109 年)

該計畫為減抽地下水增供地面水、地下水環境復育、加強管理、國土規劃等 4 大層面，期能達成兩大目標，為(1)雲彰地區用水合理化：農業用水減抽 3.3 億噸、公共用水減抽 1.2 億噸，增加可利用水源 2 億噸，強化地下水補注 1.5 億噸及(2)雲彰地區地層下陷有效紓緩，確保交通及維生系統安全無虞。

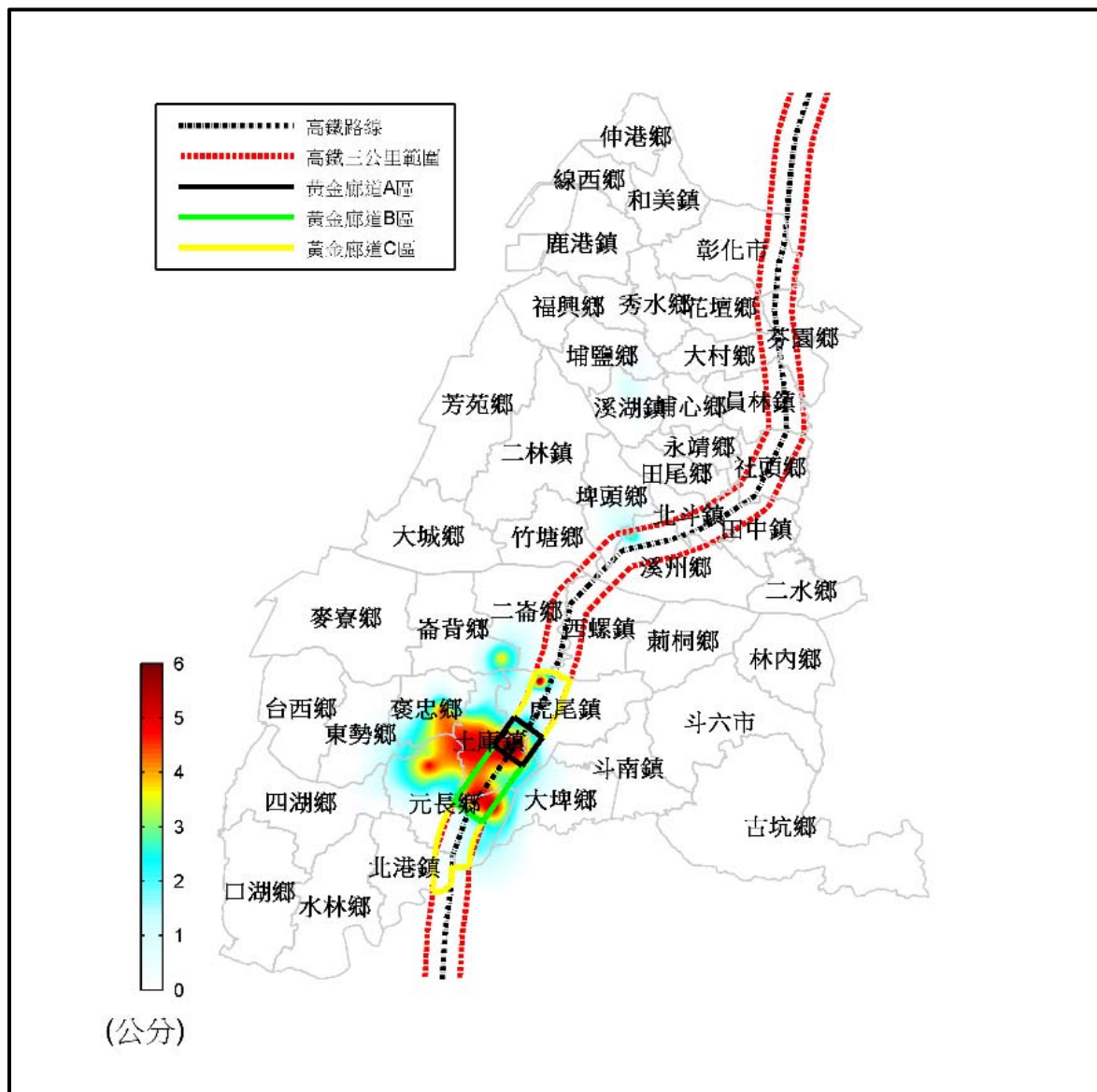
100 年至 104 年水井實際減停抽水，雲彰地區於 112 年下陷速率平均可減緩 0.17 公分/年；高鐵沿線地區下陷速率變化平均可減緩 0.41 公分/年，顯示至 104 年行動計畫水井處置後雲彰地區之地層下陷減緩趨勢已慢慢彰顯。另由地層下陷減緩量分布圖(如圖 5-40)可知，下陷主要減緩區域為雲林地區元長及元長地區，最大減緩量約為 1.9 公分。



資料來源：105年度地層下陷防治專案服務計畫，經濟部水利署，民國105年12月。

圖 5-40 水井實際停抽之下陷減緩量(112 年)

配合雲彰方案暨行動計畫計畫期程水井停抽(105 年以後)，則雲彰地區於 112 年下陷速率平均可減緩 0.51 公分/年；高鐵沿線地區下陷速率平均可減緩 1.53 公分/年，減緩量均較全雲彰地區為高，顯示除改善全雲彰地區之地層下陷潛勢，亦能有效減緩台 78 線跨交範圍之地層下陷。另由地層下陷減緩量分布圖(圖 5-41)可知，本方案主要下陷減緩區域為雲林地區土庫、元長及褒忠等鄉鎮，最大減緩量約為 6.0 公分，而彰化地區之減緩量則較不顯著。



資料來源：105年度地層下陷防治專案服務計畫，經濟部水利署，民國105年12月。

圖 5-41 水井實際停抽之下陷減緩量(112 年)

(十三) 98～103 年地下水保育管理暨地層下陷防治計畫

該計畫主要以「開發地下水替代水源，減抽地下水」、「加強地下水補注，復育地下水環境」、「落實用水管理，減少抽用量」、「環境監測與改善，重塑安全環境」、「強化推動組織與法令研修，提昇管理效能」等策略，進行全台有下陷之虞縣市之地下水保育管理。其中持續辦理濁水溪河槽地下水補注簡易設施工程，達成年地下水補注量 2,000 萬噸；另辦理違法及合法水井處置、地下水觀測井採樣檢驗與分析、地層下陷磁環分層監測井及 GPS 固定式監測站維管及彰雲地區之水準網檢測等工作。

(十四) 104～109 年地下水保育管理暨地層下陷防治第二期計畫

該計畫持續以地層下陷相關監測調查及落實地下水用水管理作為規劃主軸，持續逐步辦理水井管理制度，建構動態抽水管理與預警機制，合理抽用地下水，避免加劇地層下陷。另增加下陷地區地下水補注量，抬升敏感區地下水平均水位，如圖 5-42 所示。

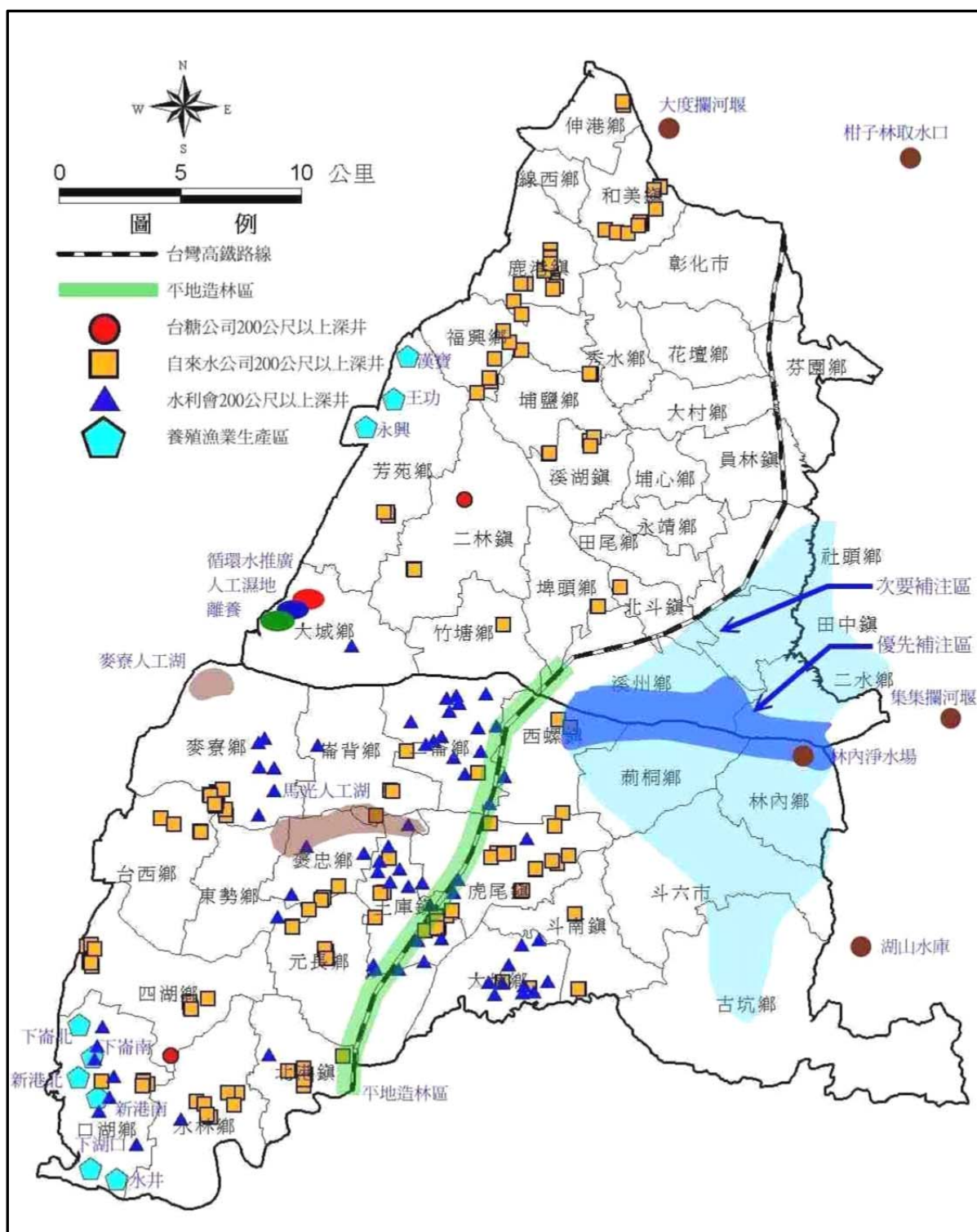
迄今陸續辦理補注地下水 2,170 萬噸、地下水井水質檢測分析 320 口、地層下限地區地表高程檢測 2,140 公里、違法水井及停用水井處置 870 口、水井複查作業完成 28 萬 7,448 件、地層下陷防治教育宣導 18 場次、屏東地區大潮州地下水補注湖第 1 期工程等。

(十五) 105 年度地層下陷防治專案服務計畫

該計畫協助推動地層下陷防治工作，以幕僚及專業技術服務為主。辦理地層下陷防治相關專題研究，包含地層下陷顯著地區下陷原因調查分析與對策研議、地層下陷監測機制研究與分層監測井現地量測驗證、雲彰地區納管灌溉水井抽水用電參數現地試驗及分析作業。

(十六) 雲彰地區水利工程之地下水補注功能調查及研析

規劃之滯(蓄)洪設施數量計有 66 處(雲林 40 及彰化 26 處)，而目前雲彰地區 14 處滯洪設施進行地下水補注量，除有效的防洪並大幅降低區域淹水風險外，藉由操作運轉間接可提供之地下水補注量概估約達 8,700 萬立方公尺。此外，亦同時推估集集攔河堰、桶



頭堰及湖山水庫等蓄水設施之年地下水補注量(如表 5-6)，分別為每年 5,381.33 萬立方公尺、0.90 萬立方公尺及 751.77 萬立方公尺，加上前述滯洪及蓄水設施年總地下水補注量後總計可達 1.47 億立方公尺，已接近「雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫」目標中雲彰地區應強化地下水補注量。另透過揚塵防制中水覆蓋措施所能額外獲得之地下水補注量約可達 1,700 萬立方公尺。

表 5-6 攔河堰及水庫補注量推估成果

攔河堰及水庫名稱	推估民國105年地下水補注量(萬立方公尺)
集集攔河堰	5,381.33
桶頭攔河堰	0.9
湖山水庫	751.77
總計	6,134.00

資料來源：雲彰地區水利工程之地下水補注功能調查及研析，經濟部水利署，民國106年12月。

依據民國 107 年現地操作情形與水位實測資料推估結果，顯示圖 5-43 可提供的補注量約達 1.04 億噸，對於地下水資源情勢較為緊張的彰雲地區而言，無疑是注入一股活水。此外 108 年底前已配合河道疏濬與灘地護岸強化的方式，採取水覆蓋措施方式達成疏濬、揚塵防制與地下水補注的多目標功能與效益(圖 5-44)。歷年濁水溪歷年辦理地下水補注調查研究如表 5-7 所示，後續透過揚塵防制中水覆蓋措施所能額外獲得之地下水補注量預估約可達 800 萬噸。

整體而言，藉由前述多目標的規劃與方案的操作，應可確實發揮地下水補注的功能，並可在有限經費、土地、水源等條件下增加地區地下水之補注量。

(十七) 動態地下水管理標準整合與枯旱度預測系統建置

以既有地下水位進行分析，從地下水位之變動特性與歷年變異建立每日地下水管理參考水位，並以歷史地下水位為基礎，建置地下水枯旱度評估方法，而後配合降雨與河川流量資料，利用複合型



資料來源：107年臺灣水文環境情勢專刊，民國108年6月。

圖 5-43 濁水溪沖積扇可提供地下水補注功能之設施分布圖



資料來源：108年臺灣水文環境情勢專刊，民國109年6月。

圖 5-44 濁水溪河槽地下水補注工作推動情形

表 5-7 濁水溪歷年辦理地下水補注調查研究(1/2)

年度	執行單位	計畫名稱	工作內容
95	中區 水資源局	濁水溪下游河道伏流水及地下水調查分析	評估集集攔河堰鄰近之地下水位於營運前後無明顯變化之趨勢。
96		濁水溪沖積扇地面地下水聯合運用管理模式建立與機置評估	分析彰雲地區民國84~94年之地下水年平均補注量約為8.12億立方公尺，建議長程之地下水用水量以不超過7億立方公尺為目標。
97	經濟部	彰化雲林地區地下水補注實施計畫草案	綜合評估引水水源水量、土地取得難易程度及計畫區位與規模，及對地層下陷敏感地區之效益等條件，研擬優先推動方案。
99	水利規劃試驗所	濁水溪中下游水資源規劃檢討評估	調查濁水溪中游之伏流水源，發現名竹盆地之地下水位明顯高於中下游地區，如評估適當之抽取季節及抽水量後可視為一地下水庫。
100	經濟建設委員會	雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫	區別不同產業活動、不同的抽水範圍而採取不同強制程度措施。以減抽地下水增供地面水、地下水環境復育、加強管理、國土規劃等。
100	第四河川局	濁水溪地下水補注工程計畫	濁水溪河槽地下水補注簡易設施及推動高灘地地下水補注計畫。
101	水利署	台灣西部河槽地下水補注設施實施計畫(102~107年，草案)	延續民國100年濁水溪地下水補注工程計畫，後續地下水補注設施規劃與調查、設計及設置、功能維護及成效監控。
101	台灣自來水公司	雲林地區公共給水抽取地下水與高鐵沿線等地層下陷成因研究分析	建置地下水流數值模擬分析，現有淨水場之抽水對高鐵沿線虎尾、土庫及元長等鄉鎮之地層下陷量影響程度。
102	行政院農委會	黃金廊道農業新方案暨行動計畫(核定本)	綜合考量彰雲高鐵沿線地區農業環境與既有政策資源，研擬輔導農民調整種植低耗水性作物或運用科技節水農業生產及引進新農民、新技術帶動相關產業發展，以節約灌溉水量。
100~109	行政院	雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫	設置水文自動量測設施，減抽地下水、增供地面水、地下水環境復育、加強管理、國土規劃等目標。

表 5-7 濁水溪歷年辦理地下水補注調查研究(2/2)

年度	執行單位	計畫名稱	工作內容
98~103	水利署	地下水保育管理暨地層下陷防治計畫	持續辦理濁水溪河槽地下水補注簡易設施工程、辦理違法與合法水井處置、辦理地下水觀測井水質採樣檢驗與分析、辦理地層下陷監測井與監測站之維管及辦理彰雲林地區水準網檢測等相關工作。
104~109			增加地下水補注量、降低地下水抽用量、提升水井管理效能、下陷地區環境監測及設施維持。
110~113			著重於雲彰方案暨行動計畫分工架構下「保育」、「管理」、「監測」及「法規」等措施之執行，將由經濟部水利署、中央地質調查所與科技部合作，規劃「持續推動地下水環境調查分析」、「精進監控預警技術」、「持續推動地下水補注」、「加強管理」及「法規研修及宣導推廣」等五大策略共15項工作，藉由持續完備地下水環境基本資料及科研技術之研發與整合，精進地下水保育及地層下陷防治策略，並結合水務智慧管理成果，運用現代化科技與技術，建構地下水動態管理機制，以協助地下水管制區縣市政府落實水井及抽水管理，同時加強地下水補注與效益評估，以減緩地層下陷及阻止海水入侵。
103		濁水溪地下水智慧型預測模式之研究	探討流域內之地面水/地下水交互作用機制、建置區域地下水智慧型預測模式。
103~105		地表地下水整合數值模式於地下水資源管理應用之研究-濁水溪沖積扇與屏東平原	透過整合性地表地下水數值模式的應用，可以加強對區域地表地下水特性之掌握，提供水資源管理策略擬定之參考依據，減少人為過度開發，達成地下水保育與國土資源永續使用之願景。
105		105年度地層下陷防治專案服務計畫	地層下陷防治幕僚及專業技術服務、地層下陷顯著地區下陷原因調查分析與對策研議、地層下陷監測機制研究與分層監測井現地量測驗證、雲彰地區納管灌溉水井抽水用電參數現地試驗及分析作業。
106		雲彰地區水利工程之地下水補注功能調查及研析	根據歷年雲彰地區已執行之「易淹水地區水患治理計畫」提出的滯(蓄)洪池設施規模與型式，彙整相關計畫內容並協助評估其設施操作情形下，估算可能產生之地下水補注水量，並配合中央地質調查所公告訂定之「地下水補注地質敏感區」，評估地下水補注優選地區，提供後續流域綜合治理計畫規劃參考。
107		動態地下水管理標準整合與枯旱度預測系統建置(1/2)	以既有地下水位進行分析，從地下水位之變動特性與歷年變異建立每日地下水管理參考水位，並以歷史地下水位為基礎，建置地下水枯旱度評估方法，而後配合降雨與河川流量資料，利用複合型指標預測地下水分區於未來時間內發生枯旱之狀況，並可配合即時降雨、河川流量以及地下水位整體資料，架構整體度評估系統以掌握地下水位變動並嘗試進行預測。
108		動態地下水管理標準整合與枯旱度預測系統建置(2/2)	為提高整體水資源環境之掌握，從整體水文地質之觀點，以降雨量、河川流量以及地下水位進行綜合探討，利用地下水觀測井網既有地下水位資料，建置標準化地下水位指標瞭解地下水現狀枯旱程度，另配合即時綜合標準化降雨指標及標準化河川乾旱指標，建置整合型之地下水管理水位與枯旱度預測系統，以掌握地下水位變動並預測枯旱風險，俾利未來地下水資源保育及智慧管理。
108~109		中南部地區河川中上游作為地下水補注場址調查及規劃	配合未來雲林地層下陷區防治計畫目標(109年度地下水保育管理暨地層下陷防治第3期計畫(110~113年))，採取兩面向進行地下水資源保育，進而有效抬升地下水位，延緩雲林中部區域(虎尾、土庫、元長、大埤等地區)之地層下陷，進而有效抬升該地層下陷區域指標井之地下水位，達到地下水保育之目標。
109	經濟部中央地質調查	地下水水文地質與水資源調查-地下水庫活化與效益評估	評估地下水區內地下水含水層蓄水空間(即地下水庫)之供水潛能，並在配合既有地表水設施及永續利用原則下之可供水量。

指標預測地下水分區於未來時間內發生枯旱之狀況，並可配合即時降雨、河川流量以及地下水位整體資料，建置整合型之地下水管理水位與枯旱度預測系統，掌握地下水位變動並預測枯旱風險，俾利未來地下水資源保育及智慧管理。

(十八) 彰化及雲林地區地層下陷監測及分析

為有效監測地層下陷行為，持續減緩地層下陷之發生，藉由多元化監測系統(含 GPS 固定站、水準測量監測網、磁感應環分層式地層下陷監測井與地下水位監測站)，分別從空中、地面與地下不同面向監測地層下陷之行為。在彰化與雲林等地層下陷區以多元化監測及整合技術進行地層下陷之嚴密監控，並整合上述資料針對新興異常地區與顯著沉陷區進行下陷機制之分析與探討。

(十九) 110~113 年地下水保育管理暨地層下陷防治第三期計畫(核定本)

二期計畫執行期間，臺灣地區之地層下陷雖已漸趨緩和，然彰化、雲林及嘉義、屏東等縣市之部份地區仍因產業用水需求供需失衡，致超量抽水而發生顯著下陷現象，108 年監測結果顯示，全臺顯著下陷面積達約 203.7 平方公里，其中雲林約達 200 平方公里，且年最大下陷速率達 6.5 公分亦發生於高鐵雲林路段沿線鄉鎮。期藉由持續完備地下水環境基本資料及科研技術之研發與整合，精進地下水保育及地層下陷防治策略，並結合水務智慧管理成果，運用現代化科技與技術，建構地下水動態管理機制，以協助地下水管制區縣市政府落實水井及抽水管理，同時加強地下水補注與效益評估，以減緩地層下陷及阻止海水入侵。

(二十) 地下水水文地質與水資源調查-地下水庫活化與效益評估

評估地下水區內地下含水層蓄水空間(即地下水庫)之供水潛能，並在配合既有地表水設施及永續利用原則下之可供水量。研究項目為資料蒐集及檢核、現地補充調查試驗、地下水文特徵分析、三維水文地質模型建置、地下水數值模式建置及地下水庫情境研擬與分析等。

5.2 揚塵

一、濁水溪揚塵特性

台灣由於地形、流域特性、氣候變遷、水資源調配、集水區管理及河川地墾殖開發等之影響，造成部分河川基流量銳減，加上地震後河床上升，下游河床裸露地增加，當颱風過後，河川上游沖刷大量土石，又適逢東北季風，導致下游河川揚塵明顯上升。依歷年空氣品質監測的統計，各月份發生揚塵事件日數顯示，主要是發生於每年 10 月至翌年 4 月間，除造成下風處周遭民眾生活品質低落及諸多不便外，更可能進而影響其身心健康。

根據研究文獻指出，造成河川揚塵的可能原因，除長期大自然環境變遷因素之外，當冬季東北季風強烈，適逢枯水期，部分河床砂石裸露，以及農民申請使用河川公(私)有土地，於休耕、種植翻土時段，如未確實做好抑制揚塵工作，亦可能產生河川揚塵。近年來，濁水溪河川流域周邊經常接到不少陳情案件，顯示河川揚塵問題日益嚴重。此外，各河川流域高灘地及部分低灘地，多為農民利用耕種，以濁水溪為例，南岸耕種面積約 970~2,700 公頃，耕作過程常噴灑農藥抑制雜草生長，所噴灑的農藥易飛散至附近地區，造成自然植生能力被抑制，導致裸露面積擴大。

綜上所述，造成河川揚塵之諸多成因中，以大自然因素如風向、風速、雨量、氣溫及漲退潮等占大宗；然農民於耕種翻土、休耕期間未進行有效揚塵防制措施、防風保育林解編等，亦是造成揚塵原因。

二、濁水溪揚塵觀測及歷年變化

濁水溪屬辮狀河川，主流河道於汛期後經常大幅變動，為河川揚塵日數最多的河川，濁水溪揚塵主要好發河段位於中沙大橋至下游出海口間，長度約 25 公里，河床裸露地面積達 2,000 公頃，其中揚塵潛勢區域平均約 1,200 公頃，影響範圍以雲林縣二崙鄉、崙背鄉、麥寮鄉、西螺鎮、莿桐鄉及彰化縣竹塘鄉、大城鄉等行政區域，如圖 5-45 所示。

本計畫區附近之空氣品質監測站，行政院環境保護署設置自動監測站共 6 測站，分別為南投縣之南投站與竹山站、彰化縣境內二林監測站，以及雲林縣境內台西站、崙背站與斗六站，其中台西監測站已於民國 88 年改為工業測站，其餘 3 站則為一般測站。另為因應河川揚塵監控需要，環保署在二崙鄉之旭光國小及義賢國小設有揚塵監測站，並自民國 99 年 5 月 26 日啟用，且這兩測站最為接近揚塵好發區。

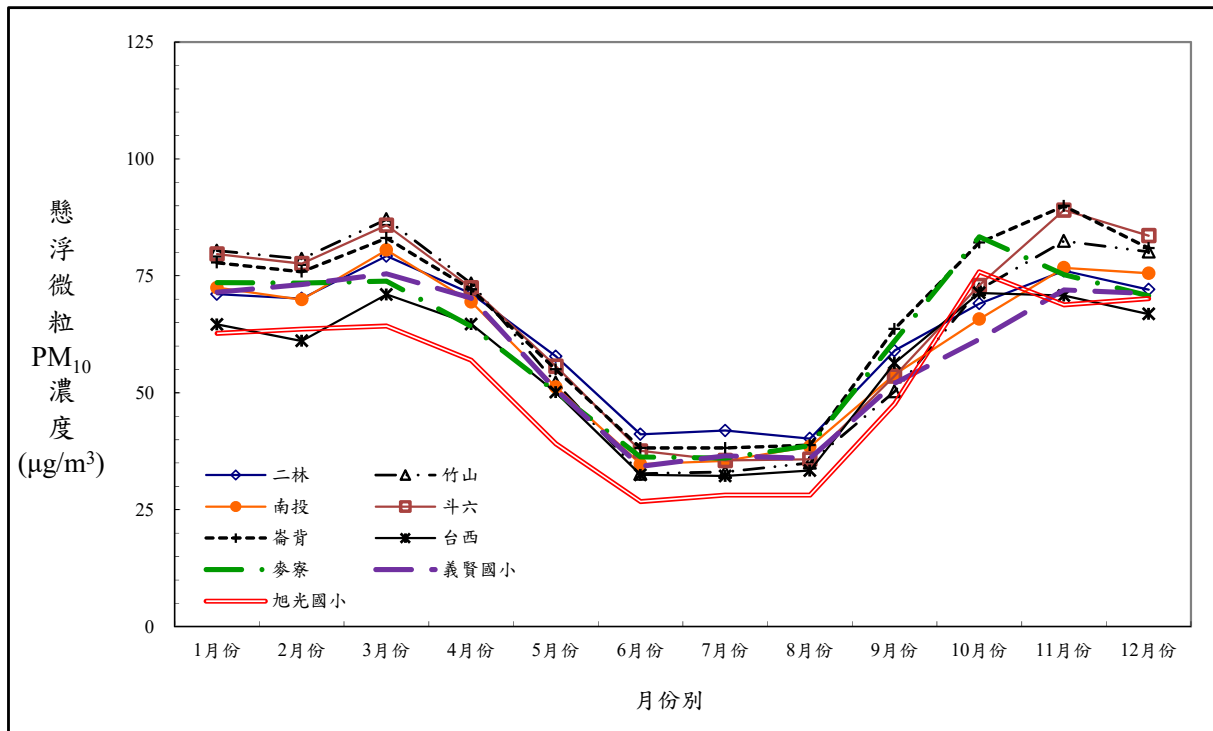
揚塵觀測以量測懸浮微粒 PM_{10} 為主，依據行政院環境保護署 101.5.14 環署空字第 1010038913 號令修正發布之「空氣品質標準」規範，日平均 PM_{10} 標準值為每立方公尺不得超過 $125\mu g/m^3$ 。依據環保署歷年空氣品質監測資料，統計各月份發生揚塵事件日數顯示，河川揚塵主要發生於 10 月至翌年 3 月，東北季風盛行季節。以濁水溪流域周邊測站崙背測站而言，統計揚塵好發季節 11~1 月懸浮微粒 PM_{10} 月平均值均超過 $76\mu g/m^3$ ，最高 3 個月平均達 $109\mu g/m^3$ ，而非好發季節 6~8 月之月平均值則均不超過 $37\mu g/m^3$ 。



資料來源：集集共同引水計畫一攔河堰營運階段環境影響調查報告書，經濟部水利署中區水資源局，民國102年6月。

圖 5-45 環保署空氣品質監測站與濁水溪揚塵好發地區之相對位置圖

根據環保署 6 處自動監測站 PM₁₀ 各月平均濃度顯示(如圖 5-46)，每年 6~8 月份 PM₁₀ 濃度為最低；而每年 1~3 月份及 11~12 月份之 PM₁₀ 濃度皆呈現偏高情形。6 處測站中二林及南投兩處測站位於濁水溪右岸，惟 PM₁₀ 濃度變化趨勢與濁水溪左岸之 4 處測站一致，顯示濁水溪兩岸於東北季風來臨之 11 月至翌年 3 月間均受到懸浮微粒之影響，尤以 11 月及 3 月濃度更甚。於 11 月的時候受影響最為顯著的依序為斗六、崙背及竹山；其次為南投與二林，最低者為台西測站；而 3 月份的時候影響最為顯著依序為竹山、斗六及崙背；其次為南投與二林，最低者亦為台西測站。顯示 10~3 月東北季風盛行時受影響較嚴重地區皆位於左岸(即為濁水溪南側)。



註：資料統計期間為82年7月至109年12月。

圖 5-46 計畫區懸浮微粒 PM₁₀ 各月份平均濃度變化趨勢

另分析各測站歷年平均濃度值如圖 5-47 所示，整體年平均濃度大致呈現改善的現象，歷年平均濃度為 33~123(µg/m³)，本年度平均濃度為 33~54(µg/m³)，其最高值位於旭光國小測站。

此外，統計計畫區各測站歷年懸浮微粒日平均值大於 125µg/m³ 之

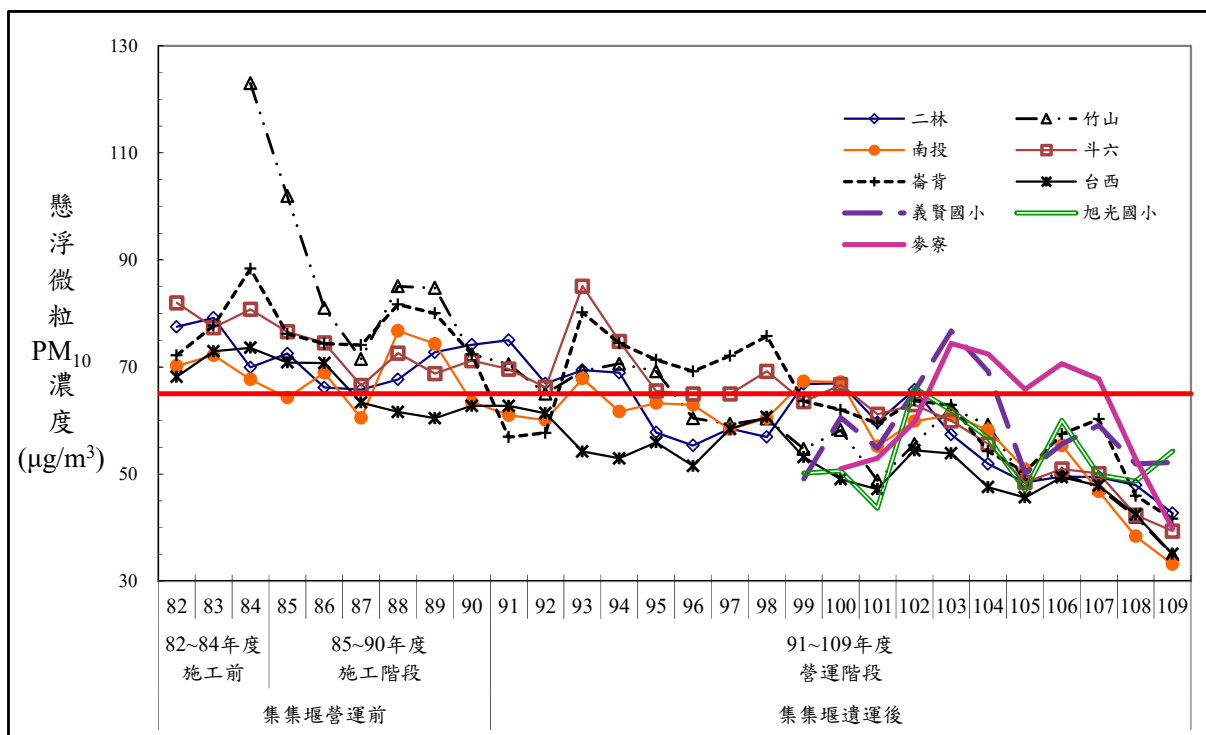
天數以及小時值大於 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之小時數，其逐年變化情形如圖 5-48 及圖 5-49 所示，整體而言其發生量逐年減低之趨勢。環保署於二崙鄉設置之揚塵監測站-旭光國小及義賢國小，以每年 2~4 月份及 10~12 月份之 PM_{10} 濃度呈現偏高情形，歷年年平均值濃度顯示得知，因 100 年度降雨量減少或降雨不均等氣候影響，造成當年度之懸浮微粒測值升高，惟仍未超出年平均值 $65\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。另 102 年度受蘇力、西馬隆、潭美及康芮等颱風接續襲台，造成濁水溪下游河川裸露地增加，加上東北季風增強影響，致揚塵情況較嚴重。揚塵面積自 103 年起呈逐年下降趨勢，易致揚塵面積由 103 年 1,200 公頃降至 105 年 800 公頃，惟因 106 年 6 月初豪雨，造成中高灘地土沙沖刷至下游，使河床裸露面積增加。又受 106 年 10 月卡努、蘭恩及蘇拉等颱風外圍環流與東北季風共伴效應影響，106 年各測站皆較 105 年增加(如表 5-8)，106 年濁水溪發生 59 次河川揚塵事件日，107 年發生 50 次，108 年發生 29 日，109 年度截至 11 月底僅發生 7 日，較 108 年度同期 23 日減少 70%顯示揚塵防制已見成效。

表 5-8 濁水溪鄰近測站懸浮微粒年平均統計

單位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

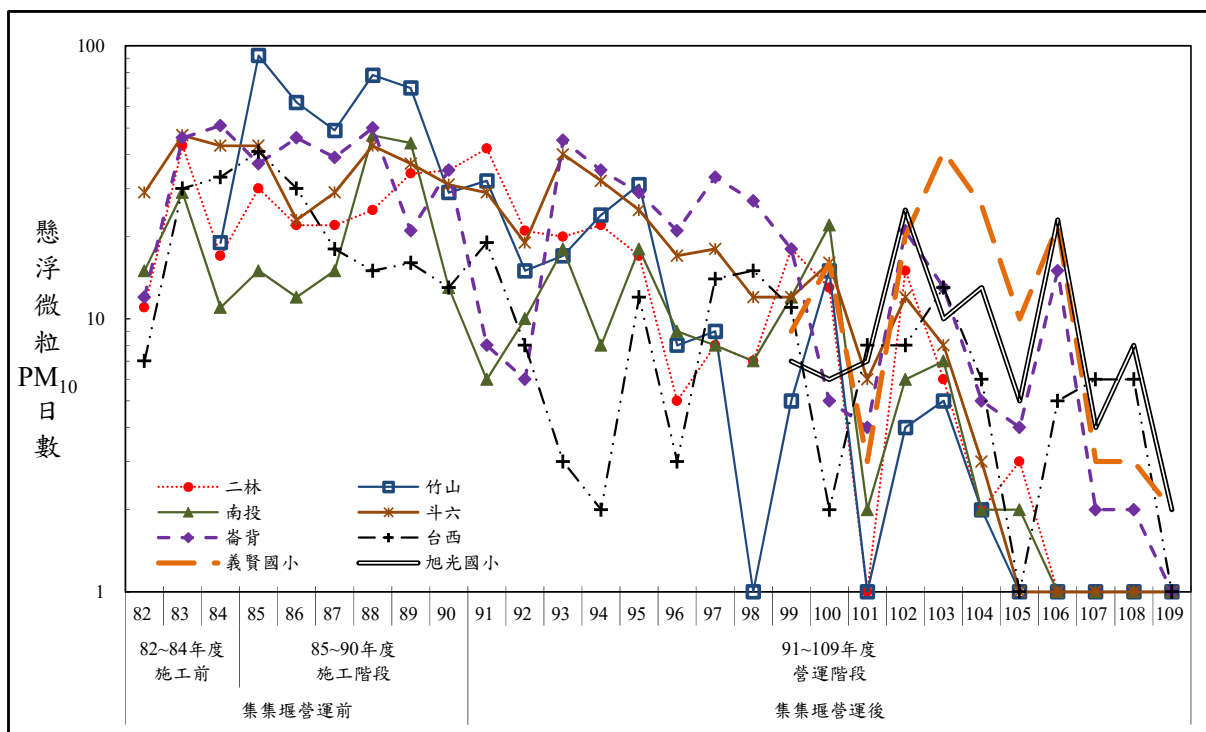
測站\年度	101	102	103	104	105	106	107	108	109
崙背	59.42	63.75	62.92	53.67	50.33	57.42	52.34	45.92	41.70
麥寮	52.92	59.67	74.42	72.42	65.83	70.58	60.27	52.83	39.78
旭光國小	43.33	67.08	65.92	58.00	46.67	59.67	49.80	48.66	40.95
義賢國小	54.75	65.58	76.75	68.83	49.83	55.33	59.09	51.87	43.20

河川揚塵影響因子與水文、氣象條件間呈現複雜關係，依據「集集共同引水計畫-攔河堰營運階段環境影響調查報告書」推估顯示以風速為最主要之影響因子，當風速愈大時，其懸浮微粒濃度亦會增加，為瞭解風速與懸浮微粒之關係，本計畫僅以濁水溪下游靠近揚塵好發段之義賢國小、旭光國小、崙背、台西及麥寮測站之風速對懸浮微粒(PM_{10})濃度之狀況影響進行分析(詳圖 5-50)。其說明如下：



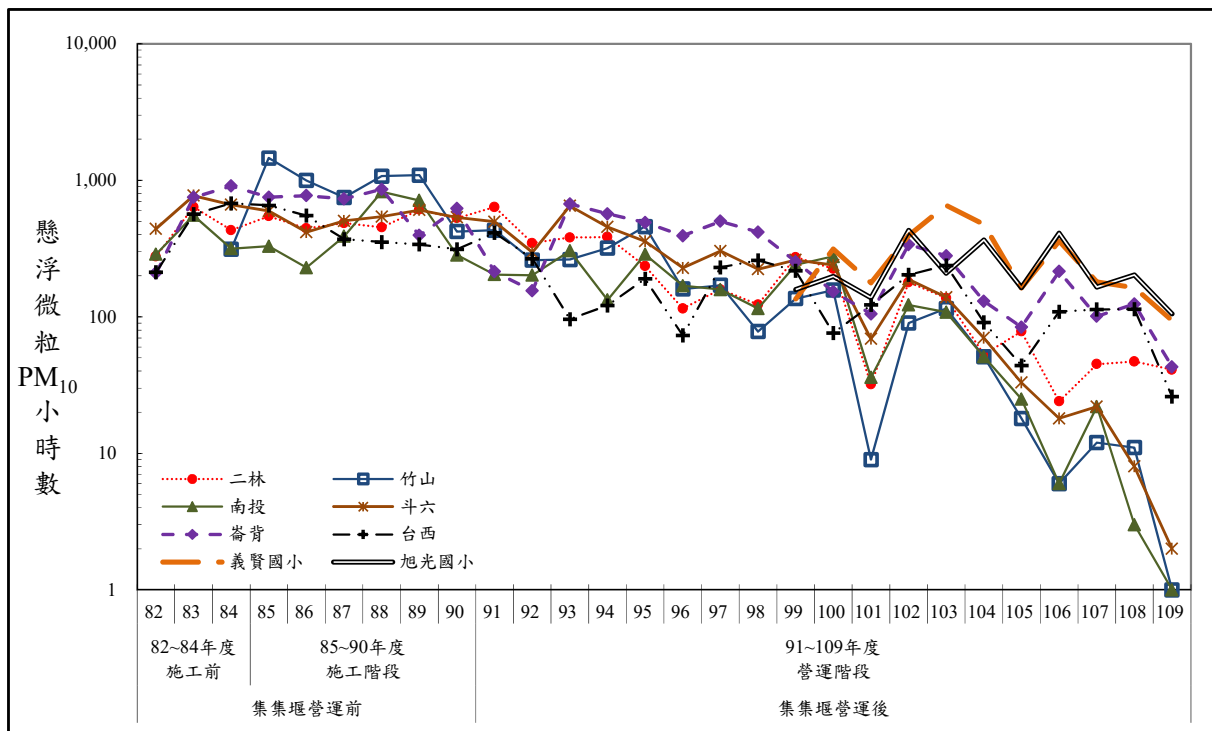
註：資料統計期間為82年7月至109年12月。

圖 5-47 計畫區懸浮微粒 PM_{10} 年平均濃度變化趨勢



註：資料統計期間為82年7月至109年12月。

圖 5-48 歷年各測站懸浮微粒 PM_{10} 日平均值 $>125\mu g/m^3$ 統計



註：資料統計期間為82年7月至109年12月。

圖 5-49 歷年各測站懸浮微粒 PM_{10} 小時值 $>150\mu g/m^3$ 統計

(一) 義賢國小測站

為專屬濁水溪設立之揚塵監測站，位於二崙鄉義賢國小樓頂，該測站距離濁水溪南岸堤防約 0.31 公里，其懸浮微粒濃度易受濁水溪揚塵影響導致變化。本年度月平均風速為 0.9~1.2m/s，其風向為北北東。義賢國小測站位置與旭光國小測站相鄰，因其北方有大片防風林遮擋，故其懸浮微粒濃度相較旭光國小測站稍有差異。

(二) 旭光國小測站

為專屬濁水溪設立之揚塵監測站，位於二崙鄉旭光國小樓頂，該測站距離濁水溪南岸堤防約 1.43 公里，其懸浮微粒濃度易受濁水溪揚塵影響導致變化。本年度月平均風速多在 1.5~2.0m/s，其風向為北北東。

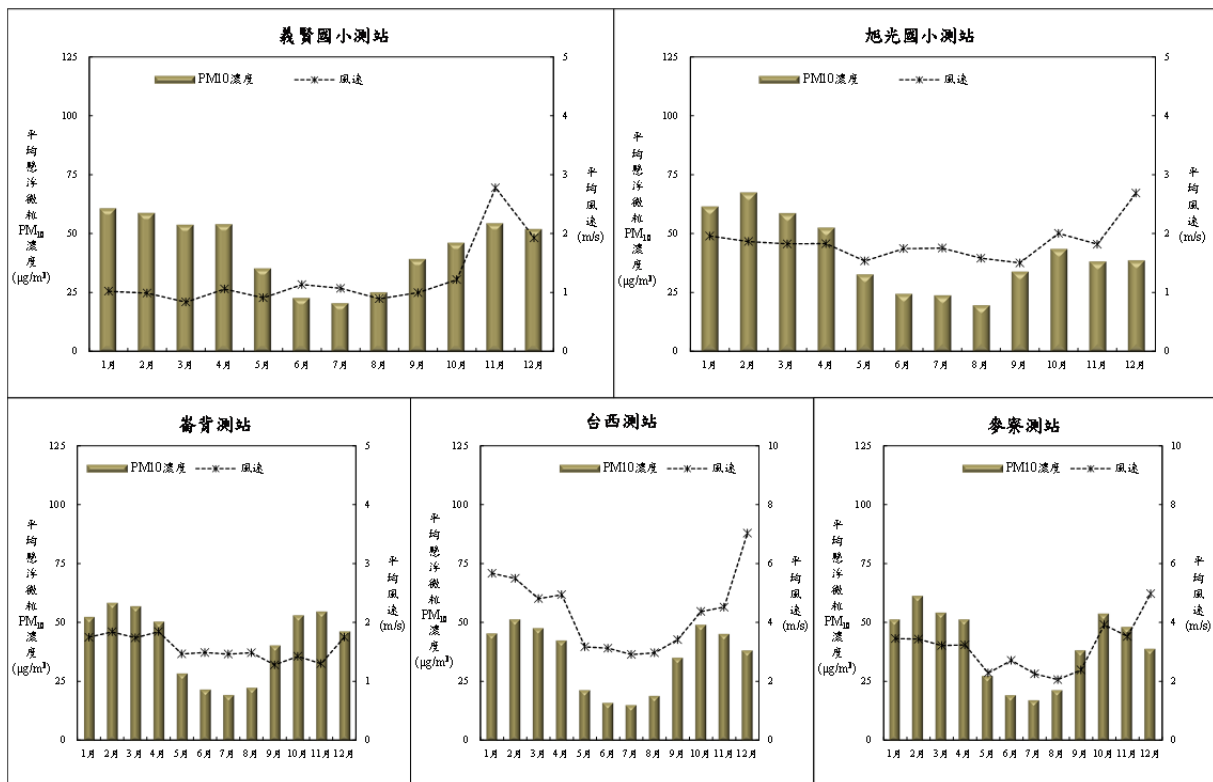
(三) 崙背測站

位於雲林縣二崙鄉旭光國中樓頂，該測站距離濁水溪南岸堤防約 6.16 公里，周遭為民眾活動中心，適合作為揚塵敏感判別測站。

本年度崙背測站揚塵好發時間多為 13~18 時，加強宣傳告知民眾之自我防護作為。本年度月平均風速多在 1.3~1.8m/s，其風向為北北東。

(四) 台西測站

位於台西鄉圖書館之樓頂，該測站距離濁水溪南岸堤防約 11.4 公里，靠近海邊不遠，地表裸露風沙較大，懸浮微粒觀測值受其地理環境影響。本年度崙背測站揚塵好發時間為接近中午時段甚至持續至凌晨或上午時段，顯見台西測站受懸浮微粒影響時間較其他測站長。本年度月平均風速多在 2.9~5.7m/s，其風向為北北東。



資料來源：行政院環境保護署。

圖 5-50 本年度懸浮微粒 PM₁₀ 濃度與平均風速比較

(五) 麥寮測站

麥寮測站位於濁水溪出海口，秋冬降雨少，若東北季風增強則引發河川揚塵，懸浮微粒(PM₁₀)而偏高。此時雲林縣環保局啟動相關應變作為，以洗街車執行濁水溪沿岸鄉鎮環境清理，並於麥寮出

海口 10 號越堤路低灘地噴灑三仙膠等。

三、細懸浮微粒(PM_{2.5})

細懸浮微粒(PM_{2.5})，係指懸浮在空氣中氣動粒徑小於 2.5 μ m 的微粒，因其粒徑極小，易隨呼吸進入人體，對健康造成影響。依據環保署監測資料統計各測站細懸浮微粒(PM_{2.5})年平均濃度趨勢如表 5-9 所示，PM_{2.5} 年平均濃度皆有逐年改善趨勢，惟仍高於 PM_{2.5} 空氣品質標準(年平均値 15 μ g/m³)。

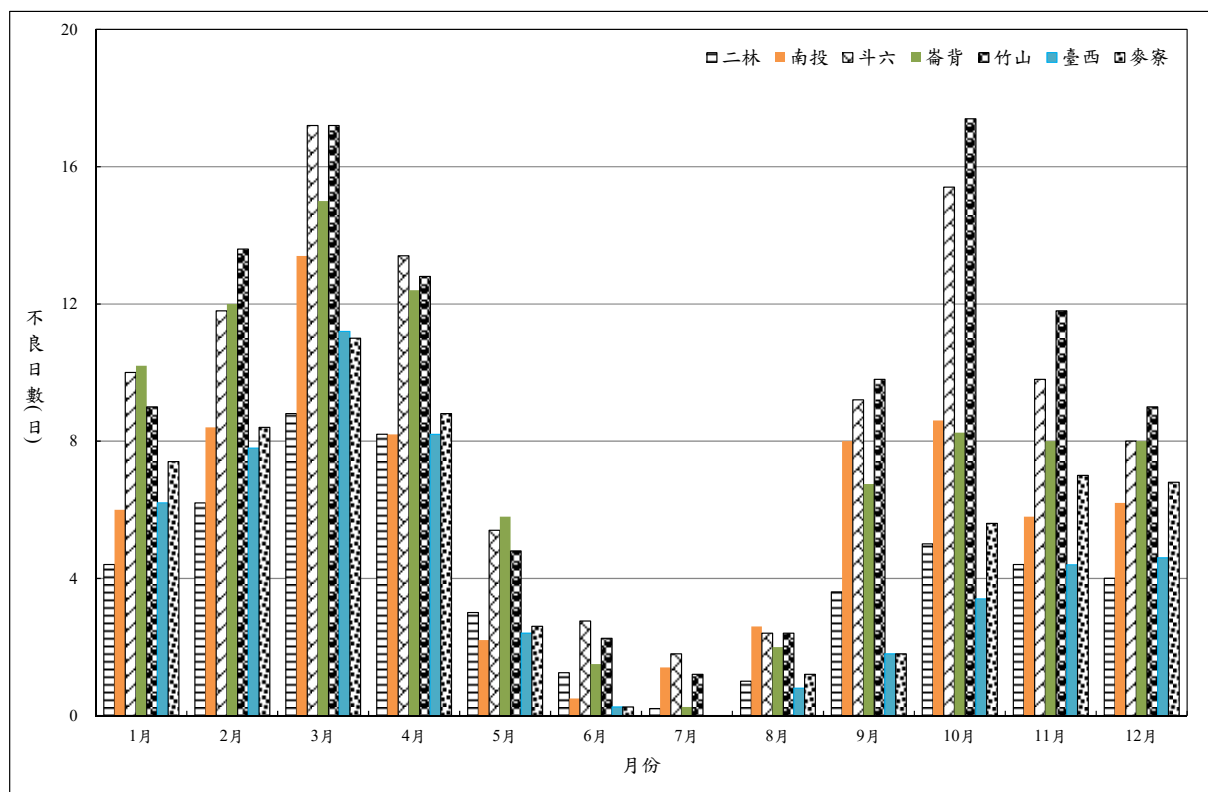
表 5-9 近年各測站細懸浮微粒(PM_{2.5})年平均濃度

年度\測站	二林	竹山	南投	斗六	崙背	台西	麥寮	空氣品質標準
103	33	30	33	34	32	30	28	年平均値≤ 15mg/m ³
104	28	32	26	29	31	25	24	
105	22	25	27	27	30	25	25	
106	20	30	25	27	27	26	28	
107	24	26	22	25	31	22	24	
108	20	22	20	24	22	20	18	
109	17	19	18	20	18	16	17	

環保署公告當空氣品質指標 AQI>100(PM_{2.5}>35 μ g/m³)時達一級空品惡化標準，代表當日空氣品質不良，可能對敏感族群不健康，整理近年之 AQI>100 空品不良日數如圖 5-51 所示，內陸地區(斗六、崙背)污染情形明顯較沿海地區(台西、麥寮)嚴重。1~4、10~12 月為 PM_{2.5} 空品不良高峰期，以高壓迴流及一般冬季等典型高污染天氣型態為主；而 5~9 月則受西南季風及太平洋副高壓影響，平均風速快且易降雨，空品不良日數明顯較其他月份為低。

彙整歷年各測站 PM_{2.5}/PM₁₀ 比值變化(表 5-10)，測站數值顯示比值約 1/2，顯示濁水溪空氣品質污染源中 PM_{2.5} 佔有顯著比例。另根據環保署之「河川揚塵對空氣品質影響預防評估計畫」研究顯示於源區較低風速(5~8m/s)易使 PM_{2.5} 以下之沙塵微粒揚起，而於源區較高風速(10m/s 以上)使包含粗微粒與細微粒之沙塵微粒揚起，其飛揚起動風速

比 PM_{10} 小，造成空污防制工作的困難度。



註：資料統計期間為105年1月至109年12月。

資料來源：行政院環境保護署。

圖 5-51 近年逐月 AQI>100(細懸浮微粒)不良日數

表 5-10 歷年各測站 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 比值變化

測站\年度	103	104	105	106	107	108	109
二林	0.58	0.54	0.46	0.40	0.48	0.42	0.41
竹山	0.48	0.54	0.51	0.60	0.55	0.53	0.56
南投	0.54	0.45	0.54	0.49	0.47	0.52	0.53
斗六	0.57	0.52	0.55	0.52	0.49	0.56	0.50
崙背	0.50	0.57	0.59	0.47	0.47	0.47	0.42
台西	0.55	0.52	0.54	0.52	0.46	0.47	0.47
麥寮	0.44	0.45	0.50	0.48	0.36	0.35	0.42

註：資料統計期間為103年1月至109年12月。

資料來源：行政院環境保護署。

四、歷年相關辦理揚塵防制計畫情形

由於河川揚塵為全國普遍存在的現象，環保署為降低河川揚塵對居民生活品質的衝擊，自民國 96 年 11 月起邀集水利署、林務局及相關地方政府共同研商，決議推動全國「河川揚塵防制及推動改善方案」，進行相關改善及研究工作，積極解決河川揚塵問題。為評估河川揚塵問題改善方法，水利署亦針對所轄河川陸續推動相關揚塵改善試辦計畫，以歷年相關計畫辦理揚塵防制改善施作情形彙整如圖 5-52 所示，另歷年辦理揚塵改善調查研究計畫彙整如表 5-11 所示，以下以分年執行情形概述之：

(一) 濁水溪下游段河川裸露地揚塵改善策略研究

第四河川局於民國 96 年辦理「濁水溪下游段河川裸露地揚塵改善策略研究」，建立濁水溪揚塵基本資料，包含下游段沿岸之河床裸露地面積、植生等，並探討揚塵來源、原因及初步擬定濁水溪揚塵改善對策。經該計畫分析初步確立南岸揚塵問題與季風之關聯性，並初步以植被覆蓋為改善揚塵之對策，並檢討數種能適應於河灘地之防風定砂植物(如甜根子草及雀榕等)，其透過植生覆蓋試驗計畫，得其揚塵抑制計畫，得其揚塵抑制削減效率約 28~49%。

(二) 濁水溪揚塵抑制方案於防洪、景觀及環保綜合功效研究

第四河川局 97 年辦理「濁水溪揚塵抑制方案於防洪、景觀及環保綜合功效研究」，進行小規模之河川裸露地揚塵抑制工法試做並評估成效。使用工法包括有植生、稻草蓆、防風網、防塵網、灑水、直立稻草及三仙膠等。各項工法以噴灑三仙膠溶液為最佳揚塵抑制工法，其揚塵阻滯率約為 77%，惟每年主河槽變化太大，造成許多揚塵抑制措施至汛期即遭沖毀。在揚塵防治需長期治理之考量下，使用低成本工法配合最佳施作用時間才是主河槽揚塵防治的解決之道，三仙膠僅作為短期緊急防治之用。

(三) 濁水溪下游揚塵改善計畫研究

為延續民國 97 年計畫成果，第四河川局於民國 98~99 年辦理