

103 年度雲林縣濁水溪河川生態綠廊細部規劃

期末報告基本資料表

甲、委辦單位	雲林縣環境保護局																							
乙、執行單位	威陞環境科技股份有限公司																							
丙、年 度	103 年度	計畫編號	YLEPB-103-045																					
丁、專案性質	(請填寫標的分類代碼)																							
戊、專案領域																								
己、計畫屬性	☐ 科技類		☒ 非科技類																					
庚、全程期間	103 年 10 月～ 104 年 10 月																							
辛、本期期間	104 年 5 月～ 104 年 10 月																							
壬、本期經費	億 2,800.00 千元 <table border="1"> <tr> <td colspan="2">資本支出</td> <td colspan="2">經常支出</td> </tr> <tr> <td>土地建築</td> <td>千元</td> <td>人事費</td> <td>1175.00 千元</td> </tr> <tr> <td>儀器設備</td> <td>千元</td> <td>業務費</td> <td>1294.14 千元</td> </tr> <tr> <td>其 他</td> <td>千元</td> <td>材料費</td> <td>千元</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>其 他</td> <td>330.86 千元</td> </tr> </table>				資本支出		經常支出		土地建築	千元	人事費	1175.00 千元	儀器設備	千元	業務費	1294.14 千元	其 他	千元	材料費	千元			其 他	330.86 千元
資本支出		經常支出																						
土地建築	千元	人事費	1175.00 千元																					
儀器設備	千元	業務費	1294.14 千元																					
其 他	千元	材料費	千元																					
		其 他	330.86 千元																					
癸、摘要關鍵詞（中英文各三則） 河川揚塵、人工溼地、環境保育林 _____Riverbed fugitive dust, Constructed wetland, Sand-binding forest _____																								
參與計畫人力資料：（如僅代表簽約而未參與實際專案工作計畫者則免填以下資料）																								
參與計畫人員姓名	工作要項或撰稿章節	現職與簡要學經歷	參與時間(人月)	聯絡電話及 e-mail 帳號																				
陳英欽	計畫主持人/統籌計畫執行、對外溝通協調	威陞公司總經理/台灣大學環工博士	2	0985630536/yingchin_chen@hotmail.com																				
陳智榮	計畫經理/進度掌控及報告彙整	威陞公司經理/台灣大學環工碩士	12	0985638396/s8828024@hotmail.com																				
王仁鴻	計畫工程師/進度執行及資料整理	工程師/大葉大學環工碩士	12	0983081908/hsiehtsu0628@gmail.com																				

雲林縣環境保護局計畫成果中英文摘要（簡要版）

一、中文計畫名稱：

103 年度雲林縣濁水溪河川生態綠廊細部規劃

二、英文計畫名稱：

Jhuoshuei River ecological corridor detail planning in Yunlin County on 2014

三、計畫編號：

YLEPB-103-045

四、執行單位：

威陞環境科技股份有限公司

五、計畫主持人：

陳英欽

六、執行開始時間：

103/10/31

七、執行結束時間：

104/10/30

八、報告完成日期：

104/10/30

九、報告總頁數：

264 頁

十、使用語文：

中文，英文

十一、報告電子檔名稱：

YLEPB-103-045.doc

十二、報告電子檔格式：

WORD 2003

十三、中文摘要關鍵詞：

河川揚塵，人工溼地，環境保育林

十四、英文摘要關鍵詞：

Riverbed fugitive dust, Constructed wetland, Sand-binding forest

十五、中文摘要

計畫執行期程自 103 年 10 月 31 日至 104 年 10 月 30 日止，完成濁水溪下游南岸近十年河川流域環境以及水域之自然環境資源、人文環境資源等調查，提供生態河川規劃參考；執行河川揚塵抑制作物種植，綠覆面積達 2.12 公頃，完成可行性及效益評估；完成規劃大義崙排水及八角亭排水人工溼地，提出水質淨化、抑制揚塵工法之建議及施作位置。

依據所完成之調查、評估與分析成果，提出具立即改善效益的八角亭排水人工溼地細部設計，包含細部設計圖說、工程預算書。

本計畫調查掌握雲林縣濁水溪下游河川裸露地、水文、管制作為等基本資料，分析濁水溪揚塵好發之原因，並據前述資訊，依現行法規允准之方式，初步規劃沿岸防風植栽、區域排水改善、高灘地再利用等整體規劃設計構想與圖說及分期分區管制作為，進而有效改善濁水溪沿岸揚塵之情形，提升濁水溪沿岸鄉鎮居民之生活品質與居家環境。

十六、英文摘要：

This project conducted from October 31, 2014 to October 30, 2015 was completed the investigation of river basin environment, nature environment resources, and humanities environment in the past ten years for providing the biological river planning. The project has implemented the plant growth of river fugitive dust restrain, the green cover was up to 2.12 ha, and completed the evaluation of feasibility and benefit. The Dayilun Drainage and Bajiaotin Drainage artificial wetland has also been planned the constructed location for the water purification and the program of fugitive dust restrain.

According to the results of investigation, evaluation, and analysis, the project proposed the detail design of Bajiaotin Drainage artificial wetland, including the detail design blueprint and engineering budget report.

The project also investigated the exposed land, hydrology, control methods, and other basic information of Jhuoshuei River downstream, and analyzed the reason of fugitive dust occurrence, and then planned the windbreak plant growth, region drainage improvement, reutilization of high riverbank, and other integral design and control methods. Furthermore, the project improved the fugitive dust and promoted the life quality and living environment for residents along the Jhuoshuei River.

雲林縣環境保護局
103年度雲林縣濁水溪河川生態綠廊細部規劃

期末報告

目 錄

	頁次
第一章 前言 -----	1-1
1.1 計畫緣起 -----	1-1
1.2 計畫目標 -----	1-2
1.3 工作項目及內容 -----	1-2
1.4 預期效益 -----	1-5
第二章 基礎環境調查 -----	2-1
2.1 濁水溪環境背景 -----	2-1
2.2 雲林縣環境背景 -----	2-30
2.3 農委會防風植栽現況 -----	2-54
2.4 水利署揚塵防治工程 -----	2-55
第三章 河川揚塵分析與工法蒐整 -----	3-1
3.1 空氣品質監測資料 -----	3-1
3.2 濁水溪河床裸露概況 -----	3-11
3.3 濁水溪河川揚塵因素分析 -----	3-16
3.4 河川揚塵防制措施 -----	3-25
第四章 濁水溪防風林規劃 -----	4-1
4.1 濁水溪沿岸防風植栽調查 -----	4-1
4.2 下游公地分類及使用情形 -----	4-7
4.3 濁水溪南岸保安林現況 -----	4-11

4.4 濁水溪南岸防風林規劃	4-13
4.5 濁水溪沿岸防風植栽規劃	4-14
第五章 揚塵改善規劃	5-1
5.1 抑制揚塵相關工法之時程及配套措施	5-2
5.2 濁水溪下游河川規劃管理建議	5-10
第六章 大義崙及八角亭人工溼地規劃	6-1
6.1 大義崙及八角亭排水環境資料分析	6-1
6.2 自然淨化系統規劃設計構想	6-26
6.3 八角亭人工溼地水理分析	6-62
第七章 揚塵抑制作物種植評估	7-1
7.1 進度規劃	7-2
7.2 植生作業	7-4
7.3 植生復育揚塵抑制效益評估	7-20
7.4 植生復育結果	7-26
7.5 濁水溪河川揚塵與河川公地管理研討座談	7-37
7.6 揚塵抑制作物種植評估結論	7-40
第八章 分期分區計畫	8-1
8.1 濁水溪下游河道整治	8-1
8.2 麥寮鄉河口保育林帶與裸露地植生綠覆	8-2
8.3 大庄堤防生態綠廊	8-5
8.4 八角亭排水人工溼地	8-6
第九章 結論與建議	9-1
9.1 結論	9-2
9.2 建議	9-3

參考文獻	-----	參-1
------	-------	-----

附 錄	附錄一	評選委員意見回覆表
-----	-----	-----------

	附錄二	期中審查委員意見回覆確認表
--	-----	---------------

	附錄三	書圖細部規劃報告審查委員意見確認表
--	-----	-------------------

	附錄四	期末審查委員意見回覆確認表
--	-----	---------------

	附錄五	濁水溪下游三段式複式斷面檢討評估
--	-----	------------------

	附錄六	八角亭人工溼地自然淨化工程細部設計圖
--	-----	--------------------

	附錄七	八角亭人工溼地自然淨化工程預算書
--	-----	------------------

圖 目 錄

	頁次
圖 2.1.1-1 濁水溪流域分布圖-----	2-2
圖 2.1.2-1 濁水溪流域地質圖-----	2-5
圖 2.1.3-1 濁水溪流域主要雨量站與年等雨量線圖-----	2-8
圖 2.1.3-2 濁水溪主要測站位置示意圖-----	2-9
圖 2.1.3-3 濁水溪流域 93 年~102 年逐月流量分析圖-----	2-12
圖 2.1.3-4 濁水溪流域測站歷年水位高分析圖-----	2-15
圖 2.1.3-5 各水位測站日平均水位高與日平均最小水高之差-----	2-15
圖 2.1.3-6 各水位站歷年逐月平均水高程-----	2-17
圖 2.1.3-7 濁水溪沖積扇地下水觀測井位置圖-----	2-19
圖 2.1.3-8 濁水溪沖積扇水文地質剖面圖-----	2-20
圖 2.1.3-9 濁水溪流域歷年 4 項水質達成率-----	2-21
圖 2.1.3-10 濁水溪歷年汙染長度分布圖(未含懸浮固體)-----	2-22
圖 2.1.3-11 濁水溪中度汙染長度-3 年移動平均-----	2-22
圖 2.1.4-1 濁水溪流域常見魚類分布圖-----	2-24
圖 2.1.4-2 濁水溪流域常見蝦蟹類分布圖-----	2-25
圖 2.1.4-3 濁水溪流域常見兩棲類分布圖-----	2-26
圖 2.1.4-4 濁水溪流域常見鳥類分布圖-----	2-28
圖 2.1.4-5 濁水溪流域常見哺乳類分布圖-----	2-29
圖 2.2.1-1 雲林縣行政區分佈圖-----	2-31
圖 2.2.3-1 雲林氣象站逐月雨量統計圖-----	2-35
圖 2.2.3-2 西螺鎮歷年平均風向圖-----	2-37

圖 2.2.3-3 二崙鄉歷年平均風向圖 -----	2-37
圖 2.2.3-4 崙背鄉歷年平均風向圖 -----	2-38
圖 2.2.3-5 麥寮鄉歷年平均風向圖 -----	2-38
圖 3.1-1 雲林空氣品質測站分布圖 -----	3-2
圖 3.1-2 雲林縣空氣品質測站 $PM_{10}(>100)$ 站日數統計分析 -----	3-5
圖 3.1-3 斗六、崙背、台西及麥寮測站歷年 PM_{10} 月平均分析 -----	3-5
圖 3.1-4 斗六、崙背、台西及麥寮測站 $PM_{2.5}$ 月平均比較 -----	3-7
圖 3.1-5 雲林縣人工測站位置分布圖 -----	3-10
圖 3.1-6 人工測站歷年監測結果 -----	3-10
圖 3.2-1 濁水溪裸露河床分布狀況 -----	3-11
圖 3.2-2 97 年揚塵好發情形 -----	3-13
圖 3.2-3 97 年 12 月 5 日濁水溪沿岸揚塵現象(PSI:482) -----	3-13
圖 3.2-4 98 年 11 月 2 日濁水溪沿岸揚塵現象(PSI:500) -----	3-13
圖 3.2-5 101 年 9 月 14、15 日濁水溪沿岸揚塵現象(PSI：119.9、100)- -----	3-14
圖 3.2-6 103 年 10 月 10 日濁水溪沿岸揚塵現象(PSI：100) -----	3-14
圖 3.2-7 濁水溪沿岸裸露地分布圖 -----	3-15
圖 3.3-1 濁水溪下游河道變化歷程 -----	3-17
圖 3.3-2 濁水溪斷面 15 之河床質微粒粒徑分佈曲線 -----	3-19
圖 3.3-3 濁水溪斷面 25 之河床質微粒粒徑分佈曲線 -----	3-19
圖 3.3-4 IPPC 氣候模式推估台灣地區平均降雨變化百分比 -----	3-20
圖 3.3-5 崙背站小時平均風速變化 -----	3-21
圖 3.3-6 豐水期濁水溪鄰近測站歷年 PM_{10} 濃度變化 -----	3-24
圖 3.3-7 枯水期濁水溪鄰近測站歷年 PM_{10} 濃度變 -----	3-25

圖 4.1-1 歷年防風林植栽區域示意圖-----	4-2
圖 4.1-2 南岸堤防現況圖-----	4-4
圖 4.1-3 南岸高灘地防風林植樹狀況-----	4-5
圖 4.1-4 南岸堤防邊坡綠化狀況-----	4-6
圖 4.2.2-1 濁水溪下游河川高中灘地利用情形-----	4-9
圖 4.3-1 保安林位置與建議區域範圍圖-----	4-12
圖 4.4-1 防風林串連分期規劃示意圖-----	4-13
圖 5-1 濁水溪下游各期工程佈設圖-----	5-1
圖 5.1-1 濁水溪揚塵主要因子與時間關係圖-----	5-3
圖 5.1-2 河川高、中、低灘地示意圖-----	5-7
圖 5.3-1 濁水溪下游河川公地利用規劃剖面圖-----	5-24
圖 5.3-2 風場與作物高度之關係-----	5-24
圖 6.1.1-1 大義崙排水集水區地形圖-----	6-1
圖 6.1.1-2 八角亭排水集水區地形圖-----	6-2
圖 6.1.1-3 大義崙排水現況圖-----	6-3
圖 6.1.1-4 八角亭排水現況圖-----	6-4
圖 6.1.2-1 大義崙及八角亭排水各類污染源 BOD 排放量比例-----	6-6
圖 6.1.2-2 大義崙大排畜牧場、測站位置圖-----	6-7
圖 6.1.2-3 八角亭大排畜牧場、測站位置圖-----	6-8
圖 6.1.3-1 大義崙大排 RPI 比較圖-----	6-11
圖 6.1.3-2 大義崙大排 DO 比較圖-----	6-11
圖 6.1.3-3 大義崙大排 BOD 比較圖-----	6-12
圖 6.1.3-4 大義崙大排 SS 比較圖-----	6-12
圖 6.1.3-5 大義崙大排氨氮比較圖-----	6-13

圖 6.1.3-6 八角亭大排 RPI 比較圖 -----	6-16
圖 6.1.3-7 八角亭大排 DO 比較圖 -----	6-17
圖 6.1.3-8 八角亭大排 BOD 比較圖 -----	6-17
圖 6.1.3-9 八角亭大排 SS 比較圖 -----	6-18
圖 6.1.3-10 八角亭大排氨氮比較圖 -----	6-18
圖 6.1.5-1 大排水位流速測量實況 -----	6-25
圖 6.2.2-1 大義崙人工溼地區位概述 -----	6-29
圖 6.2.2-2 八角亭人工溼地區位概述 -----	6-30
圖 6.2.2-3 大義崙人工溼地軸向剖面圖 -----	6-31
圖 6.2.2-4 八角亭人工溼地軸向剖面圖 -----	6-31
圖 6.2.4-1 八角亭人工溼地地形測繪實況 -----	6-34
圖 6.2.4-2 八角亭排水人工溼地地形圖 -----	6-35
圖 6.2.4-3 八角亭排水人工溼地配置構想圖 -----	6-36
圖 6.2.4-4 八角亭排水人工溼地單元流程圖 -----	6-37
圖 6.2.5-1 八角亭人工溼地質量平衡圖 -----	6-44
圖 6.2.6-1 從陸域延伸至水域複層式植生設計 -----	6-46
圖 6.2.6-2 草澤溼地與生態池植栽配置 -----	6-47
圖 6.2.6-3 人工溼地植物棲地空間配置 -----	6-51
圖 6.2.7-1 晶化防滲處理作業流程 -----	6-52
圖 6.2.7-2 水岸護坡與推移帶剖面示意 -----	6-53
圖 6.2.7-3 複層式植栽與多孔質空間搭配應用 -----	6-54
圖 6.2.7-4 水生昆蟲不同水位深度棲位選擇 -----	6-55
圖 7.2-1 植生復育示範區地點 -----	7-5
圖 7.2-2 植生復育區人為影響 -----	7-6

圖 7.2-3 植生復育區土地乾涸-----	7-7
圖 7.2-4 植生復育區野生動物活動痕跡-----	7-8
圖 7.2-5 植生復育區植種缺乏-----	7-9
圖 7.2-6 復育區周邊農業灌溉-----	7-9
圖 7.2-7 示範研究區域周圍農用、環境現況-----	7-10
圖 7.2-8 植生復育扦插示意-----	7-14
圖 7.2-9 甜根子草與狼尾草種植行、株距平面圖-----	7-14
圖 7.2-10 表層土收集應以具有大量原生種子或已萌芽尤佳-----	7-16
圖 7.2-11 種植基地翻整清耕-----	7-18
圖 7.2-12 種植田菁灑種施肥-----	7-19
圖 7.2-13 現地扦插作業-----	7-20
圖 7.3-1 環境監測所需採用設備儀器-----	7-22
圖 7.3-2 運用紅外線測溫儀可精準掌握裸露地位置範圍-----	7-23
圖 7.3-3 利用 Surfer 8 地形可模擬軟體模擬地形面貌與體積量-----	7-24
圖 7.3-4 運用紅外線熱像儀觀測實況-----	7-25
圖 7.3-5 紅外線測溫儀分析紀錄地表裸露面積狀況(2015/04/28)-----	7-25
圖 7.5-1 揚塵與河川公地管理研討座談會議實況-----	7-39

表 目 錄

	頁次
表 2.1.3-1 濁水溪流域流量測站基本資料-----	2-9
表 2.1.3-2 濁水溪水系主要控制點洪峰流量推估表-----	2-18
表 2.2.1-1 雲林縣各鄉鎮市土地面積（單位:平方公里）-----	2-31
表 2.2.1-2 雲林縣各鄉鎮市人口分佈(104 年 3 月)-----	2-33
表 3.1-1 雲林縣現有空氣品質測站設置概況-----	3-2
表 3.1-2 雲林縣空氣品質測站 PM _{2.5} 彙整表-----	3-5
表 3.1-3 空氣品質測站 PSI(>100)日數分析-----	3-8
表 3.2-1 濁水溪沿岸裸露地分佈表-----	3-15
表 3.3-1 濁水溪下游河床質含水率及坵土含量-----	3-18
表 3.3-2 雲林縣保安林變動情形一覽表-----	3-23
表 3.4.1-1 國內外揚塵防制常見軟性工法-----	3-27
表 3.4.1-2 國內揚塵防制常見硬體工法-----	3-36
表 3.4.2-1 濁水溪歷年辦理揚塵改善工程統計表-----	3-39
表 4.2.2-1 濁水溪下游之申請使用河川公地統計表-----	4-8
表 4.2.2-2 灘地高度定義-----	4-8
表 4.3-1 現有保安林資料一覽表-----	4-11
表 4.5-1 保安林建議植栽特性表-----	4-15
表 5-1 濁水溪河口之揚塵防制改善計畫分析表-----	5-2
表 5.1-1 河川灘地之短中長期常見工法-----	5-5
表 5.1-2 枯水期間工法使用時機及配套措施一覽表-----	5-7
表 5.1-3 建議種植秋作作物-----	5-9

表 5.2-1 河川區域種植規定-----	5-11
表 5.2-2 河川區域種植規定修法比較表-----	5-12
表 5.2-3 牧草區設置前後最大水位抬昇率比較-----	5-14
表 5.2-4 水利法相關條文摘要表-----	5-15
表 5.2-5 河川管理辦法第 50 條條文-----	5-18
表 5.2-6 水污染防治法相關條文-----	5-19
表 5.3-1 高中低灘地之使用構想彙整表-----	5-21
表 5.3-2 西瓜耕作時程分析-----	5-23
表 6.1.1-1 大義崙及八角亭排水背景資料一覽表-----	6-3
表 6.1.2-1 大義崙排水及八角亭排水各類污染源 BOD 排放量-----	6-5
表 6.1.2-2 RPI 指數計算表-----	6-8
表 6.1.3-1 大義崙水質檢測彙整-----	6-9
表 6.1.3-2 八角亭水質檢測彙整-----	6-14
表 6.1.3-3 大義崙排水及八角亭排水歷年水質變化趨勢-----	6-19
表 6.1.4-1 各斷面計畫洪水位彙整表-----	6-20
表 6.1.5-1 大義崙水位流量實測紀錄-----	6-22
表 6.1.5-2 八角亭水位流量實測紀錄-----	6-23
表 6.2.1-1 溼地規劃關鍵課題與因應對策-----	6-26
表 6.2.4-1 人工溼地各單元主要設施-----	6-38
表 6.2.5-1 八角亭人工溼地初沈池預估去除率-----	6-39
表 6.2.5-2 高灘地漫地流模式設計參數彙整表-----	6-40
表 6.2.5-3 漫地流區預估去除率彙整表-----	6-40
表 6.2.5-4 近自然溪流區預估去除率彙整表-----	6-41
表 6.2.5-5 草澤溼地區預估去除率彙整表-----	6-42

表 6.2.5-6 生態池預估去除率彙整表	6-43
表 6.2.5-7 各處理單元之設計參數一覽表	6-43
表 6.2.5-8 各處理單元之污染削減量初估	6-44
表 6.2.6-1 生態機能性植栽建議表	6-45
表 6.2.6-2 溼地植物生長狀況與 BOD 去除效率表	6-48
表 6.2.6-3 最大 BOD 去除量植物生育狀況調查表	6-49
表 6.2.6-4 水域植栽建議表	6-50
表 6.3-1 河道粗糙細數採用表	6-56
表 6.3-2 濁水河流域控制點重現期洪峰流量表	6-57
表 6.3-3 各斷面水理分析結果彙整表	6-57
表 7.2-1 濁水溪植生復育計畫甘特圖	7-2
表 7.2-2 工作項目進度說明	7-2
表 7.2-1 田菁復育播種規劃	7-12
表 7.2-2 現地扦插種植規劃	7-13
表 7.2-3 種子庫移植播種復育	7-15

第一章 前言

1.1 計畫緣起

空氣中懸浮微粒污染物由於體積小，長期飄浮在空氣中，如被人體吸入將對呼吸道系統造成危害，若遇到風速較高區域，風蝕揚塵皆易使車行或行人被沙塵遮蔽視線，影響交通安全。

而造成濁水溪沿岸揚塵污染主要來源為沿岸之裸露地表受季風風力吹襲，導致空氣中夾帶較多粉塵，造成懸浮微粒濃度上升；參考環保局「101 年度濁水溪沿岸揚塵預警應變計畫」及「102 年度濁水溪河川揚塵防制及改善推動計畫」期末報告與本計畫現勘，雲林縣境內濁水溪嚴重裸露之區段主要有 5 處，由上至下游分別為中沙大橋與溪州大橋間(裸露面積約 35 公頃)、西螺大橋與高鐵橋之間(裸露面積約 45 公頃)、二崙清潔隊前低灘地(裸露面積約 100 公頃)、崙背鄉草湖段低灘地(裸露面積約 220 公頃)，及西濱大橋以西出海口大片裸露沙丘(裸露面積約 305 公頃)，本計畫範疇主要為雲林縣轄境內，濁水溪河川流域南岸，西螺鎮、二崙鄉、崙背鄉及麥寮鄉等四鄉鎮區域，溪州大橋以西至西濱大橋下游出海口之濁水溪流域。

而在每年 10 月至翌年 3 月為東北季風及大陸沙塵暴好發時節，環保局已有執行河川揚塵管制計畫、濁水溪空品不良期間加強街道揚塵洗掃街計畫、雲林縣加強街道揚塵洗掃計畫等管制作為，但其多為監控掌握與管末管制作為，為由源頭改善濁水溪揚塵情形，雲林縣環境保護局特別辦理「103 年度雲林縣濁水溪河川生態綠廊細部規劃」計畫，彙整、調查濁水溪流域自然環境、人文環境資源，分析濁水溪河川揚塵好發原因與檢討現行法規，提出生態綠廊設置初步規劃，期能達到改善濁水溪沿岸裸露地風蝕揚塵，減少空氣品質懸浮微粒污染之計畫目標。

1.2 計畫目標

- 一、彙整、調查濁水溪流域自然環境、人文環境資源，提供規劃生態河川參考。
- 二、分析濁水溪河川揚塵好發原因，並提出適當改善建議。
- 三、彙整並檢討現行法規，並提出生態綠廊設置之適用法規。
- 四、提出濁水溪生態綠廊細部設計規劃，並協助召開相關單位協調會議。

1.3 工作項目及內容

本計畫依據勞務採購工作及履約規範之規定，預計完成之工作項目及內容如下：

一、基礎環境調查

彙整調查濁水溪下游南岸近十年流域環境(如地形、水系、水文、水質、植被、水位)，以及水域兩岸之自然環境資源(氣溫、雨量、地質、土壤、地下水位)、人文環境資源(人口、產業結構、土地利用、歷史發展脈絡、遊憩資源、排水渠道、耕種作物分布調查、河川污染源)、堤防結構、景觀資源、防風林(樹種、種植區位)、土地權屬清查等資料，供規劃生態河川參考。

二、河川揚塵分析

調查並分析近五年濁水溪河川揚塵發生原因、時間及地點、周邊空氣品質測站及河川揚塵測站之空氣品質、潛在發生區域、影響範圍、歷年已實施相關防治工法、做法和成效之蒐整。

三、沿岸防風植栽規劃

調查濁水溪沿岸防風植栽位置及其生長狀況，並提出分年分區植栽計畫。

(一)進行現地植栽調查及分析圖繪製，提供未來防風植栽參考。

(二)進行自強大橋至西濱大橋間低灘地及行水區之河川公地清查，並進行分析圖繪製，供未來防風林規劃參考。

(三)進行防風植栽規劃並提出分年分區植栽計畫，並清查自強大橋至西濱大橋間之高灘地未申請公地，於公有地規劃種植防風林之可行性。

(四)植栽計畫應包含適合之樹種建議、植栽數量、植栽地點之規劃構想圖、相關施工之工程費用、分年分區植栽計畫表等。

- (五)植栽之規劃應可串聯二崙保安林經崙背至麥寮工業區之連續性保安綠帶，成為有效防風之綿密防風綠廊。

四、區域排水改善規劃

調查大義崙排水及八角亭排水、水質、水位、濁水溪之洪水及水質淨化的可行性，並提出建議及詳細配置。

- (一)收集大義崙排水、八角亭排水之水質近年採樣分析結果，並進行水位之實測紀錄。
- (二)規劃大義崙及八角亭人工溼地，並提出水質淨化、抑制揚塵工法之建議及施作位置。
- (三)收集第四河川局之濁水溪洪水水位相關資料，進行「西濱大橋至自強大橋間」洪水水位分析及圖面繪製整理，以提供未來規劃參考。

五、高灘地再利用規劃

- (一)調查荊桐鄉、二崙鄉及崙背鄉濁水溪新舊堤岸間高灘地使用情形(包含農民租用情形、耕種作物分布調查、沿岸社區分布情形等)。
- (二)評估現行河川揚塵防制工法施行效益，並執行 2 公頃揚塵抑制作物種植，抑制作物以具有易生長、可抑制揚塵等特性為優先考量，並於計畫結束前評估其可行性及效益。
- (三)挑選周邊農民協助管理，並於計畫結束前辦理 1 場次研討會。

六、與廊道設置適用之相關法規

蒐整濁水溪河川區域種植、河川公地申請種植規定、抑制河川揚塵等相關法令規範內容，以及區域內各單位(如水利署、河川局、林務局)歷年相關執行和研究計畫。

七、整體規劃及設計構想

規劃以自然生態及多功能利用手法來減緩和改善河川揚塵問題，提出各式改善建議。

- (一)土地使用計畫：運用生態手法來規劃河川土地空間，逐年進行水塘及溼地復育，來營造生態河川，另亦利用堤頂綠色廊道、沙丘或綠籬、耕地、水覆蓋或綠覆蓋方式來改善河川揚塵問題。
- (二)交通動線計畫：如步道、自行車道。
- (三)環境保育林計畫：營造綿密且串連的環境保育綠色林帶來阻隔與減緩河川揚塵逸散距離。

(四)高灘地再利用規劃：規劃示範工法施作，並評估抑制揚塵成效。

(五)指標系統

(六)解說系統

(七)生態旅遊：串聯沿線各鄉鎮的觀光景點等，提供生態旅遊路線，創造地方綠色經濟。

(八)其他

八、細部設計圖說編制

針對前期所完成之調查、評估與分析工作，提出第一期可立即改善，並具立即改善效益的詳細配置。相關改善設施應進行細部設計，包含細部設計圖說、預算書圖及施工規範等，該項示範地點之細部設計為建議優先施作地點。

(一)細部規劃設計選定實施地點

與縣府確認擬改善施作地點選址及進行細部設計工作。

(二)土地資料清楚

完成選定區域之土地清楚工作，包括：土地地籍圖、土地登記謄本資料、土地清冊等，未來施作將以公有土地為原則，並應取得土地使用權同意書。

(三)工程細部設計發包圖說

至少應完成下列各項工作內容：

1. 細部設計圖底圖、藍圖及電腦圖檔（AutoCAD 及*.pdf 電子檔）各 1 份。
2. 工程預算書 3 份（包括工程數量計算及單價分析，工程預算書應使用公共工程電腦估價系統（PCCES）編製）。

九、分期分區計畫

依據濁水溪現地實際情況，以權責分工、分期分年分區方式，逐步達到河川揚塵改善目的，並估算所需經費及預算來爭取不同部會相關經費。

(一)103 年：依據蒐集之河川流域環境、兩岸自然環境及人文環境資源等，規劃防風保育林補植、區域排水改善(以大義崙、八角亭排水優先)及人工溼地設置等工作，優先考量二崙鄉(義庄村、楊賢村、港後村)、崙背鄉(水尾村、草湖村、豐榮村)及麥寮鄉(雷厝村、新吉村)等揚塵潛勢區較大之村里規劃改善作業。

(二)104 年：規劃西濱大橋以西至出海口區域裸露河床防制工法施作，並依據揚塵潛勢區域變化情形建議權責單位施作適當之防制工法。

1.4 預期效益

調查掌握本縣濁水溪沿岸計畫範疇區內裸露地、水文、管制作為等基本資料，分析濁水溪揚塵好發之原因，並據前述資訊，依現行法規允准之方式，初步規劃沿岸防風植栽、區域排水改善、高灘地再利用等整體規劃設計構想與圖說及分期分區管制作為，進而有效改善濁水溪沿岸揚塵之情形，提升濁水溪沿岸鄉鎮居民之生活品質與居家環境。

1.5 工作人員與執行進度

本計畫相關工作服務費用總計貳佰捌拾萬元整，主要計畫人員簡要資料詳如表 1.5-1；計畫各工項執行進度檢核詳如表 1.5-2。

表 1.5-1 計畫人員簡歷

人員姓名	計畫職務與 工作要項	公司職稱	學歷	參與時間 (人月)
陳英欽	計畫主持人/統籌 計畫執行、對外溝 通協調	威陞公司總經理	台灣大學 環工博士	2
陳智榮	計畫經理/進度掌 控及報告彙整	威陞公司經理	台灣大學 環工碩士	12
王仁鴻	計畫工程師/進度 執行及資料整理	威陞公司工程師	大葉大學 環工碩士	12

表 1.5-2 計畫工項進度檢核表

項次	計畫工作項目	合約 目標量	期末 目標量	工作 達成量	累積 完成率	合約 達成率
1	月報	12	12	12	100%	100%
2	基礎環境調查	1	1	1	100%	100%
3	河川揚塵分析	1	1	1	100%	100%
4	調查濁水溪沿岸防風植栽位置之分年分區植栽計畫	1	1	1	100%	100%
5	河川公地清查	1	1	1	100%	100%
6	清查高灘地未申請公地，於公有地規劃種植防風林之可行性	1	1	1	100%	100%
7	規劃大義崙及八角亭人工溼地，並提出水質淨化、抑制揚塵工法之建議及施作位置	1	1	1	100%	100%
8	種植 2 公頃以上揚塵抑制作物及評估其可行性與效益	1	1	1	100%	100%
9	1 場次研討會	1	1	1	100%	100%
10	細部設計圖說編制	1	1	1	100%	100%
11	期中報告	1	1	1	100%	100%
12	期末報告	1	1	1	100%	100%

註：本表統計期程自 103 年 10 月 31 日至 104 年 10 月 30 日止。

第二章 基礎環境調查

台灣早期之河川發展與管理工作較偏重於治水、利水、防洪減災的水利設施，較少整體環境生態的考量。近年來，由於經濟發展與人民所得增加，政府及民眾對生活品質之提升與生態環境保育觀念抬頭，因此河川之治理，除減災防災外，需加入河川生態環境關懷與保育，本計畫調查彙整近年濁水溪下游流域雲林縣自然、人文環境資源，提供後續生態河川規劃、設計參考。

2.1 濁水溪環境背景

2.1.1 濁水溪地理區位

濁水溪流域位於臺灣中部，東以中央山脈為界、南接第一高峰玉山(標高 3,997 公尺)。濁水溪以其流水挾帶泥砂特多，致四季混濁而得名；本溪發源於合歡山主峰與東峰之「佐久間鞍部」，東起東經 121°16'，西止東經 121°10'，南自北緯 23°30'，北到北緯 24°05'。其最上游為霧社溪，係集合歡山西坡之水，沿縱谷流下，至萬大附近與萬大溪合流，下游河谷漸漸開闊，於集集盆地再納南清水溝溪、東埔蚋溪與清水溪後流入彰雲平原，沿途輸砂形成西部海岸平原最龐大的濁水溪沖積扇 (1,800 平方公里)。於縱貫鐵路橋以下，做扇骨狀分歧成西螺溪、舊濁水溪河(亦名東螺溪)、新虎尾溪、北港溪等四支，幹流長 186.6 公里，流域面積共 3156.9 平方公里，平均高度為 1,422 公尺，為台灣第一大溪流，最後由彰化縣大城鄉的下海墘村與雲林縣麥寮鄉許厝寮之間流入台灣海峽；其流域包括南投、嘉義、彰化、雲林等四縣，流經之鄉鎮計有二十一鄉鎮，分別為大城、竹塘、溪州、二水、田中、寮、崙背、二崙、西螺、莿桐、林內、竹山、鹿谷、集集、名間、水里、魚池、仁愛、信義、阿里山、梅山，流域範圍與交通行政區位分布如圖 2-1 所示；另外，濁水溪本流由西向東著名橋樑順序為：西濱大橋、自強大橋、高鐵中二高橋、西螺大橋、溪州大橋、中沙大橋、彰雲大橋、二水鐵路橋、二高濁水溪橋、名竹大橋、集集大橋、集鹿大橋、玉峰大橋、永興橋、永興吊橋、龍神橋、人倫橋、寶石橋、雙龍橋、孫海橋等。

濁水溪主流支流 3000 餘條，河流總長 4000 多 km，由於幅員廣闊，坡陡流急，土砂流出甚多，年總輸砂量約 6300 萬噸，居全台河川之冠，大量的輸沙至下游河口，助長了下游河川揚塵及沙洲的形成。



資料來源：余紀忠文教基金會 <http://www.yucc.org.tw>

圖 2.1.1-1 濁水溪流域分布圖

2.1.2 濁水溪河系概要

一、地形與地勢

1. 濁水溪上游：佐玖間鞍部至濁水溪與陳有蘭溪合流點的地利地峽，為濁水溪上游。此段大致成閉塞曲流，高峰錯綜、河谷深邃，其間大斷崖及大崩落地甚多，地形崎嶇而險峻。濁水溪上游與各支流的會合點，常見明顯的迂迴流路，是該溪上游部分地形特徵之一。流域內高峰在 3000 公尺左右者，北有千卓萬山及卓社大山，南有東巒大山及東郡大山；西有治茆山及西巒大山等。
2. 濁水溪中游：自地利地峽至二水鐵橋附近為濁水溪中游。水流平坦遼闊，自上往下河谷漸行開敞，以河階地形及台地為主，在清水溪與濁水溪的合流處，主要有平頂埔臺地及竹山河階群；在濁水溪支流東埔蚋溪的兩岸，流經鹿谷鄉形成發達的河階地形，統稱為鹿谷河階。在鹿谷河階的東方有大水窟臺地，臺地由砂礫層所形成，是濁水溪中游的主要地形之一。中遊北岸屬埔里板岩山地、集集山脈、南投丘陵及八卦台地等；南岸屬玉山山塊、鳳凰山山脈及竹山丘陵等。
3. 濁水溪下游：自集集以下則屬濁水溪河谷地形，沖積扇以二水東南方的鼻子頭隘口為扇頂向外散開，由扇頂至扇邊達四十公里，是台灣最大的沖積扇；沖積扇上有五條放射狀的河流，分別為麥嶼厝溪（東螺溪）、西螺溪（即目前濁水溪下游段）、新虎尾溪、舊虎尾溪及北港溪（上游為虎尾溪），此五大分流在未整治前形成瓣狀亂流，流路相當不穩定，洪水時常氾濫。惟目前濁水溪流域已經由積極治水、建築堤防，將溪水導至西螺溪，其餘分流則因人工整治，各成一單獨流域排水出海。

二、地質

濁水溪流域之地質分區包括：濱海平原、西部麓山地質區、中央山脈西翼地質區(包括雪山山脈帶以及脊樑山脈帶)。較為重要之地質構造由西向東分別為彰化斷層、車籠埔斷層南延之斷層、雙冬斷層、陳有蘭溪斷層(西部麓山地質區與雪山山脈帶之分界)以及梨山斷層(雪山山脈與脊樑山脈帶之分界)。

此外，本區地質構造上有一特徵為走向橫移斷層特別發達，共軛切截上述重要逆衝斷層，濁水溪之發育與斷層構造有極密切之關連性，其中如由萬大往南，經武界至卡社山之濁水溪以及自八通關山往北流之郡大溪、丹大溪，大致上為沿梨山斷層發育；再如濁水溪重要支流陳有蘭溪，乃沿陳有蘭溪斷層發育；清水溪之發育亦與觸口斷層約略平行；其它包括和社溪、北勢溪、東埔蚋溪以及阿里山附近之濁水溪支流，

均流經為逆衝斷層與走向橫移斷層所切割之地盤。圖 2-3 為濁水溪流域之地質圖，以下將由西往東分述濁水溪流域之地質概況。

彰雲大橋清水溪匯流點以西多為平地，屬沖積層，為砂礫層、砂土層或黏土層所構成，彰雲大橋往東進入西部麓山地質區，清水溪集水區以更新世至上新世之地層為主，屬砂頁岩或泥岩互層或頭嵙山礫石層為主岩性較軟弱，重要地質構造為觸口斷層。東埔蚋溪集水區以中新世砂頁岩互層之地層為主，亦有部分更新世至上新世地層出露，重要地質構造為雙冬大茅埔斷層。

再往東包括陳有蘭溪集水區以及水里溪集水區，分別位於濁水溪之南、北。陳有蘭溪以及水里溪均沿台灣一條重要之大斷層－陳有蘭溪斷層發育，陳有蘭溪是標準的斷層谷，斷層由頂崁之西起，達至塔塔加鞍部，河谷呈直線，曲線不發達，兩側支流也多短小，流域形狀十分狹長。以西為西部麓山帶地質區，出露地層以中新世砂頁岩互層為主，斷層以東為雪山山脈地質區，出露地層為漸新至始新世之輕度變質地層，岩性以硬頁岩、板岩、千枚岩、砂岩以及石英岩之互層為主。

本集水區最東側為萬大溪、丹太溪及郡大溪等集水區，此等集水區之地層以漸新至始新世之亞變質岩以及中新世之廬山層為主，重要構造為縱貫全台之梨山大斷層。梨山斷層以西為雪山山脈帶漸新至始新世之亞變質岩，岩性以硬頁岩、板岩、千枚岩、砂岩以及石英岩之互層為主，梨山斷層以東為脊樑山脈帶，岩性黑色至深灰色的硬頁岩、板岩及千枚岩和深灰色的硬砂岩互層組成，此一地質區之岩性較為單調，無太大之變化。

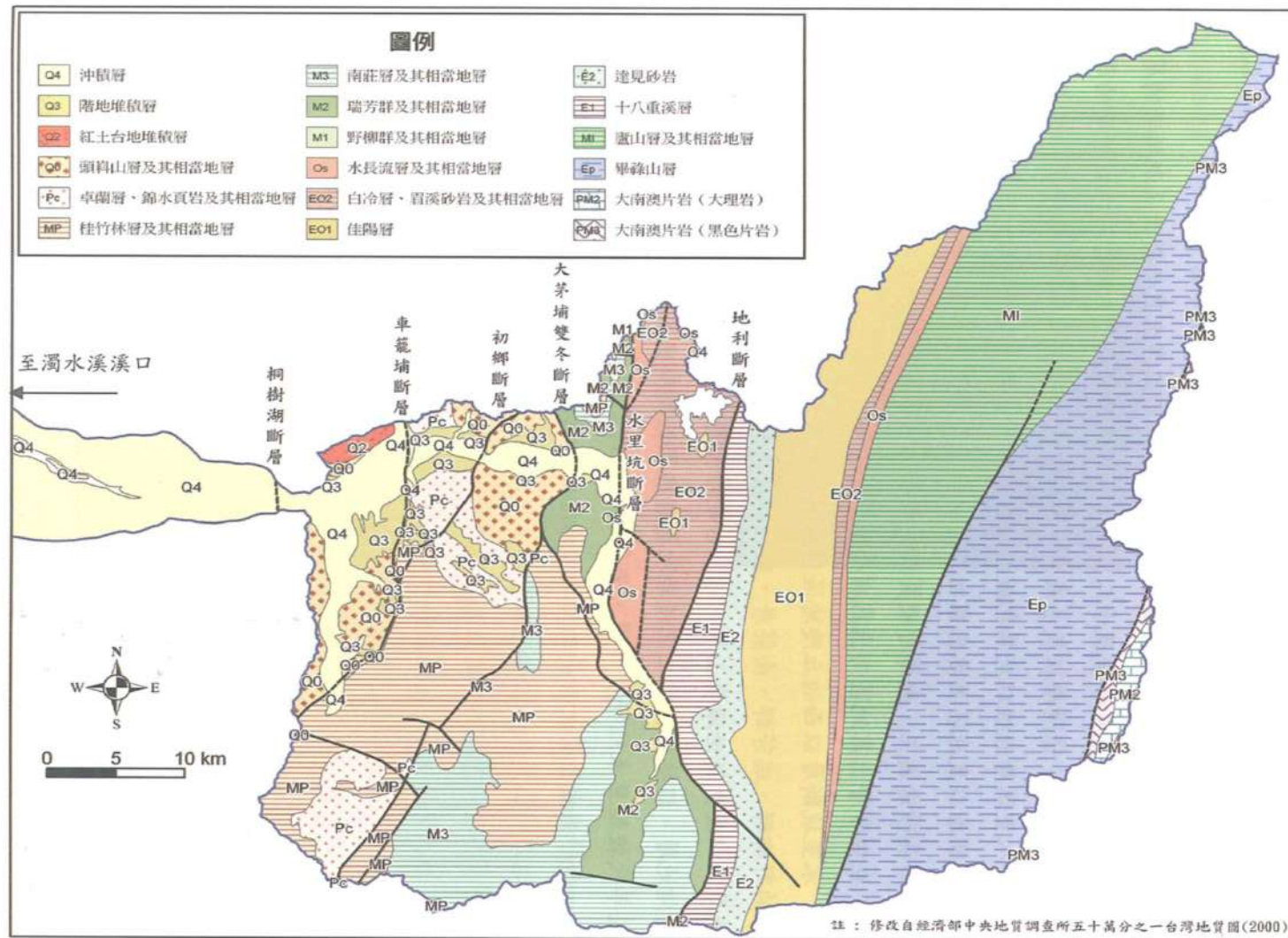


圖 2.1.2-1 濁水河流域地質圖

三、平均河床坡降

濁水溪發源於高山峻嶺，坡陡流急，其自發源地至雙龍橋間平均坡降約 1/25，自雙龍橋至龍神橋間約 1/160，龍神橋至集集大橋間約 1/130。出集集隘口，河床坡度漸緩，自 1/300 漸降至 1/1000，而整體河道之平均坡降為 1：55。由於濁水溪出二水鐵路橋隘口，因地形因素，河川於沖積扇上呈放射狀擺動流入海洋，為防止洪水氾濫於彰雲平原，乃自民國 5 年起即堵截支流，將全部洪流盡歸於西螺溪，即今之濁水溪，從此濁水溪洪水形成單一河槽入海之狀態，因降雨集中，量大，水流沖刷破壞力極強，堤前河床淘刷劇烈，而造成歷年防程損失頗鉅，洪流浸淹農地，造成農作物損失。

2.1.3 濁水溪流域氣象及水文

濁水溪流域位於台灣中部北迴歸線北方，大部分位在南投縣境內，少部分分散於彰化縣、雲林縣及嘉義縣境，在氣候上是屬於亞熱帶氣候區，冬季時受大陸冷氣團籠罩，雖盛行東北季風，惟受到中央山脈阻擋，雨量較少，而夏季則因西南季風影響及颱風、雷雨來襲，常帶來豪雨及多陣雨，致雨量豐沛。

流域地勢依山臨海，地形形狀屬水壺型，西邊出口為窄長條型，東邊則為大肚型，南北緯相差 41'，故對於氣候影響較小，但東西向之上下游相距約 100km，地形高度相差超過 3,000m，對氣候有顯著影響。

本流域 11 月至翌年 4 月為枯水期，5 月至 10 月為豐水期，豐枯的月流量分配比例約為 4：1。

一、一般氣象

(1) 氣溫

流域內各地歷年平均氣溫約在攝氏 11 度至 23 度之間，6~9 月為高溫期，12 月至翌年 2 月為低溫期，氣溫隨高度而遞減，年平均溫度差約在攝氏 10 度之間。

(2) 蒸發量

由於蒸發量隨溫度而變，故本流域近海處的蒸發量較內陸為高，平地較山區為多，夏季較冬季為大，流域內各地歷年的平均蒸發量，依據中央氣象局日月潭站及阿里山站紀錄，其平均蒸發量以 7 月最高，1、2 兩月最低。

(3) 相對溼度

流域內各地歷年平均相對濕度約在 80%左右，夏季較高，冬季較低。

(4) 氣壓

流域內各地歷年平均氣壓約在 640mmHg，隨標高的增高而遞減，氣壓每年約呈週期性變化，各地氣壓以 11 月至翌年 2 月為最高，6 月至 8 月為最低，但差異不大。

(5) 日照

濁水溪流域冬季時雖受大陸冷氣團影響，但因受山脈阻擋，影響不若台灣北部地區，而夏季盛行西南風，燠熱而多陣雨，惟延時短，故平均而言，全年雲量較少而日照時間長，依據中央氣象局日月潭站及阿里山站之日照紀錄，全年日照時數約在 2,000 小時以上，平地較高、山地較低。

(6) 風向

本流域西部即中下游地區，冬季常吹西北風，風力強盛，東部即上游地區因高山地形效應，風力較弱，其風向則以西北西風為主；夏季中下游地區風向比較不明顯，略以西北風較多，風力亦強；上游地區則以東風居多。此外，台灣在夏季時常受颱風侵襲，其中以經過台灣北部及北部海面的颱風對本流域的影響較大。

二、雨量

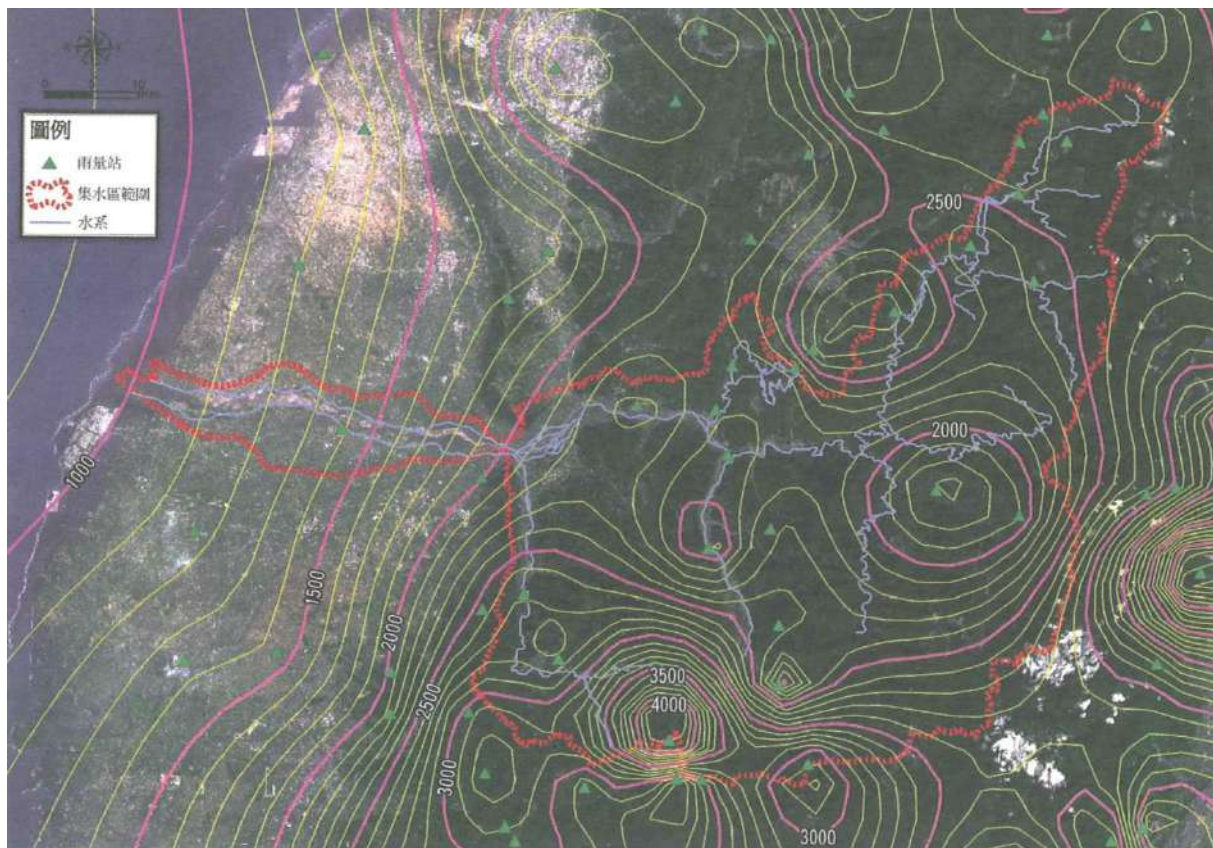
(1) 雨量觀測

本流域雨量觀測始於 1903 年，屬於前台灣省水利局之牛醞輓、小半天及生毛樹等站、中央氣象局之阿里山站以及雲林水利會之集集站等，惟其中除集集站外，其餘各站分別先後於民國 14 年 6 月、34 年 7 月、民國前 2 年 12 月及民國 22 年 3 月已停止觀測，至民國年底先後設置 122 站，其中 52 站業已廢止，現仍繼續觀測者 70 站，主要雨量站之位置如圖 2.2-1。

(2) 雨量分佈

本流域降雨量多受到季節風的影響，每年以 10 月到翌年 4 月為東北季風時期，4 月到 6 月為梅雨期、6 月到 10 月為颱風期，故流域內主要降雨集中在梅雨季、颱風雨及 12~3 月之東北季風雨，流域內年雨量見圖 2.2-1，由雨量資料顯示，流域內降雨具有以平地向山區遞增，迎風面降雨較背風面降雨為大等特性。

本流域平均月雨量分佈，以 5 月至 10 月豐水期的降雨量最多，約占年總降雨量的 80%，枯水期則占 20%，各月雨量分佈與台灣其他地區類似。



資料來源：濁水溪水利建設紀要,中興工程科技研究發展基金會

圖2.1.3-1 濁水溪流域主要雨量站與年等雨量線圖

三、流量

(1)水位流量觀測

依據經濟部水利署水文水資源管理系統，濁水溪流域共有 9 處流量測站、11 處水位測站及 6 處水位站斷面測站，各水位站位置分佈示意圖如上節圖 2.1.3-1 所示，因考量本計畫所著重之濁水溪揚塵所產生的問題，且各測站統計年份不一故僅列出主流的 6 處水位站斷面測站流量資料，並彙整各測站之基本資料如表 2.1.3-1 所示，依據水利署台灣水文年報最新公告至 102 年版，以下統計近 5 年相關流量資料進行分析。



資料來源：經濟部水利署第四河川局-濁水流域水情中心

圖 2.1.3-2 濁水溪主要測站位置示意圖

表2.1.3-1 濁水河流域流量測站基本資料

站號	站名	站址	集水面積 (km ²)	標高 (公尺)	紀錄年份	流量 監測	水位 監測	水位站 斷面監
1510H075	寶石橋	南投縣 水里鄉 民和村	1,542.39	356	2003~2013	有	有	有
1510H063	玉峰橋	南投縣 水里鄉 玉峰村	2,098.94	278.2	1994~2013	有	有	有
1510H057	彰雲橋	雲林縣 林內鄉	2,906.32	106	1985~2013	有	有	有

		林北村						
1510H071	溪州大橋	彰化縣 溪州鄉 水尾村	2.974. 73	39.6	2000~2013	有	有	有
1510H058	自強大橋	彰化縣 竹塘鄉 內新村	2.988. 88	28	1986~2000 2005~2013	-	有	有
1510H076	西濱大橋	彰化縣 大城鄉	3.150. 71	14	2003~2013	-	有	有

(2)河川流量

依據經濟部水利署水文年報統計資料，本流域 102 年平均流量為 205.55cms(彰雲橋測站)，歷年平均流量約 147.24cms(統計自民國 38 年至 102 年止)，相當於 46.43 億 m^3 ，而流域平均年雨量以 2,200mm 計，折算體積 69.41 億 m^3 ，概估流域平均逕流係數約 0.67。

分析此六站歷年逐月水流量月平均資料，除去自強大橋及西濱大橋二測站無監測數據外，93 年至 102 年(水文年報最新年度)四站統計資料如圖 2.1.3-3 所示。

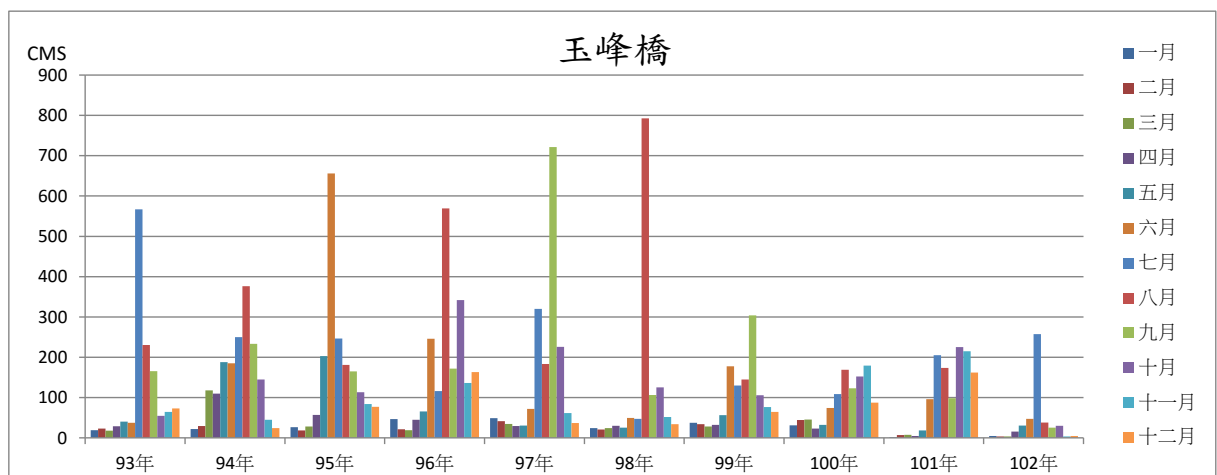
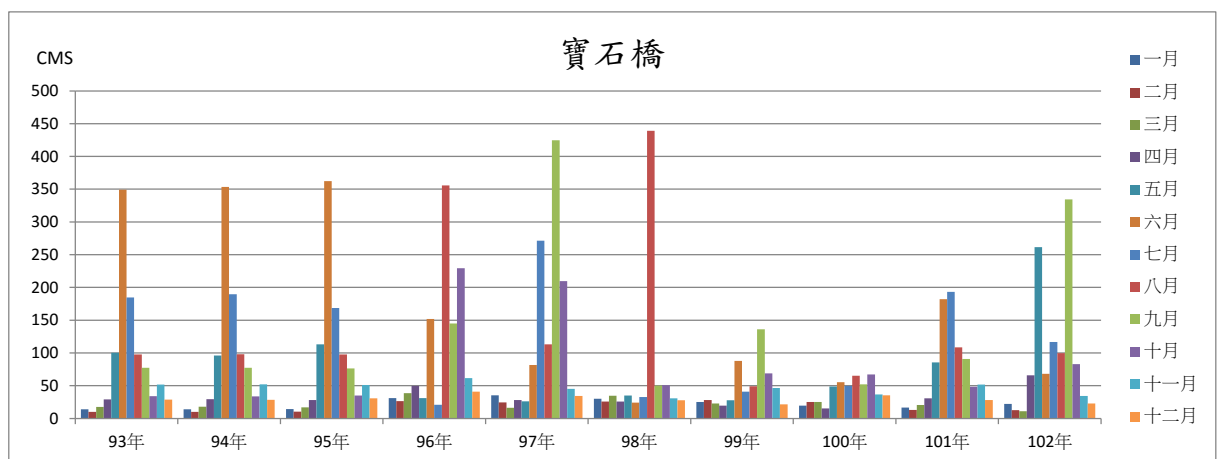
各測站整體流量自 93 年起單月最高流量均逐年上升，而自 96 年起單月最高流量則呈逐年下降之趨勢。此外，單月次高流量等月份，也可發現逐年下降中，至 98 年可發現全部測站除 8 月份外，其餘月份流量均不及 100CMS，差異極大。

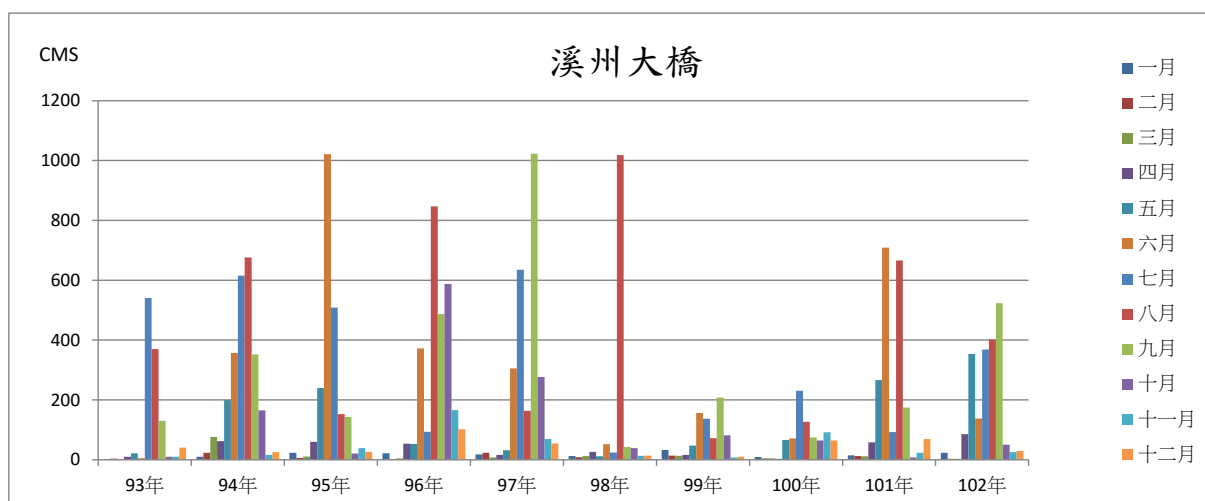
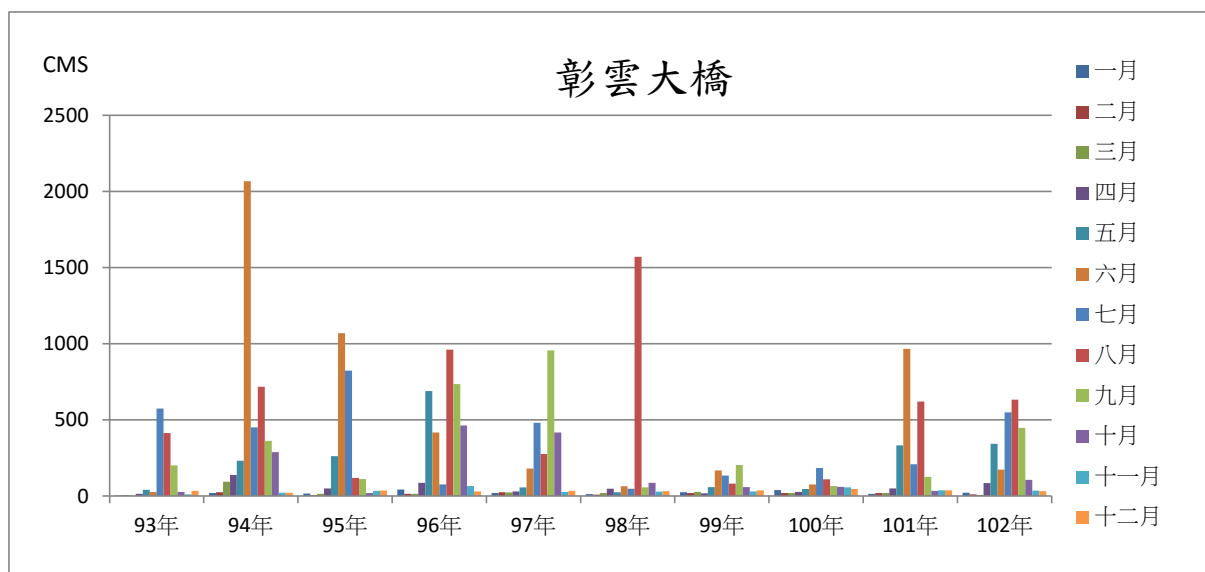
由於集集攔河堰位於玉峰測站及彰雲測站之間，分析此二測站每年於流量最大月份之上下游的關係，可發現二測站變化趨勢相當，而攔河堰後有東埔蚋溪及清水溪水量的挹注，故彰雲測站自 93 年至 97 年流量最大月份約高於玉峰橋約 250~410CMS 之間，101 年至 102 年趨勢亦同。

分析各測站流量最大的月份均發生於 6~9 月份，93 年為 7 月；94 年為 8 月；95 年為 6 月；96 年為 8 月；98 年為 8 月；102 年為 8 及 9 月。分析其流量最大月份的原因，主要還是因降雨量的多寡而定，6 月份為臺灣的梅雨季節，7~9 月則為颱風襲臺的季節，其均為濁水溪流域帶來充沛的水量，尤其在 97 年 7 月至 9 月底間，共計有 6 個颱風接連襲台，98 年 8 月更是有莫拉克颱風，於其襲臺期間，僅 6 日即造成濁水溪流域水量增加 16.6 億噸，已佔全年濁水溪逕流量達 40%之多；99~100 年區

間的颱風及雨量則大幅減少，民國 99 年 10 月 23 日梅姬颱風過後，全臺灣降雨開始減少，100 年 1~2 月降雨偏少情形更為明顯，中部明德和鯉魚潭水庫降雨僅歷年平均之 19%~39%，最先反映降雨嚴重偏少之徵兆；民國 99 年梅姬颱風侵臺後，除東北部地區外，各地降雨不佳，河川流量與水庫進水量持續減少，造成水庫蓄水嚴重偏低。北部地區寶二水庫降水僅為歷年同期之 67%、鯉魚潭水庫僅 52%，嚴重影響至 100 年 6 月底之民生及工業用水。水利署因供水情勢漸形嚴峻，於 3 月 24 日成立「旱災經濟部水利署災害緊急應變小組」(水利署應變小組)，25 日經濟部簽報成立「旱災經濟部災害緊急應變小組」(經濟部應變小組)。

相關澇旱因素影響除造成台灣中南部飽受水災之苦外，並大幅改變了濁水溪流域面貌，造成裸露河床面積的增加，以致後續東北季風來襲，濁水溪裸露河床上之粉塵大幅卷揚，造成雲林縣空氣品質達有害的情事發生。





資料來源：本計畫繪製

圖 2.1.3-3 濁水溪流域 93 年~102 年逐月流量分析圖

(3)水位：

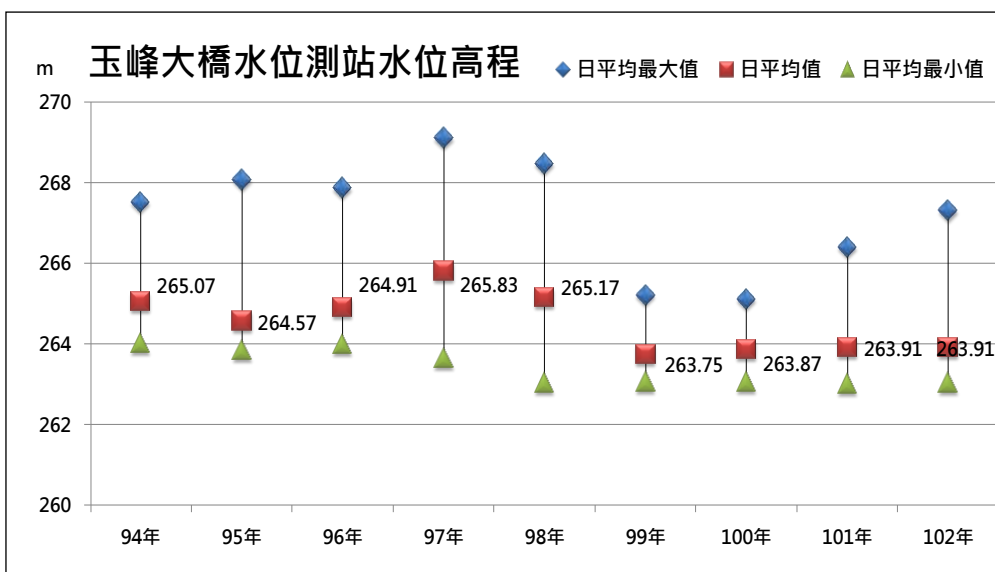
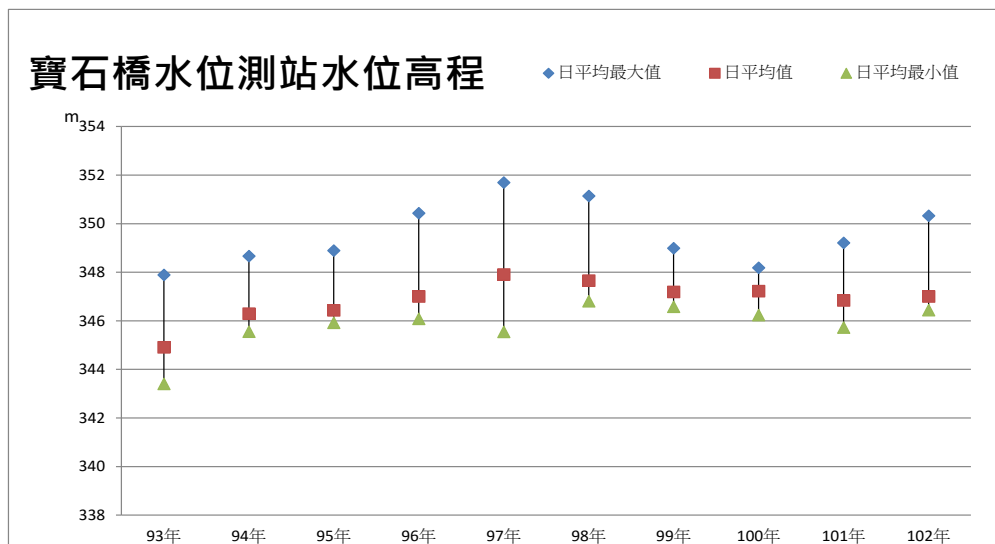
分析此六站歷年日平均水位高程、日平均最高水位及日平均最低水位，如圖 2.1.3-3 所示，其中水位的定義為水面與海平面之間的高度差，故可發現此六測站的日平均水位高度分佈，與濁水溪上、下游相同。

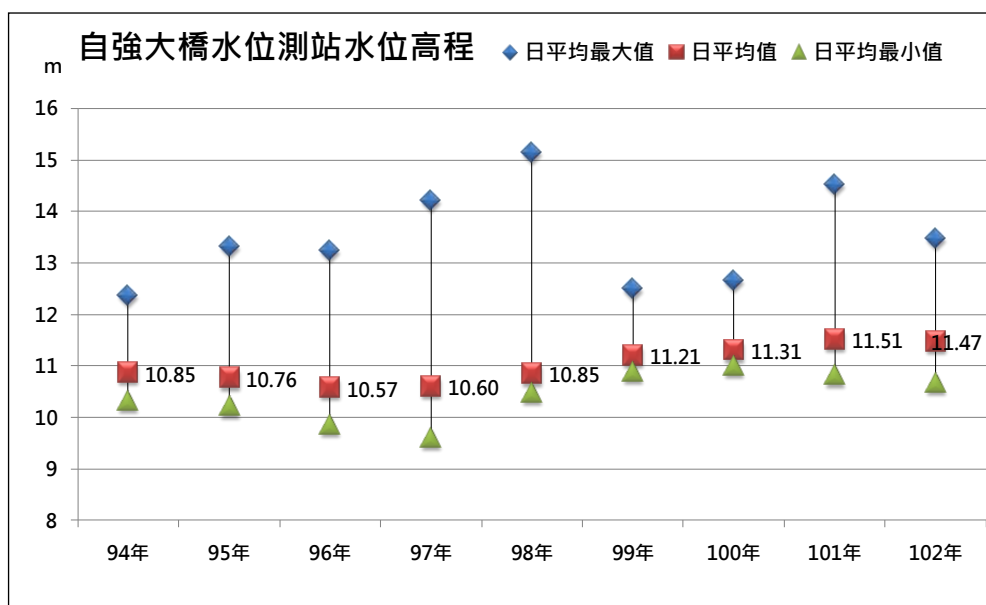
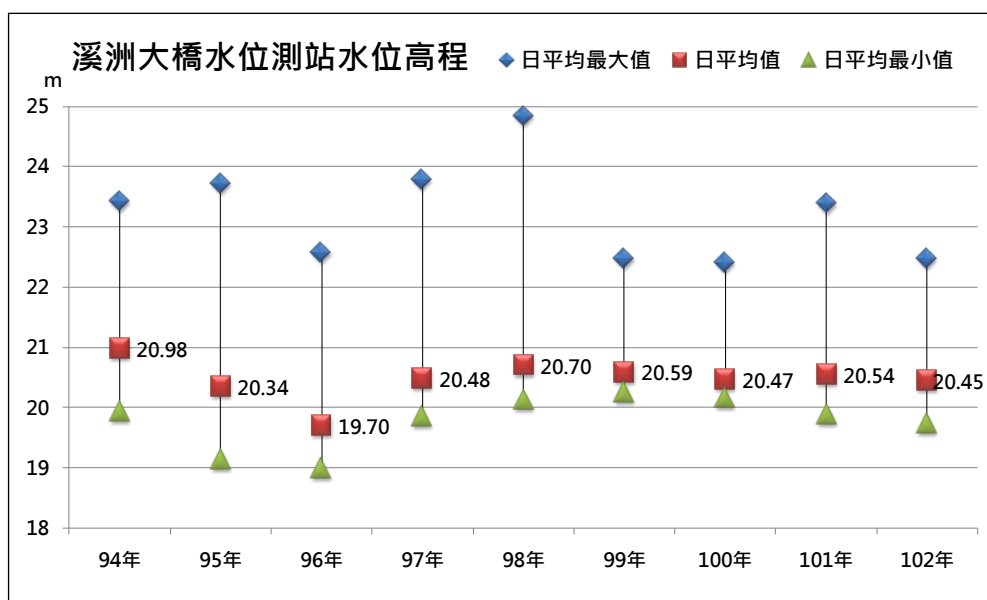
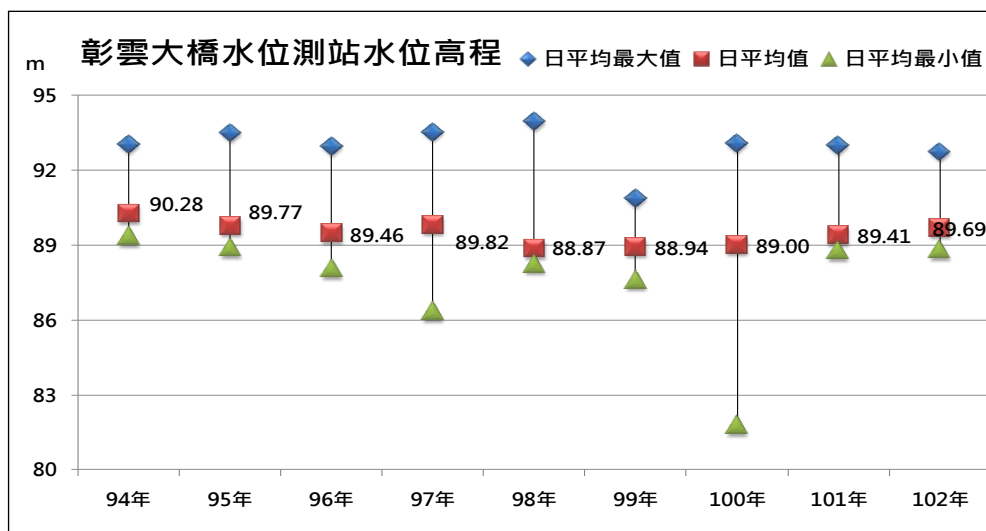
如以日平均水位高與日平均最低水位之差來分析，如圖 2.1.3-4 所示，可發現六站歷年水位差均落於 4~6 公尺以內，如將此 6 站水位差進行歷年平均，可發現寶石橋、玉峰橋、彰雲橋及溪州大橋的水位差落於 1.01~1.29 公尺之間，而自強大橋及西濱大

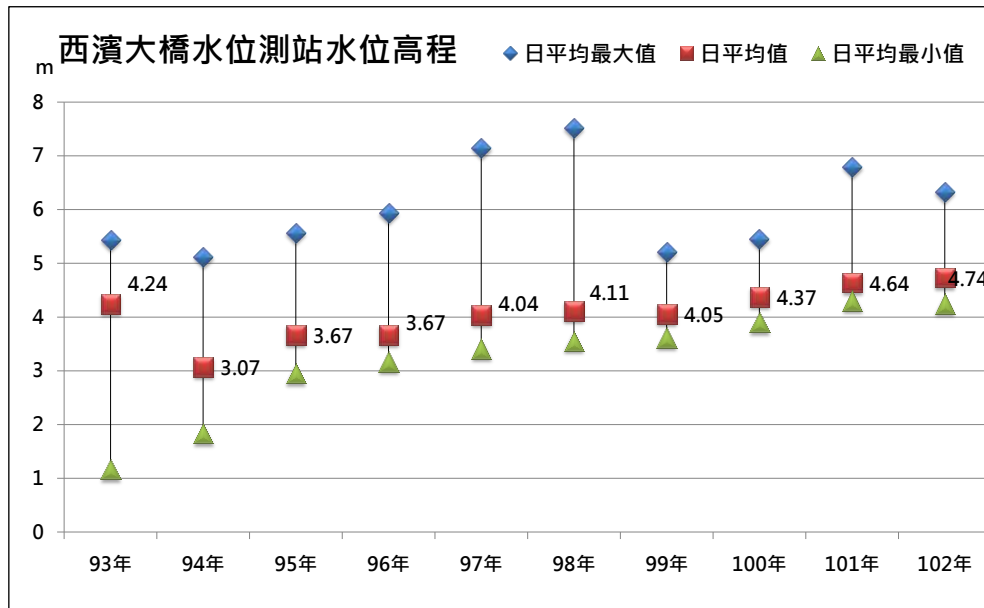
橋的歷年平均水位差分別為 0.59 公尺及 0.66 公尺，其顯示濁水溪流域的水位高，經常落於接近枯水期的水位高，尤其以下游部份的自橋大橋與西濱大橋最為明顯。

分析日平均水位最大值所發生的月份，其與流量最大值月份相同，顯示其同樣受到雨量多寡的影響，且日平均水位最大值大致呈逐年上升之趨勢。

由以上水位高程的分析，歷年日平均水位高已接近日平均最小值水位高，而日平均水位最大水位高又有逐年上升的趨勢，顯示於濁水溪的汛枯水期的水位已有很大的差距，而這個差距可能導致枯水期時各單位於濁水溪裸露河床的植生物種於汛水期間全部被沖毀，以致於東北季風來襲時，濁水溪裸露河床面臨毫無防護之狀態，造成揚塵的發生，影響雲林縣居民的生活品質。

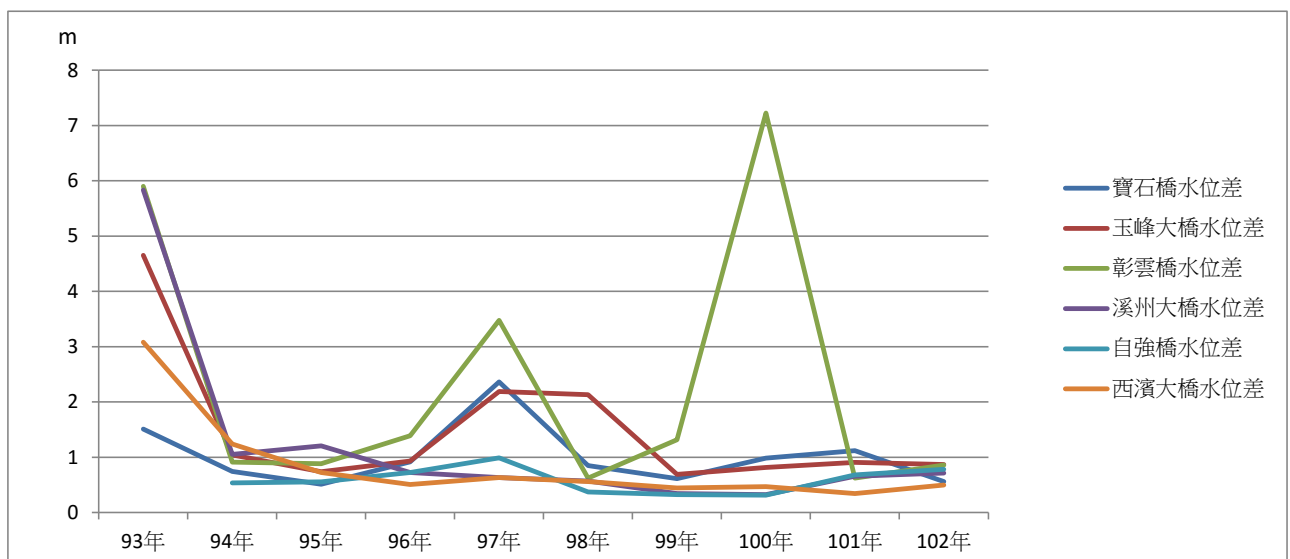






資料來源：經濟部水利署水文水資源資料管理系統

圖2.1.3-4 濁水溪流域測站歷年水位高分析圖



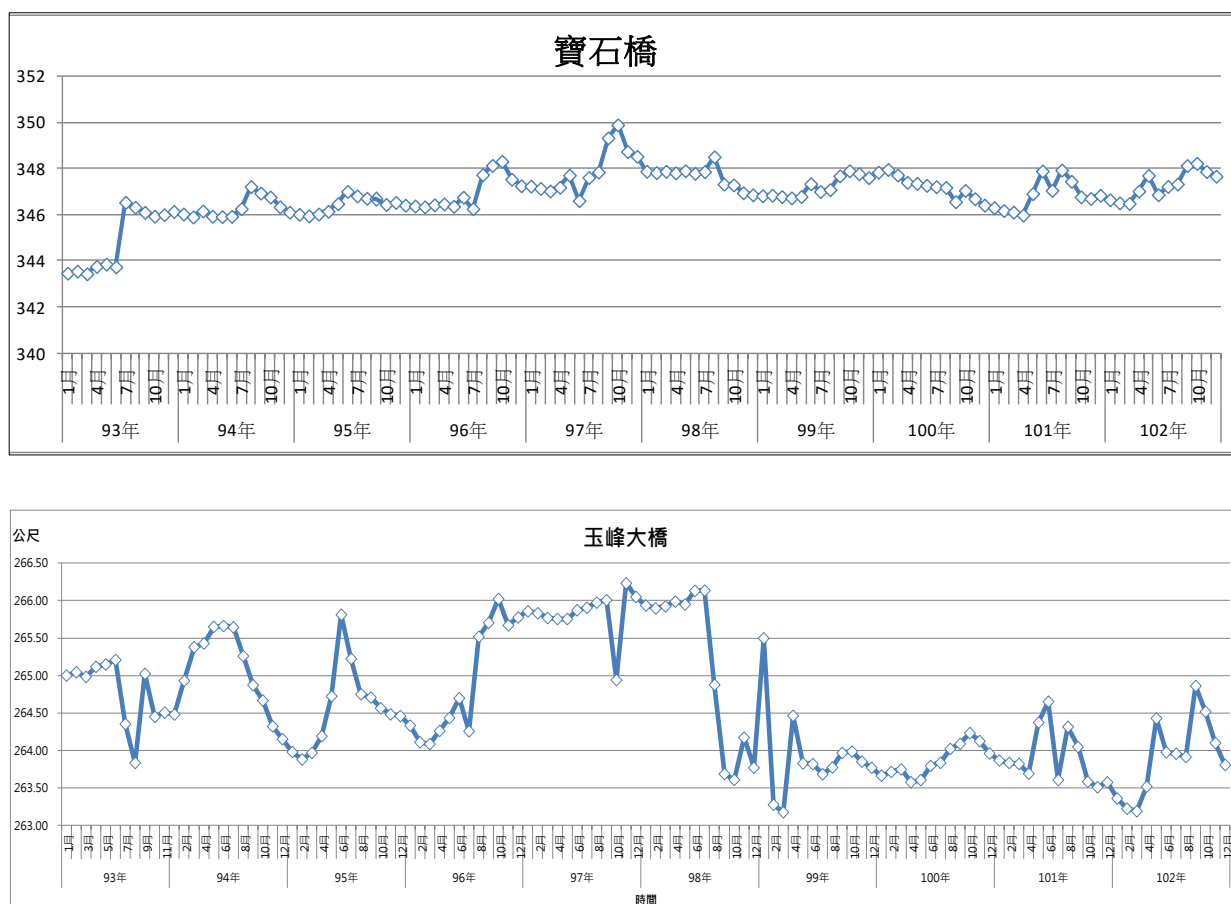
資料來源：經濟部水利署水文水資源資料管理系統

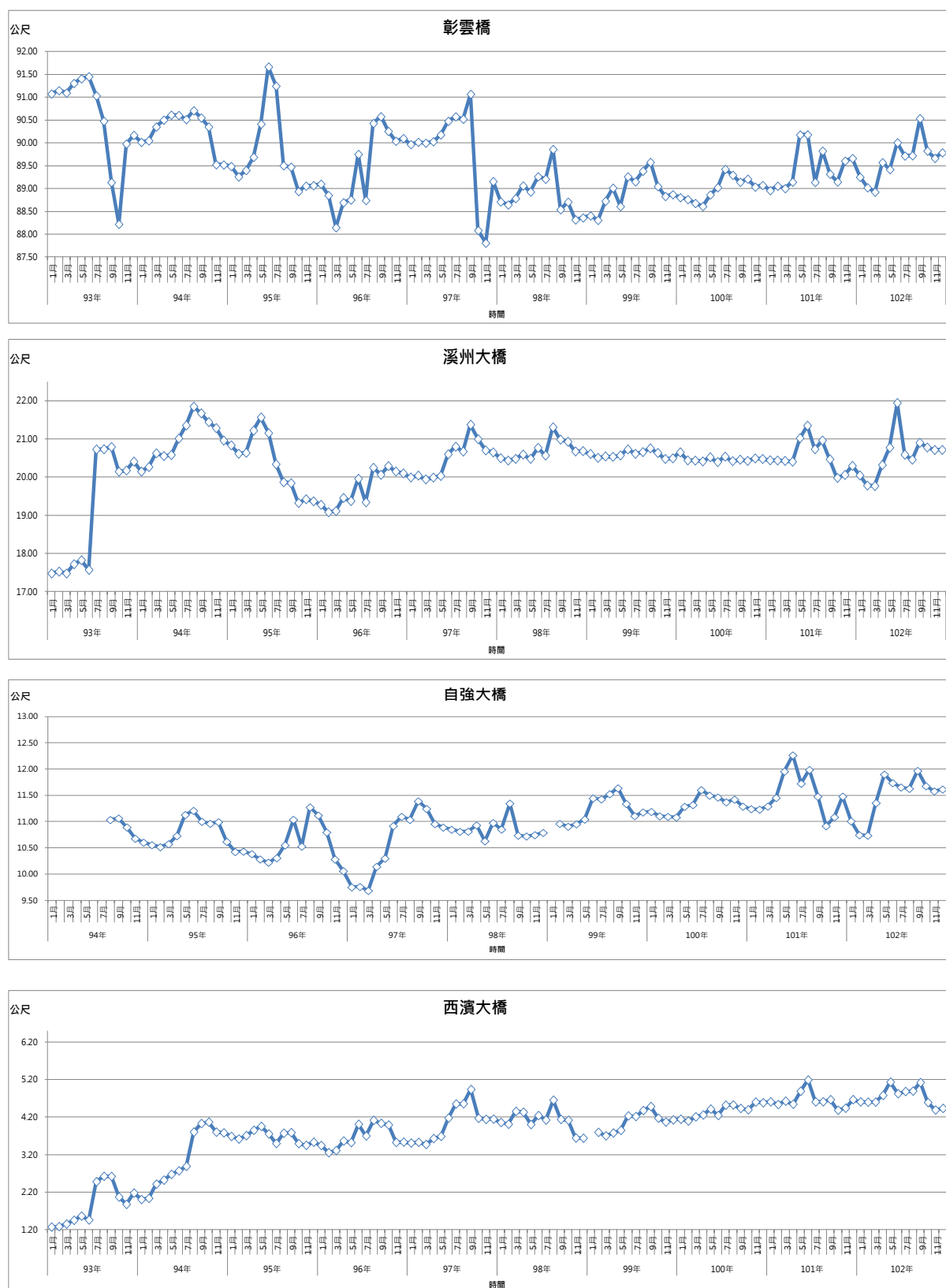
圖2.1.3-5 各水位測站日平均水位高與日平均最小水位高之差

將各水位測站依每月平均值排序觀其季節性之變化情形，如圖 2.1.3-6 所示，各測站位置依上游排列至下游，於 94 及 97 年間，各水位測站高程變化情形大致相當，94 年以 6~8 月份各測站水位高程為最高，95 年則是以 8~9 月份之水位高程為最高；96 年各水位站最高之水位高程落於 9~10 月間；97 年則呈現上游水位高程維持一定高

度(玉峰及彰雲)，下游則出現有汛枯水期之現象發生(溪州、自強及西濱)，最高水位高程則發生於 9 月份，10 月起水位高程則有明顯下降；98 年玉峰大橋於 7 月底前水位高程均維持在 266 公尺左右，8 月份水位高程則下降約 1 公尺左右，而其餘測站均在 8 月份有最高之平均水位高程，其原因主要在於該月份受到莫拉克颱風的侵襲有關；99 年除玉峰大橋外，其餘水位站平均水位高程變化趨勢大致相當，最高月平均水位高程均發生於 9 月份。

以各水位測站月平均水位高程逐月分析中，可發現上游水位高程變化趨勢與下游水位高程變化趨勢有所不同，在 96 年底起至 98 年 7 月，玉峰大橋測站的水位高程均維持歷年來的相對高值，在此二年中，亦是雲林縣揚塵最為嚴重的時期，99 年至 100 年間明顯署旱季，玉峰及彰雲測站水位偏低；於下游測站水位高程則有逐年提高之趨勢發生。





資料來源：經濟部水利署水文水資源資料管理系統

圖2.1.3-6 各水位站歷年逐月平均水位高程

(4) 洪峰流量：

本流域目前共有 23 處水位流量站仍繼續在觀測中，惟其中 12 站之紀錄年數僅約 20 年或更短或是其上游有引水設施，依據經濟部水利署水利規劃試驗所「濁水溪治理規劃檢討」，濁水溪主要控制點之各重現期洪峰流量如表 2.2-1。

表 2.1.3-2 濁水溪水系主要控制點洪峰流量推估表

站別	重現期距(年)									
	斷面	200	100	50	25	20	10	5	2	1.1
西螺	0~89	30700	26600	22700	19000	17900	14400	11100	6500	2600
二水	89~100	24400	21600	18800	16100	15200	12500	9700	5700	2100
集集	100~141	23200	20500	17900	15300	14500	11900	9300	5500	2000
龍神橋	141~151	14600	13100	11600	10100	9600	8000	6300	3700	1200
桶頭	--	8150	7150	6180	--	4940	4020	3090	1780	--

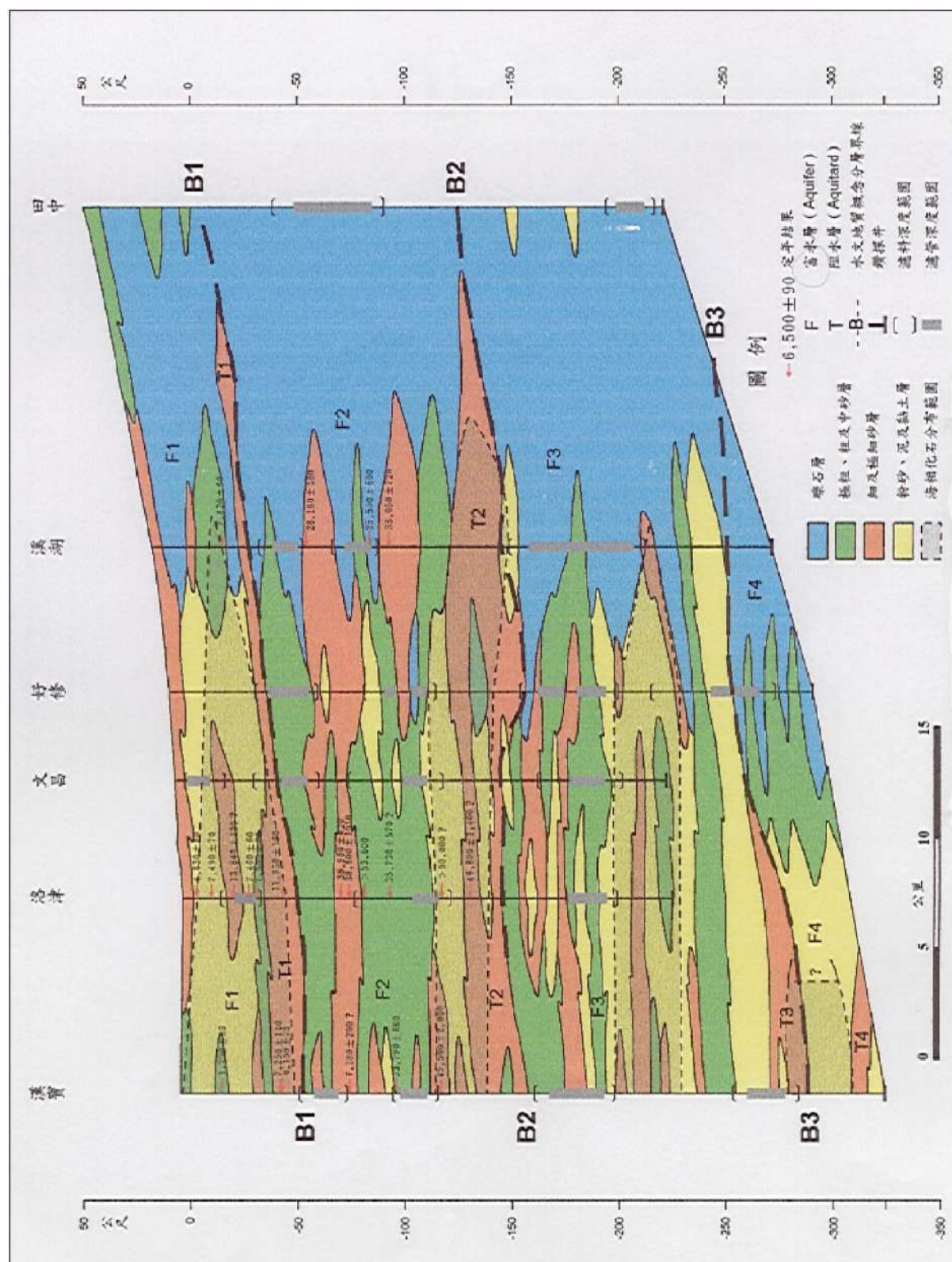
資料來源：經濟部水利署水試所-濁水溪治理規劃檢討

(5) 輸砂量：

濁水溪流域由於各河流分支發源地大部分位於變質板岩帶內，河流長時間侵蝕及板岩本身所具劈理弱面之構造，及局部或區域特性之構造擾動，致造成流域內甚多大小崩塌地，遇雨水夾帶而下，泥沙特多，平均年總輸砂量約為 6,500 萬公噸，其中萬大溪流域面積為 244km²，為本流域中含沙量最高的支流，陳有蘭溪受其支流十八重溪之影響，含沙量亦高。水利署在其水文年報中，曾紀錄彰雲橋實測最大含沙量為 105,500ppm，是歷年最高，發生於民國 96 年 8 月 18 日的聖帕颱風，近年最高則為 98 年莫拉克颱風時的 33,300。

四、地下水

臺灣地區之地下水地質，由於地質構造與地形之不同，臺灣各地地下水之蘊藏與產生狀況亦各相異，民國 58 年，前水資源統一規劃委員會編制地下水文地質圖時，重新檢討地下水資源分區，而「台灣地區地下水觀測網整體計畫」第一期（81-87 年度）於雲林、彰化、南投、名間、竹山地區及嘉義縣共完成 93 站水文地質鑽探，其中位於濁水溪沖積扇研究區域為 88 站（圖 2.1.3-7），濁水溪沖積扇深度 330 公尺範



資料來源：經濟部水利署-水文年報

圖 2.1.3-8 濁水溪沖積扇水文地質剖面圖

五、水質

濁水溪發源地為合歡山與合歡東峰間佐久間鞍部，主要支流包括水里溪、陳有蘭溪、清水溝溪、東埔蚋溪、清水溪等，幹流長度 186.6 公里，流域面積 3,157 平方公里。其流經南投、嘉義、彰化、雲林 4 縣 20 鄉鎮。主要污染來源為生活污水。

濁水溪流域水質狀況，就溶氧、生化需氧量、懸浮固體物及氨氮 4 項水質達成率(指水體水質標準達成率)而言，由於溪水懸浮固體物較高，水質目標多無法達成，影響 4 項水質達成率。90 年達成率為 0%至 101 年上升 8%及 102 年 4%。歷年 4 項水質達成率分析如圖 2.2-1。

濁水溪全流域無嚴重污染河段。若考量濁水溪輸砂的天然現象，不計懸浮固體的影響，濁水溪中度污染長度比率由 92 年 22.7%，下降至 95 年後均為 0.0%，且 95 年至 99 年全河段為未(稍)受污染。自 100 年起有部分河段呈輕度污染，至 102 年輕度污染上升至 28.3%，主因為集集攔河堰排砂作業擾動底泥造成下游水質生化需氧量升高(100 年生化需氧量年平均值 3.06 mg/L, 101 年生化需氧量年平均值 1.04 mg/L, 102 年生化需氧量年平均值 3.43 mg/L)。歷年污染長度比率分布如圖 2.1.3-10。

就 3 年長期趨勢分析，濁水溪中度污染長度 3 年移動平均值自 92 年起污染長度有遞減的趨勢，由 92 年 15.8 公里(8.5%)，下降至 97 年至今為 0 公里(0%)。歷年污染長度 3 年移動平均線如圖 2.1.3-11 所示。

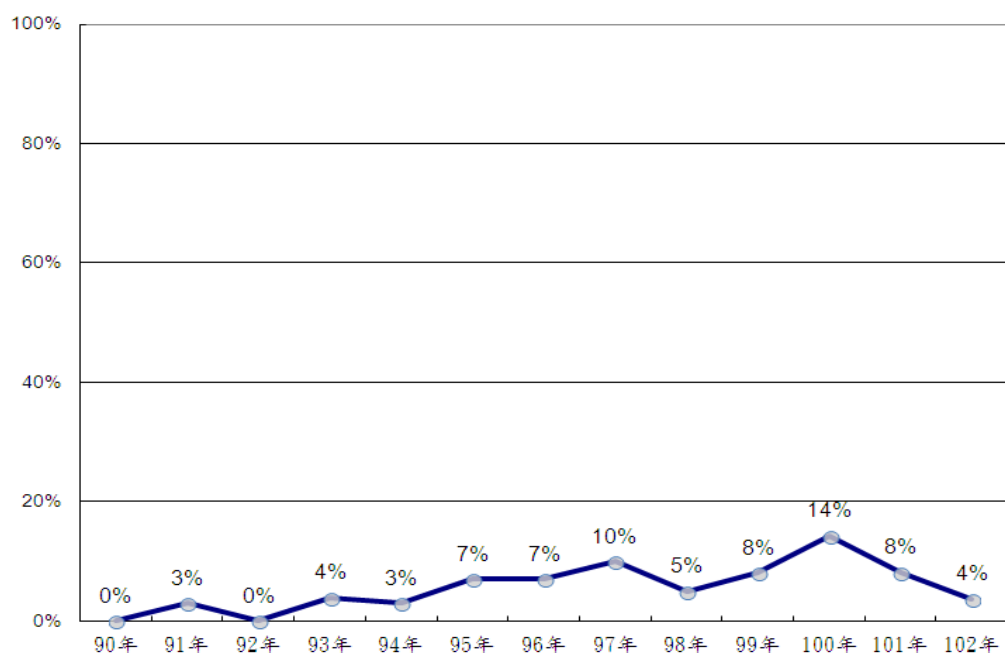


圖 2.1.3-9 濁水溪流域歷年 4 項水質達成率

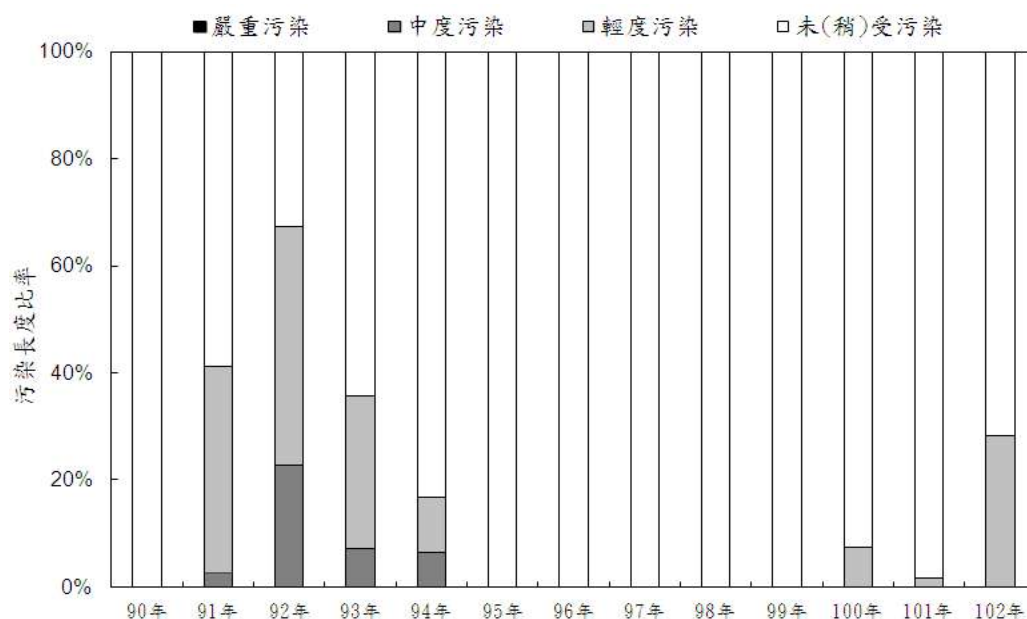


圖 2.1.3-10 濁水溪歷年污染長度分布圖 (未含懸浮固體)

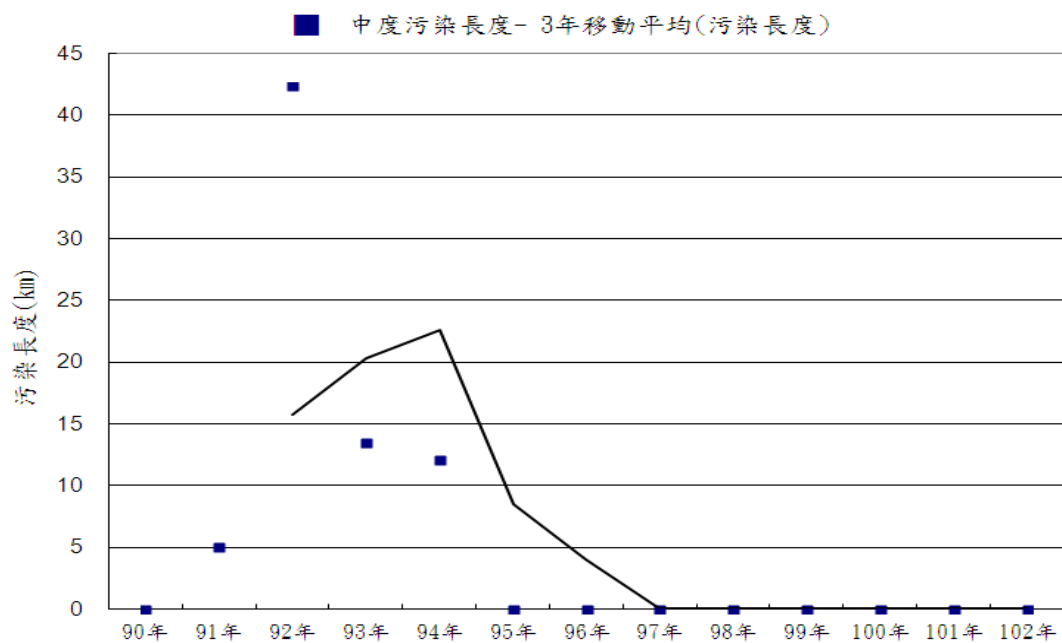


圖 2.1.3-11 濁水溪中度污染長度—3 年移動平均

2.1.4 濁水溪生物調查

濁水溪流域位於台灣中部北迴歸線北方，大部分位在南投縣境內，少部分分散於彰化縣、雲林縣及嘉義縣境，在氣候上是屬於亞熱帶氣候區，冬季時受大陸冷氣團籠罩，雖盛行東北季風，惟受到中央山脈阻擋，雨量較少，而夏季則因西南季風影響及颱風、雷雨來襲，常帶來豪雨及多陣雨，致雨量豐沛。

一、魚類相

蒐集歷年來濁水溪流域之魚類調查資料，參照經濟部水利署第四河川局民國 92 年所出版之濁水溪生態圖鑑—長河綿延，其依據農委會特有生物研究保育中心 90 年之調查（全省河川補充調查於資料庫建立研究計劃 2/4），在濁水溪流域設置 19 個樣站，共記錄 11 科 23 種魚類。葉明峰於 87 年 7 月至 90 年 11 月在濁水溪主流及重要支流 75 個調查樣站中，共調查記錄 6 科 19 種魚類。『彰化人纖專業工業區開發計畫環境影響評估報告書』（87 年）於 87 年 2 月及 3 月，在濁水溪西螺大橋至自強大橋段，共記錄 5 科 5 種魚類，分別為粗首鱲（*Zacco pachycephalus*）、鯽魚（*Carassius auratus*）、小鰮（*Mugilidae*）、吉利慈鯛（*Tilapia zillii*）及鰕虎科幼魚（*Gobiidae*）；訪談釣客資料則記錄鬍子鯰（*Clarias fuscus*）、鱸鰻（*Anguilla marmorata*）、日本鰻（*Anguilla japonica*）、黃鰱（*Monopterus albus*）、鱧科（*Channidae*）及鮡科（*Bagridae*）等魚類。『雲林縣湖山、湖南水庫環境說明書』及『雲林縣湖山、湖南水庫環境影響評估報告書』（83 年）在清水溪桶頭吊橋附近共記錄 10 科 16 種魚類，其中鱸鰻為保育類野生動物，優勢物種為短吻鏢柄魚、及台灣鏢頰魚，外來物種則有吳郭魚及大肚魚等 2 種。依據農委會特有生物研究保育中心 82 年 7 月至 83 年 6 月在南投縣濁水溪流域之主流及支流—清水溪、陳有蘭溪、水里溪、丹大溪、萬大溪、塔羅灣溪等，選定 22 個固定樣站及 11 個不固定樣站進行魚類調查，共記錄 6 目 12 科 26 種魚類。葉明峰等於 1992、1993 年冬季枯水期，在濁水溪支流清水溪流域 14 個採樣站，共記錄 7 科 15 種魚類。在經濟部水利署水利規劃試驗所河川情勢調查資料庫（<http://river.lifescience.ntu.edu.tw/>）裡，濁水溪流域共記錄 5 目 9 科 18 種魚類。



資料來源：濁水溪生態圖鑑—長河綿延

圖 2.1.4-1 濁水溪流域常見魚類分布圖

二、蝦蟹類相

參照經濟部水利署第四河川局 92 年所出版之濁水溪生態圖鑑—長河綿延，其依據農委會特有生物研究保育中心 90 年度之調查，共捕獲 2 科 6 種蝦類、蟹類 2 科 3 種，包括粗糙沼蝦、大和沼蝦、貪食沼蝦、台灣沼蝦、日本沼蝦、多齒新米蝦以及日本絨螯蟹、字紋弓蟹、拉氏清溪蟹。在經濟部水利署水利規劃試驗所河川情勢調查資料庫 (<http://river.lifescience.ntu.edu.tw/>) 裡，濁水溪流域共記錄 4 科 10 種蝦蟹類。

水利署四河局在 94 年 5 月至 95 年 4 月進行四季調查，於濁水溪主流共記錄蝦蟹類 6 科 13 種，分別為字紋弓蟹、無齒螳臂蟹、雙齒近相手蟹、弧邊招潮蟹、清白招潮蟹、萬歲大眼蟹、雙扇股窗蟹、大和沼蝦、台灣沼蝦、粗糙沼蝦、擬多齒米蝦、拉氏清溪蟹及勝利黎明蟹等，其中擬多齒米蝦及拉氏清溪蟹為台灣特有種，其餘為一般原生物種，並未發現任何外來物種及保育類物種。



資料來源：濁水溪生態圖鑑—長河綿延

圖 2.1.4-2 濁水溪流域常見蝦蟹類分布圖

三、兩棲類相

依據農委會特有生物研究保育中心 81 年之調查資料，濁水溪流域各縣市之兩棲類發現約有 2 目 6 科 26 種，即山椒魚 1 種、蟾蜍科 2 種、樹蟾科 1 種、樹蛙科 7 種、狹口蛙科 3 種、赤蛙科 12 種。包括能高型山椒魚、莫氏樹蛙、褐樹蛙、諸羅樹蛙、面天樹蛙、台北樹蛙、長腳赤蛙、梭德氏赤蛙、杉木蛙、拉都希氏蛙、澤蛙、盤谷蟾蜍、中國樹蟾、日本樹蛙、腹斑蛙、小雨蛙、金線蛙、史丹吉氏小雨蛙、虎皮蛙、貢德氏赤蛙及黑蒙西氏小雨蛙。鄰近地區的兩棲類調查相關文獻：『明潭抽蓄水力發電計畫環境影響評估報告書』（75 年）於 75 年 2 月至 3 月間，在明潭周邊共記錄到兩棲類 14 種，其中以虎皮蛙、台北樹蛙、莫氏樹蛙及褐樹蛙等保育類野生動物較為重要。『雲林科技工業區開發計畫環境影響評估報告書』（81 年）於 81 年 1 月至 2 月間，在雲林縣斗六地區共記錄到兩棲類 3 種，分別為黑眶蟾蜍、澤蛙及虎皮蛙，其中虎皮蛙為珍貴稀有的二級保育類野生動物。『雲林縣湖山、湖南水庫環境說

明書』(83 年)及『雲林縣湖山、湖南水庫環境影響評估報告書』(83 年)於 82 年 7 月至 83 年 1 月間,在雲林縣及南投縣的湖山、湖南、桶頭等地區共記錄到兩棲類 9 種。其中以黑蒙西氏小雨蛙、虎皮蛙及褐樹蛙等保育類野生動物較為重要。『新武界隧道及栗栖溪引水計畫環境影響說明書』(83 年)於 81 年間,在栗栖溪、武界村、過水路橋、木屐欄及日月潭等地區共記錄到兩棲類 10 種。其中以保育類野生動物的莫氏樹蛙較為重要。依據『溪頭米堤大飯店直昇機停機坪環境影響說明書』(86 年)的資料整理結果得知於 78 年 10 月至 79 年 9 月間,在溪頭地區共記錄到兩棲類 7 種。其中以保育類野生動物的莫氏樹蛙較為重要。『六輕產品、產能調整計畫環境影響說明書』(88 年)於 86 年 10 月至 12 月間,在基地及鄰近地區共記錄到兩棲類 2 科 3 種,其中以虎皮蛙及貢德氏赤蛙等保育類野生動物較為重要。『遠東雲林國際賽車場開發計畫環境影響說明書』(92 年)於 89 年 11 月及 90 年 1 月,在雲林縣古坑鄉的麻原村地區沒有發現兩棲類,推測與調查範圍內無水體棲地及調查時間為冬季有關。



資料來源：濁水溪生態圖鑑—長河綿延

圖 2.1.4-3 濁水溪流流域常見兩棲類分布圖

四、鳥類相

依據農委會特有生物研究保育中心調查，期間於下游樣站溪州大橋、中游樣站龍神橋及上游樣站春陽三個樣站共記錄到 21 科 4 亞科 58 種鳥類，包括紫嘯鶇、大冠鶇、紅尾伯勞、鉛色水鶇、白尾鵲及藪鳥等。在經濟部水利署水利規劃試驗所河川情勢調查資料庫 (<http://river.lifescience.ntu.edu.tw/>) 裡，濁水溪流域共記錄 5 目 12 科 18 種鳥類。

鄰近地區的鳥類調查相關文獻：『明潭抽蓄水力發電計畫環境影響評估報告書』（75 年）於 75 年 2 月至 3 月間，在明潭及水里溪的周邊共記錄到鳥類 43 種，以森林性及親水性鳥類為主。灰喉山椒鳥、紅尾伯勞、青背山雀、白耳畫眉、藪鳥、冠羽畫眉及鉛色水鶇等保育類野生動物較為重要。『雲林科技工業區開發計畫環境影響評估報告書』（81 年）於 81 年 1 月至 2 月間，在雲林縣斗六地區共記錄到鳥類 31 種。其中以紅隼及紅尾伯勞等保育類野生動物較為重要。『雲林縣湖山、湖南水庫環境說明書』（83 年）及『雲林縣湖山、湖南水庫環境影響評估報告書』（83 年）於 82 年 7 月至 84 年 1 月間，在雲林縣及南投縣的湖山、湖南、桶頭等地區共記錄到鳥類 60 種。其中以翠翼鳩、紅頭綠鳩、鳳頭蒼鷹、大冠鶇、雀鷹、紅尾伯勞、畫眉、白尾鵲、鉛色水鶇、黃嘴角鴉及鴛鴦等保育類野生動物較為重要。『新武界隧道及栗栖溪引水計畫環境影響說明書』（83 年）於 81 年間，在栗栖溪、武界村、過水路橋、木屐欄及日月潭等地區共記錄到鳥類 75 種。其中以翠翼鳩、紅頭綠鳩、台灣松雀鷹、鳳頭蒼鷹、大冠鶇、雀鷹、深山竹雞、紅頭山雀、灰喉山椒鳥、台灣藍鵲、紅尾伯勞、黃腹琉璃、青背山雀、冠羽畫眉、白耳畫眉、畫眉、藪鳥、台灣紫嘯鶇、白尾鵲、鉛色水鶇、小剪尾、領角鴉、黃嘴角鴉及鴛鴦等保育類野生動物較為重要。『瑞峰水庫環境影響評估報告』（86 年）於 82 年 6 月、8 月及 84 年 2 月，在雲林縣及南投縣的瑞峰集水區、全仔堰上游及瑞竹等地區共記錄到鳥類 75 種。其中以彩鵲、翠翼鳩、鳳頭蒼鷹、大冠鶇、藍腹鵲、灰喉山椒鳥、檀鳥、紅尾伯勞、白耳畫眉、藪鳥、台灣紫嘯鶇、鉛色水鶇、白尾鵲、領角鴉及黃嘴角鴉等保育類野生動物較為重要。

『六輕產品、產能調整計畫環境影響說明書』（88 年）於 86 年 10 月至 12 月間，在基地及鄰近地區共記錄到鳥類 20 科 45 種，其中以小燕鷗、燕鴿、赤腹鷹、魚鷹、水雉、灰山椒鳥、紅尾伯勞及畫眉等保育類野生動物較為重要。『遠東雲林國際賽車場開發計畫環境影響說明書』（92 年）於 89 年 12 月及 90 年 1 月，在雲林

縣古坑鄉的麻原村地區共記錄到鳥類 20 種，以平地及農耕地常見之鳥種為主，優勢物種為大卷尾及紅鳩。其中以保育類野生動物的紅尾伯勞較為重要。『集集共同引水工程後續計畫--工業用水專用設施沉澱池工程環境影響說明書』(92 年)於 80 年 9 月，在雲林縣林內鄉的基地內共記錄到鳥類 10 種。



資料來源：濁水溪生態圖鑑—長河綿延

圖 2.1.4-4 濁水溪流域常見鳥類分布圖

五、哺乳類相

依據農委會特有生物研究保育中心調查資料，流域各縣內哺乳類約有 8 目 18 科 47 種，為食蟲目 7 種，翼手目 10 種，靈長目、兔形目、鱗甲目各 1 種，嚙齒目 17 種，食肉目 6 種以及偶蹄目 4 種；其中包括了台灣煙尖鼠、台灣葉鼻蝠、台灣長耳蝠、刺鼠、月鼠、小黃腹鼠、台灣鼯鼠、水鼯、台灣野兔、大赤鼯鼠、赤腹松鼠、白面鼯鼠、台灣黑熊、台灣獼猴、穿山甲、石虎、台灣水鹿、山羌、台灣長鬃山羊、白鼻心及麝香貓等。



資料來源：濁水溪生態圖鑑—長河綿延

圖 2.1.4-5 濁水溪流域常見哺乳類分布圖

鄰近地區的哺乳類調查相關文獻：『明潭抽蓄水力發電計畫環境影響評估報告書』（75）於75年2月至3月間，在明潭的周邊共記錄哺乳類9種。其中以赤腹松鼠及家鼠的數量較多，而以台灣獼猴、山羌及穿山甲等保育類野生動物較為重要。

『雲林科技工業區開發計畫環境影響評估報告書』（81年）於81年1月至2月間，在雲林縣斗六地區共記錄到哺乳類6種，多為農耕地區常見物種。『雲林縣湖山、湖南水庫環境說明書』（83年）及『雲林縣湖山、湖南水庫環境影響評估報告書』（83年）於82年7月至84年1月間，在雲林縣及南投縣的湖山、湖南、桶頭等地區共記錄到哺乳類10種。其中以保育類野生動物的台灣獼猴較為重要，另外台灣野兔、無尾葉鼻蝠、家蝠及褶翅蝠等較為稀少之哺乳類也需注意。『瑞峰水庫環境影響評估報告』（86年）於82年6月、8月及84年2月，在雲林縣及南投縣的瑞峰集水區、全仔堰上游及瑞竹等地區共記錄到哺乳類11種。其中以台灣獼猴、白鼻心、棕簑貓及麝香貓等保育類野生動物較為重要。

『六輕產品、產能調整計畫環境影響說明書』(88 年)於 86 年 10 至 12 月間，在基地及鄰近地區共記錄到哺乳類 5 科 6 種。『遠東雲林國際賽車場開發計畫環境影響說明書』(92)於 89 年 11 月及 2001 年 1 月，在雲林縣古坑鄉的麻原村地區僅記錄到小黃腹鼠 1 種哺乳類。『集集共同引水工程後續計畫--工業用水專用設施沉澱池工程環境影響說明書』(92 年)於 80 年 9 月，在雲林縣林內鄉的基地內共記錄到哺乳類 2 種，分別為刺鼠及鬼鼠。

六、植物相

濁水溪流域面積廣闊，境內山高水長，全區海拔落差達三千七百多公尺，故野生植物幾乎涵蓋各垂直植被帶之分布，從玉山以下概略可依樹木型相及主要優勢物種劃分為六大植群帶，分別為 1.高山植物群帶(海拔 3,600 公尺以上)：主要以寒原植物以及玉山圓柏為主、2.冷杉群帶(海拔 3,600~3,100 公尺)：以冷杉為主，間雜鐵杉及玉山箭竹、3.鐵杉雲杉林帶(海拔 3,100~2,500 公尺)：以鐵杉、雲杉及高山松林為主，常混以闊葉樹種、4.櫟林帶(海拔 2,500~1,500 公尺)：主要以喜好漫射光之林型為主，有闊葉之櫟林、針葉樹的檜木林、針闊混淆林等、5.楠櫟林帶(海拔 1500~500 公尺)：主要有儲木林型及楠木林型、6.榕楠林帶(海拔 500 公尺以下)：屬於低地常綠闊葉林；流域下游亦包含了海岸林及濱海植被。

農委會特有生物研究保育中心調查資料，南投縣彰化縣雲林縣各縣境內集水區，發現野生維管束植物約有 182 科 1,696 種，種屬繁多，以下簡列常見河濱植物。

喬木：苦楝、血桐、相思樹、杜英、香楠、水黃皮、茄苳

灌木：月橘、曼陀羅、山芙蓉、野牡丹、山黃梔

草本：月桃、五節芒、槭葉牽牛、山芋、野薑花、木賊、絹毛鳶尾、甜根子草

2.2 雲林縣環境背景

2.2.1 雲林縣區位

雲林縣位於台灣的中南部，舊名為『斗六門』，全縣總面積廣達 1290.8351 平方公里，年均溫攝氏 22.6 度；東邊是南投縣，西臨台灣海峽，南邊隔著北港溪與嘉義縣為鄰，北邊沿著濁水溪和彰化縣接壤；縣花為蘭科的蝴蝶蘭、縣鳥是台灣藍鵲、縣樹為高聳婆娑多姿的樟樹。

依行政院環保署「地方環境資料查詢系統」查詢結果，顯示雲林位在台灣西方的中南部，在嘉南平原最北端。東邊是南投縣，西臨台灣海峽，南邊隔著北港溪與嘉義縣為鄰，北邊沿著濁水溪和彰化縣接壤。東西最寬的地方有 50 公里，南北最長的地方有 38 公里，全縣面積總計 1,290.8351 平方公里。

本縣地勢東部為山地，向西漸緩平坦，形成嘉南平原，而達於海，位置地處嘉南平原之北，除斗六市及古坑鄉、林內鄉靠近山地外，其餘十七個鄉鎮均為平坦之平原地區，沿海鄉鎮有麥寮、台西、四湖及口湖四個鄉。縱貫鐵路通過本縣，北起林內鄉，經石榴、斗六至斗南站；中山高速公路與第二高速公路亦穿越本縣，分別在西螺、斗南與古坑、斗六設有交流道；近年來也建立東西向快速聯絡道路，銜接西濱快速公路、中山高速公路及第二高速公路，並聯絡「台 17」、「台 19」、「台 1」、「台 3」等縱貫省道，縣內共有省、縣、鄉鎮市道路近二百條，對內對外交通相當便利。除此之外，雲林縣西臨台灣海域，境內主要河流有濁水溪、清水溪、虎尾溪、北港溪等。各行政區比例詳表 2.2-1，各行政區位詳圖 2.2-1。



資料來源：雲林縣政府全球資訊網

圖 2.2.1-1 雲林縣行政區分佈圖

表 2.2.1-1 雲林縣各鄉鎮市土地面積（單位:平方公里）

行政區域名稱	面積(平方公里)	佔全縣面積百分比(%)
麥寮鄉	80.0303	6.16%
崙背鄉	58.4800	4.50%
二崙鄉	59.5600	4.58%
西螺鎮	49.8000	3.83%
莿桐鄉	50.8500	3.91%
林內鄉	37.6000	2.89%
台西鄉	61.1028	4.70%
東勢鄉	46.3684	3.57%
褒忠鄉	37.0552	2.85%
土庫鎮	49.0212	3.77%
虎尾鎮	68.7420	5.29%
斗六市	93.7141	7.21%
斗南鎮	48.1505	3.70%
古坑鄉	166.6100	12.82%

行政區域名稱	面積(平方公里)	佔全縣面積百分比(%)
大埤鄉	44.7385	3.44%
元長鄉	71.8460	5.53%
北港鎮	41.4999	3.19%
四湖鄉	77.0966	5.93%
水林鄉	76.9600	5.92%
口湖鄉	80.4612	6.19%
總計	1299.6867	100%

資料來源：雲林縣政府全球資訊網

2.2.2 人口分布

根據民國 104 年 3 月戶籍登記(目前雲林縣戶政資料)顯示，本縣現住戶為 237,824 戶，居民共有 704,241 人，較去年減少 1,115 人，現住人口中男性為 366,287 人，女性為 337,954 人，其性比例為 108.38(女性=100)。人口密度每平方公里為 542.71 人，每戶平均人口數約為 3 人。

本縣各鄉鎮市人口分佈，以縣治所在斗六市 108,209 人，佔 15.37%最多，虎尾鎮 70,369 人佔 9.99%次多，而以褒忠鄉 13,563 人最少，佔 1.92%。

人口密度，則以斗六市每平方公里 1,154 人列第一位，虎尾鎮每平方公里 1,024 人列第二位，北港鎮每平方公里 998 人列第三位，古坑鄉每平方公里僅 196 人，屬於地廣人稀之山區。

表 2.2.2-1 雲林縣各鄉鎮市人口分布（104 年 3 月）

鄉鎮市	鄰數	戶數	男	女	合計	統計圖
斗六市	747	37,110	54,063	54,146	108,209	
斗南鎮	428	15,729	23,353	22,615	45,968	
虎尾鎮	524	24,035	35,697	34,672	70,369	
西螺鎮	366	14,437	23,955	23,198	47,153	
土庫鎮	260	9,214	15,488	14,154	29,642	
北港鎮	408	15,952	21,516	19,898	41,414	
古坑鄉	364	10,918	17,183	15,406	32,589	
大埤鄉	207	6,745	10,710	9,219	19,929	
莿桐鄉	310	9,252	15,503	14,014	29,517	
林內鄉	216	5,901	9,871	9,015	18,886	
二崙鄉	255	8,960	15,172	13,140	28,312	
崙背鄉	240	8,505	13,633	12,189	25,822	
麥寮鄉	217	13,845	22,245	21,695	43,940	
東勢鄉	213	5,782	8,638	7,118	15,756	
褒忠鄉	134	4,400	7,272	6,291	13,563	
台西鄉	315	8,770	13,387	11,548	24,935	
元長鄉	316	9,420	14,833	12,344	27,177	
四湖鄉	296	8,983	13,689	11,549	25,238	
水林鄉	318	10,237	14,753	12,158	26,911	
口湖鄉	288	9,629	15,326	13,585	28,911	

本縣民眾的教育程度，依據縣府於民國 102 年的戶政普查統計結果，滿 15 歲以上人口約佔 86.97%，滿 15 歲以上人口之教育程度如下：研究所以上程度約佔 3.12%，較去年提高 0.18%，大專程度為 162293 人，佔 26.50%，與去年比較微幅提高 4.21%，高中(職)程度約佔 28.93%，國中程度約佔 16.55%，國小程度約佔 17.88%，自修者約佔 0.36%，不識字者約佔滿 15 歲以上人口的 3.60%，比去年的 3.32% 增加 0.28%，可見教育水準逐漸提升。

2.2.3 氣候

雲林縣位於台灣西南部平原區，其氣候受緯度與暖流影響，屬亞熱帶氣候區。就本縣地形地勢而言，南北氣候差異較小，東西之差異較大。本縣氣候區可畫分為三段：即 1.為山地丘陵區，東側之斗六、古坑、林內三鄉屬之，特徵為雨量多，風害旱災極少；2.為平原區域，中部之斗南、大埤、莿桐、西螺、二崙、虎尾、土庫等鄉鎮

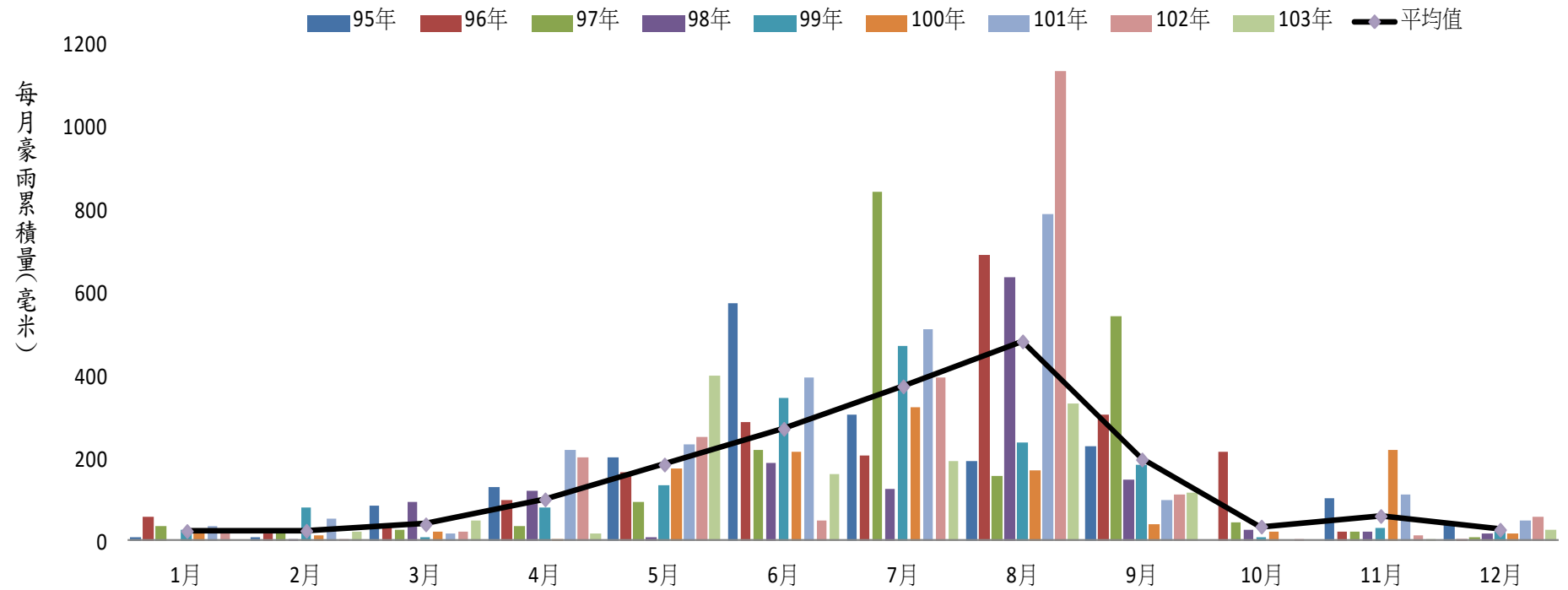
屬之；3.為沿海區域，西側之台西、麥寮、四湖、口湖、水林、東勢、褒忠、崙背、元長、北港等鄉鎮屬之，特徵為雨量較少，冬季乾燥、旱災頻率較高、且冬季季風強烈，暴風日多，時帶鹽份，農作發展頗受影響。以下就本縣氣候特性作說明。

一、氣溫

本縣處北迴歸線通過之北僅 20 公里，屬亞熱帶地區，同時受暖流沖擊，氣候溫暖，一年中每候平均溫度在攝氏 22 度以上者達 220 天，冬季甚短。年平均氣溫約在 22.86℃ 左右，其年終年氣溫溫和，四季變化小，就全縣氣溫變化週期而言，三至四月氣溫逐漸上升至 20℃ 以上，最高溫為七、八月份的 30℃ 或更高氣溫。十至十一月氣溫逐漸下降，至十二月降到 20℃ 以下，而最高最低溫差以一月份出現較多。以地區言，濱海平原地區氣溫變化較小，山坡丘陵地區氣溫變化較大，尤以日夜溫差較為顯著。

二、降雨量

雨量對農地之利用，較其他氣候因子之影響尤大。全縣年平均降雨量約在 1,785 公厘左右，降雨期以五至九月較豐沛，約佔全年百分之 84%，每年十一月至隔年一月則為乾旱期，月平均降雨量約 30 公厘以下。以地區言，山地丘陵地之降雨量較多，雨量隨地勢減緩而漸次下降。如古坑鄉月平均降雨量約在 145 公厘，年降雨量約 1,750 公厘，而虎尾地區月平均降雨量約 120.36 公厘，年降雨量約 1,450 公厘左右，而濱海地區以口湖地區為例，月平均降雨量約 100.41 公厘，而年降雨量約 1,200 公厘。由此可知本縣降雨量主要受季風及地形因素影響，夏季西南季風與氣溫高，雲層較低易形成對流作用，因此五至九月易形成雷陣雨與颱風，帶來旺盛西南氣流，降下大量雨水。圖 2.2.3-1 為雲林氣象站逐月雨量統計圖，顯示因 5 月至 9 月雨季空氣濕度較高、河川灘地砂土含水率提升，較不易發生揚塵。



資料來源：交通部中央氣象局

圖 2.2.3-1 雲林氣象站逐月雨量統計圖

三、風速風向

依據 1991 年洪氏執行「街道揚塵洗街對鄰近空氣品質改善效益之評估裸露地之揚塵」研究結果表示，揚塵隨風速之大小有密切之關係，一般街塵受風再揚起之風速閾值約為 5.38 m/s（粒徑 26 μm 以下之揚塵），而當風速大於 6 m/s 時，風速與所揚起之塵粒數成指數增加之關係，粒徑越小之微粒，愈容易被揚起。

而雲林縣位於嘉南平原北端，故區內多為平坦肥沃土地，僅東端有山坡丘陵地，缺乏天然地形的屏障，因此本縣自然風力的影響非常明顯，又濱海地區因冬季季風與海風之影響，風速、最大風速皆較其他地區為大且巨，尤以一至四月為最烈。平原地區以虎尾為例，無論風速、最大風速均較緩和，山坡丘陵地區以斗六為例，因有天然山丘屏障，風速明顯較為緩和，斗六測站平均風速為 1.1 公尺/秒，小於平原地區(崙背測站)2.5 公尺/秒，而濱海地區(台西測站)則高達 6 公尺/秒。亦是造成濁水溪沿岸揚塵之主因之一。

風向受季風之影響頗大，冬季季風約開始於每年 11 月，終止於翌年 3 月，為期約 5 個月，此期間東北風盛吹，風力強大，每秒平均風速 3.6 公尺/秒，平均最大風速 10.1 公尺/秒，極端最大風速 14.8 公尺/秒。於濁水溪沿岸之六鄉鎮其風向如圖 2.1-3~圖 2.1-14 所示，冬季吹最高頻率風向為東北風，夏季則吹南風，而東北風中多數風速落在 4~6m/s 中，此亦引起砂塵成懸浮狀態，而造成空氣品質不良之狀況，且越靠近海邊風速有其越大之狀況。故麥寮、台西、四湖、口湖一帶作物的栽培，必須有防風林設施，以維護作物生長。

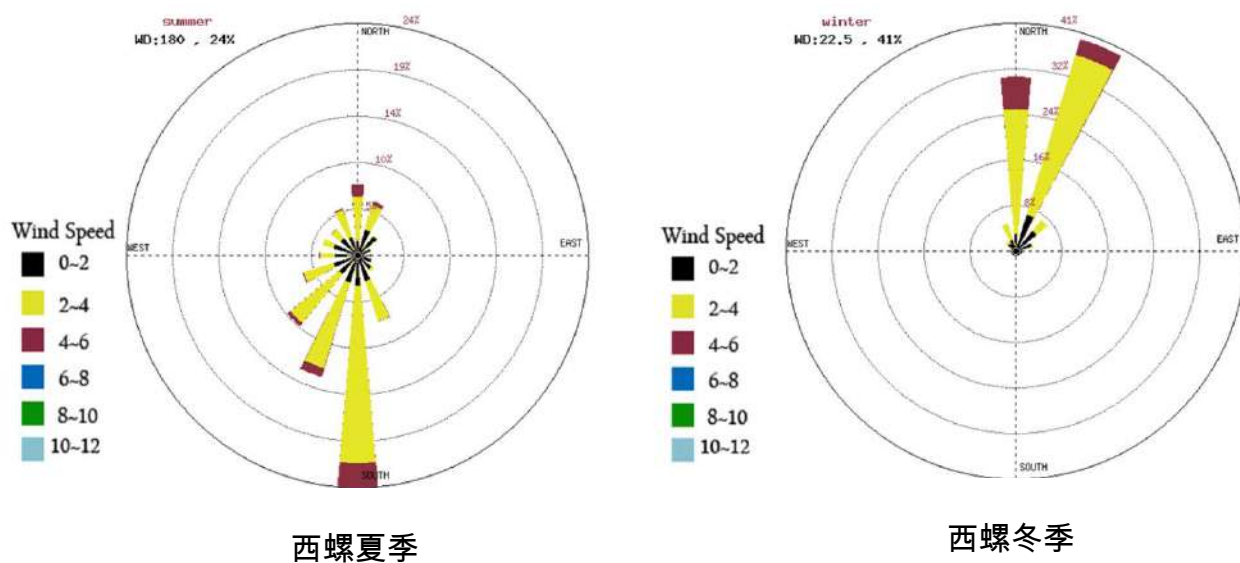


圖 2.2.3-2 西螺鎮歷年平均風向圖

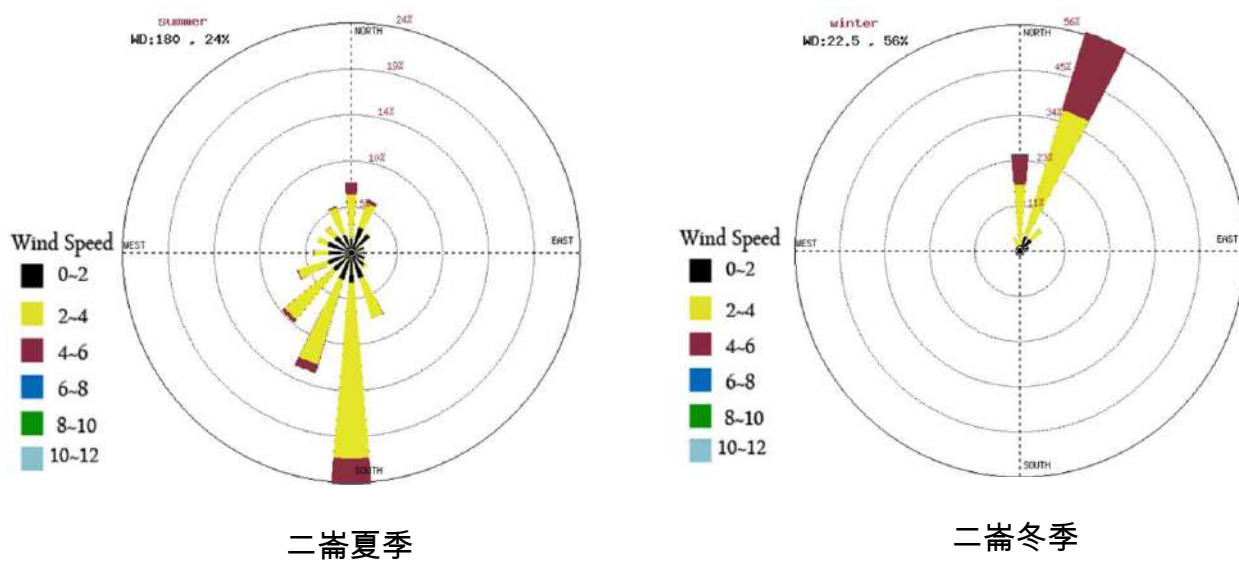


圖 2.2.3-3 二崙鄉歷年平均風向圖

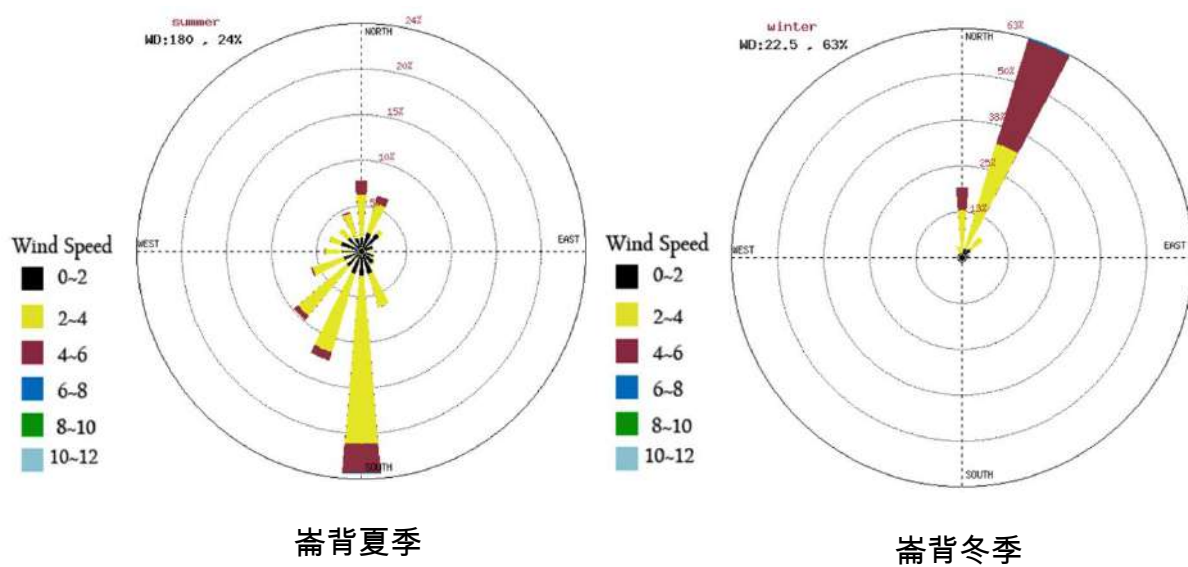


圖 2.2.3-4 崙背鄉歷年平均風向圖

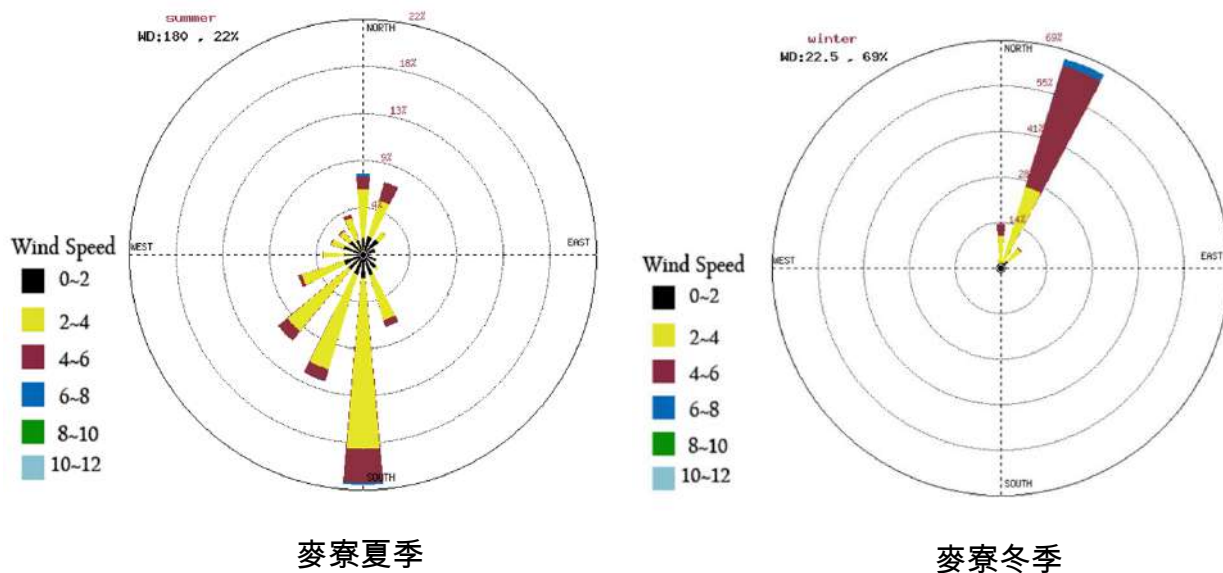


圖 2.2.3-5 麥寮鄉歷年平均風向圖

2.2.4 生態旅遊資源

雲林縣內的多元型態觀光遊憩資源豐富，包括丘陵、平原、海口溼地等自然環境資源及廟會、布袋戲、藝閣、陣頭、武術等傳統藝術與民俗技藝文化資源、具特色的農漁業物產資源、連同近年來結合溼地保育、糖廠鐵道、農村風景和丘陵景觀所發展出的鄉村慢活旅遊型態等，提供發展文化觀光產業的基礎，以下彙整本計畫主要區域鄉志與網站介紹，提出特色遊憩資源與生態旅遊景點串聯。

一、蔴桐鄉

蔴桐鄉位於雲林縣北部，嘉南平原極北端，毗鄰西螺鎮、虎尾鎮、斗六市、林內鄉及彰化縣溪州鄉，面積約 50.85 平方公里，人口數約 2 萬 9 千多人；蔴桐古稱蔴桐巷，清朝以前刺桐叢生，人煙絕跡，先民到此墾荒，擇一小巷建屋成村，刺桐樹綠佈全巷，故取名為蔴桐巷。

諸羅縣志記載「打馬辰陂」，即源由虎尾溪分支流出灌溉孩沙里，蔴桐、饒平厝，直至西螺一帶。由此可知在康熙年間，已經有相當的開墾地。又乾隆年間，閩人真、張、王等姓開拓樹子腳、頂麻園、湖子內等地。清光緒 13 年（西元 1887 年）成立雲林縣，本鄉蔴桐、孩沙里、新莊、番子、甘厝劃屬西螺堡，新庄、湖子內、頂麻園、後埔、樹子腳、大埔尾、油車等地則隸屬溪州堡。

民前十四年，實施縣制，隸屬溪州廳、西螺堡、樹子腳區，日據時代開闢縱貫公路，地方漸漸繁榮，民國九年改為台南州斗六郡蔴桐庄，因政府文書作業的簡略，改稱「蔴桐」，至今成為正式地名。民國三十四年本省光復，至三十五年改為台南縣蔴桐鄉；民國三十九年行政區域重新調整，改隸雲林縣蔴桐鄉。

(1) 孩沙里社區

位在雲林縣蔴桐鄉濁水溪南畔的小小美麗農村社區-孩沙里，它美麗又有趣的地名總是成為遊客對它的第一印象，嘉南平原午后的溫馴冬陽讓大地的百花盛開，只見來自於台灣各地扶老攜幼的遊客們盡情徜徉於花海當中，老少喜悅的神情表露出驚嘆及滿足，這裡正是台灣冬季最自然、美麗的新角落。

孩沙里著名的吹奏樂隊創立至今一甲子，台灣光復初期，聞名遐邇，樂隊至今猶存，喜慶節日表演，成為社區特色之一。孩沙里每年兩期稻作收成後，農民大多種

植向日葵花、波斯菊當綠肥，冬季期間，花海一片，成為特色景觀，吸引愛花、愛好攝影人士流連，踏訪五百甲圳葵花濁水米原鄉，綠野平疇自是春遊踏青好去處。



(2) 福天宮

福天宮位於荖桐鄉興桐村內，供奉天上聖母，於清道光年間創建後，經過多次整修改建，並於民國 86 年重建呈現現在的面貌。

整個廟貌富麗堂皇，在夜幕低垂、燈火通明時，更能顯示出它金碧輝煌的面貌。



(3) 樹仔腳天主堂

樹仔腳天主堂為本縣第一座天主教堂，建於清光緒年間，至民國 19 年改為磚造型式，八角型的屋頂，深具特殊風味



(4) 物產資源

食用作物：水稻。

雜作物：大心芥菜、甘藍、番茄、花生。

特產作物：楊桃、大蒜。

二、西螺鎮

西螺鎮，別稱螺陽，位於臺灣雲林縣北端，北隔濁水溪與彰化縣相鄰，面積約 49.79 平方公里，人口數約 4 萬 7 千多人；以稻米、醬油及西螺大橋聞名各地，為雲林地區重要的農業鄉鎮之一。

西螺最早的居民為平埔族的巴布薩族人，荷蘭時代獎勵漢人移駐開墾，漢人乃漸漸增多。清初時，西螺為台灣墾殖的重鎮，最初稱為「西螺堡」，隸屬彰化縣，光緒 11 年（1887 年）台灣建省後，增設雲林縣，西螺始劃歸雲林。

本鎮位於濁水溪下游，屬於濁水溪沖積平原，由於土壤肥沃遼闊，又有豐富水源可供灌溉，故發展快速，成為農產豐饒的穀倉。濁水溪河道曾數度變更，溪到下游時分北斗溪、西螺溪、虎尾溪入海，日治時代因實施水利防洪計畫，堵塞北斗溪與虎尾溪，使西螺溪成為濁水溪的主流，河道拉寬而呈現在的面貌。

西螺生產了全台灣高達三分之一的蔬菜，主導了國內蔬菜行情。西螺的蔬菜是由農會輔導，採網狀栽培的方式專業生產，這種方式可以降低雨、蟲害帶來的損失，提升生產蔬菜的品質，近年來更積極推廣有機蔬菜的栽培。

(1) 西螺大橋

橫跨濁水溪的西螺大橋是西螺的標誌，昔日台灣西部縱貫公路的交通要衝。

西螺大橋全長 1939.03 公尺，分 31 拱，是當時的遠東第一，僅次於舊金山金門大橋的世界第二大橋。為提升西螺大橋日漸式微的地位，及喚起地方民眾對螺陽文化的重視，螺陽文教基金會於每年春假時，於西螺大橋上舉辦「西螺大橋觀光文化節」活動，夕照紅橋咖啡情，音樂會、風箏比賽等，希望為社區帶來新生命力，並藉以凝聚社區民眾感情，進而帶來觀光人口，增加觀光產業資源，希望重視西螺六十幾年前的耀眼光華，讓西螺再一次親臨現代文藝風潮，創造出一個因跨越紅橋而產生的活力新市鎮。



(2) 西螺延平老街

西螺延平老街與斗六太平老街的建築，屬於同一時期，皆為日據時代時所引進的巴羅克式風格建築，約有六十多年的歷史，每棟屋身正面上層造型多樣的女兒牆，是建築最醒目的部份，屋頂部份，以各式山頭做裝飾，是較常見的一種設計。

延平老街是西螺早期商業區，目前仍遺留下不少保存完善的建築物，例如金玉成鐘樓、螺陽齒科，還有之前為「捷發乾記茶莊」，目前已成為西螺旅遊「問路店」的老街文化館；老街在建興路與大同路間，有多家西螺名產伴手禮專賣店、西螺醬油觀光工廠，如果想品嚐西螺小吃的人，這裡也有多家美食店。



(3) 廣福宮

廣福宮發源於順治元(西元 1644 年)，俗稱新街媽祖廟，主祀天上聖母，又稱開基大媽，為台灣三大歷史悠久的媽祖廟之一，已經是擁有三百多年歷史的老廟，由於建立廟宇是由當時文東、福建省移民開墾者一點一滴辛苦捐獻而成，為了紀念眾多信徒的捐助故取名為廣福宮，每當農曆三月二十三日媽祖聖誕時，宮內會大設道壇，隆重祭典，可說是地方上的大事，每當祭典之時，總是可見人潮湧進的熱鬧景象。

廣福宮主要祭祀天上聖母，這是早期西螺居民由大陸渡台時，由湄洲媽祖廟分出金身而迎至西螺祭祀。為二進式建築的廣福宮，因廟宇是由當地居民捐獻所建，因此便取名為「廣福」宮。廣福宮經歷了三百多年歷史，其中經過多次重建修繕，也曾毀於西元 1971 年地震，才得廣福宮今日面貌，廣福宮採用三川五門閩南式木造建築，前有拜殿，正殿兩側牆壁刻有忠孝節義故事，行至後殿可見龍吟水池，整座廟宇莊嚴素淨。其中宮內收藏許多百年古蹟，包括石爐、石柱、古式巨籤(功德榜)、匾額及雙獅座瓜筒等等，都足以證實廣福宮的悠久歷史。



(4) 振興宮

振興宮的外觀雖然看起來樸實不起眼，不過這裡可是祭祀七崁武術始祖——阿善師的牌位，振興宮旁的振興社，就是昔日阿善師開創的武館。從一開始的牌坊，一直到廟後的阿善師墓園，都可以看出西螺七崁與西螺發展的歷史淵源。

提到西螺七崁武術，就不能不提到阿善師（劉明善），阿善師在西元 1828（道光八年）來台後就定居於西螺，由於他本身精通武術，因此便在這開設武館，訓練弟子，讓西螺武風鼎盛。振興宮後面阿善師的墓園，並不是他原本葬於此地，而是後人遷移到此。



(5) 福興宮

福興宮創建於西元 1723 年，主要奉祀天上聖母（媽祖），廟內保存許多貴重古物，如天上聖母神像、十八羅漢像、石柱和石獅等，都是精雕細琢的藝術品。

廟內留存了許多古物如天上聖母神像、十八羅漢像等。兩根石柱和兩座石獅是同治年間所立，石材為大陸的隴石，也是精工雕琢的珍貴藝術品。廟內還有年代久遠的幾塊牌匾：「海國安瀾」、「好義從風」、「莫不尊親」等，使殿宇增輝。



(6) 振文書院(文祠廟)

振文書院位於興農西路與文昌路口，其前身為文昌帝君祠，建於 1797 年〈清嘉慶二年〉禮奉文昌梓潼帝君，文衡帝君，孚佑帝君，朱衣帝君，綠衣帝君，俗稱五大文昌帝君；鎮民稱其為「文祠廟」，文祠內曾設「振文社」與「莢社」，「義孚社」等社團。供愛好詩詞的文人雅士聚會，1812 年〈嘉慶 17 年〉，振文社王有成等倡議

成立書院，廖澄河等士紳熱心捐資興建，次年告成，樑上懸有 1813〈嘉慶癸酉〉年梅月古匾，寫著「千秋書祖」字，為雲林縣碩果僅存的書院。

後來並成為愛好詩詞的文人雅士聚會場所，當時設有詩社、學堂，文風極盛一時。1985 年由內政部正式列為三級古蹟，並撥款維修，補建山川門一座，1989 年完竣。振文書院後來雖歷經多次整修，但依舊保持溫文典雅氣氛，是清代雲林四大書院碩果僅存者。目前已列入國家三級古蹟，是雲林地區相當珍貴的文化資產。



(7) 廣興教育農園

廣興教育農園位於西螺鎮郊區，立於民國 86 年 12 月，是一處呈現農村風貌與自然生態的休閒觀光農園，同時也是雲林縣政府與國立自然科學博物館推廣本土生物復育的場地，以 1.5 公頃的人造生態棲地，提供外界研習生態教育的戶外大教室；全園地形區分為鳥餌植物區、溪流生態區、蜜源植物區、草原生態區、草澤生態區、珍貴稀有多肉植物區，以展現[乾旱]、[草原]、[水塘]等三大自然生態系。



(8) 西螺綠堤防

西螺大橋周邊綠廊與堤防培厚綠化改善工程，主要有西螺大橋南側綠美化、綠地公園景觀工程、「濁水溪大茄苳堤防河川環境改善工程」約 1107 公尺及「濁水溪大茄苳堤防下游段河川環境改善工程」約 578 公尺。

為了營造西螺大橋景觀，95 年交通部觀光局原來補助雲林縣政府 4800 萬興建大橋東側綠地公園。原規劃內容過多的人工設施，較不符合生態原則，為了將有限的資源發揮到最大的功用，縣府決議推動「西螺大橋人文旅遊帶工程」，將該筆經費拆為大橋東側綠地公園第一期工程 1100 萬、大橋燈光工程 1900 萬以及西螺道之驛第一期建物主體工程 1800 萬，同時進行。第一期工程包含大橋燈光工程和東側公園，第二期工程爭取到行政院擴大內需經費 1000 萬，堤頂部分爭取四河局 1000 萬元經費，配合進行景觀營造；道之驛的主體工程也已經完工，後續經費順利完成第二期景觀工程 500 萬，第三期景觀工程 1600 萬。逐步完成西螺交流道進入雲林之首站「道之驛」、西螺大橋到大農倉的旅遊動線。



三、二崙鄉

二崙鄉位於雲林縣之最北端，以濁水溪為界與彰化縣為鄰，南界新虎尾溪接虎尾鎮，東臨西螺鎮，西靠崙背鄉，東西 8.29 公里，南北 8.18 公里，全鄉為一片方形平原地，總面積 59.5625 平方公里。二崙鄉境內居民於清朝康熙、乾隆年間由福建省泉州晉江縣、漳州詔安縣等人民移居結成村落，當時在平原中有二個丘陵連座，因此命名為『二崙』，鄉公所所在地日據時期稱為二崙，光復後因行政區域之調整將二崙分為崙東、崙西二村。

本鄉地勢平坦，土壤肥沃，交通便利，水利設施完善，居民以農為主，係屬典型農業鄉；在先民披荊斬棘、胼手胝足、慘淡耕耘下，已成全臺重要農業生產地，二崙米、二崙西瓜、香瓜，更是聞名遐邇，素有台灣穀倉之雅號。

(1) 武術技藝

西螺七崁其中有四崁位於本鄉境內，舞獅技藝風行全鄉，二崙的尚武精神與傳統舞獅技藝，傲視全臺。

(2) 西瓜節

每年西瓜採收期（四~六月）自強大橋南端果菜市場人聲沸騰、車潮如織，一片豐收榮景。

(3) 濁水夕照

本鄉北邊隔著濁水溪與彰化縣竹塘鄉相對，由於南岸河床高出平常水面，許多鄉民向河川局承租沙洲，用來種植農作，其中以出產優質西瓜聞名全台，在這裡要為大家介紹落日黃昏時，不妨來觀賞夕陽，看見金黃色的霞光映照在水面上，別有一番滋味在心頭，另外也可以在河堤上散步，目前最佳地段是義庄村至楊賢村之間，這個景點同時可以搭配四番地自然健康步道及未來健康步道外圍之自行車步道，適合全家、好友一齊前來郊遊。

可觀賞夕陽，看見金黃色的霞光映照在水面上，別有一番滋味在心頭，另外也可以在河堤上散步，目前最佳地段是義庄村至楊賢村之間，這個景點同時可以搭配四番地自然健康步道及未來健康步道外圍之自行車步道，適合全家、好友一齊前來郊遊。



(4) 二崙運動公園

位於二崙國中北面，雲 27 縣東西兩側，佔地約 6.02 公頃，屬於綜合體育運動公園，經過多次充實設施後，已是本鄉新的景點，裡面擁有全縣最大的綠地廣場、壘球場、休憩中心（鄉內老人活動場所）、軍史公園、網球場、兒童遊樂場、森林浴場、休閒步道及台糖小火車展示場。

擁有全縣最大的綠地廣場、壘球場、休憩中心（鄉內老人活動場所）、軍史公園、網球場、兒童遊樂場、森林浴場、休閒步道及台糖小火車展示場，適合全家大小或是遠地親朋好友來訪時，最佳運動休閒談心的好去處。



(5) 物產資源

食用作物：水稻。

雜作物：蔬菜、甘薯、落花生、玉米。

特產作物：西瓜、香瓜。

畜產：毛豬、肉雞、乳羊。

四、崙背鄉

本鄉緊鄰濁水溪，即彰化縣雲林平原西部由東向西傾斜的濁水溪沖積平原上，地勢平緩，全境標高最高處為二十一公尺，最低處為七公尺，地形略雨鞋狀，或稱海棠葉狀。

濁水溪流經崙背鄉北邊，與彰化縣為界，距離雲一五四縣道約二公里路程，濁水溪到下游分三流赴海，北為北斗溪，中為西螺溪，南為虎尾溪，日治時期，日人實行水利防洪計畫，一度堵塞北斗、虎尾兩溪，形成西螺溪為濁水溪的主流，水量遽增，河道啦寬，民國七年（一九一八年），上游山洪爆發，將濁水溪衝擊成現狀，岸寬約二公里，溪中礫石遍布，沙洲淤積，形成沿線寬廣的高灘沙地。

早期為防止水患，在濁水溪案興建有一座堤防，因濁水溪淤積相當嚴重，行水區水量越來越少，舊堤防逐漸被樹叢所佔，堤防內自然形成大量可耕的高灘地，沿線農民遂在該處開墾，西螺地區有種植稻米、西瓜，崙背地區則多種植洋香瓜及花生，後來種植面積越來越大，為了保護這些新耕地，水利單位又再就提北方新建一道堤防，造成現今濁水溪岸有兩道堤防，舊堤防現已被雜草及樹叢佔據，尚可看出大概輪廓，新、舊堤防間的土地，除了農作物外，民國八十年六輕後進駐雲林沿海的麥寮工業區開發後，巨大的高壓電塔，以及沿線各鄉鎮的垃圾掩埋場，也都盤據濁水溪河道旁，另在新堤防內，因同樣產生淤積情形，也有農民開始開墾種植瓜類農作物。

(1)藝術

瓦楞紙在生活中隨處可見，崙背鄉《悠紙生活館》是榮星紙業由傳統包裝紙箱，發展為文創產業所成立的觀光工廠，顛覆一般人對於瓦楞紙的概念，悠紙生活館以瓦楞紙開發玩具產品有『搖搖馬』...，也結合在地宗教信仰文化開發『紙愛媽祖』，還有很多DIY及戶外教學產品，更將崙背鄉的特色產品:客家開口獅、洋香瓜、乳牛、錦鯉魚、布袋戲...都用瓦楞紙展現出來。

(2)酪農專區

崙背是全國第一個設立乳牛專業區的地方，目前飼養約八千多頭乳牛，並引進荷蘭荷士登牛，積極改良養育，使其適應台灣氣候，因此崙背素有畜牧鄉之稱。

(3)貓兒干生態教育農園

由貓兒干文史協會經營的教育農園，透過改變農地的使用方式，以生態與藝文為基礎工作，繼而發展出兼具生態、教育、休閒與藝文的空間。「貓兒干」之名，是因為協會的所在地就是以前洪雅族「貓兒干社」的活動範圍。

全園區不使用化學農藥，有時刻意讓雜草叢生，栽種將近 200 種可吃可看可聞好玩的、吸引昆蟲與鳥類的植物，因此有了豐富的農村生態景觀。

園區設置生態池，種植水生植物，放養大肚魚、吳郭魚、蝦子、蜆仔、田螺，時常出現紅冠水雞、白鷺鷥、白腹秧雞、緋秧雞、翠鳥等野生鳥類，生態資源豐富。使用木條釘製的舞台座落在 20 幾年樹齡的蒲葵樹叢下，可辦理中型活動聚會。



五、麥寮鄉

麥寮鄉位於雲林縣的西北角，面積約為一百零六平方公里，北以濁水溪與彰化縣大城鄉為界，南以新虎尾溪與雲林縣台西鄉、東勢鄉及褒忠鄉為鄰；東鄰崙背鄉，西則濱臨台灣海峽。麥寮鄉濱臨台灣海峽，海岸陸棚平坦，海底生物極為豐富，利魚類棲息繁殖，漁業發展條件良好，為居民開闢了農業之外的另一項財源。

麥寮鄉昔日為洪雅族南社及貓兒干社的活動範圍，漢人最早的開發重心是海豐港，康熙年間該港已成為沿岸貿易門戶之一。民國三十四年台灣光復，台南州改名台南縣，並改郡為區，廢街庄為鄉鎮。本鄉屬台南縣虎尾區崙背鄉麥寮，並分南村和北村。當時麥寮距鄉治中心達十公里以上，經地方仕紳爭取置鄉，於民國三十五年八月二十五日與崙背分治，正式成立麥寮鄉。民國三十九年九月新設雲林縣，原屬於台南縣之斗六、虎尾、北港三區乃改隸雲林縣，從此本鄉改隸雲林縣至今。

麥寮地處較偏遠，一般居民以農牧為業。因為沿海地區土壤鹽分較高，再加上海風吹拂，可耕種作物種類受到很大限制；而豬隻、家禽及水產等養殖業則一直在麥寮產業佔有極大的份量。

(1)拱範宮

拱範宮是雲林四大廟宇之一。創建於清康熙 24 年（西元 1685 年），意求拱衛範圍內生靈平安永康，奉祀湄洲媽祖廟正六媽神像，每年天上聖母聖誕，朝香膜拜信徒絡繹不絕，熱鬧非凡。迄今已逾三百多年，廟內擁有多件文物古蹟，為當地重要的信仰中心。

整座拱範宮就是一件藝術佳作，尤以剪粘藝術為翹楚。剪粘之製作是利用磁瓦或碗片，剪成適用的部位，一一粘裝貼上，利用創意與技術，將現成或不用的破碗片雕塑成藝術品，宮殿內外塑鳥雕花，蟠龍附鳳，亮彩華麗，實為藝術與文化之極品，列為縣定古蹟。



(2)歌仔戲

「拱樂社歌仔戲團」是麥寮媽祖廟「拱範宮」的子弟戲，曾是日本人離台後早期歌仔戲內台戲鼎盛時期的代表，當時的演員都以出身拱樂社為榮，包括知名電視歌仔戲藝人許秀年、連明月、台北「美雲歌劇團」的陳美雲、「漢陽」的王春美、「宜蘭英」李秋娥等人。

拱樂社歌仔戲團團長陳澄三先生為鼓勵喜愛藝術的青少年學習，並創辦戲劇補習班。拱樂社戲劇補習班於民國五十四年開班，共招生五期，一期學員一百五十人。至民國六十五年，因拱樂社劇務結束，才告解散。拱樂社最大的特色就是大膽投資拍攝歌仔戲電影。台灣的第一部黑白電影「薛仁貴與王寶釧」，之後更拍有「補破網」、「雨夜花」等十八部電影之多。在電影界貢獻可謂不少。

(3) 風力發電機組

四部由丹麥進口風力發電機，聳立在北堤濁水溪出海口，高度 45 公尺，葉片直徑 47 公尺，迎風發出呼呼聲響，雖然經濟效益不高，卻是目前政府大力提倡的綠色能源宣傳之標的。

本處吸引桃園、苗栗、新竹、屏東等有意興建風力發電縣市之地方人士組團前來觀摩，沿海地區廟會活動進香團必到拍照留念之處，更是鄰近縣市國小學童戶外教學的好場所。



(4) 物產資源

食用作物：水稻。

雜作物：蔬菜、大蒜、落花生、高麗菜。

特產作物：西瓜、蔥。

畜產：毛豬、家禽、水產養殖。



資料來源：林務局南投林管處

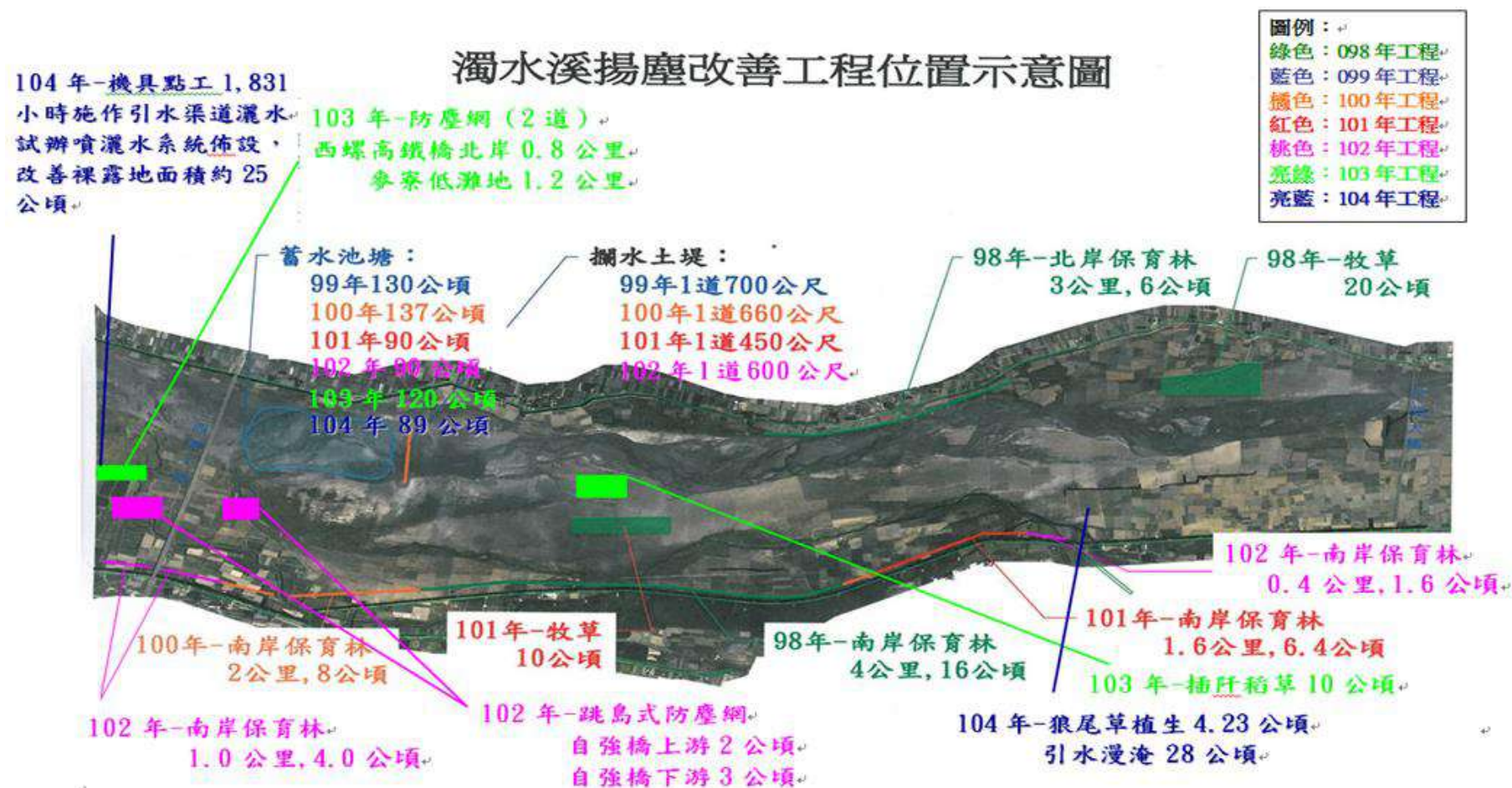
圖 2.3-2 林務局協助造林位置圖

2.4 水利署揚塵防治工程

經濟部水利署第四河川局為濁水溪主管機關，於 98~104 年間在下游揚塵潛勢區進行多項揚塵防治工程，採取的揚塵改善策略主要有：臨水側低灘地採水覆蓋工法(蓄水池塘等)、中低灘地採覆蓋工法(植生、防塵網等)、高灘地採綠覆蓋工法(防洪保育林帶)。

執行工法統計略述如下：防洪森林帶共約 12 公里，抑制揚塵面積約 48 公頃、牧草植生 3 處，改善抑制揚塵面積約 34 公頃、攔水土堤 1 道，每年抑制揚塵面積約 100 公頃、蓄水池塘 1 道，每年抑制揚塵面積約 100 公頃、防塵網 4 處，改善面積約 9 公頃、扦插稻草 1 處改善面積約 10 公頃、水車每年約 100 台次。

歷年改善工程位置詳圖 2.4-1。



資料來源：水利署第四河川局

圖 2.4-1 水利署揚塵改善工程位置示意圖

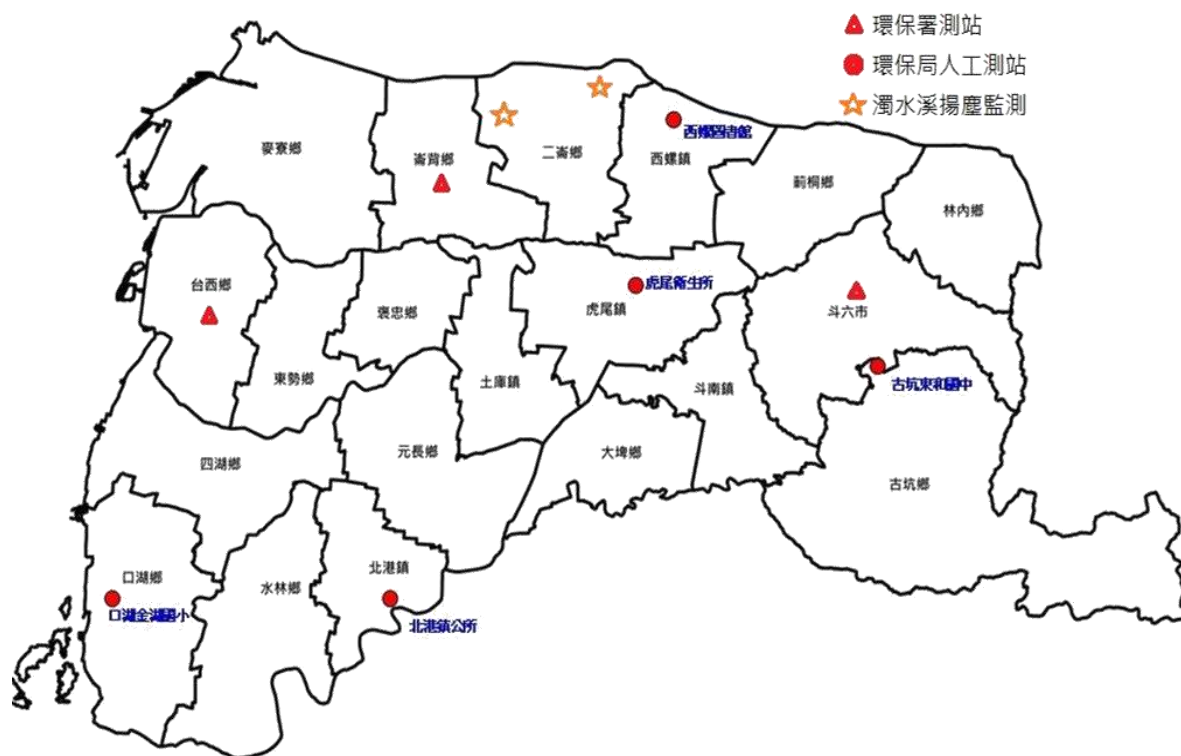
第三章 河川揚塵分析與工法蒐整

濁水溪下游河段，每年 11 月至翌年 3 月間，由於枯水期水量減少，河床裸露面積增加，又加上東北季風盛行，常造成揚塵現象，影響鄰近鄉鎮生活品質。濁水溪下游河段斷面寬廣、揚塵潛勢區面積甚大，本計畫將歷年濁水溪管理單位已於濁水溪河岸執行各項揚塵防制試辦工作成果顯示，以改善低灘裸露地區、中高灘河川公地之揚塵及分析揚塵工法功效與經濟效益評估。

3.1 空氣品質監測資料

一、空氣品質監測站

行政院環保署為評估台灣各地區空氣品質現況，自民國 70 年開始著手規畫「台灣地區空氣品質監測網」，至今已有 73 個空氣品質監測站，以求能完整掌握即時空氣品質現況。雲林縣目前設有 11 個空氣品質監測站，包含：4 個環保署設立自動監測站(2 個一般監測站崙背國中崙背測站與斗六高中斗六測站及 2 個工業監測站台西鄉圖書館台西測站於民國 100 年 5 月份成立之麥寮鄉消防隊麥寮測站)、5 個環保局設立之人工測站(古坑鄉東和國中、虎尾鎮虎尾衛生所、西螺鎮圖書館、北港鎮公所及口湖鄉金湖國小、)及 2 個濁水溪揚塵監測站(二崙鄉旭光國小及義賢國小)等，監測項目包括 PM₁₀、SO₂、CO、THC、O₃、NO_x(NO,NO₂)、PM_{2.5} 等，透過數據線路傳輸，可即時掌握雲林地區空氣品質狀況，相關位置如圖 3.1-1 所示。另外 5 個環保局設立之人工測站，分別設置於雲林縣環保局、北港鎮公所、虎尾鎮衛生所、斗南鎮圖書館及西螺鎮公所等，監測項目為 TSP 與落塵量，各測站基本資料如表 3.1-1 所示。



資料來源：行政院環保署

圖 3.1-1 雲林空氣品質監測站分佈圖

表 3.1-1 雲林縣現有空氣品質測站設置概況

測站種類	站名	UTM 座標(m)		高度(m)	監測項目								
		東距	北距		PM _{2.5}	PM ₁₀	SO ₂	CO	THC	NO _x	O ₃	TSP	Dust
環保署自動測站	崙背測站	183225	2628665	12	✓	✓	✓	✓		✓	✓		
	斗六測站	202674	2623271	14	✓	✓	✓	✓		✓	✓		
	台西測站	167150	2622275	15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	麥寮測站	172898	2628155	7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
環保局人工測站	古坑東和中	205931	2620335	10								✓	✓
	口湖金湖國小	163651	2608070	10								✓	✓
	北港鎮公所	178118	2607464	15								✓	✓

	虎尾衛生所	191426	2623740	10								✓	✓
	西螺鎮公所	194747	2632802	14								✓	✓
濁水溪監測站	二崙旭光國小	184522	2633781	8		✓							
	二崙義賢國小	189442	2635107	8		✓							

(1)崙背測站

崙背測站屬一般監測站，位於雲林縣崙背鄉崙背國中三樓頂，附近為農田無影響採樣氣流之虞，測站東側約 360 公尺為省道台 19 線，車流量較大，該站距離濁水溪南岸堤防約為 6.16 公里，周遭為崙背鄉民眾活動範圍中心，較適合做為揚塵敏感判別測站。

(2)斗六測站

斗六測站屬一般監測站，該站位於雲林縣斗六市斗六高中三樓頂，該站位置並非於濁水溪沿岸鄉鎮中，亦因此其觀測值變化較沿岸測站不同，可與其比較作為差異分析，採樣口離地面高約 14 公尺，附近車流量受上、下學影響較大，此外該站距離濁水溪南岸堤防約 8.12 公里，縱跨林內鄉及莿桐鄉，屬較不易受揚塵影響之測站。

(3)台西測站

台西測站屬工業監測站，位於台西鄉圖書館之樓頂，該站位置並非於濁水溪沿岸鄉鎮中，亦因此其觀測值變化較沿岸測站不同，可與其比較作為差異分析，四周圍為農田及魚塭，氣流角度佳，離海邊不遠，地表裸露風沙較大，懸浮微粒觀測值亦受其地理環境影響，此外該測站距離濁水溪南岸堤防約 11.5 公里。

(4)麥寮測站

麥寮測站屬工業測，站位於雲林縣消防局麥寮分隊頂樓，採樣口離地高約 7 米，相距濁水溪堤防約為 7.27 公里。

(5)義賢測站

義賢測站屬專為濁水溪設立之揚塵監測站，位於二崙鄉義賢國小樓頂，測站環境總高度 8 公尺，測站周遭最近多屬樹林，其觀測濃度值易受樹林阻礙影響，該站距離濁水溪南岸堤防約 0.31 公里，其懸浮微粒觀測值濃度易受濁水溪揚塵影響導致變化。

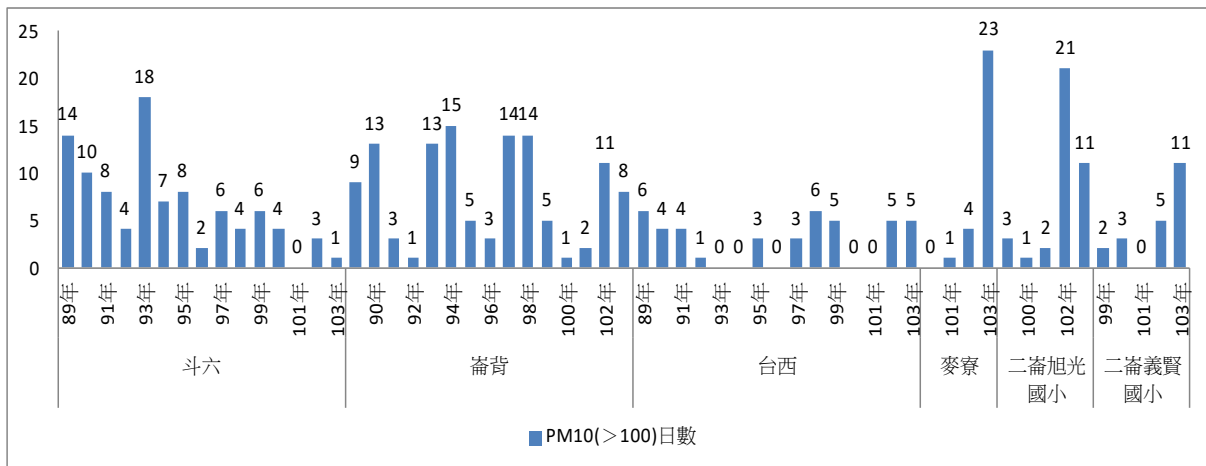
(6) 旭光測站

旭光測站位於二崙鄉旭光國小樓頂，屬專為濁水溪設立之揚塵監測站，測站環境總高度 8 公尺，該站距離濁水溪南岸堤防約 1.42 公里，其懸浮微粒觀測值濃度易受濁水溪揚塵影響導致變化。

二、空氣品質不良日分析

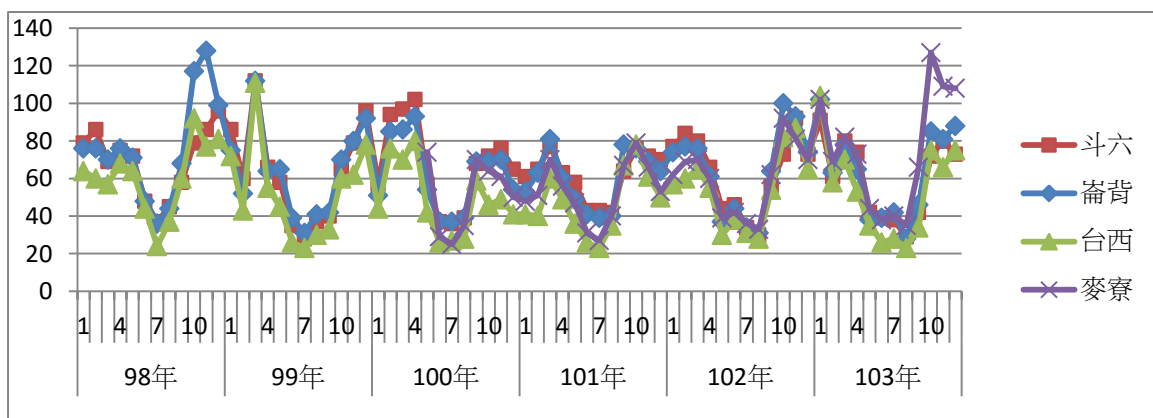
就各測站歷年 PSI 指標統計方面，彙整分析 89 年至 103 年 PSI(>100)之站日數，如表 3.1-2 所示。由統計資料顯示造成雲林縣 PSI(>100)之污染物主要為懸浮微粒與臭氧。其中又以懸浮微粒發生之比率較高，因此往後於發佈空品惡化時，應針對這兩個測站週邊道路上風處加強洗街工作，以降低懸浮微粒產生之影響。

此外，就環保署一般測站(斗六與崙背測站)及工業測站(台西與麥寮測站)空氣品質不良主要指標污染物，進行不良日數統計變化來看，其中斗六測站的 PM₁₀ 不良日，89 年至 93 年有逐年增加的趨勢，但 94 年至 98 年起則有逐漸降低的趨勢。就斗六測站與崙背測站歷年 PM₁₀ 月平均分析相較而言(如圖 3.1-2)，96 年各測站的 PM₁₀ 不良站日數有較往年大幅改善，然而 97 年各測站 PM₁₀ 不良站日數則呈現偏高現象。98 年 PSI(>100)已達 37 站日數，其中 24 站日主要是由懸浮微粒所引起，於 99 至 100 年度站日數則有稍為明顯下降趨勢；彙整 100 年至 103 年本縣各空品測站 PM_{2.5} 月平均值進行分析(圖 3.1-4)，發現 2 至 4 月份期間斗六測站濃度有上升之情形，平均值 43.43μg/m³，崙背測站 2 月份數據為最高值達 52.05μg/m³，台西測站 6 至 8 月份稍有下降，平均值為 31.99μg/m³。此外，由圖 3.1-3 所示，PM₁₀ 於每年 10 月至翌年 4 月其值皆屬較高部分，可初步推估因濁水溪沿岸受秋冬的東北季風影響而造成。



註：1.資料來源為行政院環保署網站。2.麥寮測站為 100 年 5 月 30 日設立。

圖 3.1-2 雲林縣空氣品質測站 PM₁₀(>100)站日數統計分析



註：1. 資料來源為行政院環保署網站。2. 麥寮測站為 100 年 5 月 30 日設立。

圖 3.1-3 斗六、崙背、台西及麥寮測站歷年 PM₁₀ 月平均分析

表 3.1-2 雲林縣空氣品質測站 PM_{2.5} 月平均彙整表

月份	空品測站			
	斗六測站	崙背測站	台西測站	麥寮測站
100/1	38	30	27	—
100/2	64	52	48	—
100/3	65	31	41	—
100/4	67	33	50	—
100/5	38	20	31	—
100/6	24	13	18	19

100/7	24	13	17	17
100/8	25	15	21	18
100/9	45	27	42	39
100/10	44	20	31	32
100/11	47	21	32	32
100/12	39	19	26	24
101/01	38	33	28	25
101/02	43	39	27	26
101/03	52	49	34	34
101/04	38	40	31	29
101/05	31	35	28	21
101/06	29	20	15	11
101/07	26	32	15	11
101/08	25	27	24	19
101/09	36	41	32	29
101/10	41	44	33	32
101/11	45	42	36	37
101/12	42	34	28	29
102/01	45	44	34	37
102/02	47	49	37	40
102/03	46	43	39	39
102/04	41	40	37	39
102/05	26	23	23	19
102/06	26	25	25	19
102/07	20	22	16	15
102/08	19	18	14	16
102/09	35	34	26	32
102/10	37	35	29	36
102/11	55	42	33	37
102/12	49	45	36	41
103/01	54	52	43	44
103/02	36	37	31	33
103/03	47	46	42	40
103/04	43	39	37	39
103/05	20	22	24	19
103/06	17	15	14	10
103/07	20	19	19	12

103/08	15	13	16	11
103/09	25	22	24	19
103/10	46	37	38	37
103/11	49	37	33	35
103/12	42	39	35	34
104/01	47	47	39	41
104/02	47	44	36	38

註：1.資料來源為行政院環保署網站。2.麥寮測站為 100 年 5 月 30 日設立。

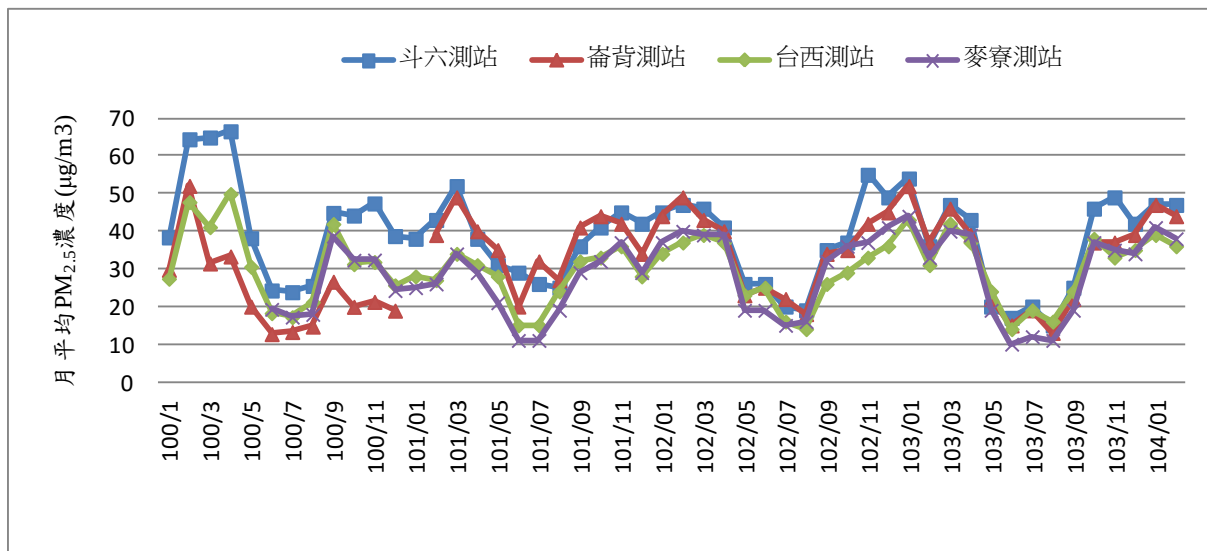


圖 3.1-4 斗六、崙背、台西及麥寮測站 PM_{2.5} 月平均比較

表 3.1-3 空氣品質測站 PSI(>100)日數分析

空氣品質監測站 PSI(>100)日數分析			
測站別	年度	PSI(>100)日數	PM ₁₀ (>100)日數
斗六	89 年	17	14
	90 年	17	10
	91 年	16	8
	92 年	11	4
	93 年	29	18
	94 年	15	7
	95 年	10	8
	96 年	15	2
	97 年	11	6
	98 年	9	4
	99 年	10	6
	100 年	5	4
	101 年	1	0
	102 年	4	3
	103 年	3	1
崙背	89 年	17	9
	90 年	14	13
	91 年	10	3
	92 年	6	1
	93 年	25	13
	94 年	23	15
	95 年	12	5
	96 年	13	3
	97 年	17	14
	98 年	22	14
	99 年	6	5
	100 年	3	1
	101 年	2	2
	102 年	12	11
	103 年	8	8
台西	89 年	9	6
	90 年	4	4
	91 年	4	4

	92 年	1	1
	93 年	0	0
	94 年	0	0
	95 年	3	3
	96 年	0	0
	97 年	3	3
	98 年	6	6
	99 年	5	5
	100 年	0	0
	101 年	0	0
	102 年	5	5
	103 年	5	5
麥寮	100 年	0	0
	101 年	1	1
	102 年	4	4
	103 年	23	23
二崙旭光國小	99 年	3	3
	100 年	1	1
	101 年	2	2
	102 年	21	21
	103 年	11	11
二崙義賢國小	99 年	2	2
	100 年	3	3
	101 年	0	0
	102 年	5	5
	103 年	11	11

三、人工測站 TSP 監測結果分析

本縣之人工測站於 99 年間將雲林縣環保局及斗南鎮圖書館之測站位置移至東和國中及金湖國小，目前各人工測站之位置分佈如圖 3.1-5，可發現除西螺圖書館之測點外，其於人工測站之位置皆距濁水溪較遠。

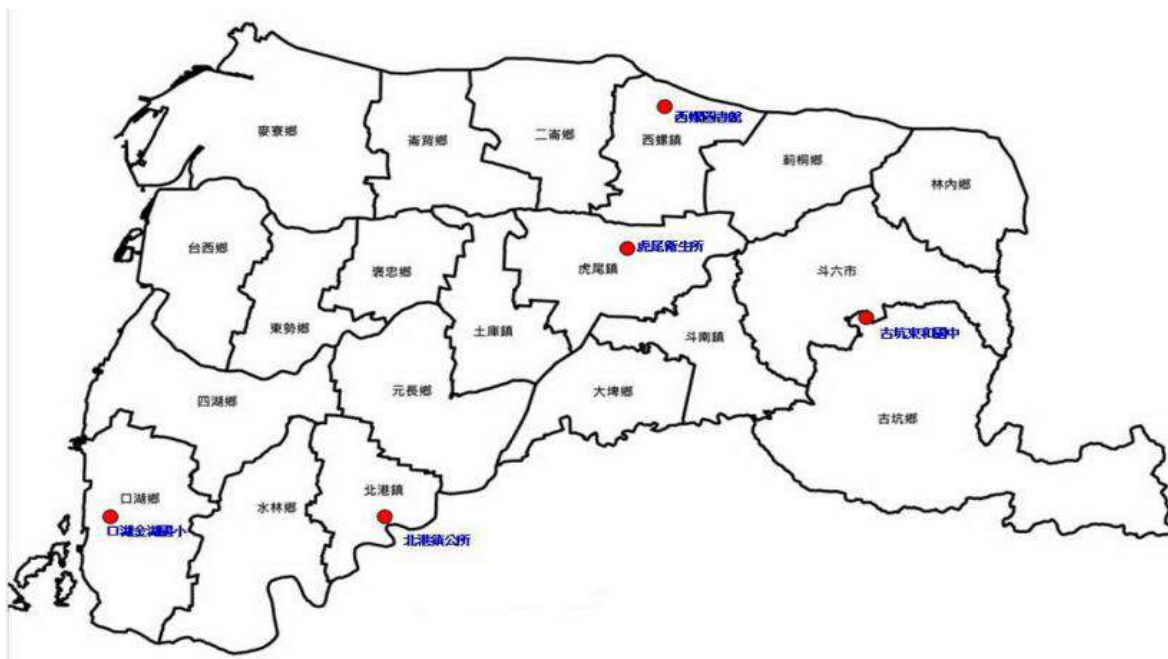


圖 3.1-5 雲林縣人工測站位置分佈圖

彙整各測站近年度平均監測結果如圖 3.1-6，可發現自 94 年~95 年間，TSP 監測值呈逐步下降之趨勢，自 96 年起則略微上昇，100 年開始則呈現下降之趨勢，若以西螺圖書館之監測值來看，則以 97 年達最高值，98 年起則又下降，自 102 年起則略微上昇。

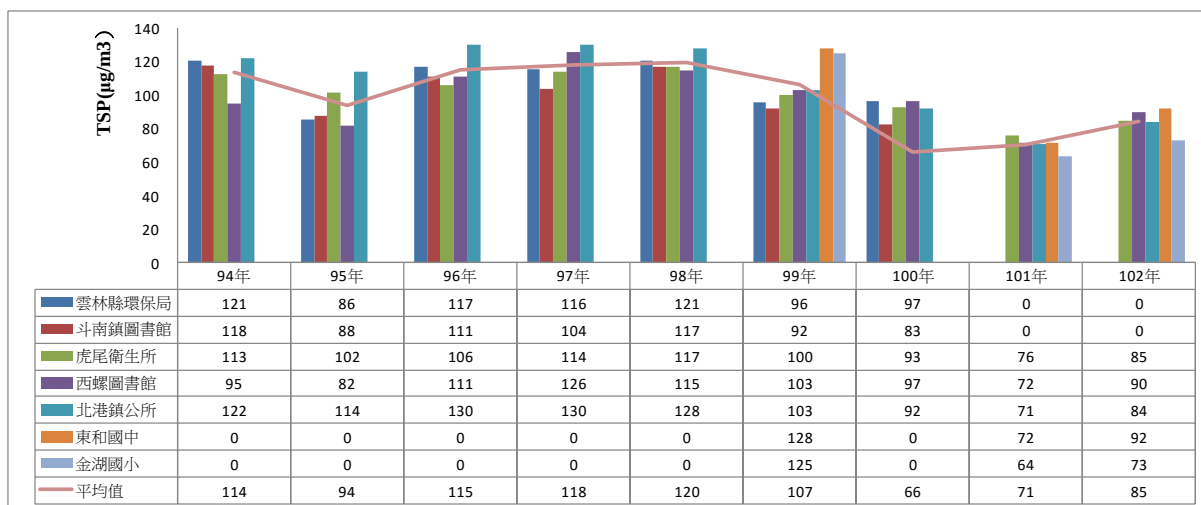


圖 3.1-6 人工測站歷年監測結果

3.2 濁水溪河床裸露概況

依據濁水溪航照圖資料，以 GIS 系統進行濁水溪裸露河床面積推估，經初估後發現雲林縣境內濁水溪嚴重裸露之揚塵潛勢區段主要有 5 處，由上至下游分別為 A. 中沙大橋與溪州大橋間(裸露面積約 35 公頃)、B. 西螺大橋與高鐵橋之間(裸露面積約 45 公頃)、C. 二崙清潔隊前低灘地(裸露面積約 100 公頃)、D. 崙背鄉草湖段低灘地(裸露面積約 220 公頃)，及 E. 西濱大橋以西出海口大片裸露沙丘(裸露面積約 305 公頃)，總裸露面積約 705 公頃。雲林縣裸露地原始分布現況請參閱圖 3.2-1。



圖 3.2-1 濁水溪揚塵好發區位置圖

目前濁水溪於雲林地區發生揚塵現象較顯著地區，以中下游段揚塵現象最為顯著，依據環保局近年統計，彙整濁水溪下游河段於 97、98、101 年發生相關情事。相關揚塵好發狀況如圖 3.2-1~5 所示。

針對近年濁水溪發生之嚴重沙塵風暴情形詳細紀錄如下：

(一)97 年度揚塵情形如圖 3.2-2，拍攝日期為 97 年 12 月 5 日。當日崙背測站之 PSI 值達到 482，屬於有害等級，懸浮微粒濃度最大小時值為 $952\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

(二)98 年度揚塵情形如圖 3.2-3 所示，拍攝時間為 98 年 11 月 2 日。當日崙背測站

之 PSI 值達到 500，屬於有害等級，且雲嘉南空品區之 PSI 值亦高達 500 的有害等級，當日懸浮微粒濃度最大小時值更高達史上最高的 $2,532 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

(三)101 年度揚塵情形如圖 3.2-4 所示，拍攝時間為 101 年 9 月 14、15 日。當日崙背測站之 PSI 值分別達到 119.9、100，屬於不良空品等級，當日懸浮微粒濃度最大小時值達 434 、 $289 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

(四)103 年揚塵情形如圖 3.2-5 所示，拍攝時間為 101 年 10 月 10 日。當日崙背測站之 PSI 值分別達到 100，屬於不良空品等級，當日懸浮微粒濃度最大小時值達 $492 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。





圖 3.2-2 97 年揚塵好發情形

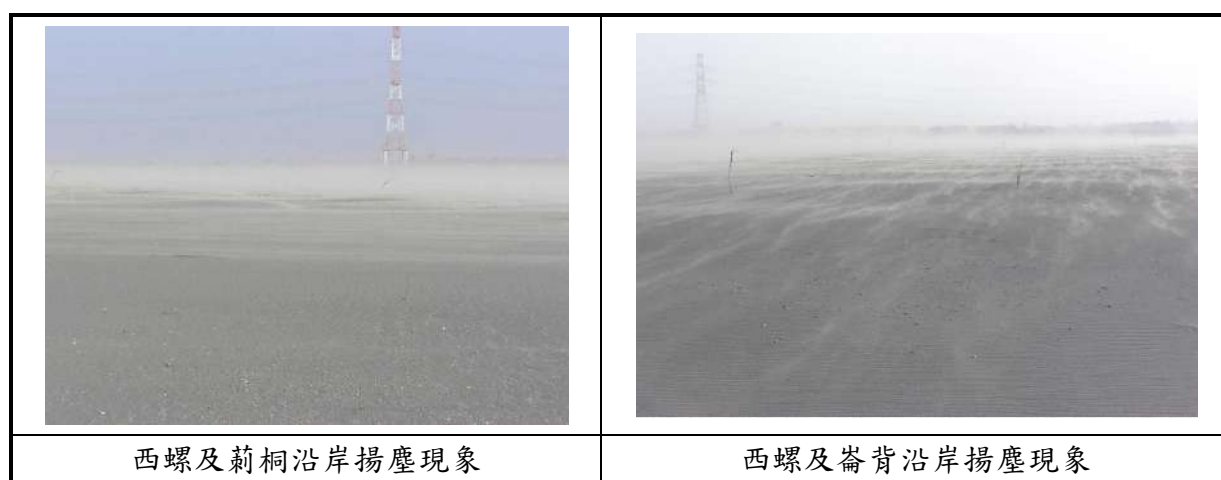


圖 3.2-3 97 年 12 月 5 日濁水溪沿岸揚塵現象(PSI：482)

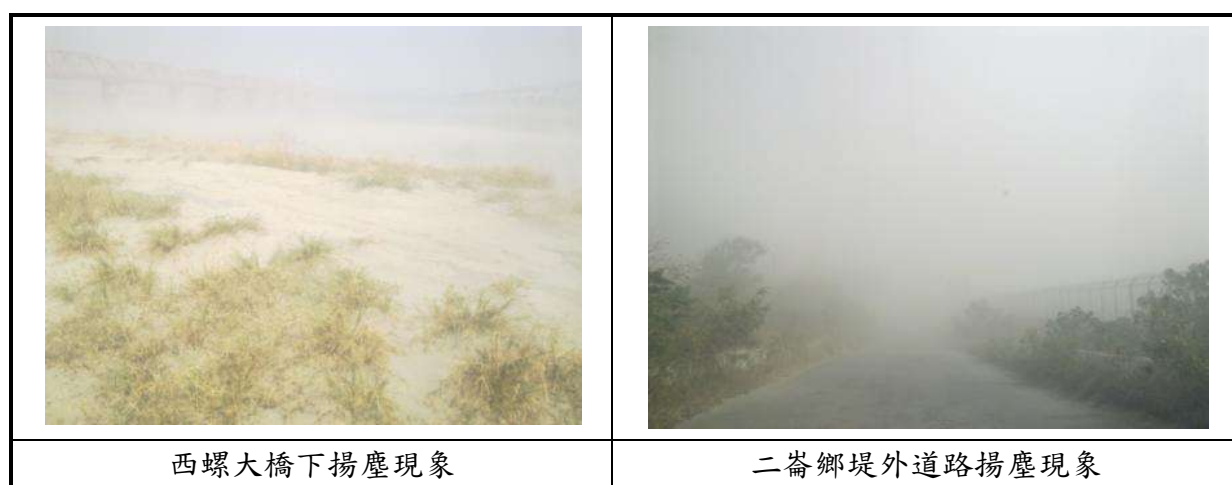


圖 3.2-4 98 年 11 月 2 日濁水溪沿岸揚塵現象(PSI：500)



圖 3.2-5 101 年 9 月 14、15 日濁水溪沿岸揚塵現象(PSI：119.9、100)



圖 3.2-6 103 年 10 月 10 日濁水溪沿岸揚塵現象(PSI：100)

參考環保局於 103 年 1 月揚塵好發期進行 NDVI 衛星影像辨識，由圖 3.2-7 及表 3.2-1 得知，冬季介於西濱大橋及溪洲大橋區域裸露地面積約達 2 千公頃，佔整體 50% 左右。於東北季風好發時期，因雲林縣位居裸露區塊下風，此兩處裸露地經東北季風吹拂，易造成雲林縣沿岸居民健康危害。

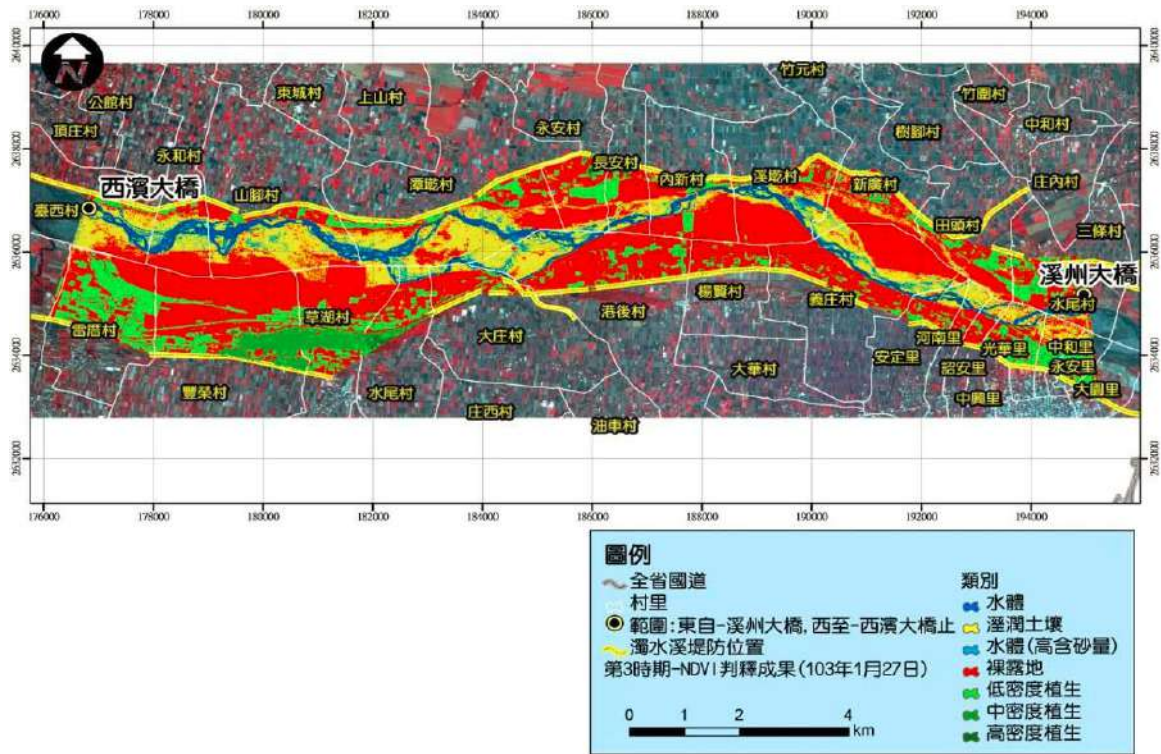


圖 3.2-7 濁水溪沿岸裸露地分佈圖

表 3.2-1 濁水溪沿岸裸露地分佈表

物體	面積(ha)	百分比(%)
水體	280.35	6.21%
濕潤土壤	838.83	18.59%
水體(高含砂量)	121.01	2.68%
裸露地	2281.06	50.55%
低密度植生	845.77	18.75%
中密度植生	137.75	3.05%
高密度植生	7.64	0.17%

資料來源：102年度濁水溪河川揚塵防制及改善推動計畫

3.3 濁水溪河川揚塵因素分析

一、 自然影響因素

濁水溪揚塵主要受到河川特性、氣候等自然因素影響，包括下游河道流路擺盪、河床質細粒化、河床沖刷淤積、豐枯期降雨量差異大及季風侵襲等，說明如下：

(一)河川特性

1、濁水溪河川變動情形

據經濟部水利署「河川高灘地淤積砂石開採可行性評估研究」針對濁水溪進行河道沖淤高程變化、河道深水槽變遷等進行資料蒐集分析，顯示如圖 3.3-1，顯示斷面 20~30 之河道橫向變動較大，另斷面 25~35 沖淤變化較大，縱向變化明顯，而西濱大橋至自強大橋河段恰為大規模揚塵發生區域。本計畫範圍河段即出海口至溪州大橋段，河川變動情形說明如下：

(1)高程變化

溪州大橋至出海口河段因位於沖積扇上，坡度平緩，輸砂能力降低易呈現淤積情況。濁水溪下游有沖淤互見情形，顯示如圖 3.3-1(a)，不同期間之高程變化情形說明如下：

A、民國 2~43 年間為主要淤高期間，河床平均淤高約 0.97 公尺。

B、民國 43~57 年間河床仍呈淤積狀況，但淤積趨勢已較為緩和，此期間河床平均淤積約 0.3 公尺。

C、民國 57 年~67 年間，本河段的河床互有沖淤，呈現平衡狀態。

D、民國 67~81 年間，由於工商發展迅速，各項建設對砂石之需求量大增，又加上淡水河禁採，本溪砂石盜採嚴重，導致本河段河床逐年下降，河床平均下降約 0.76 公尺。

E、民國 81~86 年間，河床平均高程仍持續下降約 0.99 公尺。

F、民國 86~90 年間，河床平均高程仍持續下降約 0.76 公尺。

G、民國 90~93 年間，河床平均高程仍持續下降約 0.43 公尺，但因禁採砂石使河床下降已有減緩之趨勢。

H、民國 93~99 年間，河床平均高程增加約 0.51 公尺。

(2)河道深水槽變遷

除西濱大橋到出海口段外，自溪州大橋至西濱大橋間主深槽變動最大處位於深耕三圳進水口之上游(約為 27 斷面)，河道變動幅度約為 700~800 公尺，其餘河段之範圍約略為 300~400 公尺，標示如圖 3.3-1(b)。圖中顯示西螺大橋下游之流路主要偏向右岸，以自強大橋至西濱大橋河段間，約為斷面 45 至斷面 10 之間最為明顯。

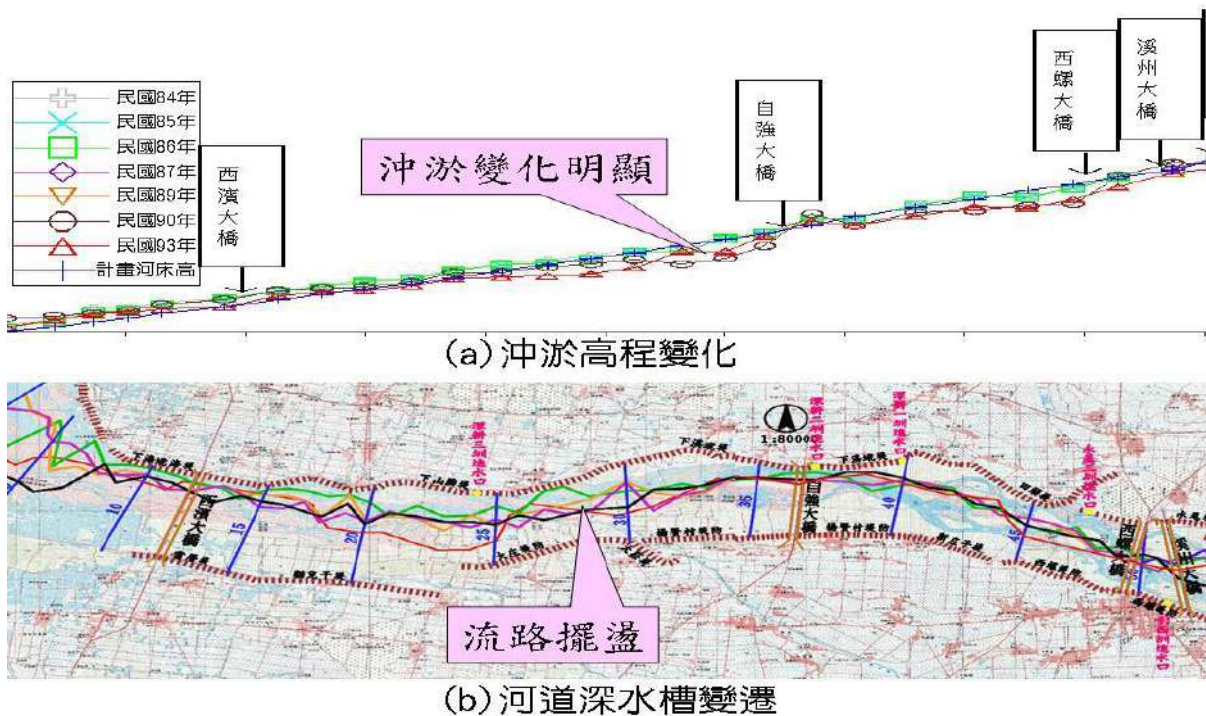


圖 3.3-1 濁水溪下游河道變化歷程

2、濁水溪河床質

據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)」針對濁水溪下游河床質進行分析，顯示下游河床屬集中分佈，約有 90%之粒徑集中在 0.1~0.6mm 之間，可提供揚塵所需砂源，主要分析結果說明如下：

(1)含水率及坩土含量分析

濁水溪下游河床質含水率及坩土含量分析結果示如表 3.3-1。本次採樣之含水率介於 2.68%~32.51%間，坩土含量介於 2.08%~31.96%間，含水率、坩土含量及其位置關係，並無明顯趨勢存在。若分區塊探討，斷面 5 及斷面 15 之低灘地含水量皆為其高灘地之 4~8 倍；斷面 25 及斷面 35 之含水量差異不大；斷面 45 及斷面 51 之含水率亦無明顯趨勢。

表 3.3-1 濁水溪下游河床質含水率及坩土含量

斷面位置	採樣位置	樣品編號	含水率	坩土含量
斷面 5	南岸高灘地	A1	4.07%	4.46%
斷面 5	低灘地	A2	32.51%	2.81%
斷面 5	北岸高灘地	A3	6.49%	16.20%
斷面 15	南岸高灘地	B1	8.39%	10.99%
斷面 15	低灘地	B2	32.46%	31.69%
斷面 15	北岸高灘地	B3	8.02%	5.58%
斷面 25	南岸高灘地	C1	6.64%	2.58%
斷面 25	低灘地	C2	3.95%	9.46%
斷面 25	北岸高灘地	C3	8.48%	19.43%
斷面 35	南岸高灘地	D1	5.90%	8.32%
斷面 35	低灘地	D2	3.05%	6.92%
斷面 35	北岸高灘地	D3	3.38%	5.96%
斷面 45	南岸高灘地	E1	13.43%	27.80%
斷面 45	低灘地	E2	14.77%	15.76%
斷面 45	北岸高灘地	E3	2.68%	2.08%
斷面 51	南岸高灘地	F1	5.10%	3.13%
斷面 51	低灘地	F2	11.21%	8.97%
斷面 51	北岸高灘地	F3	12.13%	17.20%

(2)濁水溪下游河床質粒徑分佈分析

據採樣斷面粒徑分析結果繪製河床質微粒粒徑分佈曲線，標示如圖 3.3-2~圖 3.3-3。以斷面 5 而言，北岸高灘地所含之坩土比例較南岸高灘地與低灘地多，且北岸裸露面積也較大；斷面 15 之低灘地坩土含量較高灘地高出 3~6 倍，且粒徑也較高灘地細；斷面 25 之南岸高灘地坩土含量較少，且粒徑較粗；斷面 35 之坩土含量差異不大，河床質微粒分布相當接近；斷面 45 之南岸高灘地河床質有細化現象，而北岸高灘地則有粗化現象；斷面 51 北岸高灘地坩土含量較高。

整體而言，濁水溪下游河床質之粒徑大多介於 0.1mm~0.6mm 間，屬集中分布。此外，研究區域之河床質與相對位置(高灘地對低灘地、上游對下游等)並無明顯之趨勢存在。

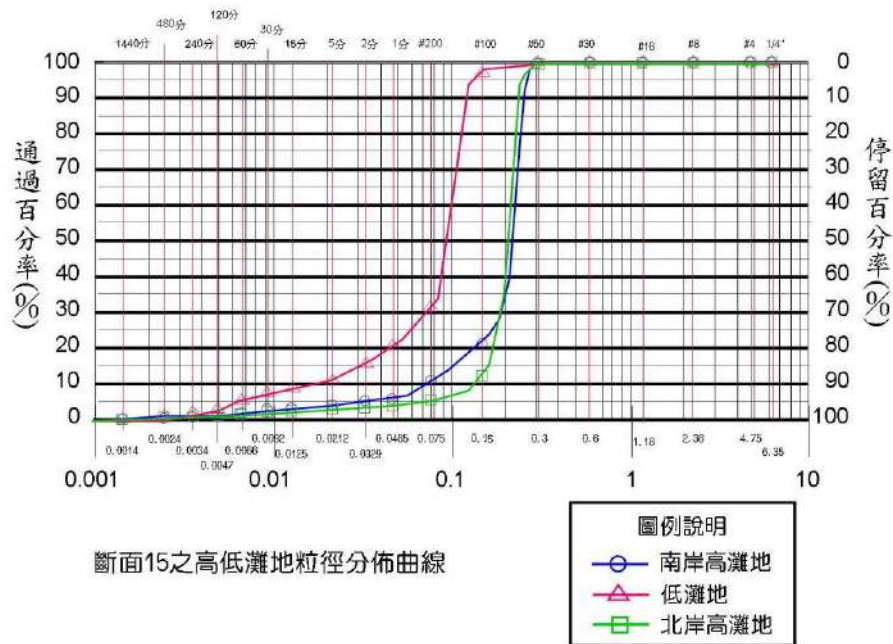


圖 3.3-2 濁水溪斷面 15 之河床質微粒粒徑分佈曲線

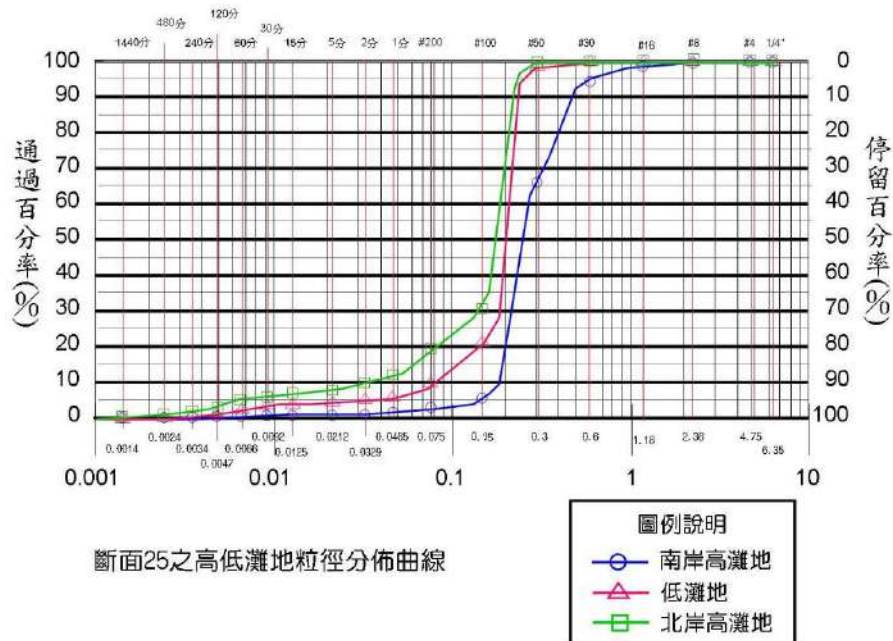


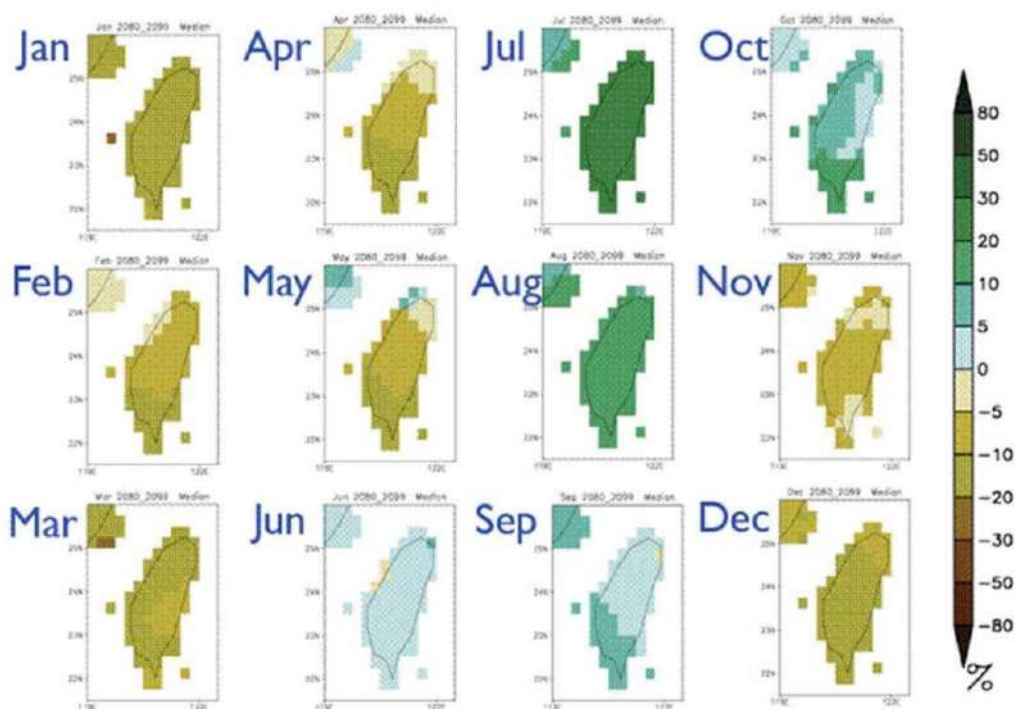
圖 3.3-3 濁水溪斷面 25 之河床質微粒粒徑分佈曲線

(二)氣候因素

1、降雨

台灣地區年平均降雨量約為 2,500 公釐，降雨以五月至九月較豐沛，約佔全年之 65%，每年十一至翌三月則為枯水期，月均降雨量多不足 30 公釐，造成枯水期間河川水位下降，河床裸露面積增加且含水量下降，揚塵發生機率提高。而濁水溪為西部平原重要氣候分界線，以南為典型熱帶型氣候，以北為亞熱帶氣候。流域內年平均雨量 2,459 公釐，雨季為五月至九月，旱季則為十月至翌年四月。

然近年來全球暖化所造成氣候變遷現象，也間接影響到台灣地區的降雨情況。據臺灣氣候變遷科學報告(國家災害防救科技中心，民國 100 年)推估未來降雨變化趨勢，枯水期間降雨量會變少，於 1 月份之降雨量約減少 10~20%；豐水期降雨量增加，在 7 月份之降雨量增加 20~30%，代表未來冬枯夏豐之情形會越趨嚴重。



資料來源：國家災害防救科技中心，臺灣氣候變遷科學報告，民國 100 年

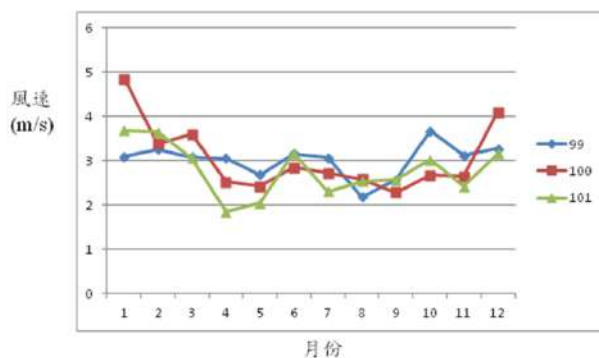
圖 3.3-4 IPCC 氣候模式推估台灣地區平均降雨變化百分比

2、季風

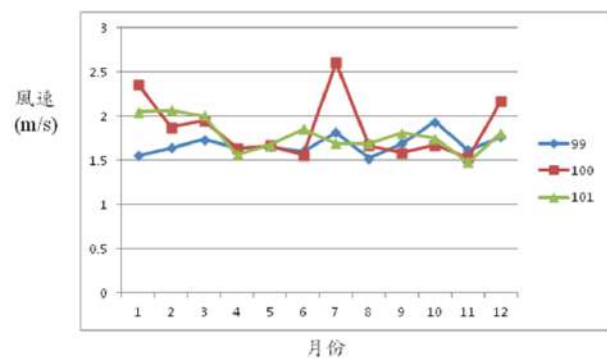
本研究區域全年受到季風侵襲，一為冬季之東北季風，另一為夏季之西南季風。惟夏季西南季風侵襲時恰值豐水期，降雨量大、河川水位高及河床質含水量高，故揚塵規模及影響小；於冬季枯水期間河川水位低、河床裸露面積大及河床質含水量少，在東北季風吹襲下，揚塵隨之發生。

東北季風開始於每年 11 月，終止於翌年 3 月，為期約五個月，平均風速約 2.4~3.6 m/s。進一步分析濁水溪下游附近環保署空氣品質監測站之風速變化，崙背測站月平均風速 3~4m/s，明顯大於斗六測站，該風速能揚起粒徑小於 10 微米之砂塵。

此外，若考慮一天 24 小時風速之變化，從崙背測站每小時平均風速變化(圖 3.3-5)可得知下午 2 點至 4 點間為風速較大之時段，可能造成較大之揚塵規模，另入夜後風速相對穩定且小。



崙背月平均風速



斗六月平均風速

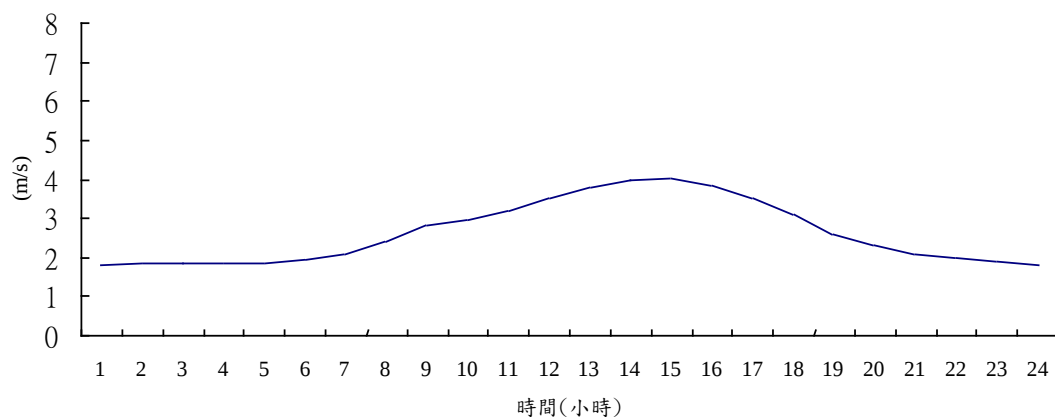


圖 3.3-5 崙背站小時平均風速變化

二、 人為影響因素

(一)灘地農業行為

濁水溪下游於豐水期後至枯水期農民種植前為揚塵好發季節，河川灘地西瓜種植農友大約是 11 月至隔年 1 月份進行整地，通常於 1~2 月完成插稻稈與部分鋪設稻草蓆，東北季風時期整地翻除原有植生，導致裸露地面積擴大；而大面積裸露地遭受東北季風侵襲時提供揚塵所需之砂源，造成大規模揚塵現象發生。若河灘裸露地未在東北季風侵襲前完成揚塵工法或措施，將對鄰近之居民或作物造成明顯影響。



12 月河川灘地情形(裸露)



2 月河川灘地情形(插稻草)

資料來源：濁水溪下游抑制揚塵河川公地劃分管理研究，民國 102 年

(二)雲林縣平原地區保安林廢除

濁水溪南岸保安林主要目的就在阻擋濁水溪河床揚起之風砂，但據林務局統計，雲林縣於民國 78 年所保有之平原地區保安林面積約為 1087.51 公頃，但從民國 78 年至今共解編了 116.55 公頃之保安林，約佔全部之 12%，整理如表 3.3-2，保安林的解編間接造成濁水溪南岸揚塵增加之情形。

表 3.3-2 雲林縣保安林變動情形一覽表

雲林縣保安林變動情形一覽表(78-98)					
保安林編號	保安林種類	增解編面積	公告文號	原因	目前存置面積
1805	飛砂防止	-1.768100	78/5/25府農林55919		224.136258
		-3.181000	86/2/3府農林012112	六輕工業區砂石專用道	
		-1.993766	89/12/22府農林891624463	三盛林務所、墓地等	
		-9.977858	95/11/27府農林0951730521	私有農地	
1809	飛砂防止	-0.130200	84/5/10府農林1590		176.044299
		-0.741600	87/10/9府農林93094		
			88/4/9府農林032737	併1824號保安林	
		-22.288100	88/9/13府農林88022882		
		2.039300	88/9/13府農林88022882	編入	
		-0.784936	98/11/24府農林0981730657	檢定(820721、公共設施)	
		0.000774	98/11/24府農林0981730657	編入	
1811	飛砂防止	0.000000	87/12/4府農林114968	檢訂	26.292788
		0.000000	95/4/13府農林0951606840	檢訂	
1813	飛砂防止	-2.177800	81/8/20府農林76008	堤防	138.341800
		-3.847200	87/4/22府農林025974	六輕工業區砂石專用道(二期)	
		0.000000	87/12/16府農林117284	檢訂	
1815	飛砂防止	-0.198000	87/4/22府農林025974	六輕工業區砂石專用道(二期)	27.056000
		-2.469400	88/6/16府農林055105	檢訂(私有土地已成農地)	
		-16.572800	95/7/18府農林0951730309	私有土地已成農地	
1816	飛砂防止	0.000000	87/2/27府農林147261	檢訂	3.450500
1821	飛砂防止	-3.710700	81/8/20府農林76008	堤防	18.543800
		-0.116100	88/3/12府農林148538	堤防	
1825	飛砂防止	0.000000	87/1/26府農林142311	檢訂	5.318500
1831	飛砂防止	0.000000	87/12/30府農林119077	檢訂	4.541000
		0.000000	94/7/11府農林0941614727	檢訂	
1833	衛生保健	-1.620000	81/8/20府農林77174	工業區聯絡道路	328.410119
		-15.021300	82/7/30府農林62173	為離島工業區開發	
		-0.767000	85/12/27府農林116473	雲林縣府三盛林務所	
		-8.859000	86/2/3府農林012112	工業區砂石專用道	
		-1.711900	87/12/23府農林118697	雲林1號道路	
		3.413885	88/4/28府農林036407	編入	
		-14.040000	90/8/24府農林901650475	關稅局、橋頭國小、海巡等	
		-10.025072	92/9/17府農林0921618911	衛生醫療用地	
1834	飛砂防止	0.000000	87/3/4府農林147264	檢定	18.830700
		0.000000	94/6/28府農林0941613938	檢定	
合計		-116.547873	變動比例	-12.00%	970.965764

面積單位：平方公里 資料來源：濁水溪下游揚塵改善計畫研究(2/2)，民國 100 年。

(三)集集攔河堰之影響

依據濁水溪南北兩岸六處環保署空氣品質監測站(北岸的二林、南投以及南岸的台西、崙背、斗六、竹山)自民國 83 年迄今之 PM₁₀ 資料，不論是豐水期(圖 3.3-6)或枯水期(圖 3.3-7)，所測得之 PM₁₀ 年平均值有下降趨勢，可能因河川主管機關與環保單位近年推行各項揚塵防制措施，故單就歷年 PM₁₀ 濃度平均值無法顯示集集攔河堰對濁水溪下游揚塵影響。

另進行歷年濁水溪平原段河川流量分析，觀察近 30 年的流量月平均值可以發現，流量月均值呈現季節性的規律變化，枯水期通常介於 30~50cms 之間，參考「集集攔河堰之環境生態基準流量評估」(吳富春，台大農工系)之研究結

果所得建議較佳生態基準流量為 94cms，但於 91 年攔河堰正式啟用後，下游水量驟降甚至有小於 10cms 之情況，且彰雲大橋流量有逐年下降趨勢(圖 3.3-8)，比對下游河道剖面逐年淤積的現況(圖 3.3-9)，可推斷水量大幅減少對於下游裸露地及河川輸沙能力有負面影響，造成下游河道逐年淤積的狀況。

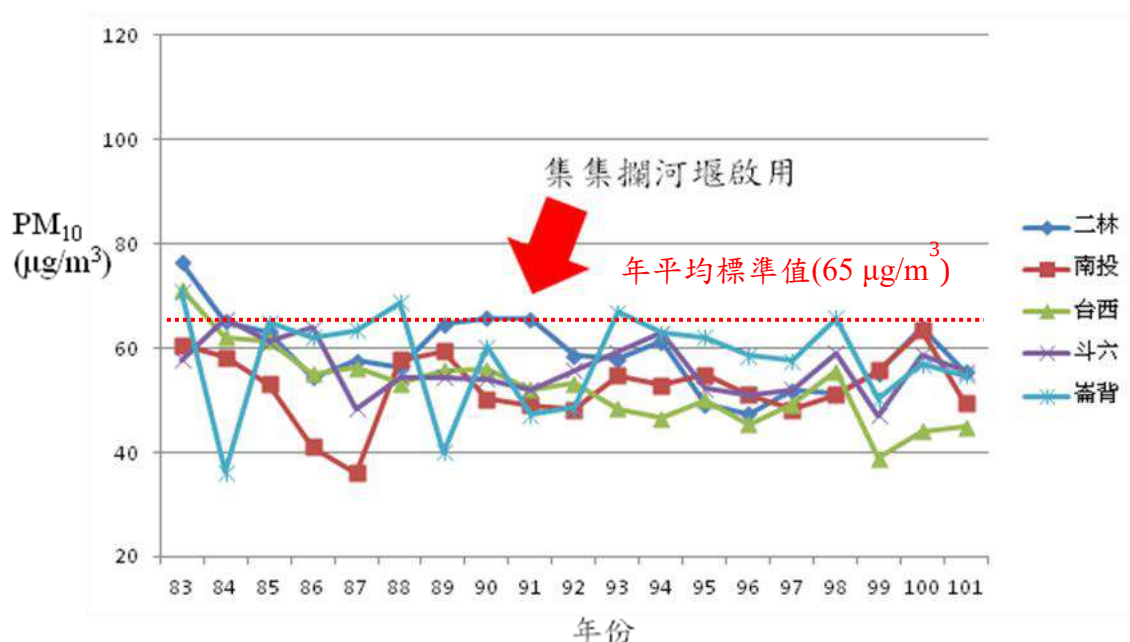


圖 3.3-6 豐水期濁水溪鄰近測站歷年 PM₁₀ 濃度變化

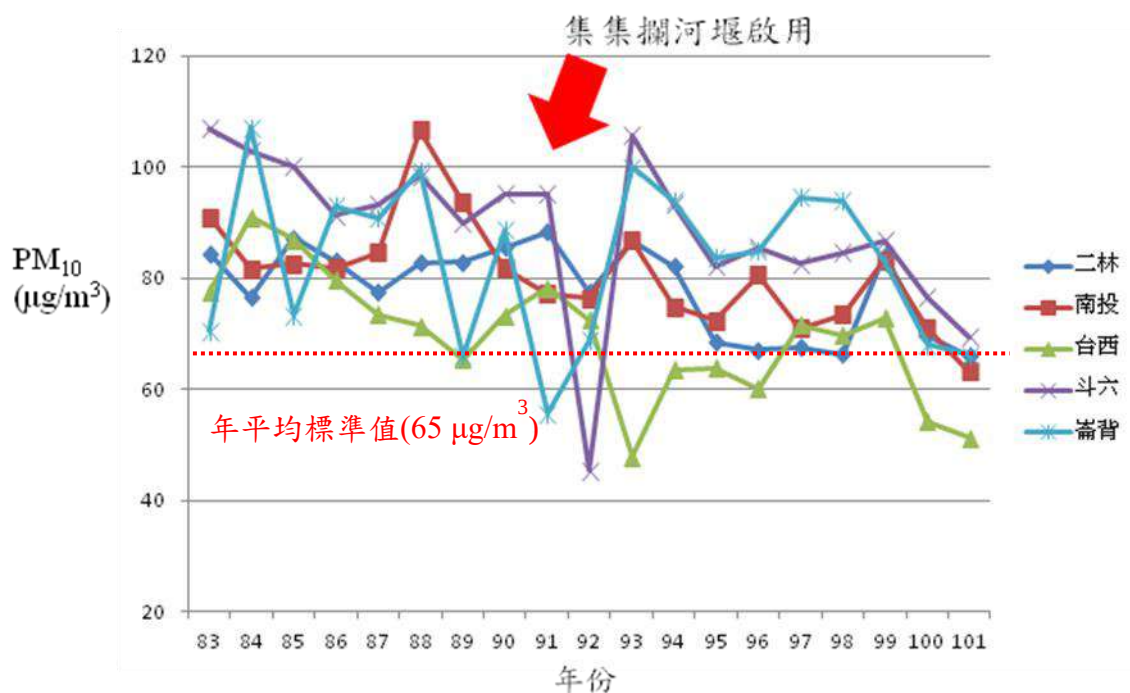
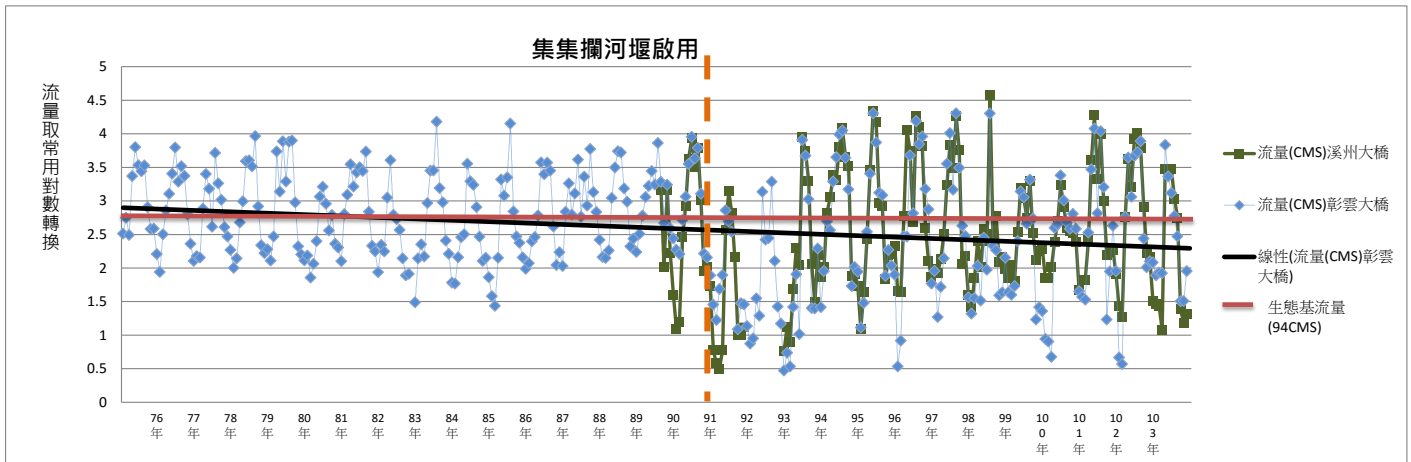


圖 3.3-7 枯水期濁水溪鄰近測站歷年 PM₁₀ 濃度變化



資料來源：本計畫整理繪製

圖 3.3-8 濁水溪平原段歷年流量變化



資料來源：本計畫整理繪製

圖 3.3-9 濁水溪下游河道高程剖面



資料來源：Google 地球，本計畫繪製

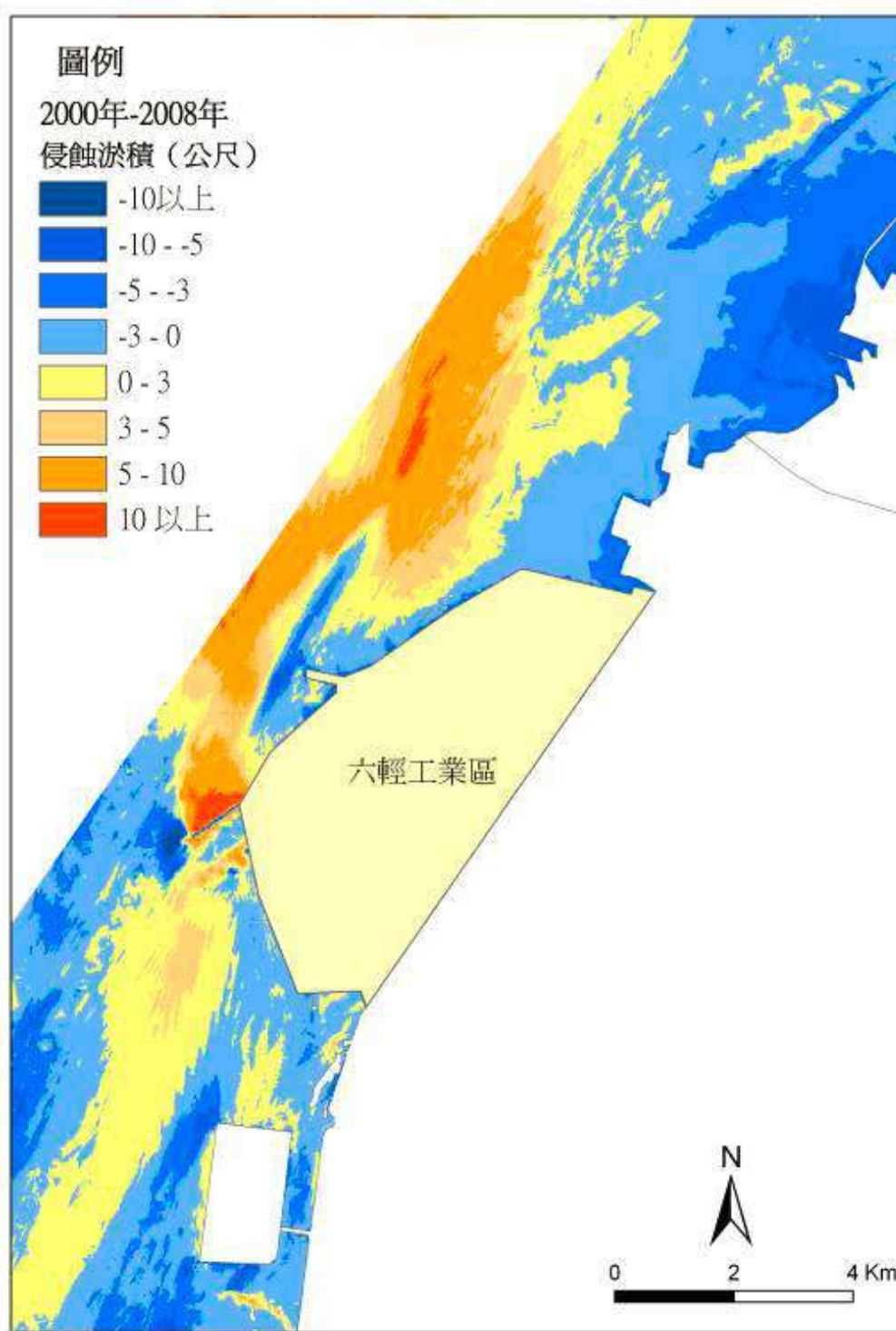
圖 3.3-10 濁水溪河口淤積變化

(四)六輕工業區突堤效應

六輕工業區位於麥寮鄉，由台塑集團投資開發與經營的離島式基礎工業區，於 83 年 7 月六輕正式動工，以填海造地方式在麥寮西海岸鋪出新生地，並成立台塑石化管理工業區及麥寮工業區專用港管理公司管理麥寮港。第一期工程於 87 年完工，並開始營運。

六輕興建後，明顯的突堤效應造成工業區北側淤積，也就是河口區域，影響濁水溪排洪輸沙能力，南岸沙洲及外傘頂洲則逐年萎縮，對於雲林縣海岸地形變化造成極大影響，潮間帶變化大，影響沿岸生態，近年地方政府與環保團體有相當多的討論。

據台大地理系林俊全教授研究，六輕工業區興建之後，北部海岸變動較為輕微，南部因為河川輸沙量減少，加上北部的堤防、工業區攔阻漂沙，因此呈現較為嚴重的侵蝕現象；從 89 年至 97 年整體海域泥沙侵蝕與堆積現象來觀察，因為六輕工業區的阻擋，使得泥沙在六輕的北側離海岸線約 4 公里處約有 5~10 公尺的泥沙堆積。反觀工業區的南側，海底泥沙堆積的現象較不明顯。



資料來源：六輕計畫總體評鑑研討會議，99年

圖3.3-11 六輕工業區海域積砂調查

3.4 河川揚塵防治措施

揚塵問題非近年才發生，其砂塵之來源除河川裸露地外，亦有可能來自出海口之海灘地及河川區域外之裸露地。隨著民眾對生活品質的要求提高，故逐漸受到重視。目前揚塵災害地點較受矚目之中央管河川有蘭陽溪、卑南溪、大安溪、大甲溪、烏溪、濁水溪及高屏溪等。水利署曾嘗試以防風樹種種植、機械引水噴灑、土堤築高加強坡面植生、加寬水域等之水覆蓋及綠覆蓋方法進行揚塵防治...等工作。綜合相關防制方法分述下列章節中。

3.4.1 現階段河川揚塵防治措施

防風定沙理論大致有封閉、固定、阻滯、輸導、改向和消散等六種類型；若依力學作用原理分為隔斷、抑制、增阻、減阻、轉向和消形等六種。

防治作為都是為減少沙塵被風捲揚的機會，而各種防治方法皆需進行完整環境調查評估，深入探討區域內風沙揚塵發生的機制，再配合多種防治策略，因地制宜，以達到灘地定沙之目標。主要核心作法有：

1. 破壞強風風場，如栽植防風林帶、攔沙柵、防風網等降低地表風速以減緩地表沙源移動。
2. 採用生物、化學、有機材質復蓋，增加沙塵抗風蝕力學能力，也有效增加地表粗糙程度。
3. 提高土壤含水量，以減少風蝕幫運量。
4. 加強山坡、河床維護管理，避免人未干擾破壞等四項作為。

國內現階段常用河川揚塵防治措施可分為鋪灑草籽綠覆蓋法、鋪設稻草蓆法、跳島式植生法、河床水覆蓋法、架設管線與灑水設施、化學物質鋪面法...等。

三、 鋪灑草籽綠覆蓋法：

研究指出植生復育有助於降低風速，減少風力輸砂量，且兼具固砂、阻砂之作用。且植生方法如先混以黏土與碎石可穩定砂面，減少移動機會，再配合即時灑水，更可達到保護幼苗並提高存活率之目的。且於揚塵抑制的效果上，上風處較下風處之懸浮微粒濃度為高，此工法不僅可降低裸露地面積又可降地懸浮微粒

濃度。

四、 鋪設稻草蓆法：

稻草覆蓋最早被用於營建工地裸露地，稻草覆蓋除了可有效抑制砂塵被風吹揚，同時也是稻草再利用的有利選項，可降低農民燃燒廢棄稻草所產生之空氣污染情事發生。

五、 跳島式植生法：

為在河床裸地上構築防風網，達到定砂兼營造植生自然入侵的環境，以耐乾旱、抗風力強之混和草籽，於溪流出海口受風前線設置跳島植生帶，藉以保護後方裸露地之土壤，避免其直接承受強風吹襲而造成更嚴重的揚塵。

六、 河床水覆蓋法：

於溪旁較低之位置建置攔水壩(低壩)使河水漫淹至目標蓄水池中。經研究在下風處所測得的懸浮微粒之濃度較上風處低，顯示此工法在揚塵抑制上是有些許幫助的。

七、 架設管線與灑水器噴水設施：

利用水之黏滯力與塵土相結合，達到降低揚塵的功效，其優點為可定時、定量施用，不受時間限制，但需大量之水源。

八、 化學物質鋪面法：

利用化學聚合物(三仙膠)之黏滯性，增加表土細小顆粒凝聚，使揚塵不易產生。而三仙膠的化學結構是由五個糖分子為單位重複鍵結成一長鏈所成纖維素，三仙膠具耐鹽性、耐熱性、耐酵素性、耐解凍性，並可經生物分解，對生態環境負荷較低。調配方式：每 1 公升的水加入 5 公克的三仙膠，攪拌使其完全容於水中此地為平整的砂地。

表 3.4.1-1 國內外揚塵防制常見軟性工法

防制工法	執行地點	成效與方法
綠肥覆蓋-田菁、太陽麻	花蓮溪、大安溪、大甲溪	田菁為夏季綠肥作物，於裸露灘地播種後具快速繁衍生長，有效降低裸露面積範圍，成效相當優異(蔡, 2006)。唯獨因溪水暴漲後易遭受被沖毀覆蓋，且冬季死亡後反成揚塵防制「空窗期」，需再另配合相關地表草種、工法。
播種覆蓋-培地茅、百慕達草、蔓荊、百喜草、狼尾草、馬鞍藤、甜根子草、扶桑花、南瓜	大安溪、大甲溪、卑南溪、蘭陽溪	1、培地茅確有相揚塵抑制之成效，曾於濁水溪大量推廣使用，雖種子不稔無散播之慮，但非當地原生草種，若大面積栽培仍有所堪慮。 2、過去卑南溪曾栽植百喜草、蔓荊各 12262m² 與 4840 株，扶桑花 2600 棵，但皆於 2003 年杜鵑颱風過境幾乎全毀。 3、台東縣農業局於 2003 年曾於卑南溪出海口栽植 2 公頃馬鞍藤，以降低地表揚塵發生率，但也於當年敏督利、蘭寧鄧颱風過境後已近全數摧毀掩埋。 4、水利署第七河川局從 2010 年起，已採取狼尾草植生及覆蓋稻草等防制工法施作，並開放河川新生裸露地供百姓申請許可種植低莖作物。雖揚塵抑制成效優異，但存在非現地原生草種，與因颱風豪雨過後易遭受吹毀之隱憂。 5、從 2011 年到今年，水利署第九河川局便大量種植甜根子根草與狼尾草，於花蓮溪流域的植栽區域以花蓮大橋上游左岸及木瓜溪口，共計面積約 15 公頃；2012 年完成月眉大橋下至荖溪口對面，面積約 15 公頃，今年完成月眉大橋下游右岸面積約 15 公頃。秀姑巒溪部分，位於緊鄰市區的揚塵區域，三年來完成植栽區域共計 9 公頃。

- 6、水利署第一河川局也於 2013 邀請宜蘭大學園藝系生態園藝植生專家黃志偉教授研究團隊，至蘭陽溪現場指導甜根子草植生作業及相關揚塵防制對策。雖過去已於蘭陽溪右岸大洲堤防高灘地植生 8 公頃象草，但礙於生態衝擊，另栽植甜根子草及其它蘭陽溪原生草苗。全年度預定於蘭陽溪揚塵較嚴重之裸露河床種植 10 公頃甜根子草及噴灑植生蘭陽溪原生草籽 4 公頃，希望及早啟動揚塵抑制作業，能真正有效減低每年季節性的揚塵影響。但礙於扦插技術、養護成本與市面欠缺實生盆苗，大幅降低扦插存活比率。



蘭陽溪河岸北側甜根子扦插復育

- 7、在大陸沙漠地帶，藉由沙柳沙障可降低 30% 以上的風速，減少輸砂量 70%，並且具有保護植物生長、加快沙丘上植被復育的速度(胡, 2005)。



大陸草桿沙障防治(草格固沙)

- 8、配合「花蓮溪、秀姑巒溪綠覆蓋揚塵改善工程」，2011 年於花蓮溪出海口至東華大橋一帶高灘地，插植牧(狼尾)草 18 公頃，玉里大橋至石公溪一帶高灘地，插植牧草 3 公頃，合計綠覆蓋面積 21 公頃；2012 年又於花蓮溪東華大橋至月眉大橋一帶高灘地，插植牧草 15 公頃，玉里大橋至高寮大橋一帶高灘地，插植牧草 3 公頃，合計綠覆蓋面積 18 公頃，期以最生態、環保及低成本的綠覆蓋方式改善揚塵現象。
- 9、經歷民國 101 年蘇拉颱風後宜蘭第一河川局針對最易發揚塵區域蘭陽溪大洲堤防堤尾河床執行現地植生(狼尾草) 15 公頃，該區域當年立即獲得改善但亦遭到環餘人士批評，狼尾草為外來植物會侵害原生植物造成環境危害。本局於民國 102 年邀請宜蘭大學陳教授至現場指導種植原生種甜根仔草，於揚塵易發區域以人工種植方式陪育約 10 公頃，當年亦展現成效使裸露地大幅降低外亦減少揚塵現象，103 年陸續陪育約 10 公頃，甜根仔草成效除降低河川裸露地改善揚塵現象外(水利署第一河川局-web)。
- 10、為降低河川揚塵，台中市環保局今年

		首度在大甲溪休耕瓜田，試辦(滾滾黃砂轉綠動)示範區，輔導河灘地承租戶二期農作轉作南瓜，提高東北季風期間高灘區裸露農田綠覆率。最近兩公頃南瓜陸續採收，而保留的藤蔓及厚葉片，也可以持續生長綠覆到隔年二月，有效降低揚塵影響，附近居民明顯感受今年秋天，不再黃沙滾滾(寇世菁, 2013)。  大甲溪以耕種甜瓜達到地表揚塵防治(寇世菁, 2013)
種植防風樹種-如木麻黃、相思樹、草海桐、黃槿、水黃皮等	卑南溪、和平溪、濁水溪、立霧溪	1、依據水利法河灘地範圍內本禁止大型喬木栽植，若無法於揚塵熱點周圍栽培，所達成效有效。若需建立大面積防風林帶，除人事、材料成本驚人，依筆者過往經驗，栽植初期若無定期澆水維護，植株死亡率乃相當驚人。 2、木麻黃普遍為台灣濱海常見防風樹林，但其非台灣原生樹種，林下「毒他作用」對於當地植群多樣性為一大隱憂。 3、立霧溪沙塵危害嚴重，花蓮縣府於2014年初並至立霧溪溪河堤旁種植木麻黃4000幼株，以期望降低沙塵危害(田, 2014)。 4、水利署第九河川局曾於和平溪下游沿岸栽植木麻黃、草海桐及黃槿樹苗已建立「線性」防風林帶，翌年草海桐與黃槿因

		土壤水源欠缺已全數枯死，迄今僅木麻黃仍繼續生長。 5、94 年第八河川局也曾於台東大堤前坡種植 7000 棵相思樹及木麻黃，迄至 96 年 6 月仍繼續生長 6、2009~2010 年於濁水溪進行防風定沙竹籬及木麻黃與白千層擴大栽植。基地面積寬度達 40m、長度 4km，約 16 公頃，目前樹高約 4~6 公尺。 7、2011 年 7 月~12 月，第四河川局再於濁水溪南岸再完成防風定沙竹籬及種植白千層、黃槿、水黃皮及木麻黃共約 20000 株。目前樹高約 1~1.5 公尺。
		 水利署積極改善揚塵—濁水溪北岸栽植防風林情形(水利署-web) 8、伊拉克地區流動沙源掩埋公路造成嚴重的交通問題，便利用人造林固定沙丘安定沙源，使掩埋情況減輕(Alpha, 2001)。而 1978 年大陸北方“Green Great Wall”計畫種植 35 萬公頃的喬木以防止地表沙漠化，為全球最大規模的環境運動(Mitchell et al., 1998)。
稻草蓆、塑膠防風網覆蓋	大甲溪、大安溪、卑南溪	1、台灣海岸防風定沙方法有地面植草、插植稻草、攔砂籬(苗栗後龍)、防沙堤、塑膠防風網(林, 1989)。而每公尺塑膠防風網雖可達到 6m³ 的堆砂量，成效優異，但若遇降溪水暴漲容易被沖毀，反造成出

		海口環境汙染。 2、水利署第八河川局與農業局皆曾於台東中華大橋上游施辦稻草蓆覆蓋工法，約1.5公頃，但於94年海棠、馬莎、泰利等颱風侵襲後，近乎全毀。 3、2006年間亦再試辦稻草覆蓋及植草工法，統計調查可減少41.6%之揚塵，但一遇颱風汛期80%被沖毀。 4、2007年再於中華大橋上游辦理稻草蓆覆蓋工法，當年測得落塵含量似乎有顯著下降，顯示鋪設稻草蓆確實降低灘地揚塵好發率，但於颱風豪雨過後，披覆河床之稻草即遭受吹毀破壞，翌年殘餘稻草蓆面也因逐月分解消失，逐漸失去揚塵抑制之成效。 5、2007年臺中環保局也首度結合河川巡守隊推動河川揚塵改善計畫，號召環保志工為大安溪畔約三公頃大的裸露地鋪上稻草蓆，過了十個多月，稻草蓆已慢慢腐化，並長出原生植物，確收降低揚塵污染之效(趙, 2007；謝, 2007)。
		 大甲溪河川地穿衣(謝鳳秋, 2007)
跳島式植生法	大甲溪、大安溪、高屏溪、卑南溪、花蓮溪	1、台東區農業改良場建議縣府河川局可採用跳島式植生法，在與東北季風垂直角度方向，張起一面面高一公尺、長十公尺的攔沙網，在4~5個月後每面沙網前方可自然形成長一公尺、後方堆出長5公尺的

		沙丘，每張網的攔沙量有 35 至 52 立方公尺，足可裝滿 5 至 7 台 21 噸大沙石車，成效優異。估計成本每平方公尺約 5 元，當有颱風來襲，攔沙網可以收起來，操作容易又經濟。
棋盤沙障	中國內蒙古沙漠地帶	1、以棋盤式草桿沙障安定沙源形成結殼 (crust) 之後，地表陸續出現地衣、苔蘚等先趨物種有利於高等植被的進駐 (Mitchell et al., 1998)。 2、1997 年中國內蒙古，評估不同穩固沙丘方式包含(1)建立麥桿沙障(2)設置棋盤式麥桿沙障(3)種植艾屬 <i>Halodendron</i> 在沙丘上，3 種措施的能引起植物種類多樣性、植被覆蓋、地表及地底生物量增加，相對在移動的沙丘上能達到自然復育。建立棋盤式草桿沙障和種植 <i>Artemisia alodendron</i> 植物，被認為是沙漠化沙源地區最有效復育的方法(Zhang et al, 2004)。 3、利用植物再生材料所建立沙障，在治理高大流動沙丘，可使植被覆蓋由 15% 增加到 80% 以上，達到治理速度快，防治效果好的目標，而植物再生沙障宜選用矮立式緊密結構，透風係數 0.2~0.3，地上部留高 20~30cm，最為適宜(劉等, 2006)。 4、Qiu(2004)指出草桿沙障植物高度以 10~20cm 時，沙障固沙效果最為理想，且成本較低，而棋盤式草桿沙障增加了地面粗糙度，使風沙流動強度減少 95%；而棋盤式草桿沙障攔截土壤細顆粒，使沙丘表面形成一層結皮，增加沙丘表面的穩定性。 5、藉由人工自然沙柵 <i>L. secalinus</i> 的引進後，它成為現出一種先驅植物，表現出如機械沙柵方式，降低地表風速，防止水分過度蒸散，有效防止沙的流動(Yang et al., 2006)。 6、沙丘固定後依據 Liu 等人(2008)指出三種形式沙丘(移動沙丘、半移動沙丘與半

		固定沙丘)，地表輸沙率(STR)，隨著沙丘固定地表輸沙率逐漸下降。 7、沙障防護的材料需暴露於沙子表面，必須具有些彈性和穿透性，使空氣漩風形成於柵欄方格內，假如缺少這些特性將可能導致地表無法削減和防止穩定地表沙源(Qu et al., 2007)。 8、Cornelis 等(2005)也提出，風障的防風效果與空隙之間存在高斯峰關係，空隙度為20%~30%的風障防風效果最好，當風障為2~3排時，位於下風距離風障高度3~8倍距離，風速消滅最為明顯。 9、董等(2006)在中國沙漠公路不同固沙措施防風固沙效益和成本比較研究，提出沙障材料、規格、方式和使用年限不同，其降低風速作用也不同，而文中也強調，稻草所建立起的方格沙障，隨著沙障的腐爛其功能日漸下降，再運行第二年基本已失去防沙固沙功能，其阻沙作用由新設的70%下降為24%，也因此沙障材料挑選與興建高度應依據現場環境概況搭配建立，才能有效達到以極少成本獲取最大防沙固沙量。
噴灑土壤穩定劑-三仙膠	濁水溪	1、2009年4月水利署第四河川局委託大葉大學，噴灑土壤穩定劑-三仙膠，每1m²噴灑4l公升之0.1%三仙膠可以達到77%的阻滯效果，抑制揚塵效果雖然迅速但缺點則是不耐雨水且效期短暫。 2、利用生物聚合物—三仙膠0.05%時，具短期定砂效果。水利署第四河川局於97年就選定濁水溪進行跳島式、三仙膠及種植培地茅植生等工法示範施作，惟上述方法只能作為短期緊急治標採用，無法長期維持。 3、98年第四河川局再延續過去兩年研究成果，再以噴灑土壤穩定劑(三仙膠)並配合裸露地灑草籽(施綠肥)等揚塵抑制成效較佳方案進行大面積試作，並納入撒

		水、防風林等可行性方案規劃研究。
噴灑土壤穩定劑-聚 乙烯醇 PVA		1、初步調查結果發現表現以 PVA 噴植的砂土堅固優於三仙膠，降雨的入滲率與三仙膠差異不大，而經過反覆淋濕後表面堅固度恢復程度 PVA 也優異於三仙膠 (Ibrahim <i>et al.</i>, 2010) 2、1930 年代以後許多學者以化學方式安定飛沙，保護沙漠中的公路免於被飛沙掩埋，而此化學安定的方式是使表面結殼安定表面沙源(Han, Z. <i>et al.</i>, 2007)。
生物土壤結殼(BSCs)		1、過去沙漠地區藉由增加土壤厚度、硬度、含水量、些許土壤養分與生物土壤結殼(BSCs)增加沙丘沿線坡度安定。生物土壤結殼形成 0-5cm 表土層下，有機物含量和其它養分均高於鬆散土壤，此外 BSCs 與有機質、氮、速效氮、速效磷，碳酸鈣及 < 0.05mm 顆粒含量呈現極顯著正相關(Guo <i>et al.</i>, 2008)
水覆蓋及礫石覆蓋	卑南溪、濁水溪、大安溪、大甲溪、大肚溪	1、雖有一定效果，惟若遇降雨溪水暴漲容易被沖毀。 2、於 98 年度編列經費 519 萬元，採綠覆蓋（含播灑草籽）、水覆蓋及護甲覆蓋等工法，進行揚塵防制  台東縣政府以水覆蓋方式進行卑南溪揚塵防制應變措施(台東縣政府-web)

資料來源：本計畫整理繪製

表 3.4.1-2 國內揚塵防制常見硬體工法

防制工法	執行地點	成效與方法
機械引水噴灑	卑南溪、花蓮溪、秀姑巒溪、濁水溪	1、短期效果顯著優異，但絕非永續性作法。 2、第九河川局過去三年，針對花蓮溪水係與秀姑巒溪水系的河川揚塵情形，採取灑水、引水與綠覆蓋「標本兼治」作為，揚塵情形已有初步成果。 3、2003 年於台東縣中華大橋上游 1300m 處，利用地形施作高灘引水路 800m、五座滯水土堤，以引水漫溢裸露河床，並於中華橋下埋設臨時噴水管，於東北季風時噴水減少部分揚塵發生，已有初步成效。但也於 2005 年經海棠、馬莎等颱風過境後，近幾沖毀消失。 4、去年度因蘇力、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，該局隨即派出灑水車，配合加強防汛道路及堤前便道灑水，將影響降至最低。 濁水溪於颱風來襲之前進行灑水防治措施 (水利署電子報-web)

高壓水幕噴灑系統防治	卑南溪、花蓮溪、秀姑巒溪	1、2007~2008 年於卑南溪試辦水幕防治風沙，新設 29 組噴水系統、加壓輸水 7 組，為目前較受肯定的是以水幕方式防沙，但若遇缺水也難發揮作用。 2、2010 起由行政院環保署偕同水利署及林務局積極辦理「河川揚塵防制及改善推動」計畫，水利署第九河川局所轄花蓮溪及秀姑巒溪 2 條中央管河川部分，亦商洽花蓮縣環境保護局後，已於 99 年間辦理「花蓮溪、秀姑巒溪自動化水幕防砂改善工程」，分別於花蓮溪東華大橋下游志學堤防及秀姑巒溪玉里大橋下游玉里堤防，各設置 1 組(3 支)高壓噴槍設備。
加寬水域	卑南溪	1、各下游河道流域本為環境敏感地帶之一，若因為達揚塵防制而再進行河道流域破壞擠壓，反本末倒置，也較不推薦執行。 2、水域加寬，工程浩大，反增加縣府單位財政負擔。
蓄水池潭	濁水溪、卑南溪、大甲溪	1、效果快速立即，於劇烈好發地區確實可行，但溪水暴漲所造成沖毀隱憂，確是不可避免。 2、2003 年於中華大橋上游 1300m 處，完成兩座寬 16m，長 180m 增加水覆蓋裸露河床面積約 10 公頃。經 2005 年經海棠、馬莎等颱風過境後，近幾沖毀消失。 3、2012 年於濁水溪揚塵改善第四期工程計畫，便增設 90 公頃蓄水池塘。但受颱風豪雨影響部分蓄水池潭已部分遭受沖毀消失。但迄至 2014 年 8 月於卑南溪中華大橋下，該工程設施仍持續修建養護中

		 於濁水溪進行蓄水池潭建置，以抑制揚塵好發(水利署電子報-web)
攔水土堤設置	濁水溪	1、2012 年於濁水溪揚塵改善第四期工程計畫，便增設 1 條堤頂寬 6m，堤高約 1~1.5m，攔水土堤。 2、若為揚塵防制而再進行河道流域破壞擠壓，反本末倒置，且易因風災暴雨過後沖毀掩埋，較不推薦執行。

資料來源：本計畫整理繪製

3.4.2 濁水溪沿岸歷年執行工法

經濟部水利署第四河川局(以下簡稱四河局)自民國 96 年開始揚塵改善策略研究，98 年開始持續於濁水溪南北岸進行防塵工法施作，研擬有效削減揚塵之工法，農委會林務局針對雲林縣防風林進行老化、林地空隙加強辦理造林工作，而雲林縣於 98 年依縣府各單位之職掌成立專案小組並進行職權分配，藉由中央及地方政府機關的努力，可使揚塵危害降至最低。而揚塵工法目前執掌係由四河局主導，以下針對四河局揚塵工法內容進行說明：

四河局 96 年度開始辦理「濁水溪下游段裸露地揚塵改善策略研究」，進行抑制揚塵相關研究；97 年度持續辦理「濁水溪揚塵抑制方案於防洪、景觀及環保綜合功效研究」；98 年度與 99 年度則辦理「濁水溪下游揚塵改善計畫研究」，其研究抑制揚塵成效上皆

有明顯改善，並提出相關揚塵改善工法建議；100 年度則辦理「濁水溪揚塵改善第三期工程計畫-簡易設施工程計畫」，進行簡易設施工程之抑制揚塵作為；101 年度開始辦理「濁水溪揚塵改善第四期工程計畫」，進行南岸高灘地種植環境保育林、攔水土堤及蓄水塘等。本計畫進一步蒐集濁水溪沿岸歷年抑制揚塵工程辦理情形，其彙整並針對各計畫執行內容分點述明如表 3.4.2-1:

表 3.4.2-1 濁水溪歷年辦理揚塵改善工程統計表

年度	執行河川局與工程名稱及辦理內容
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	濁水溪第一期揚塵改善計畫-北岸植生計畫, 植栽工法(木麻黃、白千層、防風圍籬 3 公里，寬 20 公尺)，種植牧草 20 公頃。
98	濁水溪第一期揚塵改善計畫-南岸植生計畫, 植栽工法(木麻黃、白千層、防風圍籬 4 公里，寬 40 公尺)。
99	濁水溪揚塵改善計畫-第二期工程計畫，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-南岸防風林植生計畫, 植栽工法(木麻黃、黃槿、白千層、水黃皮、防風圍籬 2 公里，寬 40 公尺)。
100	濁水溪揚塵改善第三期工程計畫-簡易設施工程計畫，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, 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)。
101	濁水溪揚塵改善第四期工程計畫-簡易設施工程, 攔水土堤 1 道約 750 公尺、蓄水池塘約 90 公頃、跳島式防塵網約 5 公頃、低灘地現地植生(易生長、耐旱防風之植物)約 3 公頃、中灘地現地植生(狼尾草)約 10 公頃。
102	南岸保育林 1.0 公里，4.0 公頃、0.4 公里，1.6 公頃 跳島式防塵網、西濱大橋上游 2 公頃、西濱大橋下游 3 公頃
103	低灘地鋪設稻草約 10 公頃、跳島式防塵網約 4 公頃、蓄水池塘約 120 公頃、灑水車約 180 台次。

104	蓄水池塘約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。
-----	---

資料來源:經濟部水利署第四河川局

一、濁水溪下游揚塵改善計畫研究

在揚塵抑制工法成效部分，第一、二期揚塵抑制工程中，採用不同高度的集砂器進行揚塵監測，分別放置於試驗區內與裸露區進行量測。第一期工程監測成效結果分析為：

1. 牧草區抑制揚塵量為上風處約 38 倍。
2. 北岸防風林區抑制揚塵量平均為上風處約 1 倍。
3. 南岸防風林區抑制揚塵量平均為上風處約 19 倍。

此外，在防風林及牧草區揚塵縱向保護部分，監測成效結果顯示出南岸防風林可保護下風處至少 60m 內之距離，減緩下風處受揚塵之潛在影響；北岸牧草區亦可保護下風處之距離約 30m。

第二期揚塵抑制工程部分為，水覆蓋工法(攔水土堤及蓄水池塘)之揚塵阻滯率約為 91.2~99.6%；在揚塵縱向保護部分，為揚起之砂塵經過水覆蓋區域或是較濕潤的裸露地之際，其砂塵捕獲量皆明顯下降。

二、濁水溪揚塵改善第一期工程—南岸植生

1. 專案經費：6,890 仟元。
2. 種植喬木，寬度 40 公尺、長度 4 公里，面積約 16 公頃。(種植且存活之喬木約 32,300 棵，主要樹種為木麻黃及白千層)。
3. 工程位置在自強大橋下游沿南岸約 7.5 公里處。
4. 99 年 1 月底完成喬木種植作業，後續進行培育管理作業。

三、濁水溪揚塵改善第一期工程—北岸植生

1. 專案經費：4,750 仟元。

2. 種植喬木，寬度 20 公尺、長度 3 公里，面積約 6 公頃。（種植且存活之喬木約 10,500 棵，主要樹種為木麻黃及白千層）；種植牧草，面積約 20 公頃。
3. 種植喬木，工程位置在自強大橋下游沿北岸約 4.5 公里處；種植牧草，工程位置在自強大橋以下約 2.3 公里處灘地。

四、 濁水溪揚塵改善第二期工程

1. 專案經費：14,720 仟元。
2. 99 年 12 月 13 日於西濱大橋上游處完成蓄水池潭(約 31 公頃) 興建工程，同年 99 年 12 月 13 日於西濱大橋上游約 2.5 公里處完成攔水土堤一座(高度 1.6 公尺、長度 700 公尺) 興建工程。後續將河道變遷情形辦理現地植生，面積約 85 公頃，及噴灑土壤穩定劑，面積約 10 公里。

五、 濁水溪揚塵改善第三期工程計畫-簡易設施工程計畫

於 100 年度因汛期時未有較大洪水的影響，且河川裸露面積較 98、99 年減少，而該年度所施作之攔水土堤，達成水覆蓋之面積達 80 餘公頃；蓄水池塘造成水覆蓋之面積達 137 公頃，其有效降低河川揚塵之現象，成效亦較綠化植生來得高。

六、 濁水溪揚塵改善第四期工程計畫-簡易設施工程計畫

於自強大橋至西濱大橋河段間布置第四期濁水溪河川揚塵抑制工程，包含攔水土堤一座及蓄水池塘，本項工程施作自 101 年 10 月始，至 102 年 3 月 31 日完成攔水土堤(450 公尺)，其水覆蓋面積達 100 公頃；本工程計畫延續既有南岸高灘地環境保育林，往上游種植 6.4 公頃(約 1.6 公里)，自 101 年 7 月 4 日至 101 年 12 月 15 日施作。

七、 濁水溪揚塵改善計畫-南岸高灘地種植環境保育林

本工程計畫延續既有南岸高灘地環境保育林，往下游種植 4 公頃(約 1 公里)、往上游種植 1.6 公頃(約 0.4 公里)，自 102 年 5 月 24 日至 102 年 12 月 15 日施作。

3.4.3 濁水溪沿岸歷年工法執行成效

整體而言，由環保署設置之崙背測站監測數據顯示，雲林地區空氣品質自 98 年後呈現逐年改善之現象，空氣品質不良日(PM_{10} 日平均濃度 $>150\mu g/m^3$)自 98 年的 12 站日，降至 99 年的 1 站日，100 年甚無任何空氣品質不良日發生，由此佐證在四河局一連串的揚塵抑制措施施作後，雲林縣空氣品質確有獲得改善。

在民國 98 年至民國 103 年間持續採植栽工法、種植牧草、現地植生、蓄水池塘、攔水土堤簡易措施改善揚塵。無論是在揚塵抑制研究或是試辦工程，其濁水溪下游施作之各項揚塵抑制工法，皆有明顯的抑制效果，為能持續有效抑制揚塵，因此針對來年對於揚塵抑制工法上之改善規劃提建議，其於揚塵好發時期，重點工作規劃如下：

- 一、 持續進行高灘地種植環境保護林，作好植生及維護工作。
- 二、 續規劃設置攔水土堤。
- 三、 持續規劃設置蓄水池塘。
- 四、 以防塵網、現地植生播灑草種方式進行防塵工法。
- 五、 加強巡防違法種植及依法嚴格執行取締。
- 六、 落實河川管理辦法，許可使用人應配合區長進行揚塵防制措施，共同維護該區河川裸露地復育及抑制揚塵作為。

而本縣環保局考量歷年來各單位對於濁水溪揚塵防制工作之困難點在於其裸露地面積過大，自強大橋至西濱大橋間於莫拉克風災後裸露面積增至 1,503 公頃，本縣環保局於 99 年度調查同樣範圍裸露面積則約為 900 公頃左右，如以現地植生復育之成本($16 \text{ 元}/\text{m}^2$)計算，完全改善則需 1 億 4 仟 4 佰萬，且需每年施作，並不符合成本效益。

濁水溪沿岸灘地每年均開放農民承租並進行農物種植，農民會利用稻草插植方式避免砂塵影響作物生長，同時鋪設水線，保持作物水份來源。本縣環保局就環保與經濟兩層面考量，建議農民於灘地進行農物種植時，其揚塵防制措施需加強妥善處理，以降低揚塵發生率。

稻草插植及鋪設水線均為農民種植過程必需之工作，如農民可在東北季風來臨前完成，亦可有效降低揚塵之危害。是故本縣環保局於 100 年度即進行稻草插植及鋪

設水線示範，鼓勵農民提早進行揚塵防制作業，其藉由示範工法觀摩活動呼籲農民共同響應，一同復育這片土地，以實際行動共創雲林永續生態環境。

根據行政院環境保護署空氣品質監測網數據得知，近年雲林縣空氣品質狀況已逐漸改善，分析其改善原因除各單位共同執行相關揚塵工法外，本縣環保局並向當地農民宣導需於揚塵好發時期及東北季風來臨前應提早做好相關防塵措施，以減少『風飛砂』產生。

第四章 濁水溪防風綠廊規劃

4.1 濁水溪沿岸防風植栽調查

目前水利署第四河川局於 98~105 年分別於濁水溪沿岸分期進行 5 處保育林栽植，其中北岸 3 公里南岸 9 公里，共計約 12 公里，寬度約 40 公尺，增加綠覆面積約 48 公頃。歷年植栽區域位置詳圖 4.1-1。

南岸堤防方面，從溪州大橋往下游歷經西螺堤防、新庄堤防、楊賢堤防、大庄堤防、雷厝、新吉堤防及許厝寮堤防，計畫範圍堤防已有部分進行步道、自行車道及涼亭綠美化，植生狀況尚可改善，主要植生包括構樹、苦楝、朱槿、銀合歡、野桐等適應力強物種。

依據環保署濁水溪河口整體規劃專案工作計畫執行成果資料顯示，建議濁水溪沿岸綠色堤防新種植之植栽建議以原生種為主。堤頂步道兩旁為堤頂綠帶與堤外緩衝綠帶，綠帶上種植中型喬木或輔以步道，以形成堤防與堤外綠色隧道，樹種設計以一常綠樹種搭配一落葉樹種為考量。落葉樹種因四季變換而有顏色上之變化，可增加堤頂與堤外綠廊之視覺景觀美質；常綠樹種因四季均有濃密之樹冠，具有遮蔭效果，可以使在堤頂上活動的民眾有更舒適之活動空間。

堤前坡綠帶與堤後坡綠帶種植生態綠化植栽加速綠廊林相生長，以先驅性陽性樹種小苗為主。先驅性樹種小苗價格較低，且樹冠小，搬運時不須修剪，存活率高；生長快速，環境適應力強，可降低維護管理成本；小苗生長後，吸引鳥類駐足停留，藉鳥類帶來其他陰性樹種之種子，待陽性樹種死亡後，陰性樹種便取而代之，如此循環，便可成為成熟之穩定林相。

堤前坡綠帶種植小喬木，除了綠化堤防之外，並可作為防洪森林之用，而堤後坡綠帶可為填土培厚，因此可藉喬木之根系穩固土壤，避免河水沖刷；堤外既有南岸防風保育林帶與大庄堤防間尚有 100 公尺距離，在休耕期間多為裸露地亦是主要揚塵來源，規劃於耕地間設計一綠廊步道，可為減緩風速攔阻耕地風飛沙，中間搭配步道便具有動線連結與休閒綠廊的功能。



圖4.1-1 歷年防風林植栽區域示意圖

4.1.1 濁水溪南岸現況概述

南岸堤防方面，從溪州大橋往下游歷經西螺堤防、新庄堤防、楊賢堤防、大庄堤防、雷厝、新吉堤防及許厝寮堤防，計畫範圍堤防已有部分進行步道、自行車道及涼亭綠美化，植生狀況尚可改善，主要植生包括構樹、苦楝、朱槿、銀合歡、野桐等適應力強物種。

濁水溪南岸自大庄堤防以下至河口雷厝堤防段，部分堤防仍為混泥土堤防，少部分堤防進行培厚植樹綠化，堤頂並設有自行車道防風效果良好。高灘地土地使用為農民申請使用公有地作為農業使用，少部分為私有地。西瓜為本區主要作物；二崙及崙背地區有大義崙排水及八角亭排水流入濁水溪，主要污染源為畜牧業及家庭污水污染，水質不佳導致異味常為民眾所詬病。

南岸聚落最著名當屬西螺鎮，西螺為濁水溪旁極富人文歷史風情的小鎮，鎮內老街、古寺、古蹟及美食等采風，加上地方政府規劃的觀光景點，已是地方觀光重鎮。雲林縣政府於 95 年積極推動「西螺大橋人文旅遊帶工程」，西螺大橋下的高灘地自行車道，不論假日非假日，總可以看見許多的自行車友，休閒的吹著涼風，盡情享受橋下及堤防上不同的田園風光，民眾得以運動休閒並盡享美景。堤防現況說明如圖 4.1-2。



圖4.1-2 南岸堤防現況圖

現有高灘地植樹工法

從計畫範圍調查發現高灘地植樹防風工法已十分普遍，以種植木麻黃為主，南岸則有第四河川局於 98 年開始之植樹計畫，主要種植木麻黃、白千層、黃槿、朱槿及相思樹等樹種。由於為近年栽植，高度約 1.5~3M 之間，南岸防風林調查影像整理詳如圖 4.1-3。



圖4.1-3 南岸高灘地防風林植樹狀況

現有堤防坡面植樹工法

經調查發現南岸部分堤防已逐步分段綠化，綠化後不論是固沙防風或景觀美質等效果皆有明顯改善，但應是缺乏人力維護，現場發現有些植栽生長不佳及垃圾廢棄物堆置狀況。如圖 4.1-4。



圖4.1-4 南岸堤防邊坡綠化狀況

4.2 下游河川公地分類及使用情形

4.2.1 河川公地分類

高灘地

高灘地因地勢較高，鮮少受到洪流影響，全年多有種植稻米等經濟作物，並布置較耐久性之灌溉管線設施。由於常年有綠覆蓋，僅於整地翻土時引發揚塵，但因種植作物不一，其規模及影響皆較小。

中灘地

中灘地地勢較低，可能在數年間遭受洪流沖刷，致綠覆蓋喪失，故於東北季風侵襲初期(11~12月中旬)有大面積裸露地，提供揚塵所需之大量砂源。惟12月中旬起瓜農開始種植，覆蓋率逐漸上升後，揚塵規模及影響逐漸減小。

低灘地

低灘地地勢最低，豐水期間常遭淹沒，故無揚塵發生，至枯水期河川水位下降後裸露地逐漸浮現，提供揚塵所需之砂源。過去枯水期低灘地浮現後常遭瓜農佔耕，雖初期整地過程易擾動土壤造成揚塵，惟整地後之農業行為有助於增加綠覆蓋、減少揚塵所需之砂源，有助於減小揚塵規模；99年第四河川局設置攔水土堤抬高水位，大幅度增加水覆蓋範圍，阻絕風與砂之接觸，其減塵效率達90%以上，有效降低低灘地砂源之產出。

4.2.2 河川公地使用調查

據第四河川局2014年統計，濁水溪下游從溪州大橋至出海口可申請使用之河川公地面積約為3137公頃。其中揚塵侵襲嚴重的南岸地區為西螺鎮、二崙鄉、崙背鄉及麥寮鄉等地區，所申請許可使用之河川公地數量1557件、面積約1168公頃，其中所申請種植西瓜數量為820件數、許可使用河川公地面積約有795公頃，表4.2.2-1為濁水溪下游鄰近鄉鎮之申請使用河川公地數量、面積。

由表4.2.2-1得知，位於南岸的西螺鎮、二崙鄉、崙背鄉及麥寮鄉等地區之河川公地許可使用面積相當大，若無任何植生覆蓋時，東北季風吹襲時，易產生大規模的揚塵，此為南岸揚塵影響較為嚴重之原因。

表 4.2.2-1 濁水溪下游之申請使用河川公地統計表

鄉鎮	河川公地 筆數	公地面積 (公頃)	申請河川 公地數量 (件)	申請種植 西瓜數量 (件)	申請河川 公地面積 (公頃)	西瓜種 植面積 (公頃)
莿桐鄉	519	300.9	501	1	286.9	1.6
西螺鎮	264	117.9	141	21	51.7	35.6
二崙鄉	1337	669.7	850	567	557.1	443.6
崙背鄉	309	213.7	167	129	145.8	127.5
麥寮鄉	413	622.7	84	56	84.3	55.9
總計	2842	1924.9	1743	774	1125.8	664.2

資料來源：經濟部水利署第四河川局。

根據蒐集之河川公地許可資料套疊航照圖層，標示如圖 4.2.2-1，當中紅色區塊為中灘地申請許可用地，約 1200 公頃；藍色區塊為高灘地申請許可土地，約 1100 公頃；河道中常有水流區則是低灘地區域，屬於不開放申請之土地，另外黃色區塊，約 237 公頃則為判釋出未經申請許可而有土地使用情況之範圍，經查詢黃色區塊亦為公有地範圍。其灘地高度(H)判釋原則採取灘地高程-該斷面主深槽高程，各灘地高度定義示如表 4.2.2-2。

表 4.2.2-2 灘地高度定義

灘地高度(H)	高度範圍(公尺)	灘地類型
H=灘地高程-該斷面主 深槽高程	>5	高灘地
	2~5	中灘地
	<2	低灘地



圖 4.2.2-1 濁水溪下游河川高中灘地利用情形

4.2.3 河川公地現況分析

本計畫分析濁水溪下游河川公地結果，高灘地以種植多年生之植物居多，在無擾動土地區域，所帶來之揚塵情況並不嚴重，抑或是無揚塵現象，因此，高灘地除了設置防風保育林以外，不建議做任何土地變更或是進行土地擾動等相關規劃管理作為；而低灘地因常有水流且是第四河川局施作相關揚塵抑制工法之主要範圍，建議低灘地部分不開放種植，由第四河川局管理。中灘地由於砂土貧瘠，且枯水期水位低及東北季風的影響，會造成大面積的裸露土地，發生大規模揚塵現象，故宜開放民眾申請土地使用許可，進行種植作物，在管理規劃上，屬較需規劃管理的區域，故建議以中灘地為主要規劃管理範圍，說明如下：

一、低灘地現況分析

每年汛期期間，洪水產生不規則的沖刷，形成多變之河道樣貌，除中灘地會出現裸露土地外，低灘地也會因枯水期水位低而有裸露地產生，考量低灘地如於枯水期遇有豪大雨，也會造成沖刷情形，為了民眾安全及減少經濟損失，低灘地不開放民眾申請種植相關作物。

二、中灘地現況分析

中灘地在每年 7~8 月的汛期影響下，常於 10~11 月份時產生大面積的裸露地，適逢強烈的東北季風吹襲，揚塵最為嚴重，雖然中灘地的河川公地開放民眾申請使用，種植作物之綠覆蓋方式可減緩揚塵發生，惟仍存有裸露地無覆蓋的空窗期。

三、高灘地現況分析

由於高灘地大多為種植防風林或是多年生之喬灌木樹種或作物，在防制揚塵工作上有如為一道隔離牆，隔絕大多數的揚塵。又早期雖有大面積的防風林解編，惟鄰近民眾沿堤岸申請高灘地河川公地進行種植作物，亦可加強隔絕揚塵。

4.3 濁水溪南岸保安林現況

農委會林務局之保安林分佈在濁水溪南岸，從上游到下游分別為 1815、1821、1813、1805、1833 號保安林，面積約 740 公頃，分別位於二崙鄉、崙背鄉、麥寮鄉等鄉鎮，自民國元年起陸續編為保安林，主要造林樹種為木麻黃、白千層、黃槿等。林務局計畫持續加強保安林擴編，其南投林管處轄區內保安林簡述如表 4.3-1：

表4.3-1 現有保安林資料一覽表

保安林	位置	首次公告 編入時間	現在面積	備註
1815 飛砂防止保安林	二崙鄉港後段	民國 26 年	27.056 公頃	國、私有
1821 飛砂防止保安林	二崙鄉大庄段	民國 32 年	18.544 公頃	國、公、私有
1813 飛砂防止保安林	崙背鄉舊庄段、草湖段、貓兒干段	民國 14 年	138.341 公頃	國、公、私有
1805 飛砂防止保安林	麥寮鄉雷厝段、橋頭段、許厝寮段許厝寮小段中山段、麥寮段、泰順段	民國 1 年	224.136 公頃	全部為國有土地
1833 飛砂防止保安林	麥寮鄉許厝寮許厝寮小段、中山段、豐安段、橋頭段	民國 43 年、54 年、62 年分三次編入	328.410 公頃	全部為國有土地

資料來源：農委會林務局



圖 4.3-1 保安林位置與建議區域範圍圖

4.4 麥寮鄉裸露地調查

由前述空品測站監測資料可發現，麥寮鄉的懸浮微粒有上升的趨勢，經相關研究與實地觀察亦發現，揚塵事件日時麥寮鄉揚塵影響顯著，現勘發現揚塵主要來源係河川出海口的低灘地與麥寮鄉北側閒置裸露地；裸露地是泛指營建工地與農地外，而該地表無豐富植生或無鋪柏油、水泥的裸露空地（如：河灘地、廢棄砂石廠或廢棄預拌混凝土廠、開挖的山坡地和校園未鋪面之操場等）。當土表呈現裸露之狀態時，該處土壤的含水量也因此偏低，此時易經由風吹、生物活動或車輛經過而引起塵土飛揚污染空氣，而風蝕揚塵造成懸浮微粒污染物，亦是影響空氣品質的主要原因之一。

因此，依據本計畫目標，調查麥寮鄉北側大型裸露地，規劃配合人工植生綠覆與生態復育手法，進行防風林與裸露地植生改善復育規劃。

經現勘比對並與國有財產署查詢，於麥寮鄉北側風砂來源且適合綠化改善之公有地有兩區塊，分別為靠近新吉堤防的吉安段 1~40 號 13 筆約 9.4 公頃、與靠近許厝寮堤防的六輕段 62 號約 13 公頃，相關區位說明如下：



圖 4.4-1 規劃改善裸露地區位示意

改善裸露地 A：

位於新吉堤防南岸防汛道路與台 61 線交接區塊，現況為砂石業占用，砂石車進出頻繁，周邊道路地面沙土泥濘明顯、裸露區塊揚塵嚴重。

	基地 A 東北角拍攝，砂石車進出頻繁，地面砂石泥濘，砂土堆置無防制措施。
	基地 A 內部聯絡道拍攝，內有大量砂土堆置，無揚塵防制措施。
	基地 A 西側聯絡道路拍攝，內部開闢聯絡便道缺乏鋪面與養護，車輛行駛會揚起沙塵。

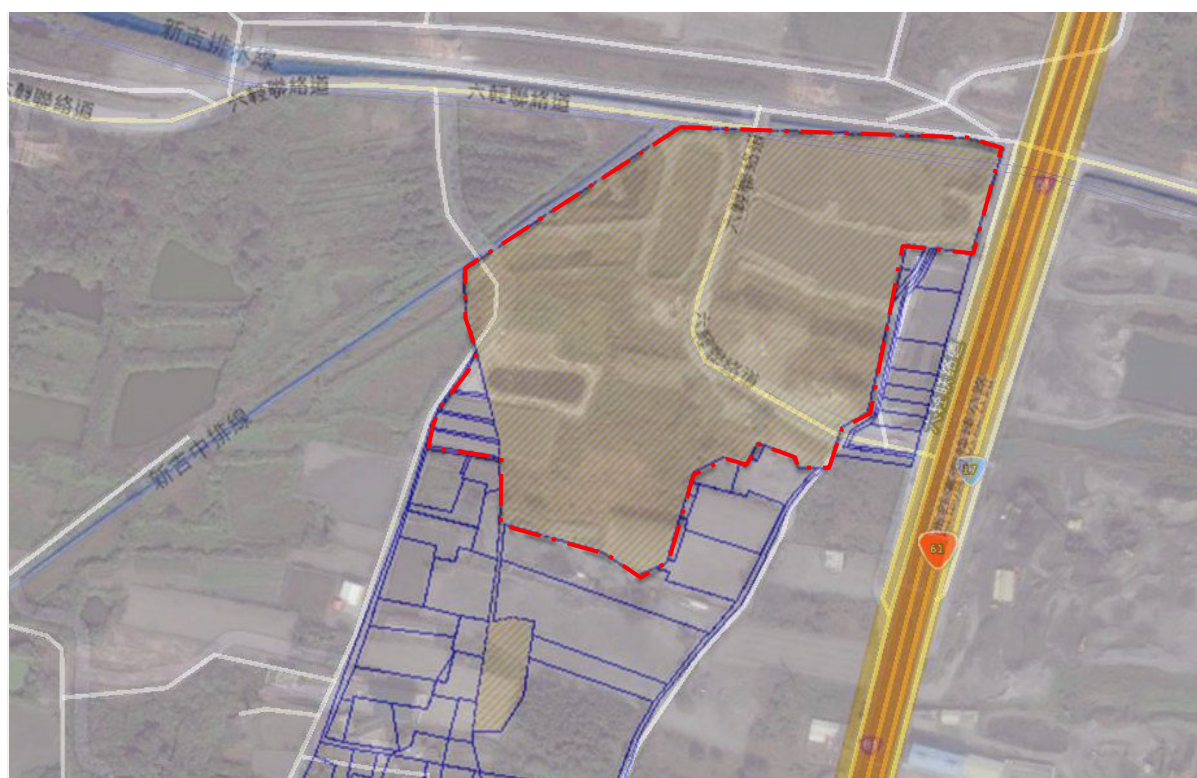


圖 4.4-2 裸露地 A 地籍範圍示意

裸露地 B：

位於許厝寮堤防南岸六輕聯絡道裸露區塊，現況為貨車等車輛停放使用，周邊有自然林與水池，貨櫃車進出頻繁，周邊道路地面沙土泥濘明顯、裸露區塊揚塵嚴重。

	基地 B 東北角入口拍攝，貨櫃車油罐車進出頻繁，目前為車輛與貨櫃暫置場，地面鋪設砂土。
	基地 B 東側入口拍攝，內有車輛停置，鋪面為砂土，地面沙土胎痕明顯，現場無揚塵防制措施。
	基地 B 東南側入口拍攝，現地放置貨櫃與車輛，地面沙土胎痕明顯，車輛行駛揚起沙塵。

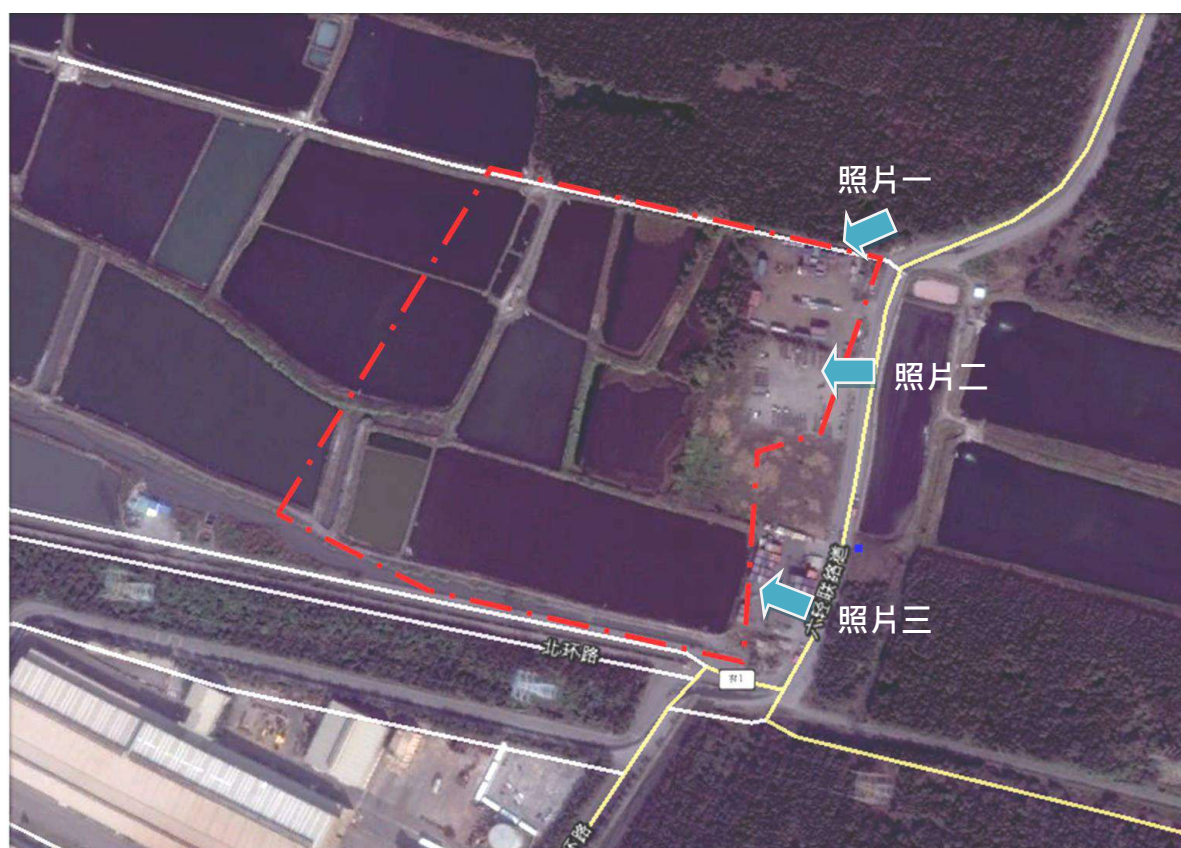


圖 4.4-3 裸露地 B 地籍範圍示意

表 4.4-1 改善裸露地地籍面積表

候選基地	地籍段號	面積(m ²)
A 基地	吉安段 1 號	90771.19
	吉安段 2 號	239.69
	吉安段 3 號	93.25
	吉安段 4 號	177.18
	吉安段 29 號	385.24
	吉安段 30 號	51.39
	吉安段 32 號	580.24
	吉安段 33 號	80.39
	吉安段 35 號	583.02
	吉安段 36 號	132.18
	吉安段 37 號	635.16
	吉安段 39 號	72.65
	吉安段 40 號	48.33
	小計	93849.91
B 基地	六輕段 62 號	137658.85

4.5 濁水溪南岸防風林規劃

經上述保安林調查後發現，自強大橋下游主要有兩處防風林帶較為薄弱：西濱大橋下游至出海口面積約 305 公頃沙丘下風處、西濱大橋周邊往上游長約 3.8 公里之區段；此兩區域在濁水溪南側缺乏大面積防風林帶，而此區段卻位處大量中低灘地裸露地下風處，每當東北季風來臨，風飛沙便可從此往南侵襲，由圖 4.4-1 可了解出海口沙丘面積近 15 年逐年擴大並有向南延伸侵蝕的趨勢，對照近年河川揚塵狀況可證河道淤積與揚塵之關係密切，故先期應針對此區域進行防風林帶補強串聯規劃，增加保育林面積來提升低空揚塵攔截阻滯功效。

另外麥寮鄉兩處大型裸露地，亦是風沙的來源之一，將其納入防風林及植生綠覆規劃，可營造自然棲地與民眾遊憩空間。

本計畫依現勘結果提出堤防植生補強與保安林延伸串聯方案，此與第四河川局於堤外(高灘地)種植環境保育林之策略相同，皆以營造防風林帶減少揚塵對鄰近居民的影響，如此可強化保護效果，提供鄰近民眾更佳生活環境。

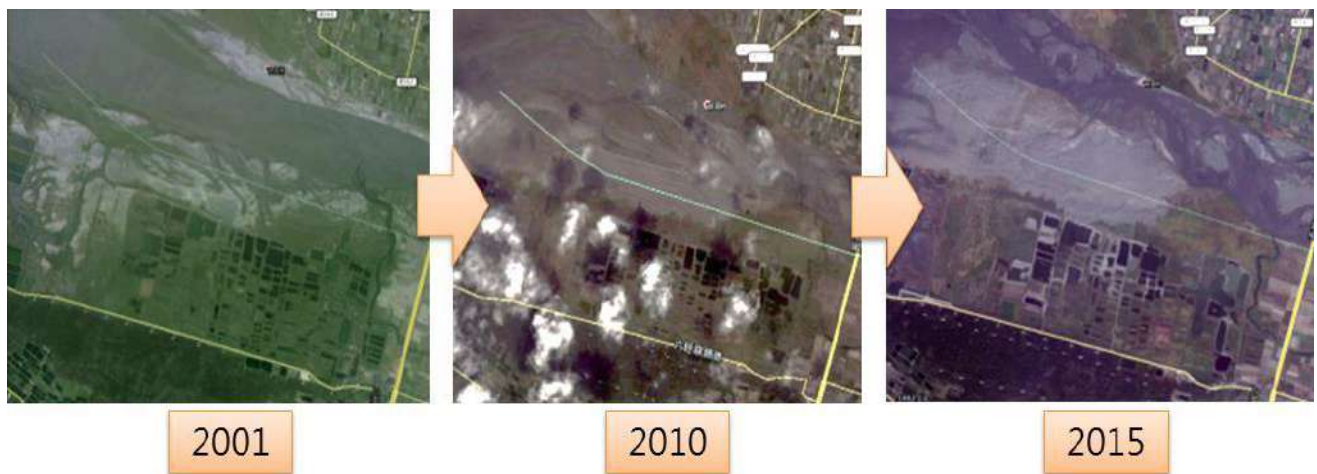


圖4.5-1 濁水溪河口沙丘面積變化示意圖

一、麥寮鄉河口保育林帶規劃

下游河段的麥寮鄉位處東北季風下風處，地表揚塵發生頻繁，嚴重危害當地環境品質，更造成觀光旅遊發展相當大的衝擊。事實上，每年冬季風吹沙來臨時，造成當地居民的問題十分廣泛，並不只是生活品質的問題還有產業的衝擊，如行車能見度低，交通受到嚴重影響；大氣懸浮粒狀污染物，受重力作用沉降，造成植物氣孔阻塞、干擾光合作用、影響新芽發育，授粉減少，產量降低，影響農業產值。

經現地勘查發現，揚塵主要來源係濁水溪出海口沙丘與麥寮鄉北側閒置裸露地，裸露地是泛指營建工地與農地外，而該地表無豐富植生或無鋪柏油、水泥的裸露空地（如：河灘地、廢棄砂石廠或廢棄預拌混凝土廠、開挖的山坡地和校園未鋪面之操場等）。當土表呈現裸露之狀態時，該處土壤的含水量也因此偏低，此時易經由風吹、生物活動或車輛經過而引起塵土飛揚污染空氣，而風蝕揚塵造成懸浮微粒污染物，亦是影響空氣品質的主要原因之一。

因此，依據本計畫目標，針對麥寮鄉北側出海口裸露灘地，規劃河口防風保育林帶，配合人工植生綠覆與生態復育手法，進行裸露地植生改善規劃。

為詳細了解基地現有植生狀況，評估現地環境適合的植生物種，特邀請嘉義大學蔡智賢教授與宜蘭大學黃志偉教授進行現勘，實地瞭解麥寮濱海目前的植物林相、優勢物種等，依據環境條件與限制，提出改善建議方案：

- 1、河口東北季風強勁，建議分期復育，第一期應於沙丘南側建立防風保育林帶寬40m、長度約3000m，可立即減緩沙丘向南側侵蝕趨勢，為便於防風林帶的種植，現地應整地推平或減少高程差，培土型塑防風林平台；建立周圍防風林區塊與優勢地被，以達到先期定砂與營造後續植被的生長環境，為期1~2年。
- 2、第二期可進行沙丘裸露地植生綠覆120公頃，選用現地耐旱易生長的草本爬藤及水濱植物，如馬鞍藤、濱刺麥、甜根子草等，在適當季節進行復育，減少裸露地面積並營造周邊物種棲地與遊憩觀賞空間。



圖 4.5-2 麥寮鄉河口現勘實況



圖4.5-3 河口保育林帶規劃配置圖



圖 4.5-4 防風保育林施作示意

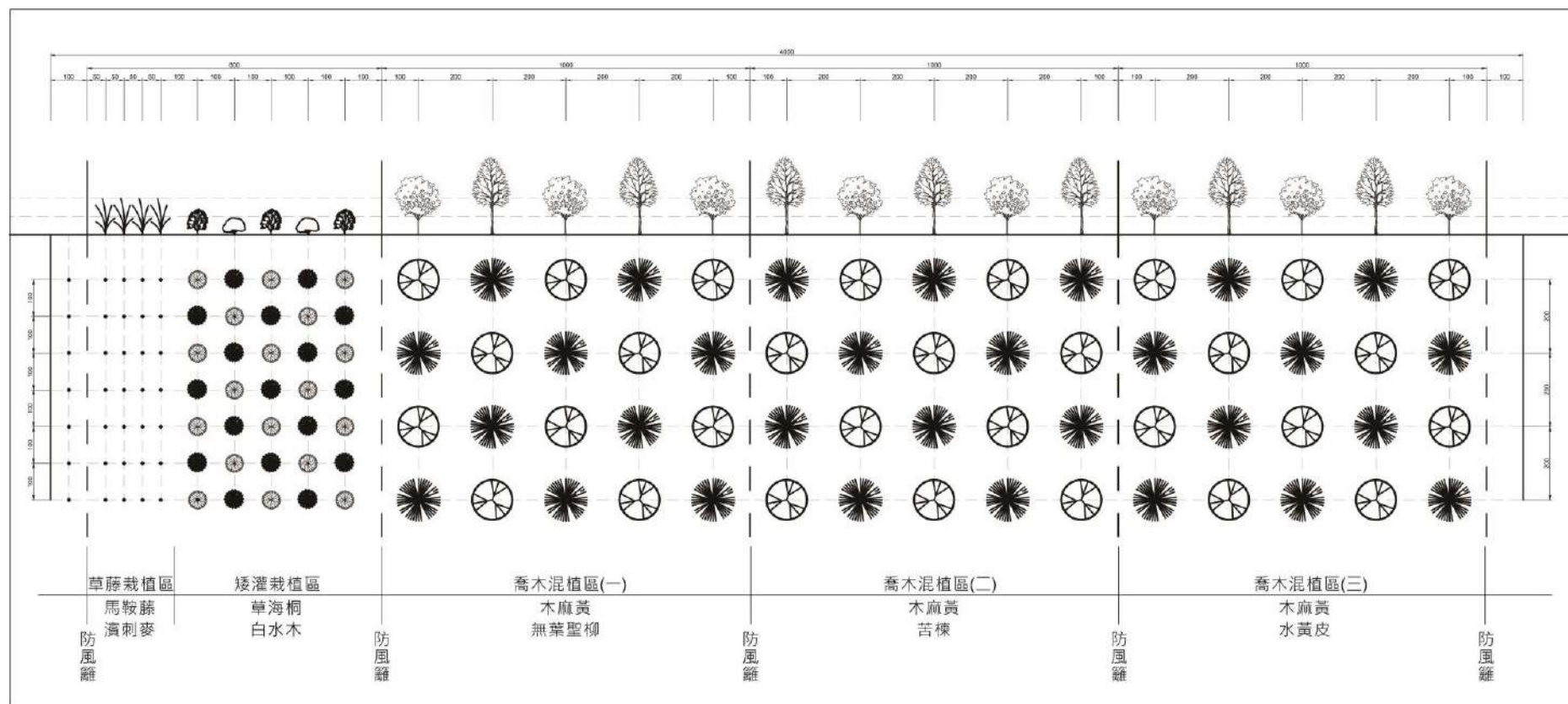


圖 4.5-5 防風保育林細部設計圖

二、大庄堤防生態綠廊規劃

大庄堤防末端與雷厝堤防在 24 號越堤路處相接，該區域防風林帶薄弱，東北季風時期往往成為揚塵阻滯缺口；堤外既有南岸防風保育林帶與大庄堤防間尚有 100 公尺距離的沙地旱田，休耕期間堤外大片裸露地是主要的揚塵來源，為增加阻滯揚塵效益同時改善帶狀空間，規劃於該處大庄堤防上設計一綠廊步道，目前坡堤上僅有草本植物，建議坡堤培厚栽植喬木林帶可減緩風速攔阻耕地風飛沙，搭配堤頂步道具動線連結與休閒遊憩綠廊的功能；設計手法係將堤前坡與堤後坡略為培厚，土方可由周邊灘地與人工溼地挖方填之，堤趾擋土高度約 50~60cm，堤趾上方種植防風林喬木、坡面種植耐候及蜜源草花，堤頂兩側種植草花與灌木，堤頂面整平或鋪設連鎖磚，可供自行車與人行步道使用，串聯周邊生態旅遊資源。

培厚改善堤段由大庄堤防末端往上游長度約為 1550m，堤頂步道改善綠廊則由 24 號越堤路往大庄堤防上游延伸長度約為 2020m，路線規劃與設計說明如圖 4.4-2：

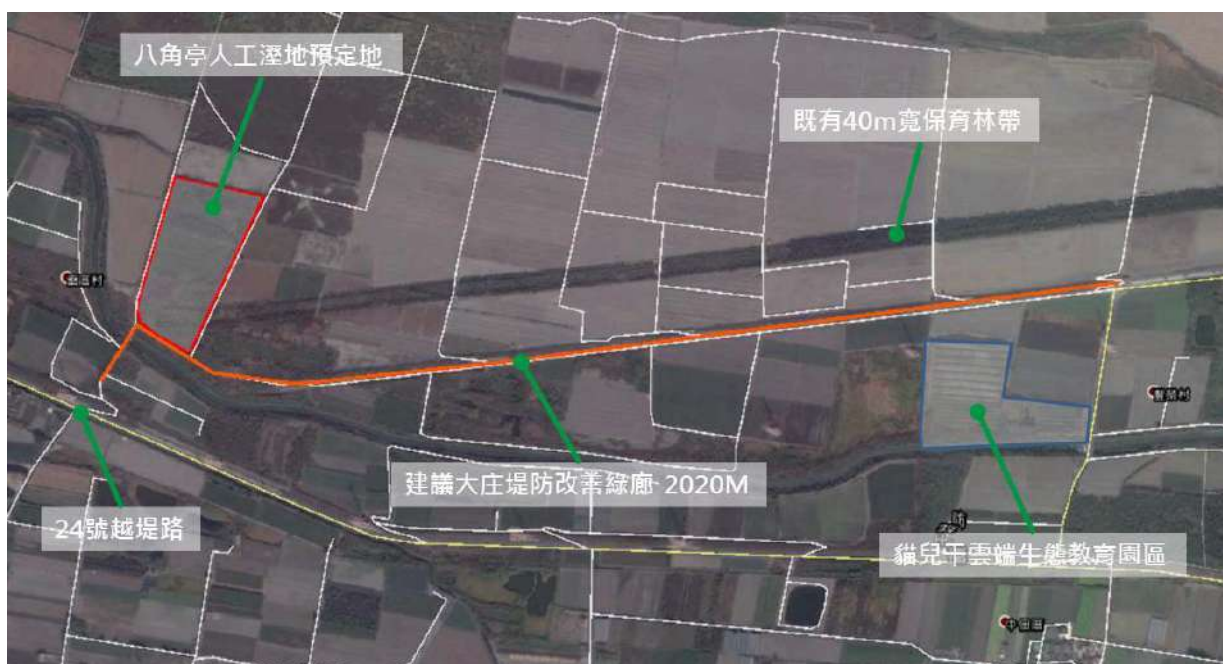


圖 4.5-6 大庄堤防綠廊規劃配置圖

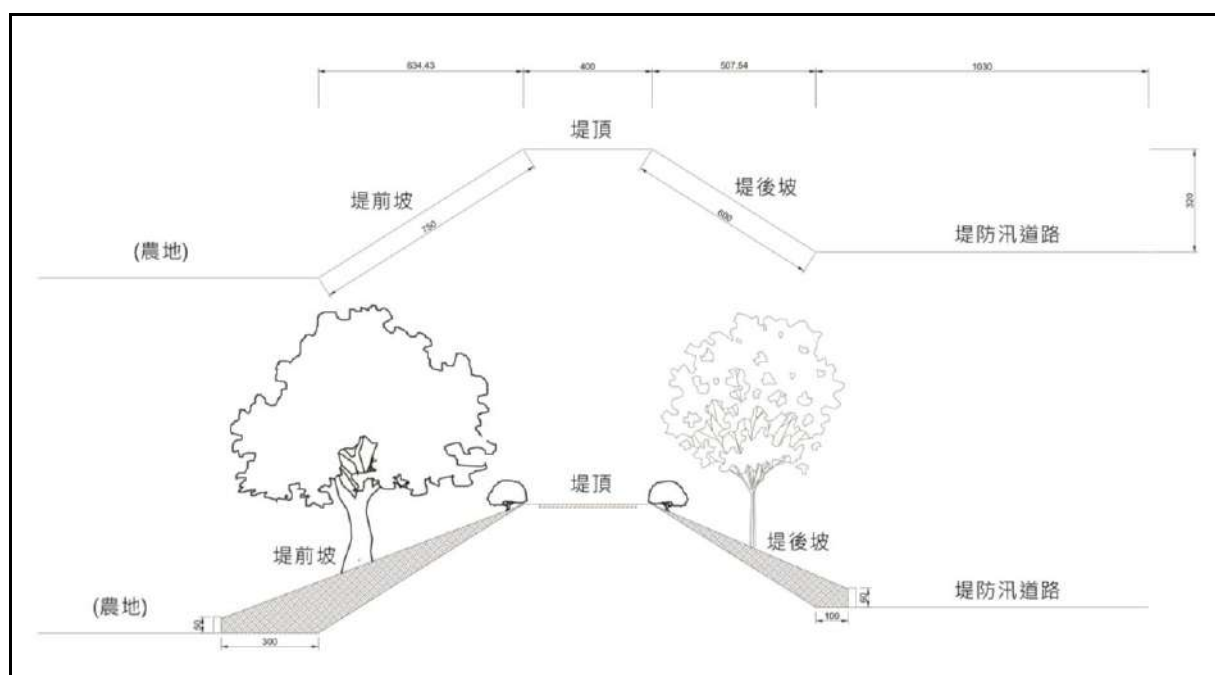


圖4.5-7 大庄堤防綠廊設計剖面圖



圖4.5-8 大庄堤防綠廊設計透視模擬圖

三、麥寮鄉北側裸露地改善

兩位委員現勘評估現地環境適合的植生物種，實地瞭解目前的植物林相、優勢物種等，依據環境條件與限制，提出改善建議方案：

1、東北季風強勁，建議分期復育，第一期應復原大面積開挖地貌，將水池填平或減少高程差；建立周圍防風林區塊與優勢地被，以達到先期定砂與營造後續植被的生長環境，為期 1~2 年。

2、第二期進行耐候性的觀花植物，選用耐旱易生長的喬木或草本植物，營造遊憩觀賞空間。

後續改善重點朝向營造遊憩觀賞亮點、提高民眾使用率，建議栽植適合現地氣候的生長穩定及觀花蜜源植物，以公有苗圃所提供苗木優先。

表4.5-1 裸露地建議栽植植物種彙整表

用途	植栽種類	照片	特性
防風 耐鹽	木麻黃		常綠大喬木，高度可達 20 公尺以上，常應用於海岸防風林帶、行道樹：耐乾旱、強風、鹽風，為目前主要之海岸防風及攔砂樹種。
	白千層		大喬木，樹高可達 35 公尺，徑 50~80 公分，園藝植栽用：行道園景樹，也是防風樹種；常植於道路旁作行道樹。

	黃槿		常綠大喬木，株高可達 15 公尺，生性強健、生長快速、耐風防潮，多生於海濱地區，是海岸防砂、定砂、防潮、防風的優良樹種；亦可植為庭園樹，庇蔭樹或行道樹。
	小葉南洋杉		大喬木，株高可達 20 公尺，為優美的庭園觀賞樹之一，常被栽種為行道樹、公園樹、庭園造景用樹用。且因全株均有臘質被覆保護，故對潮風及鹽分的抵抗力極強，適植為海岸景觀樹；木材可供建築、器具、家具等用。
	大葉山欖		屬常綠性大喬木，株高可達 20 公尺，多生於低海拔林中，主要作為海岸防風與行道樹。其樹性極為強健，耐鹽、抗旱、抗風、耐濕。
定砂地被灌木	苦檻藍		台灣原生多年生蔓性灌木，又名苦藍盤、甜藍盤、鳥踏樹。全株平滑，高達 1~3m；苦檻藍生長於台灣西海岸之常綠小灌木，為耐鹽性極強的蔓性灌木，多生長於海邊鹽地，可用於海岸防風定砂。

	海馬齒莧		海馬齒別名濱水菜它是耐鹽、耐旱的鹽生植物，生命力超強，可不斷蔓延，形成地毯狀的地被，是定砂及護岸的良好植物。海馬齒的花期是5、6月，為淡紫色或粉紅色五瓣小花。
	馬鞍藤		馬鞍藤極耐鹽，對高鹼性土壤適應良好，故為砂丘植群的先驅植物，亦常被用於防風定沙植物；一開花就形成沙灘花海，非常美麗，不過花朵壽命極短，清晨綻放，過午即已凋零。
草花	大波斯菊		大波斯菊株高0.3~2米，喜好陽光，耐寒性、耐熱性一般，是廣泛栽培的園藝花卉、切花和乾花材料，適於布置花境和花壇，也適宜作為背景花卉材料。由於繁殖力強，常群生，形成花海。

	夏堇		株高 15~30 公分，株形整齊而緊密，喜高溫、耐炎熱，對土壤要求不嚴。生長強健，需肥量不大，在陽光充足、適度肥沃濕潤的土壤上開花繁茂。
觀花喬木	台灣欒樹		其性喜高溫溼潤、陽光充足，能抗強風，耐旱、耐寒，耐陰性尚可，但不甚耐鹽，抗空氣污染力強。常見紅色的姬紅椿象棲於樹枝上。
	黃金風鈴木		樹高 4~6 公尺最適合觀賞，樹皮有深刻裂紋，掌狀複葉，小葉 5 枚，倒卵形，先端尖，全緣或疏齒緣，全葉被上褐色細茸毛。花冠漏斗形，也像風鈴狀，花緣皺曲，但為兩側對稱花，花色鮮黃。
	阿勃勒		株高 10~20 公尺，冬季落葉，陽光直射，可以使庭園溫暖，夏季則有濃濃的樹蔭，可使庭園陰涼清爽。阿勃勒最大的特色並不是它的葉子，而是它一串串下垂的黃色花朵。

	艷紫荊 (生長快速)		高可達 10 公尺以上，樹皮灰白，具有多數分枝，枝條略下垂，幼枝被細毛。
--	-----------------------	---	---

4.6 濁水溪沿岸防風植栽規劃

後續堤防綠化新種植之植栽建議以原生種為主。堤防步道兩旁為堤頂綠帶與緩衝綠帶，綠帶上種植中型喬木以形成堤頂綠色隧道，樹種設計以常綠樹種搭配落葉樹種為考量。落葉樹種因四季變換而帶來顏色上變化，增加堤頂上視覺景觀美感；常綠樹種因四季均有濃密情形，具有遮蔭效果，可使在堤頂上的民眾有舒適活動空間。

堤前坡面綠帶之所以選擇種植小喬木，除了綠堤效果之外，也可做為防洪森林之功用，堤前坡面綠帶為填土培厚，因此可藉喬木之根系穩固土壤，避免河水大雨冲刷。

先期堤坡面綠化將以土石籠覆土並栽植爬藤為主，以期能加強綠化效果，建議選用之植栽如下，建議植栽特性簡述詳表 4.5-1：

一、中型喬木

苦楝、木麻黃、白千層、黃槿、烏桕、大葉楠、杜英、大葉山欖、瓊崖海棠。

二、小型喬木

水黃皮、水柳、青剛櫟、無患子、光臘樹、刺桐、雀榕、山黃麻、血桐、山芙蓉、構樹、山菜豆、烏心石、大頭茶、山柏、樟樹、小葉桑、碎花棋盤腳。

三、爬藤

馬鞍藤、海雀稗、槭葉牽牛、濱豇豆、羊角藤、肥豬豆、濱刀豆

四、灌木

白水木、海桐、厚葉石斑木、野牡丹、揚波、含笑花、朱槿、苦檻藍(苦藍盤)、海馬齒莧、草海桐、楨梧。

五、草本野花

黃野百合、野雞冠、白茅、白鳳菜、狼尾草。

六、水生及親水植物

雲林莞草、龍鬚草、馬藻、異匙葉藻、野慈姑、五蕊石薯、輪傘莎草、荸薺、水毛花、小茨藻、瓜皮草、水車前草、過長沙、鴨舌草、輪藻、水燭、蘆葦、鋪地黍、甜根子草。

表 4.6-1 保安林建議植栽特性表

中名	科名	別名	特性	用途
木麻黃	木麻黃科	-	常綠大喬木，高度可達 20 公尺以上；植物枝條綠色，細長下垂，有深溝紋，隔一定距離有輪生的鱗狀小葉從溝槽伸出長毛，用以保護分布於溝槽側壁的氣孔。這些特徵是對乾燥海濱荒灘和貧瘠土壤條件的適應。花退化，單性，雌雄同株或異株。	常應用於海岸防風林帶、行道樹：耐乾旱、強風、鹽風，為目前主要之海岸防風及攔砂樹種。
白千層	桃金娘科	-	大喬木，樹高可達 35 公尺；野生的千層樹主要生長在靠近水邊或沼澤地邊緣。屬於長綠樹，樹皮一層層剝落，所以叫「千層樹」。樹葉為 1-25 厘米長，0.5-7 厘米寬，邊緣光滑，顏色從深綠到灰綠，花沿著樹幹生長，顏色有白色、粉紅色、紅色、黃色和綠色。	樹徑可達 50~80 公分，園藝植栽用：行道園景樹，也是防風樹種；常植於道路旁作行道樹。
水黃皮	豆科	九重吹 臭腥仔 鳥樹	半落葉喬木，高 8~15 公尺，直立，樹冠傘形，深根性，樹皮灰褐色，上常有瘤狀小突起；嫩枝通常無毛，有時稍被微柔毛；抗風、耐鹽性特強，為台灣特有之優良海岸樹種。水黃皮根系深，超能耐風，故稱『九重吹』，中部沿海多見植為行道樹，生長良好。	種植 5 年後開始開花，花朵為白、紫或粉紅色，為台灣常見的景觀設計、行道樹及防風林植物。

白水木	紫草 柯	銀丹 銀毛樹	樹皮灰褐色，小枝條、葉片、花序，都被有銀白色的絨毛；枝上具有顯著葉痕；常綠性的小喬木或中喬木，樹皮灰褐色，葉叢生在枝端，全緣，倒卵形，肉質性。白色小花列排成蠍尾形的聚繖花序。果實球形，具軟木質，能藉海水傳播。白水木生長的地方絕大多數是看得到海水的地方，所以有「白水木」之稱。	適應性強，生長力好，為第一線海岸林不可缺的樹種，常用於海岸河口防風林、行道樹、庭園景觀植物植物。
構樹	桑科	鹿仔樹 紙樹	樹皮可以拿來當作鈔票的製作原料，嫩葉是養鹿的好飼料，所以又叫做鈔票樹、鹿仔樹。構樹有分公母，公樹的花是一根長條形的花束，母樹的花是圓形的花球。公樹會開花，不會結果；母樹的果實是圓球形，成熟時，由綠轉成橘紅色，多汁的果實是鳥兒及各類昆蟲秋天時甜美的食物來源。	1.樹皮供製宣紙、棉紙及印鈔票的用紙。2.葉可以養鹿。3.成熟果實可以生食也可以做成果醬。4.藥用：性味：果實：甘、寒；葉：甘、涼；皮：甘、平
楝樹	楝科	苦苓 苦楝	苦楝不畏潮風鹹土，為本土種物，生長快速，喜高溫，可防風、抗旱，通常用於行道樹、園景樹，台灣高速公路兩旁可見。其材質優良可作家俱，種子可入藥，即為「風鈴子」，主治蟲積、疝痛。	1.庭園栽培：春天開花，花具香味，是優良的庭園植栽。2.木材是優良的家具及裝潢的材料。3.藥用：性味：皮、果實：苦、寒，有毒。
血桐	大戟科	橙桐	台灣原生種先驅樹種，常綠喬木高度達7~8公尺。為具有寬闊心形葉片的植物。樹冠傘形，為夏日理想的乘涼蔽樹。雌雄異株果實為蒴果，雙球形。是熱帶二期林的主要樹種，在充足的陽光下才能蓬勃的生長，一般在破壞不久的開闊地或崩壞地上生長，海岸亦有分佈，和林投、黃槿等組成海岸灌叢。血桐的邊材淡黃褐色，心材紅褐色，木材砍伐後心材常會流出血紅色樹脂，因而名為血桐；	1.庭園觀賞用：用做遮蔭樹或美化庭園栽培。2.木材用途：材質輕軟，可作建築用材，箱板材；樹葉可供做糕粿的墊底。

烏心石	木蘭科	扁玉蘭	常綠大喬木，樹高可達 20~30 公尺，樹皮灰褐色，具有斑紋，略光滑，枝條上則留有環狀的托葉遺痕。果實穗狀著生，成熟時形成分離的蓇葖果，果皮有白色斑點，內含紅色種子，種子具有桃紅色的種皮。	闊葉一級木，材質堅重，紋理直，結構細，不開裂，為貴重的建築及傢俱用材，其心材顏色深且堅硬，可供建築、家具、及細木工等用材。
厚葉石斑木	薔薇科	革葉石斑木	厚葉石斑木為本島固有的植物，常綠小喬木或灌木，小枝叢生。枝條端直又瘦長，幼枝灰白、光滑，老枝有裂紋。葉厚革質，光滑倒卵形，長 4.5~7 公分，寬 1~3.5 公分，先端圓鈍，基部寬楔形，全緣，略反捲。圓錐花序被褐色毛；花瓣鐘狀倒卵形。果球形，徑 0.6~1 公分。花期為 3~5 月。	1.園藝觀賞植物：因葉形雅緻，質地優美，植栽各地，成為本土行道樹、綠籬、盆栽等用途。2.樹皮可淬取染料：樹皮含鞣質，可取做染料。3.花材用：花枝、果枝可供花材、盆栽等用途。
黃槿	錦葵科	黃木槿、披麻、銅麻	常綠灌木或喬木植物，株高可達 7 公尺，多長於平地或濱海地區，原產於東半球熱帶地區，主要分布於華南地區、台灣、東南亞，樹幹灰色無毛，縱裂，有時呈攀援狀。葉廣卵形或近圓形，革質，頂端急尖，基部呈心形，全緣或微波狀齒緣，疏披星狀毛，背面淺灰白色，密披茸毛和星狀毛，表面有鹽腺體排出鹽份，長約 7—15 公分；有抗鹽抗旱的特性，可作為熱帶海岸地區防風、防沙、防潮的優良樹種。葉片可供作蒸煮糕粿的枕葉，因而有糕仔樹及粿葉樹等別稱。樹皮纖維可製作繩索或織網等用途。枝幹木材質輕富彈性，可作傢俱或薪柴之用。	生性強健、生長快速、耐風防潮，多生於海濱地區，是海岸防砂、定砂、防潮、防風的優良樹種；亦可植為庭園樹，庇蔭樹或行道樹。

小葉桑	桑科	桑樹 蠶仔樹	落葉性大灌木或小喬木。樹皮灰白色，枝條沒有毛但有皮孔（增加氣體交換用）。葉互生，具柄，三出脈，葉片卵圓形或寬卵形，長 7~15 公分，寬 5~12 公分，先端尖或長尖，基部近心形。葉子形狀變化大，葉緣有鋸齒有時裂有時不裂，膜質但表面粗糙；花雌雄異株，雄花為下垂的葇荑花序，雌花花序下垂或斜上，花柱有毛柱頭 2 裂；果實為多花聚合果，由紅而變成紫黑色方成熟才有甜味，普通稱它為「桑葚」，可生食。	1.園景樹用：可作綠籬、庭園美化、盆栽；單植、行植或列植均可。2.養蠶用：桑葉可養蠶。3.食用：果可生食，製果汁蜜餞等食品。4.造紙原料及繩索：取樹皮內皮纖維部份，可作造紙纖維和編製繩索的材料。
甜根子草	禾本科	濱芒 猴蔗	甜根子草為禾本科多年生草本植物，株高約 50~180 公分，根莖與桿皆呈直立性，節以下有白粉。地下莖發達，為鬚根系。單葉，長細線形，灰綠紙質，冬季略枯黃，葉緣銳利。花頂生，圓錐花序，花序長約 20 公分，小穗成對，花色銀白至黃，白花期 7~11 月。穎果，褐色帶白色，長約 0.15 公分，果熟時帶白毛傳播。果熟期 8~11 月。	1.防風定砂植物。 2.葉桿可作為畜牧的飼料。3.花軸可當油燈燈心使用

4.7 濁水溪南岸生態旅遊規劃

濁水溪南岸有相當豐富且極具特色的遊憩資源，如第二章基礎調查所述，適合加以包裝宣傳或以多媒體行銷；經資料調查與實地踏勘，可歸納出四個生態旅遊面向，說明如下：

一、古蹟采風，人文薈萃

西螺鎮是濁水溪旁古鎮，歷史久遠，人文薈萃，古蹟遺址不可勝數，延平老街古厝林立，西螺大橋、振文書院、崇遠堂、福興宮、泰山石敢當等都是耳熟能詳的古蹟，這些都是寶貴的歷史遺產，在人文生態旅遊的遊程中，有如人生歷練豐富的耆老，帶領遊客進入時間長廊，細數西螺的美麗與過往。把古蹟與人文納入遊程，將豐富遊程的深度與樂趣。

二、農作體驗，悠遊樂活

濁水溪豐沛水源灌溉農田，是雲林的母親河造就了全台知名的濁水米，溪旁的肥沃田地也成就了雲林農業大縣。南岸農民以西瓜、稻米為主要作物，間作玉米、香瓜、番薯、花生、大蒜、等經濟作物。如此豐饒的農產是推廣農業旅遊的最佳賣點，體驗農家生活，耕作的農趣，與遊客分享採收季節的豐收喜悅。近年歷經食安風暴，現代悠遊樂活觀念的興起，逐步引導人們走向食物產地，了解真正食物的來源，深入體驗生產的過程，這將是農村旅遊的新契機。自行車遊程將與農業密切互動，遊客可深入田間廊道，近距離觀察農作。農民朋友也可藉此機會推廣健康在地蔬果。

三、手工產業，在地美食

濁水溪畔聚落有許多在地手工產業，其中又以西螺醬油最為知名，丸莊、瑞春、大同…等許多知名醬油品牌都來自西螺。崙背的『悠紙生活館』(榮星紙業)藉由文創轉型，將紙藝文化重新詮釋、『老土藝術』結合手工陶藝，美食餐飲，在地耕耘成為。麥寮的蕃薯窯藝術工作坊則是以交趾陶為主題的手工創作。西螺古鎮在地美食多元，已成為許多饕客必訪之地，而崙背則興起了庭園咖啡餐廳的風潮，千巧谷烘培工廠、豆典咖啡、七十八巷花園餐廳等，一一打出名號，也成為近來新興的美食代表。

四、賞鳥濕地，生態體驗

濁水溪南岸至出海口生態資源豐富，經調查後曾發現鳥類有小燕鷗、燕鴿、赤腹鷹、魚鷹、水雉、夜鷺、小白鷺、蒼鷺、紅冠水雞…等。現地調查發現西濱大橋下

游至許厝寮堤防旁邊有多處水塘溼地已自成完整生態系統，是賞鳥及戶外觀察的好地點。將生態賞鳥遊程整體規劃後可成為生態旅遊的一大賣點。

套裝行程及活動行銷

濁水溪河口自然人文景觀豐富多元，依區位、主題規劃一日遊、半日遊等，套裝行程建議，說明如下：

一、西螺二崙自行車一日遊：

上午 9：00 西螺大橋南岸廣場(停車或換乘)→西螺至二崙堤頂自行車道綠廊→西瓜田果園(田園觀察、品嚐西瓜)→二崙自然步道→二崙天后宮→12：00 二崙市區午餐→崇遠堂→西螺果菜市場→振文書院→延平老街(老街文化館、福興宮)→九莊醬油觀光工廠→16：30 →返程

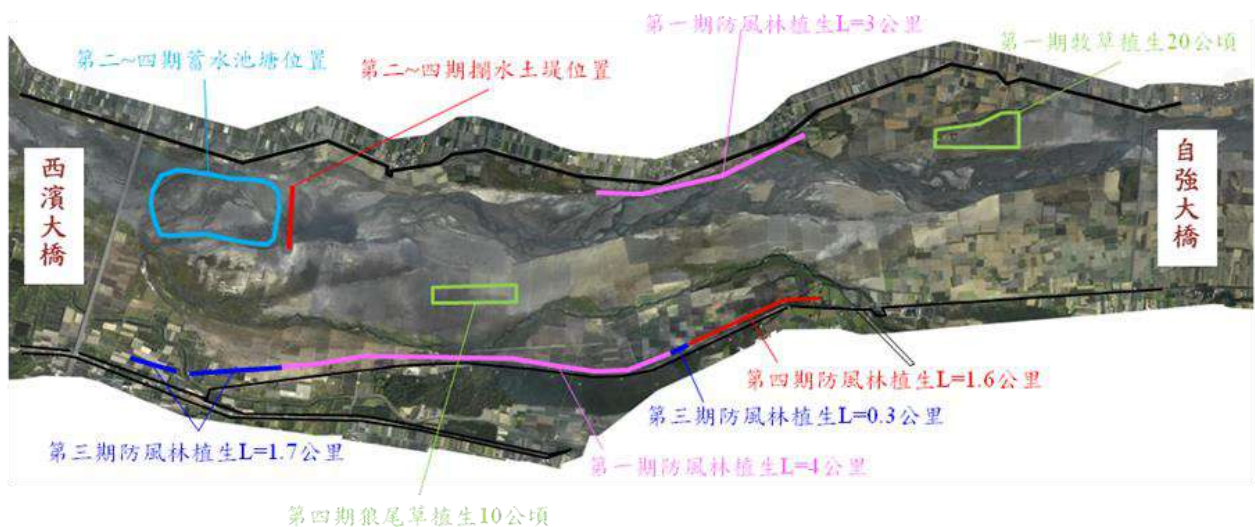
二、貓兒干文史自行車半日遊：

13：00 貓兒干文史工作坊 →欣昌金錦鯉養殖場→老土藝術工坊→千巧谷特色甜點→悠紙生活館(創意紙板DIY) →崙背酪農專區→八角亭排水人工生態溼地→18：00→返程

第五章 揚塵改善規劃

依據第四河川局歷年來於濁水溪辦理河川揚塵防制試辦經驗，由水覆蓋工法(攔水土堤、蓄水池塘及引水渠道等)及綠覆蓋工法(現地植生及栽植環境保育林等)，歷年監測數據顯示，水覆蓋工法之抑制效果高達 100%，綠覆蓋工法可達到 50~97.3%的抑制效果，連同使用短效性的三仙膠亦有 77%的抑制效果。圖 3.3-1 為民國 98~101 年，濁水溪共 4 期之揚塵抑制工程布設圖，由上述結果知各種抑制工法皆有減抑揚塵之功效，本計畫經參酌第四河川局歷年試辦的成果、其他河川局經驗、環保署建議(以表 3.3-2 簡述說明)，提出濁水溪下游嚴重揚塵區域之抑制規劃建議，以供未來揚塵改善之參考。

本計畫範圍為揚塵主要嚴重區域為自強大橋至西濱大橋區段，且自強大橋以上至溪州大橋段，其河川裸露地範圍較小且植生覆蓋較為完整，因此揚塵發生規模較小；然濁水溪之感潮段至西濱大橋處，因受到潮汐漲退影響，其裸露地常被水覆蓋或土砂呈濕潤狀態，故在有限經費下仍建議以自強大橋至西濱大橋為主要工法佈置區段。



資料來源：濁水溪下游揚塵改善計畫研究(2/2)

圖 5-1 濁水溪下游各期工程佈設圖

表 5-1 濁水溪河口之揚塵防制改善計畫分析表

計畫項目	計畫說明	備註
保安林	1. 因南岸之保安林有多處中斷不連續，導致成為揚塵灌入主要缺口之一。 2. 北岸卻缺乏保安林有效阻擋東北季風，造成北岸高低灘地成為揚塵之跑道。	環保單位與四河局執行策略相同，惟施作之位置若涉及河川公地，則需向第四河川局進行河川地申請程序。
綠堤防	希望透過生態綠化手法，營造綠堤防，增加綠覆蓋率及生態多樣性，以減少揚塵，提升景觀美化。	由環保單位及雲林縣政府主導之改善案，需考量綠化作法是否影響堤防安全，如果影響不大，第四河川局可協助相關技術層面指導。
大義崙溼地	運用大義崙穩定水源，淹灌漫流於高地攤地，並植草綠化，減少裸露地面積，降依揚塵。	由環保單位及雲林縣政府主導之改善案，需注意河川地之用地取得問題，其河川地申請許可使用，請洽第四河川局。
八角亭溼地		

資料來源：濁水溪河口整體規劃專案工作計畫，行政院環境保護署，2010 年。

5.1 抑制揚塵相關工法之時程及配套措施

國內河川揚塵抑制工法已有諸多執行案例及相關研究，但各工法之應用仍須因地制宜才能事半功倍，本計畫先就濁水溪下游揚塵發生背景條件及短中長期防制工法之特性予以探討，最後提出枯水期不同工法使用時機及配套措施構想，說明如下：

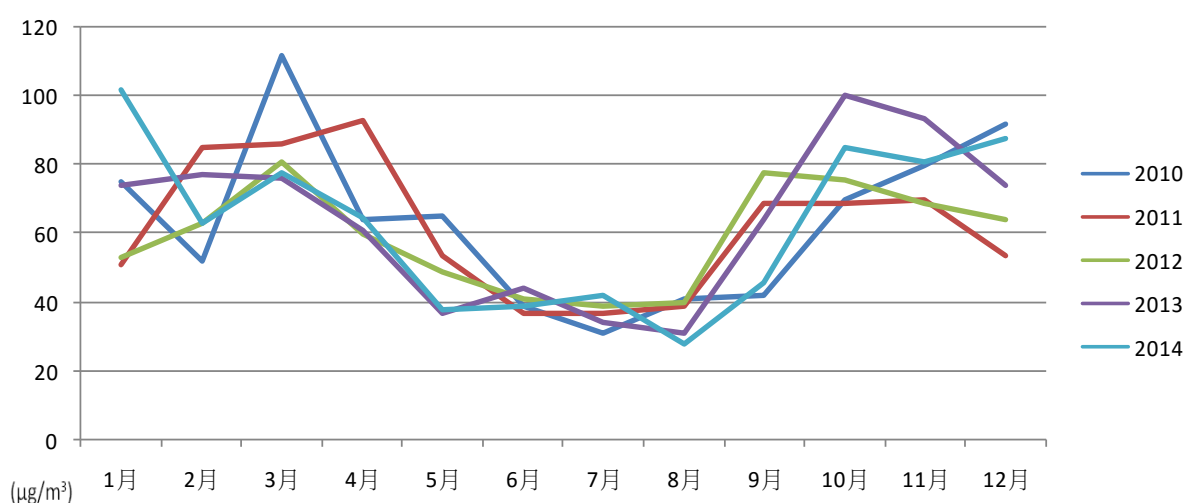
一、濁水溪下游揚塵發生背景條件

濁水溪揚塵發生除土壤特性、地形因子外，由前期研究歸納其影響因子比對說明如圖 5.1-1，如圖顯示，濁水溪下游全年皆受季風影響，惟 5~10 月豐水期降雨量多、河川水位高、裸露面積小，揚塵最小；11~12 月間，河床裸露面積大及農民整地擾動土壤，揚塵最大，其中以中、低灘地裸露面積居多；1~4 月間耕地覆蓋率漸增，裸露面積次之，揚塵次大。

二、短中長期防制工法之特性

水利署各河川局所提中央管河川五年揚塵改善計畫(99 年至 103 年)內容及經費籌措相關事宜會議結論指出「有關揚塵防制工法，原則上應以較具長期性成效、維護管理成本較低、操作較為簡易者為優先；其次採行以農民使用土地、經濟性收益之措施相結合較為有利者；至於短期性、季節性之應急措施，再次之。」

為此，本計畫將抑制揚塵工法或措施依其效用時間分為「長效型工法」、「合作型措施」、「季節性工法」及「持續性加強工法」四類，各類型之常見工法整理如表 5.1-1，說明如下：



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
灘地農業行為	開始種植 灑水	生長、覆蓋 率增加	收成、覆蓋 率減少	鮮少農業行為 下旬開始整地	
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	颱風發生， 裸露面積增加	裸露面積最大 裸露面積稍減
揚塵影響	影響次大		影響最小		影響最大

資料來源：濁水溪下游揚塵改善計畫研究

圖 5.1-1 濁水溪揚塵主要因子與時間關係圖

(一)長效型工法

長效型工法為施作後，在低頻度養護下能提供長期減少揚塵影響者，此類工法應設置在高灘地或一般颱風事件未能淹沒之處，避免淹水導致其抑塵功能喪失。

常見工法以植生為主，於高灘地通常用以造林、植樹、防風林帶等方式，依據水利署相關報告所建議植物為木麻黃、黃槿、水黃皮、無葉檉柳、白千層等，以造林為主，寬度至少需 40 公尺，前五年需進行養護。中、低灘地則適種具走莖或是叢狀生長為主之植物，如狗牙根、星草、甜根子草等。

(二)合作型措施

此措施係與許可用地之農民合作，由農民種植具經濟價值且可抑制揚塵之作物，而政府就其許可使用費給予優惠或減免，並給予土地優先續用權；或在未許可地上由政府建置或種植，再由民眾或單位認養維護，以持續其抑制揚塵功效。

因係以人為方式進行揚塵防制工作，常用之方式大多以種植經濟作物，如西瓜、菊芋、牧草及南瓜等，惟建議亦可考量能源作物，如大豆、玉米、向日葵、油菜、萆薢等，或是景觀親水植物，如開卡蘆、甜根子草等。

(三)季節性工法

季節性工法為施做完後，一段時間內具減小揚塵之特性，且其功效能維持數個月至一年者。

季節性工法可用於颱風事件常淹沒之區域，如中低灘裸露地，此類措施應盡可能選用避免對環境造成二次污染之材料，如保護植物之環保塑膠袋等。

常見工法為施作水覆蓋工程，如攔水土堤、蓄水池塘、風阻法，如覆蓋防塵網、跳島式防風網、覆蓋稻草蓆、直立式稻草、攔砂石籬等，或現地管路灑水系統等。

(四)持續性加強工法

持續性加強工法為立即見效的方法，但其維持減塵功效時間較短，需每隔一段短時間，數小時或數天後需重新辦理，此類工法雖有效抑制揚塵功能，但需高頻度維護才能維持其功效，故定位在應急措施。

常見的方法如噴灑土壤穩定劑(三仙膠)、自動化監視灑水系統(半固定灑水工法、水幕系統)。

表 5.1-1 河川灘地之短中長期常見工法

工法類別	常見工法或措施	施作地點	工法說明	備註
長效型工法	防風林、耕地防風林(長期)	高灘地	以造林為主寬度至少 40 公尺，前五年需進行養護。可採用木麻黃、黃槿、水黃皮、無葉檉柳、白千層等樹種。	應設置在高灘地或一般颱風事件未能淹沒之處。
合作型措施	種植具經濟且可能抑制揚塵之作物。	中灘地	於翻土整地後之河川地種植作物，如菊芋、牧草、西瓜等。	應依當地氣候、土質等條件選擇合適作物。
季節性工法	耕地防風林(短期)、攔水土堤、蓄水池塘、護甲化、堆砂籬、靜砂法、防塵網(籬)、稻草敷蓋法、插乾草法、布置灑水管線或葉脈式引水渠道等。	中、低灘地	1. 植生部份：種植具走莖或是叢狀生長為主之植物，如狗牙根、星草、甜根子草等。 2. 工程部份：施作水覆蓋工程(攔水土堤、蓄水池塘)。	依河道特性進行布置。
持續性加強工法	灑水工法、噴灑三仙膠或防塵水幕	中、低灘地	緊急時可噴灑三仙膠等持續性加強措施。	應急措施

三、豐枯水期間之工法使用時機及配套措施構想

長效型工法以造林、植樹為主，應配合降雨時期於春夏季間種植，且以高灘地及鮮少洪水淹沒之地區為主要布設地點。枯水期使用之工法以合作型、季節性及持續性加強工法為主，並考量布設地點及時機等之不同，提出合適之工法或措施。其使用時機、布設地點及配套措施說明如下：

(一)工法使用時機

分為豐水期末期、枯水期初期、中期、末期及東北季風侵襲時，工法選用原則如下：

- 1、豐水期末期，由於高灘地地勢較高，屬較不受水位影響之區域，故以長效型工法之耕地防風林為主。但考量種植存活率，應在梅雨前種植，即 4、5 月為最佳時

機，其存活率可達最佳；而中、低灘地易有水流漫淹其中，除非有區塊性的乾燥裸露面積曝露，以合作型措施及持續性加強工法較為適宜。

2、枯水期初期，裸露面積較大且為東北季風盛行之前，故其布設以季節性工法及合作型措施為主。

3、枯水期中期，因屬東北季風常侵襲階段，對於未布設揚塵抑制措施之處，則以施作較簡易之季節性工法為主，如稻草敷蓋、防塵網等。

4、枯水期末期，東北季風侵襲次數及規模已大大降低，考量成本因素，以被動防護為主，可採用東北季風侵襲發佈之作為因應。

5、東北季風侵襲發布時，若有「裸露地未佈設揚塵抑制措施之處」，則以持續加強工法應急。

(二)佈設地點

分為高、中、低灘地三類，說明如圖 5.1-2，其定義如下：

1、高灘地：灘地地勢最高，鮮少受洪流影響。全年多種有稻米等經濟作物，僅整地易引發揚塵，其規模及影響皆較小。

2、中灘地：灘地地勢次高，枯水期中後期多種植西瓜等經濟作物，可能在數年間遭洪水沖刷，綠覆蓋喪失。枯水期初期易有大面積裸露地，提供揚塵所需之大量砂源。

3、低灘地，灘地地勢最低，豐水期間河川流量大，常遭水覆蓋，待枯水期河川水位下降裸露地逐漸浮現，提供揚塵所需砂源之區域。



資料來源：Google earth、四河局規劃報告

圖 5.1-2 河川高、中、低灘地示意圖

(三)工法使用時機及配套措施

針對枯水期初期、中期及末期等不同時機，若未布設抑制揚塵措施且河川灘地仍有裸露區域，其工法或配套措施彙整如表 5.1-2。

表 5.1-2 枯水期間工法使用時機及配套措施一覽表

使用時機	布設地點	工法類型	工法或措施	備註
豐水期末期 (9-10 月)	高灘地	長效型工法	以造林、植樹為主。	地勢最高，鮮少受洪流影響。考量存活率問題，建議於梅雨前種植，約 4、5 月為佳。
	中灘地	合作型措施	未種植任何作物時，可施作簡易式揚塵抑制工法，如短期作物、灑水工法、噴灑三仙膠、布置灑水管線等。	由申請種植民眾自行進行布設相關揚塵抑制工法，如有植生覆蓋可不進行相關佈設工

				法。
	低灘地	持續性加強工法	灑水工法、噴灑三仙膠。	因行水區仍有水流，如有局部乾燥區塊可先局部施作。
枯水期初期 (11-12 月)	高灘地	季節性工法	以短期可生成之耕地防風林為主，如牧草、狼尾草等，或布置防塵網(籬)。	由農民於耕地迎風面種植
	中灘地	合作型措施	由農民種植具經濟且就抑制揚塵之作物，如菊芋、牧草、西瓜等。	地形不平整處，應於東北季風侵襲前整地；整地時應灑水以降低揚塵影響
	低灘地	季節性工法	由政府施做攔水土堤、蓄水池塘等大面積水覆蓋工程。	
枯水期中期 (1-2 月)	高灘地	季節性工法	仍有裸露地處，以稻草敷蓋施作。	
	中灘地			
	低灘地		仍有裸露地處以蓄水池塘、葉脈式引水渠道為主。	
枯水期末期 (3-4 月)	高灘地	持續性加強工法	依東北季風侵襲發布時方法處理。	以被動防護為主
	中灘地			
	低灘地			
東北季風侵襲發佈時	高灘地 中灘地	持續性加強工法、 季節性工法	灑水工法或噴灑三仙膠、 布置灑水管線。	
	低灘地	季節性工法	以葉脈式引水渠道潤濕河中沙洲或低灘地，或布置防塵網。	

資料來源：本計畫彙整

表 5.1-2 中枯水期初期在中灘地之建議工法為「合作型措施」，主因為中灘地可能在數年間遭洪水沖刷、綠覆蓋喪失，大面積的裸露地整治需有龐大的經費，對政府財政來說是一大負擔，故建議與農民合作，許可該區灘地予農民種植，一來增加綠覆蓋面積，減少揚塵散逸，再者能顧及當地民眾生計，營造雙贏局面。

惟中灘地可能在數年間遭洪水沖刷，造成地形不平整，致農民種植前需動用推土機整地，若適逢東北季風則揚塵規模加劇。為此針對枯水期初期中灘地之工法提出以下之配套措施：

- 1、中灘地受到該年汛期洪水沖刷且率覆蓋喪失之處，被許可使用人應於東北季風侵襲前，即 9-10 月份進行整地，並布設簡易揚塵防制措施，如插稻草、灌溉水帶、防塵網等。
- 2、整地時應以人工灑水以降低揚塵影響。
- 3、整地完成可先種植秋作經濟或能源作物，以增加綠覆蓋及減少揚塵，初步建議秋作作物示如表 5.1-3。

表 5.1-3 建議種植秋作作物

作物名稱	生長期	經濟效益或效用	備註
大豆	播種至收成大約需 3-4 個月	能源作物(生質柴油)	
玉米	播種至收成大約需 3 個半月	食用及能源作物(生質酒精)	短日照作物，在砂壤、壤土、粘土上均可生長
向日葵	播種到開花只需要 50-60 天	能源作物(生質柴油)	營造河川灘地花海(波斯菊、甜跟子等)
油菜	約 1 個月	能源作物(生質柴油)及綠肥	
甜菜	180 天	能源作物(生質酒精)	
甘藷	150 天	能源作物(生質酒精)	夏作或秋作(6~8 月)
落花生	120 天	能源作物(生質柴油)	春或秋栽種
田菁	60 天	纖維酒精	全年適種
牧草	約 70 天	飼料作物	青割玉米、狼尾草、盤固草
南瓜	11 月~翌年 5 月	經濟	疏鬆肥沃的沙壤土

資料來源：本計畫整理。

5.2 改善措施影響法規探討

建議規劃改善措施包含於行水區內進行植生復育、河道整治及人工溼地等，相關措施工程須依「水利法」及「河川管理辦法」第 50 條等規定辦理，規劃設計應詳附圖說向四河局提出使用許可申請時檢附；植生綠覆與人工溼地是否需進行環評的認定，應依據「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」來判定，核對該標準第四條(園區開發)、第十二條(蓄水工程)、第十三條(供水抽水或引水工程)、第十四條(防洪排水工程)、第二十八條(環境保護工程)，本案所提規劃在目的項目與開發面積等條件皆不須實施環境影響評估。

「河川區域種植規定」相關規定 (105.04.22 修訂)

防風綠帶(如原生禾本植物、牧草等高莖草本作物)雖為理想的防風定砂工法，但受限於栽種於河岸的植栽可能妨礙水流，故須依「河川區域種植規定」辦理，近年主管機關考量水情與保育需求，經過專家研究建議，已放寬種植規定並於民國 105 年 4 月修正全文後公告，摘錄說明如表 5.2-1 及 5.2-2。河川區域種植規定第十條載明「河川局為防洪治理及河川環境保育需要，得依防洪設施規劃地點、形式，按種植樹種特性並估計其成長型態，以防洪植栽工法辦理，並得採密集植栽，惟最大水位總抬昇率不得大於出水高之百分之十二。」

本計畫所提河川公地管理規劃與人工溼地是以防制揚塵為目的，符合「河川管理機關為防洪治理及河川環境保育需要」之規定；依據「河川區域種植規定」第三條：河川局應依各河川特性，辦理所轄河川種植區域等級之分級劃設後，報水利署備查，修正時亦同。前項種植區域等級指依河寬、平均坡降、平均流速、高灘地水深等評估參數，將高灘地可種植區域劃分五等級，劃分方式依第六點與第七點規定及附表一種植區域等級評估基準表辦理。前項劃分若有於河川區域內種植高莖作物者，以離河道深槽最遠處之高灘地優先考量。

檢核附表一確認本案人工溼地基地屬第一級，草本植物允許最大高度達 250 公分；允許種植區域累計寬度與河寬比例最大值 15%；允許種植 250 公分以上木本植物。本案設計尚符合相關規範。

另「最大水位總抬昇率不得大於出水高之百分之十二」部分，水利署相關計畫曾針對 98 年施作第一期工程中北岸牧草區進行水理演算，200,000 平方公尺(20 公頃)

土地上種植 3 公尺牧草，總植生體積為 60,000 立方公尺，在 100 年洪峰流量下之設置前後水位抬昇 0.13 公尺，增加高度約為原水位之 8.6%，均符合河川種植規定。

表 5.2-1 河川區域種植規定

第三條	河川局應依各河川特性，辦理所轄河川種植區域等級之分級劃設後，報本署備查，修正時亦同。 前項種植區域等級指依河寬、平均坡降、平均流速、高灘地水深等評估參數，將高灘地可種植區域劃分五等級，劃分方式依第六點與第七點規定及附表一種植區域等級評估基準表辦理。 前項劃分若有於河川區域內種植高莖作物者，以離河道深槽最遠處之高灘地優先考量。																								
第四條	河川區域內種植草本植物及蔓藤植物應符合下列規定： 1. 符合以下之限制 <table data-bbox="397 848 1377 1180"> <tr> <th>種植區域等級</th><th>植物最大高度（公分）</th><th>允許種植區域累計寬度與河寬比例最大值</th><th>支棚架</th></tr> <tr> <td>第一級</td><td>250</td><td>15%</td><td>◎</td></tr> <tr> <td>第二級</td><td>250</td><td>8%</td><td>◎</td></tr> <tr> <td>第三級</td><td>250</td><td>5%</td><td>◎</td></tr> <tr> <td>第四級</td><td>50</td><td>註三</td><td>×</td></tr> <tr> <td>第五級</td><td>50</td><td>註三</td><td>×</td></tr> </table> 註一：◎：表允許 ×：表禁止 註二：支棚架限設於植栽處且最高為 250 公分。 註三：各級種植區域，種植高度不超過 50 公分之植物，且對水流不妨礙者，不受允許種植區域累計寬度與河寬比例最大值限制。 註四：種植區域等級屬第一、二、三級之河段，種植短期、淺根且根系未連結，及無形成層之草本植物，其軟莖、葉片、花穗等部分得不計入上表植物最大高度之限制。 註五：允許種植區域累計寬度與河寬比例最大值，在不妨礙河防安全之情形下，河川局得以各河段特性依第九點水力分析，據實際情況予以調整，惟最大水位總抬升率不得大於出水高之 12%。 註六：允許種植區域累計寬度為河寬範圍內，低於計畫洪水位以下且未受河防構造物保護之河川區域中，種植 50 公分以上植株（包含所有種植植物）之累計種植範圍之寬度。 註七：草本、蔓藤與木本共同種植，依附表二與附表三分別規範事項辦理，惟表中種植區域累計寬度應以共同種植之所有植栽累計寬度計之。 2. 種植縱長及種植橫寬均不得超過五十公尺，每一列植之間隔需留五十公尺以上之空地。但植株高度低於五十公分且未設置支持之棚架，於空地種植者不在此限。 3. 每年十月十五日後種植，而收成期在翌年汛期開始前（四月三十日前）完成收成之短期草本作物且使用人於汛期開始前可回復至符合前項規定之種植者，得不受前項第一款允許種植區域累計寬度與高灘地寬度比例最大值限制及第二款規定之限制。	種植區域等級	植物最大高度（公分）	允許種植區域累計寬度與河寬比例最大值	支棚架	第一級	250	15%	◎	第二級	250	8%	◎	第三級	250	5%	◎	第四級	50	註三	×	第五級	50	註三	×
種植區域等級	植物最大高度（公分）	允許種植區域累計寬度與河寬比例最大值	支棚架																						
第一級	250	15%	◎																						
第二級	250	8%	◎																						
第三級	250	5%	◎																						
第四級	50	註三	×																						
第五級	50	註三	×																						

表 5.2-2 河川區域種植規定修法比較表

修改之前	修改之後
中華民國 98 年 8 月 28 日 經授水字第 09820209290 號 四、河川區域內種植農作物應符合下列規定： (一) 符合附表二之限制。 (二) 種植縱長及種植橫寬均不得超過五十公尺，每一列植之間格需留五十公尺以上之空地。但草本、蔓藤植物之植株高度低於五十公分且未設置支持之棚架，於空地種植者不在此限。 (三) 河寬未達三百公尺河段，禁止種植高莖作物。 每年十月十五日後種植，而收成期在翌年汛期開始前（四月三十日前）完成收成之短期草本作物且使用人於汛期開始前可回復至符合前項規定之種植者，得不受前項第一款允許種植區域累計寬度與高灘地寬度比例最大值限制及第二款之限制。	中華民國103年3月17日 經授水字第10320202030號 四、河川區域內種植草本植物及蔓藤植物應符合下列規定： (一) 符合附表二之限制。 (二) 種植縱長及種植橫寬均不得超過五十公尺，每一列植之間隔需留五十公尺以上之空地。但植株高度低於五十公分且未設置支持之棚架，於空地種植者不在此限。 每年十月十五日後種植，而收成期在翌年汛期開始前（四月三十日前）完成收成之短期草本作物且使用人於汛期開始前可回復至符合前項規定之種植者，得不受前項第一款允許種植區域累計寬度與高灘地寬度比例最大值限制及第二款規定之限制。
中華民國 99 年 3 月 5 日 經授水字第 09920202370 號 三、禁止種植區域如下。但草本、蔓藤植物之植株及灌木之成木高度低於五十公分且未設置支持之棚架者，不受第一款至第四款規定之限制： (一) 非屬高灘地區域。 (二) 在堤腳、防洪牆、護岸或堤防附屬建造物二十公尺以內之區域。 (三) 因堤身破損或堤腳淘刷而新建之堤防完工未滿二年。 (四) 施工中或已完成之高灘地綠美化河段。但管理機關依河川環境管理計畫及高灘地綠美化計畫許可者，不在此限。	中華民國103年3月17日 經授水字第10320202030號 三、河川局應依各河川特性，辦理所轄河川種植區域等級之分級劃設後，報本署備查，修正時亦同。 前項種植區域等級指依河寬、平均坡降、平均流速、高灘地水深等評估參數，將高灘地可種植區域劃分五等級，劃分方式依第六點與第七點規定及附表一種植區域等級評估基準表辦理。 前項劃分若有於河川區域內種植高莖作物者，以離河道深槽最遠處之高灘地優先考量。

(五) 為河防安全、河川管理或環境營造之需求，經河川管理機關公告之區域。

中華民國 97 年 12 月 26 日
經授水字第 09720209950 號

河川區域種植規定第四點附表二修正規定

附表二 農作物植栽之限制

種植區域等級	作物最大高度(公分)	允許種植區域單岸累計寬度與單岸高灘地寬度比例最大值	作物種類					枝棚架
			長年生	高莖	低莖	蔓藤	草本	
第一級	150	1/6	◎	◎	◎	◎	◎	◎
第二級	100	1/6	x	◎	◎	◎	◎	x
第三級	50	1/6	x	x	x	◎	◎	x

註 1、 ◎：表允許 x：表禁止

註 2、 枝棚架限設於植栽處且高度最大為 150 公分。

註 3、 第一級及第二級之種植區域，種植高度不超過五十公分之草本作物，且對水流不妨礙者，不受允許種植區域累計寬度與高灘地寬度比例最大值限制。

註 4、 種植區域等級屬第一級之河段，種植短期、淺根且根系未連結，及無形成層之草本植物，其軟莖、葉片、花穗等部分得不計入上表作物最大高度之限制。

中華民國 103 年 3 月 17 日
經授水字第 10320202030 號

河川區域種植規定第四點附表二修正規定

附表二 農作物植栽之限制

種植區域等級	作物最大高度(公分)	允許種植區域累計寬度與河寬比例最大值	支棚架
第一級	250	15%	◎
第二級	250	8%	◎
第三級	250	5%	◎
第四級	50	註 3	x
第五級	50	註 3	x

註一： ◎：表允許 x：表禁止

註二： 枝棚架限設於植栽處且高度最大為 250 公分。

註三： 各級種植區域，種植高度不超過五十公分之草本作物，且對水流不妨礙者，不受允許種植區域累計寬度與河寬比

	例最大值限制。 註四： 種植區域等級屬第一、二、三級之河段，種植短期、淺根且根系未連結，及無形成層之草本植物，其軟莖、葉片、花穗等部分得不計入上表植物最大高度之限制。 註五：允許種植區域累積寬度與河寬比例最大值，在不妨礙河防安全之情形下，河川局得以各河段特性依第九點水理分析，據實際情況予以調整，惟最大水位總抬升率不得大於出水高之 12%。 註六：允許種植區域累計寬度為河寬範圍內，低於計畫洪水位以下且未受河防構造物保護之河川區域中，種植 50 公分以上植株(包含所有種植植物)之累計種植範圍之寬度。 註七：草本、蔓藤與木本共同種植，依附表二與附表三分別規範事項辦理，惟表中種植區域累計寬度應以共同種植之所有植栽累積寬度計之。
--	--

表 5.2-3 牧草區設置前後最大水位抬昇率比較

斷面編號	堤頂高(E. L.)	重現期距 100 年		增加高度(m)
	(L/R)	設置前水位 (E. L.)	設置後水位 (E. L.)	
濁斷 021-1	15.89/15.68	13.28	13.41	0.13

資料來源：濁水溪下游揚塵改善計畫研究(2/2)

「水利法」相關規定 (103.01.29 修訂)

為了瞭解於河川內公有地實施自然淨化工法的可行性，本計畫蒐集國內相關法規規定，目前對於行水區內進行工程之規定係於水利法當中明列規定，其相關條文如下表 5.2-4：

表 5.2-4 水利法相關條文摘要表

第 46 條 興辦水利事業，關於左列建造物之建造、改造或拆除，應經主管機關之核准。 一、防水之建造物。 二、引水之建造物。 三、蓄水之建造物。 四、洩水之建造物。 五、抽汲地下水之建造物。 六、與水運有關之建造物。 七、利用水力之建造物。 八、其他水利建造物。 前項各款建造物之建造或改造，均應由興辦水利事業人備具詳細計畫圖樣及說明書，申請主管機關核准。如因特殊情形有變更核准計畫之必要時，應由興辦水利事業人聲敘理由，並備具變更之計畫圖樣及說明書，申請核准後為之。但為防止危險及臨時救濟起見，得先行處置，報請主管機關備案。 未經主管機關核准而擅行施工之水利建造物，主管機關得令其更改或拆除。	第 49 條 興辦水利事業人經辦之防水、引水、蓄水、洩水之水利建造物及其附屬建造物，應維護管理、歲修養護、定期整理或改造，並應定期及不定期辦理檢查及安全評估。 前項檢查及安全評估之認定範圍及細目，其辦法，由中央主管機關會商相關機關定之。 第 51 條 興辦水利事業，有影響於水患之防禦者，主管機關得令興辦水利事業人建造適當之防災建造物。
---	---

第 78 條 河川區域內，禁止下列行為：

- 一、填塞河川水路。
- 二、毀損或變更河防建造物，設備或供防汛、搶險用之土石料及其他物料。
- 三、啟閉、移動或毀壞水閘門或其附屬設施。
- 四、建造工廠或房屋。
- 五、棄置廢土或其他足以妨礙水流之物。
- 六、在指定通路外行駛車輛。
- 七、其他妨礙河川防護之行為。

第 78-2 條 河川整治之規劃與施設、河防安全檢查與養護、河川防洪與搶險、河川區域之劃定與核定公告、使用管理及其他應遵行事項、由中央主管機關訂定河川管理辦法管理之。

第 78-3 條 排水設施範圍內禁止下列行為：

- 一、填塞排水路。
- 二、毀損或變更排水設施。
- 三、啟閉、移動或毀壞水閘門或其附屬設施。
- 四、棄置廢土或廢棄物。
- 五、飼養牲畜或其他養殖行為。
- 六、其他妨礙排水之行為。

排水設施範圍內之下列行為，非經許可不得為之：

- 一、施設、改建、修復或拆除建造物。
- 二、排注廢污水。
- 三、採取或堆置土石。
- 四、種植植物。
- 五、挖掘、埋填或變更排水設施範圍內原有形態之使用行為。

第 78-4 條 排水集水區域之劃定與核定公告、排水設施管理之維護管理、防洪搶險、安全檢查、設施範圍之使用管理及其他應遵行事項，由中央主管機關訂定排水管理辦法管理之。但農田、市區及事業排水，由目的事業主管機關依其法令管理之。

第 79 條 水道沿岸之種植物或建造物，主管機關認為有礙水流者，得報經上級主管機關核准，限令當事人修改、遷移或拆毀之。但應酌予補償。

前項水道沿岸係指未建堤防之水道，在尋常洪水位到達地區外緣毗連之土地。

第 80 條 堤址至河岸區域內栽種之蘆葦、茭草、楊柳或其他草木，有防止風浪之功效者，無論公有、私有，非在防汛期後，不得任意採伐。但經主管機關核准者，不在此限。

第 81 條 水道沙洲灘地，不得圍墾。但經主管機關報准上級主管機關認為無礙水流及洪水之停滯者，不在此限。

第 82 條 水道治理計畫線或用地範圍線內之土地，經主管機關報請上級主管機關核定公告後，得依法徵收之；未徵收者，為防止水患，並得限制其使用。

水道治理計畫線或用地範圍線內之土地經公告實施後，主管機關應定期辦理通盤檢討。但因重大天然災害致水道遽烈變遷時，得適時修正變更。

主管機關依第一項公告之水道治理計畫線或用地範圍線內施設防洪設施所需之用地，或依計畫所為截彎取直或擴大通洪斷面辦理河道治理，致無法使用之私有土地及既有堤防用地，應視實際需要辦理徵收。

河川區域內依前項致無法使用之私有土地，其位於都市計畫範圍內者，經主管機關核定實施計畫，而尚未辦理徵收前，得準用都市計畫法第八十三條之一第二項所定辦法有關可移出容積訂定方式、可移入容積地區範圍、接受基地可移入容積上限、移轉方式及作業方法等規定辦理容積移轉。

前項容積移轉之換算公式，由內政部會同經濟部訂定。

第 83 條 尋常洪水位行水區域之土地，為防止水患，得限制其使用，其原為公有者，不得移轉為私有；其已為私有者，主管機關應視實際需要辦理徵收，未徵收者，為防止水患，並得限制其使用。

前項所稱洪水位行水區域，由主管機關報請上級主管機關核定公告之。

第 83-1 條 前二條主管機關所為已逕為分割編定或變更編定為水利用地之私有土地，其所有權人得申請變更編定為適當用地。

依前條規定限制使用之私有土地，得以依區段徵收或水利地重劃等方式，辦理用地之取得。

前項水利地重劃辦法，由中央主管機關會同中央地政機關定之。

「河川管理辦法」相關規定 (102.12.27 修正)

由於基地選址位於濁水溪高灘地，權責主管機關係水利署第四河川局，針對於行水區內進行工程之規定，須依河川管理辦法第 50 條規定辦理，條文如下(表 6.2.2-2)：

表 5.2-5 「河川管理辦法」第 50 條條文

第 50 條 申請作為休閒遊憩兼具本法第七十八條之一規定二種以上許可使用事項者，以下列為限： 一、賽車運動場、自行車道、漆彈場。 二、高爾夫球練習場。 三、超輕型飛行機具起降場。 四、球類或其他運動場。 五、親水場地。 前項許可事項之設施超過五十公分以上者，以可拆卸式之臨時性設施為限，申請使用人應負責其使用範圍內之維護管理工作，並納入其使用計畫書中，其內容包括下列事項： 一、使用私有土地之土地所有人、合法使用權人同意書或公有土地管理機關准許使用證明文件。 二、目的事業主管機關同意文件。 三、使用管理計畫，應載明下列事項： (一) 依使用範圍河川高低水治理施設所為排洪功能影響評估。 (二) 原有地上物處理措施。 (三) 設施布置、分區及使用動線與頻率預估。 (四) 聯外道路、衛生設備等其他配套措施。 (五) 安全防護及夜間使用之加強管制措施。 (六) 維護管理措施與編組。 (七) 籌設及營運使用預定時間表。 (八) 協助河川管理事項。 四、汛期應變計畫，應載明下列事項： (一) 警告、警報系統建立及緊急疏散措施。
--

- (二) 區間封閉管制措施。
- (三) 防汛器材整備。
- (四) 非固定設施之拆遷暫置。
- (五) 應變任務編組。

依環境影響評估法需辦理環境影響評估者，於開工前應檢附有關書圖文件及該管環境主管機關同意文件報經河川管理機關同意後發給使用許可書。

「水污染防治法」相關規定 (104.02.04.修正)

八角亭排水水質污染常為沿線民眾所詬病，依據水污染防治法，雲林縣政府身為縣市主管機關，職責所在應進行水污染防治、水質監測改善等作為，目前兩大排皆定期水質檢測，而人工溼地的設置對於水污染防治與教育當為積極改善方式，針對相關法規規定，彙整條文如下表 5.2-6：

表 5.2-6 「水污染防治法」相關條文

第 3 條	本法所稱主管機關：在中央為行政院環境保護署；在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府。
第 4 條	中央、直轄市、縣（市）主管機關得指定或委託專責機構，辦理水污染研究、訓練及防治之有關事宜。
第 5 條	為避免妨害水體之用途，利用水體以承受或傳運放流水者，不得超過水體之涵容能力。
第 6 條	中央主管機關應依水體特質及其所在地之情況，劃定水區，訂定水體分類及水質標準。前項之水區劃定、水體分類及水質標準，中央主管機關得交省（市）主管機關為之。劃定水區應由主管機關會商水體用途相關單位訂定之。
第 10 條	各級主管機關應設水質監測站，定期監測及公告檢驗結果，並採取適當之措施。 前項水質監測站採樣頻率，應視污染物項目特性每月或每季一次為原則，必要時，應增加頻率。 水質監測採樣之地點、項目及頻率，應考量水域環境地理特性、水體

水質特性及現況，並由各級主管機關依歷年水質監測結果及水污染整治需要定期檢討。第一項監測站之設置及監測準則，由中央主管機關定之。

各級主管機關得委託有關機關（構）及中央主管機關許可之檢驗測定機構辦理第一項水質監測。

第一項公告之檢驗結果未符合水體分類水質標準時，各目的事業主管機關應定期監測水體中食用植物、魚、蝦、貝類及底泥中重金屬、毒性化學物質及農藥含量，如有致危害人體健康、農漁業生產之虞時，並應採取禁止採捕食用水產動、植物之措施。

第 27 條 事業或污水下水道系統排放廢（污）水，有嚴重危害人體健康、農漁業生產或飲用水水源之虞時，負責人應立即採取緊急應變措施，並於三小時內通知當地主管機關。前項所稱嚴重危害人體健康、農漁業生產或飲用水之虞之情形，由中央主管機關定之。

第一項之緊急應變措施，其措施內容與執行方法，由中央主管機關定之。

第一項情形，主管機關應命其採取必要防治措施，情節嚴重者，並令其停業或部分或全部停工。

第 30 條 在水污染管制區內，不得有下列行為：

略

依據上述法規條文規定，本案規劃之人工溼地在不影響河川水路防汛功能前提下，並符合河川管理辦法第 50 條許可規定，應檢附使用計畫書等書圖文件報經河川管理機關水利署第四河川局，經同意後發給使用許可書始可動工。

5.3 濁水溪下游河川規劃管理建議

一、河川公地使用短期管理配套措施

河川揚塵透過管理配套措施能減少揚塵之機會，惟應依不同河川灘地使用情形採用合適之管理配套措施，其使用條件或配套措施彙整如表 5.3-1。

依據濁水溪下游灘地之使用情形及河道豐枯期變化情況，高灘地為鮮少受洪流影響且全年綠覆蓋情形良好，建議全年開放使用，惟應配合揚塵抑制措施為優先許可對象。低灘地由於地勢較低，受洪流影響最高，考量人民之生命財產安全，應全年不開放民眾使用，而位於低灘地之裸露地則由政府單位施以攔水土堤、蓄水池塘等水覆蓋工程來潤濕其砂土，減少揚塵發生。

中灘地因地勢不高，數年內恐受洪水侵襲影響，惟中灘地為當地農民主要生計來源，綜合考慮民生、管理及環境三贏之目標，從管理面改善耕作及整地等人為因素造成之揚塵，為此針對開放時間、整地注意事項及配套措施說明如下：

表 5.3-1 高中低灘地之使用構想彙整表

灘地位置	開放時間	使用條件或配套措施
高灘地	全年開放	配合揚塵抑制措施者，優先許可。
中灘地	枯水期 開放	• 配合抑制揚塵措施者，優先許可。 • 東北季風侵襲期間不整地。 • 由迎風面(上風處)之裸露地開始整地，以減少對下風處之影響，整地後立即布設防塵網等簡易防塵措施。
低灘地	不開放	由河川管理單位編列預算施作攔水土堤、蓄水池塘等季節性工法。

(一)開放時間

濁水溪下游為多砂河川，於豐水期 7~10 月間常有颱風侵襲，導致河川水流湍急、河床沖刷變化大，為此不適合種植及農耕行為；然進入 11 月至隔年 4 月枯水期間，鮮少颱風豪雨發生，河川灘地相對穩定，覆蓋之土壤肥沃，在裸露灘地上種植西瓜等經濟作物，除可增加綠覆蓋外，亦能兼顧農民生計，改善揚塵問題。

惟自 11 月份起常有東北季風侵襲，導致裸露灘地揚塵情形發生，且難以進行綠覆蓋措施，為此建議在安全無虞之情形下，可提前自 10 月中旬開放農民整地；另考量農民種植西瓜等作物之生長期、收穫時間不一，建議開放時間可延至 6 月底。

(二)整地注意事項及種植管理原則

1、整地注意事項

- a. 東北季風侵襲期間不整地。
- b. 在安全無虞之情形下，應提早至 10 月中旬整地。
- c. 使用者應於第一期稻作收割後蒐集整地所需之稻草等材料。
- d. 整地時應由迎風面(上風處)之裸露地開始整地，以減少對下風處之影響。
- e. 整地後立即布設防塵網等簡易防塵措施。

2、種植管理原則

- a. 縮短整地時間。
- b. 輔導農民在瓜田整地後，立即種植作物(短期、綠肥)或施作簡易工法。
- c. 於休耕期間進行種植綠肥作物，除培養地力外，更可增加綠覆蓋，減少揚塵。
- d. 休耕期間建議也可栽植太陽麻、波斯菊、油菜花、甜根子草等開花綠肥作物，藉此營造出大面積花海景觀，兼具景觀遊憩功能。

(三)配套措施

配套措施係指空窗時期(11~12 月包含整地時間)的使用，不包含經濟作物(西瓜)種植期間(1~10 月)，西瓜耕作時程分析，彙整說明如表 5.3-2。配套措施建議如下：

- 1、提前至豐水期末期進場種植短期作物/綠肥作物，如青割玉米、波斯菊、太陽麻等。
- 2、枯水期初期之裸露地，可施以簡易揚塵抑制工程，如防風網、灌溉灑水管路、覆蓋稻草席等。

表 5.3-2 西瓜耕作時程分析

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
工作項目	春作 2-3 月撥種				夏天西南風、颱風、雨季					東北季風		
翻土耕耘												
撥種												
灌溉、施肥												
開花(撥種後約 45 天)												
採收(撥種後約 85 天)												
休耕												
配套措施(建議)												

資料來源：「濁水溪河口整體規劃專案工作計畫」，環保署，2010。本計畫整理。

二、河川公地中長期整體規劃管理構想

濁水溪下游河川公地之使用以農業為主，因台灣河川水量夏豐冬枯，致高中低灘地使用時機及運作方式不一，所引發之揚塵規模亦不相同，考量「維持民眾生計」、「抑制揚塵改善環境」、「河川局便於管理」三個面向，採高灘地維持現況並加強揚塵防護措施。低灘地不開放使用，由第四河川局施作工程為主。中灘地之中長期使用原則及規劃管理構想如下：

(一)河川公地規劃範圍

河川公地雖多有利用，但其使用方式不論在環境、管理及土地利用上均有改善空間。濁水溪下游河川公地利用情形，雖多為農用，惟耕地大小不一，且較少布設防風林，東北季風來襲時易有揚塵現象發生。

(二)河川公地管理布設

1、設置主要便道，強化防塵措施，減少人為擾動

設置主要便道，方便大型機具進出，惟需於兩旁種植防風植物或於便道上設置抑制揚塵措施(如鋪稻草)，以減少人為擾動產生之揚塵，示如圖 4-3、圖 4-4。

2、設置次要便道及種植耕地防風林，達到減風功效

在兩條主要便道間重新劃分許可用地，並在迎風面設置次要便道及種植耕地防風林，一來方便農機進出，再者減少風吹襲土壤或作物之影響，具備改善揚塵及保護作物之功效，示意說明如圖 5.3-1。

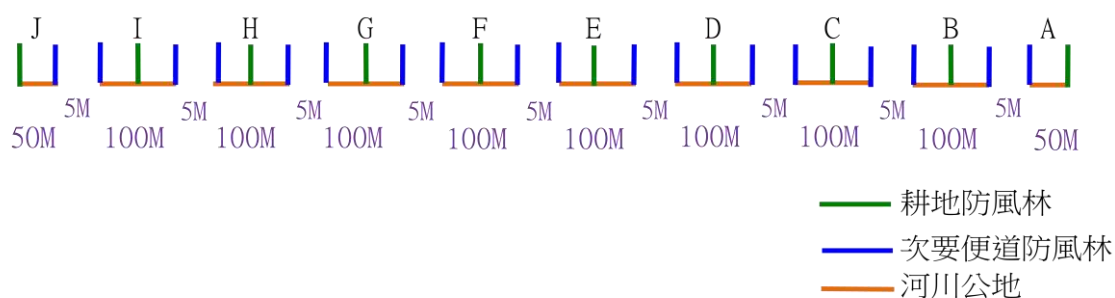
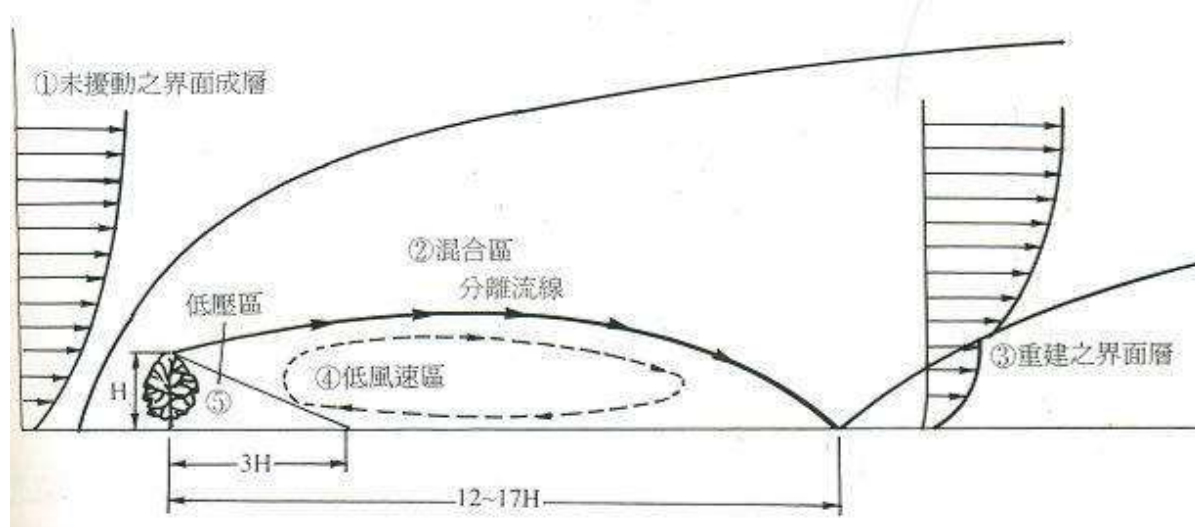


圖 5.3-1 濁水溪下游河川公地利用規劃剖面圖

據水利署相關研究指出，迎風面樹種高度 1 公尺，其後方 3 公尺內可不受強風的影響，17 公尺範圍內為低風速區，超過 17 公尺後才會進入重建界面層，示意如圖 5.3-2。為此在耕地防風林預期高度 2~3 公尺之規劃下，便道及耕地防風林相距 40 公尺的寬度可有效的破壞風場，減少風與土壤接觸之力道。



資料來源：濁水溪下游揚塵改善計畫研究(1/2)

圖 5.3-2 風場與作物高度之關係

3、許可用地整齊畫一，便以管理

在主、次要便道及耕地防風林之區隔下，各次要便道間耕地之面積大小相近且形狀相似，相鄰兩區之耕地皆布設次要便道供農民使用，在各區同寬的情形下，管理單位僅需就農民申請之耕地大小來決定許可用地之長度，不會影響揚塵抑制措施之功效，再者管理單位易於檢視及管理。

本計畫所提之河川公地管理規劃，若以圖 5.3-1 之範圍為例，於 525,000 平方公尺土地上種植樹高 2 公尺，樹寬 1 公尺，行植 525 公尺，耕地防風林計 10 行，次要便道防風林計 18 行，總植生體積為 29,400 立方公尺，於該規劃範圍中平均高程增加 0.056 公尺，初步推估其水位抬昇率小於 20 公頃牧草區，對河防安全應在容許範圍。

在本計畫之河川公地利用規劃構想下，對於揚塵之抑制應有實質之幫助，亦可讓管理單位在有限之人力下掌握河川公地使用情形，能提升土地利用，兼顧農業生產，達「環境」、「生產」、「管理」三贏之局面。

第六章 大義崙及八角亭人工溼地規劃

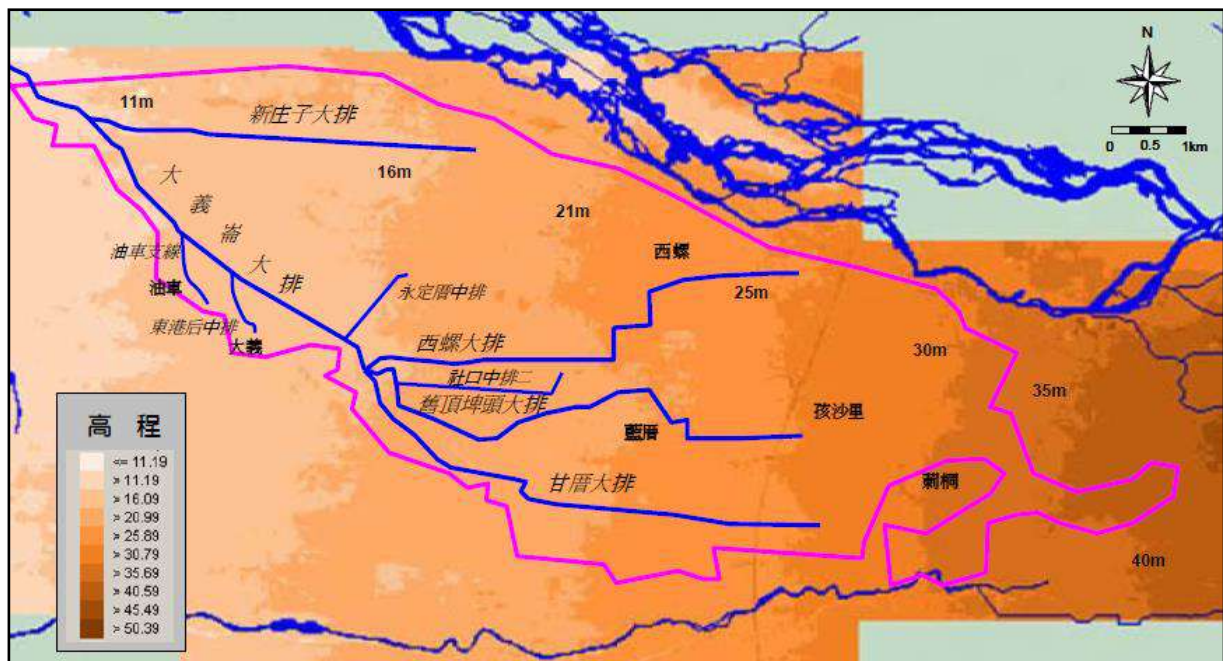
6.1 大義崙及八角亭排水環境資料分析

6.1.1 流域環境背景資料

一、大義崙排水系統

大義崙排水系統集水區位於雲林縣北部，北臨濁水溪，南有新虎尾溪流經，西鄰八角亭排水系統，屬於易淹水之區域，此兩條河川及鄰近之排水系統除在雨季時具有排除洪水之功能外，亦具有引水灌溉農田之用途。本集水區灌溉給水設施主要為引西圳（灌溉面積 1,140 公頃）、新鹿場深圳（灌溉面積 2,234 公頃）及新虎尾溪別線等。排水設施主要有大義崙大排、新庄子大排、西螺大排、舊頂埤頭大排、甘厝大排、社口中排二及永定厝中排等排水路。

大義崙集水區範圍涵蓋二崙鄉、西螺鎮及莿桐鄉三個行政區，集水面積約 63.57 平方公里。本集水區地形高程如圖 6.1.1-1 所示，地勢由東向西傾斜，上游標高約 40 公尺，下游標高約 11 公尺，平均坡度為 1.6/1000，地形較為平緩屬平原地形。



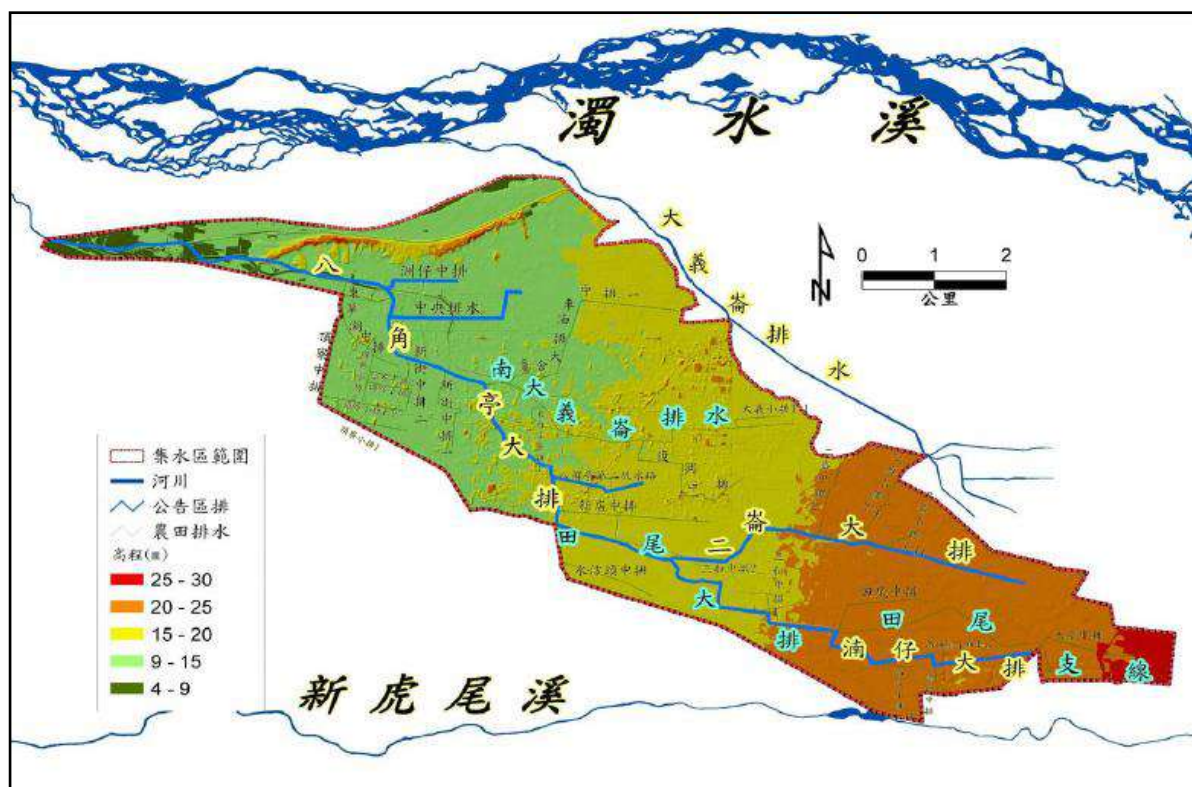
資料來源：雲林縣管區域排水大義崙排水系統規劃報告，水利署 98 年

圖 6.1.1-1 大義崙排水集水區地形圖

二、八角亭排水系統

八角亭大排為縣管區域排水，位於雲林縣境內西北邊，屬於濁水溪流域，計畫區東邊為大義崙排水，西邊屬於雷厝排水，西南邊主要為施厝寮排水；八角亭大排主要由東南向西北流入濁水溪，由上游湍仔大排流入，再經田尾大排下游處八角亭第一制水閘門後始為八角亭大排終點，之後持續流往西北方向，終點於濁水溪左岸大庄堤防及雷厝堤防交接處匯流入濁水溪河川區域內，其中草湖小排 1-8 因集水區邊界界定时，因草湖社區排水方向以雷厝排水為主，故草湖小排 1-8 為集水區外之排水，不劃入八角亭大排集水區範圍內。

本集水區大多位於二崙鄉及崙背鄉，部分流經西螺鎮及麥寮鄉等行政區，南為新虎尾溪流域，集水區面積為 44.31 平方公里，主流長 18 公里，集水區內因有河流沖積土，土壤肥沃致農業興盛，集水區地形概況如圖 6.1.1-2 所示。



資料來源：雲林縣管區域排水八角亭排水系統規劃報告，水利署 99 年

圖 6.1.1-2 八角亭排水集水區地形圖

表 6.1.1-1 大義崙及八角亭排水背景資料一覽表

排水路名稱	流經行政區	排水出口	權責起點	權責終點	備註
大義崙大排	二崙鄉	濁水溪	濁水溪匯流處	裕民壹橋	94.11.14 就授水字第 09420219360 號公告
八角亭大排	二崙鄉、崙背鄉	濁水溪	濁水溪匯流處	田尾大排匯流處制水閘門	94.11.14 就授水字第 09420219360 號公告

資料來源:雲林縣縣管區域排水一覽表，水利署



圖 6.1.1-3 大義崙排水現況圖



圖 6.1.1-4 八角亭排水現況圖

6.1.2 流域污染成因及歷年水質監測分析

本縣河川污染，主要來源為畜牧廢水及家庭廢水，且由於豬口數多過於人口數的兩倍以上，而豬排泄物污染又是人的六倍，所以更是主要污染來源之一，目前本縣污染最嚴重的河川為北港溪下游及新虎尾溪流域八角亭大排、大義崙大排，亦都是養豬戶群聚之處，就算是符合排放標準的畜牧廢水，一旦排入溪中，就足以造成河川重度污染。

表 6.1.2-1 為大義崙及八角亭排水各類污染 BOD 排放量，大義崙排水之 BOD 總排放量為 2880kg/day，其中生活污水為 1330kg/day、事業廢水則為 139kg/day，另畜牧廢水為 1511 kg/day；八角亭排水之 BOD 總排放量為 3142kg/day，而生活污水為 569kg/day、事業廢水為 499kg/day，其畜牧廢水則為 2074kg/day，由表可知此二大排主要之污染源仍來自畜牧廢水。由圖 6.1.2-1 可知大義崙排水中畜牧廢水占該流域總污染 52.5%，而八角亭排水之畜牧廢水占該流域總污染 66.0%，而二條流域均以生活污水污染位居第二，而大義崙排水事業廢水僅占 1.4%。

表 6.1.2-1 大義崙排水及八角亭排水各類污染源 BOD 排放量

排水路名稱	BOD 排放量(kg/day)	各類污染源 BOD 排放量					
		生活污水	%	事業廢水	%	畜牧廢水	%
大義崙排水	2880	1330	46.2%	39	1.4%	1511	52.5%
八角亭排水	3142	569	18.0%	499	15.9%	2074	66.0%

資料來源:重點河川綜合管理及整治技術應用計畫，行政院環保署 101 年

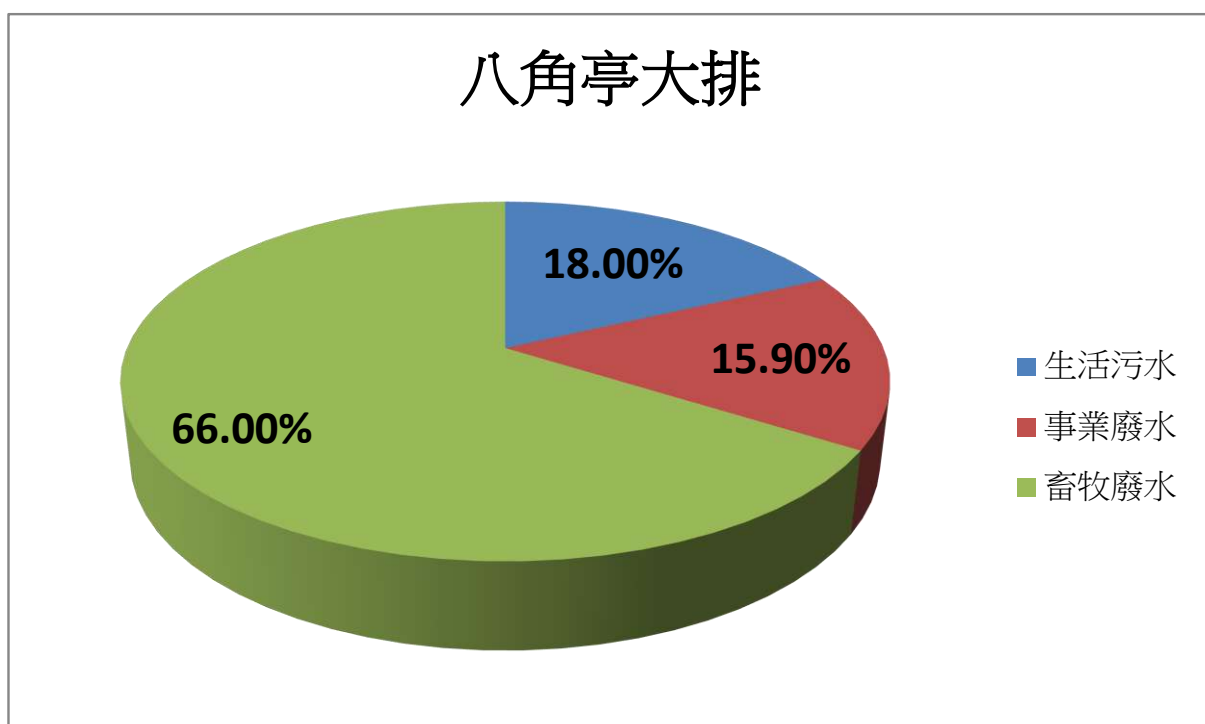
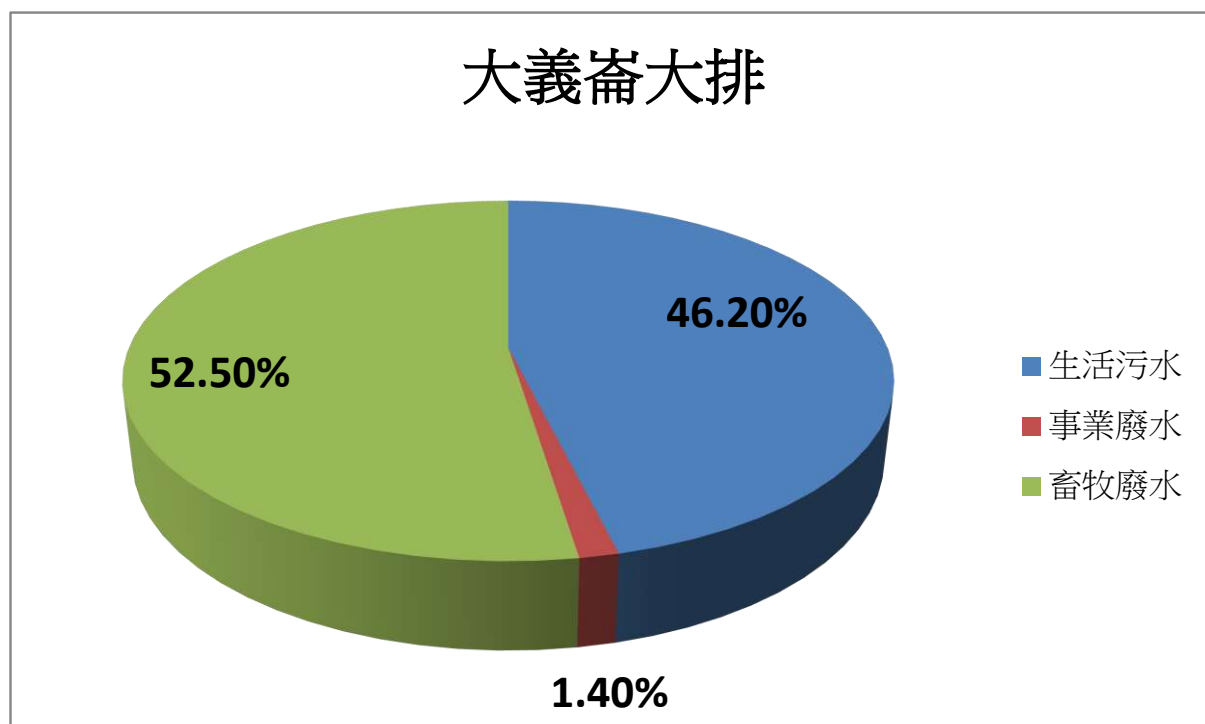
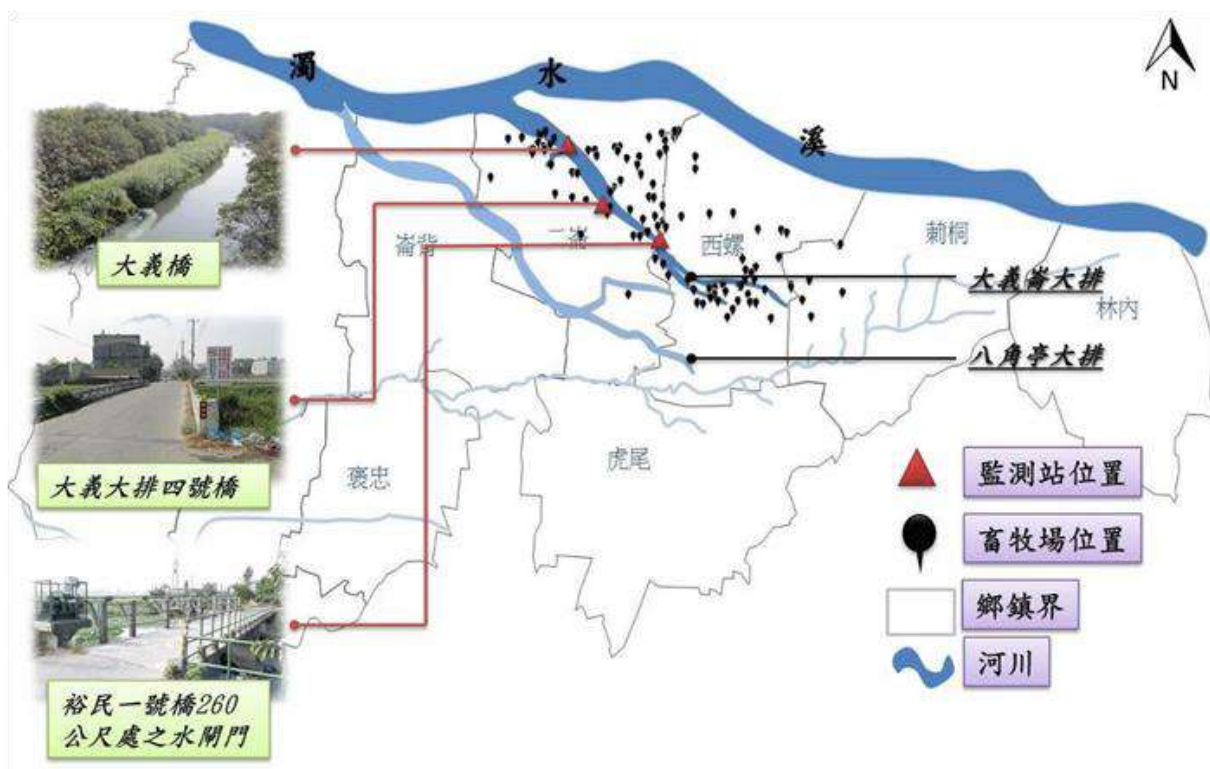


圖 6.1.2-1 大義崙及八角亭排水各類污染源 BOD 排放量比例

雲林縣環保局持續對大義崙、八角亭排水先進行污染特性瞭解，而由統計資料得知此二大排之畜牧業無論家數或飼養頭數皆約占本縣 4~5 成。依計畫透過水污染源管理系統中畜牧業列管座標於二條排水進行位置標定，以瞭解二條排水之畜牧業分布情形，且在沿線水路選定具代表性之水質監測地點，有關污染分布與水質測站位址情形如圖 6.1.2-2、圖 6.1.2-3 所示。

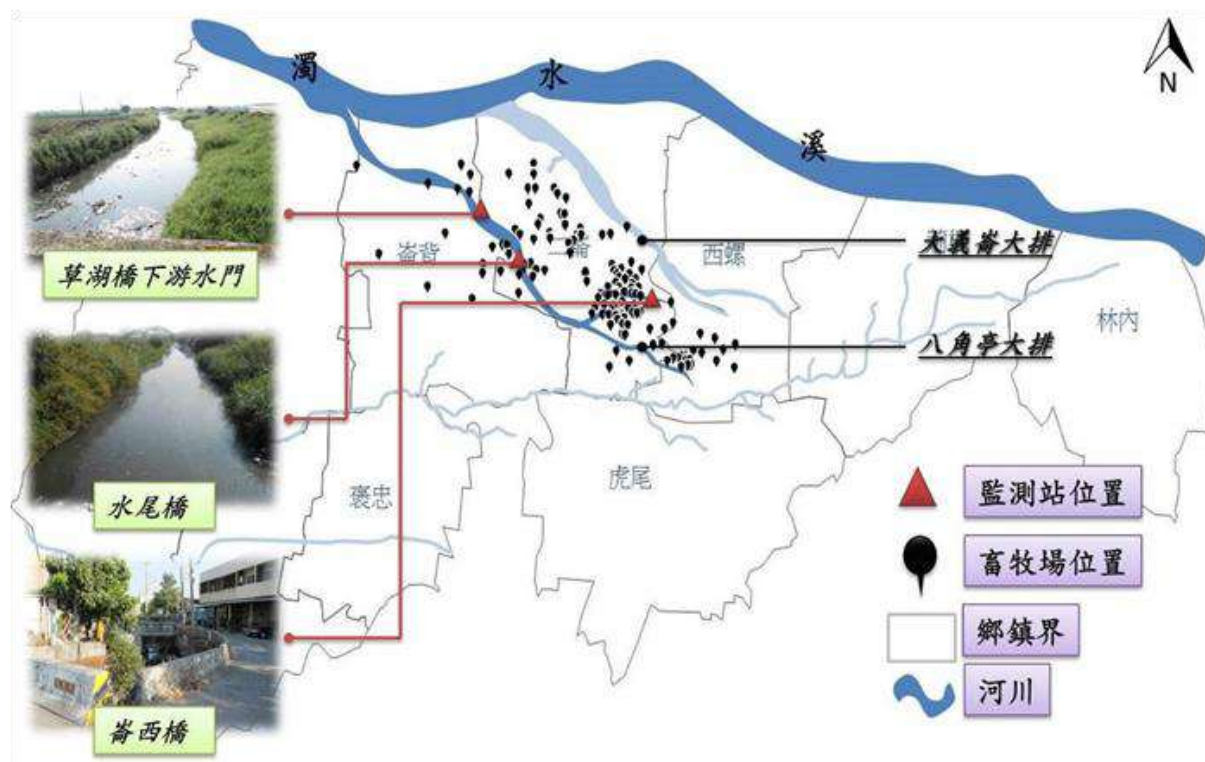
河川污染程度指數

目前環保署用於評估河川水質之綜合性指標為「河川污染程度指數，River Pollution Index」簡稱「RPI」。RPI 指數係以水中溶氧量 (DO)、生化需氧量 (BOD5)、懸浮固體 (SS)、與氨氮 (NH₃-N) 等四項水質參數之濃度值，來計算所得之指數積分值，並依據積分值判定河川水質污染程度。RPI 之計算及比對基準如表 6.1.2-2 所示。



資料來源:八角亭大排、大義崙大排畜牧廢水評估輔導計畫，雲林縣環保局 102 年

圖 6.1.2-2 大義崙排水畜牧場、測站位置圖



資料來源:八角亭大排、大義崙大排畜牧廢水評估輔導計畫，雲林縣環保局 102 年

圖 6.1.2-3 八角亭排水畜牧場與測站位置圖

表 6.1.2-2 RPI 指數計算表

水質/項目	未(稍)受污染	輕度污染	中度污染	嚴重污染
溶氧量(DO)mg/L	$DO \geq 6.5$	$6.5 > DO \geq 4.6$	$4.5 \geq DO \geq 2.0$	$DO < 2.0$
生化需氧量(BOD5)mg/L	$BOD5 \leq 3.0$	$3.0 < BOD5 \leq 4.9$	$5.0 \leq BOD5 \leq 15.0$	$BOD5 > 15.0$
懸浮固體(SS) mg/L	$SS \leq 20.0$	$20.0 < SS \leq 49.9$	$50.0 \leq SS \leq 100$	$SS > 100$
氨氮(NH3-N)mg/L	$NH3-N \leq 0.50$	$0.50 < NH3-N \leq 0.99$	$1.00 \leq NH3-N \leq 3.00$	$NH3-N > 3.00$
點數	1	3	6	10
污染指數積分值(s)	$s \leq 2.0$	$2.0 < s \leq 3.0$	$3.1 \leq s \leq 6.0$	$s > 6.0$

6.1.3 水質監測結果分析

統整環保局 101~103 年大義崙與八角亭大排水質監測資料，大義崙大排三個監測站從上游起分別為裕民一號橋下游 260 公尺處水閘門、大義大排四號橋(監測值僅至 102 年)、大義橋；八角亭大排三個監測站從上游起分別為崙西橋、水尾橋(監測值僅至 102 年)、草湖橋下游水門，監測結果彙整列表如下：

表 6.1.3-1 大義崙水質檢測彙整

測站名稱	年度月份	溶氧 (mg/L)	BOD(mg/L)	SS(mg/L)	NH ₃ -N(mg/L)	RPI 值	污染程度
裕民一號橋下游 260 公尺處之水 閘門	101.11	0.1	173	111	14.3	10	嚴重污染
	101.12	0.7	40.8	60	13.4	9	嚴重污染
	102.01	3.39	7.5	20.4	2.68	5.25	中度污染
	102.02	0.4	4.4	13.6	4.05	6	中度污染
	102.03	0.4	14.9	19.9	4.92	6.75	嚴重污染
	102.04	1.4	5.4	22	1.65	6.25	嚴重污染
	102.05	2.1	17.2	566	2.82	8	嚴重污染
	102.06	2.9	3.5	207	1.86	6.25	嚴重污染
	102.07	2.2	10.1	70.7	2.08	6	中度污染
	102.08	1.6	33.1	38.2	3.3	8.25	嚴重污染
	102.09	4	23.5	35.6	1.04	6.25	嚴重污染
	102.10	3.7	5.1	61	2.42	6	中度污染
	103.05	5.5	21.7	315	2.74	7.25	嚴重污染
	103.07	5.8	9	43	2.53	4.5	中度污染
	103.09	1.3	15	5.4	4.56	6.75	嚴重污染
	103.11	1.5	22	18.7	6.5	7	嚴重污染
平均值		2.31	25.39	100.47	4.43	6.84	-

大義大排四號橋	101.11	0.2	94.2	33.8	19.8	8.25	嚴重污染
	101.12	1.2	15.6	31.4	2.75	7.25	嚴重污染
	102.01	2.3	11.7	23	4.05	6.25	嚴重污染
	102.02	2	6.2	8.2	5.05	5.75	中度污染
	102.03	0.4	21	14.7	10.2	7.75	嚴重污染
	102.04	0.6	27.4	29.7	7.45	8.25	嚴重污染
	102.05	4.7	13.2	164	2.8	6.25	嚴重污染
	102.06	3.2	5.4	97.5	2.28	6	中度污染

	102.07	1.9	15.1	20.8	14	8.25	嚴重污染
	102.08	1.4	15.9	16.1	3.26	7.75	嚴重污染
	102.09	2.4	7.7	20.6	3.32	6.25	嚴重污染
	102.10	2.1	1.8	20.3	4.68	5	中度污染
平均值		1.87	19.60	40.01	6.64	6.92	-

測站名稱	年度月份	溶氧 (mg/L)	BOD(mg/L)	SS(mg/L)	NH3-N(mg/L)	RPI 值	污染程度
大義橋	101.11	0.2	71.3	44.5	23.2	8.25	嚴重污染
	101.12	0.1	39.6	39.5	10.6	8.25	嚴重污染
	102.01	7.33	8.8	23	5.1	5	中度污染
	102.02	7.5	12.1	16	7.85	4.5	中度污染
	102.03	10.9	13.9	40.8	12.4	5	中度污染
	102.04	0.4	13.1	20.7	6.82	7.25	嚴重污染
	102.05	6.6	9	138	2.6	5.75	嚴重污染
	102.06	5.3	15.3	49.5	7.75	6.5	嚴重污染
	102.07	5	18.4	36	15.1	6.5	嚴重污染
	102.08	4.7	12.4	12.3	0.14	2.75	輕度污染
	102.09	3.3	9.5	20.2	0.1	4	中度污染
	102.10	6.5	4.2	28.5	5.7	4.75	中度污染
	103.05	6	26.6	620	2.77	7.25	嚴重污染
	103.07	6.6	7.4	6	4.73	4.5	中度污染
	103.09	2.3	9	3.8	5.95	5.75	中度污染
	103.11	3.7	17	10.7	6.87	6.75	嚴重污染
平均值		4.78	17.98	69.34	7.36	5.80	-

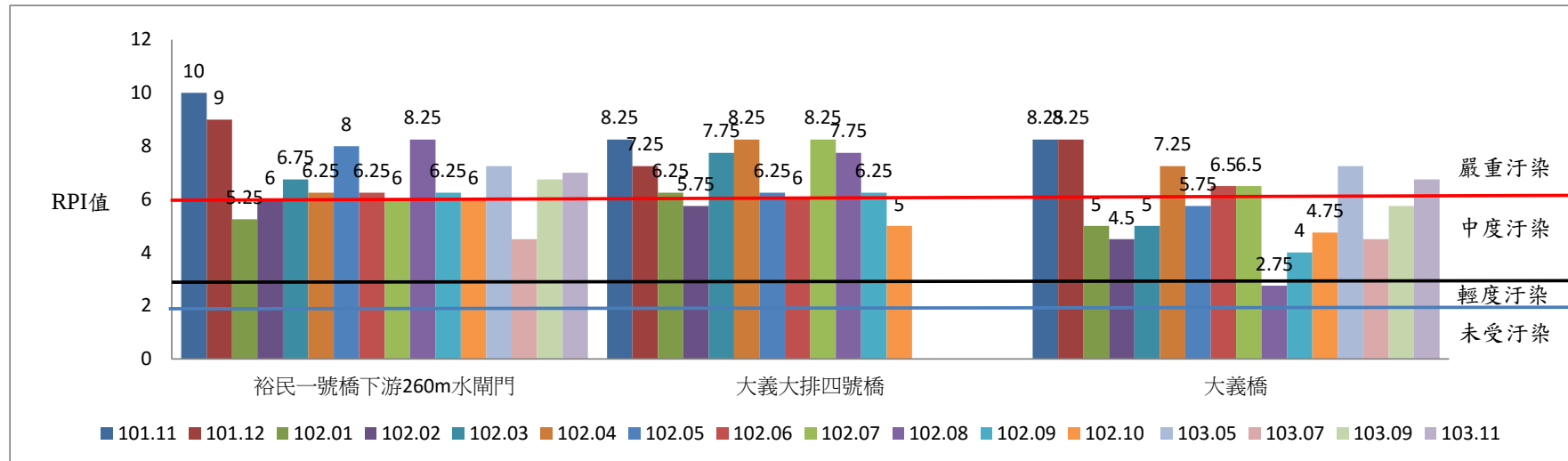


圖 6.1.3-1 大義崙排水 RPI 比較圖

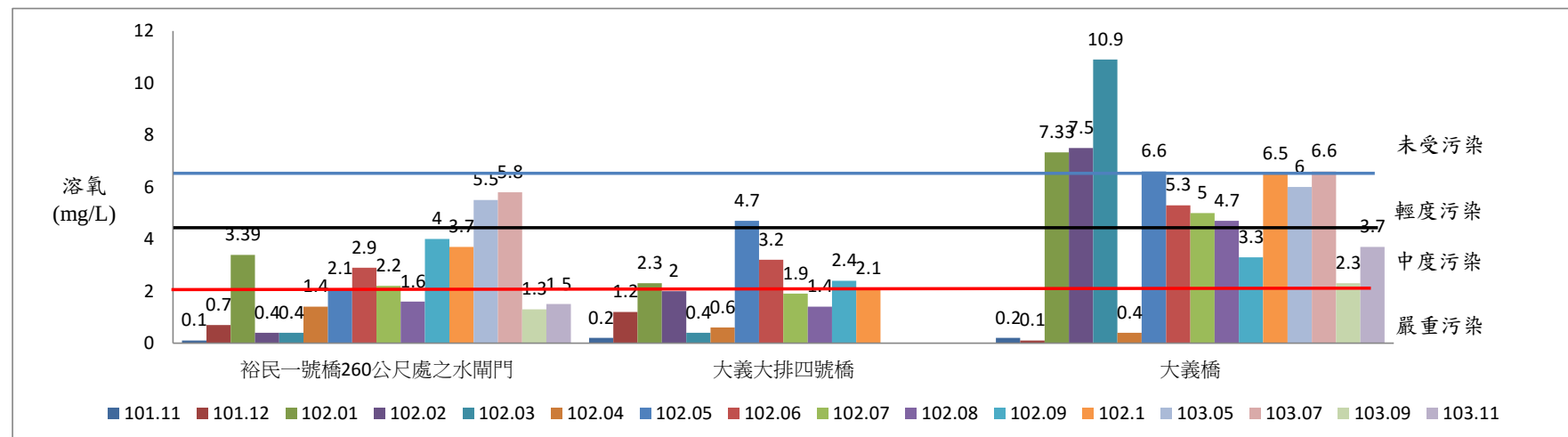


圖 6.1.3-2 大義崙排水 DO 比較圖

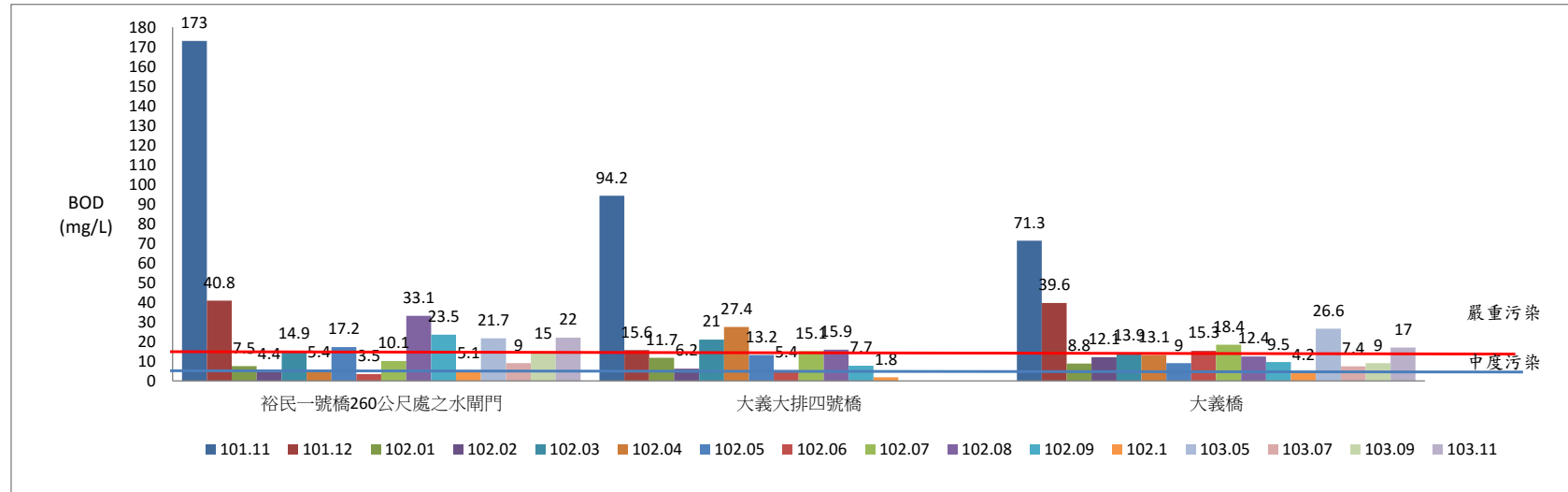


圖 6.1.3-3 大義崙排水 BOD 比較圖

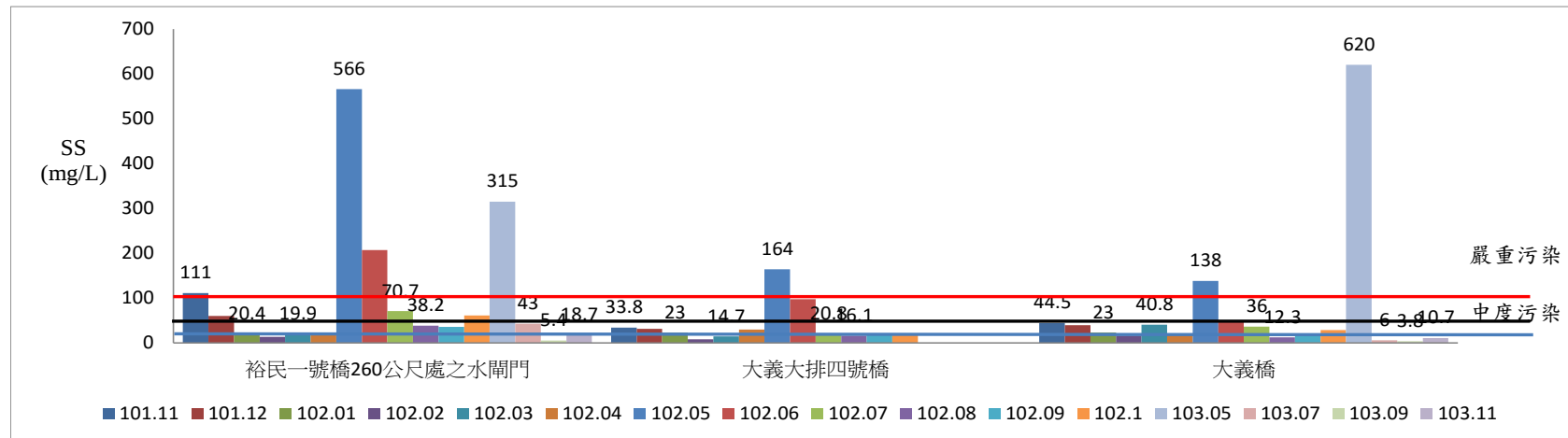


圖 6.1.3-4 大義崙排水 SS 比較圖

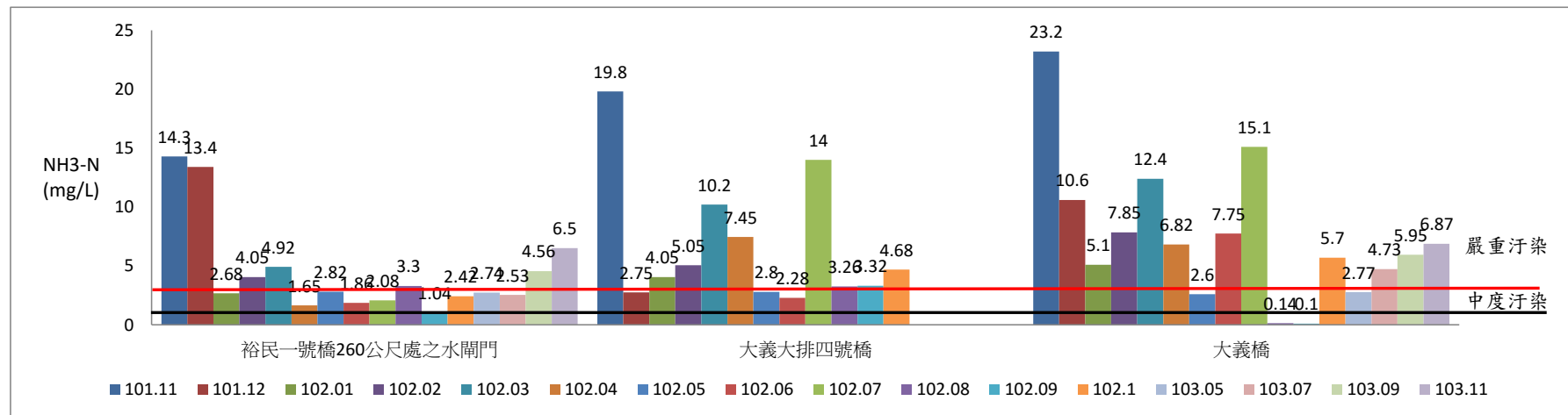


圖 6.1.3-5 大義崙排水氨氮比較圖

表 6.1.3-2 八角亭水質檢測彙整

測站名稱	年度月份	溶氧(mg/L)	BOD(mg/L)	SS(mg/L)	NH3-N(mg/L)	RPI 值	污染程度
崙西橋	101.11	0.3	139	56.3	37.4	9	嚴重污染
	101.12	1.2	9.5	21.5	0.64	5.5	中度污染
	102.01	3.82	12.6	16.7	3.64	5.75	中度污染
	102.02	1.6	8.3	37.8	3.1	7.25	嚴重污染
	102.03	0.3	29.3	35	7.68	8.25	嚴重污染
	102.04	0.3	23.3	55.5	8.05	9	嚴重污染
	102.05	3.1	16.8	24.2	10.2	7.25	嚴重污染
	102.06	<0.1	15.9	15.7	8.38	5.5	中度污染
	102.07	1.2	20.3	37.8	15.6	8.25	嚴重污染
	102.08	2.4	9.9	66.6	0.07	4.75	中度污染
	102.09	4	8.9	34.6	3.52	6.25	嚴重污染
	102.10	4.7	5.7	56.7	4.15	6.25	嚴重污染
	103.02	1.6	8.3	37.8	3.1	7.25	嚴重污染
	103.05	7.8	33.5	69	1.31	6.75	嚴重污染
	103.07	4.1	10.9	18.5	3.89	5.75	中度污染
	103.09	1	32	18.3	17.9	7.75	嚴重污染
	103.11	4.6	24.7	46.2	20.1	6.5	嚴重污染
平均值		2.63	24.05	38.13	8.75	6.88	-

水尾橋	101.11	0.2	267	82	80.6	9	嚴重污染
	101.12	0.1	150	226	118	10	嚴重污染
	102.01	1.39	62.5	149	14.8	10	嚴重污染
	102.02	1.4	45.2	172	17.2	10	嚴重污染
	102.03	0.8	12.6	59	9.3	8	嚴重污染
	102.04	0.5	23.7	128	8.78	10	嚴重污染
	102.05	3.1	12.8	114	6.28	8	嚴重污染
	102.06	<0.1	73.9	52.5	60	6.75	嚴重污染
	102.07	1.8	18.9	53.8	6.55	9	嚴重污染
	102.08	1.5	28.3	80.6	5.38	9	嚴重污染
	102.09	0.3	36.8	102	8.7	10	嚴重污染
	102.10	0.7	27.9	69.3	9.72	9	嚴重污染
平均值		1.07	63.30	107.35	28.78	9.06	-

測站名稱	年度月份	溶氧(mg/L)	BOD(mg/L)	SS(mg/L)	NH3-N(mg/L)	RPI 值	污 染 程 度
草湖橋下游水門	101.11	0.2	188	50	75	9	嚴重污染
	101.12	0.1	124	118	98.1	10	嚴重污染
	102.01	0.63	56.5	128	15.9	10	嚴重污染
	102.02	<0.1	36.5	169	13.2	10	嚴重污染
	102.03	0.5	13.2	78.5	11.3	8	嚴重污染
	102.04	1	13.7	92.5	8.38	8	嚴重污染
	102.05	3.5	17.1	129	4.9	9	嚴重污染
	102.06	<0.1	66.3	41	58.2	6	中度污染
	102.07	1	22.5	57	7.95	9	嚴重污染
	102.08	0.5	38	95.3	6.65	9	嚴重污染
	102.09	0.4	34.2	87	8.5	9	嚴重污染
	102.1	1.1	21.4	94.2	8.4	9	嚴重污染
	103.05	5.1	40.3	103	9.11	8.25	嚴重污染
	103.07	3.2	22.1	108	5.94	9	嚴重污染
	103.09	1.7	79	13.4	6.02	7.75	嚴重污染
	103.11	3.3	60	32.6	15.2	7.25	嚴重污染
平均值		1.59	52.05	87.28	22.05	8.64	-

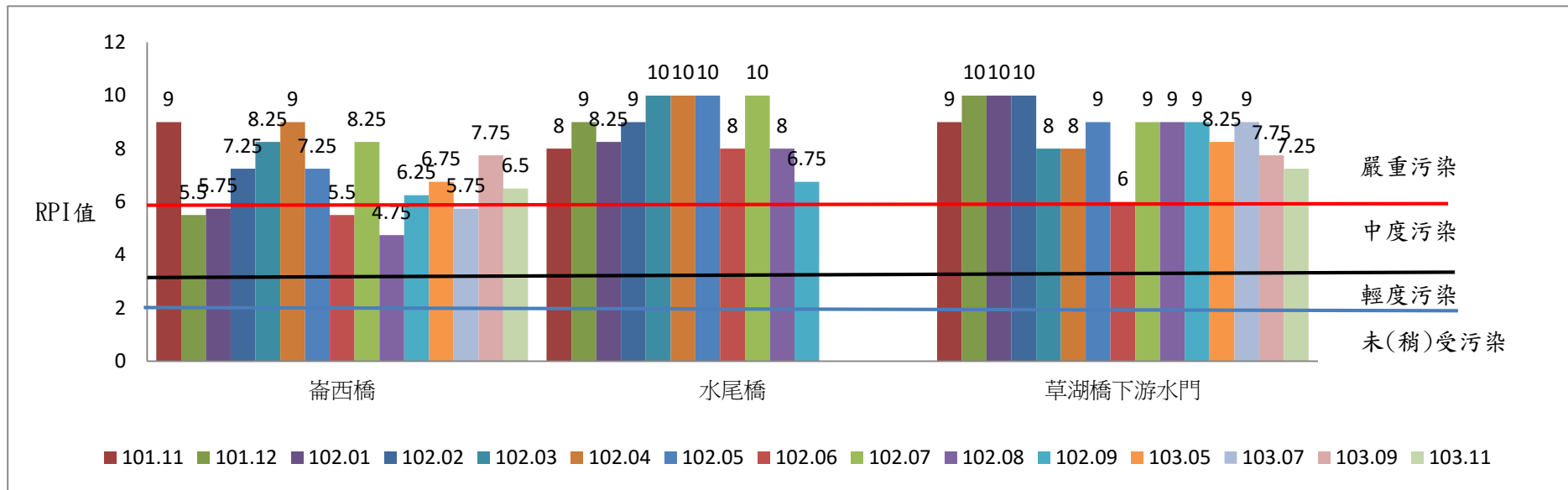


圖 6.1.3-6 八角亭排水 RPI 比較圖

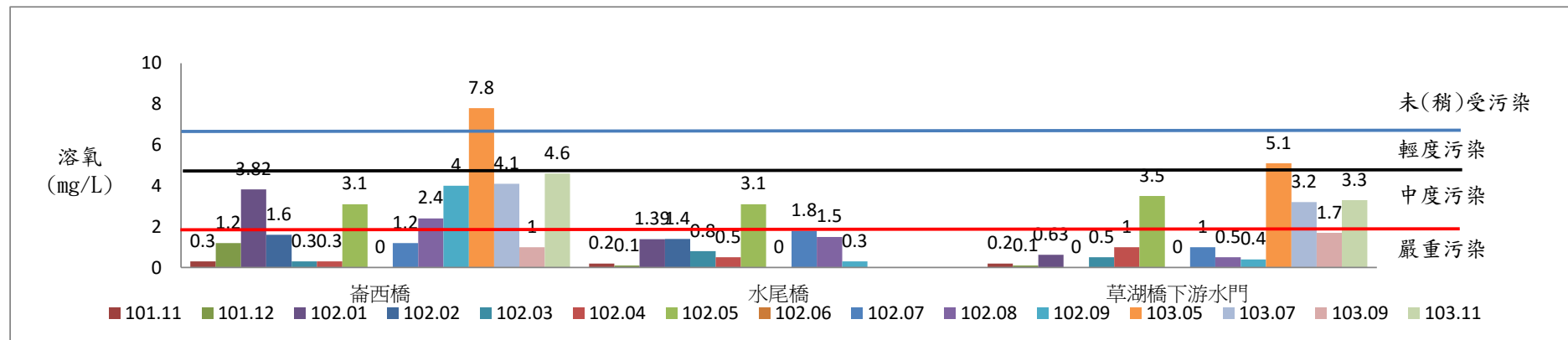


圖 6.1.3-7 八角亭排水 DO 比較圖

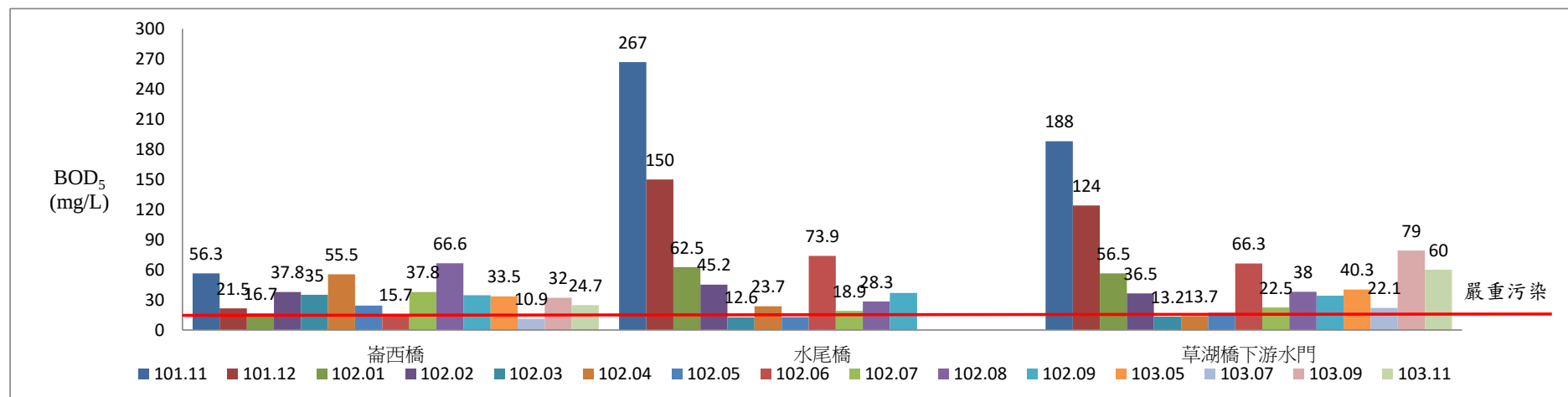


圖 6.1.3-8 八角亭排水 BOD 比較圖

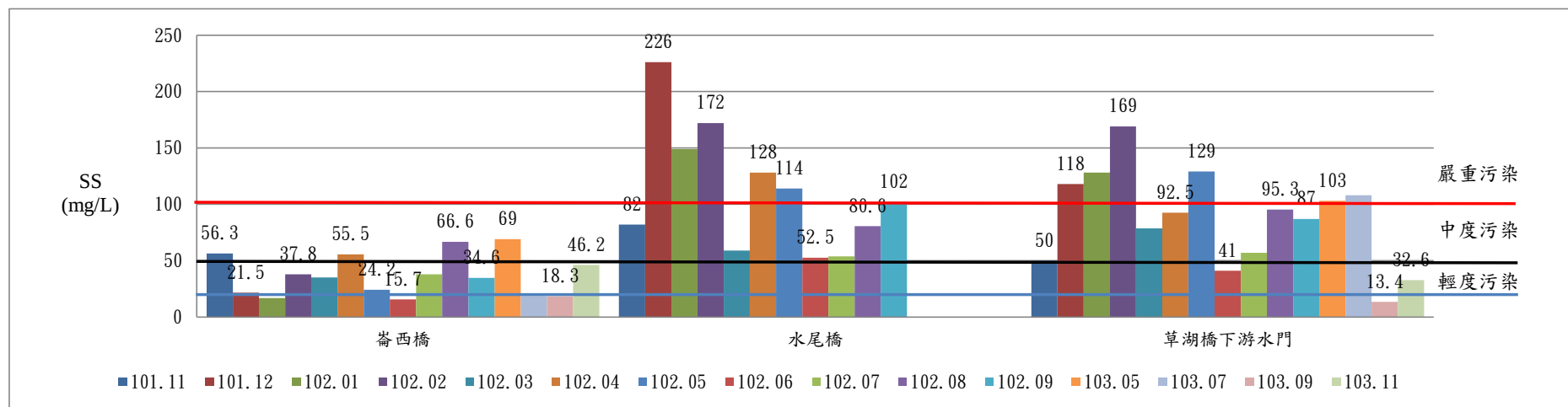


圖 6.1.3-9 八角亭排水 SS 比較圖

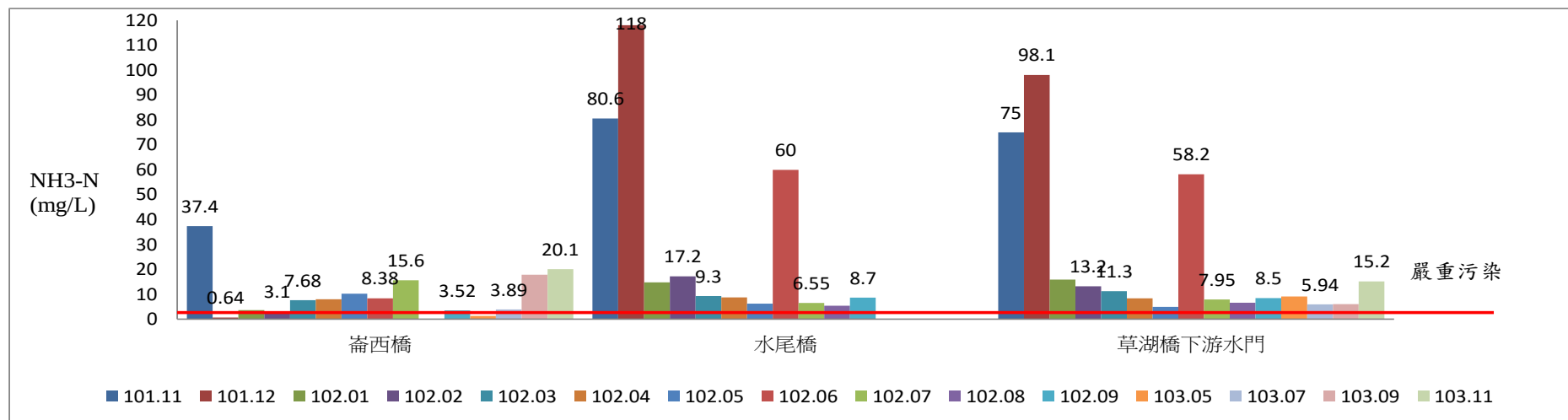


圖 6.1.3-10 八角亭排水氨氮比較圖

水質監測顯示，大義崙排水介於中度污染與嚴重污染之間，平均為中度污染，而八角亭排水多屬於嚴重污染，5~8月SS及BOD呈現上升區間，應為雨季時受雨天效應影響(河川水質容易受大雨的影響，因為地表逕流夾帶大雨沖刷之沿岸廢污水，河川水質在大雨期間或大雨過後可能會迅速惡化)，整體來說各測值近兩年有下降趨勢。

表 6.1.3-3 為大義崙排水及八角亭排水近年下游水質變化趨勢分析，其中大義崙排水水量歷史測值平均為 205,114CMD，而八角亭排水水量歷史測值平均為 165,302CMD；BOD 濃度：大義崙排水介於 4.1~8.9 mg/L，八角亭排水 12~60.4 mg/L；SS 濃度：大義崙排水介於 9.5~176mg/L，八角亭排水介於 38~513 mg/L，氨氮濃度：大義崙排水介於 1.6~8.2 mg/L，八角亭排水介於 11.8~34.4 mg/L，由表可知八角亭排水受養豬廢水之影響較大義崙排水為高。

表 6.1.3-3 大義崙排水及八角亭排水歷年水質變化趨勢

排水名稱	Q _{ave.} (CMD)	Q _{range.} (CMD)	DO _{range.} (mg/L)	BOD _{range.} (mg/L)	SS _{range.} (mg/L)	氨氮 (mg/L)
大義崙排水	205,114	30,816~293,242	0.1~10.9	4.2~71.3	3.8~620	0.1~23.2
八角亭排水	165,302	66,528~19,110	0.1~5.1	13.2~188	13.4~169	4.9~98.1

註：1. 歷史流量係為環保署 98、99、100 及 101 年 7 次採樣平均值。

6.1.4 大排與濁水溪匯流處洪水水位

由於大義崙排水與八角亭排水終點流入濁水溪南岸，該排水幹線之起算水位受濁水溪之洪水位影響，故依據水利署「濁水溪河口地形變遷調查及對下游河防安全影響與對策評估」(民國 102 年)所進行的洪水位模擬，本計畫主要參考濁水溪於大義崙及八角亭幹線出口處(約濁水溪河道斷面 31 及斷面 15)之 2 年、5 年、10 年、50 年、100 年重現期計畫水位為幹線之起算水位，如表 6.1.4-1 所示；本計畫區域自強大橋至西濱大橋之斷面區間為 36-2~12 號斷面。

表 6.1.4-1 各斷面計畫洪水位彙整表

斷面	兩岸高程		各重現期距洪水位					堤防名稱	
	左岸	右岸	100年	50年	10年	5年	2年	左岸堤防	右岸堤防
1	2.88	3.23	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	無	無
2	3.43	4.87	4.16	4.11	4.02	4.00	3.97		
3	3.21	5.06	4.53	4.41	4.17	4.09	4.01		
4	7.66	4.88	5.07	4.94	4.46	4.29	4.09		
5	8.23	4.81	5.25	5.28	5.08	4.79	4.36	許厝寮堤防	下海墘堤防
6	8.96	5.70	5.58	5.51	5.29	5.30	4.75		
7	9.15	7.30	6.14	5.96	5.91	5.69	5.12		
8	9.01	7.53	6.56	6.40	6.11	5.82	5.50		
9	8.86	8.23	6.97	6.76	6.12	6.32	5.79	新吉堤防	
10	9.60	8.77	7.46	7.20	7.06	6.83	6.16		
11	10.23	9.64	7.76	7.49	7.19	6.94	6.17		
12	9.73	9.72	8.26	7.98	7.49	7.16	6.73		
12.1	9.71	10.25	8.30	8.02	7.52	7.21	6.76	雷厝堤防	
13	10.97	10.78	9.00	8.70	8.03	7.79	7.11		
14	11.11	11.3	9.40	9.09	8.33	8.07	7.31		
15	11.92	11.54	9.68	9.35	8.55	8.29	7.50		
16	12.90	11.99	10.00	9.65	8.81	8.50	7.71	大庄堤防	下山腳堤防
17	13.16	12.46	10.20	9.85	9.00	8.67	7.88		
18	13.11	12.77	10.44	10.09	9.24	8.89	8.12		
19	12.85	12.60	10.75	10.40	9.58	9.20	8.46		
20	13.75	12.90	11.16	10.81	9.98	9.58	8.86		
21	14.26	13.21	11.52	11.17	10.32	9.91	9.17		
22	15.26	14.60	11.88	11.52	10.67	10.24	9.51		
23	15.25	14.17	12.26	11.90	11.04	10.67	10.04		
24	15.72	16.10	12.66	12.30	11.42	11.02	10.35		
25	15.56	16.01	13.08	12.72	11.83	11.41	10.69		
26	17.37	16.51	13.59	13.22	12.29	11.85	11.09		
27	17.58	17.26	14.30	13.84	12.85	12.37	11.54		
28	19.21	17.69	14.73	14.24	13.23	12.73	11.86		
29	19.33	18.47	15.10	14.58	13.53	13.02	12.14		

斷面	兩岸高程		各重現期距洪水位					堤防名稱	
	左岸	右岸	100年	50年	10年	5年	2年	左岸堤防	右岸堤防
30	19.28	19.10	15.56	15.07	13.98	13.46	12.56		九塊厝堤防
31	20.58	19.85	15.86	15.37	14.28	13.75	12.85		
32	20.31	20.28	16.16	15.68	14.57	14.05	13.13		
33	21.64	20.54	16.45	15.98	14.87	14.33	13.41		
34	21.83	21.31	17.00	16.51	15.42	14.90	14.07		
35	21.94	23.15	17.47	17.00	15.93	15.42	14.56		
36	22.84	23.72	18.22	17.75	16.61	16.06	15.12	楊賢村堤防	下溪墘堤防
36.1	24.00	24.30	18.33	17.89	16.86	16.36	15.44		
36.2	24.30	19.61	18.41	18.00	16.89	16.40	15.46		
37	24.27	24.14	19.41	18.90	17.63	16.99	15.86		
38	24.52	24.86	20.07	19.52	18.15	17.47	16.26		
39	25.35	25.25	21.01	20.41	18.89	18.14	16.86		
40	26.16	25.38	21.42	20.84	19.40	18.69	17.36	新莊堤防	田頭堤防
41	26.59	25.99	21.77	21.19	19.78	19.08	17.75		
42	27.21	27.74	22.00	21.43	20.01	19.30	18.00		
43	27.75	28.37	22.18	21.60	20.18	19.48	18.23	西螺堤防	水尾堤防
44	28.5	28.78	22.35	21.78	20.37	19.70	18.54		
45	31.3	29.56	22.64	22.09	20.76	20.15	19.25		
46.1	30.53	29.91	23.07	22.55	21.34	20.80	19.98		
46.2	30.53	29.91	23.10	22.58	21.37	20.83	20.01		
47	31.92	31.61	23.70	23.20	22.01	21.47	20.61		
48	32.87	31.89	24.54	24.07	23.02	22.48	21.55		
49	33.19	32.86	25.64	25.14	23.96	23.39	22.40		
49.1	33.62	33.51	26.30	25.74	24.49	23.85	22.84		
49.2	33.62	33.51	26.31	25.75	24.36	23.87	22.81		
50	33.67	32.96	26.44	25.97	24.83	24.25	23.20		
51	34.59	33.06	26.90	26.41	25.20	24.60	23.52		
51.1	33.56	33.28	27.39	26.87	25.59	24.97	23.87	朝洋厝堤防	朝洋厝堤防
51.2	33.56	33.28	27.41	26.89	25.62	24.99	23.89		
52	33.56	33.28	27.42	26.90	25.63	25.01	23.91		
53	35.65	34.74	27.99	27.45	26.13	25.49	24.40		
54	34.65	35.90	28.59	28.06	26.76	26.14	25.14		
54.1	37.61	35.82	29.32	28.98	28.32	28.03	27.54		
54.2	37.61	35.82	30.25	29.93	29.13	28.76	28.16		

6.1.5 水位流量實測

本計畫為掌握大義崙排水及八角亭水位水量狀況，進行兩大排的水位與流速實測，進而推估流量，實際觀測位置挑選為排水下游進入高灘地前的適宜地點，大義崙排水實測點為大義橋、八角亭排水實測點為草湖橋，為了解水位流量是否有季節變化，排定每月進行測量，並於每月月報中說明，實測紀錄結果如下表所示，豐枯水期受雨量增減而略有變化，但因排水河道有多處閘門可控制水位，故水位高程變化不明顯。

表 6.1.5-1 大義崙水位流量實測紀錄

大義崙排水 (大義橋 橋面高程 20.61M) 座標 23°49'0.40"北 120°22'10.6"東				
日期	水位深度(M)	水面高程(M)	流速(m/s)	流量(m ³ /s)
1 月 15 日	1.14	9.37	0.54	8.79
2 月 12 日	1.25	9.48	0.62	11.07
3 月 31 日	1.76	9.99	0.13	3.27
4 月 30 日	1.68	9.91	0.26	6.24
5 月 22 日	1.71	9.94	0.21	8.72
6 月 29 日	2.25	10.48	0.06	3.28
7 月 28 日	1.73	9.96	0.16	6.87
8 月 25 日	1.87	10.1	0.24	10.90
9 月 30 日	1.97	10.2	0.16	7.50
10 月 30 日	1.65	9.88	0.11	4.41
平均值	1.70	9.93	0.25	7.10

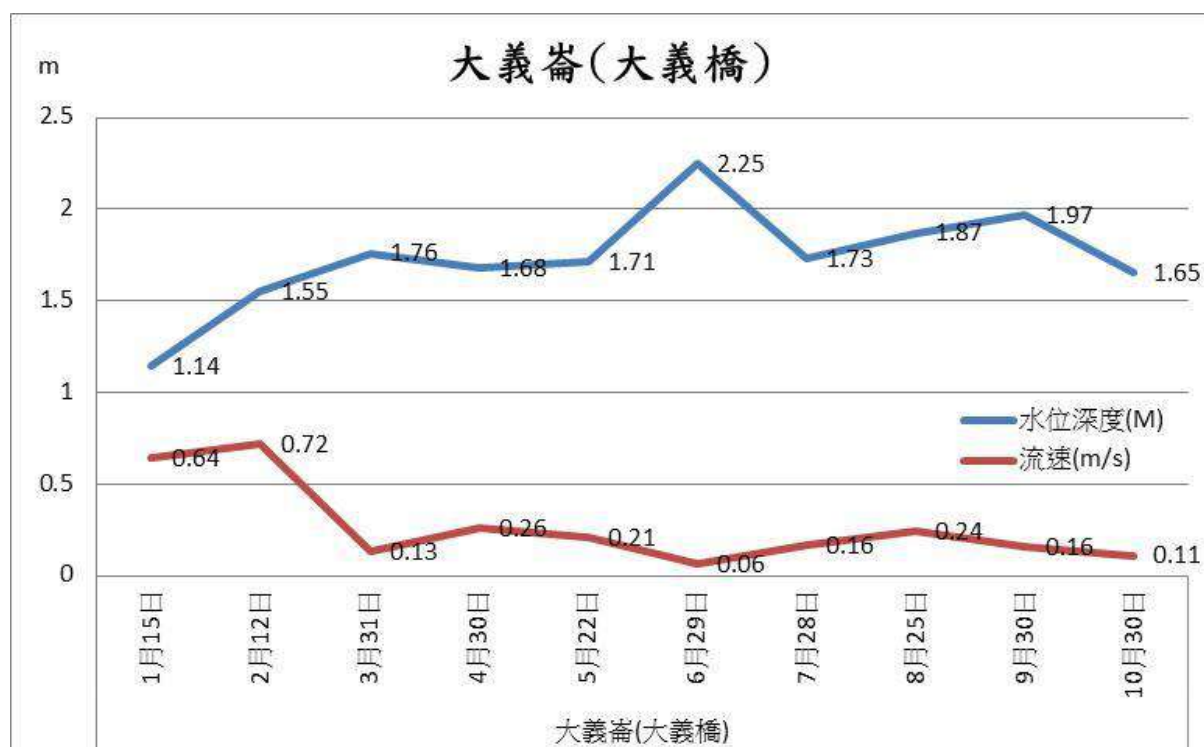


表 6.1.5-2 八角亭水位流量實測紀錄

八角亭排水 (草湖橋 橋面高程 13.88M) 座標 23°47'55.22"北 102°20'38.46"東				
日期	水位深度(m)	水面高程(m)	流速(m/s)	流量(m ³ /s)
1 月 15 日	0.58	8.73	0.13	0.66
2 月 12 日	0.61	8.76	0.75	4.00
3 月 31 日	0.68	8.83	0.72	4.28
4 月 30 日	0.67	8.82	0.60	3.51
5 月 22 日	0.38	8.53	0.64	2.86
6 月 29 日	0.32	8.47	0.40	1.50
7 月 28 日	0.39	8.54	0.46	2.11

8 月 25 日	0.61	8.76	0.67	4.80
9 月 30 日	0.43	8.58	0.60	3.03
10 月 30 日	0.60	8.75	0.41	2.89
平均值	0.53	8.68	0.54	2.96



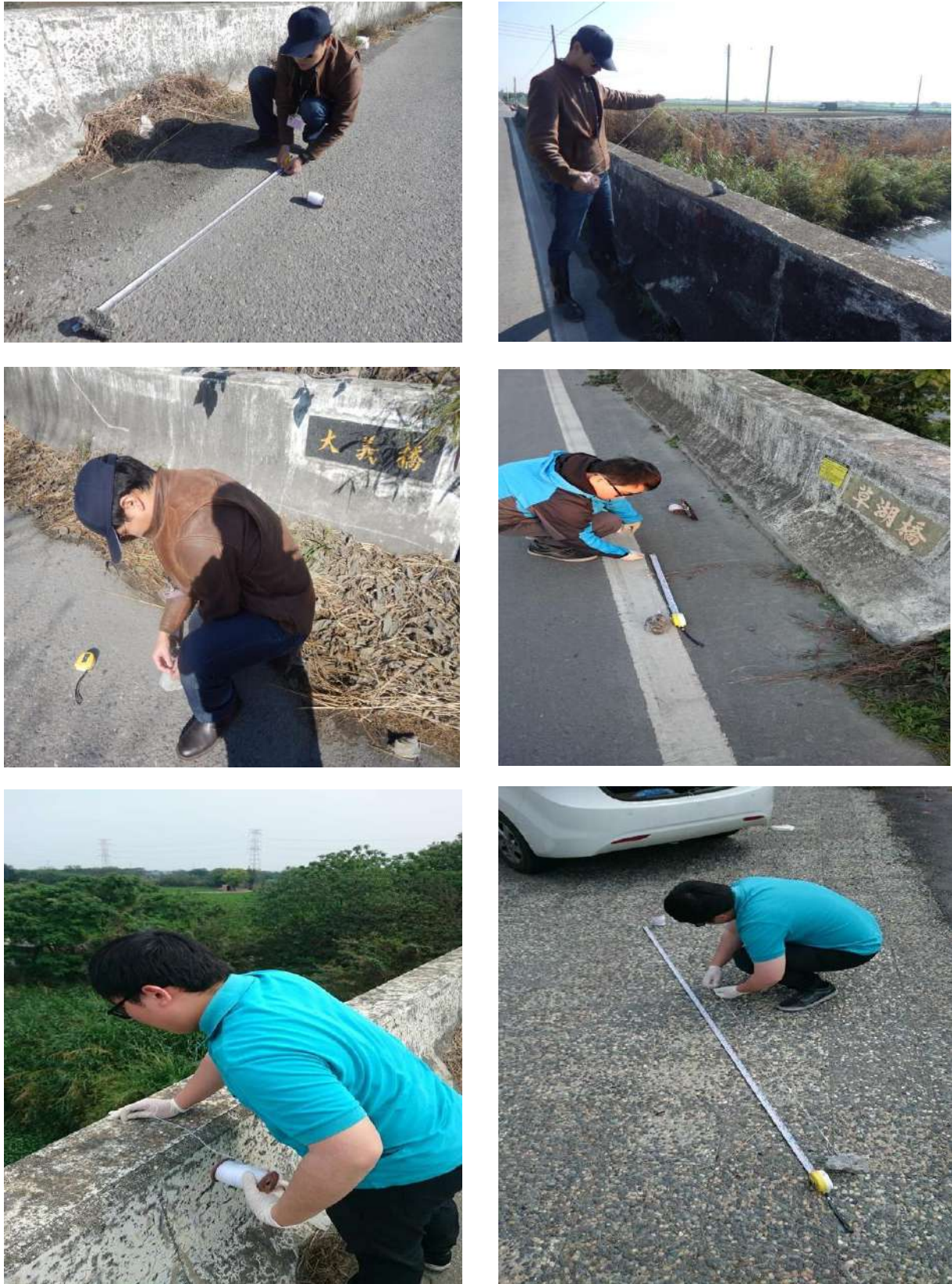


圖 6.1.5-1 大排水位流速測量實況

6.2 自然淨化系統規劃設計構想

近年來，雲林縣環保局積極推動兩大排的污染整治，從水質監測成果來看污染源的管制成效相當顯著，其水體水質已有大幅改善，許多因畜牧廢污水排放而污染的河段，開始出現了生機。然由於現階段非點源污染的管制不易，使得大排的污染負荷依然居高不下，多數河段均屬中度至嚴重污染狀態。為進一步改善水質，須配合其他工法同步予以改善，其中尤以低耗能且能兼顧生態效益的自然淨化工法最受矚目。

服務團隊本著以生態工法整治河川污染的理念，結合十年來的實際施作經驗，擬透過生態工法的應用，建構一個優質的水陸域漸變空間—「溼地」，作為自然淨化系統的主體工程。

在改善污染現況的同時，亦將同步達成生態保育、環境教育與景觀遊憩的預期目標，故全區的規劃均以生態為主軸，以生物的需求作為出發點，在每個自然淨化系統的處理單元中，因地制宜的加入生物生存空間、生態機能植栽的細膩考量，期使構築完成後的人工溼地系統可以營造更優質的棲息環境，形成濁水溪南岸河廊生態系中另一處羽翼紛飛的快樂天堂。

相關規劃與細部設計業經 2 次專家委員細部規劃審查會議，依照委員意見修正細部設計圖與預算書內容後定稿。

6.2.1 關鍵課題與對策

茲就前述章節對於計畫區域的瞭解分析，彙整出本案在規劃設計過程所面臨的各項關鍵課題與工作團隊所擬訂的因應對策，如表 6.2.1-1 所示。

表 6.2.1-1 溼地規劃關鍵課題與因應對策

區分	項目	關鍵課題	因應對策
自然環境	氣候	降雨多集中於夏季，日照時數長，蒸發散量大。	溼地水文收支推估時，納入溼地的蒸發散量及底層的入滲量，以推估較符合現地條件的溼地入流量與放流量。

	水文	由於地勢略低，且位於河川灘地，於颱風期間易發生漫淹的情形。	自然淨化系統工法的選用，須考量場址的洪氾風險，在因地制宜的原則，選用淹漫耐受度較佳的工法、設備與植栽，以降低復健作業的人力與經費。
	地質	放流渠道右岸及左岸部份多為細沙地並有耕作擾動，不利於人工溼地施作。	在因地制宜的前提下，配合大地工程的施作，減少原有地盤的擾動，以符合生態工法的精神。
污染削減	水質	兩大排主河道的水體中，以生化需氧量 BOD 及氨氮所形成污染負荷較高，雖適合以溼地生態來進行改善，但維護管理上需注意。	應營造出高溶氧且多生物擔體的溼地環境，有利於 BOD 的去除；高低溶氧交錯的環境，有利氨氮的去除，其他雖可透過植物吸收而去除，但須增加操作管理作業中的植物移除作業，以提高水生植物的吸收效率。 取水工的設置建議覓合宜地點，以利用重力將污水導入溼地系統中，維持溼地的正常運作。
	動力	為符合生態工法的基本原則，應減少動力的使用。	透過合宜的大地工程設計，自然淨化系統中除了取水工需使用壓力式取水外，各處理單元間的輸水模式均採重力自然流動。
生態保育	生物多樣性	本案係以兩大排的水質淨化為主要目標，但仍兼顧溼地的生態保育功能。	在以 FWS 溼地為主的自然淨化場址中，工作團隊將投入符合溼地生態的生態因子，從地文與水文的設計、生物生存空間的佈設，以及植栽的選種等，均須納入原生淡水溼地的生態因子考量，以兼顧溼地生態保育功能。
		計畫範圍內多為河灘公地租用農地，耕作行為、農藥及肥料使用破壞原有生物相。	公地主管機關應儘量輔導休耕期綠肥作物並減少農藥、除草劑的使用。
景觀遊憩	硬體設施	人工溼地內的景觀遊憩設施不宜過多，以利維護管理。	本案選址應儘量靠近既有動線，休憩空間的規劃整合既有堤頂自行車道，以減少人工硬體設施的設置。
	動線串連	應與現有自行車道系統串連，以擴充濁水溪南岸的遊憩深度與廣度。	暨有自行車道從西螺方向延伸往西，位於既有堤防的堤頂，因堤防斜坡的阻隔而不易連通，可於既有越堤道增設牽引自行車用的斜坡，與溼地內的導覽動線系統串連，建構濁水溪南岸生態之旅的景點。

	水利法規	因人工溼地係設置於行水區內，所有構造物的設計均須符合水利法規定。	人工構造物的設計，在利用水生植物作為淨化水質主體的人工溼地中，應遵循「減法」的基本原則，除了必要的機電、管線及解說設施外，景觀遊憩設施的比例不應過度，以避免影響河道原有排洪功能。
		應避免土方內運或外運之情形，以基地內的挖填平衡為目標。	由於計畫範圍內多為河灘公地租用農地，須配合現地高程與各單元的設計高程，調整基地範圍內其他位置的土方，儘量達成挖填平衡的目標。

6.2.2 人工溼地選址說明

工作團隊經相關資料蒐整及現地勘查，考量計畫需求與營運維護經費限制，將兩大排人工溼地主要選址原則詳列如下：

1. 考量土地取得可行性，以河灘公有地優先。
2. 為兼顧揚塵抑制與水質改善，優先考量防風林缺口與裸露區塊。
3. 為降低取水工成本，應以大排沿線周邊區位為主。
4. 考量工程與維護預算，人工溼地水體面積應為 2.5~3ha 左右。
5. 為降低遭洪水沖刷機率，應以高灘地(與斷面主深槽高程差>5m)為優先。

工作團隊彙整河灘公地資料及考量選址原則後，初步選擇兩大排各兩處位址進行優選與第二方案評估；大義崙大排人工溼地初步選址兩處，位於楊賢村堤防與大庄堤防交接處，大義橋北側高灘裸露地，A 地地籍屬二崙鄉港後段 R14~R18 號，面積共為 3.63 公頃、B 地地籍屬二崙鄉港後段 R25、R35~R37 號，面積約為 3.55 公頃；八角亭大排人工溼地初步選址兩處，位於大庄堤防與雷厝堤防缺口處，大排幹線右岸的高灘裸露地，A 地地籍屬麥寮鄉雷厝段 R142、R143、R145 號，面積共為 4.09 公頃、B 地地籍屬麥寮鄉雷厝段 R162 號，總面積為 4.83 公頃，位置詳細說明如下：



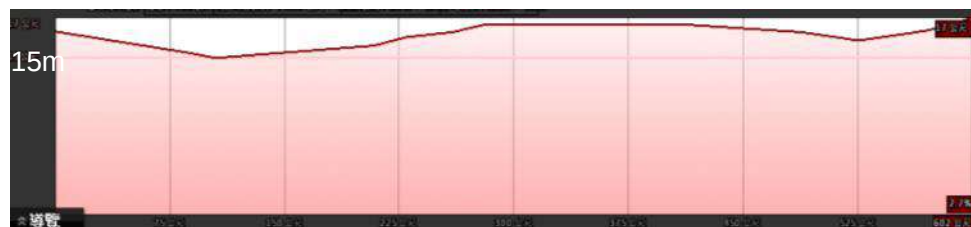
圖 6.2.2-1 大義崙人工溼地區位概述



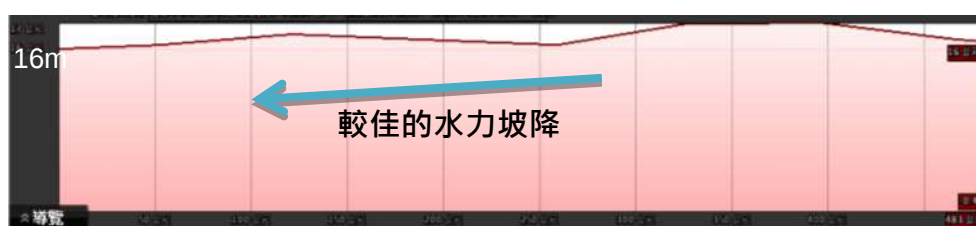
圖 6.2.2-2 八角亭人工溼地區位概述

兩處人工溼地共提出 4 個候選基地，由於溼地重點應考量工程施作程度與土方挖填平衡，並需有適當坡度營造水流、減少能源使用來降低後續營運費用，應選

擇坡度與方向適宜之地點，以取得較佳的水力坡降為優選，故調查 4 個候選基地的主要軸向剖面(剖面位置方向詳圖 6.2.2-3、6.2.2-4)，分別為 A-A'、B-B'，以水力坡降與坡度方向來看，兩處人工溼地皆以 B 地為優選，A 地為備選方案。



A-A' 剖面圖

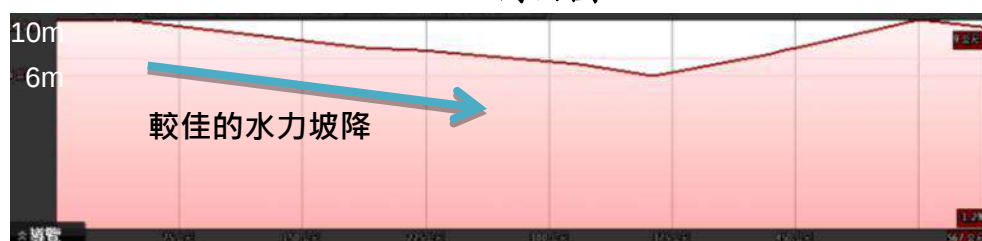


B-B' 剖面圖

圖 6.2.2-3 大義崙人工溼地軸向剖面圖



A-A' 剖面圖



B-B' 剖面圖

圖 6.2.2-4 八角亭人工溼地軸向剖面圖

6.2.3 規劃設計原則

一、自然淨化系統

- 1、考量濁水溪灘地環境條件，設計上應以自然生態為主要規劃設計原則，採用自然、平實之設計與配置，並利用耐候性及耐久性之材料，以減少管理維護成本。
- 2、充份運用現有之環境資源，將現有建築環境設施與地景結合塑造出豐富的自然生態空間層次，並與週遭自然景觀充分融合。
- 3、依實地現勘或鑽探資料加以建議使用之生態工法。原則上以表面流式人工濕地為主，其他自然淨化工法為輔。
- 4、以減少後續維護成本及降低能源使用(特別是壓力取水的使用)為基本設計原則。
- 5、材料選擇上以因地制宜的就地取材為主要考量，並減少其入滲量。

二、人工濕地主體規劃設計原則

- 1、人工濕地池底須進行防滲處理，並以符合生態工法原則之方式進行設計。
- 2、對於基地現有之原生種植栽，應優先保留或移植。

三、取水設施規劃設計原則

- 1、取水設施不可妨礙到大義崙與八角亭大排之水流。
- 2、應考量污泥排除與污物清除等操作維護之問題。

四、土木、機電工程規劃設計原則

- 1、為維持溼地基本功能運作而設置之必要性設置，為符合生態工法的精神，應減少能源及物質的耗用，並容許更大幅度的生態系統自我組構參與。
- 2、壓力取水設施：除澆灌系統外及必要性的取水設施所需的泵浦外，應以自然重力坡降的輸水模式為主。
- 3、大地工程：應以挖填平衡為原則，將溼地構築過程中所產生的挖方，移為基地內其他區域進行地景塑造所需之土方，減少內運或外運的土方量。

五、植栽系統規劃設計原則(包含各單元水生植物及周遭陸生植物栽植)

- 1、陸生植物之選擇應以原生種優先，並結合當地或鄰近地區溼地之現有物種。
- 2、水生植物之選擇應考量其水質改善功能，儘量排除外來種或強勢物種。
- 3、為提昇基地的生物多樣性，需選用水生植物應增加種歧異度。
- 4、所規劃之植栽均須以不破壞野外族群且不觸犯相關法令之方式取得。

六、場址環境景觀之教育解說系統規劃設計原則

- 1、參觀步道應以自然材質施作，例如石板、枕木等。
- 2、設置人工濕地解說告示牌，其應配合造景等相關景觀工程。
- 3、設置解說平台等解說設施以及導引設施。
- 4、設置休憩區域或觀賞平台等，供參觀民眾休憩及觀賞濕地生態。
- 5、解說牌中英並採，並說明流程。
- 6、為減低人為干擾，應考量自然形式之賞鳥牆或其他具類似功能之自然觀察設施，並須同時考量阻隔週邊環境可能產生之光害、噪音之干擾。

七、生態系統自我建構之規劃設計原則

- 1、人工溼地中應考量以植物多樣性、棲地多樣性建構生物多樣性之基礎。
- 2、為提昇微棲地多樣性，應於適當位址針對特殊物種之生理需求，建構良善的生物生存空間(Biotope)。
- 3、整體的空間機能屬性配置，應兼顧景觀遊憩及生態保育之需求，妥善規劃出遊憩區、緩衝區及核心區等不同區位。
- 4、應利用綠籬或其他天然材質的圍籬，有效阻隔人為干擾，以確保生態機能之正常運作。

八、與週邊環境之生態網絡聯結：

- 1、教育解說系統的質材、形式及風格應具有一致性，避免溼地園區景觀的雜蕪。

- 2、地景系統的規劃設計應維持微棲地及植生的多樣性、水陸推移帶的保留等生態設計，不可僅片面考量污染削減功能，而致生態系統弱化。
- 3、因基地範圍地處水位差異大的濁水溪行水區內，故所選用之施作工法、機電設施、植生系統等，均須考量洪泛風險及緊急應變措施等，以減輕豪雨淹漫所造成的損失。

6.2.4 人工溼地單元規劃

本工程規劃中主要的污染削減對象為大義崙與八角亭大排的污水，依據環保局檢測結果顯示八角亭排水呈現高污染狀況，第一期規劃以較需改善的八角亭排水進行人工溼地水質改善設計，設計處理水量以優選基地面積與地形現況，推估水體處理量為 3,000 CMD、入流水質採環保局近年檢測平均值，未來可配合環教場所設置或周邊灌溉需求，將溼地處理水用於農業灌溉或漫流增加灘地水覆面積，以提昇整體的系統效益。

為進行後續規劃設計，工作團隊針對八角亭麥寮鄉雷厝段 R162 號地(緯度 23.810688° 經度 120.296120°)進行詳細地形圖測繪，如圖 6.2.4-1、6.2.4-2 所示、各單元平面配置規劃如圖 6.2.4-3 所示，八角亭排水人工溼地的工程範圍，包含了兩個主要的工項，分別為主要水源取水工，以及人工溼地淨化單元，整體系統的單元流程如圖 6.2.4-4 所示，分別說明如下：



圖 6.2.4-1 八角亭人工溼地地形測繪實況

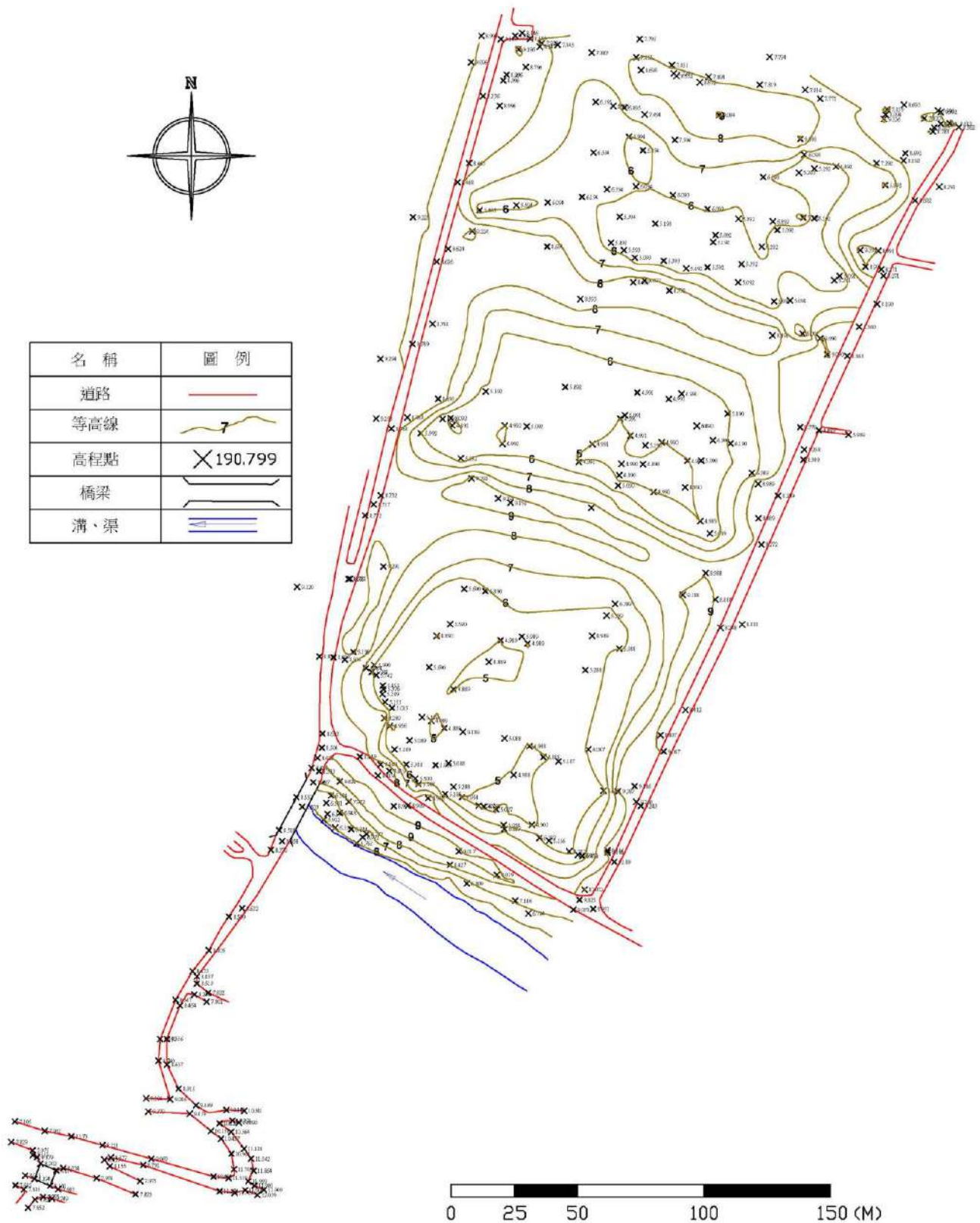


圖 6.2.4-2 八角亭排水人工溼地地形圖



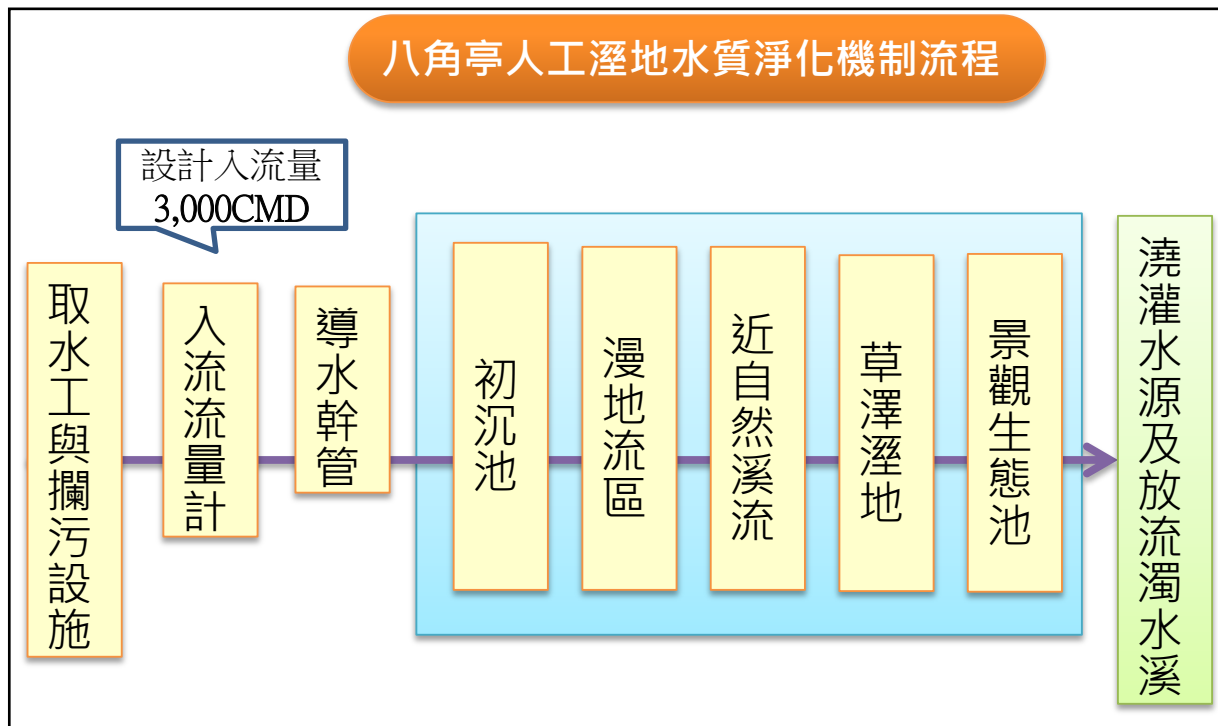


圖 6.2.4-4 八角亭排水人工溼地單元流程圖

一、主要水源取水工

配合八角亭排水河道型式，於基地旁河道中設置取水箱涵，設有柵距 4cm 粗攔污柵及揚水井，引入河道水源後，經沉水馬達抽取進入長約 16 公尺的輸水幹管，穿過北側河堤後進入人工溼地的初沉池，主要工程特點在於取水工配合現地狀況設置，基地下方取水處實測河床高度約 4.15m、水深約 60cm，水面高程約 4.75m，從河道平均水面高程 4.75m 以下抽取至 7.20m，後利用重力流的方式使污水流經人工溼地各處理單元中。

主要設備從上游至下游依序為：攔污柵板→揚水井→輸水幹管→初沉池。

二、人工溼地水質淨化單元

人工溼地中的水質自然淨化單元，包含了初沉池、漫地流區、近自然式溪流淨化區、草澤溼地及景觀生態池等處理單元，各單元面積及主要設施如表 6.2.4-1 所示。主要功能在於淨化八角亭排水路的污水，經由沉水式抽水馬達，透過輸水管

線每日取 3,000 CMD 的污水進入本系統中，淨化後的水資源主要提供為濁水溪低灘地濕潤水源，以孕育河灘濱岸綠帶的植被相，所有單元間的輸水模式均採重力式流動。

表 6.2.4-1 人工溼地各單元主要設施

單元		面積(平方公尺)	主要設施
一	初沈池	3,400	入流管線、放流管線、溢洪管等。
二	漫地流區	3,200	入流管線、分流通管線、放流管線、溢洪管等。
三	近自然式水質淨化溪流	6,400	入流管線、放流管線、溢洪管等。
四	草澤溼地	5,000	入流管線、放流管線、溢洪管等。
五	生態池	6,000	入流管線、放流計量槽、溢洪管、處理水放流系統等。
合計		24,000	-

6.2.5 污染削減效能設計

一、初沈池

為污水入流的第一單元，設置於漫地流與八角亭取水工之間的高灘地上，是一座面積 3,400 平方公尺、平均水深 1.2 公尺的水體，有效蓄水容積為 4,080 立方公尺，水力停留時間為 1.36 日。

依據工作團隊以往杯瓶試驗的結果顯示，原污水靜置達 120 分鐘後，BOD 的去除率已達 30 % 以上，SS 的去除率亦達 60 % 以上(沉澱)；考量水體的自然擾動，本單元的設計水力停留時間長達 32.6 小時，以表 6.2.5-1 中所列的預估去除率來推估當屬合理。

表 6.2.5-1 八角亭人工溼地初沈池預估去除率

污 染 物	系 統 預 估 去 除 率
BOD	20 %
SS	25 %
氨 氮	15 %

二、漫地流區

漫地流區的面積為 3,200 平方公尺，平均水深為 0.4 公尺，水力停留時間為 0.38 日。綜整國外研究成果顯示，高灘地漫地流工法之模式，為污染物去除率—漫流長度—廢水施水率的關係式，其污染削減效能的推估，可引用 Smith & Schroeder 以漫地流處理都會區生活污水的一階反應模式¹，如式(6.2.5-1)所示。

$$L/L_0 = me^{-K_0 X / Q^n} \quad \text{式(6.2.5-1)}$$

其中：

L_0 = 入流污水之污染物濃度(mg/L)

L = 放流污水之污染物濃度(mg/L)

X = 坡面距離(m)

K_0 = 污染物分解速率常數(1/d)

Q = 水力負荷(施水率)(m³/m/hr)

m, n = 常數

式中各項參數彙整如表 6.2.5-2 所示。

¹ Smith, R. G., Schroeder E. D., *Field studies of the overland flow process for the treatment of raw and primary treated municipal wastewaters*. J. WPCF, vol161,1989.

表 6.2.5-2 高灘地漫地流模式設計參數彙整表²

污 染 物	m	K _v	n
BOD	0.88(0.58~0.88)	0.03 (0.03~0.046)	0.5
SS	0.96(0.44~0.96)	0.02 (0.0024~0.056)	0.5
氨 氮	1.12(0.99~1.12)	0.02 (0.016~0.054)	0.5

參考武洛溪排水的漫地流試驗³結果，不同草種對於不同污染物的去除率均有差異。三項主要污染物的平均去除率分別為 BOD = 19 %、SS = 44 %、氨氮 = 56 %，由於案例中的入流水質與污染負荷等因子與本場址不盡相似，預估的去除率僅取極保守的數值作為推估依據，如表 6.2.5-3 所示。國內自然淨工法案例中氨氮去除率約介於 55~98 % 之間。以 FWS 人工溼地系統的氨氮平均去除率較佳，這是因為在微棲地變化較為多樣性的溼地環境，較易出現「好氧—厭氧」交錯的環境，有利於「硝化—脫硝」作用的進行，故氨氮的處理效果較佳。

表 6.2.5-3 漫地流區預估去除率彙整表

污 染 物	系統預估去除率
BOD	12 %
SS	15 %
氨 氮	24 %

² 說明：m 值越高，除污效能越低，本工程的推估均採最高值；K₀ 值越低，除污效能越低，本工程中取偏低值，以避免高估整體的除污效能。

³ 溫清光，2003 年，「草種對武洛排水(高屏流域)水質淨化效果之研究(II-I)」，財團法人成大研究發展基金會、經濟部水利署第七河川局。

三、近自然式溪流淨化區

近自然式溪流淨化區的面積為 6,400 平方公尺，平均水深為 0.4 公尺，水力停留時間為 0.73 日。在污染削減效能方面，採一階反應方程式推估，如式 6.2.5-2 所示。

$$\frac{C_e}{C_o} = \exp(-k_v \times HRT) \quad (\text{式 6.2.5-2})^4$$

其中：

C_0 = 入流污水之濃度

C = 出流污水之濃度

K = 一階反應係數

由於國內較缺乏相似淨化系統的實場操作數據，服務團隊擬援引日本千葉縣在排水路直接淨化的操作數據，以推估合理的反應速率常數範圍，並取保守的 k_v 值作為污染削減效能推估的依據，如表 6.2.5-4 所示。

表 6.2.5-4 近自然式溪流淨化區預估去除率彙整表

污 染 物	日本案例 ⁵ 的 k_v 值	本場址的 k_v 值 (取保守值)	預估去除率 (%)
BOD	6.1 ~ 28.7	0.8	38
SS	4.2 ~ 45.8	0.7	34
NH ₃ -N	1.5 ~ 9.4	0.7	34

由表 6.2.5-4 中不難發現，針對本單元所採用的值均遠低於日本案例的推估，這是因為國內目前在此類工法的研究較少，故取極保守的設計值進行設計。未來可配合實場操作效能，再酌予提昇污染負荷，達成最佳化的操作模式。

⁴ Jing, et al. (2002, "Microcosom Wetlands for Wastewater Treatment with Different Hydraulic Loading Rates and Macrophytes", Journal of Environmental Quality, 31(2) pp.690-696)。本研究顯示 COD 在 FWS 系統中之分解速率常數(k_d)介於 0.38-0.55 d^{-1} 之間，此分解速率常數可應用為 BOD₅ 的估算，惟對照國內各自然淨化場址之 k_v 平均值，似有高估之情形，因此不建議採用。

⁵ 本橋敬之助、立本英機，2004，"湖泊、河川、排水路的水質淨化 — 千葉縣的實施事例"。

四、草澤溼地

草澤溼地的面積為 5,000 平方公尺，平均水深為 0.6 公尺，水力停留時間為 0.9 日。在污染削減效能方面，採一階反應方程式推估，如式 2 所示。

由於本場址草澤溼地的水文設計型態，採類似於三段式 FWS 溼地的深淺水域設計，針對本系統的污染削減效能推估，可類比於三段式人工溼地推估之。參考新海人工溼地的污染物面積負荷(ALR)，其反應速率常數(Kv)的設計值選取如表 6.2.5-5 所示。

表 6.2.5-5 草澤溼地預估去除率

污 染 物	設計 Kv 值	本場址預估去除率
BOD (%)	0.22	18 %
SS (%)	0.25	20 %
氨氮 (%)	0.21	17 %

五、景觀生態池

景觀生態池可作為人工溼地放流前的高級處理單元，面積為 6,000 平方公尺，平均水深 0.9 公尺，設計水力停留時間為 1.71 日，其污染削減效能可依一階反應速率方程式(式 2)推估之。彙整國內現階段運轉中的人工溼地場址⁶，再配合本方案入流水質的變更，以保守值確認其各項污染物的反應速率常數如后：BOD 的 Kv 值範圍為 0.25~0.34，僅取 0.11 的保守值進行設計；氨氮的 Kv 值範圍為 0.11~0.49，僅取 0.09 的保守值進行設計；SS 的 Kv 值範圍為 0.13~0.7，僅取 0.08 的保守值進行設計，並將本單元的預估去除率彙整如表 6.2.5-6 所示。

⁶ 行政院公共工程委員會，2005 年，「建立人工溼地設置與操作作業程序及技術之研究」。

表 6.2.5-6 生態池預估去除率

污 染 物	設計 K_v 值	本場址預估去除率
BOD (%)	0.11	19 %
SS (%)	0.09	15 %
氨氮 (%)	0.08	14 %

六、設計參數彙整

茲將人工溼地中各單元的設計參數彙整如表 6.2.5-7 所示，以設計入流水量 3,000 CMD 推估之，整體的水力停留時間已達 5.08 日，符合美國環保署建議值 (3~7 日⁷)。

表 6.2.6-7 各處理單元之設計參數一覽表

單元	面積	水深	孔隙度	蓄水容積	HRT(D)
初沈池	3,400	1.2	1	4,080	1.36
漫地流區	3,200	0.4	0.9	1,152	0.38
近自然 溪流	6,400	0.4	0.85	2,176	0.73
草澤溼地	5,000	0.6	0.9	2,700	0.90
景觀池	6,000	0.9	0.95	5,130	1.71
總計	24,000	-	-	15,238	5.08

七、整體效能分析

入流的污染物濃度依據八角亭排水近年檢測平均值並略微提高，分別為 BOD = 60 mg/l、SS = 90 mg/l、氨氮 = 30 mg/l。經處理後的預估放流水水質分別為 BOD = 19.9 mg/l、SS = 28.9 mg/l、氨氮 = 10.3 mg/l，預估年度的污染削減量為 BOD 每年

⁷ U. S. EPA, 2000, *Manual—Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters*.

削減 43,888 KG、SS 每年削減 66,936 KG、氨氮每年削減 21,641 KG。茲彙整如表 6.2.5-8，顯示本人工溼地的設置，具有良好的污染削減效益。

表 6.2.5-8 各處理單元之污染削減量初估

系統流程	處理流程	面積 (m ²)	HRT (D)	削減效能預估(%)					
				BOD		SS		氨氮	
一	初沉池	3,400	1.36	20%		25%		15%	
二	漫地流區	3,200	0.38	12%		15%		24%	
三	近自然溪流	6,400	0.73	29%		26%		26%	
四	草澤溼地	5,000	0.90	18%		20%		17%	
五	景觀生態池	6,000	1.71	19%		15%		14%	
合計		24,000	5.08	67%		68%		66%	
入出流水質(mg/l)				入流	放流	入流	放流	入流	放流
				60	19.92	90	28.87	30	10.24
年削減量(Kg/yr)				43,888		66,936		21,641	

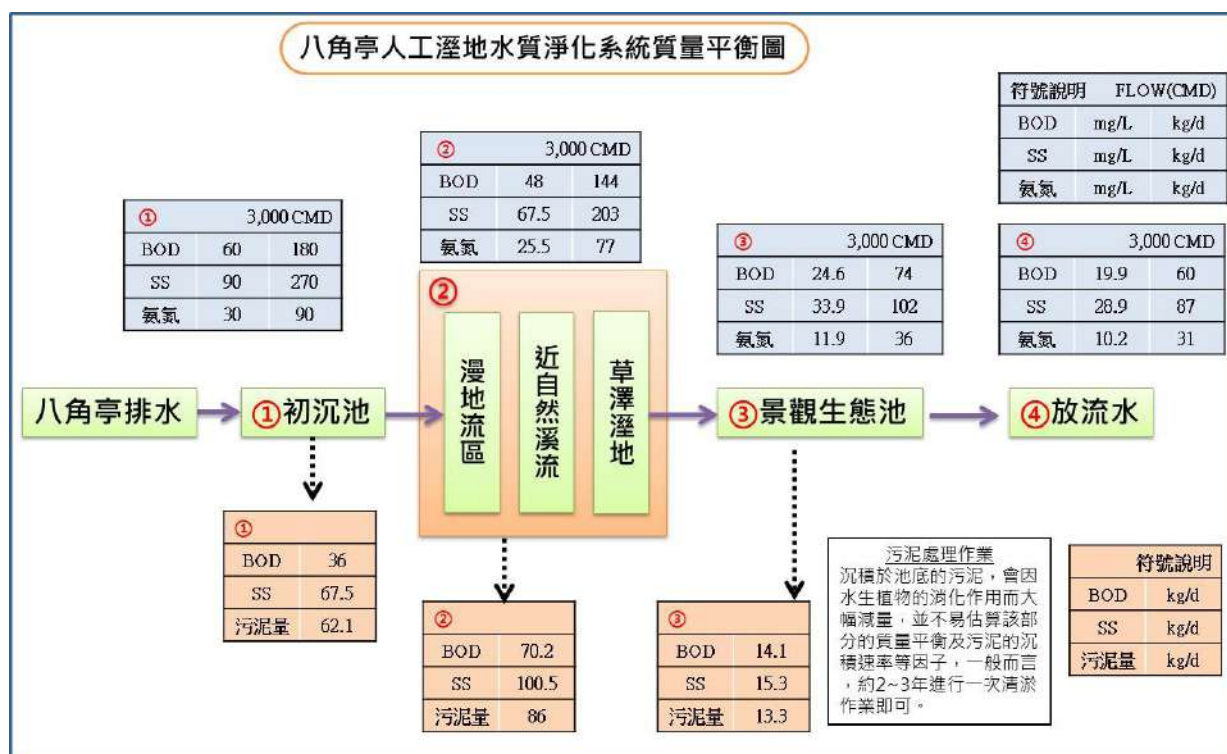


圖 6.2.5-1 八角亭人工溼地質量平衡圖

6.2.6 生態環境系統設計

一、生態機能性植栽應用

生態棲地復育是人工溼地重要的建置功能，本案施工後初期重點在水質處理功能，待水質處理機能穩定後，應廣泛吸引鳥類、昆蟲進駐本區域以達到生態棲地復育目的，溼地範圍內建議搭配各類機能性植生的種植，提供原則建議如表 6.2.6-1 所示，可視基地建設狀況進行栽植。

表 6.2.6-1 生態機能性植栽建議表

	植物種類	吸引對象	備註
食草植物	柑橘類(芸香科)	無尾鳳蝶 玉帶鳳蝶 黑鳳蝶 大鳳蝶	灌木
	賊仔樹(芸香科)	烏鴉鳳蝶 玉帶鳳蝶 琉璃紋鳳蝶	喬木
	歐蔓(蘿藦科)	琉球青斑蝶 姬小紋青斑蝶	蔓性植物
	牛皮消(蘿藦科)	樺斑蝶 黑脈樺斑蝶 琉球青斑蝶	蔓性植物
	羊角藤(蘿藦科)	斯氏紫斑蝶	蔓性植物
	鐵刀木(蘇木科)	銀紋淡黃蝶	喬木
	蘇鐵(蘇鐵科)	東陞蘇鐵小灰蝶	灌木
	野薑花(薑科)	白波紋小灰蝶	草本，可做為濕地植生
	樟樹(樟科)	青帶鳳蝶 青斑鳳蝶	喬木，可做誘鳥植生
	大安水蓼衣(爵床科)	枯葉蝶 孔雀蛺蝶	草本，可做為濕地植生
	台灣馬藍(爵床科)	枯葉蝶	草本
	魚木(白花菜科)	黑點粉蝶 端紅蝶	灌木
	榕樹(桑科)	石牆蝶 圓翅紫斑蝶	喬木
	密花苧麻(蕁麻科)	細蝶	灌木
	水柳(柳樹科)	紅擬豹斑蝶	灌木
	水金京(茜草科)	單帶蛺蝶	灌木，可做為濕地植生
	台灣朴樹(榆科)	紅星斑蛺蝶 台灣小紫蛺蝶	喬木
蜜源植物	冇骨消(忍冬科)	鱗翅目、膜翅目、鞘翅目昆蟲	灌木
	長穗木(馬鞭草科)	鱗翅目昆蟲	灌木
	食茱萸(芸香科)	鱗翅目、膜翅目、鞘翅目、半翅目昆蟲	喬木
	台灣澤蘭(菊科)	鱗翅目	草本
	香附子(莎草科)	膜翅目蜂類	草本，可做為濕地植生
	白水木(紫草科)	鱗翅目斑蝶類	灌木
	台灣山桂花(紫金牛科)	鱗翅目、膜翅目昆蟲	灌木
誘鳥植物	雀榕(桑科)	五色鳥、綠繡眼、白頭翁、白環鸚鵡、黑鶇、麻雀等	果期長，無季節性限制
	羅氏鹽膚木(漆樹科)	白頭翁、五色鳥、紅嘴黑鶇等	陽性樹種
	楊梅(楊梅科)	鳥類與昆蟲	果實成熟期 5-7 月
	江某(五加科)	白頭翁、白環鸚鵡、黑鶇、紅嘴黑鶇、白腹鶇等	果實成熟期 1-3 月，彌補冬天缺乏食物不足
	茄苳(大戟科)	白頭翁、白環鸚鵡、黑鶇、紅嘴黑鶇、赤腹鶇、綠繡眼等	果實成熟期 4-10 月

二、複層式植栽

1、複層式植栽的設計理念

在淺水域漸變至深水域的水域環境，種植了挺水型、沈水型、浮葉型及漂浮型的水生植物設計示意如圖 6.2.6-1，藉由植物的多樣性空間分佈形成水域的多樣性微棲地，提供不同動物的生棲所需。而陸域植栽配置上包含了樹冠層、灌叢層及地被植物三個層次，茂密植生所形成的隱蔽效果及生態機能，自然成為動物們選擇棲境的最佳位址。規劃上除了以生態為主要考量之外，也將藉由植栽、地形、圍籬等多種方式將人為干擾摒除在區域外。

此外，溼地生態系統的高度生產力，係透過水域植群多層次的空間結構分佈，有效率地將不同梯度的日光能轉化為初級生產力，並經由營養階層間的物質循環與能量流動進行傳遞，草澤溼地與景觀生態池植栽配置如圖 6.2.6-2。而溼地中的攝食功能群中又以節肢動物(如水棲昆蟲、蝦蟹類)、軟體動物(螺、貝類)、兩生類、爬蟲類及魚類等外溫動物為主，其共同的生理特徵為能量轉換效率高，能有效地抑制病媒蚊的數量，對於提昇總體生產力與生物多樣性的貢獻極大，自然也吸引了種類與數量繁多的飛禽前來覓食與繁殖，建構一個人與自然協調共處的愉悅環境。

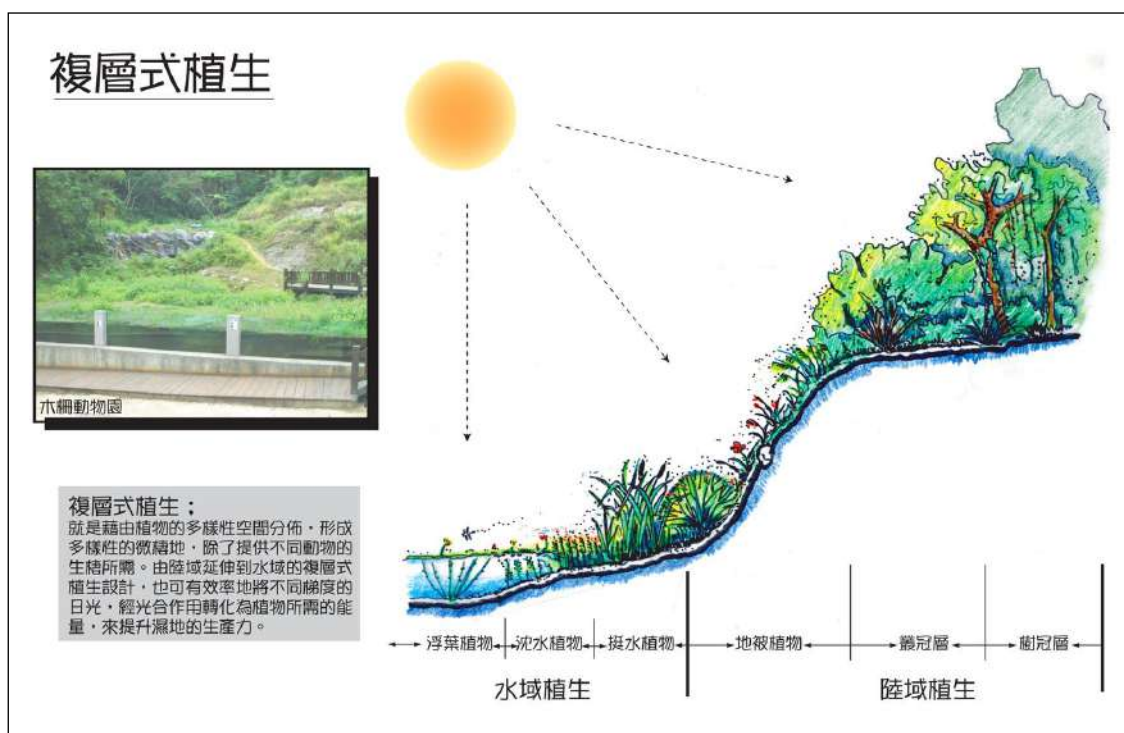


圖 6.2.6-1 從陸域延伸至水域複層式植生設計



圖 6.2.6-2 草澤溼地與生態池植栽配置

2、水域環境的複層式植栽

本規劃案係利用人工溼地中的水生植物，作為水質淨化的主要機制。因此，在水域植栽的選擇上，應以耐污性強、污染削減效果佳的本土型水生植物為宜。此外，為兼顧水生植物群落所能提供的生態效益，亦須遵循複層式植栽的設計理念，以挺水、沉水、浮葉等不同型態的植生相互搭配，兼顧景觀美質。

人工溼地的管理與維護，除了在土木硬體部分之外，重點在於水生植物的管理方面，包括維持具有生態性與污水處理效果的理想物種，生長密度與定期移除不理想的物種。人工溼地土木部分與水生植物的維護管理是相互影響。

彙整國內針對臺灣各人工溼地場址常栽種之水生植物污染去除率研究，考量沉水性、浮水性以及挺水性三種類型，歸納常用之 14 種植物進行比較；利用人工溼地進行水生植物栽種與去除污染評估研究結果，從表 6.2.6-2~表 6.2.6-3 顯示，其平均 BOD 去除量分別為：馬藻 $0.32\text{g/m}^2\text{-day}$ 、過長沙 $0.25\text{ g/m}^2\text{-day}$ 、田字草 $2.17\text{ g/m}^2\text{-day}$ 、臺灣水龍 $0.52\text{ g/m}^2\text{-day}$ 、異花莎草 $1.09\text{ g/m}^2\text{-day}$ 、水丁香 $1.06\text{ g/m}^2\text{-day}$ 、

斷節莎 0.91 g/m²-day、大安水蓴衣 0.59 g/m²-day、荸薺 1.55 g/m²-day、高野黍 1.66 g/m²-day、水毛花 0.22 g/m²-day、覆瓦狀莎草 2.62 g/m²-day、香蒲 2.25 g/m²-day、以及開卡蘆 1.94 g/m²-day。

表 6.2.6-2 溼地植物生長狀況與 BOD 平均去除效率

植物種類	學名	最大株高 (m)	最大密度 (株/m ²)	平均 BOD 移除 量(g/m ² -day)
馬藻	<i>Potamogeton crispus</i> L.	—	302	0.32
過長沙	<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst.	—	896	0.25
田字草	<i>Marsilea minuta</i> L.	—	1760	2.17
臺灣水龍	<i>Ludwigia x taiwanensis</i> Peng	1.16	708	0.52
異花莎草	<i>Cyperus difformis</i> L.	0.46	906	1.09
水丁香	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven	0.87	313	1.06
斷節莎	<i>Torulinum odoratum</i> (L.) S. Hooper	0.72	510	0.91
大安水蓴衣	<i>Hygrophila pogonocalyx</i> Hayata	0.98	438	0.59
荸薺	<i>Eleocharis dulcis</i> (Burm. f.) Trin. ex Henschel	1.17	1688	1.55
高野黍	<i>Eriochloa procera</i> (Retz.) C. E. Hubb.	1.04	667	1.66
水毛花	<i>Schoenoplectus mucronatus</i> (L.) Palla subsp. <i>robustus</i> (Miq.) T. Koyama	1.13	1563	0.22
覆瓦狀莎草	<i>Cyperus imbricatus</i> Retz.	1.31	792	2.62
香蒲	<i>Typha orientalis</i> Presl	1.76	323	2.25
開卡蘆	<i>Phragmites karka</i> (Retz.) Trin. ex Steud.	2.15	385	1.94

資料來源：張文亮、蕭友晉，2005，人工濕地水生植物的栽種與去除污染評估。水域生態與工程研討會
論文集、環保署，2008，人工溼地工程參考手冊。

表 6.2.6-3 最大 BOD 去除量之植物生育狀況調查表

植物種類	學名	BOD 去除量 (g/m ² -day)	氮氮去除量 (g/m ² -day)	株高 (m)	密度 (株/m ²)	種植 間距 (m)
馬藻	<i>Potamogeton crispus</i> L.	0.79	-	—	48	—
過長沙	<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst.	0.75	-	—	469	—
田字草	<i>Marsilea minuta</i> L.	3.92	-	—	156	—
臺灣水龍	<i>Ludwigia x taiwanensis</i> Peng	1.15	0.39	0.3	396	0.32
異花莎草	<i>Cyperus difformis</i> L.	1.62	-	0.32	646	0.43
水丁香	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven	2.17	-	0.72	146	0.81
斷節莎	<i>Torulinium odoratum</i> (L.) S. Hooper	1.51	-	0.71	417	0.75
大安水蓑衣	<i>Hygrophila pogonocalyx</i> Hayata	1.28	0.44	0.5	427	0.64
荸薺	<i>Eleocharis dulcis</i> (Burm. f.) Trin. ex Henschel	3.91	-	0.72	469	0.75
高野黍	<i>Eriochloa procera</i> (Retz.) C. E. Hubb.	4.05	-	1.04	94	0.80
水毛花	<i>Schoenoplectus mucronatus</i> (L.) Palla subsp. <i>robustus</i> (Miq.) T. Koyama	0.66	-	1.01	354	0.97
覆瓦狀莎草	<i>Cyperus imbricatus</i> Retz.	6.65	-	0.92	708	0.97
香蒲	<i>Typha orientalis</i> Presl	4.08	0.53	0.95	146	1.01
開卡蘆	<i>Phragmites karka</i> (Retz.) Trin. ex Steud.	4.31	0.38	1.02	146	1.07

資料來源：張文亮、蕭友晉，2005，人工濕地水生植物的栽種與去除污染評估。水域生態與工程研討會論文集、環保署，2008，人工溼地工程參考手冊。

劉玉雪等，2010，本土性水生植物對水中污染去除成效研究，農業工程學報第 56 卷。

而在考量暴雨以及颱風沖刷因素部分，對於較能適應表面流人工溼地的栽種植物有 6 種，分別是：覆瓦狀莎草、香蒲、田字草、開卡蘆、高野黍以及荸薺，顯示表面流人工濕地之水生植物栽種，主要應以挺水性植物為主。並其種植間距建議在 0.8-1.0m。

對於挺水性、生長密度高的水生植物，在較污染又能耐暴雨與颱風的物理環境，且在田間生長的蟲害也較少。但是最好在每年 4 月底做部分植株砍除，以增加人工濕地的維護管理，在 12 月初再做一次砍除，以利新株發芽生長。

在整個人工溼地之管理水生植物生長上，對於種植面積建議不要超過開放水域的 30%，以免生長過密，造成有機物再釋出。

水域植栽建議如表 6.2.6-4。

表 6.2.6-4 水域植栽建議表

型態	建議植栽
沈水型	金魚藻*、聚藻、水車前、水王孫*
挺水型	大安水蓼衣*、水丁香*、盤線蓼、雲林莞草、蘆葦、野慈姑、野荸薺*、稗*、開卡蘆*、筴白筍*、田蔥、水燭*、三白草、紫蘇草、過長沙*、水蕨、半邊蓮、疊穗莎草*、毛軸莎草*、大莞草*
浮葉型	荇菜、台灣水龍*、芡、台灣萍蓬草、田字草*
緩流水域適存種	馬藻*、匙葉眼子菜*、圓葉節節菜*、蕺菜、菖蒲

註：* 表示該物種耐污性較強，適用於水質淨化系統

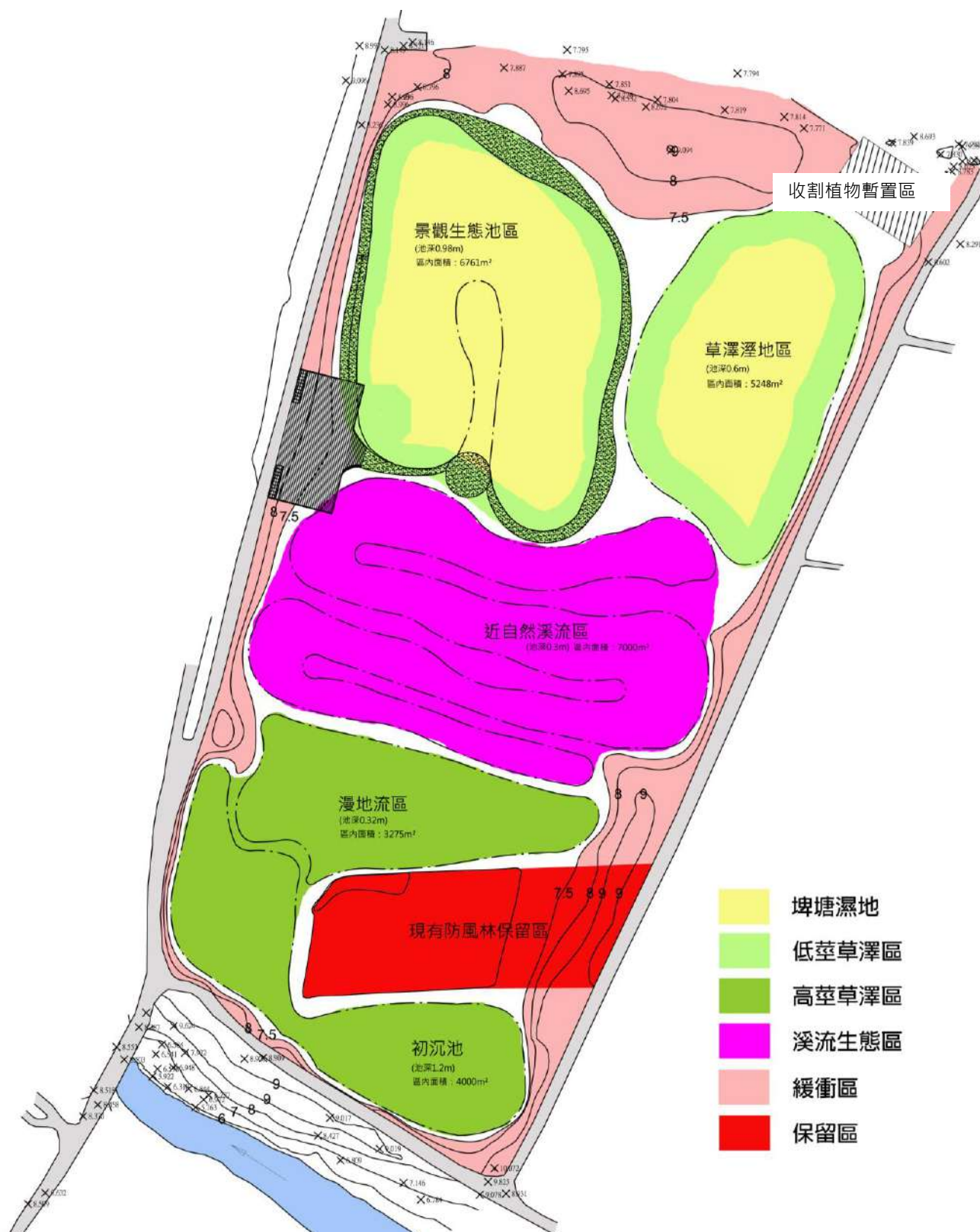


圖 6.2.6-3 人工溼地植物棲地空間配置

6.2.7 生態工法研選

一、溼地底層防滲工法

晶化防滲處理方法簡介與作業流程：

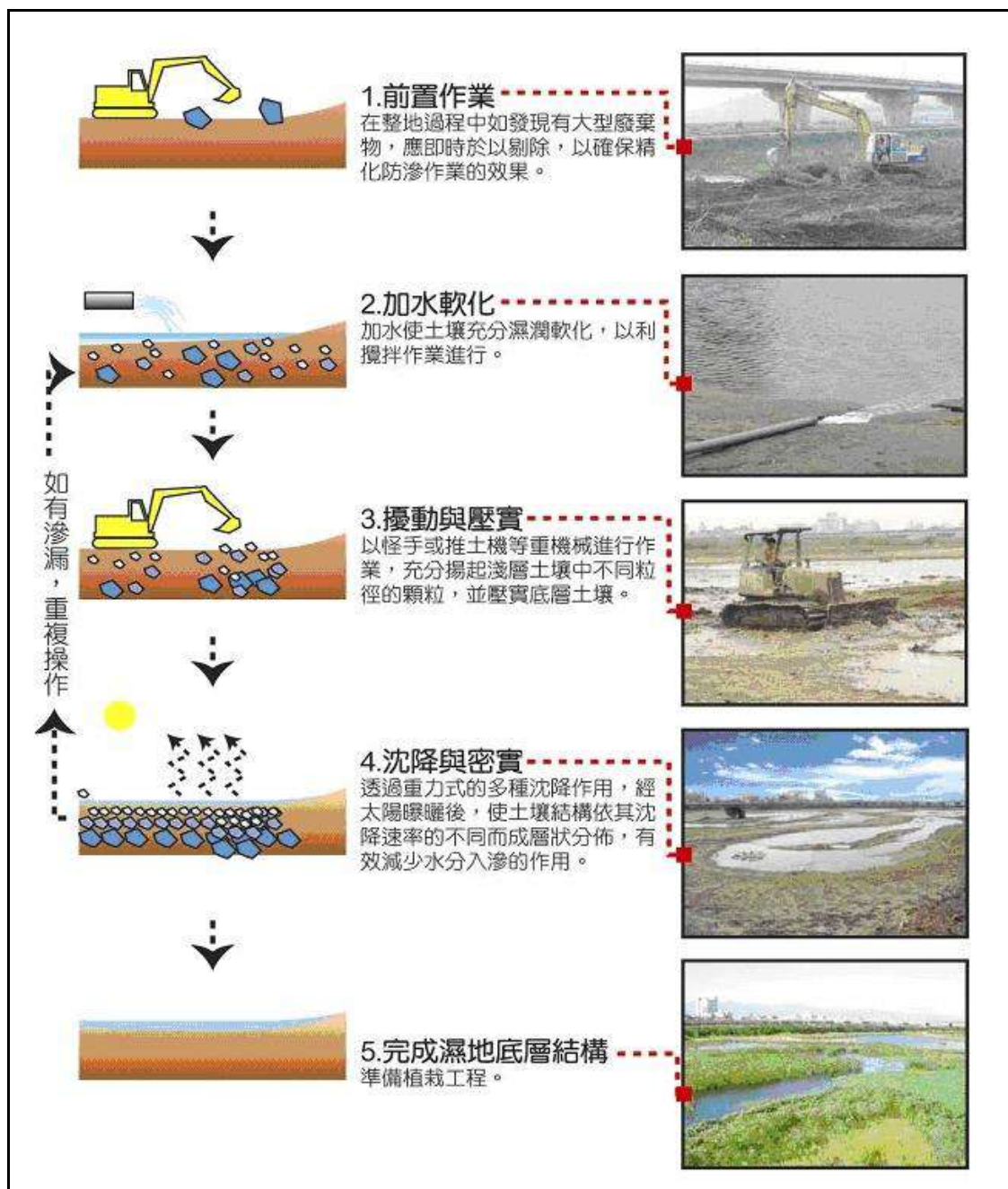


圖 6.2.7-1 晶化防滲處理作業流程

人工溼地底層結構的滲漏性能對於水文收支有著決定性的影響，滲漏量的大小悠關補注水量的多寡；當引用的水源為污水時，亦須注意滲漏水量可能造成的地下

水污染問題；此外，由於溼地底層結構為水生植物根系的著床空間，關於植物的生長狀況亦扮演相當重要的角色。因此，在人工溼地的設計與施作階段，溼地底層結構防滲處理工法的選擇，成為關鍵性工作之一。

常用的工法包含了土工止水膜（防水布）、土工皂土布（皂土）、黏土層及晶化防滲處理（牛踏層）等，從往年的規劃設計與工程實務經驗，比較各類工法後，建議本場址宜採用最天然的晶化防滲處理工法，在自然溪流部分再搭配止水膜，施作流程如上頁圖 6.2.7-1 所示。

二、水岸植生護坡工法

1、水陸推移帶的重要性

推移帶(ecotone)係一個位於水陸交界地帶的重要生態棲境，其坡度約在 1/5 至 1/100 之間變化(圖 6.2.7-2)，視其鄰近的水域及陸域而定。平緩的坡降有助於實施週期性水位消長管理作業，能有效提昇溼地的生物多樣性，且使坡腳的穩定度大幅提昇，在無須藉助任何水土保持構造物的設計下，即可達成自然的穩定效果。



圖 6.2.7-2 水岸護坡與推移帶剖面示意

三、水文環境多孔隙空間設計

1、多孔質空間的重要性

基地中擇數個環境溫、溼度較為恆定的位址，以生態工法創造多孔隙的棲地環境，可提供節肢動物、兩棲類及爬蟲類更優質的生物棲息空間，以滿足其覓食、避敵、調節體溫或越冬等不同生理行為之需求。水域環境中的多孔隙空間，則可成為魚類休息、營巢及躲避天敵的環境。而具有細小孔隙的材料更可保持水分並讓微生物附著生長，空間示意如圖 6.2.7-3。

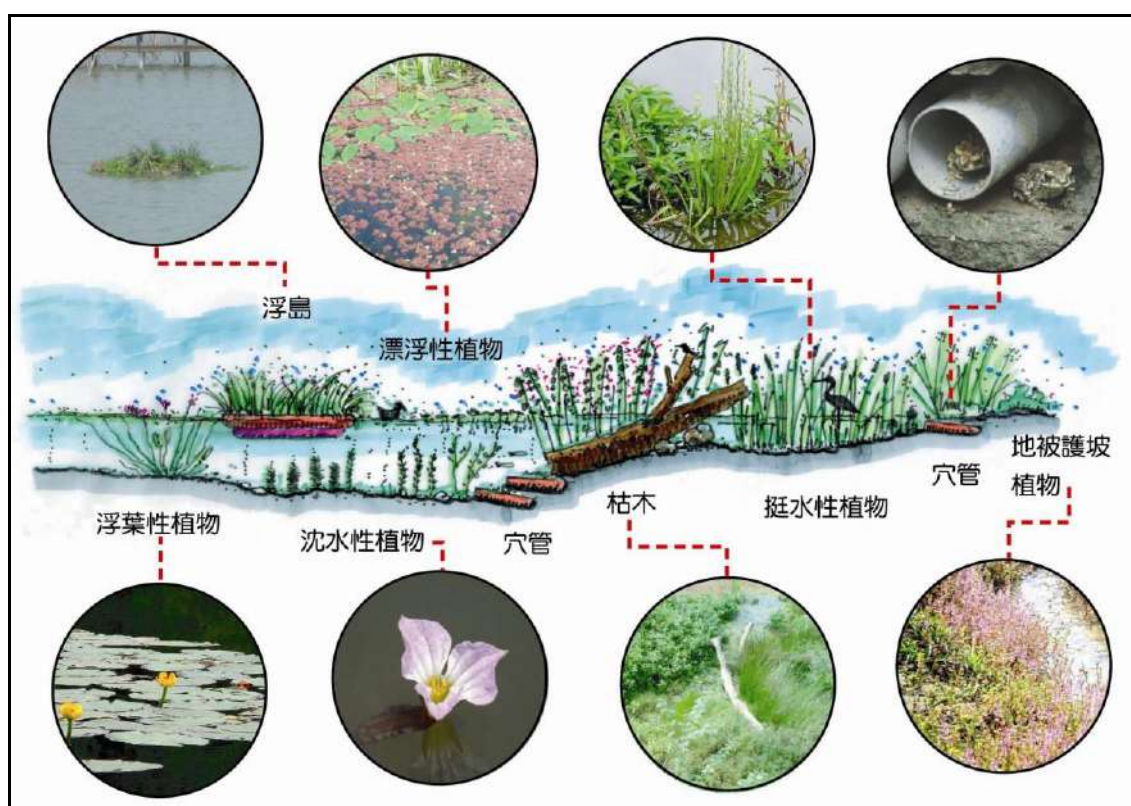


圖 6.2.7-3 複層式植栽與多孔質空間搭配應用

2、水域的深淺變化與季節性消長

水域的深淺是相對的概念，視整體水域面積規模和目標物種的需求尺度而定，以水棲昆蟲和魚類，不同種類的適存深度可能就有很大的出入。因此就生物生存空間的觀點而言，人工溼地的水體深度並無絕對的要求或規範，空間示意如圖 6.2.7-4。

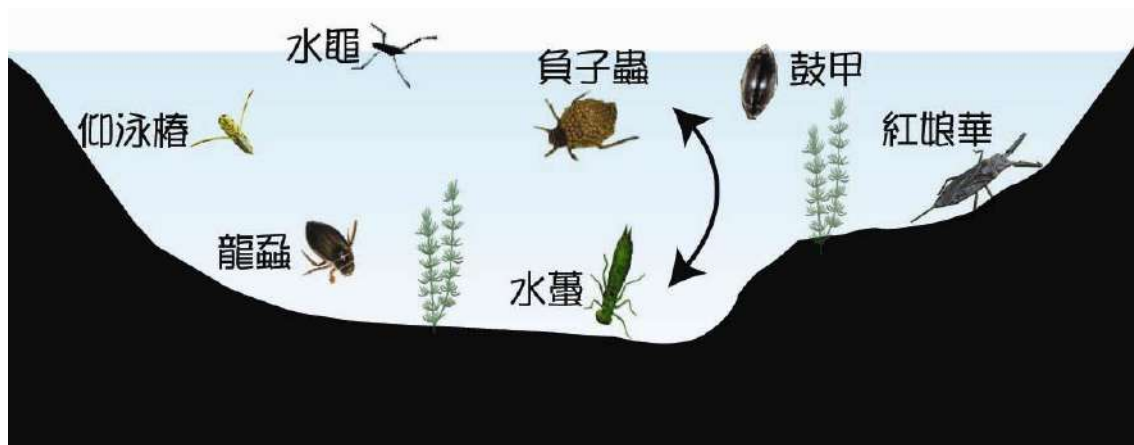


圖 6.2.7-4 水生昆蟲不同水位深度棲位選擇

3、施作注意事項

修緩後的水岸在初期可能因土表裸露而易遭逕流切割，產生溝蝕或沖刷等現象，須配合具護坡的地被植生以穩定土壤基質，並加速水岸景觀效果的形成。在高水位線以下的推移帶可利用水芹菜、石龍芮、圓葉節節菜、過長沙等水生植物，利用其生長快速的共同特性，在新生的未穩定棲地中擔任先驅物種的角色，其型態均是以密生的植群構成草毯的效果，提供穩定水岸邊坡及減緩表土沖蝕的功能。

6.3 八角亭人工溼地水理分析

利用最新河道地形進行水理演算並評估河防安全，並作為人工溼地設置前、後之參考。水理演算模式採用美國陸軍工程師團水文工程中心所發展計算水面剖線數值模式 HEC-RAS 模式，其為現行水利單位普遍認可之一維水理模式，其模擬演算係利用能量方程式以標準步推法計算各斷面之水位、流速等水理情況。依據水理起算要素、河道粗糙係數、各頻率年洪峰流量及各河段流量分配情形，並配合河道斷面型態資料，分別計算現況水道及計畫水道之河道水面曲線，以供未來斷面分析與工程布置之依據。

一、河川大斷面資料

採用水利署第四河川局民國 101 年 6 月「濁水溪水系數值高程模型建置計畫」所量測大斷面資料進行分析。

二、起算水位

依據民國 96 年 4 月水利署水利規劃試驗所「濁水溪本流治理規劃檢討」報告，採用濁水溪河口暴潮位 EL.3.96 m，作為本次評估之各重現期距洪水位計算之起算水位。

三、河道曼寧粗糙係數

河道粗糙係數依照前述水規所「濁水溪本流治理規劃檢討」報告之採用原則，如表 6.3-1 所示。

表 6.3-1 河道粗糙係數採用表

斷面	採用 n 值		
	左岸灘地	低水河槽	右岸灘地
1~12	0.032	0.023	0.032
12.1~36	0.040	0.027	0.040
36.5~38	0.045	0.027	0.045
39~44	0.045	0.030	0.045
45~49.5	0.045	0.036	0.045
50~70	0.045	0.038	0.045

資料來源:濁水溪本流治理規劃檢討，水利署

四、流量分配

依前述水規所「濁水溪本流治理規劃檢討」報告採用之各重現期距洪峰流量為本次檢討評估相關水理因素之依據，各重現期距洪峰流量如表 6.3-2 所示。

表 6.3-2 濁水溪流域控制點各重現期距洪峰流量表

單位：立方公尺/秒

控制點	重現期距(年)								
	1.11	2	5	10	20	25	50	100	200
河口至清水溪匯合前	2,600	6,500	11,100	14,400	17,900	19,000	22,700	26,600	30,700

資料來源：濁水溪本流治理規劃檢討，水利署

五、水理分析結果

八角亭排水人工溼地位於西濱大橋上游約 1,280 公尺處，約位處濁水溪第 15 號斷面之南岸高灘地，本計畫分別就現況與八角亭排水人工溼地設置後之地形條件進行水理分析，利用美國陸軍工兵團最新 HEC-RAS 5.0.0 版應用軟體進行水理演算，即以標準步推法計算各斷面水面線，並採混合流況進行演算。

表 6.3-3 為現況及八角亭排水人工溼地設置後左、右岸堤頂高與百年洪水位比較。由其中可看出，由於濁水溪下游河道較為寬闊，因此人工濕地設置後對於整體水位影響有限，僅於 16~21 號斷面水位增加 0.01~0.04 公尺，不影響整體防洪效能。

表 6.3-3 各斷面水理分析結果彙整表

單位：EL.m

斷面	兩岸高程		100 年重現期距洪水位			堤防名稱	
	左岸	右岸	現況 (A)	人工濕地 設置後 (B)	水位差 (=B-A) (m)	左岸 堤防	右岸 堤防
1	2.88	3.23	3.96	3.96	0.00	無	無
2	3.43	4.87	4.28	4.28	0.00		
3	3.21	5.06	4.54	4.54	0.00		

斷面	兩岸高程		100 年重現期距洪水位			堤防名稱	
	左岸	右岸	現況 (A)	人工濕地 設置後 (B)	水位差 (=B-A) (m)	左岸 堤防	右岸 堤防
4	7.66	4.88	5.03	5.03	0.00		下海墘 堤防
5	8.23	4.81	5.31	5.31	0.00	許厝寮 堤防	
6	8.96	5.70	5.95	5.95	0.00		
7	9.15	7.30	6.45	6.45	0.00		
8	9.01	7.53	7.25	7.25	0.00		
9	8.86	8.23	7.72	7.72	0.00		
10	9.60	8.77	8.16	8.16	0.00		
11	10.23	9.64	8.37	8.37	0.00	新吉堤 防	
12	9.73	9.72	8.75	8.75	0.00		
12.1	9.71	10.25	8.93	8.93	0.00	雷厝堤 防	
13	10.97	10.78	10.00	10.00	0.00		
14	11.11	11.3	10.25	10.25	0.00		
15	11.92	11.54	10.53	10.53	0.00	大庄堤 防	
16	12.90	11.99	10.86	10.90	0.04		
17	13.16	12.46	11.05	11.08	0.03		
18	13.11	12.77	11.28	11.31	0.03		
19	12.85	12.60	11.52	11.54	0.02		
20	13.75	12.90	11.87	11.88	0.01		
21	14.26	13.21	12.21	12.22	0.01		
22	15.26	14.60	12.56	12.56	0.00		
23	15.25	14.17	12.93	12.93	0.00		
24	15.72	16.10	13.46	13.46	0.00		
25	15.56	16.01	13.86	13.86	0.00		
26	17.37	16.51	14.35	14.35	0.00		
27	17.58	17.26	15.00	15.00	0.00		
28	19.21	17.69	15.46	15.46	0.00		
29	19.33	18.47	15.88	15.88	0.00		
30	19.28	19.10	16.48	16.48	0.00	楊賢村 堤防	
31	20.58	19.85	16.88	16.88	0.00		
32	20.31	20.28	17.28	17.28	0.00		
33	21.64	20.54	17.78	17.78	0.00		
34	21.83	21.31	18.28	18.28	0.00		
35	21.94	23.15	18.74	18.74	0.00		
36	22.84	23.72	19.50	19.50	0.00		
36.1	24.00	24.30	20.13	20.13	0.00		
36.2	24.30	19.61	20.11	20.11	0.00		
37	24.27	24.14	21.04	21.04	0.00		
38	24.52	24.86	21.95	21.95	0.00	下溪墘 堤防	
39	25.35	25.25	22.71	22.71	0.00		
40	26.16	25.38	23.06	23.06	0.00		

第七章 揚塵抑制作物種植評估

近年來河川下游因淤積越來越嚴重，颱風帶來的極端水量增加河床擾動，增加堆積於下游河灘地的新生淤積泥沙；加上大量取水引水與濱溪地帶不當利用與耕作，原生植被被清除破壞，降低河床植被多樣性與覆蓋率，濁水溪溪州大橋下游河段，每年 11 月至翌年 3 月間，由於枯水期水量減少，造成河床裸露面積增加，伴隨著地球環境變遷，夏季高溫屢創新高，裸露地區水分蒸發快速，夏季颱風豪雨過後更加速地表裸露面積擴大，東北季風盛行李節，更加速河灘地揚塵發生頻率。

濁水溪近年來下游河段地表揚塵發生頻繁，嚴重危害當地環境品質，更造成觀光旅遊發展相當大的衝擊。事實上，風吹沙來臨時，造成當地居民的問題十分廣泛，並不只是生活品質的問題還有產業的衝擊，如行車能見度低，交通受到嚴重影響(顏, 2004)，大氣懸浮粒狀污染物，受重力作用沉降，造成植物氣孔阻塞、干擾光合作用、影響新芽發育，授粉減少，產量降低，影響農業產值。而大氣細沙粉塵(PM₁₀)和可吸入肺部細粉塵(粒徑 $<2.5\mu\text{m}$ 者)濃度提高時影響人民的健康(曾等, 2006)。

濁水溪屬於台灣的典型荒溪型河川，河床變化遷徙大，雖然歷史性的河床農耕用途未曾改變，何以今日之風吹沙等環境問題變的如此嚴峻？與河床及河川的系統性變化有關，包括全河域的水利工程設施、水源抽出、周邊土地使用變化及極端氣候加諸之壓力，主客觀環境已非昔日條件可比，因此依本計畫目標，直接針對示範區域進行植生復育相關研究，配合人工與生態自然復育手法，進行灘地植生與再造復育評估作業。

評估現行河川揚塵防制工法施行效益，並執行 2 公頃揚塵抑制作物種植，抑制作物以具有易生長、可抑制揚塵等特性為優先考量，並於評估其可行性及效益。

7.1 進度規劃

為順利達成工作計畫所訂定之各項作業目標，乃規劃須推動之工作與適當內容，並將據此計畫之月份工作項目，各項進度規劃說明如下表：

表 7.1-1 濁水溪植生復育計畫甘特圖

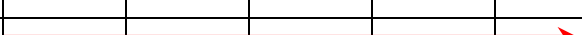
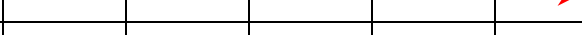
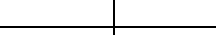
月份 工作項目	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
進行基地環境調查評估								
基地清理作業								
植生復育-田菁播種復育								
植生復育-扦插復育								
田間種子庫移植復育								
施肥作業								
灌溉作業								
評估報告撰寫								

表 7.1-2 工作項目進度說明

重要工作 項目	工作 比重	預定進度	時間		
			3 月-4 月	5 月-9 月	10 月
資料文獻蒐集	5	工作內容	文獻蒐集	文獻蒐集	文獻蒐集
		累計百分比	60	80	100
進行基地環境調查評估	10	工作量或內容	現地勘驗調查， 資料送審核定，	針對土地利用、 植群種類、綠覆 率、裸露地變化 調查紀錄評估	針對土地利用、 植群種類、綠覆 率、裸露地變化 調查紀錄評估
		累計百分比	20	80	100

重要工作項目	工作比重	預定進度	時間		
			3月-4月	5月-9月	10月
基地清理作業	15	工作量或內容	現地勘驗調查，資料送審核定，並於示範區進行整地作業。	針對特定裸露區進行清理作業處理	持續補充特定裸露區進行清理作業處理
		累計百分比	20	80	100
植生復育-田菁播種復育	15	工作量或內容	現地勘驗調查，資料送審核定，並於示範區內完成大部分栽植植生工作。	針對特種裸露區域或發芽率效益不彰區域。	持續補植特種裸露區域或發芽率效益不彰區域。
		累計百分比	20	80	100
植生復育-扦插復育	15	工作量或內容	現地勘驗調查，資料送審核定，並於示範區內完成大部分栽植植生工作。	針對甜根子草或狼尾草插穗復育失敗區域植株。	補植甜根子草或狼尾草插穗復育失敗區域植株。
		累計百分比	20	80	100
田間種子庫移植復育	10	工作內容		於周邊進行土壤表層土挖掘收集，再於示範區域進行特點區域灑種，以人工搬運加速地表植物遷徙進駐繁衍。	於它地進行土壤表層土挖掘收集，再於示範區域進行特點區域灑種，以人工搬運加速地表植物遷徙進駐繁衍。
		累計百分比	20	80	100
施肥作業	15	工作量或內容	示範區內栽植植生作業，同時進行施肥。	觀察成效，成株後便可停止施用	成株後便可停止施用
		累計百分比	20	100	100

重要工作項目	工作比重	預定進度	時間		
			3 月-4 月	5 月-9 月	10 月
灌溉作業	10	工作內容	現地勘驗調查，資料送審核定，並於示範區內完成栽植所有植生計畫工作。	巡視灌溉情況管線有無毀損遭受偷竊。	巡視灌溉情況管線有無毀損遭受偷竊。
		累計百分比	20	90	100
報告書撰寫	5	工作量或內容	數據資訊收集備查	數據資訊收集備查	評估報告撰寫
		累計百分比	10	60	100

7.2 植生作業

本項作業著重於濁水溪植生復育示範區域進行復育研究，藉由人工與生態復育技術，進行灘地植生再造，以降低灘地裸露面積並紀錄植生復育情況，以達到抑制灘地揚塵好發機率，並擴大修復濱溪生態廊道。作業流程如下說明：

一、復育基地環境調查評估

經與四河局討論及現勘後，選定揚塵好發的西濱大橋下左側中灘地，屬麥寮鄉雷厝段地號 R11，面積 2.12 公頃，基地區位如圖 7.2-1，目前為無人租用之荒廢裸露地；2015 年 3 月時工作團隊先於濁水溪植生復育示範區域進行基地各項調查評估，針對基地裸露面積、綠覆率、植物種類、土壤硬度、土壤水分、土壤質地、農業灌溉溝渠、原生種子源區域面積、河床灘地土地利用、交通動線等進行目視評估調查紀錄，以作為後續復育植行參考指標。示範復育區域目視現況如下：

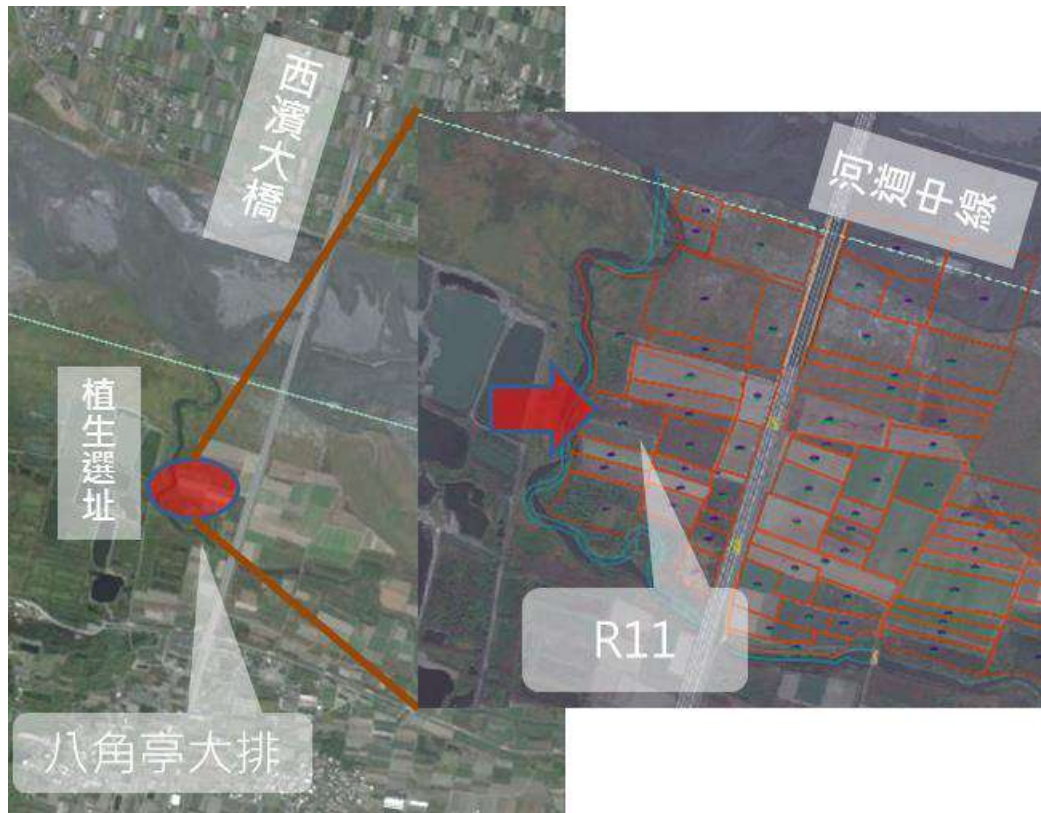


圖 7.2-1 植生復育示範區地點

1. 基地裸露面積:本基地曾經耕作過，地面畦溝仍明顯留存，而且極可能是根作類如牛蒡、地瓜、花生，引來大量可能是嚙齒科野生動物，不明原因棄耕至少兩年，如今似有捲土重來跡象，前季植生較完整，但已被噴殺草劑且焚燒，顯然被農民搶耕中(進行式)(圖 7.2-2)。



現場曾有殺草劑施用、刈草與焚燒痕跡，造成基地裸露嚴重

圖 7.2-2 植生復育區人為影響

2. 本基地四個鄰面，至少有 3 面是耕作區，在農民眼中是雜草或「野生動植物」的溫床（西瓜田四面圍網，似乎極度欲防範野兔、鼠等動物入侵），是潛在破壞作物生長的威脅物，有極高被破壞的風險，尤其今年大旱，中南部極端缺水，而本區域卻完全無管制地下水抽取，更是塊農耕「寶地」，若未來欲保留作為復育區域，反有「四面楚歌」般的壓力與威脅。
3. 綠覆率:基地現場雖有噴施殺草劑與焚燒痕跡，但仍有部分植群存活繁衍，基地綠覆率面積仍有 20%以上。
4. 植物種類:以賽蜀豆、大花咸豐草、恆春百慕達、白茅、甜根子草、蓖麻、田菁、銳葉牽牛、茵陳蒿、構樹、銀合歡等為主要優勢草種，以不均勻點狀分布(圖 7.2-3)。



因土地乾涸基地原生植物皆以不均勻點狀分布

圖 7.2-3 植生復育區土地乾涸

5. 原生種子源:四周農業利用密度極高，「耕地」上野生植群已全數鏟除，可用野生種子庫源，距離約 200m 外。
6. 野生動物棲地與生物多樣性：
 - a. 基地現場發現，野生動物挖掘地道密度頗高，平均推測應是野兔。
 - b. 鳥類至少有鷓鴣、鸛鵒等，前者族群頗高，主要在未耕作區。
 - c. 過去地上植被未施藥焚燒前，應為當地野生動物休憩繁衍的原生棲地與廊道(圖 7.2-4)。



基地周圍野生動物應活動頻繁，當地農戶皆於耕地旁建立圍網，
並埋入土中以防止野生哺乳動物入侵破壞

圖 7.2-4 植生復育區野生動物活動痕跡

7. 土壤硬度:因位處洪泛平原，土壤似乎已砂礫土為主，但硬度仍高。
8. 土壤水分:因無任何水系與灌溉系統通過，基地土壤普遍呈現乾涸狀態。
9. 河床灘地土地利用:四周河川局已完全租賃給地方農用，農業使用密度頻繁，主要栽植有西瓜、牛蒡與蒜頭為主，若未來執行野生草種復育，基地內種子庫源飄散可能造成附近農顧慮不滿，進而私自噴藥焚毀，也為未來該計畫後續執行一大隱憂(圖 7.2-5)。
10. 農業灌溉溝渠:因距離行水區域近達 700m，並無任何農業灌溉系統，經現地訪談與實地調查，當地農戶皆以高馬力抽水馬達抽地下水（至少 4 吋管）進行農業灌溉，且對水源與農業機具並不願意租借他人使用，致增添計畫復育初期困難程度與成本(圖 7.2-6)。



基地周圍農業使用密集頻繁，已無天然野生種子源可進行採種利用

圖 7.2-5 植生復育區植種缺乏



現地農業用戶皆鑿地下水井進行田間灌溉

圖 7.2-6 復育區周邊農業灌溉

11. 交通動線:基地現場位於西濱大橋旁($23^{\circ} 49' 18.52''N$; $120^{\circ} 16' 57.12''E$)，周圍設有產業道路，自用貨車仍可抵達，但礙於既有農業用地限制，仍需再步行至少約300m(圖 7.2-7)。

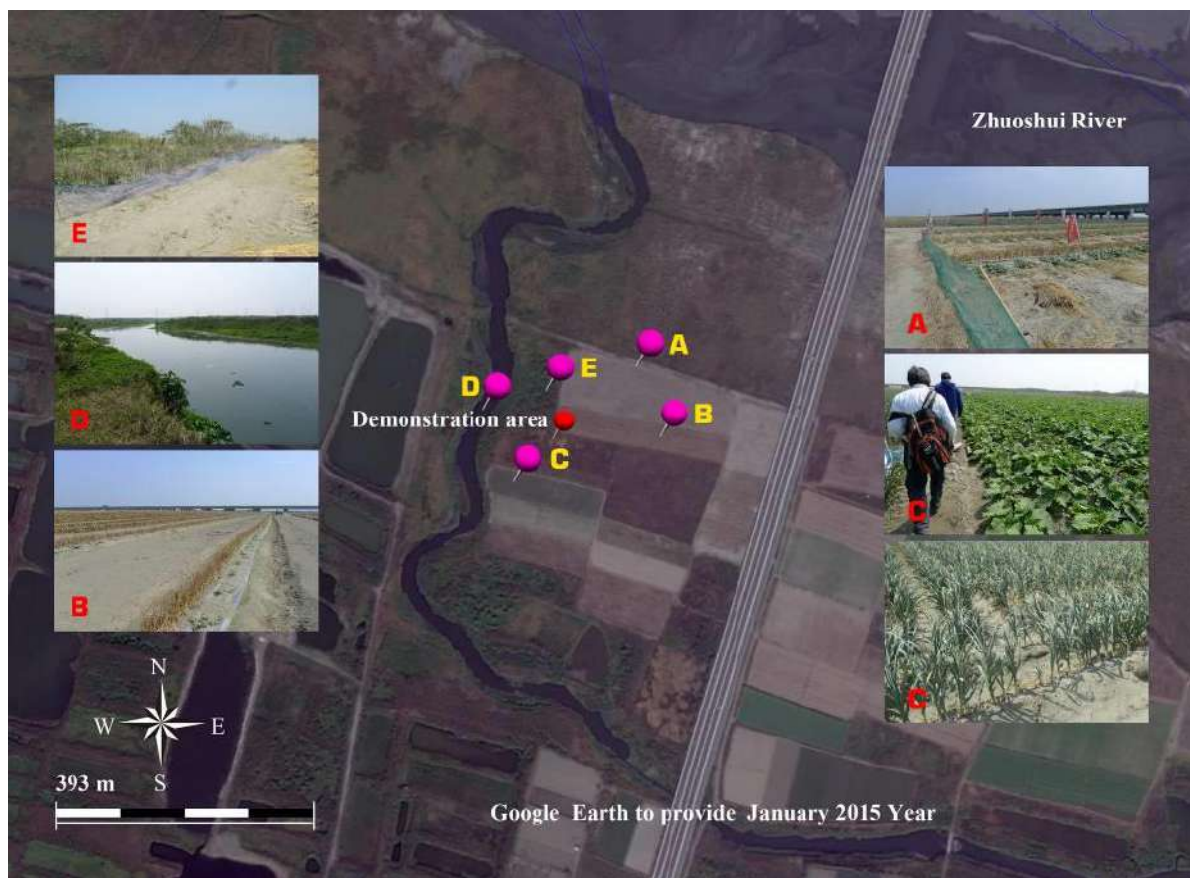


圖 7.2-7 示範研究區域周圍農用、環境現況

二、植生復育執行方法

1. 基地清耕作業：

綜合基地現況環境，地表植物雖遭受噴藥焚毀，但仍有次世代種子與既有植群母本可供自然復育利用，而土壤底下可能躲匿哺乳與兩棲爬蟲動物，為維持擴大既有河床生態系與原生母本種子數量結構，並降低後續養護成本耗費，本計畫將暫不採用全面翻耕作業處理，僅針對特定裸露區域或枯草區進行清耕處理作業。

2. 植生復育：

藉由植生復育能確實有效達到地表砂源攔截，穩定地表砂源移動，降低灘地微氣候急遽變化，提供生物繁衍棲息機會，過去於植生復育採用植物中可簡易分為商葉草

種(多年生黑麥草、百慕達草)、綠肥作物(田菁、太陽麻、苕子)、現地原生草種(甜根子草、五節芒、狼尾草)三種，對於砂源攔截皆具有相當成效表現，也已有相當文獻資訊佐證說明。其他亦可考慮南瓜、隼人瓜、地瓜等旱作，作為復育之先驅或轉換作物。

其中豆科綠肥作物因價格便宜取得方便，播種後生長快速，播種後60-80天株高即可達1m以上(柯, 2004)提供土壤有機物，防止侵蝕，和補充土壤中可溶解營養素。不論是有機肥料或化學肥料施用都能增加土壤養分和微生物生物量，但與化學肥料相比，有機肥施用更能顯著增加有機碳和氮和水分涵養量(Zhang and Fang, 2007; Tejada, 2008)。有助於加速裸露河灘地植被覆蓋之速率。而藉由原生草種扦插復育，因可就地取材降低材料成本花費，又因為灘地既有物種並物生態汙染之風險，成株後無論走莖或種子皆可快速達到地表全面性自我再生覆蓋，且相較傳統園藝作物更能抵抗灘地環境逆境(李, 2008)。故為現今灘地防治較推崇治理辦法。而本計畫也將選定上述兩種系列植物，配合現地情況適地、適種、適用以達到灘地植被全面覆蓋之成效。

a. 田菁播種復育：

為降低植生復育成本技術，示範區域執行清耕完畢後，需於梅雨季初便需完成灘地田菁播種作業，以藉由梅雨季節期間，提高種子發芽比率與存活率，播種範圍採針對裸露區域進行灑播處理，既有野生植被區域則維持保留，或視裸露面積情況另加補植施用。

為提高田菁存活率可於實驗室事先完成浸種處理，主因浸於冷水或溫水中若干時間，使種皮吸水變軟，同時可排除發芽抑制物質(Inhibitor)，縮短發芽時間，有時可用來打破休眠促進發芽(張等, 1995)。而示範區於15年內皆未曾因洪水氾濫遭慘遭沖毀淹沒，可另採用稻草蓆或原生草桿覆蓋，以降低穩定地表沙源移動，減緩陽光直射造成水分快速散失，提供田菁萌芽初期安定需求環境(表7.2-1)。

表 7.2-1 田菁復育播種規劃

月份	3 月	4 月	5 月-9 月	10 月
工作 事項	現地勘驗，並完成播種位置選定。	1.進行田菁浸種處理。 2.配合梅雨季節期間完成田菁播種作業。 3.為避免因全面野生草種復育，造成當地農戶反彈，將於基地四周將全面執行田菁播種，建立天然植生屏障，以阻隔示範區域內種子原飄散，降低農戶疑慮。	田菁復育觀測調查，5 月份針對發芽率較差地區再次進行播種。	植生復育成效報告書撰寫

預期成效：

藉由田菁播種並配合地表灌溉系統可快速達到棲地地表植被復育，而伴隨季節交替死亡後，殘餘地上部仍可提供地表砂原攔截與棲地環境穩定，提供此世代種子萌芽發育之環境，達到棲地永續復育。

b. 扦插復育：

示範區域為提高原生植群豐富度，快速彌補因噴藥與焚燒造成棲地植群歧異度流逝下降，適度配合現地狀況，採用扦插復育繁殖為相當值得推行技法。扦插時間選定 4 月梅雨季節初期，插穗母本採直接進行現地理枝收集，於清耕完畢後進行繁殖扦插(表 7.2-2)。

表 7.2-2 現地扦插種植規劃

月份	3 月	4 月	5 月-9 月	10 月
工作 事項	現地勘驗植栽 品種選定。	1.針對甜根子草 或狼尾進行採 穗扦插。 2.扦插完畢後立 即進行灌溉作 業處理。 3.需配合梅雨季 節完成栽植作 業，以提高插穗 母本存活率。 4.扦插注意要點 如下：	植生復育觀測 調查，並針對枯 萎死亡植株另 再行補植作業。	植生復育成效 報告書撰寫

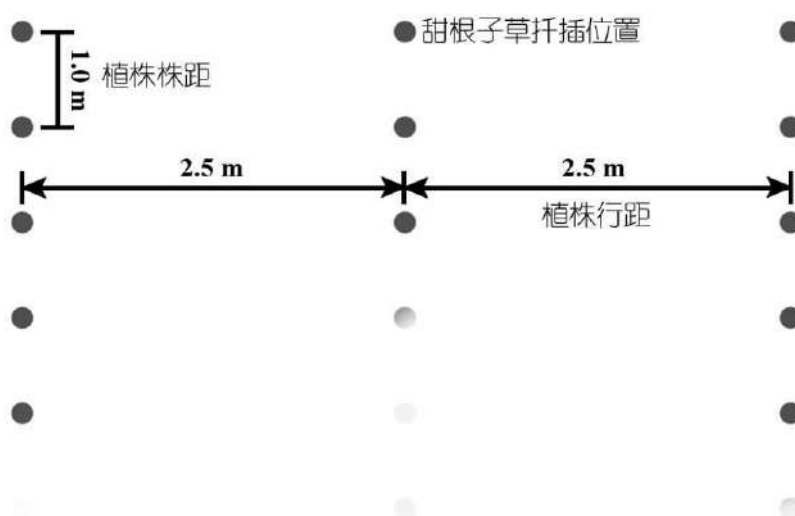
扦插注意要點：

- (1) 扦插植物首要選擇以甜根子草(*Saccharum spontaneum* L.)或狼尾草(*Pennisetum alopecuroides*)或當地合適且具防風固土特性植物。
- (2) 無論狼尾草或甜根子草，每一插穗需具有一芽點。
- (3) 兩者插穗母本皆需達30~50cm。
- (4) 扦插深度需達插穗母本1/2以上，藉以插穗提高存活比率。
- (5) 插穗角度以斜30°角為主，不僅可有效提供插穗存活率，更可誘導節間芽點側芽生長(圖7.2-8)。
- (6) 插穗株距以每隔1m進行1支扦插，行距則以每2.5m進行扦插復育(圖7.2-9)。
- (7) 插完畢後可立即進行澆水灌溉，或擇期梅雨季節期間進行扦插作業，降低灌溉成本開銷。



以斜插 30° 角不僅能有效提高存活率，更能誘導節間芽點側芽生長

圖 7.2-8 植生復育區扦插示意



甜根子草與狼尾草種植行、株距

圖7.2-9 扦插種植行、株距平面圖

預期成效：

藉由現地扦插繁殖，並配合灌溉系統，可短期增加現地原生草種比率數量，達到基地裸露區域植生全面覆蓋，而地下部走莖的拓展，更可擴大植生面積，作為棲地未

來種子庫源，以達到永續自然再生。

c. 種子庫移植復育

工作團隊過去於花蓮溪調查發現，裸露灘地因欠缺植物母本，降低次世代種子現地萌芽生長，陷入灘地揚塵好發惡性循環中。而本年度濁水溪現地調查中，示範區域部分植被遭受農民施藥、刈草、焚毀，農藥空瓶廢棄物隨意丟棄，造成特定區域內植物匱乏裸露，若需達到快速全面復育，除綠肥播種與扦插作業，藉由它地種子庫移入，加速外來原生植物種源進駐，也因採用原生種子/苗或優勢植被種子復育，除了存活率較高，亦不造成生態汙染(Mitchell, D. J. et al., 1998)，未來存活後更具環境逆靜抵抗能力(李, 2008)。無疑另一推薦執行辦法(表7.2-3)。

表 7.2-3 種子庫移植播種復育

月份	3 月	4 月	5 月-9 月	10 月
工作事項	現地勘驗，並完成播種位置選定。	主要植生草種施作，並進行復育觀測，調查周邊種子庫。	1.於示範區附近進行表層土採樣收集。 2.於田菁與扦插復育繁殖區域，再行種子庫客土移植。 3.注意事項如下：	觀測土壤種子復育成效；成效評估報告撰寫

種子庫源收集注意要點

- (1) 事先進行示範區域周圍草本樹叢簡易植群紀錄。
- (2) 再於示範區外進行表層土採樣收集。
- (3) 表層土收集以具有大量原生種子或已有萌芽尤佳。
- (4) 收集完畢後並可適量添加有機質肥料，於田間灑播時同步進行土壤客土改良，創

地合宜穩定生長環境。

- (5) 此工法為挖掘它處土壤表層土，進行田間復育移植，因基地現場農業利用環繞，已無大量原生種子庫可供採用，需至 300m 外進行收集，所需人力成本龐大，更反易採樣區域既有安定土表慘遭破壞，反失去揚塵防治初衷概念，故因謹慎考量利用，也建議配合上述既有工法混搭施作，達到施範區域植生全面覆蓋(圖 7.2-10)。



圖 7.2-10 表層土收集應以具有大量原生種子或已萌芽尤佳

預期成效：

藉由種子庫移植復育，可快速移入多樣野生草本植物，提高示範區內植群歧異度，間接提高地基地周圍兩棲、哺乳動物進駐意願之機會，重建修復生態系。

d. 容器苗移植復育

以容器苗移植，成活率最高，作物與野生植物皆適用，本基地在無人工灌溉前提下是最佳成活方法，但成本最高，可考慮南瓜等種苗，因過去大甲溪及大安溪揚塵嚴重，台中環保局便曾於2013年首度結合林務局及第三河川局試辦「滾滾黃砂轉綠動示範區」，在大甲溪試種南瓜，改善揚塵，並推廣輔導農友轉作，因為種植南瓜時需在裸地鋪設塑膠布，可有效覆蓋防止揚塵，而且南瓜生長期較長且又為旱作植物易植，

為每年七月到隔年二月，對改善裸露地揚塵有很大幫助。也提供本計畫另一植栽選擇參考依據。

3. 施肥作業

颱風豪雨過後地表泥沙淤積裸露嚴重，為風吹沙防治空窗期，田菁播種復育對於地表棲地環境改變飛沙攔截以有相當顯著效果之研究，而為加速田菁生長繁殖速率，針對特定田菁復育區域進行肥料理是有其必要性。

施肥注意要點：

- (1) 僅能針對田菁復育區進行施肥處理。
- (2) 過去試驗結果顯示，甜根子草經施肥處理，反易降低生長活力，於施肥作業需稍加留意。
- (3) 施肥期間盡可能選擇於梅雨鋒面期間，可加速肥料溶解滲入土壤，提供植物成長吸收。

4. 灌溉作業

歷經現地訪談與實地勘驗，現場皆為砂質與砂土水分欠缺不足，農家用戶對於灌水機具租借也給予否決回應，而計畫執行期間，台灣西部地區正面臨嚴重枯水乾旱期，對於植物初期生長為一大阻礙，故因應計畫需要，除了搭配梅雨季節耕作，暫時性的牽引灌溉水源確實有其必要性。

經現地徒步並配合Google Earth衛星海拔高度查詢，示範區域於西面海拔高度約9m，東、南、北面約8m，於近東面(23° 49 18.53N；120° 16 58.99E)處，海拔高度略下降1m，整體地形環境尚屬平緩。為降低灌溉水源運送間功率消耗，以提高輸送距離，依據現場地勢，嘗試於西面八角亭大排架設抽水，再牽取塑膠管道進行田間灌溉或搭配手動澆灌作業，以提供植栽復育初期對水源需求使用，也間接降低裸露灘地植生復育空窗期間揚塵好發率。

預期成效：

對於乾旱裸露環境，在進行植栽復育時期，能藉由人工灌溉，是能有效提高現地原生草種與綠肥作物存活率與發芽比率，也間接提供當地原生草種、哺乳、兩棲動物再生繁衍機會，達到基地永續再造。

	
基地種植區域垃圾枯枝整理	基地種植區域垃圾枯枝整理
	
植生溝槽翻整	挖掘植生溝槽
	
田埂修整	基地廢棄瓶罐撿拾

圖 7.2-11 種植基地翻整清耕



圖 7.2-12 種植田菁灑種施肥



圖 7.2-13 現地扦插作業

7.3 植生復育揚塵抑制效益評估

灘地揚塵好發主要受到沙源量、植被量、強風所牽引啟動，其缺一不可，若為有效降低灘地揚塵好，僅需阻斷其中因子，便能減緩好發機率。在沙漠及黃土高原地區起沙機制模型，主要也是藉由地表狀況、地面風速、土壤含水量、植被、沙源粒徑大小、地表粗糙程度等進行推估(劉, 2002；Tegen, 2003；Raupach, 2004；Bagnold, 2005)。如當平均風速在 4.0m/s 以上即可引起地表沙源傳動現象；土壤含水量達 4% 以上時，風蝕現象可減少發生(Chen, 1996)。

在國內現今灘地揚塵抑制辦法琳瑯滿目多樣，無論硬體或軟體施用，都具有相當成效表現，但立於永續發展上，植生復育仍較受親睞與肯定，其因植生復育後地上

部具有降低地表風速，減緩陽光直射，降低土壤水分蒸發流失，而地下部根系交錯相連成網狀改善了土壤結構，達到了固結土壤作用，抑制風蝕的發生，也因植被建立較長時間後，地表形成生物結殼，它的存在使土壤變的更穩定(賀等, 2007)，雙重保護下增加土壤抗風蝕的能力。

因此針對示範區域揚塵抑制成效首先要針對植群覆蓋度進行連續拍攝，並比對試驗前後地表微氣候數據資訊，並配合黏塵板進行比對分析，以評估植生復育後揚塵抑制成效表現。

7.3.1 現場微氣候調查

一、風速變化調查

在示範區域內，於復育前後各別進行風速測量，分別採用日製 WEATHER WIZARD III 與美國 ONSET 公司製造 HOBO Weather Station User's Guide 風速風向儀，風速架設高度距地表約 1m(圖 7.3-1)。

二、溫濕度變化調查

地表溫、濕度測量採用美製 HOBO Temperature/RH Smart Sensor 進行與日製 SK-SATO DATA LOGGER(型號:SK-L200TH II α TEMP./ HUMI.)，大氣溫濕度測量高度統一為 1.5m，地表溫濕度距離地面約 2cm。

同樣於試驗前後以紅外線熱影像測溫儀進行地表溫度分析，了解植群復育後地表溫度變化。紅外線熱影像測溫儀由 NEC Aio Infrared Technologies Co., Ltd. 生產製造的 Thermo Tracer TH77162，拍攝期間並配合可見光源影像拍攝紀錄，以利位置標定(圖 7.3-2)。

三、光強度變化調查

採用美製 HOBO Pendant temp/light Part# UA-002-64。試驗前先以水儀進行地面校正，再將光度計垂植放置於試驗平台上，高度約 1m 週遭避免有遮蔽物存在，而造成數據誤差。



圖 7.3-1 環境監測所需採用設備儀器

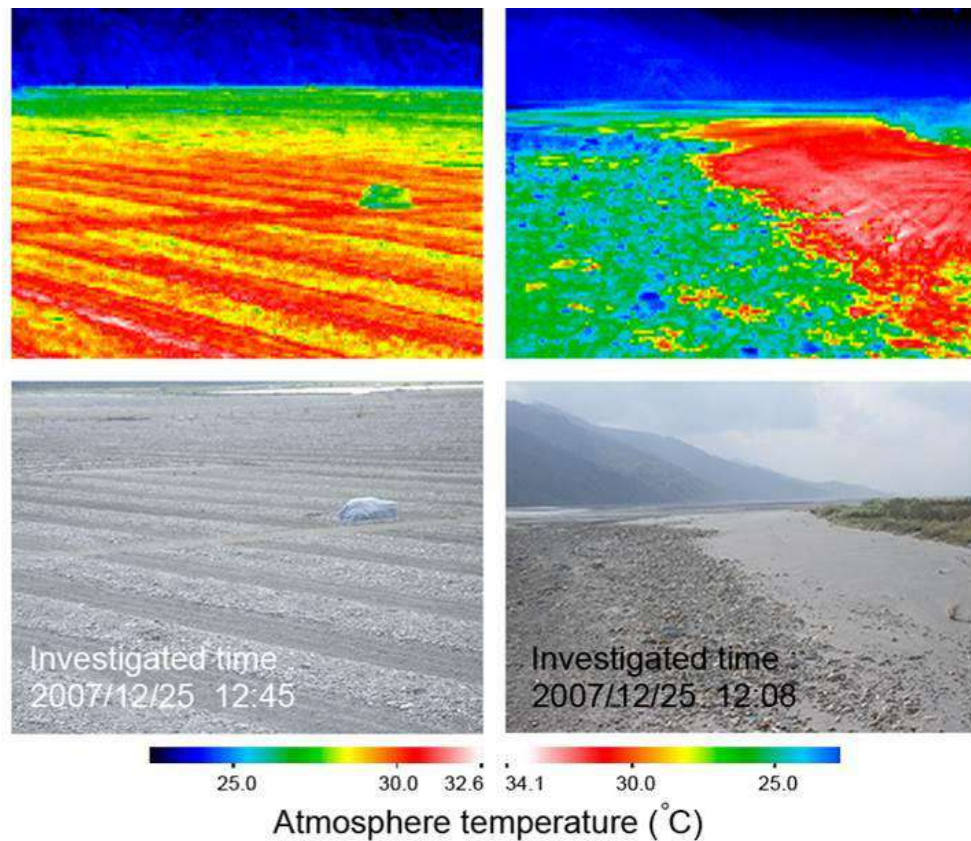


圖 7.3-2 運用紅外線測溫儀可精準掌握裸露地位置範圍

7.3.2 復育前後滯塵效益評估比較

一、黏塵板比較分析

有無植生覆蓋對於地表攔沙量與土壤安定性，必有相當程度差異，於強陣風期間，進行地表沙源攔截比較分析，也可做為灘地揚塵抑制指標項目之一。本實驗改良大氣黏著衝擊器(The Atmospheric adhesive impactor) (AAI) (鄭, 1998)，採集地表因強風所揚起之微粒(Windblown particles)，其構造物主要是利用黏著貼紙於桿上圍繞進行黏塵，過去計畫團隊也未曾利用此法釐清花蓮溪灘地揚塵輸送方位與重量，其效果也相當顯著可行。

黏著貼紙為國產白色 PVC 貼紙，架設高度距離地表約 30cm 高，受限貼紙黏塵量、時間性、溫度等相關環境人為因素影響，放置時間於上午 9:00~17:00，為揚塵最易好發階段，放置地點選同等區域、位置、高度、風向，採樣大小規格為長 30cm，

寬 16.5cm，試驗結束，黏貼紙取下放置夾鏈袋中，帶回實驗於防潮箱乾燥 24 小時後，秤重計算各貼紙重量，藉以評估植物覆蓋後對於示範區域內揚塵抑制成效。

二、示範區地表高程變化

裸露河灘地易受風蝕、水蝕影響，灘地升降變動快速，藉由竹竿插立可了解地表沙丘消長，為另一評估揚塵抑制程效辦法。改良 Wang and Eisma (1990) 以鋼製標竿紀錄出海口地區沉積物堆積與侵蝕的方式。本試驗以市售桂竹，長約 60cm，直徑 10mm，建立間距每隔 10m 埋設一支標竿(Bamboo pole)作為監測點，並於復育前後各完成一次紀錄，另挑選附近裸露區域做為對照，以評估揚塵抑制成效表現。

或可利用 Surfer 8 地形模擬軟體，於示範區域內分別建立 20m×20m 方形面積，每 2m 埋入一支標竿，於試驗前後各進行一次標竿量測。數據取回後於實驗室進行竹竿高度與沙丘高度轉換，再以 Surfer 8 地形模擬軟體進行計算分析。兩種辦法配合當地環境擇一採用，以輔佐驗證說明(圖 7.3-3)。

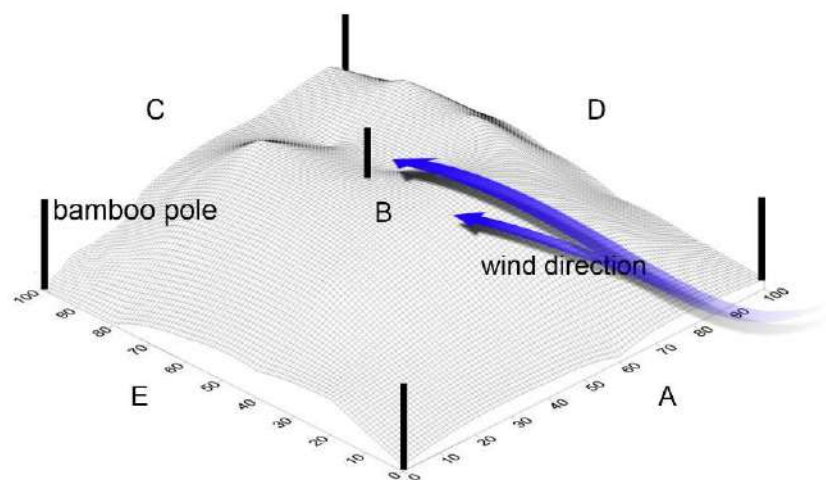


圖 7.3-3 利用 Surfer 8 地形可模擬軟體模擬地形面貌與體積量

三、經濟效益推估

依據第四河川局於 98~102 年的牧草種植研究，狼尾草是台灣目前單位面積產量最高之牧草，若一公斤牧草以 5 元計價，每公頃每年的產值為 56 萬元，每公頃牧草佈置成本約為 12 萬元，未考量人事成本則每年每公頃收益約為 44 萬元，由於本計畫

的揚塵抑制作物種植係採生態復育方式，狼尾草混和植生率約為 40%，故復育完成後每公頃牧草產值約 17.6 萬/年，2 公頃產值約 35.2 萬/年。



圖 7.3-4 運用紅外線熱像儀觀測實況

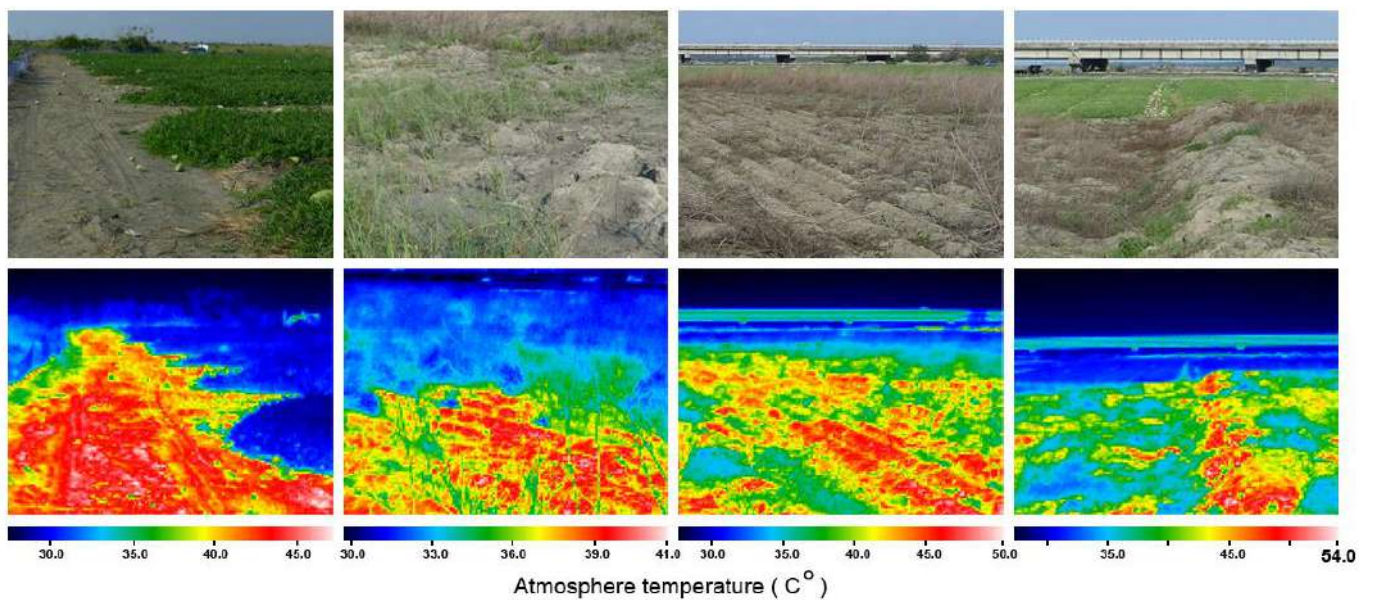


圖 7.3-5 紅外線測溫儀分析紀錄地表裸露面積狀況(2015/04/28)

7.4 植生復育結果

一、田菁播種復育結果成效

於 5 月以田菁進行濁水溪休耕農地植物播種復育，並委請基地南側花生田農友黃○協助維管照料，至 10 月調查結果顯示，植生覆蓋效果表現相當優異，棲地植生覆蓋率近達百分之百，與南側休耕裸露農地達顯著差異結果。而至 10 月調查發現，田菁已近乎全面死亡，而殘留地上部仍持續進行地表沙源土壤、微氣候穩定，除提供周圍母本與次世代種子進駐與再生保護，當野生植群進駐全面拓展覆蓋後，將可大幅降低地表裸露面積，相對也將降低地表揚塵好發機率(圖 7.4-1、7.4-2)。

理想綠肥覆蓋作物應具快速生長和立即產生地面覆蓋；並能與入侵雜草相互競爭；防止土壤侵蝕；應能提供大量葉片及落葉；不需接種根瘤菌；殘留氮能提供轉換或供給作物所需養分(莊作權, 1997；Keatinge et al., 1998；Erenstein, 2003)。而藉由田菁播種復育後，更能提供休耕裸露地所指理想基本需求。此外綠肥作物覆蓋後不僅有助於地表安定，更能增加氮和磷含量，將削弱磷/氮比，也因當強風發生時，氮易受到侵蝕，風速的改變將可控制管理大量流失的養分(Buschiazsoa, 2007)。值得未來重點防治區域推廣使用。

而休耕裸露農地在經綠肥覆蓋後更可令地表不直接曝曬雨淋，因此除可調節土壤溫度外，更可防範沖蝕，進而促進雨水的滲透作用，涵養水源(莊作權, 1997)。因此未來夏季需進行休耕裸露地全復育處理，依此次經驗結果，與過去花蓮溪灘地試驗調查結果，以田菁作為灘地復育先驅物種，確實可行，其不僅可達到地表覆蓋與固氮作用，更可促進雨水的滲透作用，涵養水源，提高土壤水分涵量，改善地表棲地的微氣候變化，營造適合自生物種生長環境，相對大幅提生動物遷徙進駐之機會。



圖 7.4-1 濁水溪裸露地復育成效(一)



圖 7.4-2 濁水溪裸露地復育成效(二)

二、扦插復育

於2015/05/30採集西側野生狼尾草與甜根子草進行扦插復育，於10/10進行復育情況調查發現，於示範區域內因地表水源欠缺不足，於扦插完畢後緊鄰夏季高溫曝曬，可能造成插穗母本枯萎死亡，造成10月調查中兩種插穗母本存活比率偏低，因此未來若於相同環境條件下，需執行扦插繁殖復育，地表水源考量為一大關鍵，故建議可配合梅雨季節或鋒面過境後立即進行扦插復育，方可大幅提高插穗母本存活比率。

三、現場微氣候調查

1. 風速變化調查

於植生復育示範區域內與休耕裸露地點，進行風速與最強風速調查結果顯示，休耕裸露地平均風速為 5.0m/s^{-1} ，最高瞬間陣風平均為 6.9m/s^{-1} ，而植生復育示範區域因受田菁、甜根子草等植叢灌木交保護，大幅提升地表粗糙程度，測得平均風速為 3.3m/s^{-1} ，最高瞬間陣風為 5.3m/s^{-1} 。再經過獨立樣本 t 檢定(Paired Samples T Test)調查結果顯示，休耕裸露地與植生復育示範區域於平均風速與最高陣風，經平均差異 t 檢定，Sig. >0.05 達顯著差異($F=2.748$ ， $p=0.000<0.05$)與($F=0.223$ ， $p=0.000<0.05$)。表示兩區調查數據結果的離散情形有明顯差別，並達顯著差異結果(圖 7.4-3)(表 7.4-1)。

2. 光度變化調查

兩區調查樣本平均數各為 21435.2Lux(休耕裸露地)與 36254.1Lux(植生復育示範區域)，兩區平均光度相差 14818.9Lux，經計算顯示，Sig. >0.05 達顯著差異結果($F=95.765$ ， $p=0.000<0.05$)。顯示於植被樣區內，儀器架設位置因受灌叢相互交替遮蔽影響，相對降低儀器光度接收頻率與光量。光強度高低變化與區域內溫度乃呈現極顯著正相關，於過去花蓮從溪微環境探討風吹沙形成、影響與控制佐證顯示(李宗志, 2008)。低光雖可能造成植群灌叢底下，次代種子發芽存活不易，造成特定植群物種單一化，但就灘地揚塵抑制而論，低光環境下所牽動地表微氣候變化，對於揚塵抑制確實為一大助因(圖 7.4-5)(表 7.4-1)。

3. 溫度變化調查

而針對大氣溫度調查顯示，兩個樣本平均數各為 26.7(休耕裸露地)與 26.3(植生復育示範區域)，變異數同植性 Leven 檢定未達顯著差異結果($F=0.123$ ， $p=0.726$)，表示這兩個樣本離散情形無明顯差別。而由假設變異數相等的 t 值與顯著性，發現考驗結果未達顯著，表示休耕裸露地與植生復育區域大氣溫度調查結果並無達顯著差異($t_{(301)}=-0.071$ ，n.s.)(圖 7.4-6)(表 7.4-1)。

若再以紅外線熱影像測溫儀進行拍攝裸露地表溫度變化，發現夏季時期裸露區域地表溫度相對性偏高，拍攝期間裸露灘地表最高溫度可近達 50°C ，高溫環境下與缺乏植被覆蓋保護，極易造成土壤表面水分快速蒸發，降低土壤粒子膠結能力，惡性循環下加速地表遭受強風侵蝕吹離，容易形成揚塵好發熱點區域。反觀已有植被進駐區域，不僅具有提高地表粗糙程度，更能穩定降低地表溫度變化，其測得平均溫度普遍低於 30°C 以下，能大幅降低地表水份蒸發，與土壤水分涵養，其不僅能提供外來次世代種子與既有母本庇護、拓展再生機會，更能有效具體達到揚塵好發形成(圖 7.4-7)。

表 7.4-1 濁水溪休耕裸露地與植生復育示範區域地表風速、溫度、光度變化之調查

Investigation item	Vegetation area	Bare area	Difference Mean	t Sig	Sig.
Avg. Wind speed (m/s)	3.3	5.0	-1.7	-20.05**	0.000
Avg. Hight wind speed(m/s-1)	5.3	6.9	-1.6	-14.29**	0.000
Avg. Atmosphere Temperature $^{\circ}\text{C}$	26.7	26.3	-0.4	-0.071	0.943
Avg. Intensity, Lux	21435.2	36254.1	-14818.9	-12.261**	0.000

n.s., *, **, *** is non-significant or significant at $P \leq 0.05, 0.01, 0.001$, respectively.

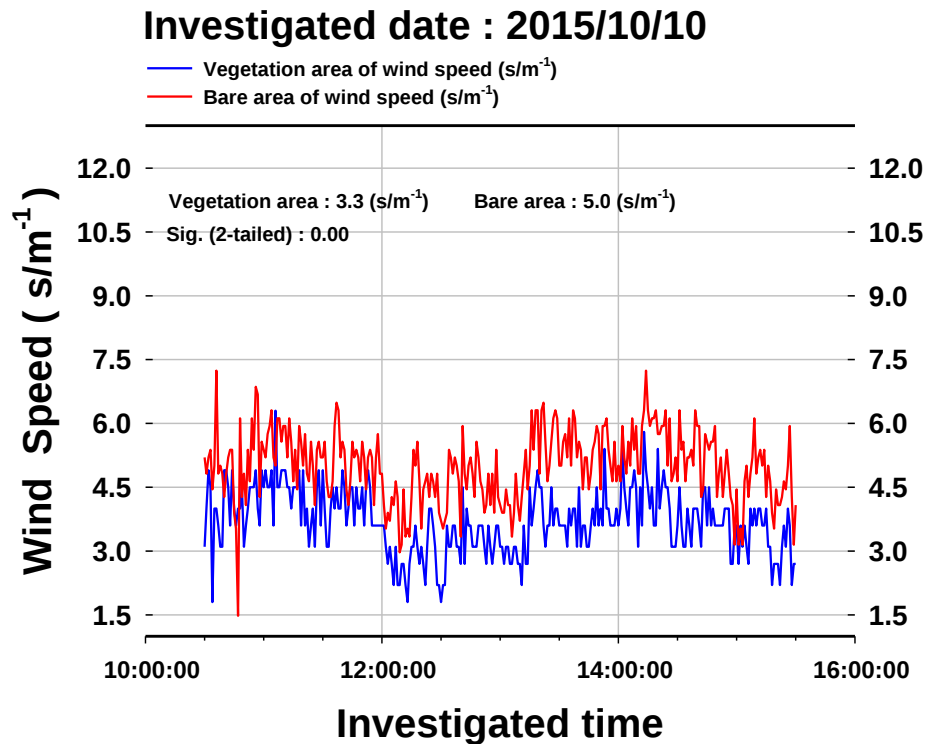


圖 7.4-3 裸露地與植被復育區域風速變化比較

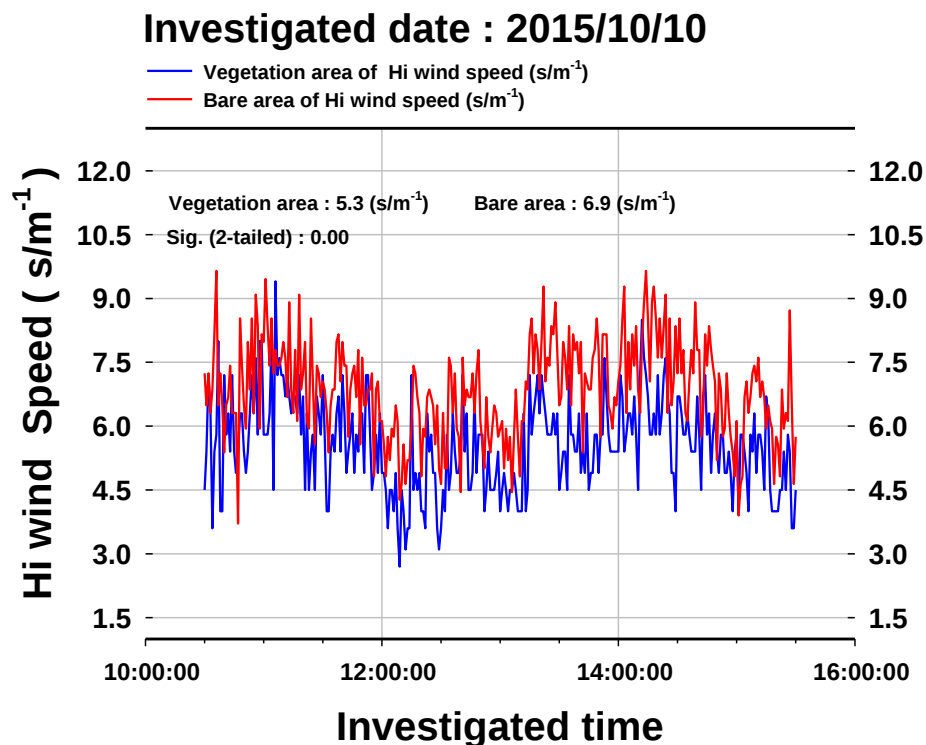


圖 7.4-4 裸露地與植被復育區域最強風速變化比較

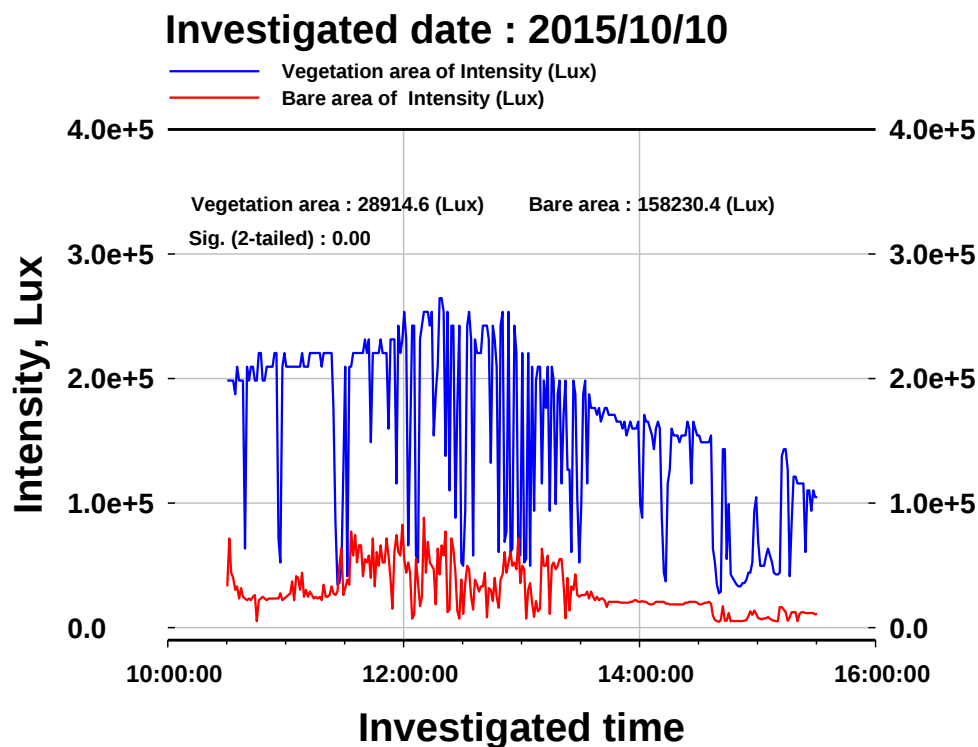


圖 7.4-5 裸露地與植被復育區域光度變化比較

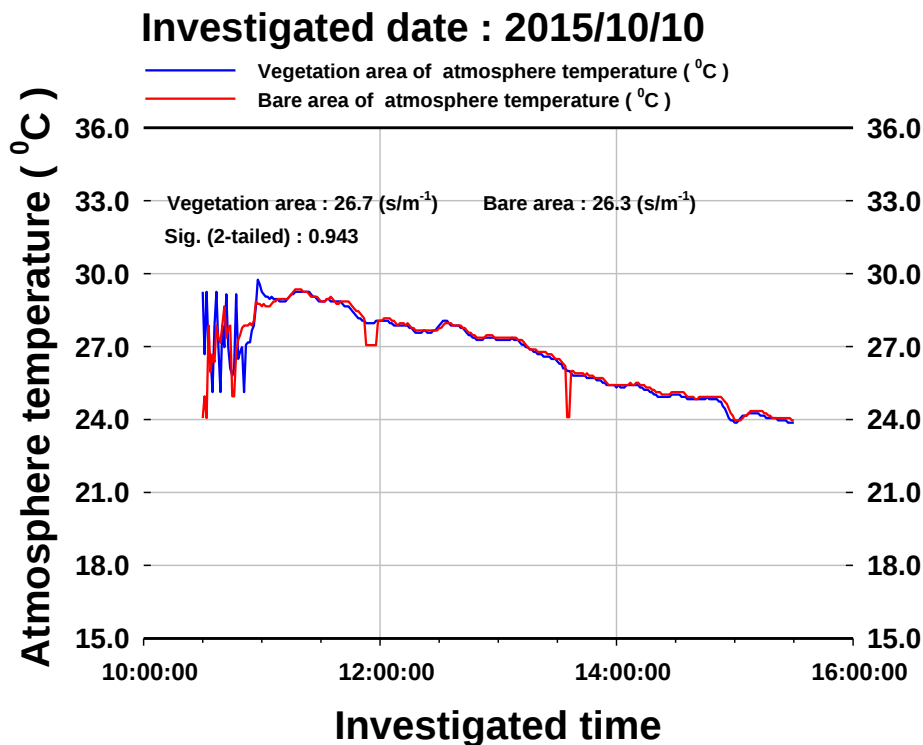


圖 7.4-6 裸露地與植被復育區大氣溫度變化比較

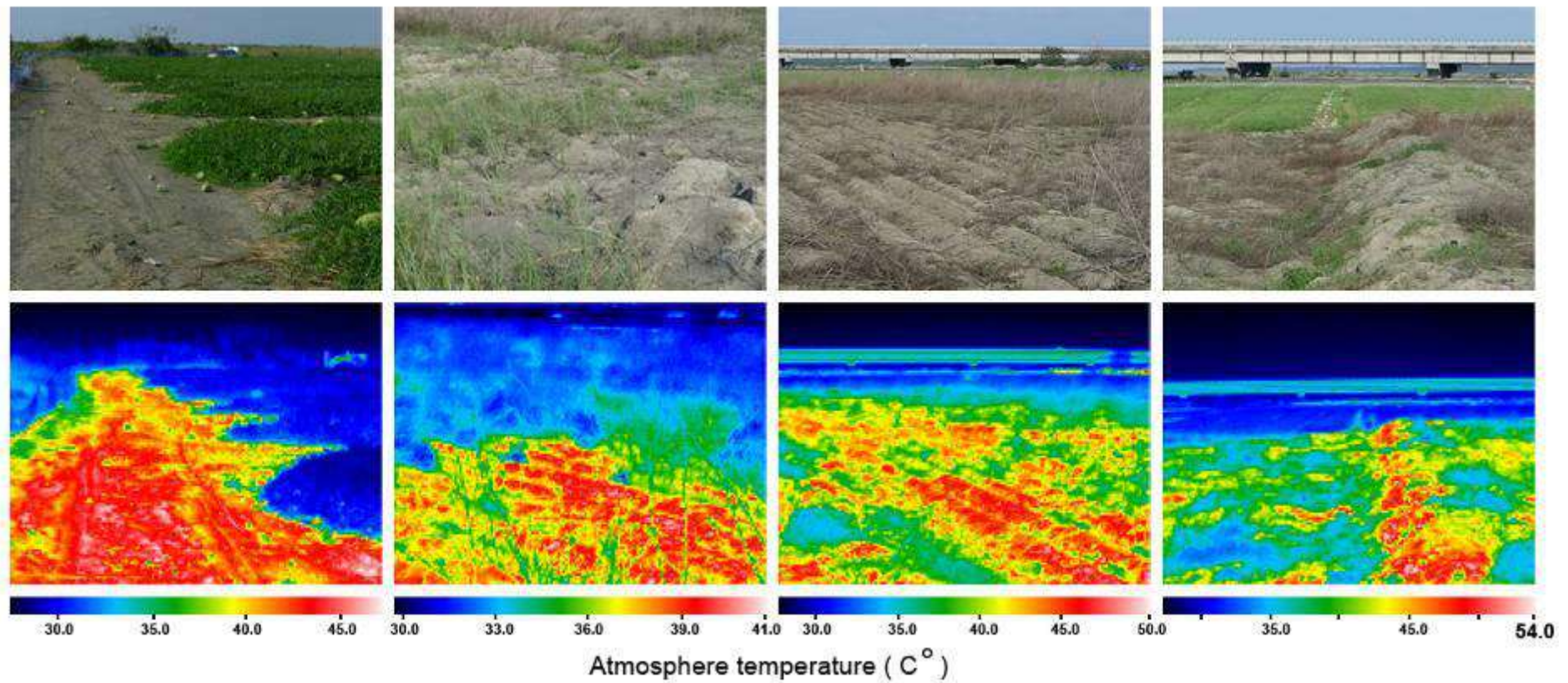


圖 7.4-7 濁水溪以紅外線測溫儀分析紀錄地表裸露面積狀況(2015/05/03)

4. 地表沙源傳動驗證比較

a. 空中沙源傳動

濁水溪植生復育區域與休耕裸露地，在地表高 10cm 處與 170cm 處沙源懸浮傳輸量經過 Duncan 統計結果顯示(圖 7.4-8)，於植生復育示範區域內，因地表植被覆蓋延密，能大幅降低地表風速，並減緩土壤水分散失，於調查植被復育區域內，距離地表 10cm 與高 170cm 處，利用黏著衝擊器(AAI)於 10:00~15:00 距離表土 10cm 處僅收集 0.0577($\text{g m}^{-2}\text{hr}^{-1}$)，於 170cm 處也僅秤得 0.07270($\text{g m}^{-2}\text{hr}^{-1}$)。地表空氣細沙懸浮傳輸相較偏低，但在休耕裸露區域內，因無植被覆蓋保護下，地表裸露嚴重，但因表土層已形成結殼(crust)狀態，仍有效達到揚塵好發抑制效果，但部分區域因農務重新開墾，地表結殼遭受破壞，於當日距離地面 10cm 處，粘著秤得重量就達 0.40360($\text{g m}^{-2}\text{hr}^{-1}$)，為 4 點調查位置中單位時間內沙源傳動重量最高一點，遠大於植被復育區域沙源傳動 7.0 倍，並達顯著差異結果，其次則為距離地面 170cm 處黏貼紙，單位時間內也高達 0.29700($\text{g m}^{-2}\text{hr}^{-1}$)，也遠大於植被區域 5 倍之多。

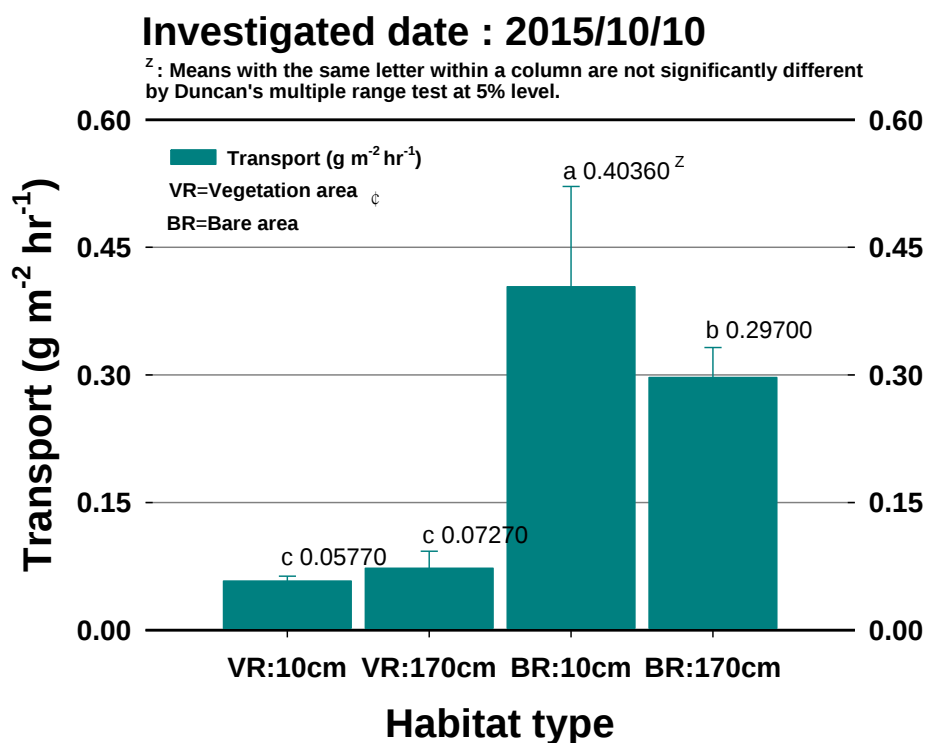


圖 7.4-8 濁水溪植生復育示範區域與休耕裸露地地表與空氣揚塵懸浮重量比較

過去學者指出地表沙源傳動主要是受到地表面狀況的影響，其中包括植被、土壤含水量、沙源粒徑、起動風速等(董治寶, 2005 ; Raupach and Lu, 2004 ; Li et al., 2006 ; Vanderstraeten, 2008)。無論是休耕農地或洪氾平原裸露灘地，在無植覆蓋保護下，揚塵好發所造成空氣污染為現今本縣濁水溪空氣品質一大挑戰與不得不面對之問題，考量現今水利法規與環保、經濟發展等因素，建議決策單位應逐年減少中低灘地農耕面積，若無洪水干擾威脅，應盡速進行野生草種復育栽植，並輔導規定承租農民於休耕後，應可利用田菁等綠肥播種覆蓋、草蓆覆蓋等揚塵抑制辦法，以降低河川揚塵發生的機會。

b. 土壤含水量檢測

濁水溪植被復育示範區域與休耕裸露地採集表土層進行土壤含水量檢測，經 Duncan 統計調查結果顯示(圖 7.4-9)，以植被復育區編號第 9 採樣點土壤含水量最高，高達 20.77%，其次為復育區編號第 8 平均為 15.57%次之，再依序為植被標號 12 為 14.11%、編號 7(12.84%)、編號 10(11.17%)、編號 11(11.16%)，其 6 點樣區皆位於 A 點採樣區域內，而再依序為 B 點樣區域中，編號 4、編號 1、編號 2、編號 5 與編號 6，各為 9.14%、9.04%、8.01%、7.52%及 7.49%，而最後休耕裸露地，表土層含水量於 6 點採樣點中皆小於 6.84%以下，其中在編號 3 與編號 5 之區域表土層含水量為 3.61%和 3.55%，已相當進逼花蓮溪灘地揚塵熱點區域表土含水量。

過去楊之遠(2001)指出土壤中有水分存在，水分子與土壤顆粒之間的拉張力增加顆粒間的內聚力，導致抗風蝕能力增加，當土壤含水量越大，土壤顆粒的起動風速越大，土壤抗風蝕的能力越強。再以試驗基礎資料作迴歸分析顯示，土壤含水量與風蝕率呈現負向關係，以風速達 10m/s^{-1} 計算，當土壤含水量達 6.20%風蝕率僅達 0.10，若含水量 $>7.13\%$ 上風蝕率將趨近於零，也證明土壤含水量越高，地表所受風蝕的能力越低，有效減緩地表風蝕與增加安定性。

在調查結果中植生復育試驗範區，於植生灌叢遮蔽下，確實能有效減緩因太陽直射所造成地表水份蒸發率，而植株枯亡倒伏後，仍可達到表土層覆蓋，進而降低風蝕現象發生(Belnap and Dale, 1998)，與現場目視或黏著衝擊器(AAI)調查結果皆相吻一致，也因

表土安定水份蒸散趨緩，將能增加次代種子萌芽後長成的機率，不僅提升飛沙揚塵抑制效果，更能擴大生態植群食物網穩定生態之平衡。然而休耕裸露地所測土壤含水量平均為 5.59%，已低於文獻指出 6.20% 以下，也再說明休耕田地若無植被復育保護下，當連續高溫曝曬後，將易造成表土層含水量偏低不足，也因無植被保護下，當風速超過 4.0m/s^{-1} ，便易形成風吹沙汙染危害。

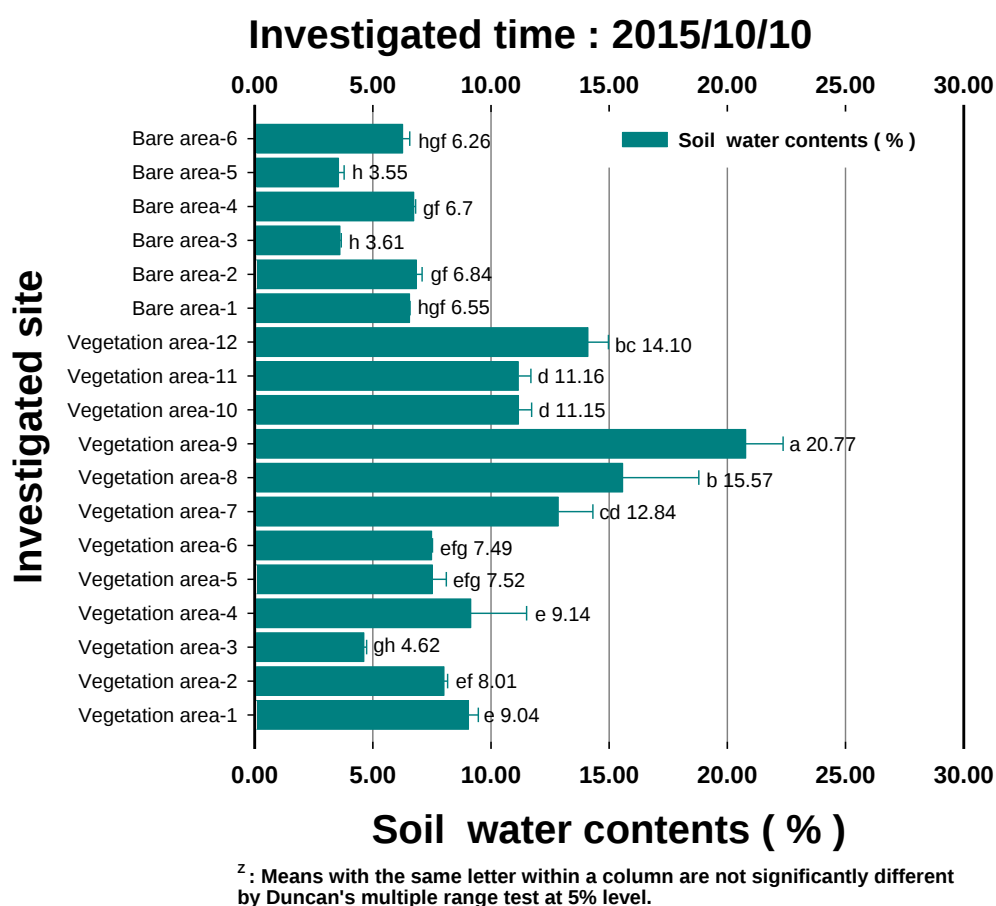


圖 7.4-9 濁水溪植生復育示範區域與休耕裸露地表土層土壤含水量比較調查

7.5 濁水溪河川揚塵與河川公地管理研討座談

本計畫辦理河川揚塵與河川公地管理研討座談會，以雲林縣濁水溪沿岸鄉鎮市區公所、里長及村里民等為主要對象，辦理執行河川揚塵防制成果與河灘公地使用管理會議，邀請雲科大及環球科大環境工程、自然環境資源規劃等相關專家，針對適用於雲林縣濁水溪沿岸村里社區東北季風時期進行揚塵防制作措施改善、宣導強化校園通報，將於空氣品質不良時校園內掛立空污旗，期能使學童及民眾可以簡便之方式瞭解當前之空氣品質狀況。落實與民攜手合作，美化家園生活環境，以達到減少揚塵發生情形。

本研討座談會邀請雲林縣濁水溪沿岸鄉鎮公所、村里幹事等核心幹部，透過研討會之宣導方式，將防制工法、與民合作的理念、一起改善生活周遭環境等推廣至村里、社區，宣導適合村里應變防制措施方式，預期能將減少揚塵理念推廣到各階級與各層面，增廣減少揚塵生活落實的面向。

透過雲林縣環境保護局及相關單位的宣導與號召，邀請農民共同參與，且藉由政府輔導及實地做法成效，可吸引更多的民眾來參與，以抑制揚塵現象。會議辦理情形如下所述：

一、會議名稱

濁水溪河川揚塵與河川公地管理研討座談

二、會議日期

會議日期：104 年 10 月 29 日

會議地點：雲林縣崙背鄉公所

三、參與對象

會中邀請雲林科技大學環境與安全衛生工程系林啟文主任、環球科大環境資源管理所陳泰安教授、第四河川局、農業處、專家學者以及雲林縣濁水溪沿岸村里社區周邊：西螺、二崙、崙背、麥寮村里長及當地居民等，針對社區核心人物及民

眾宣導河川公有地承租使用原則，於東北季風時期進行整地作業，有所防制作為，減少揚塵現象。

四、研討座談議程

時間	主題	內容	執行
14:30-14:40	報到	---	雲林縣環保局 威陞公司
14:40-15:00	河川揚塵防制 成果	歷年成果彙整、 濁水溪揚塵預報系統 解說操作	昱山環境技術服 務顧問有限公司
15:00-15:30	從河川揚塵看 河床經營與植 被管理	1. 歷年植生試驗結果摘要 2. 河灘公地的使用建議，如防風 植栽或防風作法等	宜蘭大學 黃志偉教授
15:30-16:20	綜合討論		



圖 7.5-1 揚塵與河川公地管理研討座談會議實況

7.6 揚塵抑制作物種植評估結論

1. 藉由田菁作為先驅物種，進行裸露灘地植群播種復育示範，配合季節降雨確實能於1個月內達到地表植群大面積覆蓋，而當田菁死亡後，地上部殘骸仍仍持續進行表土層飛沙攔截，與減緩地表強勁陣風吹襲侵蝕。
2. 藉由田菁復育乃為一種手段與過程絕非永久，其目的乃改善舒緩棲地極端環境，攔截當地原生次代草種誘使萌芽長，以建立完整野生種子庫。而調查中也確實發現田菁死亡後，大量野生草種開始拓展繁衍，如大花咸豐草、馬唐、蒺藜、刺莧、白茅、甜根子草等，不僅持續提供地表飛沙攔截與沙源穩定，更能擴大生態食物網穩地改善基地環境生態系。
3. 而在揚塵抑制成效評估中，本計畫乃參閱過去研究團隊於花蓮溪河床灘地進行評估揚塵熱點好發區域調查辦法，特針對地表微氣候、空氣沙源傳動與土壤含水量三項指標進行評估研究。而經調查結果顯示，裸露灘地經植被全面覆蓋後，不僅有效降低地表風速，更能降低地表溫度，間接減緩地表水份蒸發，維持表土層內水分含量，與休耕裸露田地調查結果皆達顯著差異結果。
4. 濁水溪下游灘地執行農業開墾已有多年歷史，如今要達到全面農耕廢止農地回收，絕非可行也不盡人情，生態價值與民生議題當懸掛於天秤兩端，如何取捨考驗著決策智慧，若中央主管機關決策未調整修改，地方行政單位對於灘地揚塵實質防治與預防推動，確實有相當大的挑戰難度。因此於中央政策尚未調整，利用相關揚塵抑制工法(植生復育、鋪稻草席、噴灑三仙膠、灑水等)以降低灘地揚塵好發率，確實可行也值得持續研究推廣，本計畫紀錄示範休耕田地植生復育計畫流程辦法，配合上述季節與工法，將可以最低人力成本，獲得最大生態收益，也確實有效降低地表與空中沙源傳動量，因此建議濁水溪未來休耕裸露灘地可參考本計畫研究工法，降低灘地裸露面積，減緩灘地揚塵污染危害範圍。

第八章 分期分區計畫

8.1 濁水溪下游河道整治

西濱大橋上游 3 公里河段及麥寮鄉出海口沙漠化面積近 15 年逐年擴大，且因河道向北擺盪而有向南淤積延伸的趨勢，故建議應針對此區域進行疏濬與河道整治規劃，在不改變通洪能力情況下，增加河道與中灘地面積、減少低灘地面積，如此可減少枯水期低灘地提供揚塵所需之砂源，另中灘地透過植生來阻隔砂源與風之接觸，以達揚塵減量之目的。

一、計畫期程

民國 106 年~107 年

二、計畫範圍

西濱大橋上游 3 公里及濁水溪出海口(麥寮鄉北側)

三、計畫長度

河道斷面整治約為西濱大橋上游 3 公里處(18 號斷面)起算往上游 1.3 公里之範圍，河道疏濬及整治則為出海口裸露地沙丘，長度約 3 公里。

四、計畫說明

參考四河局之研究三段式複式斷面可行性評估，將河道斷面型式分為高灘地、中灘地和低灘地(含行水區)，其主要方法是在不改變通洪能力下來增加中灘地面積及減少低灘地面積，如此可減少枯水期低灘地提供揚塵所需之砂源，另中灘地透過植生來阻隔砂源與季風之接觸；範圍長約 1.3 公里，初步估算需要挖填土方 230 萬立方公尺；出海口沙丘疏濬面積 300 公頃平均挖深 1 公尺，則初估挖方 300 萬立方公尺。

五、經費概估

表 8.1-1 濁水溪下游河道整治工程經費概估表

項次	年度	計畫名稱	預估經費 (仟元)	經費來源	執行單位
1	106	濁水溪下游河道段面 整治計畫	34,500	國家發展委員會(國家發展 基金)	主辦單位：經濟部水利署、雲林 縣政府 協辦單位： 水利署第四河 川局
2	107	濁水溪出海口疏濬整 治計畫	45,000		

8.2 濁水溪南岸保育林帶串聯與裸露地植生綠覆

濁水溪南岸保安林多處中斷不連續，成為南岸揚塵灌入主要缺口之一；其中麥寮鄉出海口沙丘面積近 15 年逐年擴大並有向南延伸侵蝕的趨勢，故先期應針對此區域進行防風林帶補強串聯規劃，增加保育林面積來提升低空揚塵攔截阻滯功效。

因此，依據本計畫目標，針對麥寮鄉北側出海口裸露灘地，規劃河口防風保育林帶，配合人工植生綠覆與生態復育手法，進行裸露地植生改善，以營造防風林帶減少揚塵對鄰近居民的影響，如此可強化保護效果，提供鄰近民眾更佳生活環境。

一、計畫期程

第一期：民國 106 年~107 年

第二期：民國 107 年~108 年

二、計畫範圍

濁水溪南岸堤防與聚落間腹地

濁水溪出海口裸露灘地沙丘 (請參照圖 4.5-3)

麥寮鄉北側國有裸露地 (請參照第 4.4 節)

三、計畫面積

南側栽植防風保育林帶寬 40m、長度約 3000m，面積約 12 公頃、

低灘地沙丘南側裸露地植生綠覆 120 公頃、裸露地 A 面積約 9.4 公頃、裸露地 B 面積約 13 公頃

四、計畫說明

1、第一期

南岸防風保安林：預計規劃串聯二崙保安林經崙背至麥寮六輕工業區之連續性保安林綠帶，總長約 20 公里長，面積約 80 公頃，成為有效防風之綿密防風綠廊。

河道保育林帶：應於沙丘南側建立防風保育林帶寬 40m、長度約 3000m，可立即減緩沙丘向南側侵蝕趨勢，為便於防風林帶的種植，現地應整地推平或減少高程差，培土型塑防風林平台；建立周圍防風林區塊與優勢地被，以達到先期定砂與營造後續植被的生長環境，為期 1~2 年。

麥寮鄉北側國有裸露地：第一期應復原大面積開挖地貌，將水池填平或減少高程差；建立周圍防風林區塊與優勢地被，以達到先期定砂與營造後續植被的生長環境，為期 1~2 年。

2、第二期

沙丘植生綠覆：可進行沙丘裸露地綠覆植生 120 公頃，選用現地耐旱易生長的草本爬藤及水濱植物，如馬鞍藤、濱刺麥、甜根子草等，在適當季節進行復育，減少裸露地面積並營造周邊物種棲地與遊憩觀賞空間。

麥寮鄉北側國有裸露地：第二期可進行植草綠覆及栽植耐候性的觀花植物，選用耐旱易生長的喬木或草本植物，營造遊憩觀賞空間。

五、經費概估

表 8.2-1 保育林帶及植生綠覆經費概估表

項次	年度	計畫名稱	預估經費 (仟元)	經費來源	執行單位
1	106	濁水溪南岸防風保安林串連細部規劃	4,500	國家發展委員會(國家發展基金)	主辦單位：行政院農委會、雲林縣政府 協辦單位：農委會林務局

2	106	濁水溪南岸防風保安林串連土地取得	120,000		主辦單位：行政院農委會、雲林縣政府 協辦單位：農委會林務局
3	106	濁水溪出海口南岸防風保育林植生計畫	10,800	國家發展委員會(國家發展基金)	主辦單位：行政院農委會、雲林縣政府 協辦單位： 水利署第四河川局
4	106	麥寮鄉國有裸露地植生改善規劃	1,150		主辦單位：行政院農委會、雲林縣政府 協辦單位： 農委會林務局
5	106	麥寮鄉國有裸露地植生改善工程(第一期)	6,900		主辦單位：行政院農委會、雲林縣政府 協辦單位： 農委會林務局
6	107	濁水溪南岸防風保安林串連計畫	72,000		主辦單位：行政院農委會、雲林縣政府 協辦單位：農委會林務局
7	107	濁水溪出海口南岸裸露河灘地植生復育計畫	12,000		主辦單位：行政院農委會、雲林縣政府 協辦單位： 水利署第四河川局
8	107	麥寮鄉國有裸露地植生改善工程(第二期)	4,600		主辦單位：行政院農委會、雲林縣政府 協辦單位： 農委會林務局

8.3 大庄堤防生態綠廊

大庄堤防末端與雷厝堤防在 24 號越堤路處相接，該區域防風林帶薄弱，東北季風時期往往成為揚塵阻滯缺口；休耕期間堤外大片裸露地是主要揚塵來源，為增加阻滯揚塵效益同時改善堤防帶狀空間，規劃於該處大庄堤防上設置綠廊步道。

一、計畫期程

民國 106 年~107 年

二、計畫範圍

濁水溪南岸大庄堤防 (請參照圖 4.5-6)

三、計畫長度

培厚改善堤段由大庄堤防末端往上游長度約為 1550m，堤頂步道改善綠廊則由 24 號越堤路往大庄堤防上游延伸長度約為 2020m。

四、計畫說明

目前坡堤上僅有草本植物，建議坡堤培厚栽植喬木林帶可減緩風速攔阻耕地風飛沙，搭配堤頂步道具有動線連結與休閒遊憩綠廊的功能；設計手法係將堤前坡與堤後坡略為培厚，土方可由周邊灘地與人工溼地挖方填之，堤趾擋土高度約 50~60cm，堤趾上方種植防風林喬木、坡面種植耐候及蜜源草花，堤頂兩側種植草花與灌木增加生物棲地；堤頂面整平或鋪設連鎖磚，可供自行車與人行步道使用，串聯周邊生態旅遊資源，營造河川田園特色遊憩空間。

五、經費概估

表 8.3-1 大庄堤防生態改善工程經費概估表

項次	年度	計畫名稱	預估經費 (仟元)	經費來源	執行單位
1	106	濁水溪南岸大庄堤防 生態綠廊細部設計	1,280	國家發展委員會(國家發展	主辦單位：經濟部水利署、雲林

2	107	濁水溪南岸大庄堤防改善計畫	36,360	基金)	縣政府 協辦單位： 水利署第四河川局
---	-----	---------------	--------	-----	--------------------------

8.4 八角亭排水人工溼地

依據環保局檢測結果顯示八角亭排水呈現高污染狀況，第一期規劃以較需改善的八角亭排水進行人工溼地水質改善設計，設計處理水量以優選基地面積與地形現況，推估水體處理量為 3,000 CMD、入流水質採環保局近年檢測平均值，未來可配合環教場所設置或周邊灌溉需求，將溼地處理水用於農業灌溉或漫流增加灘地水覆面積，以提昇整體的系統效益。

八角亭人工溼地用地與大排管理權責分屬經濟部水利署與雲林縣政府水利處，國內類似溼地多由中央與地方水利機關合作而得以落實，例如屏東縣武洛溪人工溼地設置於高灘地，溼地原為水質改善工程，包括礫石過濾床、表面流系統等，主管機關為水利署第七河川局與屏東縣政府水利局；另如高雄市大樹人工溼地，位於高屏溪中游，全區包括親水公園、水質淨化區、停車場等，主管機關為水利署第七河川局與高雄市大樹區公所；故本計畫建議由水利相關機關辦理利於資源整合。

一、計畫期程

第一期：民國 106 年~107 年

第二期：民國 107 年~108 年

二、計畫範圍

大庄堤防與雷厝堤防缺口處，大排幹線右岸的高灘裸露地

三、計畫面積

第一期：麥寮鄉雷厝段 R162 號，包含水域與周邊產業道路，總面積為 4.83 公頃

第二期：麥寮鄉雷厝段 R172 號，總面積為 1.03 公頃

四、計畫說明

1、第一期

人工溼地中的水質自然淨化單元，包含了初沉池、漫地流區、近自然式溪流淨化區、草澤溼地及景觀生態池等五大處理單元。主要功能在於淨化八角亭排水路的污水，經由沉水式抽水馬達，透過輸水管線每日取 3,000 CMD 的污水進入本系統中，淨化後的水資源主要提供為濁水溪低灘地濕潤水源，以孕育河灘濱岸綠帶的植被相，營造生物多樣化棲地，所有單元間的輸水模式均採重力式流動。詳前述 6.2.5 節。

2、第二期

延續第一期溼地水質淨化與生態復育功能，當溼地運作穩定後於北側臨地 R172 面積約 1 公頃進行二期工程，增加水體處理單元；為增加水中溶氧，於初沉池設置使用水上太陽光電系統(浮動式)的水面打水車，擴充溼地導覽與環境教育等開放空間的相關設施。

五、經費概估

表 8.4-1 八角亭人工溼地經費概估表

項次	年度	計畫名稱	預估經費 (仟元)	經費來源	執行單位
1	106	濁水溪八角亭排水人工溼地自然淨化工程 (第一期)	40,000	行政院 環境保護署	主辦單位： 行政院環境保護署、經濟部水利署 協辦單位： 雲林縣政府
2	107	濁水溪八角亭排水人工溼地自然淨化工程 (第二期)	15,000	行政院 環境保護署	主辦單位： 行政院環境保護署、經濟部水利署 協辦單位： 雲林縣政府

第九章 結論與建議

9.1 結論

一、河川揚塵潛勢區調查

經調查後發現雲林縣境內濁水溪嚴重裸露之揚塵潛勢區段主要有 5 處，非汛期時由上至下游分別為 A.中沙大橋與溪州大橋間(裸露面積約 35 公頃)、B.西螺大橋與高鐵橋之間(裸露面積約 45 公頃)、C.二崙清潔隊前低灘地(裸露面積約 100 公頃)、D.崙背鄉草湖段低灘地(裸露面積約 220 公頃)，及 E.西濱大橋以西出海口大片裸露沙丘(裸露面積約 305 公頃)，總裸露面積約 705 公頃。

二、河川揚塵因素分析

自然影響因素

- 1.高程變化大，濁水溪上游坡度陡降，而溪州大橋至出海口河段因位於沖積扇上，坡度平緩，輸砂能力降低易呈現淤積情況。
- 2.河床質粒徑細化，坭土含量高。
- 3.雨季常發生強降雨，豐枯水期流量落差大，上游沖刷明顯。
- 4.於冬季枯水期間河川水位低、河床裸露面積大及河床質含水量少，在東北季風吹襲下，揚塵發生機率大增，

人為影響因素

- 1.灘地農業行為，東北季風時期整地翻除原有植生，導致裸露地面積擴大，受季風侵襲時提供揚塵所需之砂源。
- 2.集集攔河堰減少下游河道水量，加速逐年淤積的狀況。
- 3.六輕工業區突堤效應，造成工業區北側河口區域淤積，影響濁水溪排洪輸沙能力，南岸沙洲及外傘頂洲則逐年萎縮，對於雲林縣海岸地形變化造成極大影響，潮間帶變化大，影響沿岸生態，

三、河川揚塵抑制工法執行成效

由環保署設置之濁水溪沿岸監測數據顯示，雲林地區空氣品質自 98 年後呈現改善之現象，統計各站 PM₁₀ 月均值有逐年下降趨勢，由此佐證在環保局與四河局一連

串的揚塵抑制措施施作後，雲林縣空氣品質確有獲得改善，惟麥寮站是呈現上升趨勢，顯示河口沙洲面積持續擴大，需儘速進行重點改善措施。

四、濁水溪南岸防風植栽調查

目前水利署第四河川局於 98~105 年分別於濁水溪沿岸分期進行 5 處保育林栽植，其中北岸 3 公里南岸 9 公里，共計約 12 公里，寬度約 40 公尺，增加綠覆面積約 48 公頃。

南岸堤防方面，從溪州大橋往下游歷經西螺堤防、新庄堤防、楊賢堤防、大庄堤防、雷厝、新吉堤防及許厝寮堤防，計畫範圍堤防已有部分進行步道、自行車道及涼亭綠美化，植生狀況尚可改善，主要植生包括構樹、苦楝、朱槿、銀合歡、野桐等適應力強物種。

五、大義崙與八角亭排水水質水量

兩大排主要來源為畜牧廢水及家庭廢水，由於豬口數多過於人口數的兩倍以上，而豬排泄物污染又是人的六倍，所以更是主要污染來源之一，八角亭大排、大義崙大排流域，亦都是養豬戶群聚之處，就算是符合排放標準的畜牧廢水，一旦排入溪中，就足以造成河川重度污染。

大義崙排水之 BOD 總排放量為 2880kg/day，其中生活污水為 1330kg/day、事業廢水則為 139kg/day，另畜牧廢水為 1511 kg/day；八角亭排水之 BOD 總排放量為 3142kg/day，而生活污水為 569kg/day、事業廢水為 499kg/day，其畜牧廢水則為 2074kg/day，故此二大排主要之污染源仍來自畜牧廢水。

水質監測顯示，大義崙排水介於中度污染與嚴重污染之間，平均為中度污染，而八角亭排水多屬於嚴重污染，5~8 月 SS 及 BOD 呈現上升區間，應為雨季時受雨天效應影響(河川水質容易受大雨的影響，因為地表逕流夾帶大雨沖刷之沿岸廢污水，河川水質在大雨期間或大雨過後可能會迅速惡化)，整體來說各測值近兩年有下降趨勢。

大義崙排水水量歷史測值平均為 205,114CMD，而八角亭排水水量歷史測值平均為 165,302CMD；BOD 濃度：大義崙排水介於 4.1~8.9 mg/L，八角亭排水 12~60.4 mg/L；SS 濃度：大義崙排水介於 9.5~176mg/L，八角亭排水介於 38~513 mg/L，氨氮

濃度:大義崙排水介於 1.6~8.2 mg/L，八角亭排水介於 11.8~34.4 mg/L，八角亭排水受養豬廢水之影響較大義崙排水為高。

六、揚塵抑制作物種植評估

藉由田菁作為先驅物種，進行裸露灘地植群播種復育示範，配合季節降雨確實能於 1 個月內達到地表植群大面積覆蓋，而當田菁死亡後，地上部殘骸仍仍持續進行表土層飛沙攔截，與減緩地表強勁陣風吹襲侵蝕。

而在揚塵抑制成效評估中，本計畫乃參閱過去研究團隊於河床灘地進行評估揚塵熱點好發區域調查辦法，特針對地表微氣候、空氣沙源傳動與土壤含水量三項指標進行評估研究。而經調查結果顯示，裸露灘地經植被全面覆蓋後，不僅有效降低地表風速，更能降低地表溫度，間接減緩地表水份蒸發，維持表土層內水分含量，與休耕裸露田地調查結果皆達顯著差異。

9.2 建議

一、河川揚塵抑制工法

水利署第四河川局於民國 98 年至民國 104 年間持續採植栽工法、種植牧草、現地植生、蓄水池塘、攔水土堤簡易措施改善揚塵。無論是在揚塵抑制研究或是試辦工程，其濁水溪下游施作之各項揚塵抑制工法，皆有明顯的抑制效果，為能持續有效抑制揚塵，因此針對後續揚塵抑制工法上之改善規劃提出建議如下：

1. 增加高灘地種植保育林帶的面積，作好植生及維護工作。
2. 持續規劃設置攔水土堤。
3. 持續規劃設置蓄水池塘。
4. 以防塵網、現地植生播灑草種方式進行防塵工法。
5. 加強巡防違法種植及依法嚴格執行取締。
6. 落實河川管理辦法，許可使用人應配合進行揚塵防制措施，共同維護該區河川裸露地復育及抑制揚塵作為。

二、下游河川公地管理建議

依據濁水溪下游灘地之使用情形及河道豐枯期變化情況，高灘地為鮮少受洪流影響且全年綠覆蓋情形良好，建議全年開放使用，惟應配合揚塵抑制措施為優先許可對象。低灘地由於地勢較低，受洪流影響最高，考量人民之生命財產安全，應全年不開放民眾使用，而位於低灘地之裸露地則由政府單位施以攔水土堤、蓄水池塘等水覆蓋工程來潤濕其砂土，減少揚塵發生。

中灘地因地勢不高，數年內恐受洪水侵襲影響，惟中灘地為當地農民主要生計來源，綜合考慮民生、管理及環境三贏之目標，從管理面改善耕作及整地等人為因素造成之揚塵，為此建議開放時間為枯水期間開放，儘量避免東北季風期間整地，由迎風面(上風處)之裸露地開始整地，以減少對下風處之影響，整地後立即布設防塵網、鋪稻草蓆等簡易防塵措施。

三、麥寮鄉河口保育林帶規劃

- 1、河口東北季風強勁，建議分期復育，第一期應於沙丘南側建立防風保育林帶寬40m、長度約3000m，可立即減緩沙丘向南側侵蝕趨勢，為便於防風林帶的種植，現地應整地推平或減少高程差，培土型塑防風林平台；建立周圍防風林區塊與優勢地被，以達到先期定砂與營造後續植被的生長環境，為期1~2年。
- 2、第二期可進行沙丘裸露地植生綠覆120公頃，選用現地耐旱易生長的草本爬藤及水濱植物，如馬鞍藤、濱刺麥、甜根子草等，在適當季節進行復育，減少裸露地面積並營造周邊物種棲地與遊憩觀賞空間。

四、麥寮鄉北側裸露地改善

- 1、本區季風強勁，建議分期復育，第一期應復原大面積開挖地貌，將水池填平或減少高程差；建立周圍防風林區塊與優勢地被，以達到先期定砂與營造後續植被的生長環境，為期1~2年。
- 2、第二期進行耐候性的觀花植物，選用耐旱易生長的喬木或草本植物，營造遊憩觀賞空間。

五、大庄堤防生態綠廊規劃

為增加阻滯揚塵效益同時改善帶狀空間，規劃於該處大庄堤防上設計一綠廊步道，目前坡堤上僅有草本植物，建議坡堤培厚栽植喬木林帶可減緩風速攔阻耕地風飛沙，搭配堤頂步道具具有動線連結與休閒遊憩綠廊的功能；設計手法係將堤前坡與堤後坡略為培厚，土方可由周邊灘地與人工溼地挖方填之，堤趾擋土高度約 50~60cm，堤趾上方種植防風林喬木、坡面種植耐候及蜜源草花，堤頂兩側種植草花與灌木，堤頂面整平或鋪設連鎖磚，可供自行車與人行步道使用，串聯周邊生態旅遊資源。

培厚改善堤段由大庄堤防末端往上游長度約為 1550m，堤頂步道改善綠廊則由 24 號越堤路往大庄堤防上游延伸長度約為 2020m。

六、人工溼地單元規劃

本計畫人工溼地主要的污染削減對象為大義崙與八角亭排水的污水，依據環保局檢測結果顯示八角亭排水呈現高污染狀況，第一期規劃以較需改善的八角亭排水進行人工溼地水質改善設計，設計處理水量以優選基地面積與地形現況，推估水體處理量為 3,000 CMD、入流水質採環保局近年檢測平均值，未來可配合環境教育場所設置或周邊灌溉需求，將溼地處理水用於周邊灌溉或漫流北側灘地增加水覆面積，以提昇整體的系統效益。

七、揚塵抑制作物種植

無論是休耕農地或洪氾平原裸露灘地，在無植物覆蓋保護下，揚塵好發所造成空氣污染為現今濁水溪空氣品質一大挑戰與不得不面對之問題，考量現行水利法規與環保、經濟發展等因素，建議決策單位應逐年減少中低灘地農耕面積，若無洪水干擾威脅，應盡速進行野生草種復育栽植，並輔導規定承租農民於休耕後，應可利用田菁等綠肥播種覆蓋、草蓆覆蓋等揚塵抑制辦法，以降低河川揚塵發生的機會。

濁水溪下游灘地執行農業開墾已有多年歷史，如今要達到全面農耕廢止農地回收，並非可行，在政策尚未調整前，利用相關揚塵抑制工法包括植生復育、鋪稻草蓆、灑水等以降低灘地揚塵好發率，確實可行也值得持續研究推廣，本計畫紀錄示範休耕田地植生復育計畫流程辦法，配合上述季節與工法，將可以最低人力成本，獲得最大生態收益，也確實有效降低地表與空中沙源傳動量，因此建議濁水溪未來休耕裸露灘地可參考本計畫研究工法，降低灘地裸露面積，減緩灘地揚塵污染危害範圍。

八、南岸生態旅遊規劃

濁水溪河口自然人文景觀豐富多元，依區位、主題規劃一日遊、半日遊等，套裝行程建議如下：

1、西螺二崙自行車一日遊：

上午 9：00 西螺大橋南岸廣場(停車或換乘)→西螺至二崙堤頂自行車道綠廊→西瓜田果園(田園觀察、品嚐西瓜)→二崙自然步道→二崙天后宮→12：00 二崙市區午餐→崇遠堂→西螺果菜市場→振文書院→延平老街(老街文化館、福興宮)→丸莊醬油觀光工廠→16：30 →返程

2、貓兒干文史自行車半日遊：

13:00 貓兒干文史工作坊 →欣昌金錦鯉養殖場→老土藝術工坊→千巧谷特色甜點→悠紙生活館(創意紙板 DIY) →崙背酪農專區→八角亭排水人工生態溼地→18：00→返程

參考文獻

1. 人工溼地工程參考手冊，行政院環保署，民國97年
2. 建立人工溼地設置與操作作業程序及技術之研究，行政院公共工程委員會
民國94年
3. 雲林縣管區域排水大義崙排水系統規劃報告，經濟部水利署，民國98年
4. 雲林縣管區域排水八角亭排水系統規劃報告，經濟部水利署，民國99年
5. 水文年報，經濟部水利署，民國102年
6. 濁水溪河口整體規劃專案工作計畫，行政院環保署，民國98年
7. 濁水溪生態圖鑑—長河綿延，經濟部水利署，民國92年
8. 濁水溪本流治理規劃檢討，經濟部水利署，民國96年
9. 濁水溪水系數值高程模型建置計畫，經濟部水利署，民國101年
10. 濁水溪下游揚塵改善計畫研究，經濟部水利署，民國99-100年
11. 濁水溪下游抑制揚塵河川公地劃分管理研究，民國102年
12. 濁水溪河口地形變遷調查及對下游河防安全影響與對策評估，經濟部水利
署，民國102年
13. 重點河川綜合管理及整治技術應用計畫，行政院環保署，民國101年
14. 八角亭大排、大義崙大排畜牧廢水評估輔導計畫，雲林縣環保局，102年
15. 溫清光，2003，草種對武洛排水(高屏溪流域)水質淨化效果之研究(II-I)，
財團法人成大研究發展基金會、經濟部水利署第七河川局
16. 台灣地區濱海型工業區綠化實用圖鑑，呂勝由，經濟部工業局民國87年
17. 本橋敬之助、立本英機，2004，”湖泊、河川、排水路的水質淨化 - 千葉
縣的實施事例”
18. 陳財輝和呂錦明. 1988. 苗栗海岸砂丘木麻黃人工林之生長及林分生物量.
林業試驗所研究報告季刊3：333-343.
19. 張文亮、蕭友晉，2005，人工濕地水生植物的栽種與去除污染評估
20. 劉玉雪等，2010，本土性水生植物對水中污染去除成效研究，農業工程學
報第56卷

21. Constructed Wetlands for Pollution Control. Scientific and Technical Report No.8 Jos Verhoeven, and Arthur Meuleman, Wetlands for wastewater treatment : Opportunities and Limitations, Ecological Engineering 12, pp.4-10, 1999
22. Jing, et al. (2002, "Microcosom Wetlands for Wastewater Treatment with Different Hydraulic Loading Rates and Macrophytes", Journal of Environmental Quality, 31(2) pp.690-696)。
23. Meuleman Arthur, F.M. Beltman Boudevijn and Scheffer Rover A., "Water pollution control by aquatic vegetation of treatment wetlands". Wetlands ecology and management. Vol.12, p413-482, 2004
24. Smith, R. G., Schroeder E. D., 1989, *Field studies of the overland flow process for the treatment of raw and primary treated municipal wastewaters*. J. WPCF, vol161.
25. U. S. EPA, 2000, *Manual—Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters*.

網頁資料：

- 雲林縣政府全球資訊網 <http://www.yunlin.gov.tw/>
- 雲林縣政府水利處資訊網 <http://www4.yunlin.gov.tw/water/index.jsp>
- 雲林縣環境保護局全球資訊網 <http://www.ylepb.gov.tw/>
- 雲林縣西螺鎮公所資訊網 <http://www.hsilo.gov.tw/>
- 雲林縣莿桐鄉公所資訊網 <http://www.cihtong.gov.tw/>
- 雲林縣二崙鄉公所資訊網 <http://www.ehlg.gov.tw/>
- 雲林縣崙背鄉公所資訊網 <http://www.lunbei.gov.tw/>
- 雲林縣麥寮鄉公所資訊網 <http://www.mlville.gov.tw/>
- 雲林農田水利會資訊網 <http://www.ylia.gov.tw/web/>
- 環保署河川揚塵防制資訊平台 <http://river.epa.gov.tw/index.asp>
- 環保署空氣品質監測網 <http://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/default.aspx>

- 環保署空氣品質淨化區及環境綠化育苗網 <http://freshair.epa.gov.tw>
- 中央氣象局全球資訊網 <http://www.cwb.gov.tw/V7/index.htm>
- 余紀忠文教基金會 <http://www.yucc.org.tw>
- 國家重要溼地保育計畫網站 <http://wetland-tw.tcd.gov.tw/>
- 水利署水文資訊網整合服務系統 <http://gweb.wra.gov.tw/hyis/>
- 水利署地理資訊倉儲中心 <http://gic.wra.gov.tw/gic/HomePage/Index.aspx>
- 水利署第四河川局 <http://www.wra04.gov.tw/mp.asp?mp=99>
- 水利署中區水資源局集集攔河堰管理中心 <http://www.wracb.gov.tw/>