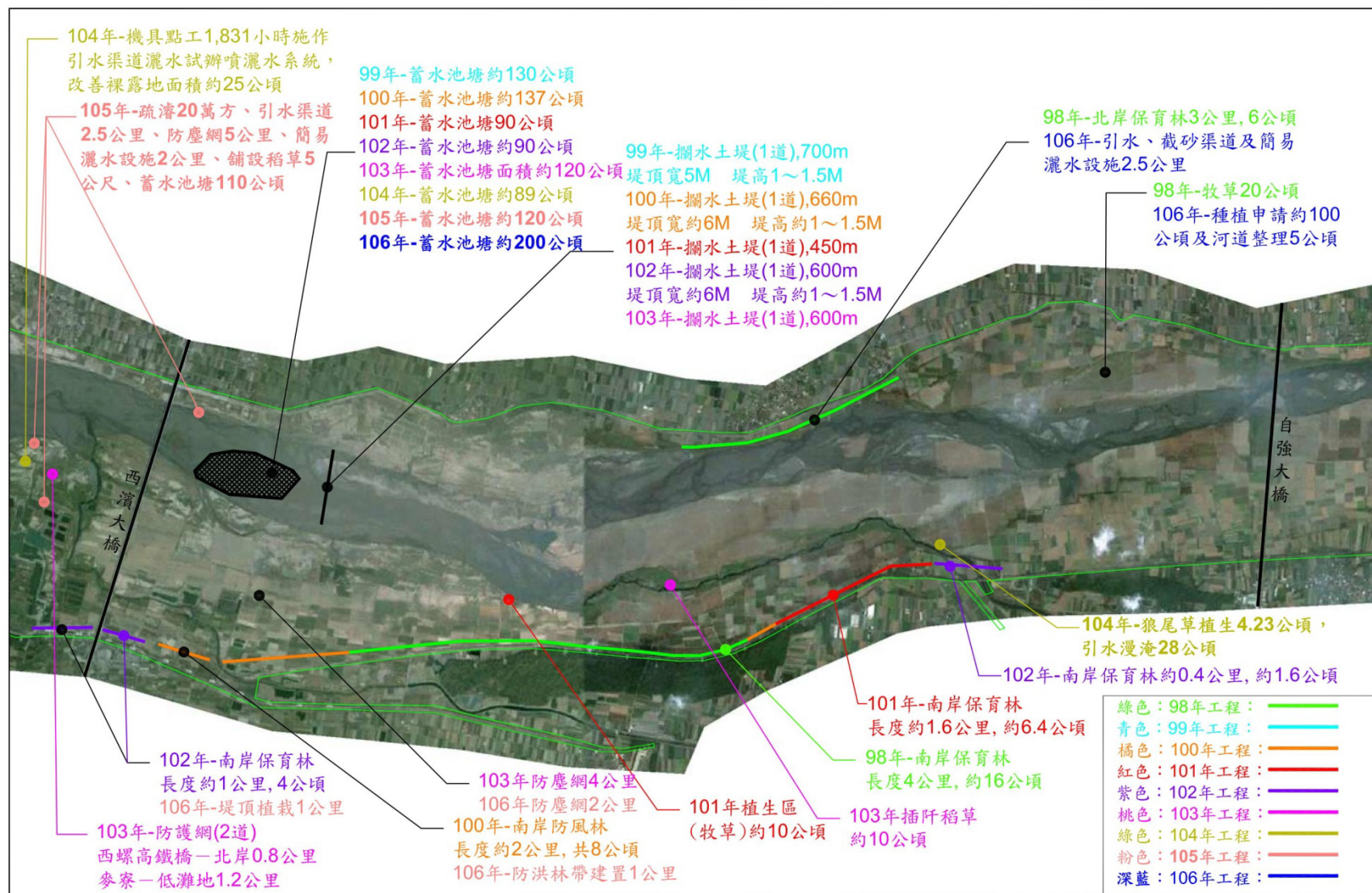




資料來源：經濟部水利署第四河川局。

圖 5-52 濁水溪揚塵防制改善工程歷年施作位置示意圖

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。
109	濁水溪流域智慧管理整合系統建置	依濁水溪智慧河川規劃逐步建置現地感測器監測資訊，提升防汛應變及河川管理效益。利用水利署及本局即有相關平台(包含河海區排管理系統、本局自動化防災應變系統及本局空間資訊服務平台等)進行內水淹水預警、監測及應變系統、外水堤防預警、監測及應變系統及河川揚塵監測及通報等功能。為免多個系統平台造成使用及管理困難，以整併各系統為智慧河川管理系統，以發揮系統綜效。

資料來源：經濟部水利署。

「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 5-53)，並由集集攔河堰興建前後之 PM_{10} 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。

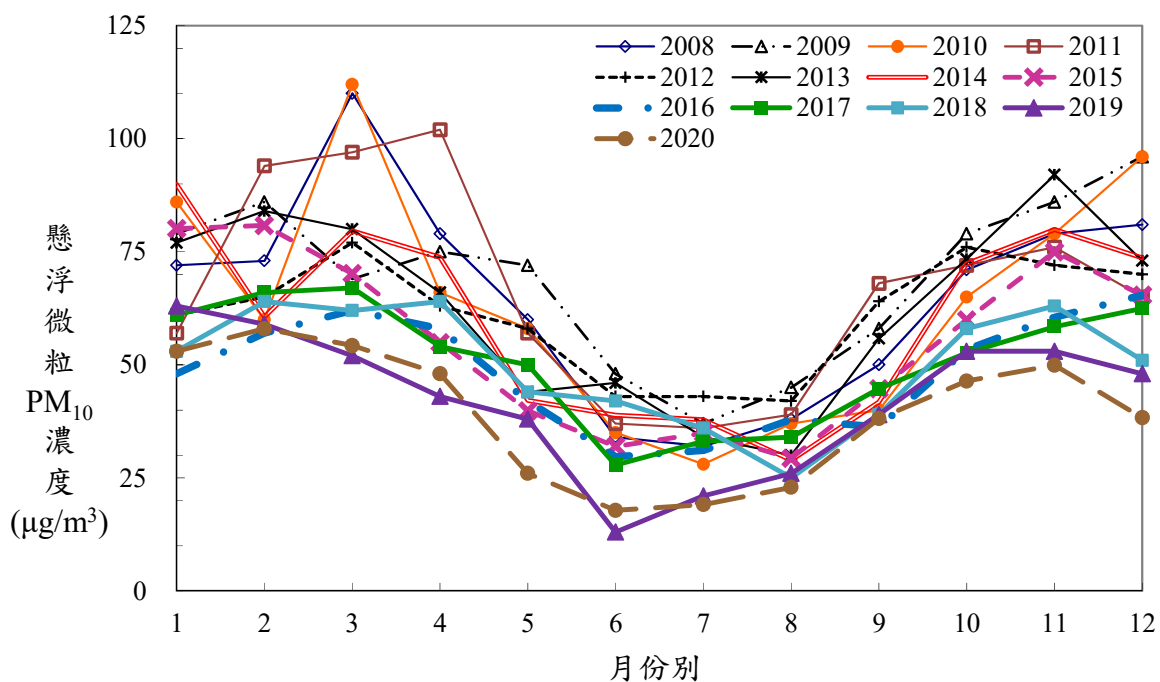
另進行小規模植生試驗區建置，於自強大橋下游 2.6 公里處，依據「98 年度濁水溪下游揚塵改善計畫研究(1/2)」，選取甜根子草、巴拉草、狼尾草、蘆竹、星草、黑麥草及濱水菜為主要栽植種類，並於中灘地配合無葉檉柳及黃槿作為現地耕地防風林試作。

(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



季風	東北季風		西南季風		東北季風
降雨量	降雨量低		降雨量高		降雨量低
低灘地 農業行為	開始種植、澆水	生長、覆蓋率增加	收成、覆蓋率減少	鮮少農業行為	
低灘地 裸露面積	開始種植成長，裸露面積減少		開始收成，裸露面積稍增	颱風事件發生，裸露面積急增	裸露面積最大
揚塵影響	影響次大		影響最小		影響最大

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 5-53 濁水溪揚塵主要因子與時間之關係圖

良日發生。攔水土堤上風處 PM₁₀ 濃度為 105μg/m³，下風處為 93μg/m³，砂塵經攔水土堤後削減效率為 11%；蓄水池上風處 PM₁₀

濃度為 $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，下風處為 $66\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，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。

(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 5-55)，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。108 年度第 3 季濁水溪裸露地變化如圖 5-56 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。

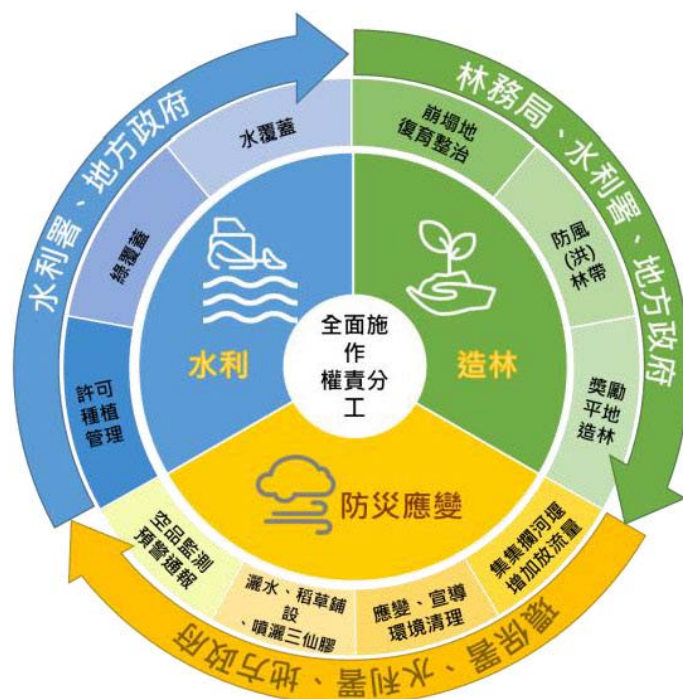


圖 5-54 濁水溪揚塵防制及改善整體計畫三大面向

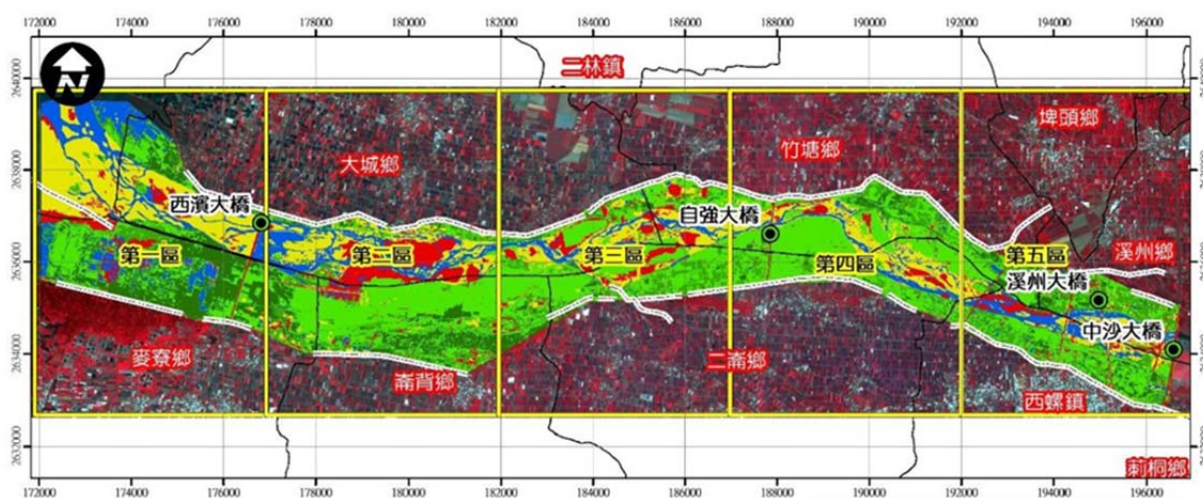


圖 5-55 濁水溪河段裸露地河段劃分五大區域示意圖

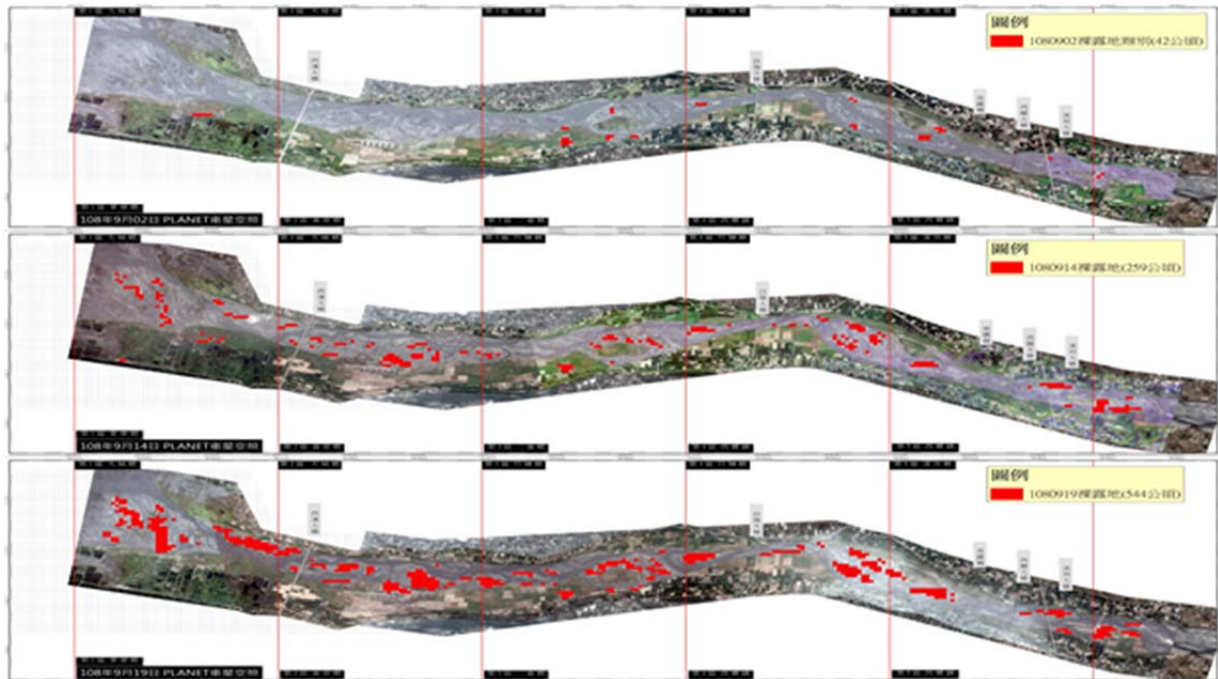


圖 5-56 108 年度第 3 季濁水溪裸露地變化圖

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、牡蠣殼與級配鋪設、機編稻草鋪設且試辦灌木植生、疏濬植生池佈設 1 公頃、現地植生 1 公頃及相關行政管制措施等方式(圖 5-57)；而 200 公頃大沙洲已完成水井打設、水線灑水、綠覆植生、疏濬去化河道土砂、植生池構想、生態浮島、新設汲水設施等抑制揚塵(圖 5-58)；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及去化土砂疏通主深槽、防洪林帶植栽等措施，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 5-59)，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 5-60)。



圖 5-57 20 公頃大沙丘灑水濕潤土砂及鋪設稻草蓆抑制揚塵



圖 5-58 麥寮出海口處之 200 公頃大沙洲揚塵改善現況圖

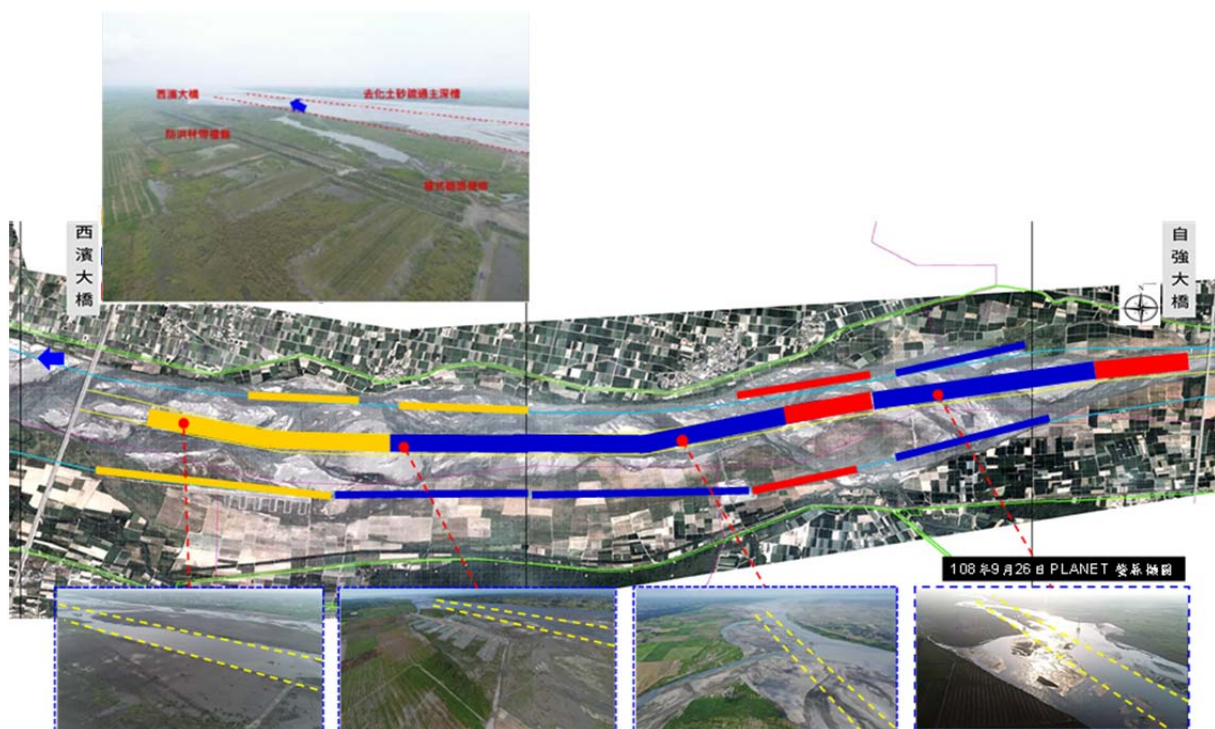
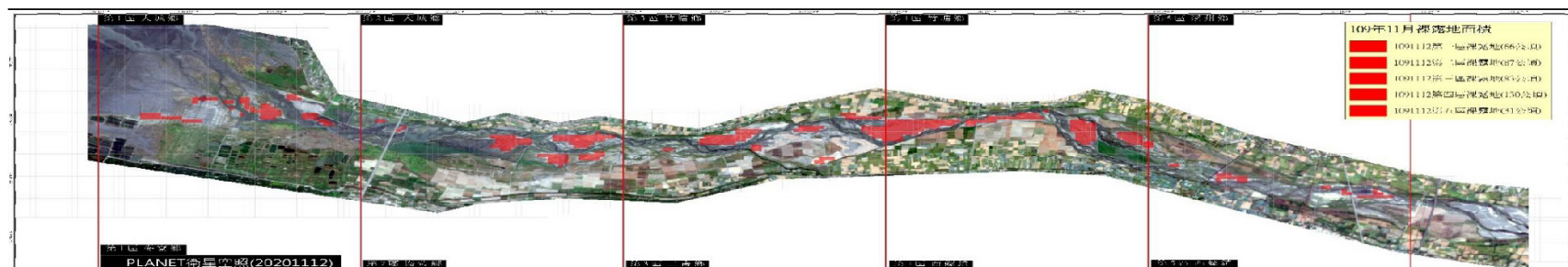


圖 5-59 複式斷面區位示意圖



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)	102	蓄水池塘(公頃)	286	蓄水池塘(公頃)	35	蓄水池塘(公頃)	73	蓄水池塘(公頃)	82
綠覆蓋		綠覆蓋		綠覆蓋		綠覆蓋		綠覆蓋	
防洪植栽(公里)	2	防洪植栽(公里)	18	防洪植栽(公里)	6	草籽撒播(公頃)		防洪植栽(公里)	7.5
大沙丘植栽(公里)		綠覆蓋 (公頃)	60	草籽撒播(公頃)	60	防洪植栽(公里)		草籽撒播(公頃)	8
疏濬填池綠覆(公頃)									
大沙丘綠覆(公頃)									
林帶植栽(公頃)									
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)	69.55	去化土砂(萬方)	12.8	去化土砂(萬方)	51.4	三仙膠(公頃)		去化土砂(萬方)	18.60
河道整理(公里)	0.3	河道整理(公里)	2.5	河道整理(公里)	1.2	稻草鋪設(農民)公頃		河道整理(公里)	0.6
200公頃灑水系統(公頃)	44	灑水系統(公頃)	10	稻草蓆鋪設	58			便道鋪設級配(公頃)	
		牡蠣殼鋪灑(公頃)		便道鋪設級配				稻草蓆鋪設(公頃)	27
三仙膠(公頃)		三仙膠(公頃)		灑水線佈設(公頃)	3			灑水系統(公頃)	6
稻草鋪設(公頃)	43	稻草鋪設(公頃)	0.1	稻草鋪設(農民)公頃				稻草鋪設(農民)公頃	
便道鋪設級配(公頃)	2	碎石級配鋪設(NO.40越線路下)	1.3						
疏濬簡易灑水佈設(公頃)									
平鋪防塵網(公頃)	20								
灑水線(公頃)	22								
其他覆蓋總計	131	其他覆蓋總計	11.4	其他覆蓋總計	61	其他覆蓋總計	0	其他覆蓋總計	33

資料來源：經濟部水利署第四河川局。

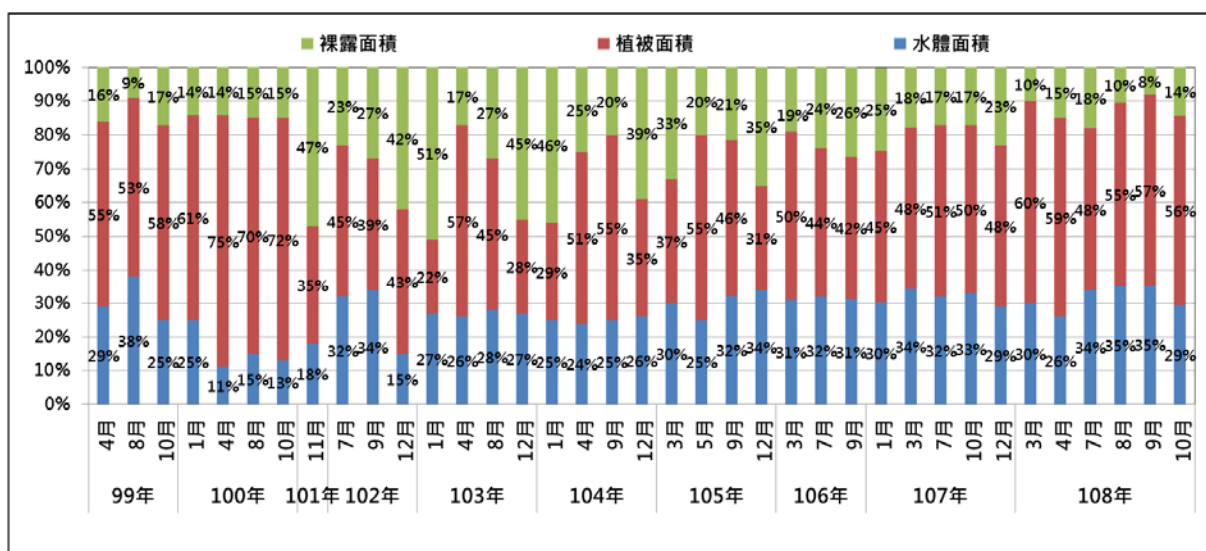
圖 5-60 揚塵整體改善現況圖

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 99~108 年間歷次判讀各物體面積百分比變化情形，並繪製如圖 5-61。顯示 99~108 年間，各次判釋結果中，裸露地面積比例約在 8%~51%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，108年10月。

圖 5-61 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 102～108 年間之判釋結果來看，春夏季節裸露地面積約在 9%～27%之間，惟時至秋冬季節時，裸露地面積則會大幅增加至 14%～51%之間，近三年則均維持在 10%～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，但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 10 月之判釋裸露地面積為 893.9 公頃，即較 107 年 10 月大幅減少 300.4 公頃(表 5-12)，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。109 年 6 月乾裸露地面積 881.8 公頃，位於西濱大橋下游出海口至中沙大橋處堤防範圍內，相較 109 年 5 月減少 629.1 公頃，主因為河床灘地區乾裸露地轉換為濕裸露地及水體。

依據 108 年 10 月 10 日濁水溪衛星影像判釋結果可知(圖 5-62)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 603.4 公頃，其次為第一區 358.2 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) 乾裸露地面積 893.9 公頃、濕潤土壤面積 751.9 公頃、水體面積 1,090.9 公頃及植生面積 3,516.2 公頃。

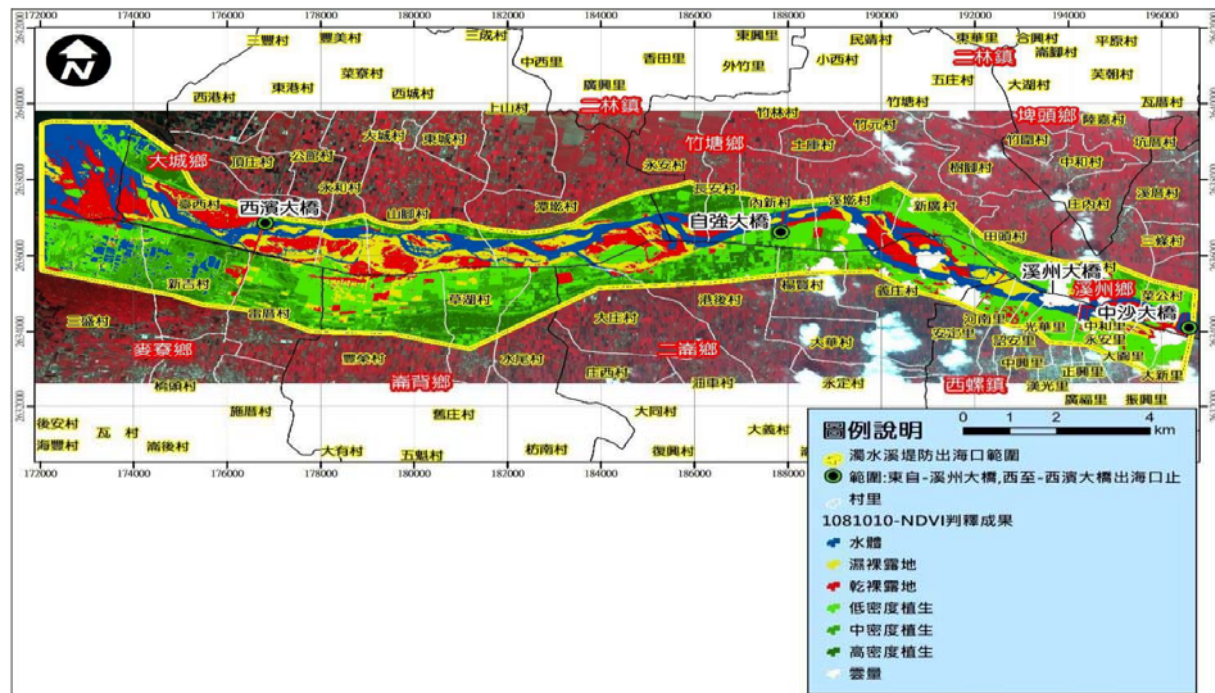
(2) 裸露地主要集中於雲林縣二崙鄉、崙背鄉、麥寮鄉及彰化縣大城

鄉、溪州鄉、竹塘鄉，比對歷年空拍結果後，可發現裸露區域分佈，越往下游出海口處增加，而中上游裸露面積略微減少之現象。

表 5-12 近年濁水溪流域 NDVI 參數率定結果及面積百分比

NDVI 判釋物體	104 年						105 年						106 年	
	1 月		4 月		12 月		3 月		9 月		12 月		3 月	
	面積 (公頃)	百分比 (%)	面積 (公頃)	百分比 (%)	面積 (公頃)	百分比 (%)	面積 (公頃)	百分比 (%)	面積 (公頃)	百分比 (%)	面積 (公頃)	百分比 (%)	面積 (公頃)	百分比 (%)
水體	568.0	8.67%	413.0	6.30%	384.3	5.63%	522.1	7.97%	393.1	6.00%	1071.9	16.36%	529.6	8.07%
濕潤土壤	748.4	11.42%	3.6	0.05%	490.4	7.18%	664.3	10.14%	679.7	10.37%	641.7	9.79%	1486.3	22.65%
水體(高含砂量)	310.3	4.73%	1148.1	17.52%	796.5	11.67%	746.3	11.39%	1044.2	15.93%	481.7	7.35%	181.2	2.76%
裸露地	3023.1	46.13%	1627.4	24.83%	2565.8	37.59%	2184.8	33.34%	1402.2	21.40%	2272.3	34.67%	1383.7	21.08%
低密度植生	1006.0	15.35%	1705.9	26.03%	1414.4	20.72%	1016.8	15.52%	1179.4	18.00%	894.4	13.65%	937.3	14.28%
中密度植生	620.0	9.46%	934.9	14.27%	635.4	9.31%	710.0	10.83%	1080.5	16.49%	361.9	5.52%	1221.0	18.60%
高密度植生	277.6	4.24%	720.4	10.99%	539.4	7.90%	709.0	10.82%	774.2	11.81%	829.4	12.66%	824.2	12.56%
合計	6553.4	100.00%	6553.3	100.00%	6826.2	100.00%	6553.3	100.00%	6553.3	100.00%	6553.3	100.00%	6563.3	100.00%
NDVI 判釋物體	106 年		107 年						108 年					
	9 月		1 月		3 月		10 月		12 月		3 月		10 月	
	面積 (公頃)	百分比 (%)	面積 (公頃)	百分比 (%)	面積 (公頃)	百分比 (%)	面積 (公頃)	百分比 (%)	面積 (公頃)	百分比 (%)	面積 (公頃)	百分比 (%)	面積 (公頃)	百分比 (%)
水體	704.6	10.75%	661.4	10.23%	81.2	1.24%	870.1	13.28%	740.8	11.42%	727.5	11.10%	1090.9	17.45%
濕潤土壤	1182.6	18.05%	1118.0	17.29%	1676.7	25.59%	1090.5	16.64%	869.3	13.41%	1232.5	18.81%	751.9	12.02%
水體(高含砂量)	154.7	2.36%	204.9	3.17%	511.4	7.80%	203.8	3.11%	201.1	3.10%	53.1	0.81%	-	-
裸露地	1729.7	26.39%	1611.7	24.93%	1161.3	17.72%	1110.3	16.94%	1522.8	23.48%	636.3	9.71%	893.9	14.30%
低密度植生	1174.9	17.93%	1561.9	24.16%	1626.2	24.81%	1081.8	16.51%	1653.7	25.50%	2418.4	36.90%	1827.6	29.23%
中密度植生	831.7	12.69%	981.5	15.18%	937.1	14.30%	1310.9	20.00%	1101.3	16.98%	705.5	10.77%	1093.4	17.49%
高密度植生	775.3	11.83%	325.4	5.03%	559.4	8.54%	885.9	13.52%	395.7	6.10%	780.0	11.90%	595.2	9.52%
合計	6553.5	100.00%	6464.8	100.00%	6553.3	100.00%	6553.3	100.00%	6484.7	100.00%	6553.3	100.00%	6252.9	100.00%

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。



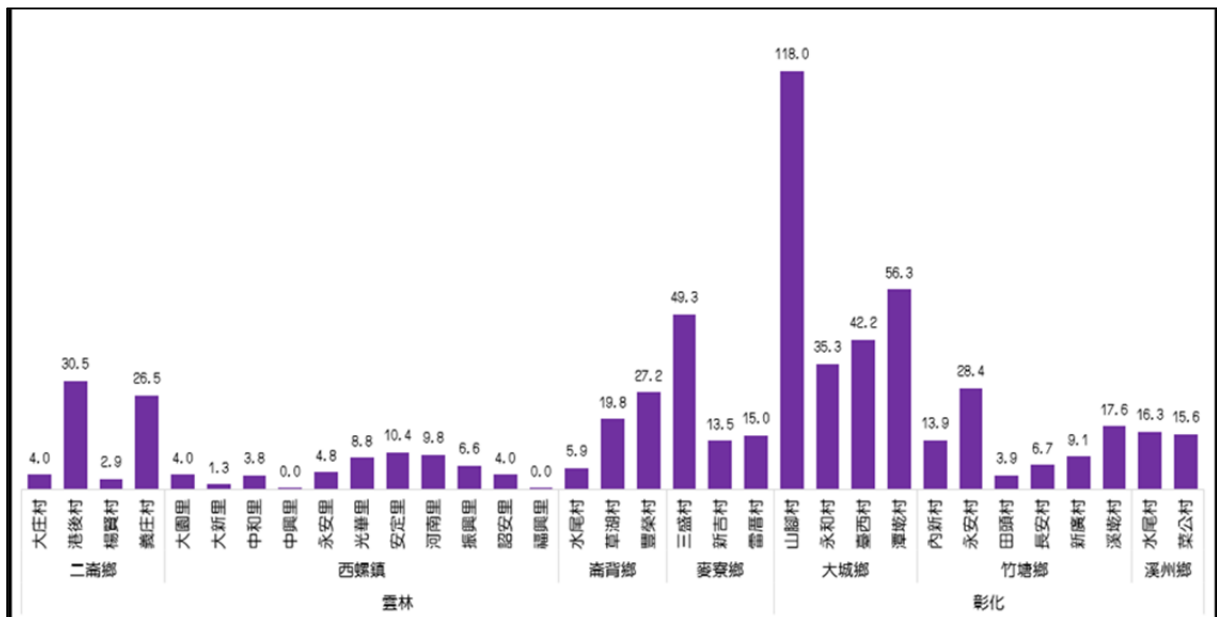
資料來源：濁水溪河川揚塵防制及改善推動計畫，雲林縣環保局，108年10月。

圖 5-62 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 5-63 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 5-63 108 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。

(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 5-13 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。

表 5-14 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	水覆蓋、綠覆蓋及其他	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		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，範圍為溪洲大橋至出海口計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
108 ~109		濁水溪揚塵防制種植管理研究及試辦計畫	綠覆蓋	為達種植防制揚塵效果，並兼顧農民經濟收入，探討濁水溪種植管理措施與抑制成效，研議除稻作或西瓜短期作物外，有無其他長期性經濟作物適合耕種，並可增加較長效之綠覆蓋，以達相輔相成效果；評估當地農民可否配合揚塵好發時間(每年10月至隔年4月)，提早進場種植之可行性與所需配合措施，以河川揚塵管制為最優先搭配農民的種植，發揮揚塵防制效果。
109 ~110		109年度濁水溪揚塵改善計畫-一防洪植栽等建置計畫	水覆蓋及綠覆蓋	施作濁水溪自中沙大橋至出海口河道去化土砂、培厚植栽、灑水、綠覆等防塵工程，以減緩濁水溪揚塵情形。

資料來源：經濟部水利署第四河川局及本計畫整理。

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 5-64 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。

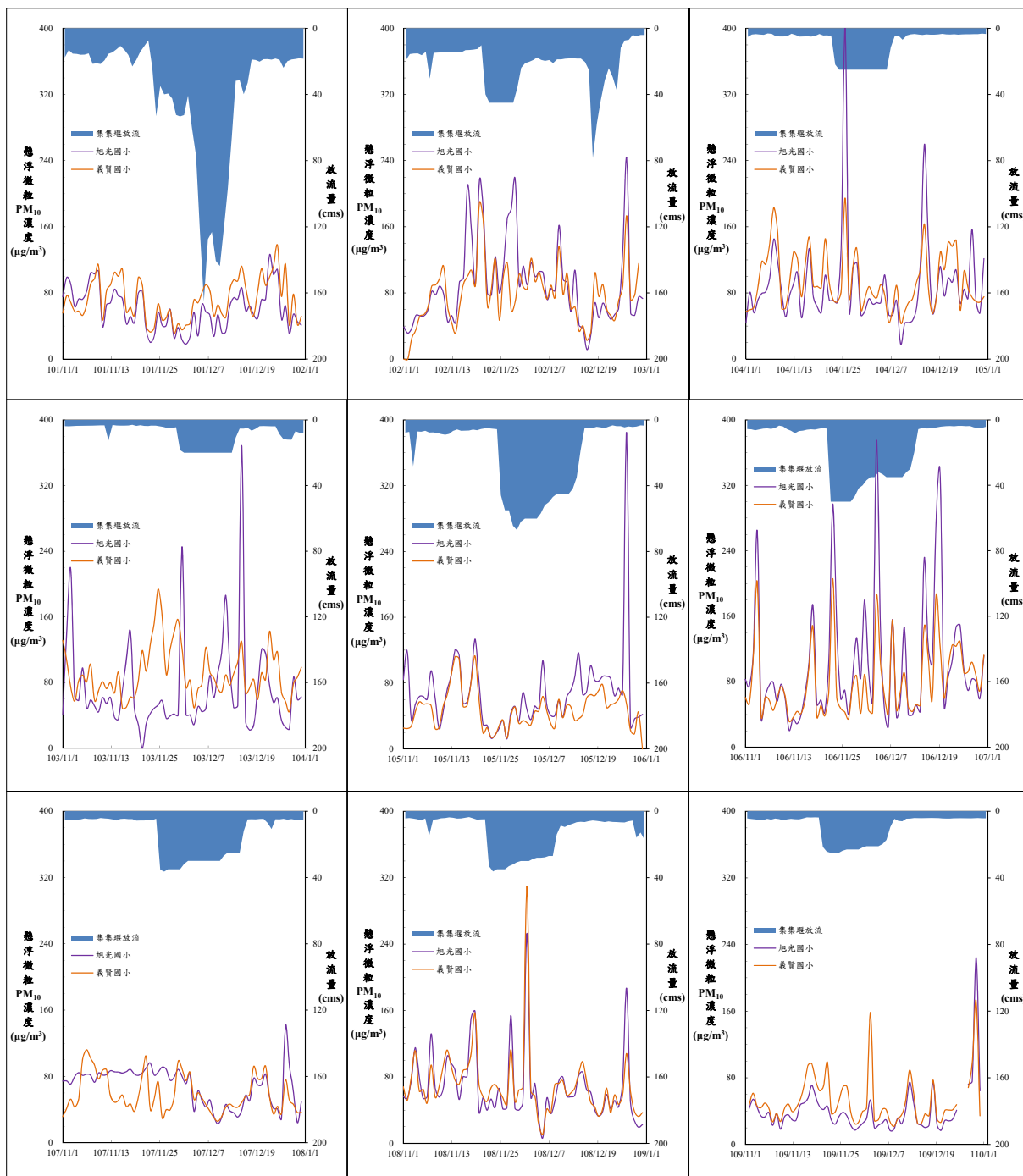


圖 5-64 集集堰放流量與揚塵變化

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 11 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: ± 1.5 m
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 $+30^{\circ}$
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

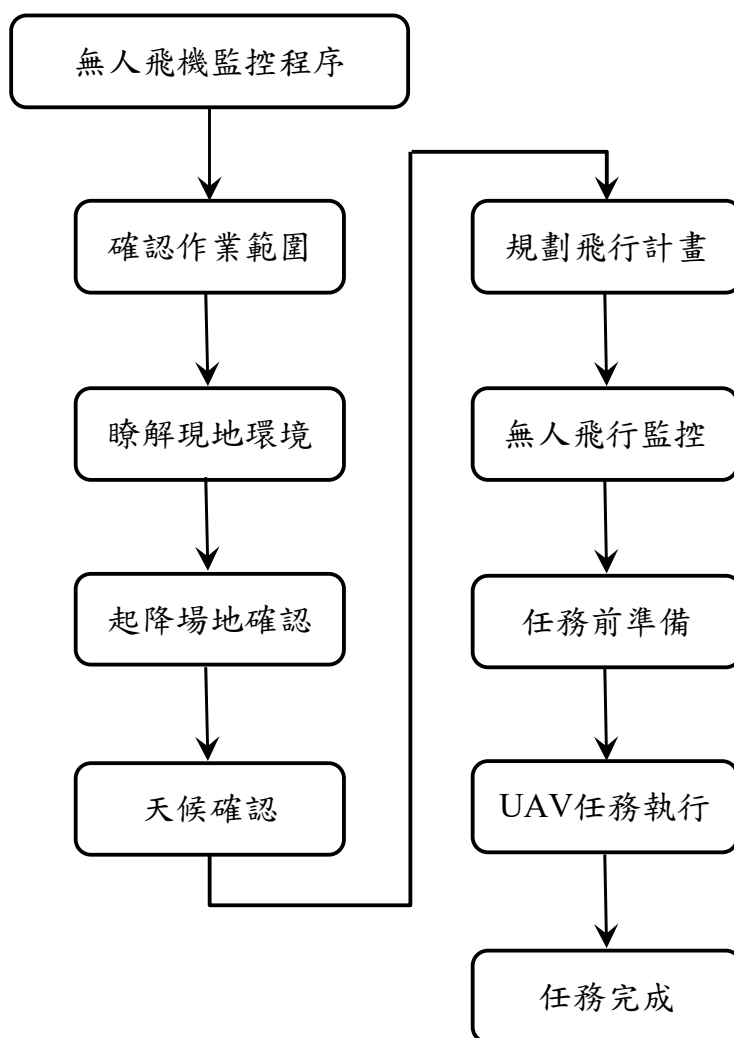


圖 6-2 空拍作業流程圖

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 109.7.16、109.11.25 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	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。  (109.7.16)  (109.11.25) 拍攝當日未降雨，集鹿大橋流量為 67.97cms，空氣指標AQI為29、風速為9km/h、能見度為4km。 拍攝當日未降雨、集鹿大橋流量為 23.75cms、空氣指標AQI為84、風速為6km/h、能見度為16km。	
堰頂橋	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。  (109.7.16)  (109.11.25) 拍攝當日溢洪道放流量為0 cms、魚道放流量為1.09cms，空氣指標AQI為29、風速為9km/h、能見度為4km。 拍攝當日溢洪道放流量為0cms、魚道放流量為0cms、空氣指標AQI為84、風速為6km/h、能見度為16km。	

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
下游河道冲刷段	由堰頂橋至下游河道冲刷段，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。  (109.7.16)  (109.11.25) 拍攝時未降雨，生態補充流量為5.27cms、南岸取水量為40.57cms。空氣指標AQI為29、懸浮微粒PM₁₀約為15μg/m³、細懸浮微粒PM_{2.5}約為11μg/m³、臭氧O₃約為21ppb，風速為4km/h、能見度為16km。 拍攝當日未降雨，生態補充流量為23.75cms、南岸取水量為0cms。空氣指標AQI為84、細懸浮微粒PM_{2.5}約為30μg/m³，風速為6km/h、能見度為16km。
名竹大橋	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。  (109.7.27)  (109.11.25) 拍攝當日未降雨，空氣指標AQI為25、懸浮微粒PM₁₀約為14μg/m³、細懸浮微粒PM_{2.5}約為9μg/m³、臭氧O₃約為13ppb，風速為10km/h、能見度為11km。 拍攝當日未降雨，空氣指標AQI為80、懸浮微粒PM₁₀約為65μg/m³、臭氧O₃約為50ppb，風速為5km/h、能見度為16km。

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	
清水溪斗六堰	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。  (109.7.16) 拍攝時未降雨，上游南雲大橋流量為 4.54cms，部份溪水沿左岸導水路匯入斗六堰取水口。空氣指標AQI為 26、懸浮微粒PM₁₀約為17μg/m³、細懸浮微粒PM_{2.5}約為9μg/m³、臭氧O₃約為14ppb，風速為2.9km/h、能見度為16km。	 (109.11.25) 拍攝時未降雨，上游南雲大橋流量為 1.67cms，部份溪水沿左岸導水路匯入斗六堰取水口。空氣指標AQI為 80、懸浮微粒PM₁₀約為65μg/m³、細懸浮微粒PM_{2.5}約為32μg/m³、臭氧O₃約為16ppb，風速為5km/h、能見度為16km。
揚塵好發區域(自強大橋)	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。  (109.7.16) 拍攝時低灘地栽種作物，兩岸植被良好。當日空氣指標AQI為16、懸浮微粒PM₁₀約為7μg/m³、細懸浮微粒PM_{2.5}約為2μg/m³、臭氧O₃約為15ppb，風速為20m/sec、風向為北北東、能見度為16km。	 (109.11.25) 受水情影響，拍攝時部分低灘地已無種植作物。當日空氣指標AQI為 80、懸浮微粒PM₁₀約為77μg/m³、細懸浮微粒PM_{2.5}約為39μg/m³、臭氧O₃約為39ppb，風速為16m/sec、風向為南、能見度為16km。