

五、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 107 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。

六、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。

(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。

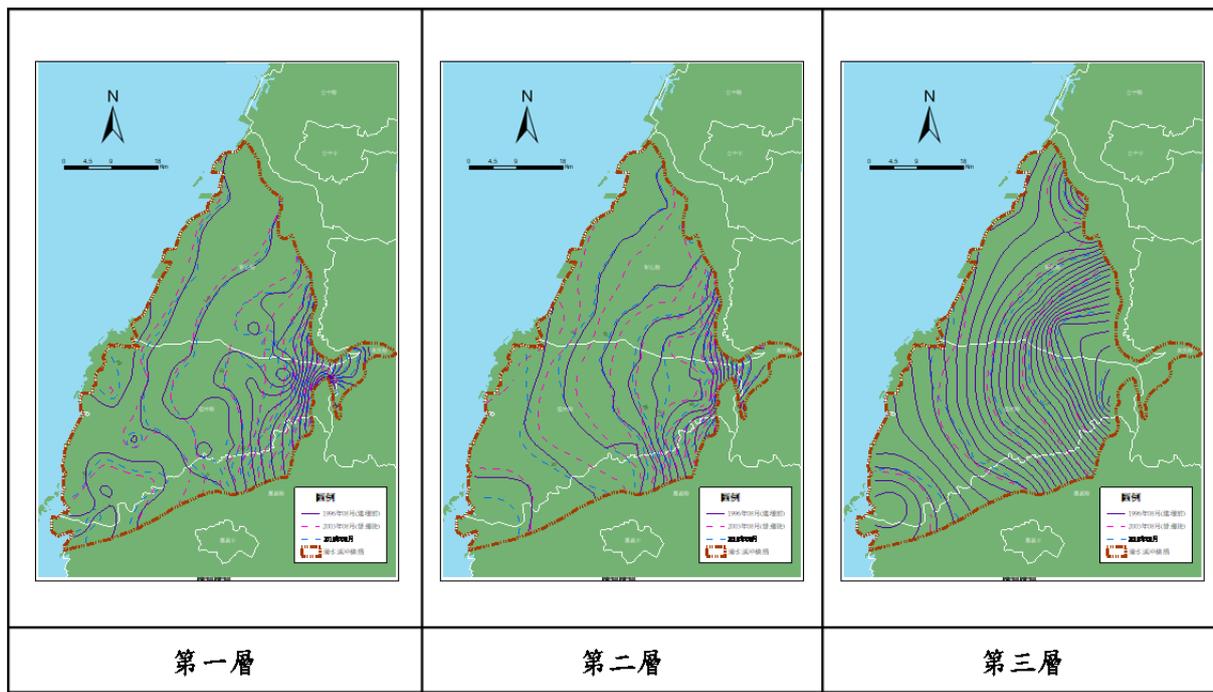


圖 5-30 濁水溪沖積扇豐水期地下水等水位圖

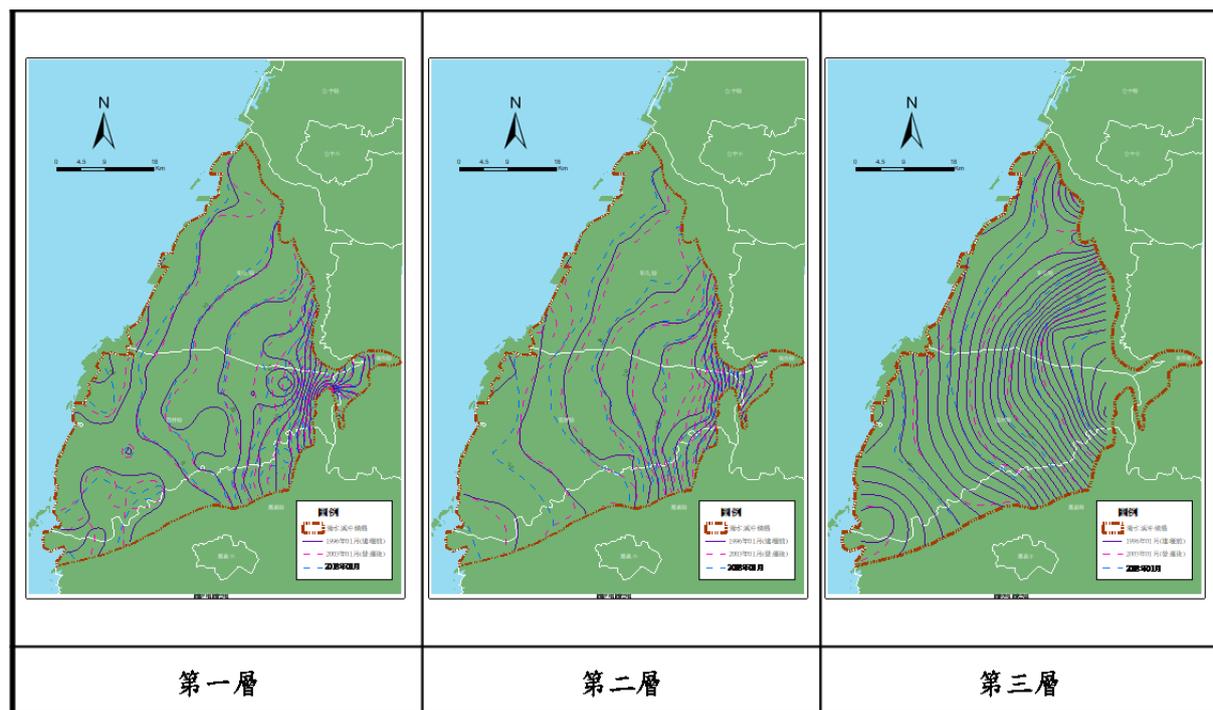


圖 5-31 濁水溪沖積扇枯水期地下水等水位圖

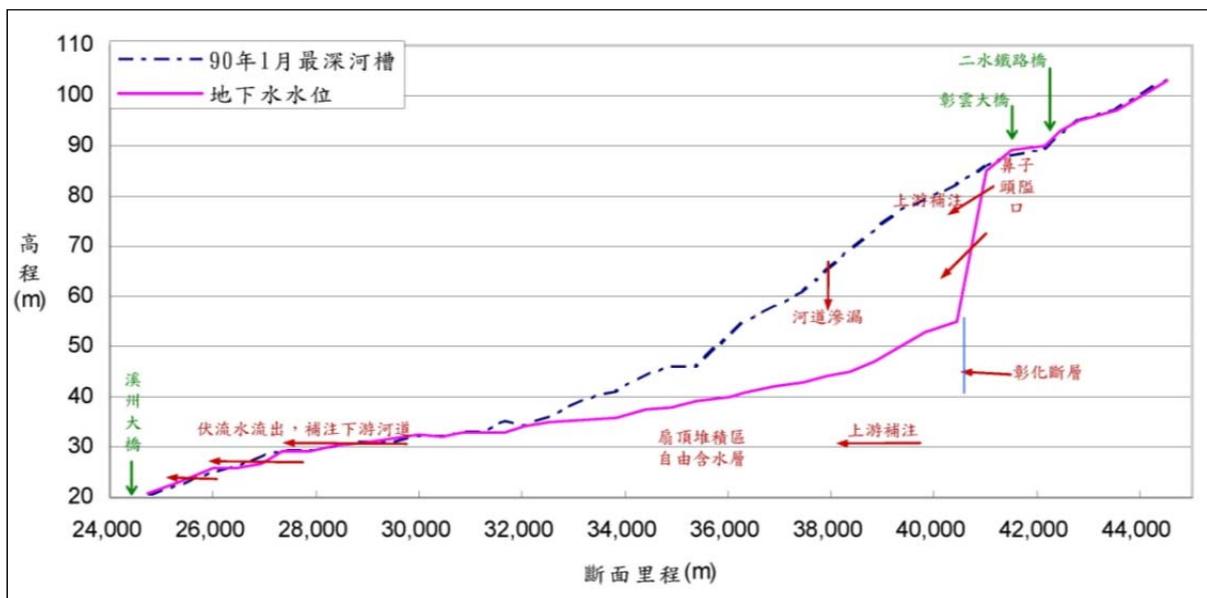
(三) 彰化雲林地區地下水補注實施計畫草案

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。



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

(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。

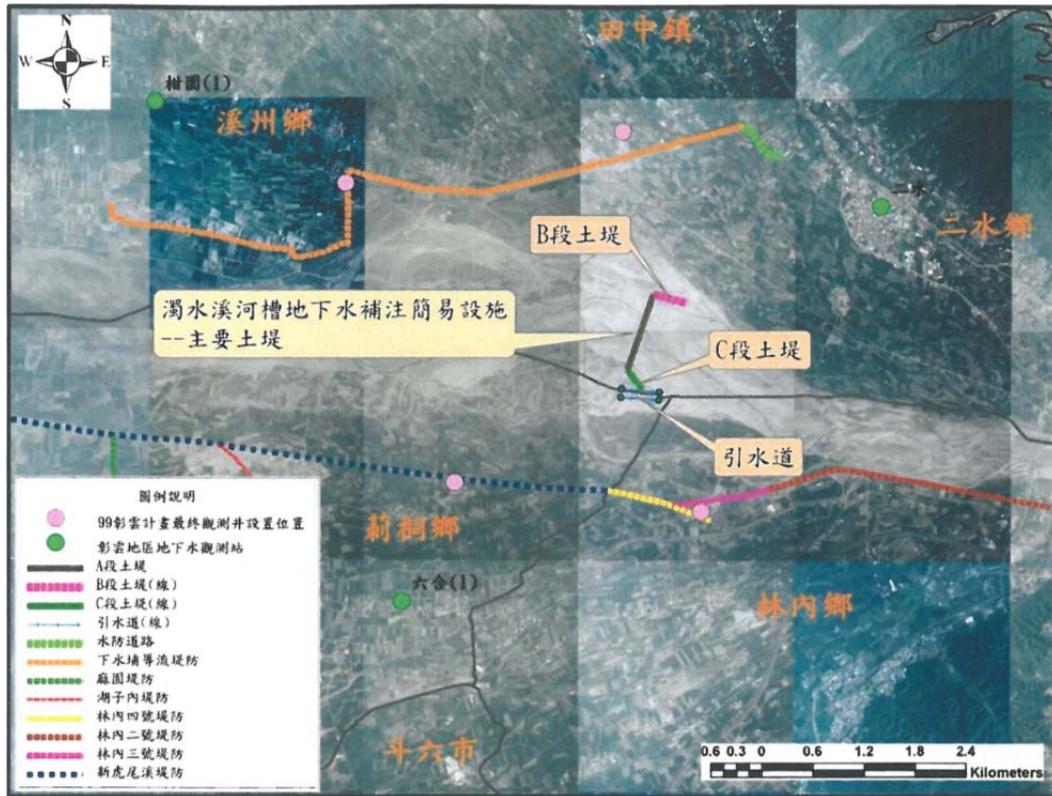
(六) 雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫，

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

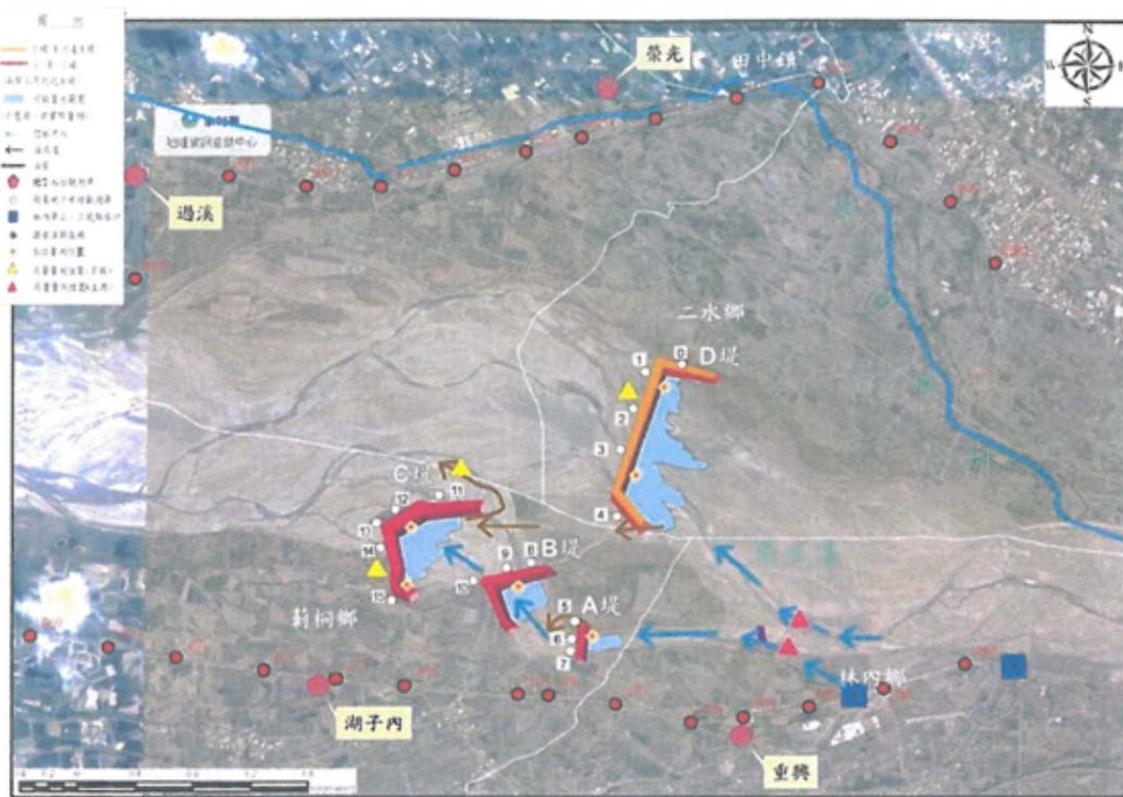
第四河川局於民國 99~101 年間完成「濁水溪河槽地下水補注簡易設施」試辦工程。99 年度選擇位於彰雲大橋下游 4.5 公里處二水鄉之濁水溪河道主深槽(約斷面 77 處)設置簡易滯水土堤(如圖 5-33)，蓄水操作期間蓄水漫淹面積約 11~64 公頃，其累積入滲量達 2,269 萬噸；100 年度持續辦理二水鄉之濁水溪河道主深槽(約斷面 77 處)滯水土堤外，另於扇頂之濁水溪南岸林內、荊桐附近(約斷面 73~78 處)增設簡易攔水土堤並鋪設 PVC 帆布(如圖 5-34)，蓄水操作期間蓄水漫淹面積約 8~106 公頃，其累積入滲量達 4,088 萬噸。經 2 年試辦並評估其工程效益後，設施位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



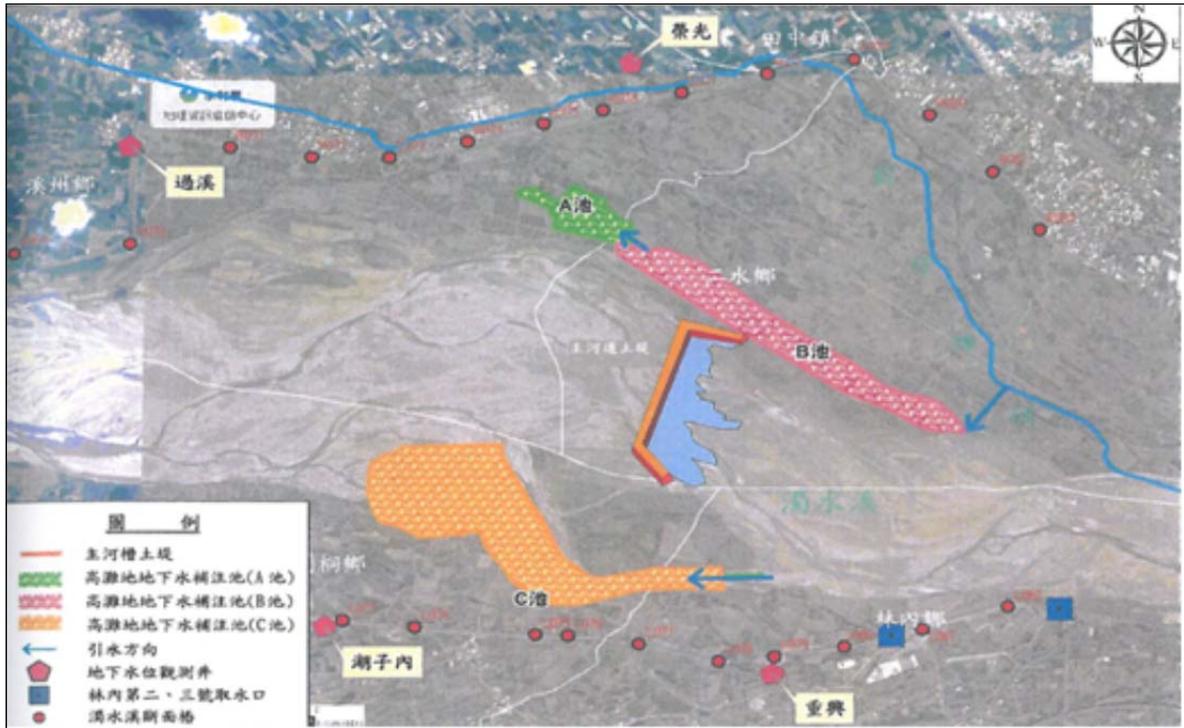
資料來源：台灣西部河川河槽作為地下水補注區可行性分析，經濟部水利署，民國100年12月。

圖 5-33 99 年濁水溪河槽地下水補注簡易設施配置圖



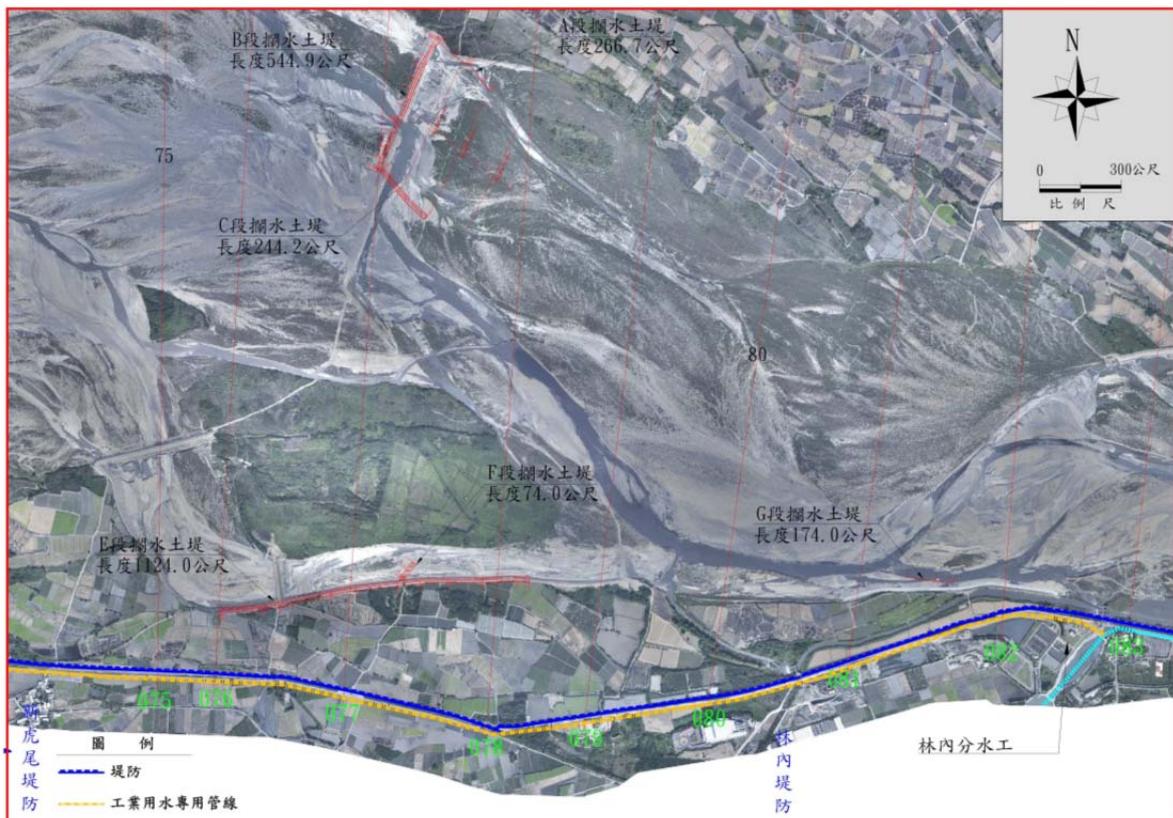
資料來源：集集共同引水計畫—攔河堰營運階段環境影響調查報告書，經濟部水利署中區水資源局，民國102年6月。

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



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

(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 5-35。

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。

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。

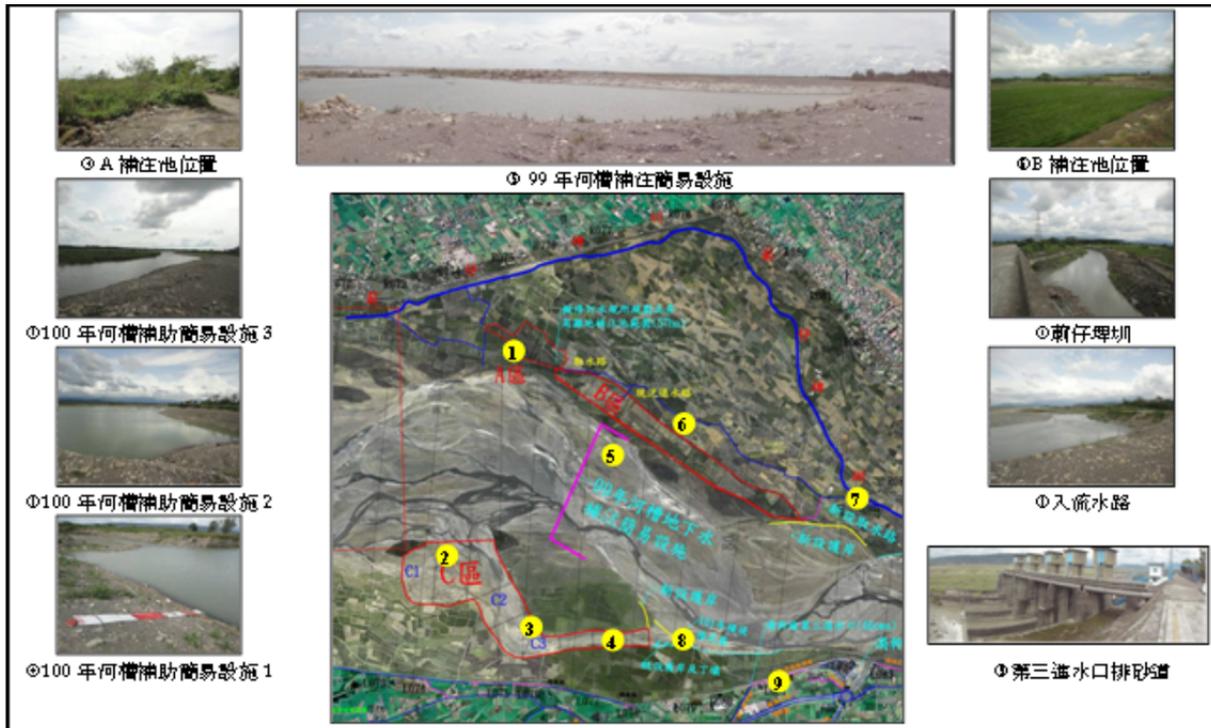
表 5-5 濁水溪歷年辦理地下水補注工程計畫

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。

(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。



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。

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。

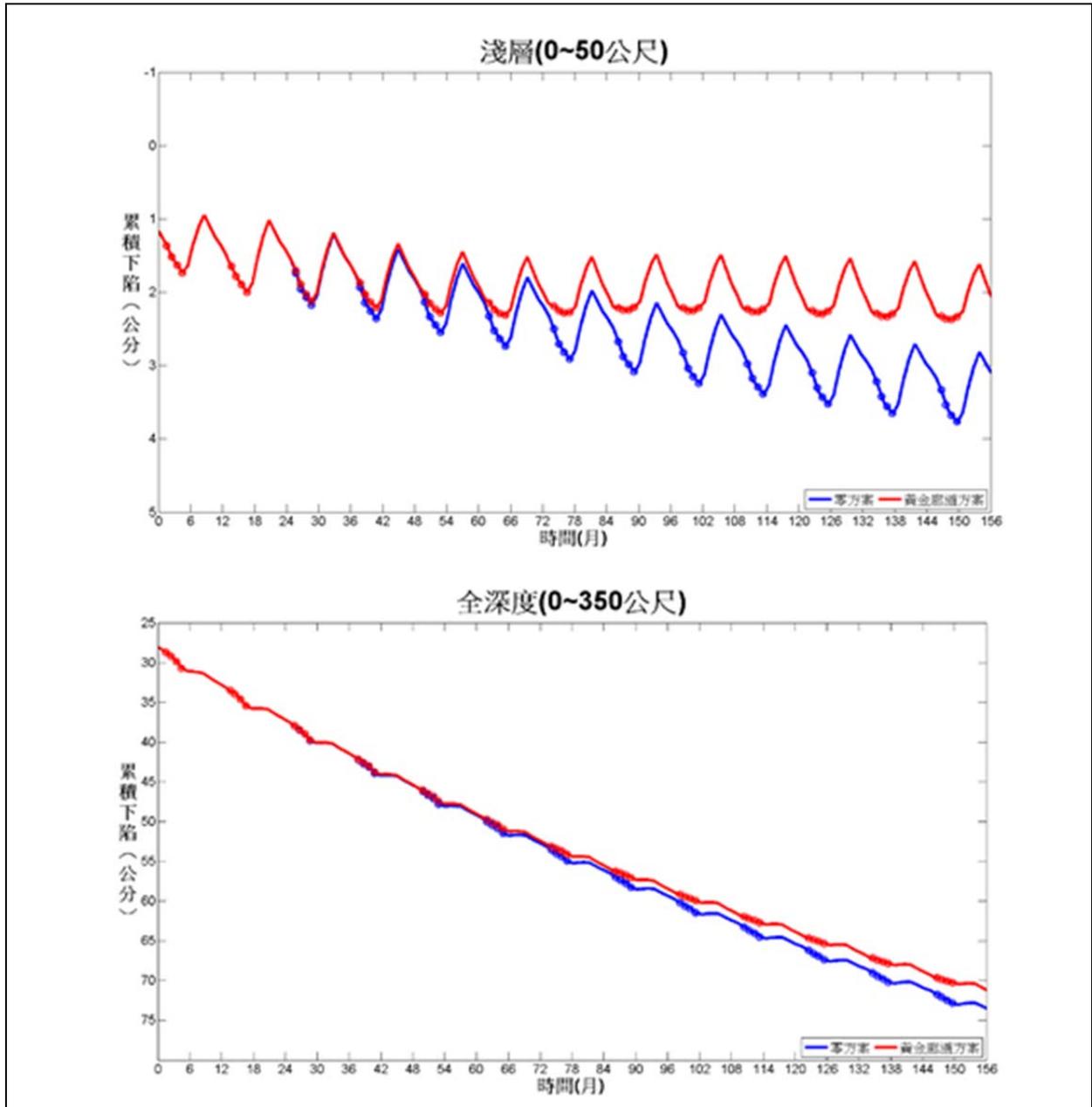


資料來源：黃金廊道農業新方案暨行動計畫102至109年度，行政院農委會，民國102年。

圖 5-38 黃金廊道推動區域劃分

(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)

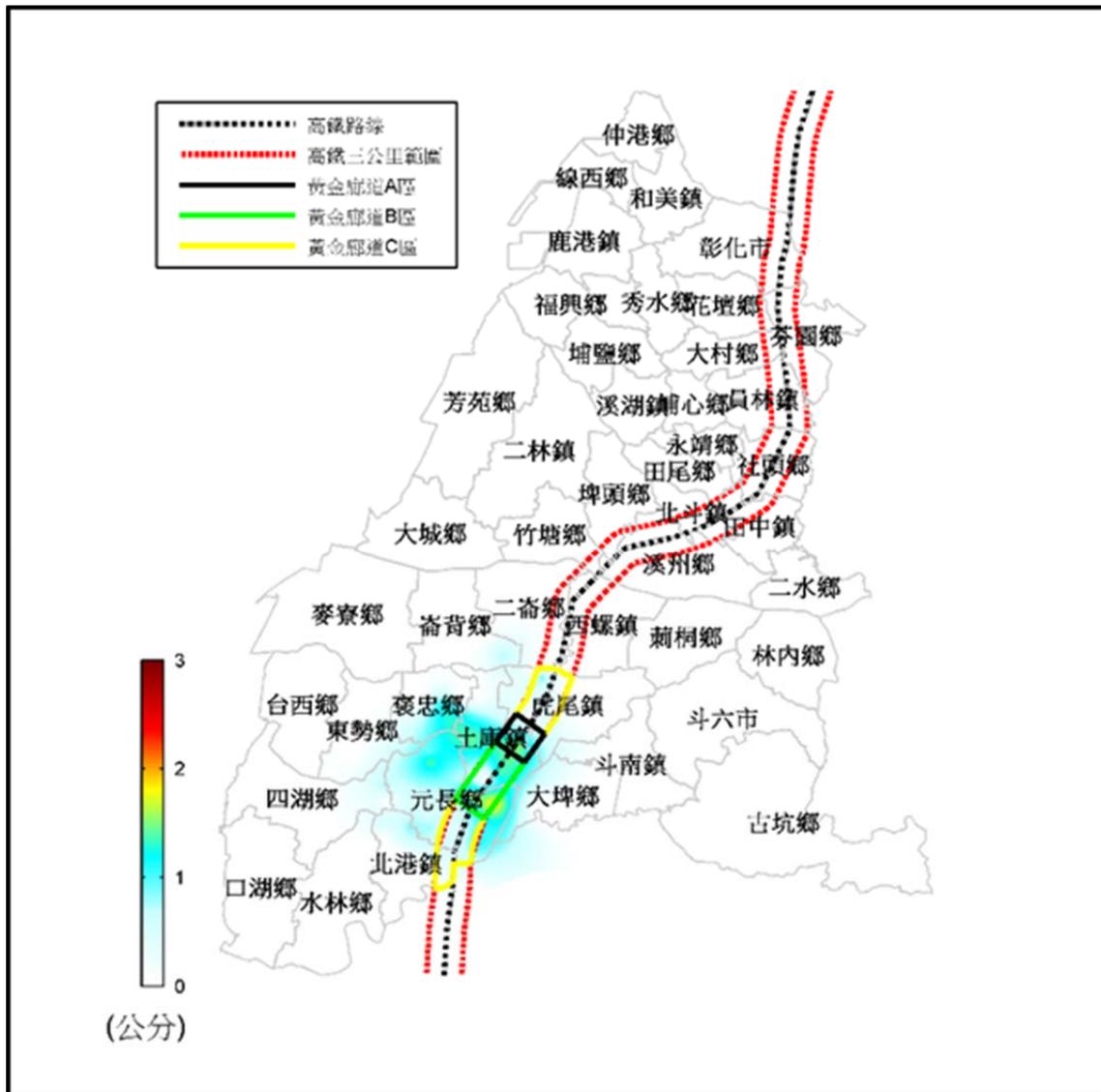
該計畫為減抽地下水增供地面水、地下水環境復育、加強管理、國土規劃等 4 大層面，期能達成兩大目標，為(1)雲彰地區用水合理化：農業用水減抽 3.3 億噸、公共用水減抽 1.2 億噸，增加可利用水源 2 億噸，強化地下水補注 1.5 億噸及(2)雲彰地區地層下陷有效紓緩，確保交通及維生系統安全無虞。



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

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

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，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。

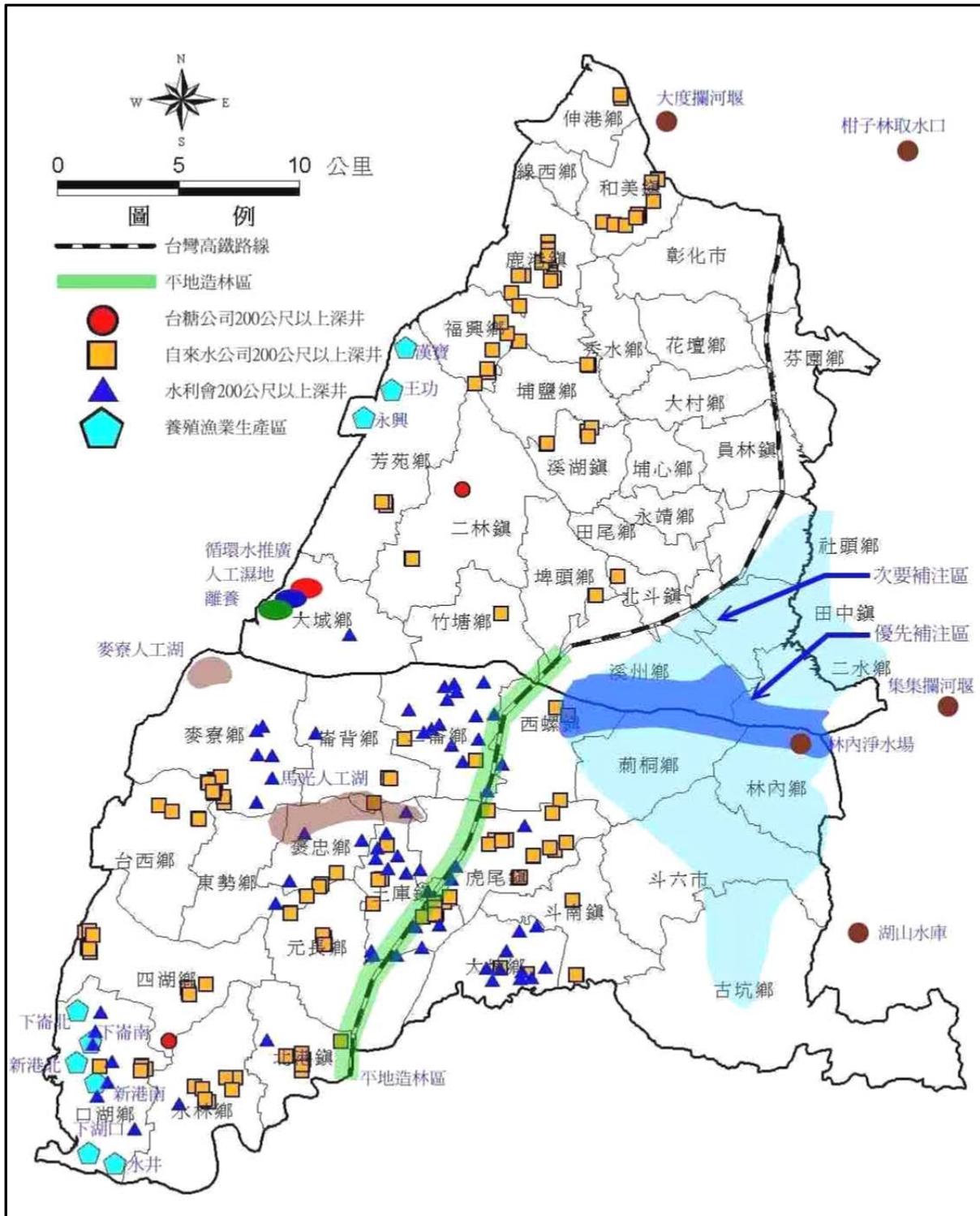


圖 5-42 彰雲防治計畫實施地點示意圖

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。本年度預計於濁水溪鄰近溪洲、林內之河段(如圖 5-44)設置臨時性的地下水補注設施，規劃採用揚塵防制水覆蓋之方式配合河道疏濬工作，以延長地面水滯留的時間與增加地下水入滲補注量的可能性。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(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。

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。



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



圖 5-44 108 年度濁水溪河槽地下水補注設施規劃推動地點空照圖

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。

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
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。
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。
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	水利規劃試驗所	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。

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，其河床裸露地面積達 2,000 公頃，其中揚塵潛勢區域平均約 1,200 公頃，影響範圍包括雲林縣二崙鄉、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。以濁水河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

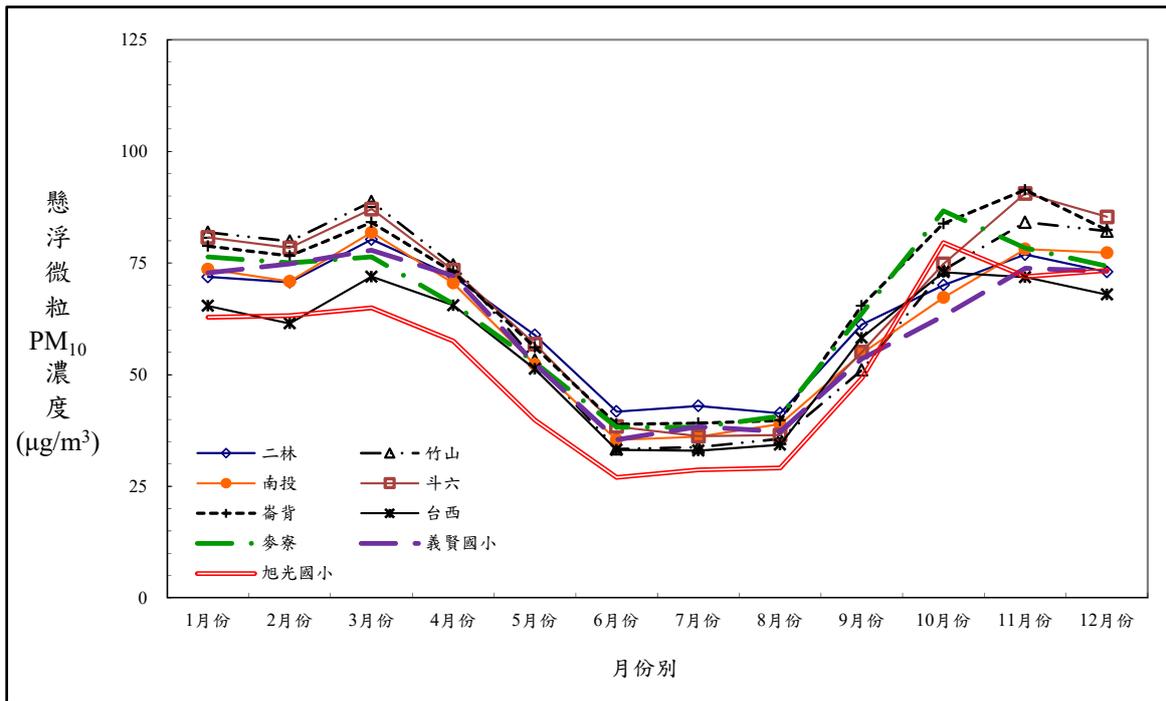
均值均超過 $76\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，最高 3 個月平均達 $109\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而非好發季節 6~8 月之月平均值則均不超過 $37\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。



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 5-45 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

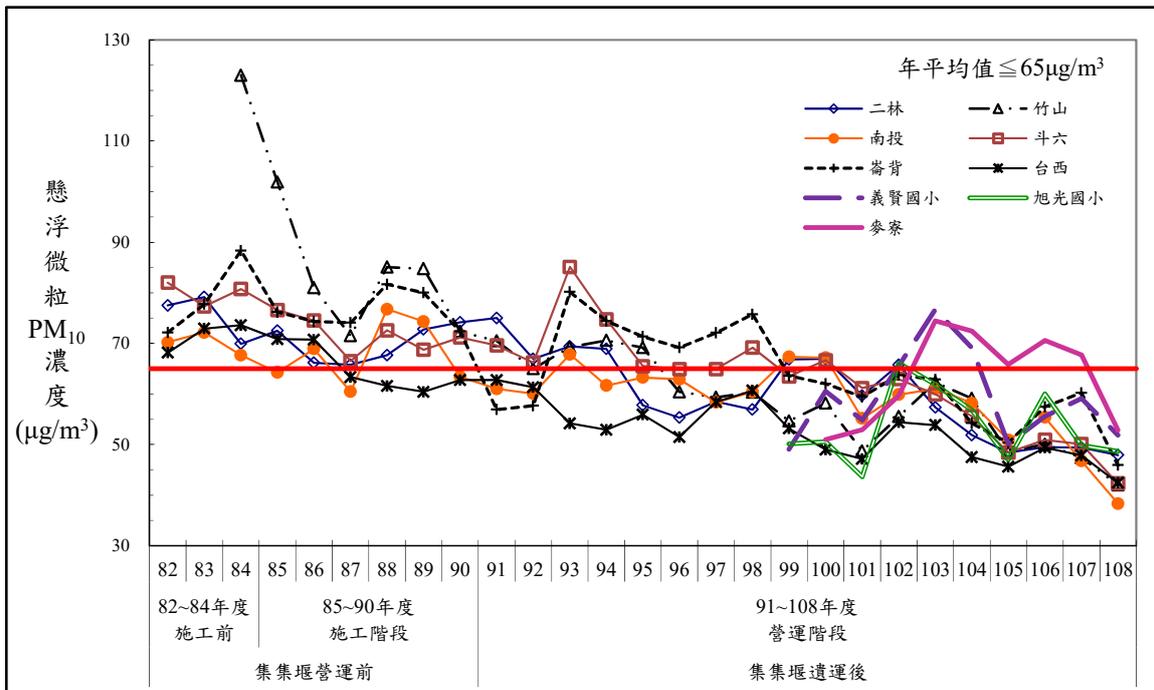
根據環保署 6 處自動監測站 PM_{10} 各月平均濃度顯示(如圖 5-46)，每年 6~8 月份 PM_{10} 濃度為最低；而每年 1~3 月份及 11~12 月份之 PM_{10} 濃度皆呈現偏高情形。6 處測站中二林及南投兩處測站位於濁水溪右岸，惟 PM_{10} 濃度變化趨勢與濁水溪左岸之 4 處測站一致，顯示濁水溪兩岸於東北季風來臨之 11 月至翌年 3 月間均受到懸浮微粒之影響，尤以 11 月及 3 月濃度更甚。於 11 月的時候受影響最為顯著的依序為斗六、崙背及竹山；其次為南投與二林，最低者為台西測站；而 3 月份的時候影響最為顯著依序為竹山、斗六及崙背；其次為南投與二林，最低者亦為台西測站。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108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

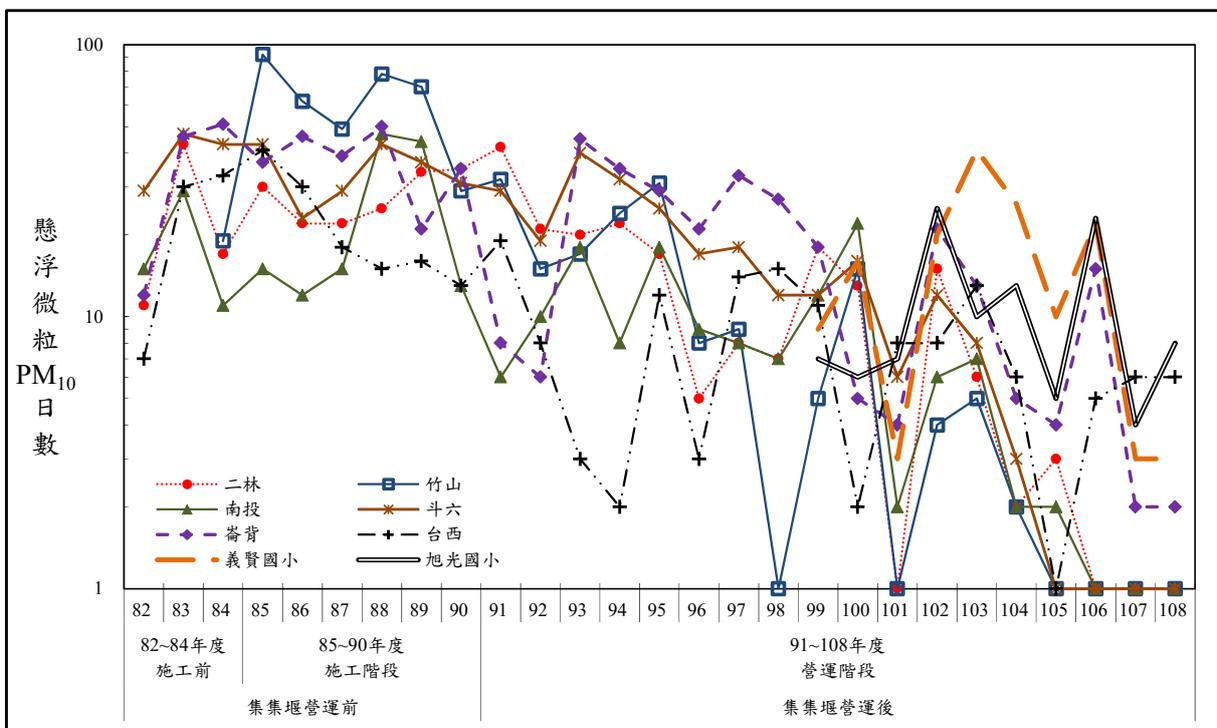
另分析各測站歷年平均濃度值如圖 5-47，整體年平均濃度大致呈現改善的現象，歷年平均濃度為 43~123(µg/m³)，本年度平均濃度為 42~53(µg/m³)，其最高值位於麥寮測站。



註：資料統計期間為82年7月至108年12月。

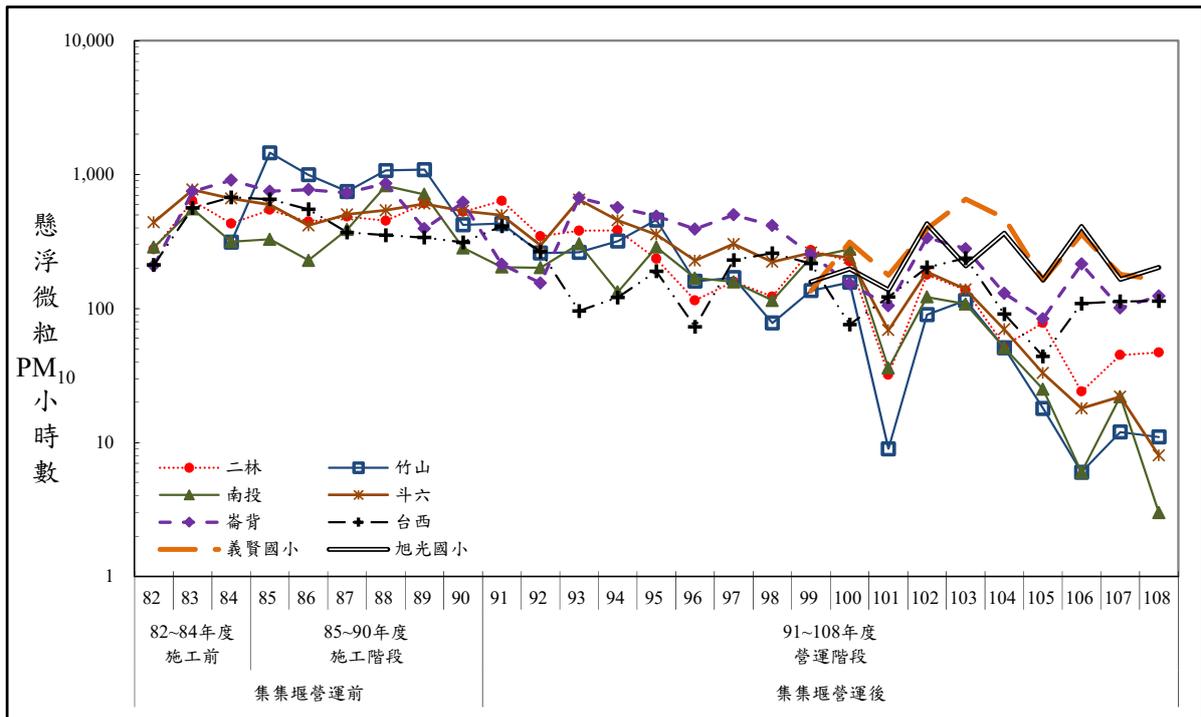
圖 5-47 計畫區懸浮微粒 PM₁₀ 年平均濃度變化趨勢

此外，統計計畫區各測站歷年懸浮微粒日平均值大於 $125\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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。由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，因此汛期後須立即進行各項揚塵防制措施，才能有效減少河川揚塵問題。



註：資料統計期間為82年7月至108年12月。

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



註：資料統計期間為82年7月至108年12月。

圖 5-49 歷年各測站懸浮微粒 PM₁₀ 小時值>150µg/m³ 統計

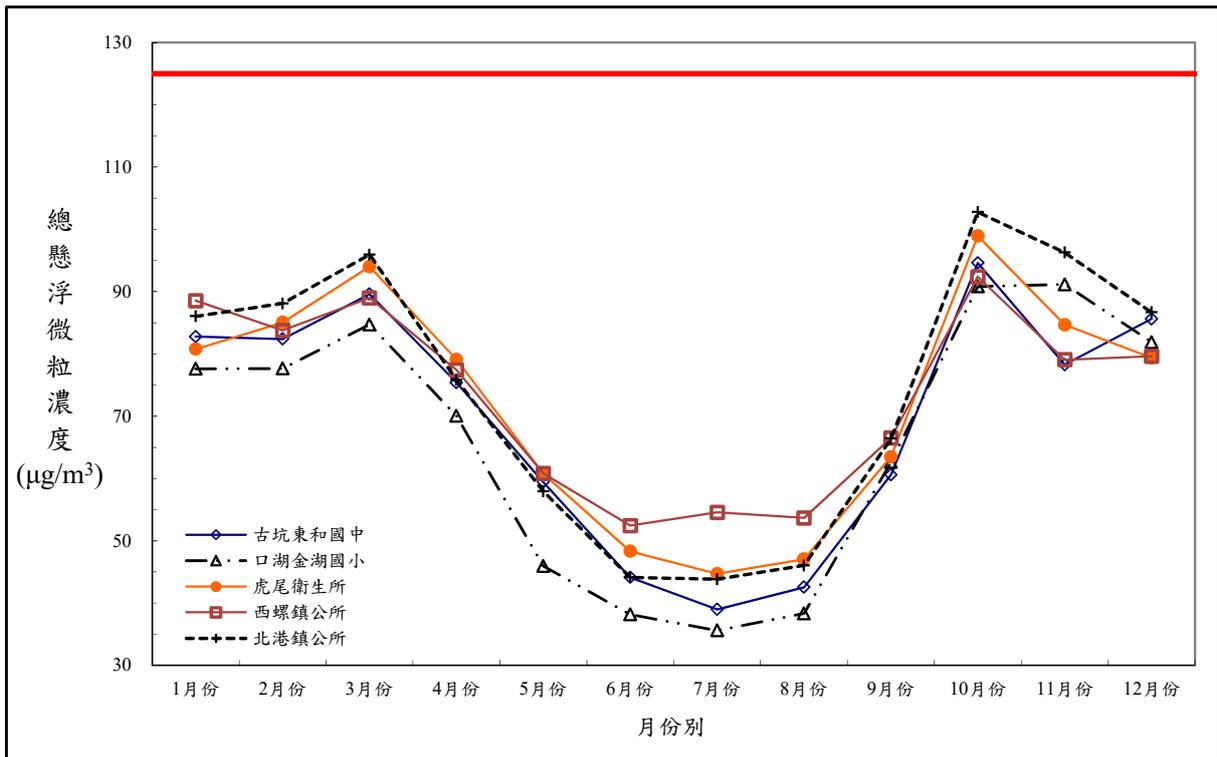
表 5-8 濁水溪鄰近測站懸浮微粒年平均統計

單位：µg/m³

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

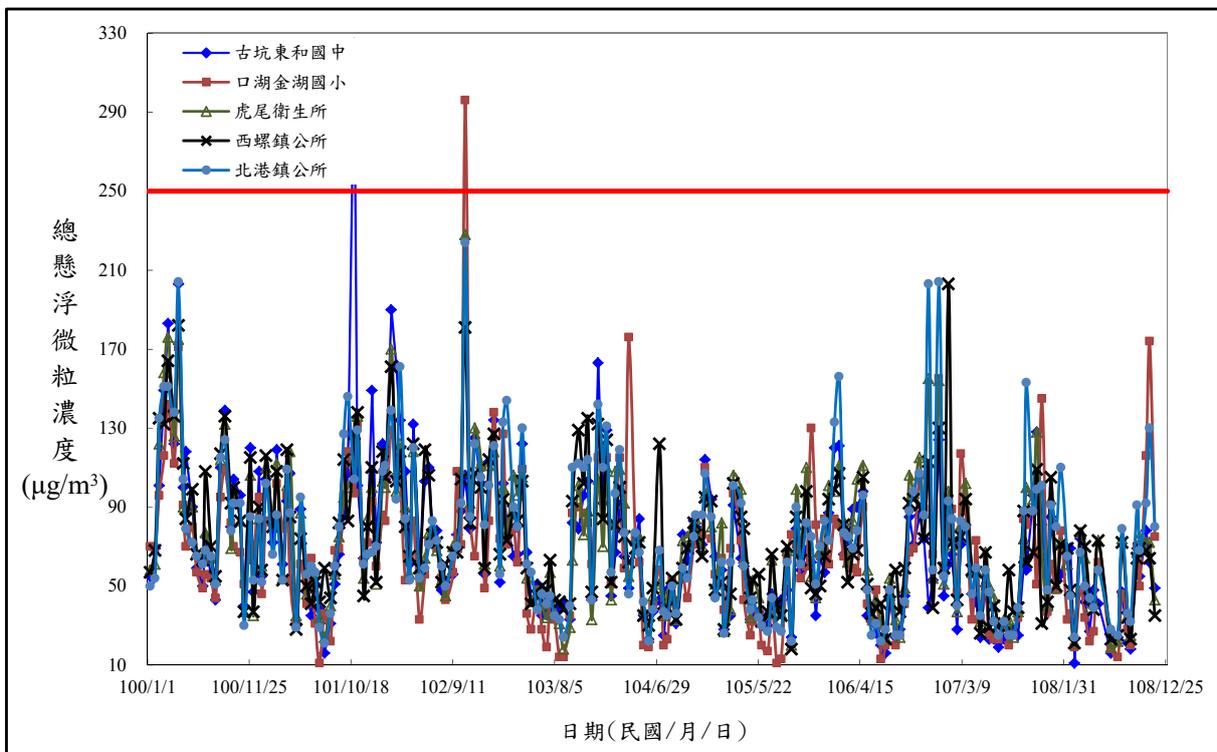
此外雲林縣政府環保局分別於古坑東和國中、口湖金湖國小、虎尾衛生所、西螺鎮公所及北港鎮公所等設置空氣品質人工監測站，近年監測資料顯示，各月平均濃度變化，均以3及10月份總懸浮微粒(TSP)濃度偏高(如圖 5-50~5-51)。

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



註：資料統計期間為82年7月至108年11月。
資料來源：雲林縣環境保護局。

圖 5-50 雲林地區懸浮微粒(TSP)各月份平均濃度變化趨勢



註：資料統計期間為82年7月至108年11月。
資料來源：雲林縣環境保護局。

圖 5-51 雲林地區懸浮微粒(TSP)濃度變化趨勢

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濃度之狀況影響進行分析(詳圖 5-52)。其說明如下：

(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 0.6~1.2m/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，惟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 1.3~2.2m/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 1.6~3.3m/s，其風向為北北東。主要於冬季受到原生性或粗粒徑懸浮微粒(東北季風造成之揚塵)之影響，其測站北方即為濁水溪裸露河床與周遭存在有裸露農田，此將導致 PM₁₀ 污染源的增加，易有機會造成空品不良狀況。

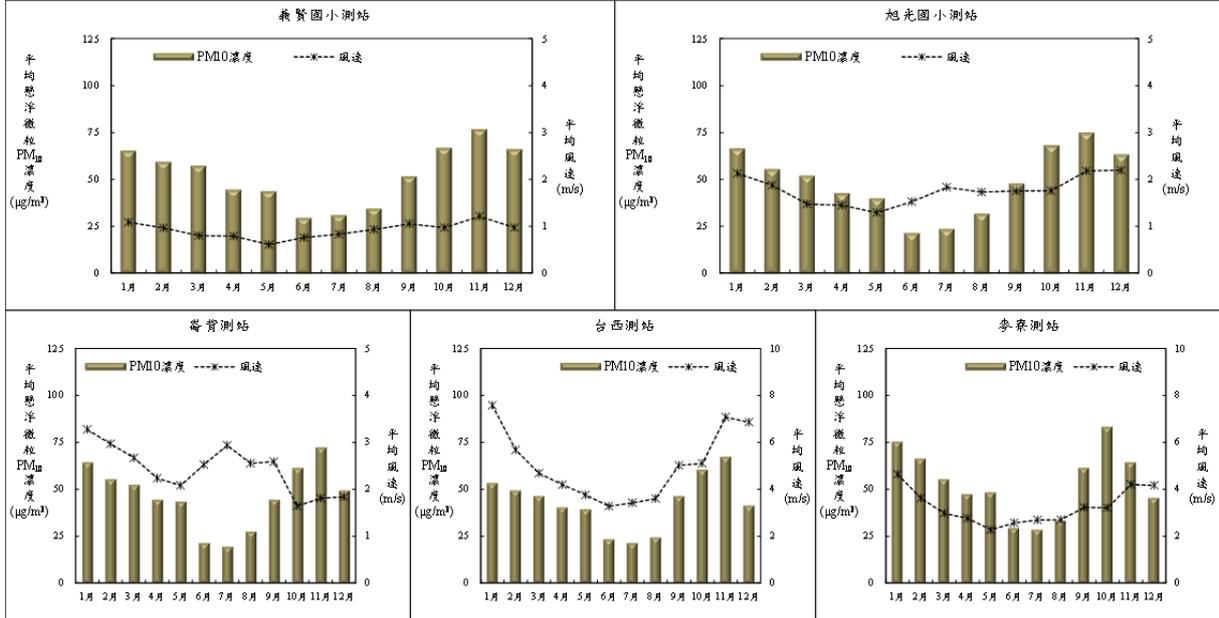
(四) 台西測站

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 3.3~7.6m/s，其風向為北北東。

(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。



資料來源：行政院環境保護署。

圖 5-52 懸浮微粒 PM₁₀ 濃度與平均風速比較

三、細懸浮微粒(PM_{2.5})

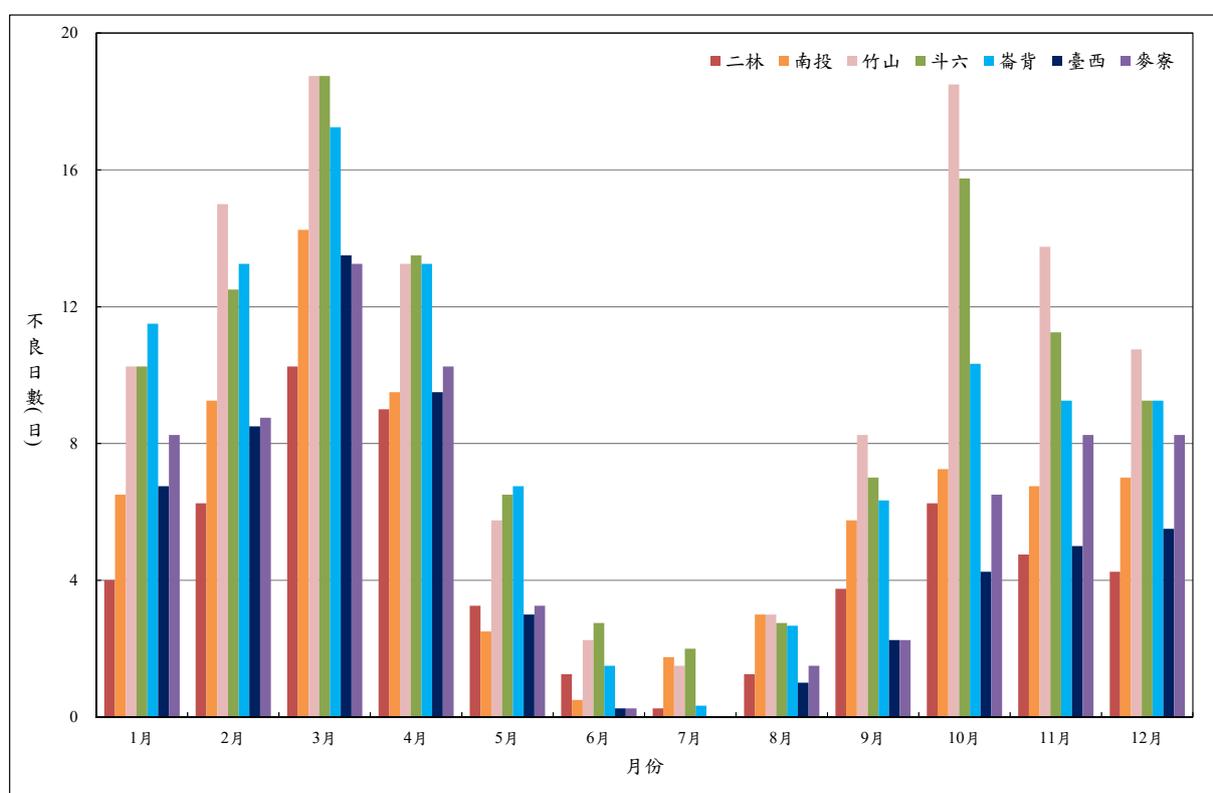
細懸浮微粒(PM_{2.5})，係指懸浮在空氣中氣動粒徑小於 2.5µm 的微粒，因其粒徑極小，易隨呼吸進入人體，對健康造成影響。依據環保署監測資料統計各測站細懸浮微粒(PM_{2.5})年平均濃度趨勢如表 5-9 所示，PM_{2.5} 年平均濃度皆有逐年改善趨勢，惟仍高於 PM_{2.5} 空氣品質標準(年平均值 15µg/m³)。

環保署公告當空氣品質指標 AQI>100(PM_{2.5}>35µg/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 5-53 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。

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	年平均值≤ 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	



註：資料統計期間為105年1月至108年12月。
資料來源：行政院環境保護署。

圖 5-53 近年逐月 AQI>100(細懸浮微粒)不良日數

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 PM₁₀ 小，造成空污防制工作的困難度。

表 5-10 歷年各測站 PM_{2.5}/PM₁₀ 比值變化

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

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 5-54 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「濁水溪下游揚塵改善計畫研究」，計畫分為一、二期。第一期計畫工作除分析濁水溪揚塵之主要因子(圖 5-55)，並由集集攔河堰興建前後之 PM₁₀ 變化趨勢顯示，濁水溪下游的揚塵問題與集集攔河堰施設並未有直接關係；另針對揚塵抑制工法則進行大面積之綜合改善方法試驗，於濁水溪下游南、北岸各進行 10 公頃揚塵抑制工法示範區試作，依其不同土地類別、不同時期之植生工法，顯示揚塵阻滯效率平均約 90%。

第二期計畫延續前期計畫之揚塵抑制工法試作成果，主要分為設置攔水土堤之水覆蓋工法及裸露地植生之綠覆蓋工法 2 種，並依據不同時期(豐、枯)、季節、植生情形及河川特性等綜合因素，提出適用之工法類型及植生物種，以訂定濁水溪揚塵抑制較佳方案。

另進行小規模植生試驗區建置，於自強大橋下游 2.6 公里處，依據「98 年度濁水溪下游揚塵改善計畫研究(1/2)」，選取甜根子草、巴拉草、狼尾草、蘆竹、星草、黑麥草及濱水菜為主要栽植種類，並於中灘地配合無葉檉柳及黃槿作為現地耕地防風林試作。

表 5-11 濁水溪歷年辦理揚塵改善調查研究計畫

年度	計畫名稱	工作內容
96	濁水溪下游段裸露地揚塵改善策略研究	計畫區基本資料建立、揚塵來源、原因及初擬濁水溪揚塵改善對策。
97	濁水溪揚塵抑制方案於防洪、景觀及環保綜合功效研究	篩選適合植生草種及方案，並選定示範區作小規模現地試驗。
98	濁水溪下游揚塵改善計畫研究(1/2)	進行較佳方案之大面積試驗及納入撒水、防風林等可行性方案規劃研究。
99	濁水溪下游揚塵改善計畫研究(2/2)	揚塵潛勢區判別方法、第一、二期工程抑制揚塵之監測與成效評估及揚塵整體規劃。
	台灣中部河口飛砂及揚塵之調查與研究	探討飛砂量與揚塵量之關係。
	台灣中南部主要河川裸露地揚塵及物化特性分析	探討揚塵物化特性分析。
100	100 年度南投縣濁水溪中游及陳有蘭溪抑制河川揚塵管制及改善調查	綜合改善方法對裸露地區、面積及防塵影響進行分析，尋找合適方法進行整體之規劃研究。
101	濁水溪下游抑制揚塵河川公地劃分管理研究	研擬河川公地劃分管理及配合揚塵抑制工法，改善低灘裸露地、中高灘河川公地之揚塵與分析揚塵工法功效與經濟效益評估。
102	河川揚塵防治工法探討與策略評估(1/2)	採定性及定量方式進行工法成效分析。定性分析以現場目視觀測(觀測攝影記錄)成效；定量分析，採河川局轄管單位工區內之集砂器及PM ₁₀ 其顯示防治效果具24~70%以上之阻隔率。
103	河川揚塵防治工法探討與策略評估(2/2)	彙整各中央管河川易發生揚塵河段、保安林變遷、賡續揚塵防制觀測與成效分析、揚塵潛勢區調查方法評估、揚塵改善整體策略。
104	中央管河川揚塵改善評估分析	歷年執行成果整體檢討與分析，並參考水利署103年河川揚塵防治工法探討與策略評估研究成果，規劃後續河川局執行中央管河川揚塵改善推動執行合宜方式，以落實達成減抑河川揚塵功效，提升沿岸居民生活品質。

資料來源：經濟部水利署第四河川局。

(四) 濁水溪揚塵改善—第一、二期工程

第四河川局於民國 98 年度汛期後辦理第一期工程，分別於濁水溪下游南、北岸種植 4 公里及 3 公里長之喬林與 20 公頃牧草，工程於民國 99 年 1 月底完成。另民國 99~100 年間再次辦理第二期工程，民國 99 年 12 月先於西濱大橋上游約 2.5 公里處完成攔水土堤，其水覆蓋影響面積約 200 公頃；民國 100 年 1 月於西濱大橋

上游處再完成蓄水池塘約 130 公頃。後續之「濁水溪下游揚塵改善計畫研究(2/2)」評估工程效益及民眾調查訪問結果顯示，揚塵問題已較之前改善甚多。

(五) 濁水溪沿岸揚塵監測改善管理計畫

於濁水溪沿岸執行簡易設施工程包括：興建攔水土堤 1 座，於西濱大橋築蓄水池塘，並於西濱大橋上游約 500 公尺處，進行濁水溪南岸植生計畫，使得濁水溪沿岸於 100 年時，無任何空氣品質不良日發生。攔水土堤上風處 PM_{10} 濃度為 $105\mu g/m^3$ ，下風處為 $93\mu g/m^3$ ，砂塵經攔水土堤後削減效率為 11%；蓄水池塘上風處 PM_{10} 濃度為 $75\mu g/m^3$ ，下風處為 $66\mu g/m^3$ ，砂塵經蓄水池塘後削減率為 12%。另提出後續揚塵防治方案，包括濁水溪兩岸高灘地種植環境保育林、低灘地河道施設攔水土堤及蓄水池塘，以減少裸露面積並增加低灘地裸露區域之土壤含水量。

(六) 濁水溪下游抑制揚塵河川公地劃分管理研究

研擬河川公地劃分管理及配合揚塵抑制工法，以改善低灘裸露地區、中高灘河川公地之揚塵與分析揚塵工法功效與經濟效益評估。河川公地短期管理高灘地可開放使用，低灘地以攔水土堤、蓄水塘等施作工程，中灘地以改善耕作及整地；中長期管理含設置主、次要便道，種植耕地防風林、強化防塵措施，工法效益部份，以攔水土堤及種植牧草具有減塵功效。

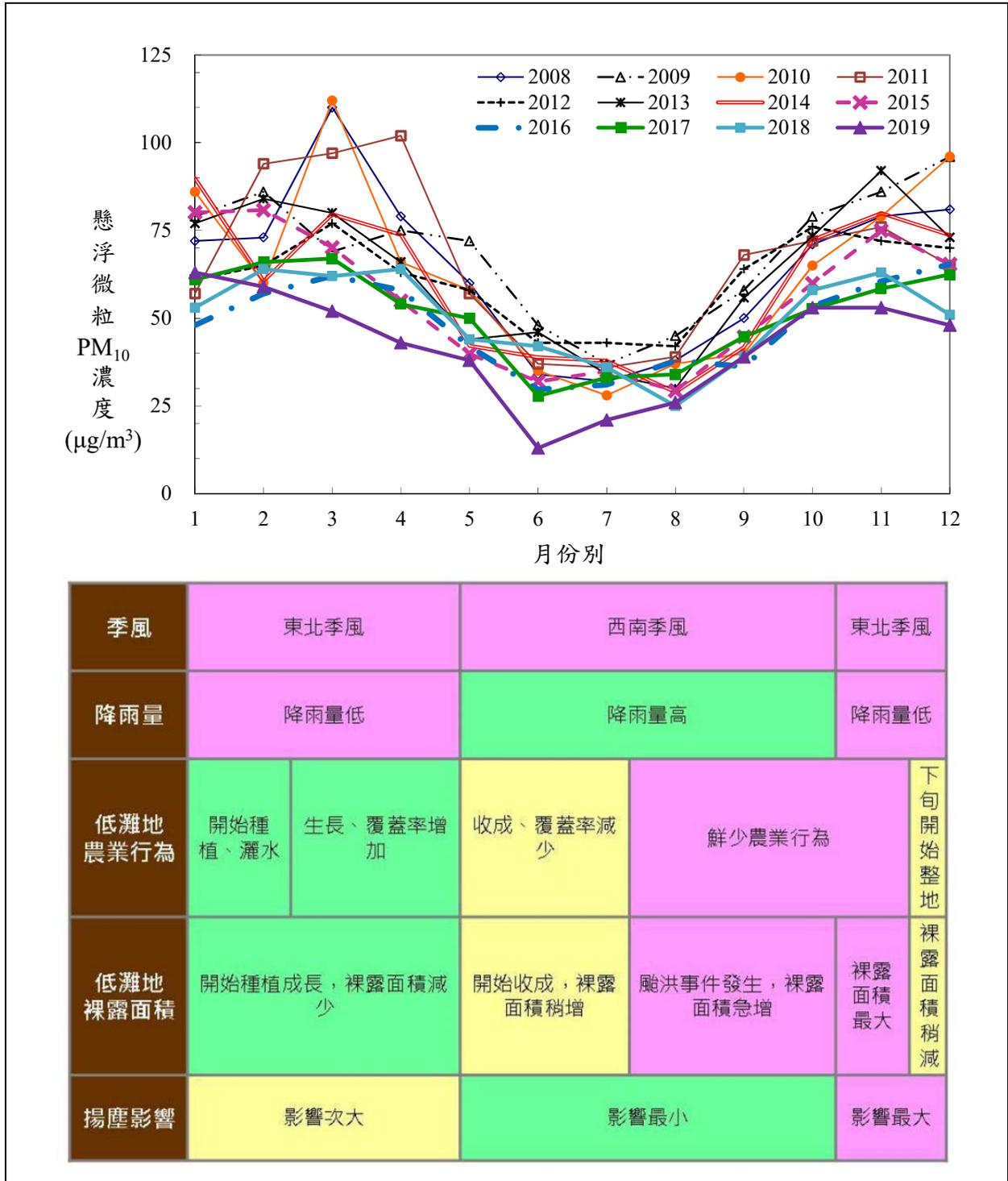
(七) 河川揚塵防制及改善推動方案

該方案實施期間為民國 101~104 年，環保署建置「河川揚塵防制推動資訊網平臺」，以利各項具體措施能依規劃進度與工作內容確實執行，並逐年滾動檢討，由環保署負責追蹤管考，並訂管考作業要點。

(八) 空氣污染防制策略(14+N)

行政院召集環保署及相關部會針對空氣污染防制召開策略規劃會議，並納入行政院例行政策管制會議，於 106 年 4 月通過「空氣污染防制策略」。採行 14 項防制措施，包含工業污染源改善、

移動污染源改善及其他污染源改善等，其中納入「防制揚塵」項目，持續協調水利署、林務局與地方政府共同辦理河川揚塵防制工作，減少河床裸露地面積，以解決河川揚塵問題，全力改善空氣品質。



資料來源：經濟部水利署第四河川局，「濁水溪下游揚塵改善計畫研究(1/2)」，民國98年及本計畫整理。

圖 5-55 濁水溪揚塵主要因子與時間之關係圖

(九) 空氣污染防制行動方案

行政院會提出「空氣污染防制行動方案」，其中針對河川揚塵污染，仍持續以強化源頭管理、加強環境清理及加強橫向溝通合作。環保署召開空氣污染減量行動督導聯繫會報，依空氣污染防制行動方案召開河川揚塵污染防制專案會議，並持續補助受河川揚塵影響之縣市辦理抑制河川揚塵工作，推動內容以「河川揚塵預警通報」、「宣傳推廣」、「防護演練」及「環境清理」等四大面向之揚塵減量策略。

(十) 濁水溪揚塵防制及改善行動方案

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。

環保署建置「河川揚塵防制推動資訊網平臺」，以利各項具體措施能依規劃進度與工作內容確實執行，並逐年滾動檢討，由環保署負責追蹤管考，並訂管考作業要點。並於民國 107~109 年，採滾動式管理，依河川裸露區域變化情形逐年檢討調整執行區域及項目。以「水利」、「造林」、「防災應變」三大架構(詳圖 5-56 所示)，由行政院環境保護署統整經濟部水利署(中區水資源局、第四河川局)、行政院農業委員會(林務局、農糧署、水土保持局)及地方政府(彰化縣政府、雲林縣政府)等共同執行，加速改善濁水溪揚塵問題。因應空氣品質嚴重惡化，當環保署開設緊急應變會議時，集集堰將配合應變措施，增加放流量 10 萬噸，提供濁水溪下游四河局辦理之水覆蓋工程使用，降低河川揚塵影響空氣品質。

濁水溪因受河道變遷與非汛期水位下降，河道內灘地裸露，將濁水溪河段劃分五大區域(圖 5-57)，第一區為最下游，第五區為最

上游，裸露地區域集中於第一～三區，裸露地面積最高為第二區 213.6 公頃，其次為第一區 132.3 公頃，顯示上游區段第四區～第五區裸露地降低。本年度第 3 季濁水溪裸露地變化如圖 5-58 所示，目前裸露地面積約 544 公頃，成為東北季風吹往雲林縣的揚塵沙源。為降低該地區揚塵情形，水利單位於中沙大橋至麥寮出海口間陸續增加施設水覆蓋(蓄水池塘、河道整理、移除砂源)、疏濬、綠覆蓋(植草、堤前土方培厚植栽、堤外防洪林帶)及其他覆蓋(稻草鋪蓋、簡易灑水系統、三仙膠噴灑、堤前便道級配鋪設、直立式防塵網、水車加強灑水)等揚塵改善措施，如圖 5-59 所示。



圖 5-56 濁水溪揚塵防制及改善整體計畫三大面向

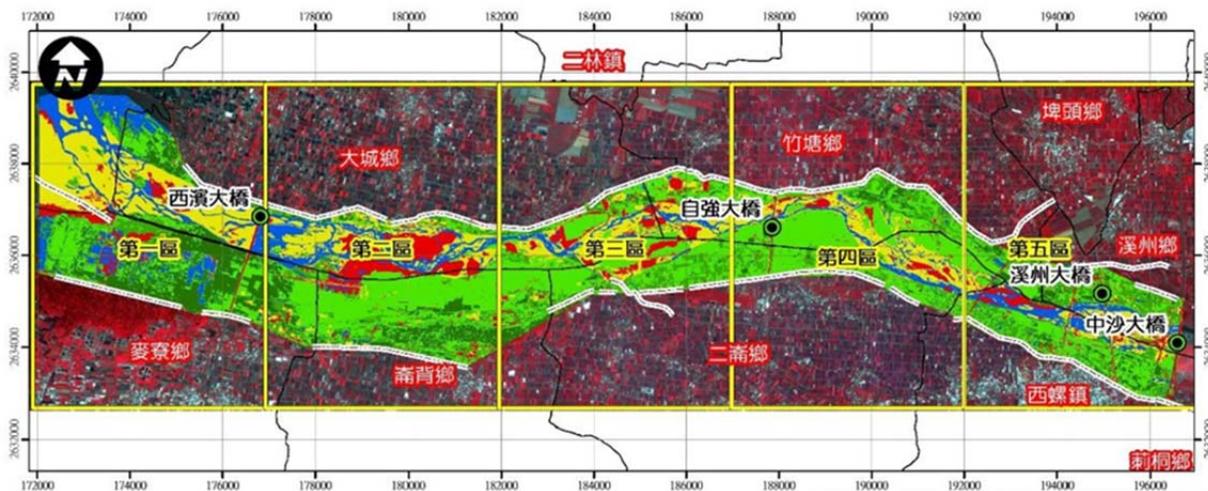


圖 5-57 濁水溪河段裸露地河段劃分五大區域示意圖

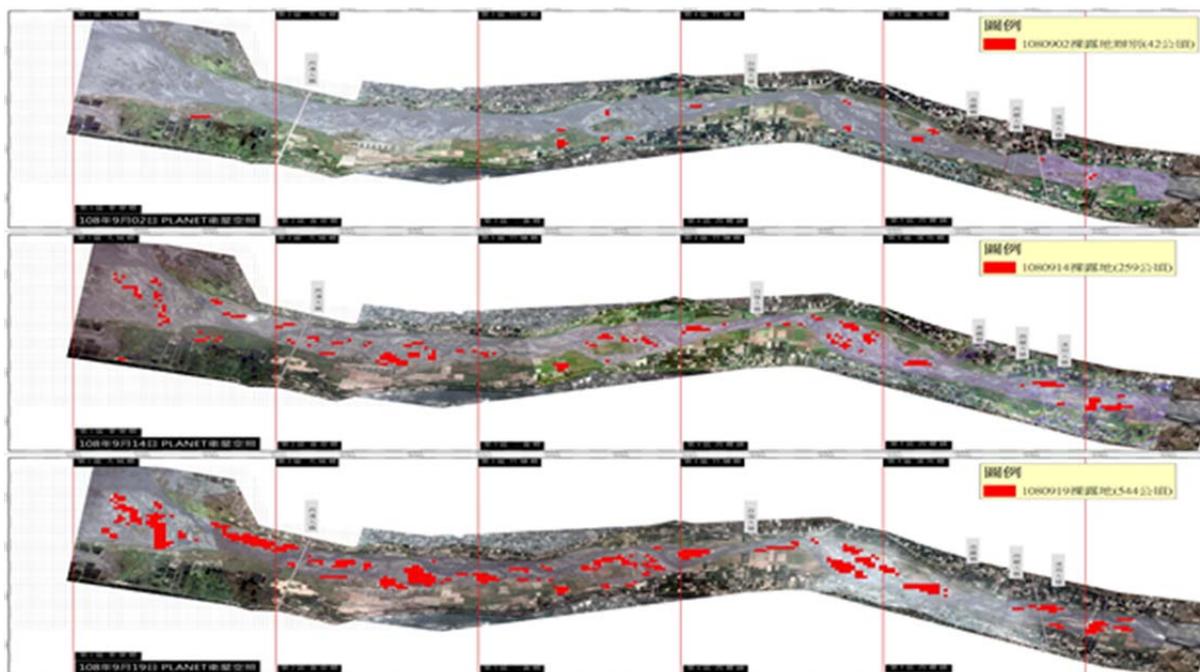


圖 5-58 108 年度第 3 季濁水溪裸露地變化圖

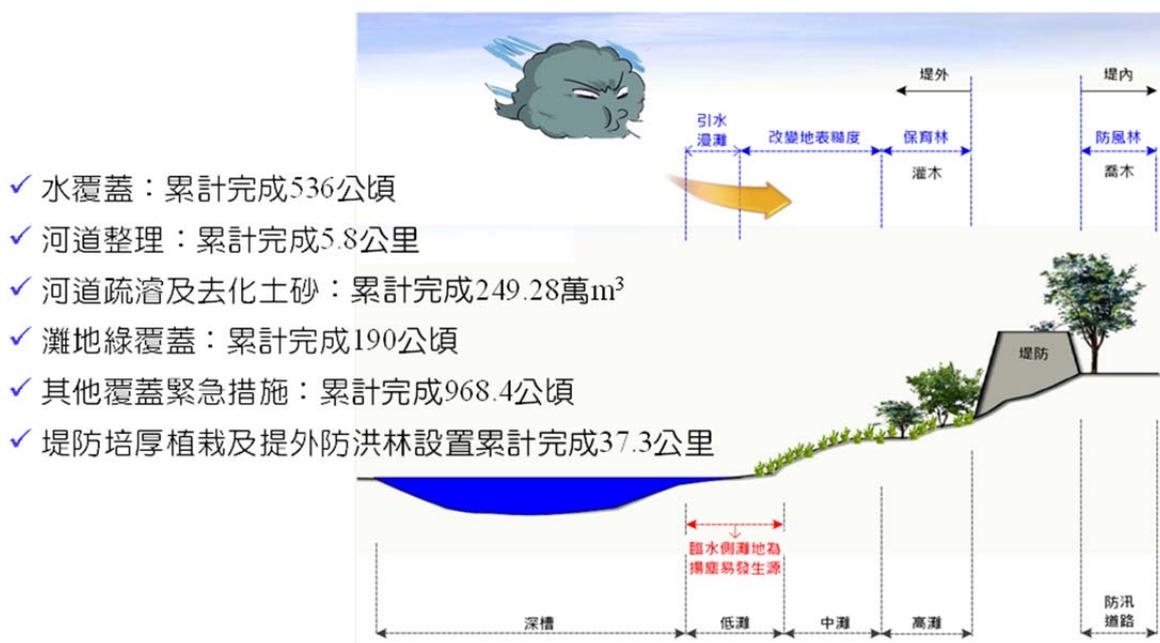


圖 5-59 濁水溪揚塵防制措施

針對易生揚塵河段進行通盤檢討，兼顧防洪安全、揚塵抑制等考量下，完整規劃河道複式斷面，依揚塵嚴重程度、防制急迫性，排定各工項施作期程。目前 20 公頃大沙丘完成 10 公頃簡易灑水系統佈設，啟動全面灑水搭配灑撥草籽、完成防塵網佈設與植栽、稻

草鋪設 0.4 公頃且試辦灌木植生、疏濬植生池佈設 1 公頃及現地植生 1 公頃；而 200 公頃大沙洲已完成水井打設、水線灑水、與綠覆植生等抑制揚塵(圖 5-60)，西濱大橋上下游的攔水土堤已蓄水，裸露的沙洲於水覆蓋潤濕後，風飛沙狀況趨緩，未來濁水溪疏濬及河道整理以營造、維持河道複式斷面為原則(圖 5-61)，深槽以水覆蓋方式浸潤裸露地，高灘地則持續長效型綠覆植生方式減少裸露地，並透過河川管理方式，鼓勵農民辦理轉作，進而達到減少揚塵功效(圖 5-62)。



圖 5-60 麥寮出海口處之 200 公頃大沙洲抑制揚塵現況圖

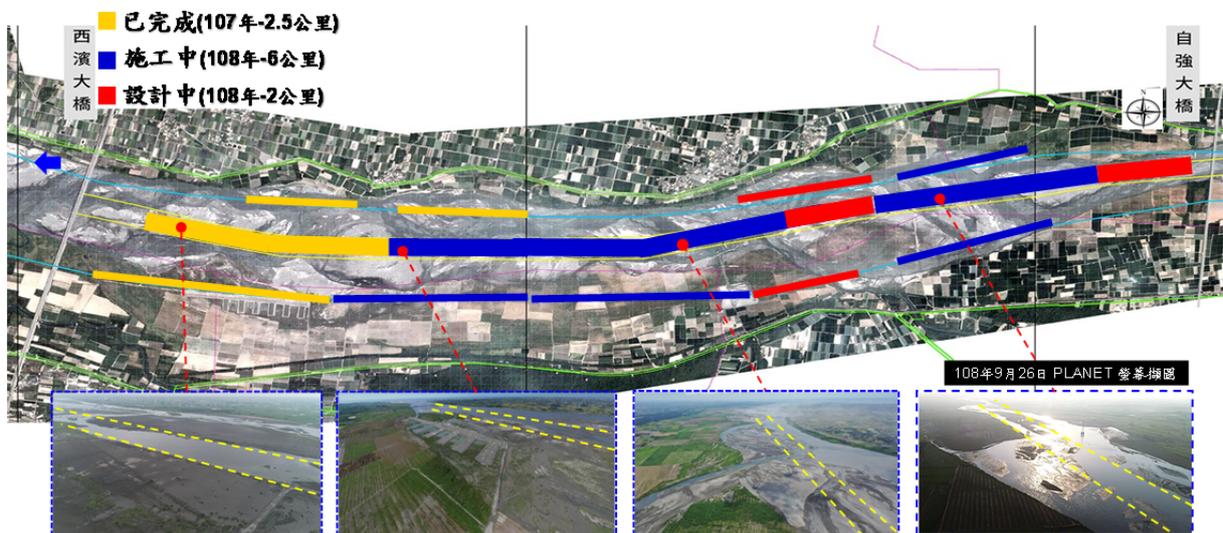
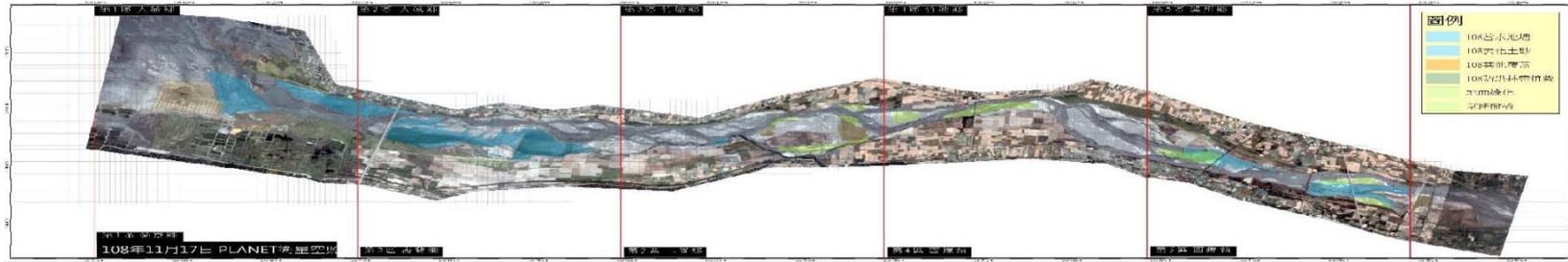


圖 5-61 複式斷面區位示意圖

五、歷年揚塵河段改善情形

濁水溪溪州大橋以下河段，每年 11 月至翌年 3 月間，由於枯水期水量減少導致河床裸露面積大增，加上東北季風盛行，常造成大規模



第一區		第二區		第三區		第四區		第五區	
水覆蓋		水覆蓋		水覆蓋		水覆蓋		水覆蓋	
蓄水池塘(公頃)	140	蓄水池塘(公頃)	192	蓄水池塘(公頃)	10	蓄水池塘(公頃)	50	蓄水池塘(公頃)	180
綠覆蓋		綠覆蓋		綠覆蓋		綠覆蓋		綠覆蓋	
北岸林帶植栽(公里)	6	防洪植栽(公里)	7.2	草籽撒播(公頃)	61	草籽撒播(公頃)	10	防洪植栽(公里)	11.8
大沙丘植栽(公里)	1.5	綠覆蓋(公頃)	4					草籽撒播(公頃)	61
疏濬填池綠覆(公頃)	2.5								
大沙丘綠覆(公頃)	2								
林帶植栽(公頃)	4.2								
其他覆蓋		其他覆蓋		其他覆蓋		其他覆蓋		其他覆蓋	
去化土砂(萬方)	85.7	去化土砂(萬方)	36.1	去化土砂(萬方)	82.6	三仙膠(公頃)	26.1	三仙膠(公頃)	53.9
大沙丘水線(公頃)	20	河道整理(M)	2000	河道整理(M)	2500			灑水系統(公頃)	7.5
200公頃灑水系統(公頃)	200	灑水系統(公頃)	18	平鋪防塵網	35			便道鋪設級配(公頃)	0.5
三仙膠(公頃)	2	牡蠣殼鋪灑(公頃)	11.91	便道鋪設級配	0.2			平鋪防塵網(公頃)	19.3
稻草鋪設(公頃)	0.4	三仙膠(公頃)	20	三仙膠(公頃)	6.23				
疏濬填池鋪設稻草(公頃)	2.5								
便道鋪設級配(公頃)	2.3								
平鋪防塵網(公頃)	4.5								
直立式防塵網(公頃)	8								
三仙膠(公頃)	47.68								
牡蠣殼鋪灑(公頃)	11.21								
碎石級配(公頃)	7.12								
其他覆蓋總計	305.71	其他覆蓋總計	49.91	其他覆蓋總計	35.2	其他覆蓋總計	26.1	其他覆蓋總計	81.2

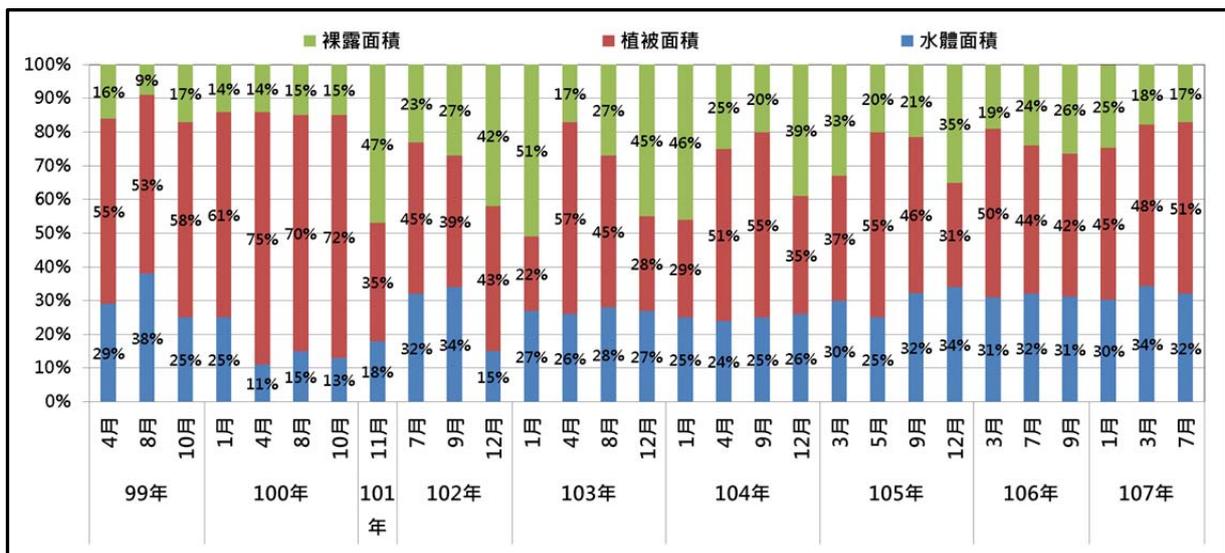
資料來源：經濟部水利署第四河川局。

圖 5-62 揚塵整體改善現況圖

揚塵，影響鄰近鄉鎮居民生活。由於揚塵改善工作涉及環保、防風造林等專業技術領域，環保署已整合水利署、林務局及縣市政府等相關單位跨域合作，統籌建立制度與監測督導，滾動檢討機動調整，持續加強於高灘地引水漫灘與植生綠化等工作，同時積極結合雲林縣政府與在地 NGO 參與合作，共同推動改善與宣導抑制河川揚塵，改善河川沿岸居民生活品質。

(一) 河川裸露地資料調查分析

由衛星空照圖資，判讀濁水溪流域裸露地、植被及水體之面積，計畫彙整 99~107 年間歷次判讀各物體面積百分比變化情形，並繪製如圖 5-63。顯示 99~100 年間，各次判釋結果中，裸露地面積比例約在 4%~17%之間，推測第四河川局歷年推動之改善工法，包括防風林、牧草種植、蓄水池塘設置等，確有其成效，可有效控制裸露地面積增加。



資料來源：濁水溪河川揚塵防制及改善推動計畫、烏溪(大肚溪)及濁水溪河川揚塵預警、通報及宣導計畫。

圖 5-63 歷年濁水溪裸露地、植被及水體面積百分比

然而於 101 年時，因受泰利颱風影響，河床上原有植被遭沖毀，使裸露地面積於 101 年 8 月時大幅增加至 28%，而由此時間開始，裸露地面積即隨季節變化而有大幅差異。以 102~107 年間之判釋

結果來看，春夏季節裸露地面積約在 17%~33%之間，惟時至秋冬季節時，裸露地面積則會大幅增加至 39%~51%之間，而水體面積則在 15%~38%之間，近三年則均維持在 25%~38%之間，推測主要造成裸露面積之區域與流域改變、雨水沖刷、農民種植…等因素所造成之植被減少有關。

1. 裸露面積變化統計

依據雲林縣濁水溪河川揚塵防制及改善推動計畫統計資料，近年裸露地總面積大致逐步減少，顯示裸露情況呈現改善之趨勢；如與 104 年 1 月相較，105 年 12 月判釋裸露地面積為 2,272.3 公頃，較 104 年 1 月減少 750.8 公頃，而 107 年 1 月亦較 104 年 1 月減少 1,411.4 公頃。而 105 年 3 月之判釋裸露地面積 2,184.8 公頃，雖較 104 年 3 月增加 557.4 公頃，推測主要原因係因雨季變化及豪大雨日數較多所導致，惟以長期來看，同期之裸露地面積仍呈現減少之趨勢，108 年 3 月之判釋裸露地面積為 636.36 公頃，即較 107 年 3 月大幅減少 525 公頃，主要為西濱大橋上游施作蓄水池，增加土壤濕潤及水體面積，減緩裸露地之增長(表 5-12)。

表 5-12 近年濁水河流域 NDVI 參數率定結果及面積百分比

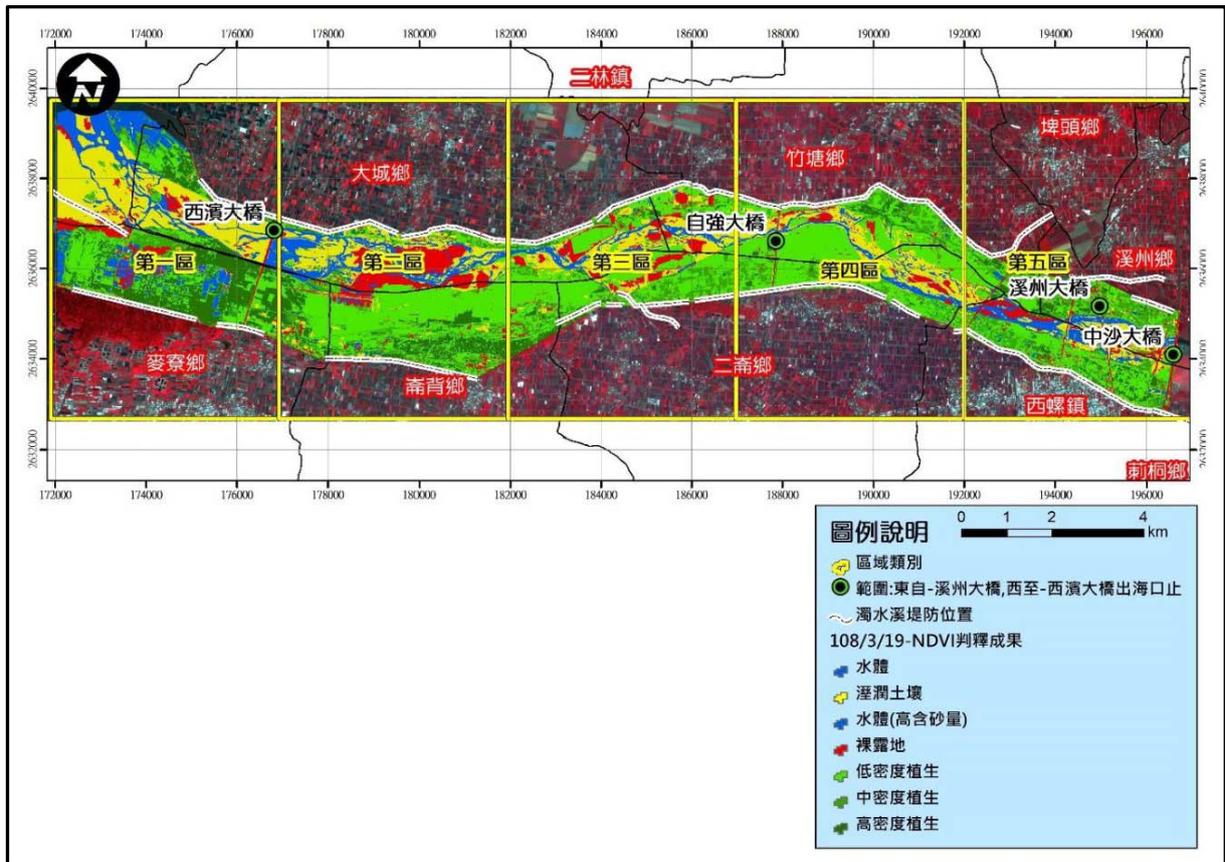
NDVI 判釋物體	104年4月		105年3月		106年3月		107年3月		108年3月	
	面積 (公頃)	百分 比(%)								
水體	413.00	6.3	522.10	7.97	529.60	8.07	81.20	1.24	727.50	11.1
濕潤土壤	3.60	0.05	664.30	10.14	1,486.30	22.65	1,676.70	25.59	1,232.50	18.8
水體(高含砂量)	1,148.10	17.52	746.30	11.39	181.20	2.76	511.40	7.8	53.10	0.8
裸露地	1,627.40	24.83	2,184.80	33.34	1,383.70	21.08	1,161.30	17.72	636.30	9.7
低密度植生	1,705.90	26.03	1,016.80	15.52	937.30	14.28	1,626.20	24.81	2,418.40	36.9
中密度植生	934.90	14.27	710.00	10.83	1,221.00	18.6	937.10	14.3	705.50	10.8
高密度植生	720.40	10.99	709.00	10.82	824.20	12.56	559.40	8.54	780.00	11.9
合計	6,553.30	100	6,553.30	100	6,563.30	100	6,553.30	100	6,553.30	100

資料來源：濁水溪河川揚塵防制及改善推動計畫，雲林縣環保局。

依據 108 年 3 月 19 日濁水溪衛星影像判釋結果可知(圖 5-64)顯示，河段劃分五大區域，第一區為最下游，第五區為最上游，裸露地區域集中於第一區~第三區，裸露地面積最高為第二區 213.6

公頃，其次為第一區 132.3 公頃，顯示上游區段第四區～第五區裸露地降低，惟濕潤土壤面積則增加，後續注意發展情況。

- (1) 裸露地面積 636.36 公頃、濕潤土壤面積 1,232.5 公頃、水體面積、水體面積 727.5 公頃及植生面積 3,903 公頃。
- (2) 比對去年度同時期分析成果 107/3/22(1,161.3 公頃)，裸露地面積相對減少 525 公頃，主要為西濱大橋上游施作蓄水池，增加土壤濕潤及水體面積，減緩裸露地之增長。



資料來源：107年度雲林縣濁水溪河川揚塵防制及改善推動計畫，雲林縣環保局，108年。

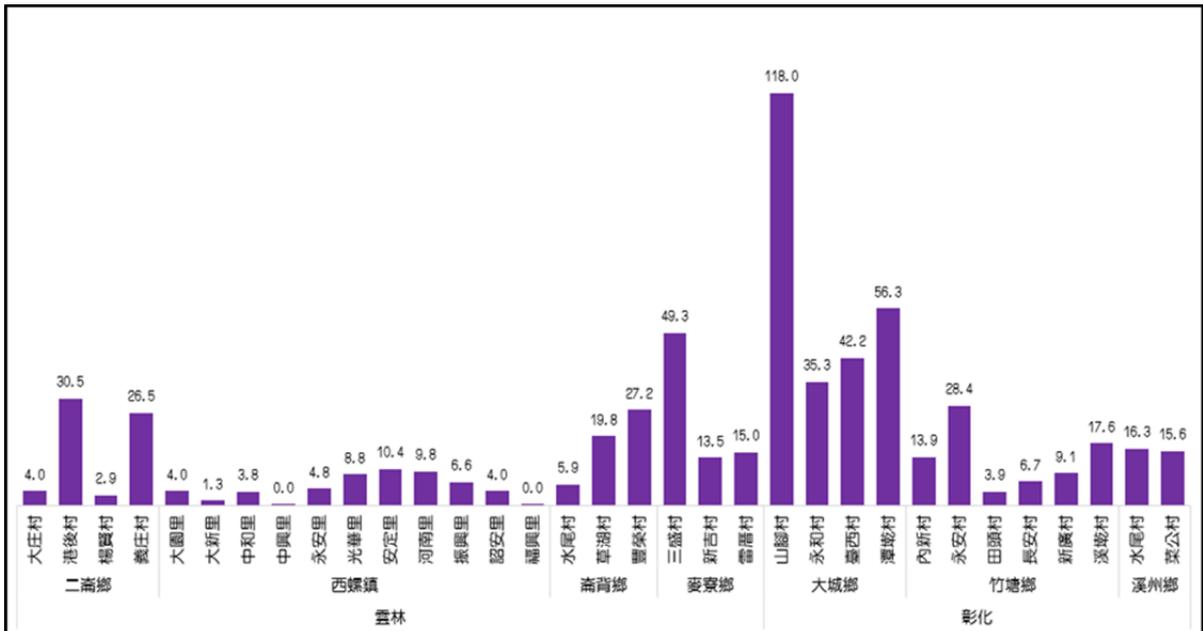
圖 5-64 濁水溪衛星影像判釋圖

2. 裸露區域分佈

裸露地面積分布最廣區域以彰化縣大城鄉 251.7 公頃最高，其次為彰化縣竹塘鄉 79.6 公頃，主要為雲林縣各鄉鎮均已恢復植生(種植)；雲林縣及彰化各鄉鎮裸露地面積相較均為減少。村里裸露面積以彰化縣大城鄉山腳(118.0 公頃)最高，其次為大城鄉潭墘村(56.3 公頃)及麥寮鄉三盛村(49.3 公頃)，與前期相較均有明顯降低，主要

為內陸區段復耕及鋪設稻草蓆。

各裸露地面積涵蓋範圍較廣之村里如圖 5-65 所示，可發現裸露區域於雲林縣以二崙鄉義庄村、港後村及崙背鄉豐榮村、草湖村為較高之區域，而彰化縣境內則以大城鄉潭墘村、大城鄉臺西村、大城鄉山腳村、竹塘鄉溪墘村…等為裸露面積較高之區域；而這些區域均位於雲林縣之上風處，若經東北季風吹拂後，均可能對雲林縣境內二崙鄉、崙背鄉、麥寮鄉造成影響。



資料來源：107年度雲林縣濁水溪河川揚塵防制及改善推動計畫，雲林縣環保局，108年。

圖 5-65 108 年度第 1 季裸露地面積 NDVI 判釋成果

西濱大橋濕潤裸露地多集中城鄉，與前期裸露地多集中城鄉，已有效減少濕潤土壤分布，面積約 89.2 公頃，而自強大橋下游及溪洲分析成果均已有鋪設相關防護措施，如稻草抑制、蓄水池塘及三仙膠，並有效發揮抑制裸露地。

(二) 揚塵抑制工法

濁水溪河川揚塵日漸嚴重，主要為全球氣候變遷造成極端水文事件更加頻繁，造成裸露地增加。揚塵抑制工法種類甚多，濁水溪曾防洪植栽林帶、現地植生、水車灑水、蓄水池塘、攔水土堤、平鋪與直立式防塵網及平鋪式稻草蓆等改善揚塵，如表 5-13 所示。

表 5-13 濁水溪歷年辦理揚塵防制設施

年度	執行單位	工程名稱	工法分類	辦理內容
98	第四河川局	濁水溪第一期揚塵改善計畫-北岸植生計畫	綠覆蓋	植栽工法(木麻黃、白千層、防風圍籬3公里，寬20公尺，約6公頃)，種植牧草20公頃。
		濁水溪第一期揚塵改善計畫-南岸植生計畫	綠覆蓋	植栽工法(木麻黃、白千層、防風圍籬4公里，寬40公尺，約16公頃)。
99		濁水溪揚塵改善計畫-第二期工程計畫	水覆蓋	攔水土堤1道約700公尺、蓄水池塘約130公頃。
100		濁水溪揚塵改善第三期工程計畫-南岸保育林植生計畫	綠覆蓋	植栽工法8公頃(木麻黃、黃槿、白千層、水黃皮、防風圍籬2公里，寬40公尺)。
		濁水溪揚塵改善第三期工程計畫-簡易設施工程計畫	水覆蓋	攔水土堤1道約660公尺、蓄水池塘約137公頃。
101		濁水溪揚塵改善第四期工程計畫-南岸高灘地種植環境保育林	綠覆蓋	植栽工法(木麻黃、黃槿、白千層、水黃皮、防風圍籬1.6公里，寬40公尺)面積約6.4公頃。
		濁水溪揚塵改善第四期工程計畫-簡易設施工程	水覆蓋及綠覆蓋	攔水土堤1道450公尺、蓄水池塘約90公頃，水覆蓋面積可達200公頃以上、現地植生種植牧草(10公頃)。
102		102年度濁水溪揚塵改善計畫-南岸高灘地種植環境保育林	綠覆蓋	植栽工法(木麻黃、黃槿、白千層、水黃皮、防風圍籬1.4公里，寬40公尺)面積約5.6公頃。
		102年度濁水溪揚塵改善計畫-簡易設施工程	水覆蓋及其他	攔水土堤1道600公尺、蓄水池塘約90公頃，水覆蓋面積可達200公頃以上、跳島式防塵網(5公頃)、灑水車約180台次。
103		103年度濁水溪揚塵改善計畫-簡易設施工程	水覆蓋及其他	蓄水池塘面積約120公頃、鋪設稻草10公頃、防塵網長約4公里。
104	104年度濁水溪揚塵改善計畫-簡易設施工程		蓄水池塘面積約89公頃、狼尾草植生4.23公頃、機具點工引水漫灘共計51公頃、灑水車約103台次。	
105	105年度濁水溪揚塵改善計畫-簡易設施工程		西濱大橋上與下游蓄水池塘佈設約230公頃、西濱大橋下游截砂引水渠道2,000公尺、植栽苗木1,500株及防風籬1公里、水管佈設2,000公尺並噴水70天、水車機動灑水及舉辦地方揚塵抑制工作坊1場次。	
106	106年度濁水溪揚塵改善計畫-簡易設施工程	水覆蓋、綠覆蓋及其他	蓄水池塘約90公頃、引水渠道10公頃、防塵網長約5公里、植生18公頃、鋪稻草5公頃、灑水車約130台次、河道整理10萬立方公尺、現地灑水系統2公里及植栽苗木1,500株等。	
107	107年度濁水溪揚塵改善計畫		擴大抑制產生揚塵裸露地面積計2,000公頃，範圍為溪州大橋至海口計25公里。中低灘地的揚塵潛勢區域約1,200公頃，規劃執行水覆蓋(蓄水池塘、攔水土堤、引水渠道)300公頃、綠覆蓋(牧草植生、防洪林帶植栽)50公頃、防塵網覆蓋(含稻草鋪設)500公頃、河道整理(排除河道中央砂洲裸露地以培厚兩岸灘地)50公頃及噴灑三仙膠、灑水等緊急應變抑塵措施300公頃；高灘地800公頃裸露地，視需要施以灑水或三仙膠等應變措施防制。	
107~108	107年度濁水溪揚塵改善計畫-防洪植栽等建置計畫	水覆蓋及綠覆蓋	施作濁水溪濁水溪大庄堤防、揚賢堤防防洪林帶(預計超過3公里)，並搭配專業委託評估設計後續濁水溪揚塵抑制策略。	

資料來源：經濟部水利署第四河川局及本計畫整理。

(三) 揚塵抑制工法效益評估

因濁水溪下游河床質粒徑小，並不適用河川護甲化及截砂石籬等工法，而攔水土堤及蓄水池塘，則須於土堤外鋪設不透水PVC，避免土堤流失。目前濁水溪為國內施作揚塵防治措施較有成果之地區，除進行工法施作外，亦進行後續工法成效監測與揚塵阻滯率分析。依抑制揚塵工程之監測結果顯示(表 5-14)，綠覆蓋工法阻滯率約為 25~81%，具備揚塵改善功效；攔水土堤及蓄水池塘之水覆蓋工法於集阻滯率約為 90%，顯示水覆蓋改善揚塵之功效較佳。

表 5-14 揚塵工法抑制阻滯率分析表

措施	使用時機	說明	措施有效期	阻滯率	成本	
綠覆蓋	現地植生	豐水期末期(9-10月) 枯水期初期(11-12月)	裸露地施種易生長、耐旱抗風之植物	一年以上	25%	65,000(元/公頃)
	保育林	豐水期末期(9-10月) 枯水期初期(11-12月)	在河防安全下，於高灘地施設保育林，以降低風速	10年	81%	100,000(元/公頃)
	鋪稻草	枯水期初期(11-12月) 枯水期中期(1-2月)	裸露地上鋪設稻草蓆，以覆蓋方式減少砂源裸露	3個月	64%	40,000(元/公頃)
水覆蓋	蓄水池塘	枯水期初期(11-12月)	利用土堤或圍堰抬高水位，使水漫淹裸露地	5個月	90%	60,000(元/公頃)
	攔水土堤	枯水期初期(11-12月)				
	水車灑水	東北季風發布時 (緊急措施)	以灑水方式覆蓋塵土，避免風砂再次揚起	-	-	7,000(元/天)
其他措施	防塵網	枯水期初期(11-12月) 枯水期中期(1-2月) 東北季風發布時 (緊急措施)	以跳島式施設防風網定砂	3個月	30%	30,000(元/公頃)

資料來源：經濟部水利署第四河川局。

六、集集堰放流量揚塵及水位變化

集集攔河堰於每年枯水期 11~12 月份均進行例行性歲修作業，此時全面放流，放流量達 30~60cms。整理近年濁水溪下游之旭光國小及義賢國小等環保署揚塵測站，如圖 5-66 所示。該圖顯示即使集集堰全面放流，受東北季風或颱風外圍環流影響，懸浮微粒(PM₁₀)濃度仍呈現偏高趨勢。

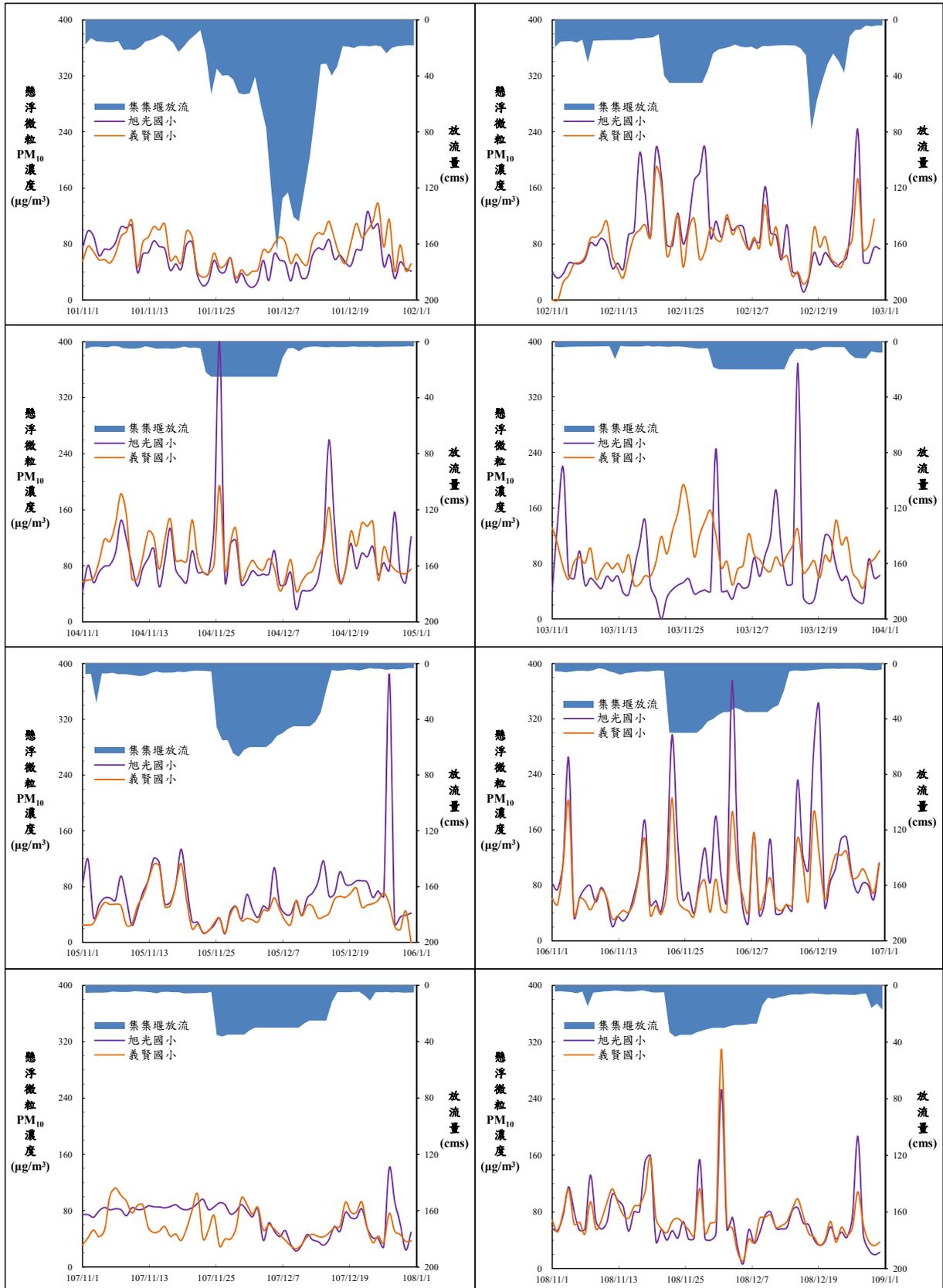


圖 5-66 集集堰放流量與揚塵變化

第六章 其他配合辦理事項

6.1 配合環保單位督查稽核

環保署於本年度 3 月 26 日辦理「集集共同引水計畫」之環境影響評估督查現地查核，當日分別為書面相關資料審查及現地清淤狀況查核等，本計畫配合說明相關事項執行情形。

6.2 UAV 空拍成果

本計畫為瞭解主要監測站點鄰近環境變化，以無人飛行載具(UAV)航拍飛控小組，隨現勘人員搭配旋翼型無人航空偵照機(UAV)、搭配即時影像監控系統協助工作，提供從地面難以拍攝之空照角度相片。針對河道上下游以及相關設施進行空拍，俾利比對分析。

一、無人飛機(UAV)載具系統

無人飛機(UAV)載具系統為透過地面導控站，使用遙測通訊操控無人飛行器，對視距外目標進行各種任務，主要包含無人飛機本體、數位相機酬載設備、無人飛機飛行控制電腦等三大部分，無人飛機本體分為旋翼機與定翼機，飛航高度一般為 30~250m，低航高可提供超高解析影像，適用於小範圍、精度需求高、機動性高地區。

本計畫採用 Phantom 4 Pro 無人飛機載具系統(如圖 6-1)，設備規格如表 6-1。



圖 6-1 Phantom 4 Pro 無人飛機載具系統

表 6-1 Phantom 4 Pro 無人飛機載具系統規格

飛行器	
旋停精度	垂直: +/- 0.5 米 ; (+/- 0.1 米超聲波工作範圍內);水平: +/- 1.5m
最大上升/下降速度	5 m/sec ; 3 m/sec
最大水平飛行速度	20m/sec
最大飛行海拔高度	6000 米
雲台俯仰角度範圍	俯仰 -90° 至 +30°
GPS 模式	GPS/GLONASS 雙模
相機	
影像感測器	1 英寸 CMOS
	有效畫素 2,000 萬
鏡頭	FOV 84° 24 mm (35 mm 格式等效) f2.8~f11 對焦點無窮遠
照片最大解析度	4864 × 3648(4:3長寬比)
電子快門速度	8sec秒 至 1/8000 秒

二、空拍作業流程

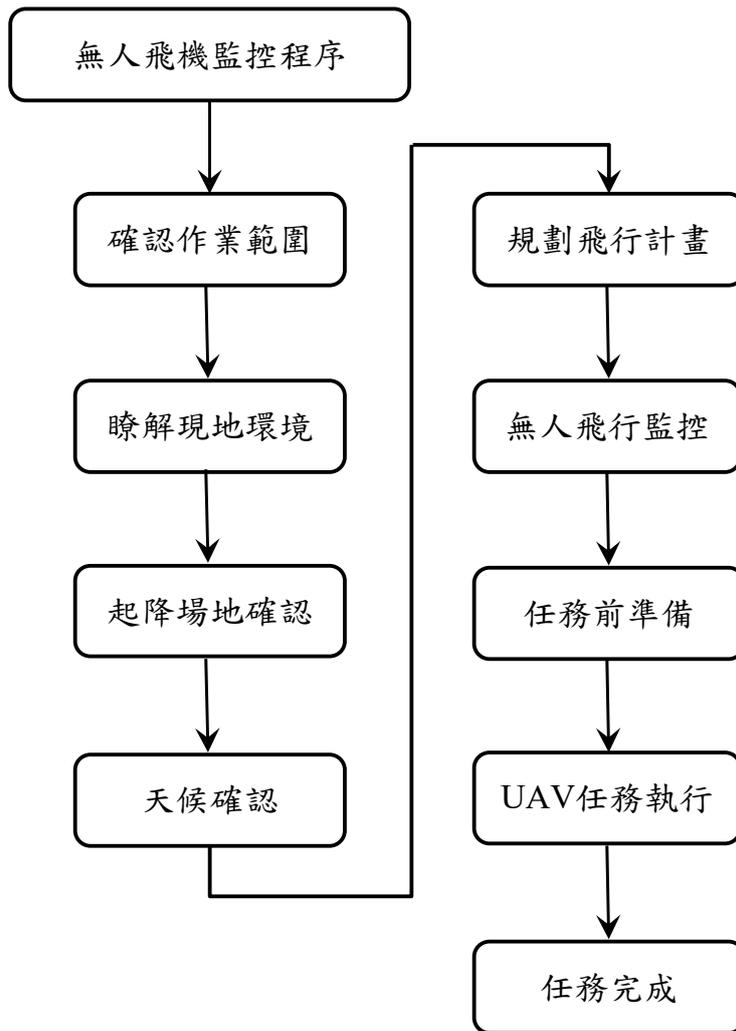


圖 6-2 空拍作業流程圖

三、空拍成果說明

為瞭解本計畫監測站點鄰近環境變化，本公司以無人飛行載具(UAV)針對河道上下游以及相關設施進行空拍，俾利比對分析。作業期程為汛期前後，分別於 108.7.15、108.10.30 進行拍攝，範圍包括集集堰入流測站-集鹿大橋、集集堰庫區操作樞紐-堰頂橋、下游河道沖刷段、名竹大橋、清水溪斗六堰及揚塵好發區域(自強大橋)部份。UAV 空拍則利用航點記錄功能每次皆以同一航線飛行以利比對。

表 6-2 空拍成果比對說明(1/3)

拍攝地點	拍攝成果比對說明
集鹿大橋	<p>鏡頭由堰頂橋往上游庫區之集鹿大橋飛行，俯視整個上游庫區部份，包括番子寮圍堤、南清水溝溪之新清瑞橋等。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(108.7.15)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(108.10.30)</p> </div> </div> <p>拍攝當日未降雨，集鹿大橋流量為 116 cms，空氣指標AQI為24、風速為5km/h、能見度為16km。</p> <p>拍攝當日未降雨、集鹿大橋流量為 63.5 cms、空氣指標AQI為60、風速為8km/h、能見度為16km。</p>
堰頂橋	<p>鏡頭特寫為集集堰庫區操作樞紐-堰頂橋，接續高空依序南進水口、北進水口、溢洪道、排砂道、靜水池、魚道及護坦等相關附屬設施。受降水時空分布不均影響，流量變化大。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(108.7.15)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(108.10.30)</p> </div> </div> <p>拍攝當日溢洪道放流量為0 cms、魚道放流量為0.73cms，空氣指標AQI為25、風速為4km/h、能見度為16km。</p> <p>拍攝當日溢洪道放流量為0cms、魚道放流量為1.24cms、空氣指標AQI為60、風速為8km/h、能見度為16km。</p>

表 6-2 空拍成果比對說明(2/3)

拍攝地點	拍攝成果比對說明
<p>下游河道 沖刷段</p>	<p>由堰頂橋至下游河道沖刷段，透過鏡頭清晰可見溪流下切作用使河溝逐漸向上延伸之褶皺及峽谷地貌，另可見富州堤防、北岸引水渠道、南岸引水渠道及南岸沉砂池等相關設施。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(108.7.15)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(108.10.30)</p> </div> </div> <p>拍攝時未降雨，生態補充流量為 3.66cms、南岸取水量為 66.19cms。空氣指標AQI為25、懸浮微粒PM₁₀約為25μg/m³、細懸浮微粒PM_{2.5}約為6μg/m³、臭氧O₃約為30ppb，風速為4km/h、能見度為16km。</p> <p>拍攝當日未降雨，生態補充流量為 1.98cms、南岸取水量為 35.72cms。空氣指標AQI為60、懸浮微粒PM₁₀約為39μg/m³、細懸浮微粒PM_{2.5}約為18μg/m³，風速為 8km/h、能見度為16km。</p>
<p>名竹大橋</p>	<p>鏡頭為名竹大橋之河道分流變化與沿岸取排水情形，航線長度約 1.2 公里。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(108.7.15)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(108.10.30)</p> </div> </div> <p>拍攝當日未降雨，空氣指標AQI為 24、懸浮微粒 PM₁₀ 約為 27μg/m³、細懸浮微粒PM_{2.5}約為 7μg/m³、臭氧O₃約為39ppb，風速為7km/h、能見度為16km。</p> <p>拍攝當日未降雨，空氣指標AQI為 60、懸浮微粒 PM₁₀ 約為 39μg/m³、細懸浮微粒PM_{2.5}約為 18μg/m³，風速為8km/h、能見度為16km。</p>

表 6-2 空拍成果比對說明(3/3)

拍攝地點	拍攝成果比對說明	
<p>清水溪 斗六堰</p>	<p>該測站位於濁水溪與清水溪匯流處往上游兩公里，瞰視包括枋寮導水暗渠旁之斗六堰魚道及斗六大圳等取排水情形，航線長度約 4.3 公里。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="419 506 847 748">  <p>(108.7.15)</p> </div> <div data-bbox="935 506 1378 748">  <p>(108.10.30)</p> </div> </div> <p>拍攝時未降雨，上游南雲大橋流量為25.91cms，部份溪水沿左岸導水路匯入斗六堰取水口。空氣指標AQI為29、懸浮微粒PM₁₀約為31μg/m³、細懸浮微粒PM_{2.5}約為13μg/m³、臭氧O₃約為50ppb，風速為14km/h、能見度為16km。</p> <p>拍攝時未降雨，上游南雲大橋流量為5.27cms，部份溪水沿左岸導水路匯入斗六堰取水口。空氣指標AQI為57、懸浮微粒PM₁₀約為16μg/m³、細懸浮微粒PM_{2.5}約為32μg/m³、臭氧O₃約為66ppb，風速為16km/h、能見度為16km。</p>	
<p>揚塵好發 區域 (自強大橋)</p>	<p>針對揚塵區域較嚴重地區之自強大橋，冬、春季乾旱季時水位降低，河床裸露高灘地，易受東北季風吹襲出現高濃度懸浮微粒，影響空氣品質，航線長度約 2.9 公里。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="392 1335 863 1599">  <p>(108.7.15)</p> </div> <div data-bbox="919 1335 1386 1599">  <p>(108.10.30)</p> </div> </div> <p>拍攝時低灘地栽種作物，兩岸植被良好。當日空氣指標AQI為40、懸浮微粒PM₁₀約為26μg/m³、細懸浮微粒PM_{2.5}約為16μg/m³、臭氧O₃約為39ppb，風速為18m/sec、風向為東、能見度為16km。</p> <p>拍攝時低灘地栽種作物，左岸植被良好。當日空氣指標AQI為141、懸浮微粒PM₁₀約為62μg/m³、細懸浮微粒PM_{2.5}約為109μg/m³、臭氧O₃約為26ppb，風速為7m/sec、風向為東南、能見度為16km。</p>	

無人飛行載具為近年來新興且熱門的科技，尤其在工程調查、防災方面擁有許多優勢及發展空間。由於 UAV 飛行高度低，其地面解析度相較傳統之航空像片細緻許多，經由 UAV 所拍攝之影像除可進行汛期前後差異比對外，並可進一步建置數值地形模型(DSM)以及 3D 數值模型。

為增強河道週邊及轄屬設施之可視化維護管理，針對集集堰下游河道沖刷段，以固定航線進行 UAV 空拍，並利用地面檢核點產製高解析影像，以影像處理軟體 Pix4D 建立該區域之正射影像與數值高程，掌握河道向源侵蝕變化情形。以像片編纂正射鑲嵌像片圖，於 108.06.26 設置地面控制點，以決定航攝像片上像點的地面位置，如圖 6-3 所示。



圖 6-3 集集下游河道沖刷段佈標控制點

集集攔河堰下游河道分別於 108 年 7 月 15 日(豐水期)及 108 年 10 月 30 日(枯水期)進行正射影像拍攝以及數值地形製作，茲將兩次製作地形成果套疊比較集集堰下游河道沖淤情形如圖 6-4 所示。

集集堰下游右側兩座靜水池於枯水期因泥砂淤積高度約 0.5~1 公尺；集集堰下游左岸高灘地因工程施作整地及現場製作鼎塊，因此地表高程約降低 0.5~2 公尺，再下游之退水路處亦有工程整地施作地表高程約降低約

0.5~2 公尺；集集堰下游右岸高灘地則無明顯變化；集集堰下游至南岸聯絡渠道退水路間之河道因河道沖刷、泥砂淤積或局部流路改變，高程變化-0.5~-2.5 公尺。整體而言，河道深槽仍有持續沖刷情形。

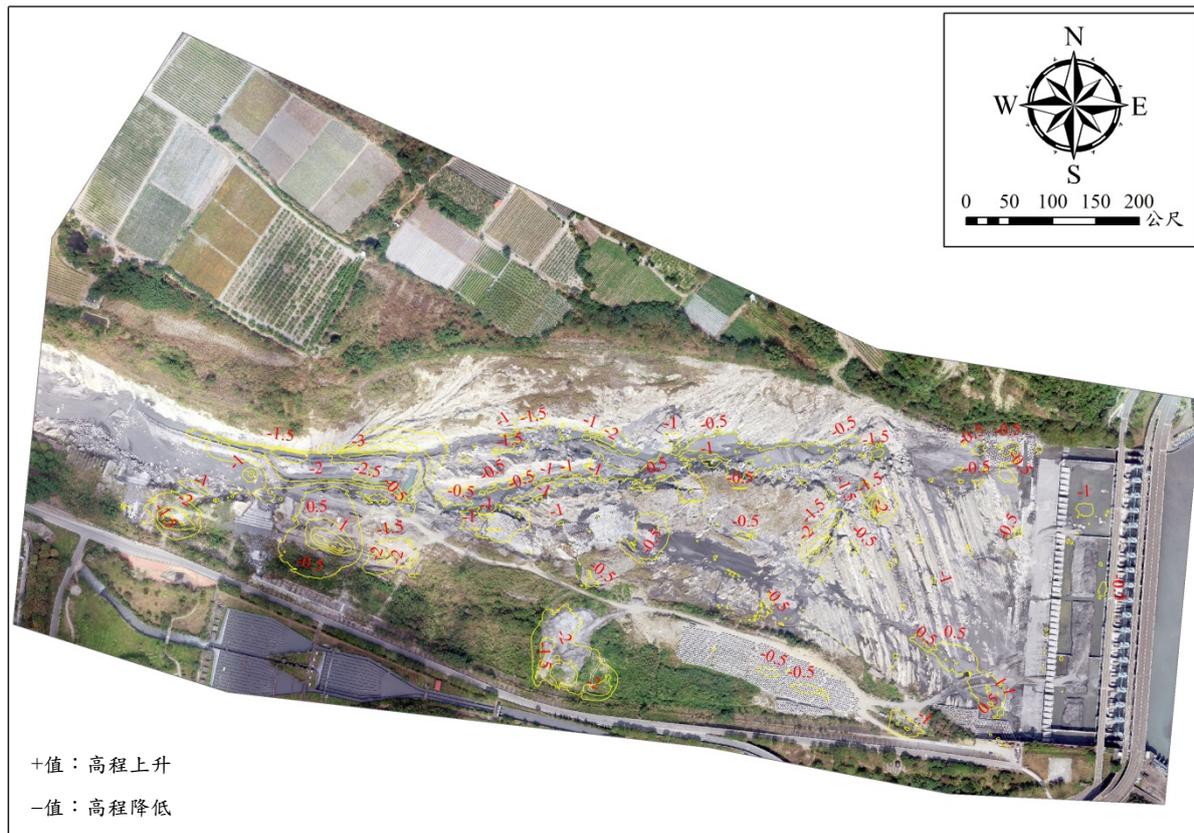


圖 6-4 集集下游河道沖刷段比較成果

國家圖書館出版品預行編目資料

集集攔河堰監測及安全檢查-環境生態監測成果
報告.108 年度 / 經濟部水利署中區水資源局
[編].--第一版.--臺中市：水利署中區水資源局，
2020.01

面； 公分

ISBN 978-986-533-042-2 (平裝)

1.河川工程 2.自然保育 3.環境監測

443.6

109001055

108 年度集集攔河堰監測及安全檢查-環境生態監測成果報告

發行人：陳弘由

發行所：經濟部水利署中區水資源局

地址：台中市霧峰區峰堤路 195 號

編著者：巨廷工程顧問股份有限公司

電話：(04)23320579 傳真：(04)23320484

出版年月：2020 年 01 月

版次：第一版

GPN 1010900244

ISBN 978-986-533-042-2(平裝)

版權所有，翻印必究



廉潔、效能、便民



經濟部水利署中區水資源局

地址：台中市霧峰區峰堤路 195 號

網址：<http://www.wracb.gov.tw/>

總機：(04)23320579

傳真：(04)23320484

ISBN 978-986-533-042-2(平裝)



GPN：1010900244

定價：新台幣 800 元

