

109年
健康城市獎_綠色城市獎

臺東縣環境保護局

風砂防制~黃金十年

二、摘要（限 800 字內，內容建議包含背景說明、推動方式及創新性、跨部門、跨領域合作機制、實施策略及方法、市民參與機制與參與度、推動成果與成效、永續性與擴散性機制）：

在臺東縣環境保護局與水利署第八河川局共同努力防制之下，每當臺東市受到東北季風或颱風侵襲前之外圍環流影響時，造成相當嚴重的砂塵災害，惟透過水覆蓋工法以有效抑制揚塵及風飛砂成效顯著。歷年來透過「臺東縣卑南溪河川揚塵防制及改善推動計畫」（以下簡稱本計畫）加強預報預警通報機制，提升緊急應變能力，縮短應變處理時間，更有助於河川揚塵防制之成效。

工作內容包含八大項目，分別為河川揚塵預報及預警建置作業、河川揚塵預警通報之應變措施與檢討修正、河川揚塵監測分析作業、河川揚塵環境清理作業、區域聯繫會議、河川揚塵防制相關教育訓練及宣導活動、配合機關及環保署相關規定提報管考資料、及其他配合事項。

各工項工作內容：河川揚塵逸散條件蒐集針對關山、臺東及鄰近卑南溪之「鄉鎮市區小範圍氣象」進行監測資訊之蒐集與分析，強化預警系統資訊來源，揚塵影響範圍將利用懸浮微粒濃度分布圖或等濃度分析圖，進行揚塵影響範圍（不影響區、輕度影響區、中度影響區、高度影響區）劃定及調整，後續搭配增量濃度模擬推估，作為揚塵改善措施研擬之參考，並透過歷年揚塵事件日之數據圖表呈現參數與揚塵事件之相關性，展現河川防制工作之績效；揚塵好發地區細部分析針對卑南溪裸露地及揚塵潛勢區進行調查，利用正投影衛星影像圖資分析確實掌握河川裸露地面積變化情形，並透過自動測站及 LED 顯示器（電子看板）定期維護，以提供即時監測資料及檢討與強化預警機制；防護應變演練以水覆蓋工法為主；沿岸揚塵環境清理係以臺東市街道洗灑，並於揚塵好發時至河床濕潤其裸露地面積，避免揚塵逸散；防制宣導針對揚塵防護及應變措施辦理相關活動，藉以問卷分析得知民眾滿意度，並定期更新維護網路平台，便於民眾資訊取得；配合機關及環保署相關管制、考核規定提報卑南溪河川揚塵防制管考資料及相關查核報表提交等。更於今年度開發揚塵一把罩 APP 提供給民眾下載，加強推廣工作。

在揚塵防制成果的展現，本計畫透過教育訓練宣導施政內容，並以問卷瞭解民眾感受，統計顯示超過 9 成的受訪民眾對於風飛砂改善與政府施政成效有正面看法，且對風飛砂成因及揚塵防制工法具有相當程度的瞭解，民眾好感與有感度高；此外，107、108 年度僅發生 2 次揚塵事件日（ $PM_{10} > 150 \mu g/m^3$ ）（109 年迄今無事件日），且揚塵預報系統均於前 1 日正確判斷並自動發出揚塵預警，準確率達 100%，空品測站良好的監測結果與民眾正面感受相切合；於 107 年 10 月 16 日至 20 日參加馬來西亞古晉「第八屆西太平洋健康城市聯盟全球會議」會議，提升臺東縣推動揚塵防制成果國際上之能見度，並於 108 年度獲得環保署河川揚塵管制表現卓越獎之殊榮，均顯現本計畫揚塵防制施政有感度與成果好感度的優異成果。

題目：風砂防制~黃金十年

單位：臺東縣環境保護局



APP Store



揚塵一把罩 APP



Google Play

目錄

一、背景說明.....	1
(一) 專案背景.....	1
(二) 問題盤點及分析.....	1
二、領導力與團隊組織及運作情形.....	1
(一) 黃金 10 年重點施政工作.....	1
(二) 計畫執行總體目標.....	2
(三) 跨單位整合.....	3
(四) 創新服務與資訊資源共用共享.....	3
(五) 連結社區資產與運用.....	3
三、實施策略及方法.....	3
(一) 河川揚塵預報及預警建置作業.....	3
(二) 河川揚塵預警通報之應變措施與檢討修正.....	4
(三) 河川揚塵監測分析作業.....	5
(四) 河川揚塵環境清理作業.....	5
(五) 區域聯繫會議.....	6
(六) 配合中央環保署相關規定提報績效管考資料.....	6
四、社區參與機制與參與度.....	6
(一) 規劃社區民眾參與機制.....	6
(二) 與健康城市的連結.....	7
五、推動成效.....	7
(一) 河川揚塵預報系統建置.....	7
(二) 衛星影像判識及成效分析.....	10
(三) 河川揚塵預警通報及緊急應變作業.....	20
(四) 河川揚塵監測分析作業.....	27
(五) 揚塵事件時間序列及揚塵防制績效.....	32
(六) 河川揚塵環境清理作業.....	35
(七) 河川揚塵防制政策推動及策略聯合團隊建構作業.....	36
(八) 成本合理性.....	46
六、永續性及擴散性.....	52
(一) 提出檢討與具體改善策略.....	52
(二) 提供輔導、管考策略或機制.....	53

表目錄

表 1	108 至 109 年揚塵事件日最大風速與懸浮微粒濃度統計表.....	8
表 2	全流域衛星影像購置圖資彙整.....	12
表 3	全流域衛星影像購置圖資彙整 (續)	13
表 4	計畫 APP 建立與維護紀錄.....	16
表 5	實兵演練機具及人員配置表.....	24
表 6	108 年度應變演練施作成果表.....	25
表 7	各區域水覆蓋應變資料統計表.....	27
表 8	臺東森林公園測站維護保養紀錄表.....	28
表 9	臺東森林公園測站維護保養紀錄表 (續)	31
表 10	環境清理作業成果彙整.....	35
表 11	宣導品購置明細表.....	40
表 12	宣導活動場次及低碳活動標章.....	42
表 13	宣導活動問卷調查分析.....	43
表 14	10 處電子看板位置及設置原因.....	46
表 15	河川揚塵抑制措施統整.....	48
表 16	揚塵防制工法經費配置表.....	49
表 16	揚塵防制工法經費配置表 (續)	50
表 17	中央管理河川揚塵防制工法費用評估.....	51

圖目錄

圖 1 卑南溪流域與本計畫揚塵區域示意圖.....	1
圖 2 歷年揚塵事件日懸浮微粒最高濃度.....	9
圖 3 臺東歷年揚塵資料折線圖.....	9
圖 4 關山歷年揚塵資料折線圖.....	10
圖 5 對流條件下 AERMOD 之三種煙流模式.....	15
圖 6 揚塵一把罩 APP 中 PM ₁₀ 及氣象觀測資料展示.....	17
圖 7 揚塵一把罩 APP 資料傳接流程.....	17
圖 8 揚塵一把罩 APP 河川揚塵預報展示.....	18
圖 9 109 年 1 月份臺東測站風速預報與觀測資料比對.....	18
圖 10 臺東測站風速預報與觀測資料 X-Y 散布圖.....	19
圖 11 109 年 1 月份臺東測站 PM ₁₀ 濃度變化趨勢圖.....	19
圖 12 魚塭式水覆蓋工法.....	21
圖 13 魚塭式水覆蓋工法流程說明.....	22
圖 14 水覆蓋工法施作應變流程圖.....	23
圖 15 臺東森林公園懸浮微粒自動分析儀及簡易氣象站.....	28
圖 16 卑南溪流域之裸露地巡查作業流程圖.....	32
圖 17 卑南溪歷年揚塵事件統計示意圖.....	33
圖 18 歷年卑南溪河川揚塵防制作業說明時間序列示意圖.....	34
圖 19 第一次區域聯繫會議 (108/09/01).....	36
圖 20 第二次區域聯繫會議 (109/01/21).....	37
圖 21 第三次區域聯繫會議 (109/04/30).....	38
圖 21 教育訓練辦理成果 (109/01/08).....	39
圖 22 教育訓練辦理成果 (109/06/09).....	39
圖 23 教育訓練辦理成果 (108/12/09).....	39
圖 24 關山揚塵巡守隊教育訓練辦理成果 (109/06/04).....	39
圖 25 電子問卷 QR code.....	41
圖 26 「臺東縣環境保護局」臉書粉絲專頁 QR code.....	42
圖 27 電子看板頁面.....	45

一、背景說明

(一) 專案背景

臺東地區由於地形因素，人口主要集中於臺東市，人口數約占臺東縣 48.3%，而臺東市區位於卑南溪出海口南方，每屆冬季枯水期間，卑南溪水位下降致使河床砂石裸露，加上頻繁之砂石土採取加工與農業活動，適逢東北季風，導致卑南溪河口砂塵揚起進而影響空氣品質且揚塵事件好發日數最高可達 30 日以上，讓臺東市有「砂城」之稱。

臺東市長年飽受卑南溪河川揚塵影響，每每當冬季或颱風侵襲前，常因強勁之東北季風或颱風侵襲前之外圍環流影響，造成嚴重之「風飛砂」災害，當風飛砂發生時，大小砂粒與微塵隨風揚起四處飄散，整個臺東市便籠罩在灰濛的砂塵中，戶外能見度相當低，且空氣品質甚為惡劣，對於臺東市區居民交通安全與生活品質造成相當大之影響，故透過建立本縣之揚塵預警、通報等系統、揚塵成因監控（測）等作為、揚塵惡化防護及應變演練系統以降低本縣揚塵災害發生之機率，使本縣民眾減少風砂揚塵之苦。



圖 1 卑南溪流域與本計畫揚塵區域示意圖

(二) 問題盤點及分析

為解決卑南溪揚塵危害，臺東縣政府於民國 93 年成立防砂聯合推動小組，並採取各種防砂措施，包括乾旱季節於河道內鋪設稻草蓆、攔砂籬、防風樹種及滯水土堤等設施防制風砂，然而皆容易於颱風期間遭到強勁洪水之破壞。直到民國 100 年臺東縣環保局提出「卑南溪河川揚塵防制及改善推動計畫」爭取中央補助執行，期透過計畫建立卑南溪風砂揚塵之預警、通報、宣導及水覆蓋實兵演練等機制，讓民眾在卑南溪風砂揚塵來臨前能夠提早因應防範。

二、領導力與團隊組織及運作情形

(一) 黃金 10 年重點施政工作

卑南溪河床揚塵懸浮微粒物質災害問題由來已久且其形成原因複雜，自 88 年起即針對揚塵懸浮微粒物質原因進行分析探討，並於 91 年邀集相關單位共同成立「防砂聯合推動小組」，期間陸續由各單位執行各項風砂防制工作。因卑南溪豐枯期流量懸殊，於乾旱季節河道內之鋪稻草蓆、攔砂籬、防風樹種及滯水土堤等設施，易於颱風期間遭到強勁洪水的破壞。

98 年 8 月 8 日莫拉克颱風重創卑南溪堤防，造成卑南溪沿岸第八河川局設置之噴水措施系統嚴重受損。加上莫拉克颱風過後大量砂石沖刷及堆積卑南溪河床，98 年 9 月、10 月及 11 月份均因颱風外圍環流及強烈東北季風共伴效應之影響，造成大規模揚塵懸浮微粒物質災害之出現，其中 11 月 1 日~3 日臺東測站懸浮微粒 (PM₁₀) 小時濃度均有超過環保署設定之警戒值 125 微克/立方米，尤其在 11 月 2 日 8~18 時連續 11 小時濃度值達到監測極限達 1,000 微克/立方米，在日平均值部份，11 月 1~3 日分別為 187、628 及 271 微克/立方米，均超出空氣品質標準 125 微克/立方米，當天相對應之空氣污染指標 (PSI 值) 分別為 118、171 及 160，均屬於空品不良之等級。

卑南溪揚塵懸浮微粒物質對縣民所造成的生活不便與對身體健康的影響，因此府內各單位加強與中央各權責單位聯繫協調並共同積極研擬防制對策，以謀縣民之福。而前述「防砂聯合推動小組」自 94 年後即疏於開會聯繫，使各單位缺乏橫向聯繫溝通，因此再次整合並成立「防砂聯合推動小組」，採取各種防砂措施，包括乾旱季節於河道內鋪設稻草蓆、攔砂籬、防風樹種及滯水土堤等設施防制風砂懸浮微粒物質，然而皆容易於颱風期間遭到強勁洪水之破壞。

自民國 100 年起第八河川局及本縣環境保護局主要以魚塭式或梯田式水覆蓋工法抑制揚塵，其主要目的為建立河床蓄水功能以保持河床濕潤，藉此降低發生懸浮微粒物質災害可能。惟魚塭式或梯田式水覆蓋工法需要溪水來保持河床濕潤，卑南溪枯水期常因水源不足，須採取各式方法獲得水源，使之充分發揮功效。然先前所建立「防砂聯合推動小組」因縣府重新整合，使各單位得以橫向聯繫溝通，今若因卑南溪枯水期以至水覆蓋工法難以發揮功效，得在情況允許之下取用農田灌溉水，近 10 年空氣品質已獲得顯著改善。

(二) 計畫執行總體目標

1. 揚塵逸散條件蒐集分析及彙整，透過監測及環境資料蒐集，了解卑南溪各時段揚塵特性情形，且分析影響範圍內之濃度分布情形，俾利作為後續揚塵預報機制改善之參考依據。
2. 透過影像判識了解卑南溪裸露地分布情形，掌握河床灘地變化情形，並記錄河灘裸露地潛勢區位繪製圖像，另作為後續揚塵改善措施研擬之參考。
3. 透過空氣品質監測值及氣象預報資訊，進行河川揚塵潛勢區位調查，並

劃分出河川揚塵影響範圍及分級程度。

4. 加強監測與監控河川狀態，定期執行河川全流域裸露地巡查，並透過現場手持式懸浮微粒儀測值，並可作為與固定測站測值檢核。
5. 辦理卑南溪河川揚塵防制實兵演練，或發生揚塵惡化事件時進行緊急應變，強化各權責單位應變機制。
6. 長期調查縣內揚塵防制成效，及觀察揚塵事件變化，繪製河川揚塵事件時間序列圖，展示河川揚塵防制成效。
7. 辦理卑南溪沿岸揚塵環境清理作業，降低河川揚塵污染，減輕揚塵對鄰近居民之影響。
8. 依據行政院環保署所訂定績效考評辦法，落實本計畫相關空氣指標及污染量削減績效指標項目，達成優等以上考評績效。

(三) 跨單位整合

1. 精進河床裸露地揚塵預警機制，充實預警通報資訊來源，並透過通報系統提供即時空氣品質惡化預警功能。
2. 加強橫向河川揚塵團隊建立及辦理揚塵防護與應變措施宣導活動。

(四) 創新服務與資訊資源共用共享

建置推估至少 48 小時以上之揚塵預報系統，並透過長期即時監測(控)設備，與轄內測站資料比對且進行檢核作業，持續進行條件修正，以作為後續通報作業之參考依據。

(五) 連結社區資產與運用

全面辦理社區村里宣導會議，成立河川巡守隊，支援緊急應變工作。

三、實施策略及方法

(一) 河川揚塵預報及預警建置作業

1. 河川揚塵逸散條件分析

- (1) 延續歷年計畫，透過各類測站監測資料(包括氣象、空氣品質、水文等之相關監測資料)、河川特性、河川地區土地覆蓋現況(或揚塵好發狀況)等，持續蒐集即時數據，並與歷年資料進行彙整與分析之工作，分析該河川揚塵特性，持續修正河川揚塵預報機制。
- (2) 延續歷年計畫，每月持續使用卑南溪流域(初來大橋至出海口)之正投影衛星影像(航空影像)圖資，利用影像判識技術分析河床組合型態(或使用無人載具(UAV)或其他空拍技術等可供影像辨識之圖資)，確實分析河道與河床灘地之變化情形(如汛期前後、風災、豪雨及其他重大事件影響等)與相關影響因子(如季節、時間、地點等)特性；另須應用衛星影像圖資，製作河灘裸露地區位圖 1 幅，且計算河川裸露區域面積變化情形，完成河川地區土地覆蓋現況(或揚塵好發狀況)之調查分析。

2. 懸浮微粒濃度分布模擬

延續歷年計畫，彙整河川揚塵影響範圍內之測站(含環保局及環保

署所設置)等空氣品質監測資料,並搭配河川流域衛星(航空影像)圖資,每月完成繪製懸浮微粒濃度分布圖;另依據好發性及濃度分布進行分區分類,判讀指認出低度、中度及高度河川揚塵好發地區,完成影響範圍模擬。

3. 檢討修正河川揚塵預報機制

- (1) 配合持續性監測作業(例如氣象、空氣品質、水文、河床覆蓋現況等河川揚塵影響要素),比對模擬推估結果,制定河川揚塵預報機制,並透過LED顯示器(電子看板)開始提供揚塵預報,推估出預報時數至少24小時以上之懸浮微粒PM₁₀濃度值,並應每季定期或適時檢討修正預報機制內容或程序。
- (2) 精進河川揚塵預警通報系統,且依據所蒐集分析之監測資訊進行檢討修正,並採分級制通報系統明定通報值及範圍;針對卑南溪沿岸鄉鎮之村里長、學校及其他相關單位建立連絡清冊並每季定期更新,透過簡訊系統或電子郵件或通訊軟體等自動發布預警資訊至各應採行應變措施之機關及人員,即時通知各單位採行應變措施。

(二) 河川揚塵預警通報之應變措施與檢討修正

1. 河川揚塵預警通報之應變措施

- (1) 辦理卑南溪河川揚塵實地應變防護演練(地點自卑南鄉山里或岩灣附近以下至出海口之卑南溪河川行水區)至少12場次,且於演練前完成全年度兵棋推演執行規劃書(含卑南溪演練區域、應變防制工法規劃、安全措施、投入機具設備、人員確實數量、作業天數及預計達成之工作成果等);另須於每月月報進行兵棋推演會議,並依會議通過內容及指定之演練區域進行實地應變防護演練,每月實地應變防護演練後應進行演練面積測量作業並提交相關成果,並說明演練成效。
- (2) 執行實地應變防護演練期間,運用運土卡車〔型式為10輪式〕10工作車次以上及履帶式挖掘機〔型式300型(重量30公噸淨馬力於額定轉速245HP(或PS))〕240工作車次;進行整地及水覆蓋等工法施作,以抑制揚塵。上述機具(挖掘機之挖斗符合其標準配備且需加裝GPS全球衛星定位系統,定位系統軟體設置,以即時查核每日行駛路線);於演練期間派遣監工,協助現場拍攝、繕寫每日施工紀錄並遵照指揮調度演練作業。
- (3) 實地應變防護演練期間如遇天災或人為造成卑南溪水覆蓋防制措施大規模損毀,每日至少出動3臺履帶式挖掘機,即刻進行水覆蓋工法緊急修復,抑制揚塵好發。
- (4) 演練位置在河川行水區內,且為臨水作業,由監工負責監控河川水位與潮浪之變化,預作安全警戒措施,且備妥通信或廣播器材,以隨時傳遞信息;遇緊急環境改變應立即通知現場作業人員,依安全撤離路線迅速離開危險區域至安全場所避難,以維施工人員與機具之安全。

2. 檢討修正河川揚塵預警通報機制

透過河川揚塵預報機制，檢討既有河川揚塵預警通報系統標準作業程序，包括預警分級標準、預警發布方式、依影響分區啟動各種防制工作，執行河川揚塵抑（防）制或防護工作。

（三）河川揚塵監測分析作業

1. 河川揚塵監測（控）作業

- （1）延續歷年計畫，彙整河川揚塵影響範圍內之測站（臺東、關山、仁愛國小、利吉）座標、監測濃度等資訊並建置成資料庫（包含風速、風向量測及懸浮微粒 PM₁₀ 濃度值），並搭配環保局臺東森林公園測站進行資料比對，並完善維護簡易氣象站，包含測站硬體設備及網路等相關功能正常運作，以完善揚塵監測資料並即時提供揚塵預警系統相互檢核，避免誤報情事。
- （2）於 9 月至 12 月揚塵好發期間，針對卑南溪進行全流域裸露地例行性巡查作業至少 30 日以上，巡查點含中華大橋、臺東大橋、利吉大橋、寶華大橋及電光大橋等；針對該處進行資料蒐集（風向、風速、濕度、溫度等相關因子），並透過手持式懸浮微粒 PM₁₀ 濃度監測設備了解現地濃度情況，並與其他測站資料進行檢核，確實發布預警通報。
- （3）若遇當日懸浮微粒濃度達到預警值或接獲揚塵事件通報時，人員將儘速至揚塵發生區（中華大橋或臺東大橋或利吉大橋或寶華大橋或電光大橋等）進行巡查拍照及記錄，以遠端監控設備確實記錄現場揚塵狀況，另所有巡查資料予以分析（研判出河川揚塵好發潛勢區）。

2. 河川揚塵事件時間序列圖表繪製

延續歷年計畫，彙整各河川揚塵影響參數（河川揚塵事件前後之氣象、水文變化、懸浮微粒濃度、河川地覆蓋情形等）相關數據，分別針對當年河川揚塵事件發生情形，以及歷年河川揚塵事件變化情形（以近 10 年為原則），從時間序列觀點製作相關圖表，說明各參數對河川揚塵事件相關性，以及展現河川揚塵防制工作績效。

（四）河川揚塵環境清理作業

1. 計畫執行前完成「汛期後卑南溪沿岸揚塵環境清理計畫」執行規劃書送審，經審查通過後據以執行。
 - （1）10 噸（含）水槽容量灑水車一輛，並取得柴油車排煙檢測合格證明。
 - （2）灑水車裝置車輛監控系統（GPS），其清理作業方式符合環保署街道揚塵洗掃作業執行手冊之相關內容及規範。
2. 於東北季風盛行季節，9 月至隔年 2 月底止針對易受河川揚塵影響區域辦理環境清理工作共計 80 車次（每日作業 8 小時，每 1 車次清理公里數 65 公里以上、車速 20 公里/小時以下），以每周一至周五（不含例假日）出勤為原則，當日遇雨停止洗灑作業，機動性調度灑水車進行河床揚塵洗灑作業，另配合調動需求，執行清理總長度以 10,000 公里為原

則，以抑制河床揚塵逸散情形，每 1 車次紀錄清理長度及計算 TSP 削減量等作業成效。

3. 如遇工作需要或揚塵事件發生時（含平日、例假日），即刻調用灑水車及工作人員至所需路段或地點工作全力配合。

（五）區域聯繫會議

1. 蒐集國內外相關河川揚塵改善措施，並召開 4 場次跨局處業務聯繫會議（每季 1 場次）。
2. 聯繫會議邀請水利署第八河川局及相關單位參加，以了解權責分工，整合政府資源，強化各權責單位應變機制，暢通討論及溝通管道。

（六）配合中央環保署相關規定提報績效管考資料

1. 持續本縣空氣污染防治計畫之相關工作，並依本縣特性予以訂定具體（量化）考核評分項目、預期目標及成效，以提供執行計畫改進之參考依據。
2. 配合空氣品質管理（AQMP）計畫於每月提報前月各類考核報表，並於每季結束次月 10 日前提交季考核報表與計算污染物削減量。
3. 隨時登錄計畫執行成果及相關資訊於中央行政院環境保護署「河川揚塵防制推動資訊網平台」。
4. 依據行政院環境保護署考核所列相關執行績效考評指標及評分標準為工作執行標準，並依期限提報其所需管制資料或規定之管考資料供查核。

四、社區參與機制與參與度

（一）規劃社區民眾參與機制

1. 河川揚塵相關教育訓練及宣導活動

（1）河川揚塵防制教育訓練

- A. 每年內部教育訓練辦理 4 場次（每次 2 小時）。
- B. 每年聘請專家學者辦理戶外揚塵防制專業知識教育訓練 2 場次（每次 2 小時），邀請應變單位、行政機關、學校師生或社區（每場次參與人數至少 15 人）。

- （2）經營輔導揚塵巡守隊二隊，並辦理戶外教育訓練至少 2 場次（每隊一場次 2 小時）。

（3）河川揚塵防制教育宣導活動

- A. 辦理揚塵防制防護宣導說明會、設攤或創意（比賽及具實質效益等方式）宣導等活動 10 場次，其中至少 5 場次對象為社區民眾，另 5 場對象為學校師生，10 場次總參與人次至少 800 人次，活動蒐集有關河川揚塵認知、季節變化情形、生活環境影響等問卷至少 800 份，後續分析結果並研擬宣導策略。
- B. 每週現場巡視 1 次確認建置之 9 處 LED 顯示器（電子看板）功能正常（現場巡視每月 1 次），並維持網路連線正常運作；更新電子看

板顯示畫面，看板上可進行政令文字、影像宣導，教導民眾揚塵防制及防護等方法，藉以提高宣導成效，俾利提升民眾有感程度。

C. 每季定期維護更新已建置之卑南溪揚塵預警系統網頁資訊，以提供卑南溪揚塵防制資訊及即時監測、監視資料供各界查詢。

(二) 與健康城市的連結

揚塵所產生之懸浮微粒，主要為 10 微米以下粒徑，隨著空氣進入人體呼吸道，導致呼吸系統相關疾病之發生，環境流行病學指出，長期暴露於較高濃度之懸浮微粒中，易產生呼吸系統之疾病(Pope et al., 2002)。PM₁₀ 濃度升高，將可能誘發過敏性疾病，例如過敏性鼻炎，特別是患有呼吸道過敏性疾病的人可能因此舊疾復發，或加劇現有的哮喘和過敏。對於兒童而言，即便是短期的懸浮微粒暴露，也會造成過敏的發炎症狀(Villamizar et al., 2010)。懸浮微粒表面會吸附許多化學物質，其對人體的急性刺激或慢性傷害，遠較單純之微粒更為嚴重，例如硫酸鹽及硝酸鹽等酸性物質，會直接刺激咽喉道及氣管，增加對呼吸系統之急性刺激作用，可能誘發氣喘病患者再復發(Wilson and Spengler, 1996)。(引述自國立成功大學特殊健康危害專題季刊 101 年度第二季 Environmental Health Risk Quarterly 壹、河川揚塵的粒狀污染物暴露與健康風險)。

五、推動成效

(一) 河川揚塵預報系統建置

透過各類測站監測資料(包括氣象、空氣品質、水文等之相關監測資料)、河川特性、河川地區土地覆蓋現況(或揚塵好發狀況)等，持續蒐集即時數據，並與歷年資料進行彙整與分析之工作，分析該河川揚塵特性，持續修正河川揚塵預報機制；主要工作項目分述如下：

1. 氣象資訊蒐集及分析：經中央氣象局及環保署之氣象測站顯示，卑南溪流流域沿岸經過之臺東、鹿野、池上均設有氣象測站，其中又以臺東測站為中央氣象局之觀測測站，另因環保署於臺東縣政府及關山圖書館皆設有空氣品質監測站，後續將作為計畫蒐集臺東市轄內氣候之參考依據，並依逐月蒐集及彙整包含氣溫、降雨量、風向及風速等氣象因子資訊。
2. 空氣品質資訊蒐集及分析：找尋卑南溪河川揚塵揚塵好發之具關聯性之條件，並透過歷年氣象資訊及揚塵好發資料進行彙整及分析，相關事件好發結果進行統計示意圖詳如下表與圖及附錄 1 所示。
3. 水文、地文資料蒐集分析：依卑南溪水文動態之變化，包含卑南溪河口段裸露地面積增減情形，沙灘地含水量之變化，結合卑南溪河口段揚塵好發模擬進行相關資料蒐集彙整並以確認卑南溪裸露地分佈之區域及研判其揚塵成因，如下表所示。
4. PM₁₀ 濃度與風向：由下表臺東及關山測站發生揚塵事件時，則能由當日 PM₁₀ 濃度資料之小時風向散佈圖，觀察到臺東及關山測站所監測之小時風向資訊，以利有效掌握轄內區域環境特性。卑南溪出海口至中華大橋

河床一帶位處臺東市區東北向方，故每當吹東北風時，卑南溪河床所揚起之懸浮微粒，易隨風挾帶進入市區，造成空氣污染之危害，透過資料分析能發現在過去揚塵逸散事件中，卑南溪河床上風向只要落於 45 至 90 度區間內，關山區風向在 135 至 225 度之西南風，皆易造成空氣品質監測站 PM₁₀ 濃度上升，但因空氣品質測站方向與卑南溪相對位置及市區內建築物會影響測站測得風向及結果，故建議需進一步進行相關資料轉換分析以力求最詳盡之資料，如附錄 2。

5. PM₁₀ 濃度與風速：當臺東及關山測站發生揚塵事件時，若透過 PM₁₀ 濃度與風速條件資料可以發現，PM₁₀ 濃度大於等於 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其中臺東測站小時風速多落於 4 至 6 m/s，其次為 2 至 3 m/s，關山風速則是以 2 至 4 m/s 頻率最高，雖可發現懸浮微粒濃度值與風速存在某中關聯性，但因轄內臺東及關山測站實在距離卑南溪距離過遠，兩測站之觀測結果目前僅供參考，如附錄 3 所示。

表 1 108 至 109 年揚塵事件日最大風速與懸浮微粒濃度統計表

臺東			關山		
日期	當日最大風速 (m/s)	當日最高 PM ₁₀ 濃度	日期	當日最大風速 (m/s)	當日最高 PM ₁₀ 濃度
108/09/12	13.3	210	108/07/10	2.5	184
			108/07/17	3.8	277
108/09/17	15.6	169	108/09/17	3.9	272
			108/11/19	6.7	219
-	-	-	109/03/09	3.3	235
揚塵事件日數合計		2	揚塵事件日數合計		5

資料來源：行政院環保署空氣品質監測網

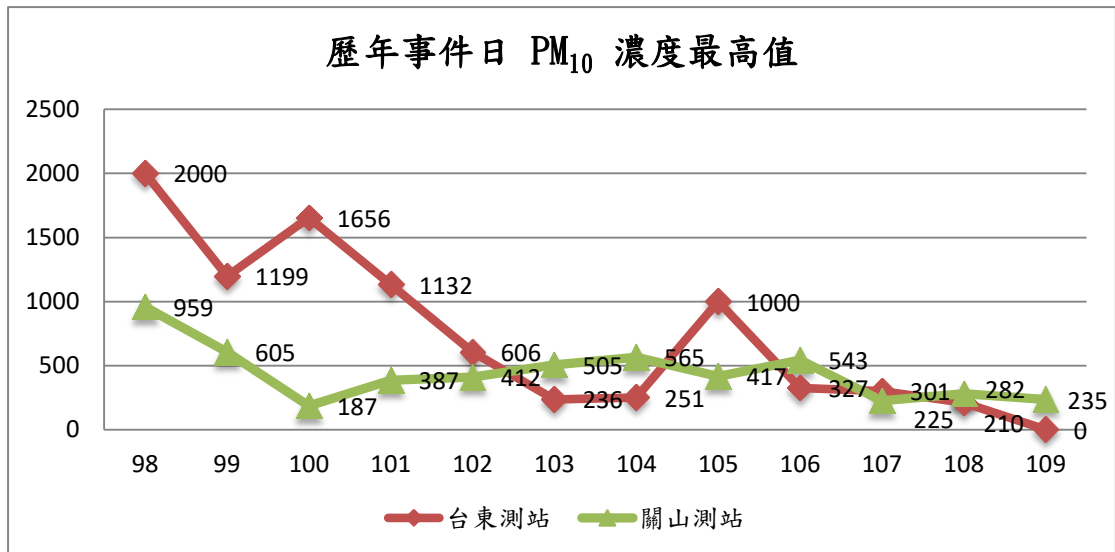


圖 2 歷年揚塵事件日懸浮微粒最高濃度

資料來源：行政院環保署空氣品質監測網

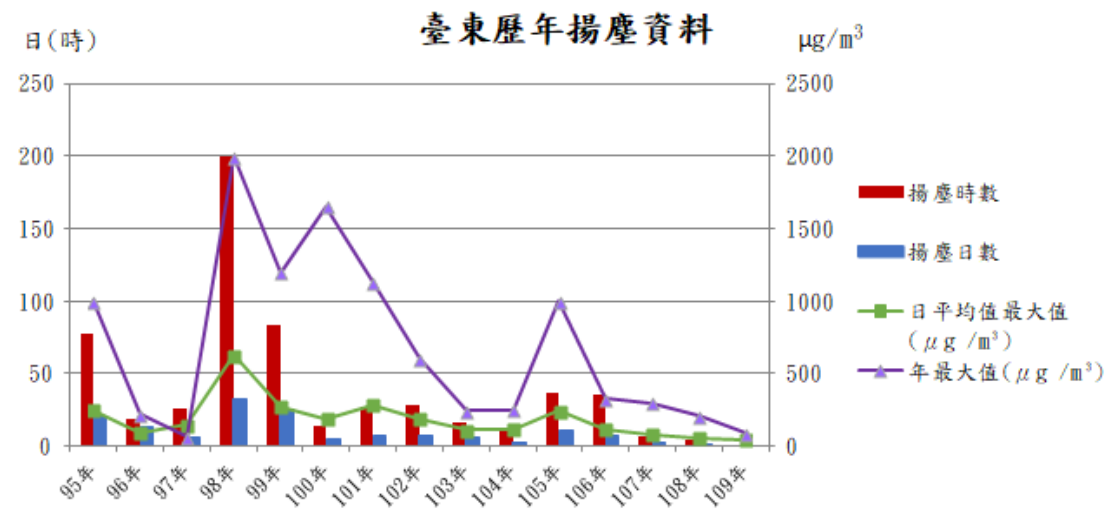


圖 3 臺東歷年揚塵資料折線圖

資料來源：行政院環保署空氣品質監測網

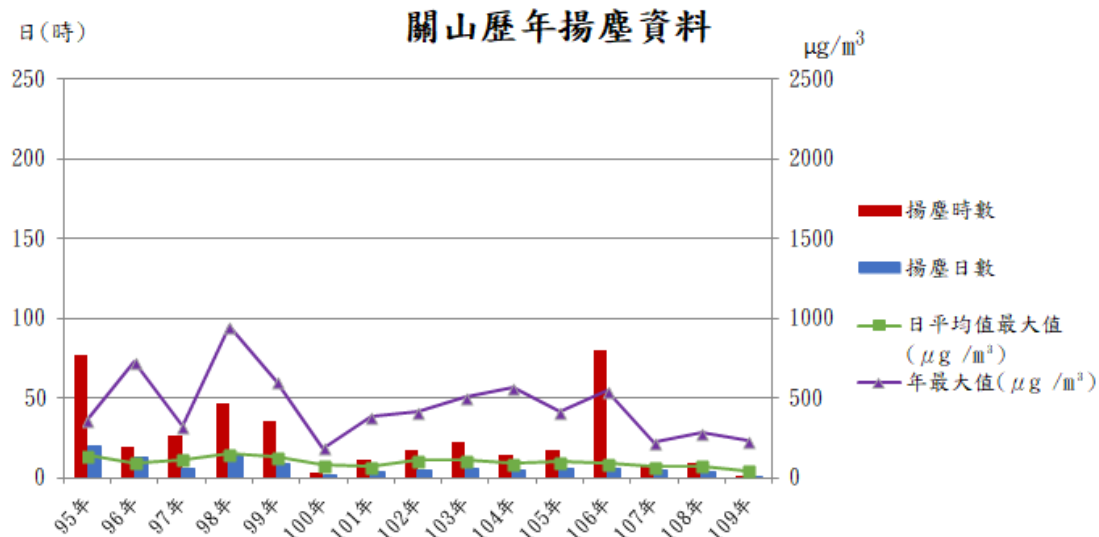


圖 4 關山歷年揚塵資料折線圖

資料來源：行政院環保署空氣品質監測網

6. 風向與風速：本計畫蒐集臺東測站及關山測站小時風向及小時風速資訊，針對 PM₁₀ 濃度較高之事件日進行資訊分析，並結合氣象模擬進行研判，以利找尋最佳氣象因子，以俾利進行河川揚塵預警系統改善且同步掌握轄內卑南溪揚塵危害成因，並提出優先改善熱區 (Hot Zone) 提供環保局或第八河川局進行改善，如附錄 4。

(二) 衛星影像判識及成效分析

1. 衛星影像判識及成效分析

購買 108 年 8 月至隔年 7 月卑南河流域 (初來大橋至出海口) 之正投影衛星影像 (航空影像) 圖資，利用影像判識技術分析河床組合型態，共計 12 幅，確實分析河道與河床灘地之變化情形 (如汛期前後、風災、豪雨及其他重大事件影響等) 與相關影響因子 (如季節、時間、地點等) 特性，且計算河川裸露區域面積變化情形，完成河川地區土地覆蓋現況 (或揚塵好發狀況) 之調查分析。

(1) 圖資建檔管理

針對卑南河流域 (初來大橋至出海口)，逐月透過商業衛星購置卑南溪全流域衛星影像空照圖預計共 12 幅，所購置之 PlanetScope 衛星影像空間解析度 (ground sample distance, GSD) 需優於 (含) 3 公尺，幾何精度 (CE90) 需優於 (含) 10 公尺，雲覆率至少應低於 10%，且經影像正射糾正處理，成果符合臺灣通用電子地圖之道路圖資標準並可與其套疊。影像解像例如卑南溪出海口，並依照時間 (豐枯水期、好發時間)、河段及用途 (裸露地面積分析、水覆蓋成果調查) 等，系統性地編列建檔，作為卑南溪河道與河床灘地變化基底圖或水覆蓋實兵演練成果展示之用途。

(2) 裸露面積掌握

透過卑南溪全流域影像依不同河段進行劃分，以影像辨識技術掌控地表現況。此技術採用 eCognition 影像分類軟體根據衛星影像所反應之多光譜及紋理獨特性，首先採用影像分割（Image Segmentation）技術將影像區塊化成「影像物件」，執行訓練樣區選取與紋理（Texture）特徵的計算，透過機器學習分類法（Machine Learning）將地表分為裸露地、含水灘地、其它及植被四大類，配合機器學習影像分類技術，讓電腦執行「學習」，從資料集中自動分析獲得規律，並利用規律對未知資料進行預測的演算，俾利精準掌握卑南溪情況，在遙測影像分類的應用上，可從已知類別樣本資料（Training Data）的特徵值套用至分類模型之中進行回歸計算，對未知類別的部分進行影像辨識，得到地表現況分佈的成果，最終將分類成果之波段 pixels 值積分轉化為面積，可確實掌握河道與河床灘地之變化情形。

（3）卑南河流域裸露地潛勢區域掌握

建置衛星圖資影像資料庫，並繪製出該流域汛期與乾季之河道變遷特性，再加上利用更多時期之衛星影像，進行河道潛勢裸露區域推估，進而掌握揚塵好發時期與區域，透過厚實的影像資料庫，劃分卑南河流域裸露地潛勢區域，以俾利掌握轄內卑南溪裸露地資訊，如下圖及附錄 6 所示。

表 2 全流域衛星影像購置圖資彙整

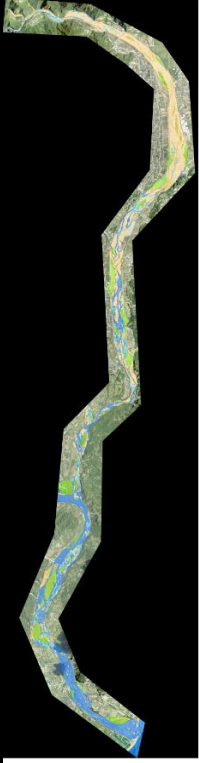





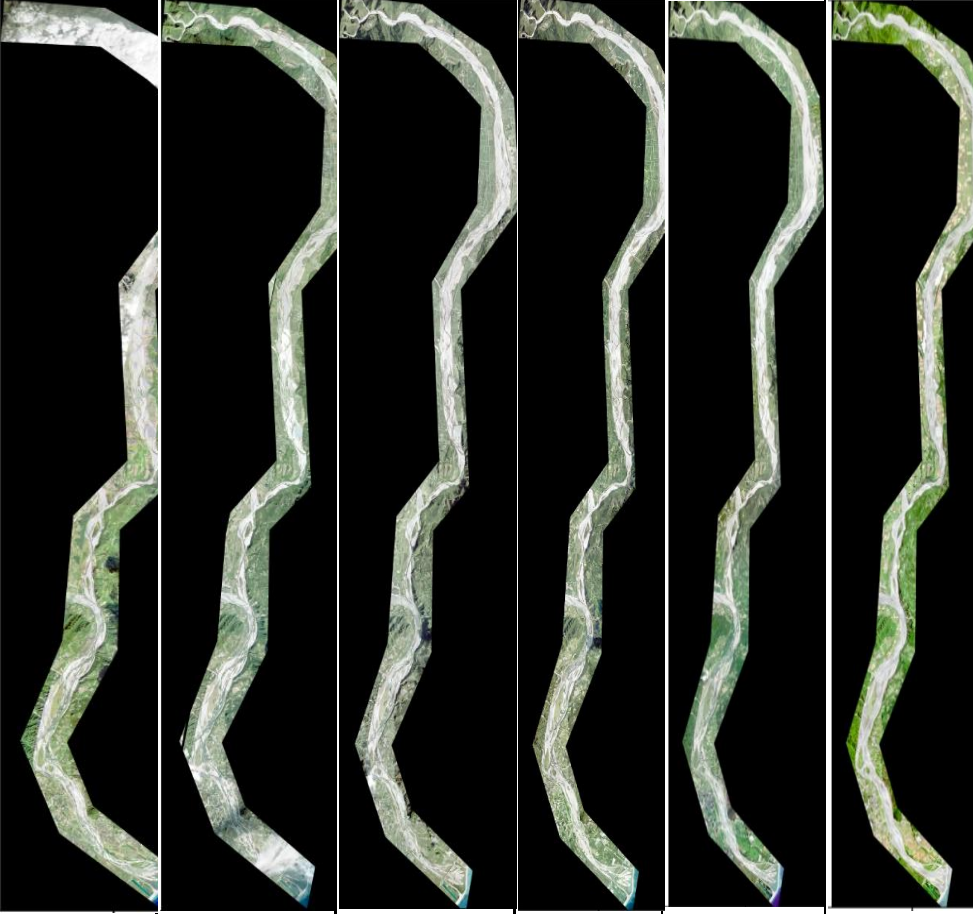
年	2019					
	7月	8月	9月	10月	11月	12月
衛星影像						
衛星	商業衛星					
用途	裸露地面積判識及水覆蓋成果確認					

表 3 全流域衛星影像購置圖資彙整 (續)

年	2020					
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
衛星影像						
衛星	商業衛星					
用途	裸露地面積判識及水覆蓋成果確認					

2. 揚塵潛勢區域及範圍調查

(1) 資料建檔管理

本計畫將依照當月裸露地巡查所有監測之懸浮微粒濃度並進行紀錄，並針對紀錄中或當月空品測站出現 PM₁₀ 濃度最高值的該日，其數值將代表當月繪製成圖。

(2) 懸浮微粒濃度分布圖之分析結果

為了解卑南溪河道裸露地揚塵影響臺東市區的時間與範圍，本計畫將利用 WRF 氣象模式結合 AERMOD 高斯擴散模式，針對每月揚塵影響臺東市區最顯著之日期（依據觀測與現地勘查資料而定）進行揚塵擴散模擬，作為日後揚塵事件的應變與防制規劃之依據。

(3) 揚塵模擬-高斯（類高斯）擴散模式 AERMOD

AERMOD 是由美國氣象協會（AMS）與美國環保署（USEPA）所組成的法規模式發展委員會（AERMIC）於 1991 年共同研發完成，並於 2005 年 4 月成立 AIWF（AERMOD Implementation Workgroup）後，開始成為美國環保署推薦模式（preferred regulatory model），並於 2006 年完全取代 ISCST3，正式成為美國空氣污染監管模式之一。AERMOD 改善 ISCST3 未考量的地方，尤其在大氣煙流擴散的計算與煙流對地表特性的計算，補充新的概念和理論，使模式能更準確地模擬污染物的擴散行為。

AERMOD 系統中主要包括 AERMOD 主程式、AERMET 氣象前處理程式與 AERMAP 地形前處理程式，以及負責處理地表高程、篩選及處理建物煙流下洗（AERSURFACE, AERSCREEN, and BPIPFRM）之輔助程式。以下對主要程式（AERMET 及 AERMAP）進行說明：

A. AERMET 氣象前處理：

AERMET 主要將氣象原始數據進行整理及分析，所支援之輸入檔案格式包括：CD-144（美國氣象中心資料）、TD3280（美國氣象中心資料）、HUSWO（美國新一代觀測網 ASOS）、TD-6201（美國氣象中心探空資料）

因國內氣象資料格式與上述 AERMET 使用格式不同，故須先將國內氣象資料轉換為標準格式中繼檔才可以進行處理。

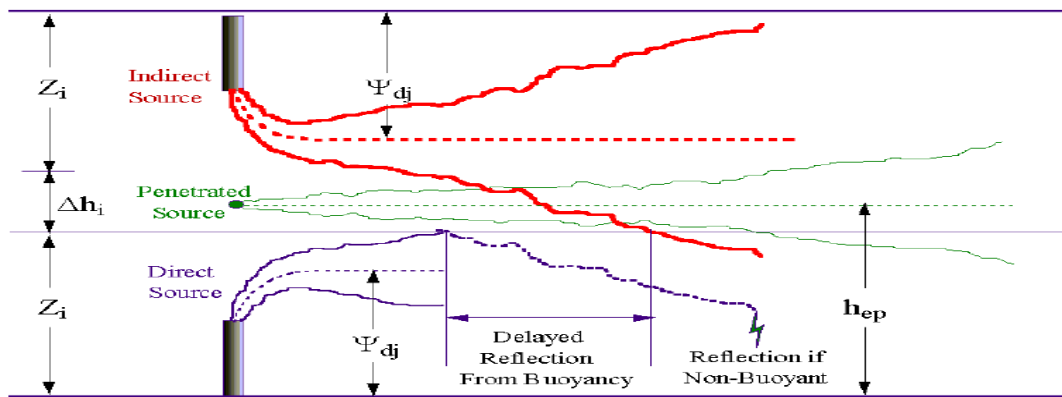
AERMET 程式中亦輸入地表粗糙度（surface roughness length）、反照率（albedo）與包溫比（Bowenratio）三項土地使用特性所對應之參數，處理後以便 AERMET 讀取。表面粗糙度主要是說明地表上之高度，對於傳輸擴散之水平風速設定為零，表面剪應力是影響機械紊流和穩定度之重要因素，反照率則是入射與反射太陽輻射之比例，而日間包溫比主要是表面指標水分，是感熱通量與淺熱通量之比值。

B. AERMAP 地形前處理

AERMAP 主要為簡化和標準化地形高程資料，確定受體點海拔高度及地形變化之規模，程式內並支援使用美國地質調查局 (U. S. Geological Survey, USGS) 高程數據模式 (Digital Elevation Model, DEM) 之資料格式，用以產生接受點位置及高程數據的文字檔，將結果直接寫進輸入檔內或以相關指令對應讀取檔案。

對流條件下 AERMOD 三種煙流模式如下圖，AERMOD 對於污染物對流條件下浮力煙流和混合層的相互作用，主要為以下三種影響作用：

- (A) 煙流至混合層頂部後，除完全穿透與完全反射外，亦有部分穿透及部分反射情況發生。
- (B) 由混合層穿透至穩定層之煙流，將在下降至混合層及地面。
- (C) 煙流於混合層頂部時擴散速度較慢，至向上之浮力漸消後，才逐漸擴散著地。



資料來源：USEPA, EPA-454/R-03-004, 2004

圖 5 對流條件下 AERMOD 之三種煙流模式

上述三種影響之作用加總評估如下式。

$$C_c\{x_r, y_r, z_r\} = C_d\{x_r, y_r, z_r\} + C_r\{x_r, y_r, z_r\} + C_p\{x_r, y_r, z_r\}$$

$C_c\{x_r, y_r, z_r\}$ 為對流條件下之總值量濃度 (g/m³)

$C_d\{x_r, y_r, z_r\}$ 為對流條件下之直接源質量濃度 (g/m³)

$C_r\{x_r, y_r, z_r\}$ 為對流條件下之間接源質量濃度 (g/m³)

$C_p\{x_r, y_r, z_r\}$ 為對流條件下之傳透源質量濃度 (g/m³)

- (4) 每月卑南溪河川揚塵懸浮微粒濃度推估模擬作業如附錄 6 所示。

3. 氣象預報模式

配合持續性監測作業 (例如氣象、空氣品質、水文、河床覆蓋現況等河川揚塵影響要素)，比對模擬推估結果，制定河川揚塵預報機制並應每季定期或適時檢討修正預報機制內容或程序，以此作為高懸浮微粒濃度影響範圍判定及後續通報作業之參考依據，並配合持續性監測作業，如氣象、空氣品質、水文、河床覆蓋現況等河川揚塵影響要素，制定河川揚塵預報機制，並透過 LED 顯示器 (電子看板) 或機關指定方式開始

提供揚塵預報，另應視實際比對模擬推估結果適時檢討修正機制內容或程序。針對卑南溪河川揚塵計畫執行團隊所設定之揚塵預警系統進行研擬及調整，除依過去歷年資料庫，針對相關監測數據分析、變化之結果進行分析及模擬，因河川揚塵之物理機制為強風將河道裸露地上之沙塵揚起，本團隊為確實掌握卑南溪河道之氣象狀況，了解河道是否將有強風造成揚塵，本計畫將使用中尺度氣象模式針對卑南溪河道之裸露地進行未來 48 小時之風速、雨量、降雨等模擬，以俾利第一時間掌握揚塵資訊，快速啟動相關的抑制防護機制，以達預警的效果，相關成果如附錄 7 所示。

4. 臺東揚塵一把罩 APP

因應智慧型攜帶裝置的普及，除了建置網頁版的臺東揚塵監測系統，另設計適用 iOS 與 Android 兩大系統的專屬 APP-臺東揚塵一把罩，APP 提供包含即時氣象和 PM₁₀ 觀測資訊與未來 48 小時臺東和關山的揚塵風險預報，開發流程請參考下表，以下將對前述功能進行說明。

表 4 計畫 APP 建立與維護紀錄

時間	重點摘要
2019/10/05	開始 App 建置，App 內容為臺東及關山兩地未來 24 小時揚塵預報、臺東縣天氣觀測資料及空氣品質。
2019/10/14	追加推播功能，當臺東或關山其一預報可能有揚塵事件發生時，主動跳通知。
2019/11/25	Android 版本完成、上架。
2019/12/20	因 IOS 版本功能不足，無法上架，追加最新消息顯示、查看過去推播內容、意見回饋共三項功能。
2020/01/13	IOS 版完成、上架。
2020/02/20	Android 版本更新，追加最新消息顯示、查看過去推播內容、意見回饋共三項功能。

(1) 臺東氣象和 PM₁₀ 觀測資訊

本計畫利用開放資料平台，利用程式爬蟲即時蒐集環保署與中央氣象局的 PM₁₀ 和氣象觀測資料，並保存於 AWS 雲端資料庫上，每當新的資料輸入進 AWS 資料庫，系統便會自動將上述資料製作成 JOSN 格式，提供給 APP 使用並展示，其中 PM₁₀ 觀測資料會依照環保署空品標準進行分級並變色，等級由好至差依序為良好-綠、普通-黃、對敏感族群不健康-橘、對所有族群不健康-紅、非常不健康-紫以及危害等級-紅紫，APP 的觀測資料 UI 展示介面請參考下圖，資料傳接流程圖請參考下圖。



圖 6 揚塵一把罩 APP 中 PM₁₀ 及氣象觀測資料展示

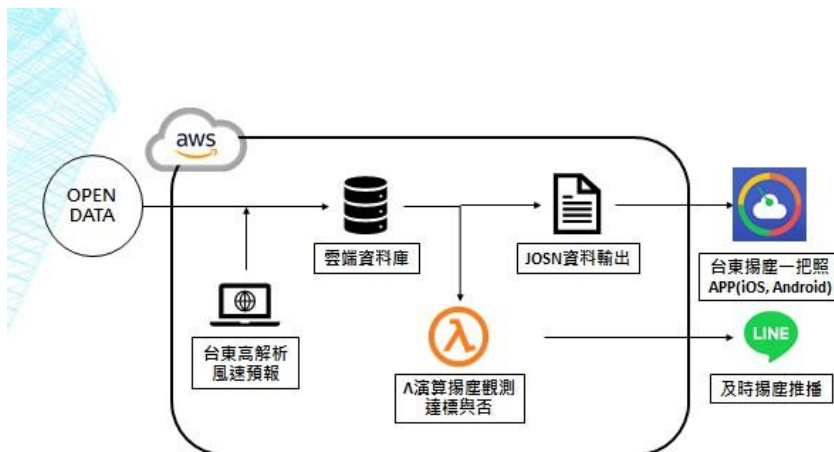


圖 7 揚塵一把罩 APP 資料傳接流程

(2) 臺東未來 48 小時河川揚塵預報

本預報系統利用 WRF 氣象模式作為基礎，對臺東與關山鄰近的揚塵裸露地進行高解析度網格氣象預報，並擷取關鍵的氣象參數包含溫度、濕度、風速、風像和雨量，結合依據現地觀測得出的參數化資料，提供臺東與關山未來 24 小時河川揚塵預報服務，預報係依照危害標準進行分級並變色，等級由好至差依序為不影響-綠、輕度影響-黃、中度影響-橘、重度影響-紅，APP 的預報資料 UI 展示介面請參考下圖。



圖 8 揚塵一把罩 APP 河川揚塵預報展示

5. 卑南溪揚塵預報

本服務透過 WRF 中尺度氣象模式，模擬卑南溪河道裸露地未來 48 小時之風速、雨量、降雨等氣象資訊，透過設定之預警值來進行河川揚塵預報，並每日將預報警戒資料傳送至相關應變人員之 email 信箱。以 109 年度 1 月份為例模擬結果：

(1) 臺東測站預報及觀測風速值比較探討

分析 1 月 1 日至 1 月 31 日臺東測站預報及觀測資料，整體風速變化趨勢掌握甚佳，但模式在部分時間略有高估 0.5~2m/s 現象發生，如 1 月 29 日~1 月 30 日為寒流南下時間，模式預報之東北季風有明顯高估之現象（如圖）。

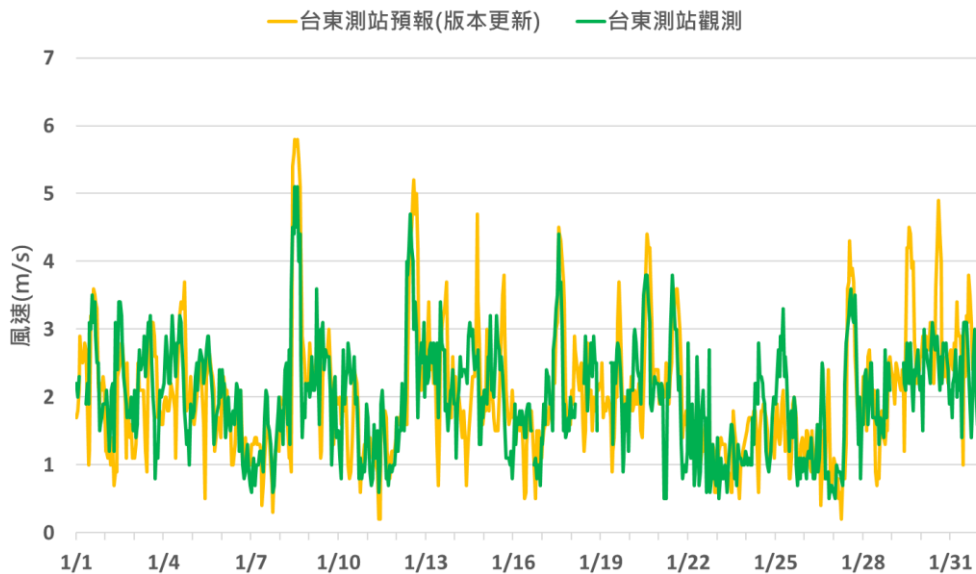


圖 9 109 年 1 月份臺東測站風速預報與觀測資料比對

比對 108 年 10 月至 109 年 1 月份每日預報與觀測資料，兩者相關性可達 0.74（高度相關），整體趨勢亦是預報略高估實際觀測（如圖 3.2-33）。

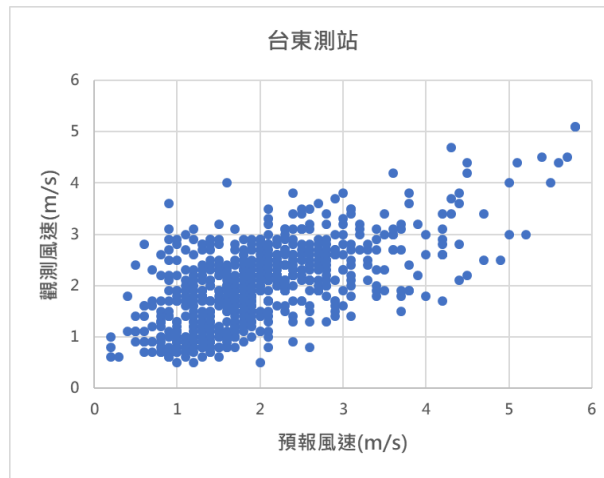


圖 10 臺東測站風速預報與觀測資料 X-Y 散布圖

(2) 揚塵預報結果探討

依照現行河川揚塵預報標準，風速大於等於 5.5m/s 即有機會造成輕度影響，風速大於等於 7.5m/s 可能造成中度影響，風速大於等於 11.5m/s 可能造成重度影響，雖然 WRF 氣象模式預報之風速略有高估現象，但趨勢掌握度佳，因此可掌握風速增大的時間，供應變人員參考。

分析 1 月 1 日至 1 月 31 日之揚塵預報資料，WRF 氣象模式分別於 1 月 8 日及 1 月 12 日發布可能出現輕度揚塵之提醒，而實際臺東測站於 1 月 8 日及 1 月 12 日之 PM₁₀ 的確有跳升之趨勢，顯見使用 WRF 氣象模式預報揚塵具有參考價值（如圖）。不過由於目前卑南溪揚塵防治成效佳，因此揚塵現象並未達警戒標準。整體而言，本計畫執行中準確率約 90%。

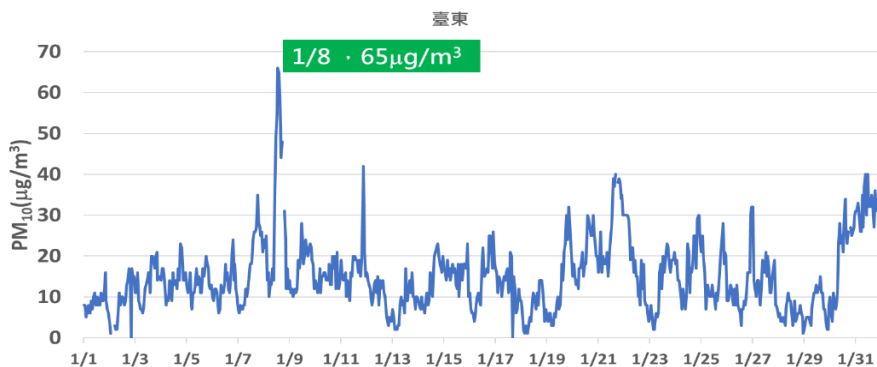


圖 11 109 年 1 月份臺東測站 PM₁₀ 濃度變化趨勢圖

(三) 河川揚塵預警通報及緊急應變作業

1. 預警通報機制維護及檢討修正

本計畫針對臺東縣「懸浮微粒物質災害防救標準作業程序」機制與各級單位應變任務進行檢討修正作業，除需建置且定期更新卑南溪沿岸鄉鎮之村里長、學校及其他單位分級、分區域於揚塵惡化時之通報方式及應變措施等必要資訊外，並依砂災應變流程規範完成預警通報機制與規劃執行水覆蓋、綠覆蓋等揚塵抑制作業，其工作內容說明如附錄 8 所示。

2. 河川揚塵預警通報之應變措施

臺東縣環境保護局與水利署第八河川局提出以水覆蓋工法抑制揚塵，實施結果對於揚塵抑制成效良好且易於修復，使得風砂於近幾年受到明顯抑制，自 2009 年級 2010 年的 31 次及 23 次揚塵事件，逐漸降至每年 5 至 7 次，甚至到 2019 年的 2 次事件日也顯低於歷年事件日數；雖水覆蓋工法成效雖佳，但仍有需配合許多條件，才得以快速進行應變，以下將逐一說明。

水覆蓋工法之施作，主要於卑南溪行水區域，直接構築類似魚塢之簡易擋水土堤，讓地勢較低之裸露地能完全覆蓋在水中使裸露面積降低，進而減少揚塵事件發生，但因施作上須配合有經驗之怪手司機進行施工，才能在有限的車次中發揮最大之效力，另因每當發生大水，水覆蓋被沖毀，需快速進場搶救時，或對於臨時性的氣候改變，則必須讓怪手調派機動性與機具能量充足之條件下，快速進行修復，才得以發揮最大之效益，除水覆蓋之外部分無法施作之區域仍需配合其它河川揚塵防制工法同步進行防制，才能發揮最大之效益。

(1) 水覆蓋工法施作及應變流程

魚塢式水覆蓋工法施工方式如圖所示，內容簡述如下：

- A. 履帶式挖掘機駛達施作場地，就地取材以河床上砂石構築土堤。
- B. 必要時調度灑水車支援水覆蓋作業，執行進行裸露地灑水作業。(履帶式挖掘機協助施作灑水之車道)
- C. 必要時輔透過運土卡車協助載運現地土石至所需地點以利施作土堤。
- D. 初步完成魚塢式擋水土堤施作。
- E. 施作上游處引水土堤，將主流溪水引入魚塢式擋水土堤內，使土堤內覆蓋溪水。
- F. 依引入溪水流佈狀況，修補、調整擋水土堤，並完成水覆蓋工法施作。
- G. 同樣之施作方式亦可先引水再進行擋水土堤施作，優點為可順著引入水流方向構築土堤，降低引水後土堤遭沖擊修補之時間，缺點為含水狀況下履帶式挖掘機施作較為困難。

水覆蓋工法於行水區上施作，因颱風及豪雨過後導致河道改變，其行水區域及水流之不同亦會影響施作工法，因此在每月開始施作之前，皆需進行現場勘查、及妥善規劃，方可確定其工作區域與範圍及確保最適施作方式。



圖 12 魚塢式水覆蓋工法

水覆蓋工法施作應變流程彙整如下圖，在規劃及施作之前需進行現地勘查及評估，待提供現勘照片及相關說明後將第一階段評估是否進場，若仍完整則不需施作；然考量現地情形需重新施作或修復後，偕同承辦至現場進行第二階段評估，根據氣候條件及其他因素判定進場條件及車次，以瞭解預計施作範圍內區域之現況及大致地形、地貌，如於現地觀察到大面積裸露地及土堤遭受到沖毀之情況，為避免揚塵產生之機會，需立即施作水覆蓋措施，如獲許可之狀況下，則立即調派機具進場，期間密切觀察裸露地及水量充足情況及土堤維持程度等，以觀察有效進場時機，避免不必要機具之浪費。

履帶式挖掘機於現場就地取材構築簡易土堤



1. 必要時調度水車執行裸露地灑水
2. 必要時以運土卡車載運現場土石至施作地點

初步完成魚塭式擋水土堤施作



於上游處施作引水土堤，將溪水引入魚塭式土堤內，使土堤內覆蓋溪水



依實際情形調整魚塭式擋水土堤，以確保水覆蓋完整

圖 13 魚塭式水覆蓋工法流程說明

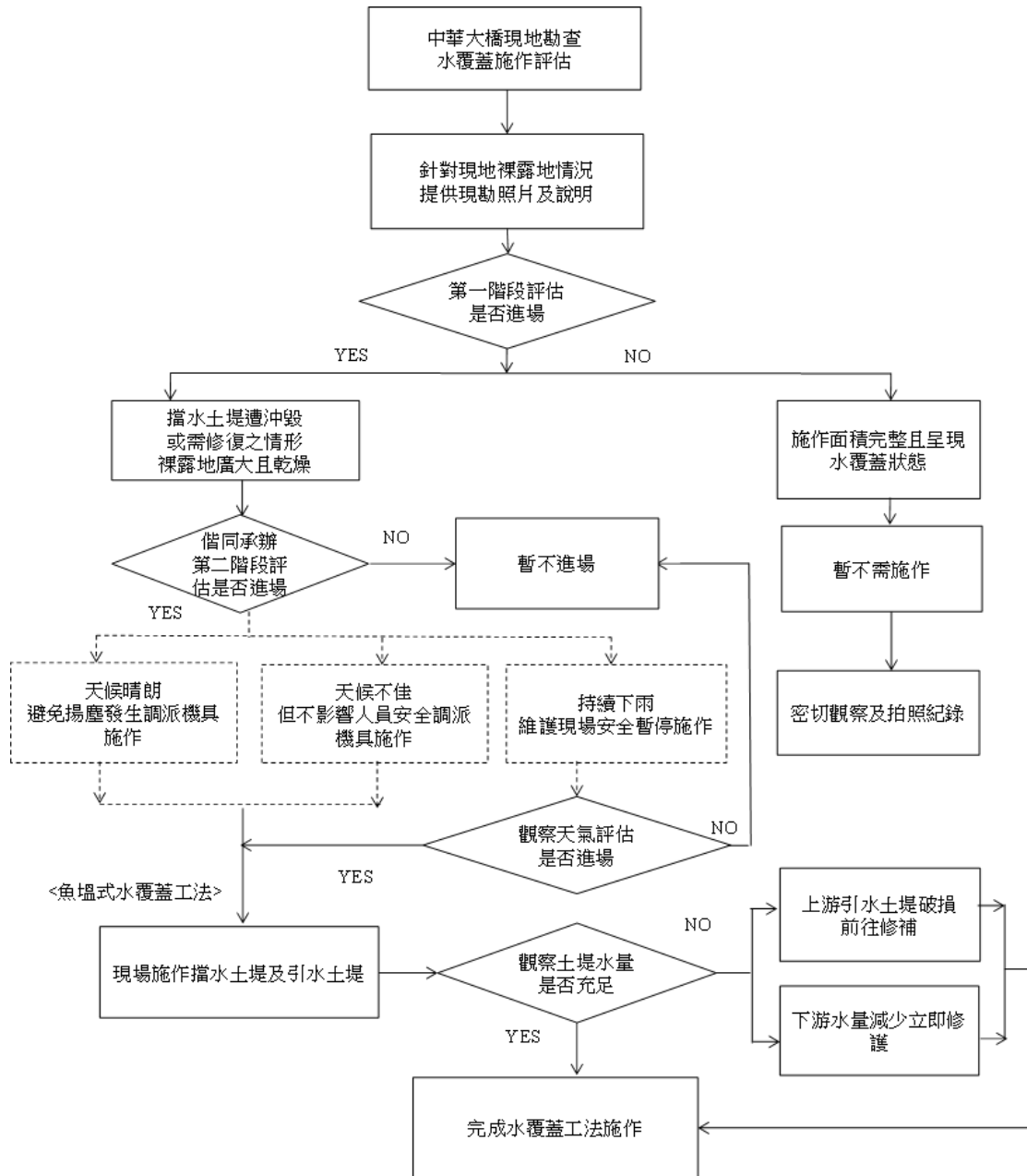


圖 14 水覆蓋工法施作應變流程圖

(2) 機具及人力配置

有關水覆蓋工法所使用之履帶式挖掘機依契約規定，其規格為型式 300 型以上（重量 30 公噸以上淨馬力於額定轉速 245HP（或 PS）或以上），挖斗應符合其標準配備且需加裝 GPS 全球衛星定位系統，並設置定位系統軟體以便即時查核每日行駛路線。

本計畫合作之廠商所提供符合規格之機具規格及人員配置如表所示，且遇天災或人為造成卑南溪水覆蓋防制工法大規模損毀時，經接獲通知 2 日內，配合每日至少出動 3 臺履帶式挖掘機進行緊急修復，並派員負責注意監控河川水位與潮浪之變化，遇緊急環境改變時立即通知現場工作人員，依安全撤離路線迅速離開危險區域至安全場所避

難，以維護作業期間施工人員與機具之安全。

表 5 實兵演練機具及人員配置表

演練區域	怪手設備/規格
T1-T4 河道實兵演練	<p>▲300 型怪手型號：PC300-7 型履帶式挖掘機（品牌：KOMATSU）或 300 型履帶式挖掘機（品牌：LIUGONG）</p> <p>▲200 型怪手型號：SK200-5 型履帶式挖掘機（品牌：KOMATSU）或 200 型履帶式挖掘機（品牌：LIUGONG）</p> <p>怪手皆裝載 GPS 全球衛星定位系統（已安裝於機關及廠商）。</p>
	
作業人員	<p>▲人員配置說明：現場監工 1 名，若遇工區距離過大則會視情況調派水車司機兼任現場監工協助。</p> <p>▲工作說明：負責現場指揮及作業拍攝。</p> <p>▲履帶式挖掘機司機 1-3 名將隨派遣怪手數量調派，但會優先派遣經驗及能力較佳之司機協助作業。</p>

3. 實兵演練作業情形

由中央氣象局觀測資訊顯示，一般颱風於 7~9 月期間當颱風中心移至菲律賓附近未降雨前，風勢將會導致卑南溪嚴重揚塵現象，影響空氣品質，為避免颱風來臨前強大之風勢造成嚴重之揚塵，即進行水覆蓋工程之施作（修復），以減少揚塵災害發生之嚴重程度，並可因應後續揚塵之污染。卑南溪流域於 102 年 6 月至 108 年 12 月所施作之水覆蓋工法，對於抑制卑南溪河川揚塵上成效相當顯著，然而因颱風挾帶大量雨水造成溪水暴漲而沖毀水覆蓋之成果，故需持續重複施作以維持其防制成效；鑑於臺灣地區為海島型國家故颱風盛行，為避免颱風來臨前強大之風勢及外圍環流之影響有嚴重揚塵之虞，故 108 年度續以進行水覆蓋工程之施作（修復），以減少揚塵災害發生之嚴重程度。

辦理卑南溪實地應變演練地點自卑南鄉山里附近以下至出海口之卑南溪河川行水區，於執行前提送年度演練之預演作業規劃書，目前完成 108 年 8 月~109 年迄今之每日實兵演練作業，並藉由每月月會簡報說明預計施作之範圍實地應變演練後進行演練面積測量作業及施作成效報告，目前已完成之施作及成果說明如附錄 9。

本年度自 108 年 8 月 1 日至 109 年 6 月 30 日止，計畫累計車次 300 型為 100.5 車次、200 型為 189 車次，累計總使用履帶式挖掘機車次(300 型) 共計 226.5 車次。各月份已完成之水覆蓋工法施作期程表、相關氣候資訊及施作面積，成果統計如表所示。

表 6 108 年度應變演練施作成果表

日期	108 年 8 月	108 年 9 月	108 年 10 月	108 年 11 月	108 年 12 月	109 年 1 月	109 年 2 月	109 年 3 月	109 年 4 月	109 年 5 月	109 年 6 月
富聯施作 車次(300 型)	10.5	25	14	5	8	8	6	3	7	-	14
富聯施作 車次(200 型)	22	70.5	11	7	8	11.5	-	9	-	22	28
環保局施 作車次 (300 型)	3	19	5.5	11	16.5	14	12	18	15	10	8
環保局施 作車次 (200 型)	8	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
降雨量 (mm)	216.4	202.1	25.1	8.4	92.0	34.6	32.2	41.2	48.2	291.8	78.8
施作面積	施作面 積： 55.95	施作面 積： 153.64	施作面 積： 44.8061	施作面 積： 34.5189	施作面 積： 49.8161	施作面 積： 49.5489	施作面 積： 30.06	施作面 積： 45.09	施作面 積： 36.74	施作面 積： 40.3639	施作面 積： 67.9189
機械效益	機械效 益： 1.67	機械效 益： 1.67	機械效 益：1.67	機械效 益：1.67	機械效 益：1.67	機械效 益：1.67	機械效 益： 1.67	機械效 益： 1.67	機械效 益： 1.67	機械效 益：1.67	機械效 益：1.67

4. 實兵演練施作成果如附錄 10 所示。

5. 施作效益分析

自 101~102 年度施作車次由 64 車次、100 車次，103~104 年度增加至 170 車次，105 年度施作車次 150 車次，106 年度施作車次 200 車次，107 年度規劃施作車次 140 車次，今(108)年度施作車次則增至 240 車次，在揚塵防制實兵演練上，可修復面積及機具能量將可大為提升，對於颱風及大水沖毀的災後更是能夠迅速的將機具能量投入現地施作，達到有效率的水覆蓋措施。至今揚塵事件日數由每年 7-10 日大幅降低至 2 日，但今年度雖較少遭遇颱風侵襲，但因外圍環流及其所引來之西

南氣流，使水覆蓋措施在沖毀後來不及修復，加上受颱風外圍環流及東北季風影響，導致其濃度數值在 108 年最高來到 210 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)，後續推動之施作，使事件日控制在 2 日內，109 年度迄今尚未有事件日之發生，成效相當顯著。

在機械效率方面，108 年 8 月份主要進行修復中華大橋上下游既定計畫及臺東縣環境保護局核定之魚塢式擋水土堤及引水土堤，八月下旬受西南氣流及白鹿颱風暴雨的衝擊下，土堤近乎全面流失毀壞，故致力於土堤的搶修；9 月份主要施作範圍為中華大橋上下游處，該區域受到 8 月颱風及其前後西南氣流強雨的影響，造成上、下游土堤遭受嚴重破壞，中華大橋產生大面積新生的裸露地，故投入大輛車次能量進場全力搶修；10 月份及 11 月份延續上月施作內容，因應季節轉換所帶來之大雨及強風，加強土堤強度，避免揚塵可能；12 月份適逢卑南溪將進入枯水期，而水覆蓋洩水口的留水功能不佳，蓄水狀況不理想，修改為有墊石頭的洩水口滯留蓄水，12 月 4 日中午起至 12 月 6 日連日降雨致使卑南溪水爆漲，造成 1K+800M 下游及中華大橋上、下游等多處土堤遭沖毀，於中華大橋上游處逐步往上游處進行修補，1K+800M 下游處因水量減少且八河局於 1K+800M 上游南岸工區亦受損嚴重導致南岸水量小、水量不足。109 年 1 月至 3 月因值枯水以及農業灌溉用水增加，故河床水乾涸缺水，本計畫亦規劃修復土堤及調整水量的分配，解決南岸水量不足問題。另為防範梅雨季及颱風季大量降雨沖擊上游北岸沿岸規劃挖掘寬溝渠並將所挖掘砂土堆置做成護堤，藉此於梅雨季節及豐水期間能夠引導水流，保護綠覆蓋區域避免增加河床上裸露地。4 月因持續為河道水量不足情形，規劃於中華大橋上游北岸 (T2-14.17.22) 挖掘一道約寬 10 公尺、深 1-1.5 公尺溝渠蓄留水量，以完善下游水覆蓋。5 月進入梅雨季節，5 月 16、17 日首颱黃蜂與 5 月 19-23 日第一波梅雨氣流連續降雨，毀損約 50-60%水覆蓋土堤，故於本月派遣較多車次進行搶修。6 月份由於水量減少，T1、T2 多數土堤畦內底部淤積較高的淤泥，為避免因底泥淤塞造成沙洲，故將底部較高的淤泥挖除刨平，以減少因水量不足易造成裸露機會，以及將各塹排水口墊高延長水量滯留時間。統計其履帶式挖掘機於每場次各區段之施作車次，如表所示。

108 年 8 月 1 日至 109 年 6 月 30 日為止，施作區域涵蓋了中華大橋上、下游區域、鸞鷲湖旁涼亭處水覆蓋實兵演練與環保局共同於 T1 施作 126.49 車次，T2 施作 237.85 車次，總共完成了 364.34 車次，施作修復總面積達 608.45 公頃，機械效益約介在 1.67 公頃/天左右，施作期間總共削減量為 PM_{10} 約 107.70 公噸與 TSP 約 215.39 公噸。目前水覆蓋為卑南溪下游段較佳之應變工法，估計日後仍可朝此方向辦理施作，可提高申請機具數量提升機械車次之效益，並且於揚塵好發期間搭配水車於河床上進行灑水作業。

表 7 各區域水覆蓋應變資料統計表

月份		T1 (車次)	T2 (車次)	T4 (車次)	委辦 車次	環保局 車次	施作與 修復面積 (公頃)	機械效益 (公頃/ 天)	削減量 (公噸)		備註 新式面積 計算
									PM ₁₀	TSP	
108 年	8月	11.66	21.84	-	25.17	8.33	55.945	1.67	5.12	10.25	27.9
108 年	9月	51	41	-	72	20	153.64	1.67	24.73	49.46	96
108 年	10 月	9	17.83	-	21.33	5.5	44.8061	1.67	8.97	17.94	104
108 年	11 月	11	9.67	-	9.67	11	34.5189	1.67	8.72	17.44	80
108 年	12 月	6.83	23	-	13.33	16.5	49.8161	1.67	3.53	7.05	80
109 年	1月	15	14.67	-	15.67	14	49.5489	1.67	8.77	17.54	84
109 年	2月	0	18		6	12	30.06	1.67	5.32	10.64	16
109 年	3月	0.5	26.5	-	9	18	45.09	1.67	7.98	15.96	28
109 年	4月	0	22	-	7	15	36.74	1.67	6.50	13.01	20
109 年	5月	7	17.17		14.67	9.5	40.3639	1.67	7.14	14.29	76
109 年	6月	14.50	26.17	-	32.67	8	67.9189	1.67	12.02	24.04	120
總計		126.49	237.85	-	226.51	137.83	608.4478	1.67	107.70	215.39	915.9

註：TSP 及 PM₁₀ 排放係數分別為 0.354 及 0.177。

6. 實地應變演練紀錄如附錄 11 所示。

(四) 河川揚塵監測分析作業

1. 河川揚塵監控作業


本計畫彙整河川揚塵影響範圍內之測站資料，並負責維護機關設置之簡易氣象站（臺東森林公園），如圖所示，包含測站硬體設備及網路等相關功能正常運作（維護保養紀錄詳表），以完善揚塵監測資料並即時提供揚塵預警系統相互檢核，避免誤報情事。



圖 15 臺東森林公園懸浮微粒自動分析儀及簡易氣象站

表 8 臺東森林公園測站維護保養紀錄表

日期	維修紀錄	照片
108/9/4	更換濾紙	
108/9/30	因米塔颱風來襲，於 9 月 30 日撤下儀器，並於 10 月 1 日重新安裝	
108/10/24	風速器檢修	

<p>108/11/06</p>	<p>更換濾紙</p>	
<p>108/11/19</p>	<p>更換泵浦</p>	
<p>109/3/26</p>	<p>更換濾紙</p>	

109/6/3

更換濾紙



表 9 臺東森林公園測站維護保養紀錄表 (續)

108-109	紀錄表	測站名稱：森林公園			
		日期 (年/月/日)	進入時間	離開時間	工作項目
		2019/11/26	10:00	10:30	風速儀器安裝
		2019/12/3	10:50	10:58	檢查
		2019/12/11	10:00	10:05	檢查
		2019/12/25	15:20	15:25	檢查
		2020/1/3	10:44	10:51	檢查
		2020/1/9	10:22	10:30	檢查
		2020/1/17	09:50	10:05	更換濾紙、檢查
		2020/1/30	16:50	16:55	檢查
		2020/2/7	10:32	10:35	檢查
		2020/2/12	14:50	14:55	檢查
		2020/2/19	10:35	10:39	檢查
		2020/2/26	14:30	14:35	檢查
		2020/3/11	10:54	10:57	檢查
		2020/3/19	10:32	10:36	檢查
		2020/3/26	10:28	10:40	更換濾紙、檢查
		2020/4/9	10:35	10:40	檢查
		2020/4/10	14:05	14:20	傳輸異常，重新啟動
		2020/4/16	10:10	10:14	檢查
		2020/5/1	10:39	10:50	檢查
		2020/5/4	10:32	11:00	傳輸異常，重新啟動
		2020/5/14	14:35	11:40	檢查
		2020/5/27	10:40	10:42	檢查
		2020/6/3	10:50	11:04	更換濾紙、檢查

2. 裸露地巡查及事件日濃度調查

對於河川揚塵污染管制作業，除了積極針對河川裸露地進行監控與改善外，還需針對裸露地所有人或管理者進行揚塵防制輔導。若以權責區分與法規精神來說，臺東縣環境保護局處於輔導改善與監督角色，真正落實揚塵防制作業者，還需裸露地所有人或管理者協助進行。

於東北季風盛行季節，針對卑南溪全流域裸露地重點潛勢區（中華大橋、臺東大橋、利吉大橋、寶華大橋、電光大橋），進行巡查作業至少 30 日（每週至多 1 日）；針對該處進行資料蒐集（風向、風速、濕度、溫度及懸浮微粒 PM₁₀ 濃度值等相關因子），並定位拍攝沿岸植生、裸露

地及河道變化等相關照片，另透過手持式懸浮微粒濃度監測設備紀錄現地濃度值，以利掌握不同季節河灘裸露地變化情形。

若遇當懸浮微粒濃度達到預警值或接獲揚塵事件通報時，計畫人員應儘速至裸露地重點潛勢區進行巡查拍照及記錄，巡查資料應予以分析（應研判出河川揚塵好發潛勢區），巡查時配合氣象預報進行機動巡查，並針對揚塵潛勢之區域進行調查分析，釐清揚塵好發區域及影響範圍。本團隊依上述工作內容擬定卑南河流域裸露地現場巡查之作業流程，如圖所示，各項巡查作業要點分述如後。巡查行前規劃及作業要點及結果分析如附錄 12 所示。

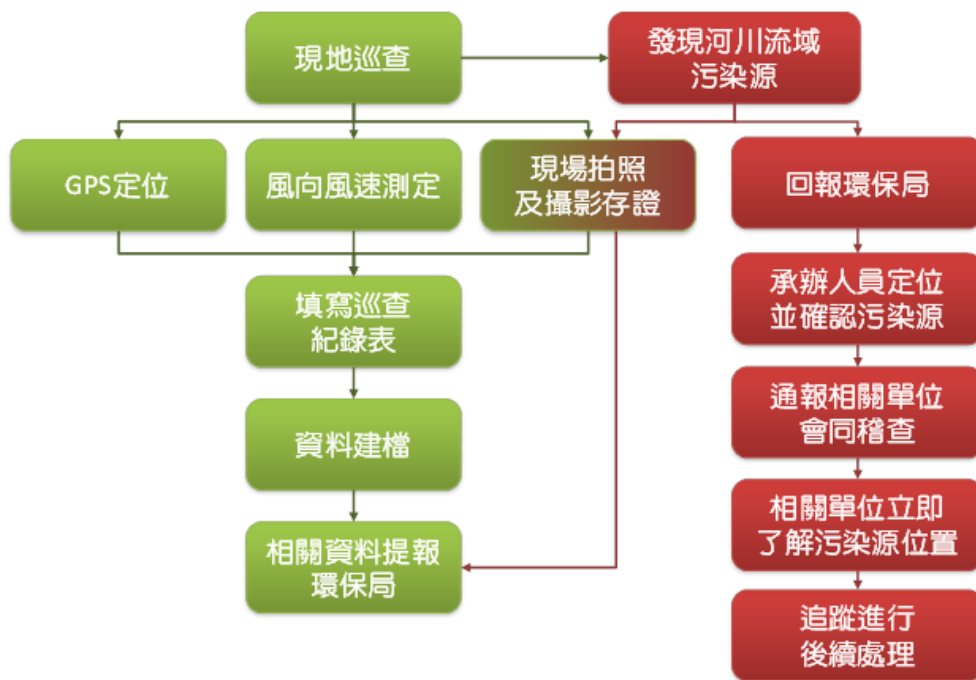


圖 16 卑南河流域之裸露地巡查作業流程圖

(五) 揚塵事件時間序列及揚塵防制績效

本計畫彙整各河川揚塵影響參數（如河川揚塵事件前後之氣象、水文變化、懸浮微粒濃度、河川地覆蓋情形等）相關數據，分別針對當年河川揚塵事件發生情形，以及歷年河川揚塵事件變化情形（以近 10 年為原則，依資料取得性自行調整），從時間序列觀點製作相關圖表，說明各參數對河川揚塵事件相關性，以及展現河川揚塵防制工作績效。

卑南溪河口冬季砂塵揚起之原因主要於該季節東北季風強烈，且冬季適逢卑南溪枯水季節，故溪中主深槽部份河床砂石裸露且河床兩旁砂石場及裸露地多，亦是導致揚塵捲起之原因。

臺東縣政府為解決民眾遭卑南溪風砂危害，於 93 年成立防砂推動小組，經由防砂聯合推動小組之運作，相關單位陸續採取包含綠覆蓋、水覆蓋、蓆覆蓋、稻草覆蓋、防風林、噴水水幕及開放非防汛期短期農作等措施。本計畫係以時間序列圖之方式呈現歷年各單位投入卑南溪揚塵防制之

作為如下圖所示；臺東由事件日中 PM₁₀ 最大值來看，以由 98 年 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 降至 108 年 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，事件日也由 98 年 31 日降到 108 年 2 日。關山由事件日中 PM₁₀ 最大值來看，以由 98 年 955 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 降至 108 年 277 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，事件日也由 98 年 14 日降到 108 年 4 日。

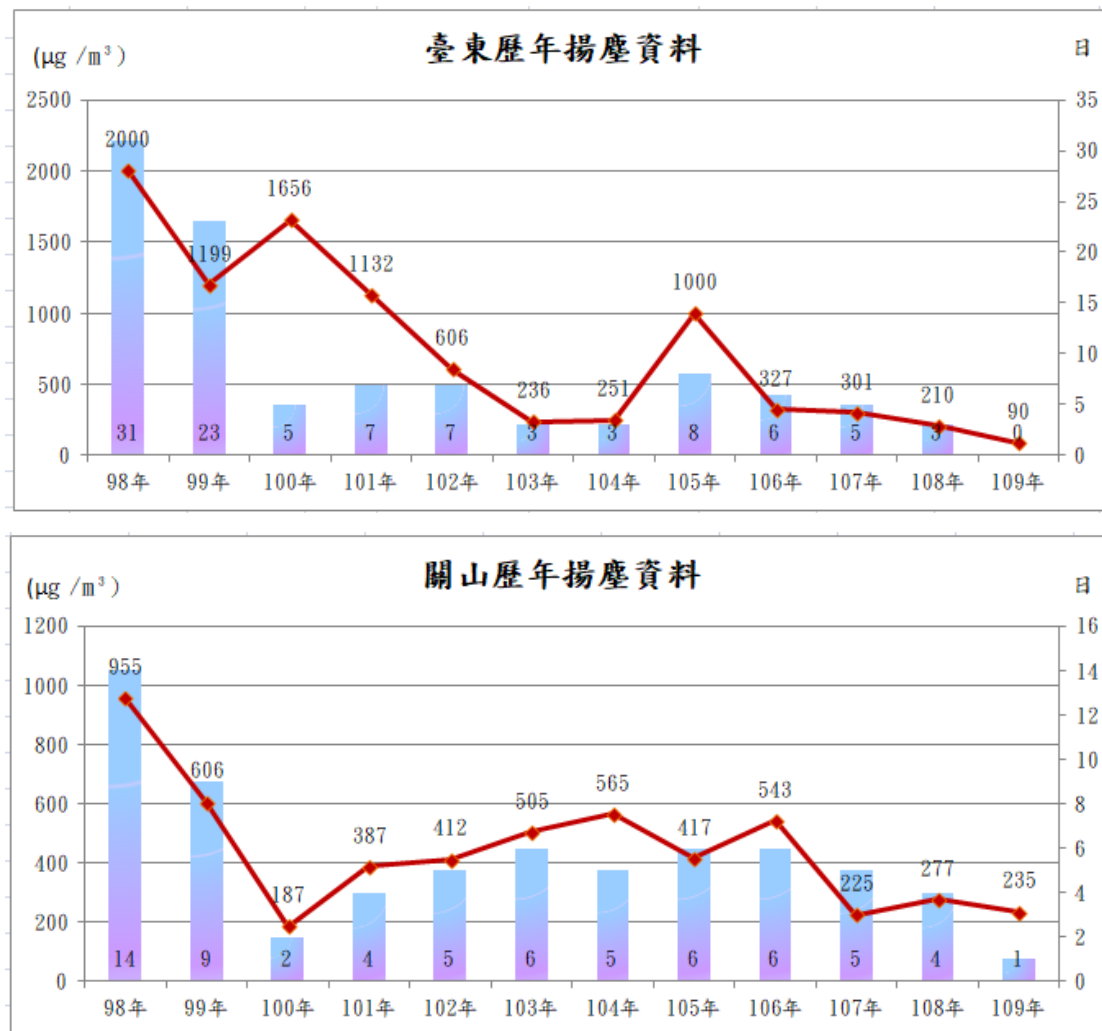


圖 17 卑南溪歷年揚塵事件統計示意圖

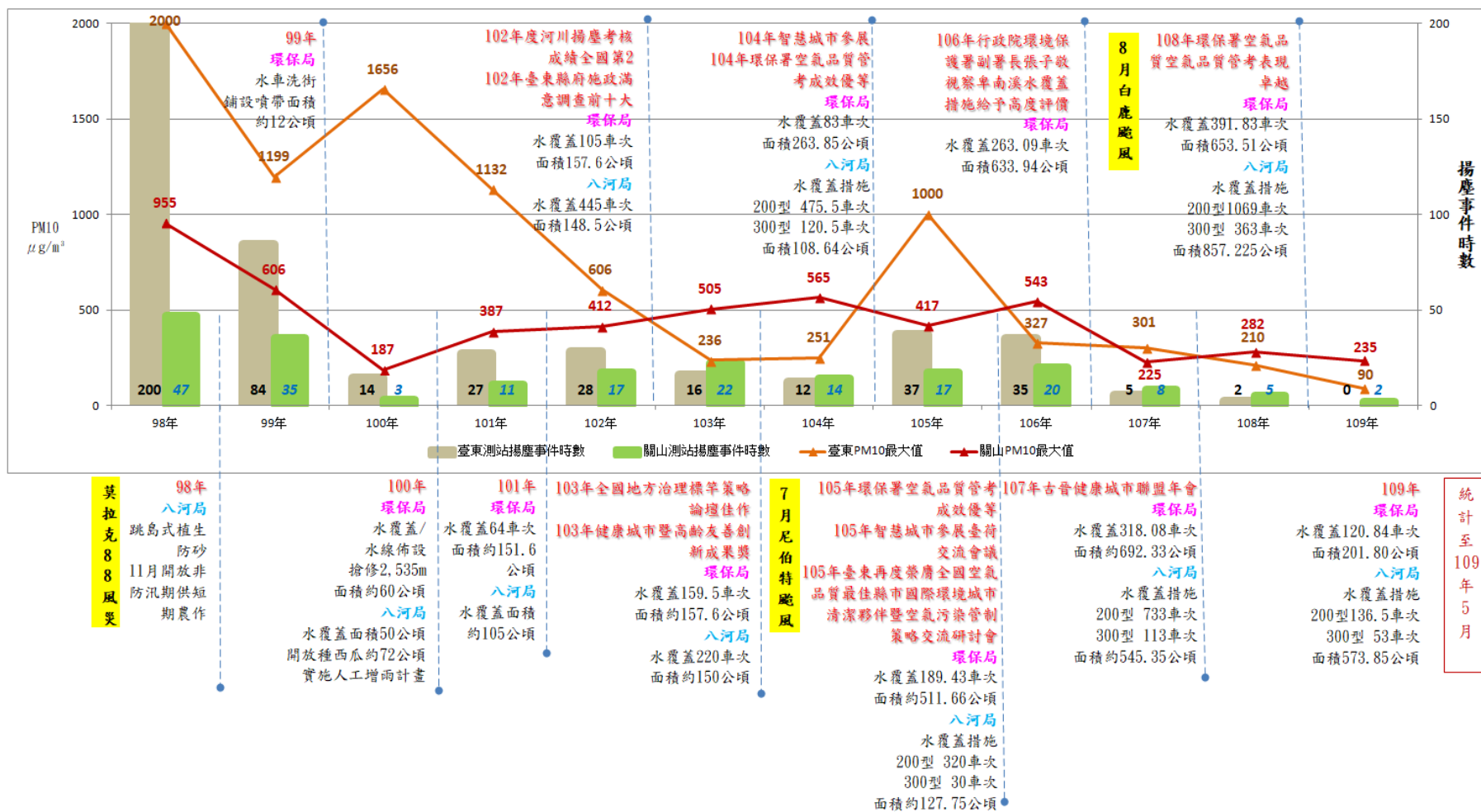


圖 18 歷年卑南溪河川揚塵防制作業說明時間序列示意圖

(六) 河川揚塵環境清理作業

環境清理作業時間為 108 年 10 月 1 日開始，此期間為東北季風盛行季節，針對易受河川揚塵影響區域執行清理作業，執行總目標車次為 80 車次。統計至 109 年 6 月 10 日止，共執行 96.5 車次，洗灑總公里數為 8,641.9 公里，TSP 及 PM₁₀ 之總削減量分別為 119.26 公噸及 22.48 公噸，計畫目標達成率為 100%。統計 108 年 1 月至 12 月與臺東環保局洗街車合計洗灑 14,658 公里，PM₁₀ 及 TSP 之總削減量分別為 38.11 公噸及 202.28 公噸。彙整執行成果如表及附錄 13 所示。

表 10 環境清理作業成果彙整

工作期程		委辦				環保局	削減量 (公噸)	
		完成車 (次)	計畫目標達 成率 (%)	完成 總時間 (小時)	洗街長度 (公里)	洗街長度 (公里)	TSP	PM ₁₀
年	月							
108	1	-	-	-	-	1113	3.6	19.3
	2	-	-	-	-	773	2.	10.7
	3	-	-	-	-	883	2.3	12.2
	4	-	-	-	-	665	1.7	9.2
	5	-	-	-	-	315	0.8	4.4
	6	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	888	2.3	12.3
	9	-	-	20	145	1218	18.8	3.5
	10	17.5	21.9	140	1433	1095	34.9	6.6
	11	18	22.5	144	1763.8	31	24.8	4.7
	12	17	21.3	136	1672.1	32	23.5	4.4
109	1	15.5	19.4	124	1546	12	21.5	4.1
	2	16.5	20.6	132	1250	68	18.2	3.4
	3	12	15	977	895.5	34	12.8	2.4
	4	-	-	-	-	59	0.8	0.2
	5	-	-	-	-	83	1.1	0.2
總和		96.5	100	1673	8705.5	7269	169.2	97.6

(七) 河川揚塵防制政策推動及策略聯合團隊建構作業

1. 區域聯繫會議辦理

(1) 第一次卑南溪揚塵防制區域聯繫會議

第一次卑南溪揚塵防制區域聯繫會議暨跨局處會議已於108年9月11日下午14點進行辦理，主要會議對象為臺東縣環境保護局（主辦單位）、經濟部水利署第八河川局、臺東縣消防局、臺東縣警察局、臺東縣衛生局、臺東縣政府建設處、臺東縣政府農業處、臺東縣國際發展及計畫處、臺東縣政府教育處、財政部國有財產署南區分署臺東辦事處、行政院農業委員會林務局臺東林區管理處、臺東農田水利會、臺東市公所、關山鎮公所、池上鄉公所、鹿野鄉公所、卑南鄉公所及富聯工程顧問股份有限公司（協辦單位），各與會單位針對實際辦理狀況進行說明，並針對相關議題進行討論，如圖第一次聯繫會議之照片。



圖 19 第一次區域聯繫會議（108/09/01）

第一次聯繫會議暨跨局處會議綜合討論後，由主席針對各單位建議後列舉綜合應注意事項，並統一辦理，說明如下：

■ 主席結論

請各單位協助下載及測試預警APP—揚塵一把罩以及確認懸浮微粒物質災害標準作業程序聯絡資料。

後續若遇到旱季，協請三方（八河局、農田水利會、環保局）討論水源調配時間。

河床若不進行疏濬作業，河床淤積逐年增加，裸露地面積亦逐年增加，下游施作難度將上升。在河川管理政策上，請八河局再行考量。因為環保局負責區段T1、T2影響市區最嚴重。針對1K+800處引水問題，在不妨礙八河局土堤施作情況下，水路如何引進，雙方單位再研究討論。

請各單位加入揚塵預警預報line群組，於緊急應變第一時間，做好妥善應變。

(2) 第二次卑南溪揚塵防制區域聯繫會議

第二次卑南溪揚塵防制區域聯繫會議暨跨局處會議已於109年1月21日上午10點進行辦理，主要會議對象為臺東縣環境保護局（主辦單位）、經濟部水利署第八河川局、臺東縣消防局、臺東縣警察局、臺東縣衛生局、臺東縣政府建設處、臺東縣政府教育處、臺東縣政府

農業處、臺東縣國際發展及計畫處、行政院農業委員會林務局臺東林區管理處、臺東農田水利會、臺東市公所、卑南鄉公所、鹿野鄉公所、關山鎮公所、池上鎮公所、本局空氣操音防制科及富聯工程顧問股份有限公司（協辦單位），各與會單位針對實際辦理狀況進行說明，並針對相關議題進行討論與建議，如圖第一次聯繫會議之照片。



圖 20 第二次區域聯繫會議（109/01/21）

第二次聯繫會議暨跨局處會議綜合討論後，由主席針對各單位建議後列舉綜合應注意事項，並統一辦理，說明如下：

■主席結論

業務科於過完年應先詢問署內是否有經費編列進行防風林及綠覆蓋相關經費，並向臺東林區管理處及臺東縣政府林務科請教相關造林技術。防風林種植業務應由環保局、第八河川局以及臺東林區管理處三方相互協調配合。

局長建議相關單位未來審查卑南溪河床工程時，應納入揚塵防制相關作為。

請臺東縣政府建設處應注意縣管河川之揚塵問題。

請各單位注意揚塵預警預報 line 群組人員是否有異動，能於緊急應變第一時間，做好妥善應變。

(3) 第三次卑南溪揚塵防制區域聯繫會議

第三次卑南溪揚塵防制區域聯繫會議暨跨局處會議已於 109 年 4 月 30 日上午 10 點半進行辦理，主要會議對象為臺東縣環境保護局（主辦單位）、經濟部水利署第八河川局、臺東農田水利會、本局空氣操音防制科及富聯工程顧問股份有限公司（協辦單位），各與會單位針對實際辦理狀況進行說明，並針對相關議題進行討論與建議，如圖第一次聯繫會議之照片。



圖 21 第三次區域聯繫會議（109/04/30）

第三次聯繫會議暨跨局處會議綜合討論後，由主席針對各單位建議後列舉綜合應注意事項，並統一辦理，說明如下：

■主席結論

建議以火車站、利吉惡地區及山里溪附近較有民眾居住的區域優先加強水覆蓋施作。

此階段之用水協調相當重要，請各單位密切配合。

建議針對新技術在多蒐集其他縣市資料，以提高成功率。

2. 河川揚塵防制相關教育訓練

(1) 河川揚塵防制內部教育訓練

109年6月9日止，已完成2場次教育訓練之辦理，相關辦理期程及辦理成果如表及圖所示。

第一季內部教育訓練於109年1月8日邀請賴永成老師進行「新聞稿撰寫」教育訓練，講師賴永成透過此次教育訓練教授計畫人員如何寫出出色又能製造話題的新聞稿，掌握新聞稿的架構與脈絡，學會寫出亮眼又有效的文稿。

第三季內部教育訓練於109年6月9日邀請曾俊傑老師進行「建構韌性城鄉的挑戰_颱風對臺東的危害與因應」教育訓練，講師曾俊傑透過此次教育訓練教授計畫人員了解災害防救機制中組織運作、經費編列、風險評估及災後重建等，並以臺東市為例，建立好防災意識，了解可能發生災難的原因，定期演練與防範，以便實際發生災難時，能夠作好應變，降低可能發生的危害。

(2) 河川揚塵巡守隊教育訓練

第一場利吉巡守隊教育訓練於108年12月09日辦理完成，於利吉活動中心辦理空拍機教育訓練，使巡守隊志工在未來能利用空拍機收集卑南溪裸露地現況，即時掌握揚塵好發潛勢區域，供後續執行相關防制措施。

第二場關山巡守隊教育訓練於109年6月4日辦理完成，於關山里瓏活動中心辦理教育訓練，使巡守隊志工再未來能協助不定時巡查河川裸露地，主要為加強揚塵潛勢區巡查，以利迅速進行通報及紀錄，藉由即時回報資訊，加強河川揚塵應變之時效性。



圖 21 教育訓練辦理成果 (109/01/08)



圖 22 教育訓練辦理成果 (109/06/09)



圖 23 教育訓練辦理成果 (108/12/09)



圖 24 關山揚塵巡守隊教育訓練辦理成果 (109/06/04)

3. 河川揚塵防制宣導會

(1) 宣導品購置

針對揚塵防護宣導品之購置主要以環保、節能或可重複使用為主要考量，並購置宣導品 800 份，於宣導說明會或相關宣導活動進行發放，使參加民眾有參與感及揚塵防制作基礎之認識。宣導品購置明細如表所示。

表 11 宣導品購置明細表

	宣導品	數量	照片
1	沐浴旅行組	100	
2	卡卡吸管	200	
3	可愛造型除塵揮	100	
4	可愛造型除塵揮	100	
5	乾濕兩用除塵手套	400	

6	液壓刷	150	
7	筆記本	150	
	合計	1,200	

(2) 宣導說明會辦理

本計畫規劃辦理宣導對象包括學校師生、一般社區民眾以及受揚塵影響甚大之臺東里民，主要著重讓學校師生及民眾了解河川揚塵之身心財物影響、防護措施、政府作為及激發共同參與之熱情，並藉此宣導風砂揚塵之相關知識及對風砂揚塵如何自我防護之概念。宣導會中除卑南溪河川揚塵相關知識介紹之外，並透過問卷調查藉以分析宣導作業、政府作為及揚塵防制之成效，加深宣導內容之吸收（為避免浪費紙張將推行使用電子問卷，如圖，提升民眾滿意度以及對於後續揚塵防制上之建議與回饋，故後續將以河川揚塵防制教育宣導為執行的重點項目，亦可作為後續污染防制。



圖 25 電子問卷 QR code

第一場次於 108 年 9 月 25 日假新園國民小學（臺東縣臺東市新園里新園路 88 號）辦理完成，現場參於宣導師生人數達 49 人；第二場次於 108 年 10 月 30 日假復興國民小學（臺東縣臺東市鐵花路 87 巷 55 號）辦理，現場參於宣導師生人數達 100 人；第三場次於 108 年 10 月 6 日假四維活動中心（臺東縣臺東市博愛路 19 號）辦理完成，現場參與師生及社區民眾達 128 人；第四場次於 108 年 11 月 30 日假東海國民小學（臺東縣臺東市長沙街 329 號）本次宣導會配合東海國小運動會辦理，現場參於宣導師生人數達 120 人；第五場次於 109 年 3 月 7 日假臺東森林公園辦理，現場參於宣導人數達 194 人；各場活動中皆介紹並說明揚塵防制工法現階段之成果，另推廣民眾認識「臺

東縣環境保護局」臉書 (facebook) 粉絲專頁，期許未來透過粉絲專頁宣導最新訊息，「臺東縣環境保護局」臉書粉絲專頁網址 QR code 如圖。



圖 26 「臺東縣環境保護局」臉書粉絲專頁 QR code

相關宣導活動場次資料如表所示，皆依環保低碳活動標章規範辦理，其辦理成效良好，藉由問卷調查分析了解到揚塵改善之情況，其問卷調查資料統計後以圓餅圖方式呈現其分析結果，意見彙整後據以分析之成效，相關成果檢附於附錄 14。

表 12 宣導活動場次及低碳活動標章

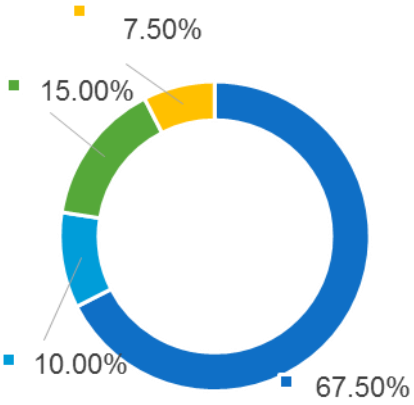
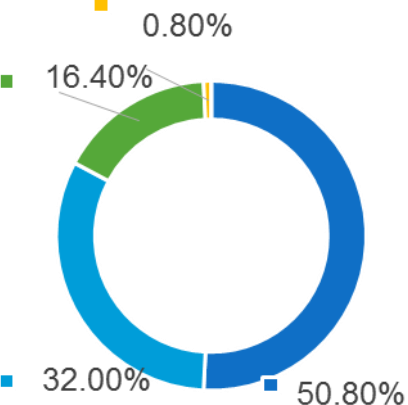
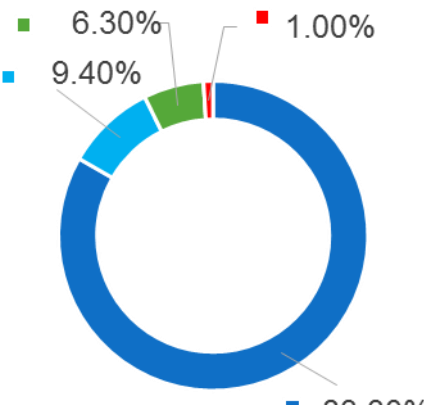
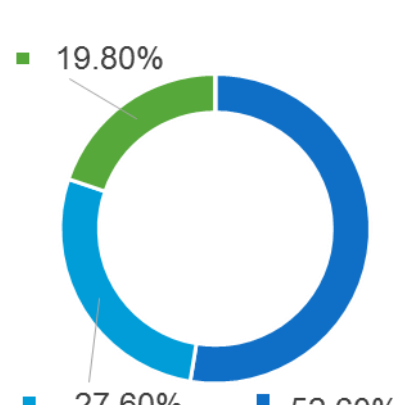
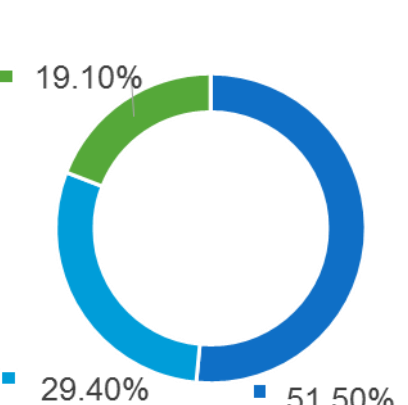
場次	日期	主辦/協辦單位	地點/人數
1	108/9/25	臺東縣環境保護局 富聯工程顧問股份有限公司	新園國小/ 49 人;問卷回收 40 份
2	108/10/06	臺東縣環境保護局 富聯工程顧問股份有限公司	四維社區/ 128 人;問卷回收 128 份
3	108/10/30	臺東縣環境保護局 富聯工程顧問股份有限公司	臺東縣復興國民小學/100 人; 問卷回收 96 份
4	108/11/30	臺東縣環境保護局 富聯工程顧問股份有限公司	臺東縣東海國民小學/137 人; 問卷回收 116 份
5	109/03/07	臺東縣環境保護局 富聯工程顧問股份有限公司	臺東森林公園/194 人;問卷 回收 194 份

本計畫所辦理的宣導會參與總人數達 608 人，綜合以上場次宣導活動回收問卷數量為 574 份，透過宣導活動時發放問卷調查宣導活動之成效，並針對參與宣導民眾資料進行統計；統計結果皆如表所示，宣導會之成果照片皆如圖所呈現。

彙整本計畫所辦理宣導會參與總人數達 608 人，綜合以上 5 場次

宣導活動回收問卷數量為 574 份，透過宣導活動時發放問卷調查宣導活動之成效，整體滿意度為 92.5%~100%，如表所示。

表 13 宣導活動問卷調查分析

第一場：滿意度 92.5%	第二場：滿意度 99.2%	第三場：滿意度 99%
 <p>7.50%</p> <p>15.00%</p> <p>10.00%</p> <p>67.50%</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 非常滿意 ■ 很滿意 ■ 滿意 ■ 不滿意 ■ 非常不滿意 	 <p>0.80%</p> <p>16.40%</p> <p>32.00%</p> <p>50.80%</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 非常滿意 ■ 很滿意 ■ 滿意 ■ 不滿意 ■ 非常不滿意 	 <p>6.30%</p> <p>9.40%</p> <p>1.00%</p> <p>83.30%</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 非常滿意 ■ 很滿意 ■ 滿意 ■ 不滿意 ■ 非常不滿意
第四場：滿意度 100%	第五場：滿意度 100%	
 <p>19.80%</p> <p>27.60%</p> <p>52.60%</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 非常滿意 ■ 很滿意 ■ 滿意 ■ 不滿意 ■ 非常不滿意 	 <p>19.10%</p> <p>29.40%</p> <p>51.50%</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 非常滿意 ■ 很滿意 ■ 滿意 ■ 不滿意 ■ 非常不滿意 	

4. 廣設 LED 顯示器（電子看板）

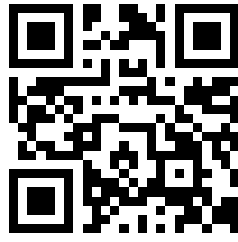


圖 26 臺東縣卑南溪河川揚塵防制資訊網

計畫建置之 LED 顯示器網站為 <http://taitung-PM10.com/>，為方便民眾記憶與使用，於 108 年度修正為較方便記憶的臺東「taitung」及 10 微米懸浮微粒「PM₁₀」之英文，本系統 24 小時連結氣象局資訊及運用預報系統顯示揚塵即時及預警燈號資訊，截至目前為止，共放置於臺東市民眾往來頻繁之公務機關或風景點。

為維持功能正常，每週派員現場巡視 1 次確認機關建置之 10 處 LED 顯示器（電子看板）功能正常（現場巡視每月至少 1 次），並維持網路連線正常運作；並持續更新電子看板顯示畫面，看板上可進行政令文字、影像宣導，教導民眾揚塵防制及防護等方法，藉以提高宣導成效，俾利提升民眾有感程度（可用電子問卷）。

本計畫後續將觀測卑南溪流域沿岸的揚塵觀測資料，全部儲存於隸屬於 AWS 中的網路線上儲存服務的亞馬遜簡易儲存服務（Amazon Simple Storage Service, Amazon S3），並編寫至 MongoDB 資料庫中進行標準化，隨後可藉由本計畫規劃的 WR API（Application programming interface, 應用程式介面）提供即時的資料串流服務並顯示於監測網頁上，樣式與模板將以環保局及時間測看板為藍本進行優化，並因應需求進行必要之調整。

過去看板資訊僅於 105 年度針對看板資訊內容進行調整，本計畫進行版面調整，如圖所示，並依環保局實際需求調整網面資訊以提升整體宣導成效，並重新評估目前看板設置位置是否有管理不佳或宣導成效不彰，待重新評估整體宣導成效後，經環保局同意再另作遷移調整，以達到最佳宣導效益。

臺東縣現行已建置之電子看板，主要係結合簡易氣象站、懸浮微粒自動分析儀器等相關監測資訊，以及相關揚塵防制、宣導、施政等成果，以提供民眾及遊客空氣品質即時資訊，針對已設置之電子看板進行維護更新，目前設置位置包括臺東衛生所、臺東縣民服務中心、森林公園入口處、臺東縣政府及臺東縣環境保護局、臺灣電力公司臺東營業處、秀泰廣場、臺東轉運站、臺東縣衛生所及臺東榮民醫院共 10 處，如表所示。

Particulate Matter
Concentration PM₁₀ 16
(mg/m³)

Data
Updating Time 15:00

Air Quality Index Good

看見臺東
Seeing Taitung

關心臺東大小事
歡迎訂閱「看見臺東」電子報！

詳情請洽新聞傳播科 089-347306
<http://goo.gl/AB3ccD>

Taitung County WEATHER

Wind Speed	2.8 m/s	 32.3°C
Wind Direction	E	
Humidity	77 %	

Dust Emission Forecast
for the next 24 hours

TAITUNG
●

GUANSHAN
●

No Effect
Mild Effect
Major Effect
Serious Effect

2020/07/12 Sun 16:03 Current Time

臺東縣卑南溪出海口

圖 27 電子看板頁面

表 14 10 處電子看板位置及設置原因

<p>衛生局-辦理醫療相關業務民眾</p> 	<p>森林公園-熱門著名景點公園</p> 
<p>臺東轉運站-公車客運起點站</p> 	<p>臺東衛生所-市區就醫民眾多</p> 
<p>台電公司-辦理用電相關業務民眾</p> 	<p>臺東秀泰影城-臺東著名電影購物城</p> 
<p>臺東縣政府-辦理公務民眾多</p> 	<p>臺東榮民醫院-就醫民眾多</p> 
<p>縣民服務中心-縣府綜合業務窗口</p> 	<p>環保局-辦理環保相關業務</p> 
	

5. 主動發布新聞稿

為廣宣民眾揚塵資訊，每月定期發佈新聞稿至少 1 則，內容為本計畫業務相關及節能減碳等類型之文章、知識、好康等訊息，並於縣府新聞專欄或機關社群網站（如臉書或臺東縣政府 APP TTPush 等）或綠網部落格中發佈，附錄 15 為 FB 新聞稿圖片。

(八) 成本合理性

河川揚塵逸散問題非近年才發生，因為受到極端氣候影響，且隨著民眾對生活品

質的要求提高，逐漸為國人所重視，成為政府單位所面臨的新課題。河川揚塵好發於每年10月至隔年4月期間，卑南溪河床受到東北季風吹拂，裸露地之細砂顆粒隨風飛揚，加上部分農民種植翻土，使揚塵逸散情況加劇。台灣河川裸露地揚塵現象較為嚴重者，包含濁水溪、卑南溪、大安溪、大甲溪、烏溪、蘭陽溪、花蓮溪、秀姑巒溪及高屏溪等。

河川揚塵逸散問題最早始於2002年，臺東縣政府於當年成立跨單位之防砂推動小組，環境保護署則於2007年成立跨部會專案小組，定期邀請相關單位召開「濁水溪裸露河床揚塵防制方案及改善」專案會議。八八水災過後，河床裸露地面積倍增，會議討論內容擴大為「河川揚塵改善及防制推動」。中央及地方各權責單位，所執行之各項河川揚塵抑制措施彙整如表。整體來說，各種實施於河床之揚塵抑制方法皆有成效，但也可能面臨汛期後遭到沖毀之問題。

其中水覆蓋係以履帶式挖掘機就地挖取溪底砂石堆砌築堤擋水而成，成本較低，雖然大雨沖刷後仍會損毀，但不需重新購置耗材，天候良好即可再施工，經費較節省且工時較短。當卑南溪河床過於乾燥，而使揚塵逸散風險提高或有揚塵事件發生時，會以噴水方式增加地表濕潤度，另外第八河川局受理租借種植西瓜作物於高灘地之作法，同樣有幫助降低風飛砂之作用性。

河川揚塵防制法令及政策方面，各權責單位亦在「河川揚塵改善及防制推動」專案會議下，進行成果檢視與討論，如林務局保安林復育計畫、河川局河川工（私）地使用（種植）許可書，增列許可使用人應遵行之揚塵防制條款、防風林建置與補植計畫及環保署「河川揚塵防制及改善推動方案」等。

揚塵問題原屬自然現象，亦無法杜絕，政府秉持改善民眾生活品質之信念，持續且積極防治改善揚塵逸散問題，相關單位也不斷推動河川揚塵防制及改善推動計畫，冀望能逐步有效地抑制揚塵逸散之情形，藉此提高民眾生活品質及維護身體康。

表 15 河川揚塵抑制措施統整

工法種類	適作區域	效益評估
植生配合 稻草蓆覆蓋	遠離行水區，不易被水沖走處。	可抑制揚塵，稻草腐爛可提供植物良好的植生環境。
水覆蓋	下游建置攔水壩（低壩）使河水漫淹上游河床。	抑制揚塵亦可增加水棲生物棲地。
護甲覆蓋	適合底層有大粒徑卵塊石之區位。	卵礫石覆蓋可抑止揚塵產生。
佈設水線	需大量抽地下水，宜在地下水資源豐沛之區位施作。	抽（灑）水使風砂含水，增加重量，降低逸散能力，防止風砂揚起。
跳島式植生 草帶	河床裸地上構築防風網，達定砂兼營造植生自然入侵的環境。	防風網為攔砂之主要措施，定砂後導入植生，可兼防風定砂之效果。
植生防風牆	堤前及堤表面上。	增加表面糙度，降低風速，增加阻砂面積。
植生緩衝帶	農地適當區位配置。	作為種源供下風處自然下種。
生物聚合物 （三仙膠）	河床裸露地。	利用其膠結、無毒及自然分解等功能達到定砂效果。
平鋪式 防塵網鋪設	較小範圍之河床裸露地，遠離行水區，不易被水沖走處。	指以網狀材料製作，覆蓋於河床裸露地表面，防止強風吹拂河床裸露地表面而揚起砂塵。

下表為國內各種揚塵防制工法之優缺點及經費配置說明，其中防風林維持效果最長，約達十年以上，前期栽種需耗費較長時間，可先列為長期目標，再搭配其他措施共同執行；三仙膠成本最低，但持久性不到一個月，多用於進行綠覆蓋作業時，幫助種籽附著溪床使用；覆蓋防塵布阻滯率最高，適用於小範圍，且須遠離行水區域；水覆蓋工法阻滯率雖亦偏高，但成本相較其他工法而言偏低，災害發生前便於撤離，減少設備損失，且可立即於災後進行搶修，降低揚塵逸散之風險。

臺灣富有各種地形及氣候類型，如枯水期河川水量漸減，使得河床裸露地增加，若加上強烈季風即容易揚起砂塵，而砂源多落於行水區，即使執行防制工法，但經洪氾肆虐後，往往又造成嚴重損毀，故河川治理需進行通盤考量。一旦水土保持之源頭得到改善，再加上中長期之防風林種植等規劃，抑或是短期適宜現地之工法施作，相信會有良好之揚塵防制改善成效。

表 16 揚塵防制工法經費配置表

方法	說明	優點	缺點	持久性	阻滯率 (%)	成本
稻草蓆覆蓋配合植生法	利用編織之稻草蓆覆蓋防止風砂揚起，上層進行植生定砂	材料成本低且易取得	經不起大水沖刷，破壞後堆積造成環境二次污染	使用至被洪水沖刷走，無固定之時長	77	227 (千元/公頃)
堆砂籬配合林投、馬鞍藤	利用竹籬於河床築起垂直東北季風之高籬，以阻擋風砂並配合林投、馬鞍藤定砂	材料成本低且易取得，可持續加高以利固定河道	經不起大水沖刷	有被洪水沖走及破壞之虞	-	250 (千元/公里)
跳島式植生法	利用攔砂網以跳島方式進行攔砂並配合植生	成本低廉可重複使用	對於揚起之風砂阻擋能力有限	可重複使用，唯有被洪水沖走及破壞之虞	-	85 (千元/公頃)
噴灑化學藥劑	利用化學藥劑之黏滯性增加表土細小顆粒之凝聚使揚塵不易產生	控制效率高且較穩定	施工需要技巧、土質易改變且有時效性	約 3 至 4 個月	77-80	10 (千元/公頃)
委外灑水	委託外包廠商於風速超過揚塵機制設定時前往河床灑水	不受天災之破壞，亦可增加就業機會	需要較多之人力及可靠水源	視需要進行噴灑，可持續進行	-	1500 (千元/年)
穿孔管噴水灌溉配合培地茅	利用穿孔管於裸露地進行抽水灌溉，配合培地茅之施作	成本低，收放方便，亦可重複使用	需較多人力來管理穿孔管，並需可靠水源	依需求持續噴灑，恐被洪水沖刷	>80	150 (千元/公頃)
噴水槍	於左右岸架設噴水槍，增加空氣濕度，降低揚塵飛行距離	可隨風向飄散，風越大飛行距離越遠	價格昂貴，易受風速風向等天候因素影響	屬長久性設施，亦若系統無損毀可永續噴灑	-	30 萬/ 支

表 16 揚塵防制工法經費配置表 (續)

方法	說明	優點	缺點	持久性	阻滯率 (%)	成本
滯洪沉砂池配合水覆蓋	利用攔砂壩、沉砂池工程加大河水覆蓋於河床的覆蓋率	攔住之水源可運用、淤泥亦可變賣	容易受洪災破壞	屬臨時措施，受洪水影響甚劇	> 80	500 (千元/公頃)
河床護甲化	將河床下之卵石或顆粒大之礫石翻上河床，使泥砂於下方	材料取得方便，成本亦不高	容易受洪災破壞	屬臨時措施，受洪水影響甚劇	70	150 (千元/公頃)
防風網(牆)配合高莖植物	大提上架設防風網(牆)攔截風砂，網前施作高莖作物定砂	不僅防風，亦可攔砂	當風速過大時易遭摧毀	屬長久性設施，唯有被強風摧毀之虞	> 80	20 (千元/公里)
擴大防風林於大提及疏洪道路種植木麻黃	擴大原黑森林處之防風林	防風砂具有永續性	無法立即發揮防風砂之效果	屬長久性設施	-	1850 (千元/公頃)
開放開墾	在適合前提下開放乾季行水予於農民開墾	作物可定砂，農民灌溉亦可發揮定砂作用	施肥易引來蒼蠅影響環境，水源受肥料之影響	屬臨時措施，受洪水影響甚劇	-	無
邊坡基腳防護工(擋土牆及打樁編柵)	對於利吉惡地邊坡之整治，減少邊坡帶來之泥砂	可有效減緩利吉惡地所帶來之泥砂	價格高、施工需技術，對颱風大水亦較無抵抗能力	短期工程	-	擋土牆 1500 (千元/公里)、打樁編織 800(千元/公頃)

表 17 中央管理河川揚塵防制工法費用評估

工法分類	工法名稱	單位	適用灘地與條件	可能造成損壞失效原因	估計期限 (由時空條件決定)	平均單價 (純工料費)
綠覆蓋	現地植生 (扦插或噴草籽)	公頃	低中灘地	汛期洪水	8 個月以上	39,500
	保育林 (含圍籬)	公頃	中高灘地	15 m/s 以上風速	10 年以上	287,200
水覆蓋	攔水土堤	公里	基流區與低灘地	汛期洪水	6 個月以上	142,000
	蓄水池塘	公頃	基流區與低灘地	汛期洪水	6 個月以上	40,000
	葉脈式引水漫灘	公頃	低灘地	汛期洪水	6 個月以上	84,950
	梯田式引水覆蓋	公頃	低灘地	汛期洪水	6 個月以上	36,804
	漫流水路	公頃	低灘地	汛期洪水	6 個月以上	34,112
	導水路	公頃	低灘地	汛期洪水	6 個月以上	34,112
其他	河道整理或疏濬	公頃	基流區與低灘地	汛期洪水	6 個月以上	317,090
	扦插稻草 (或草格固砂)	公頃	低中高灘地	汛期洪水 飛砂掩埋 自然分解 10 m/s 以上 風速	3 個月以上	20,000
	平鋪式稻草蓆	公頃	低中高灘地	汛期洪水 飛砂掩埋 自然分解	3 個月以上	20,865
	現地灑水管線佈設	公里	低中高灘地	汛期洪水 設備故障	6 個月以上	182,000
	人工操作灑水管線灑水	日	低中高灘地	無	無限制	1,900
	噴槍自動噴灑系統	組	高灘地	設備故障	2 年以上	95,995
	噴灑土壤穩定劑	公頃	低中高灘地	汛期洪水 飛砂掩埋	1 年以上	9,668
	水車灑水	車次	低中高灘地	無	無限制	5,888

註：資料來源為水利署所屬各河川局（第一、三、四、八、九局）歷年揚塵防制工程單價分析表。

六、永續性及擴散性

(一) 提出檢討與具體改善策略

1. 氣候變遷議題

臺東縣由於地形、流域特性、氣候變遷、水資源調配、集水區管理和河川地墾殖開發等之影響，造成卑南溪部分河川基流量銳減，加上地震後河床上升，下游河床裸露地增加，尤以近年全球暖化及氣候變遷導致短延時強降雨頻率遽增，颱風型態多為強颱及帶來大量暴雨，每每河川上游都沖刷下大量的土石，秋冬季適逢東北季風吹拂，導致河川揚塵發生率上升。依空氣品質監測的統計，各月份發生揚塵事件日數顯示，主要是發生於每年 10 月至翌年 4 月間，除造成下風處周遭民眾生活品質低落及諸多不便外，更可能影響其身心健康。

根據研究文獻指出，造成河川揚塵的可能原因，除了長期大自然環境變遷因素之外，當冬季東北季風強烈，適逢枯水期，部分河床砂石裸露，以及農民申請使用河川公（私）有土地期間，於休耕、種植翻土時段，如未確實做好抑制揚塵工作，也可能產生河川揚塵。

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

2. 目標

由於河川揚塵為臺東縣河川流域已普遍存在的現象，本縣為降低河川揚塵對居民生活品質的衝擊，遠自 2007 年 11 月起，配合中央環保署、水利署、林務局推動之「河川揚塵防制及推動改善方案」，歷年來進行相關改善及研究工作，積極解決河川揚塵的問題，達成目標及效益如下：

- (1) 執行中央及地方相關法規。
- (2) 配合中央單位政策執行揚塵改善執行方案。
- (3) 建立及持續滾動修正在地化河川揚塵預警及通報機制。
- (4) 配合中央環保署、營建署及農委會林務局營造在地河川綠色生態示範廊道。
- (5) 持續因應氣候變遷調適作為，宣導民眾防制揚塵知識教育及辦理擴大宣導活動。
- (6) 每年定期執行空氣品質監測、督導及修正防制作為。

3. 策略

推動工作主要採「法規建置」、「制度建立」、「防塵措施」、「教育宣導」及「監測督導」等四大項減量策略。

- (1) 配合中央各相關部會依其職掌及權責所訂（修）定揚塵防制策略及河川揚塵改善計畫，並透過地方各局處管理機制，要求許可使用人遵守機制，以降低揚塵改善的社會成本。

- (2) 持續執行揚塵改善工法，選擇影響最嚴重的河段優先辦理，並研商河川管理機關於河川公(私)有地使用許可書增列要求許可使用人進行相關揚塵防制措施等規範。
 - (3) 建立在地預警制度及監測查核機制，揚塵來臨前3日透過村、里及學校通報系統，預先告知許可使用人或水利單位，利用既有的灌溉設施，進行噴水或其他有效措施等，並發佈訊息通知民眾採取必要預防措施。
 - (4) 於揚塵嚴重區域，進行環境清理、加強洗掃街道等減揚塵措施，長期派員實地巡查，隨時掌控揚塵最新情況，並辦理河川揚塵防護及應變措施說明會，以減輕揚塵對當地居民造成的危害。
 - (5) 配合空氣品質監測，評估河川揚塵改善計畫推展後實際效益。
- (二) 提供輔導、管考策略或機制

本計畫進行卑南溪各河段裸露狀況調查及全面清查揚塵潛勢區，並依裸露地現況掌握及防制策略研擬、工作成果、創新作法等之改善進行分析，除每月進行工作會議檢討進度外，並依據行政院環境保護署空氣品質考核制度檢討本計畫污染物減量及相關成效檢討分析。

本計畫涉及水利單位、林務單位及環保單位分工如下：

- (1) 環保局：
 - A. 召開跨域河川揚塵防制及改善工作會議。
 - B. 制定各項管考文件格式，彙整所提報本計畫之執行狀況、工作進度、經費執行情形等資料，並管考、掌控揚塵防制改善進度。
 - C. 調查評估轄境內河川揚塵嚴重裸露地面積。
 - D. 依任務分工，執行河川嚴重裸露地揚塵防制及改善相關措施。
- (2) 水利單位（八河局、農田水利會、建設處水利科）：
 - A. 每年汛期前後調查河床裸露地及空拍，掌控河川揚塵潛在區位及面積，據以推動各項工作執行區域，並視執行成果，檢討修正後續工作。
 - B. 減少河川許可使用範圍，避免河川地不當人為土地利用，並透過植生方法，逐年增加植生覆蓋面積，以減少枯水期河川裸露地及揚塵。
 - C. 維持河川基流量，協調取水灌溉水量與環保局及八河局水覆蓋用水量之平衡。
- (3) 林務單位（林務局林管處、農業處林務科）
 - A. 保安林檢討及防風林木培育。
 - B. 持續推動擴大造林綠化面積，並進行防風林缺口補植等作業。
 - C. 持續與八河局合作防風造林抗沙策略，廣植河岸綠覆蓋及防風林，減緩揚塵危害。