

新北市政府

113年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業

委託專業服務案

(標案案號：1130621B)

期末成果報告

(核定版)

國立臺灣海洋大學

中華民國115年4月

摘要

隨著水域遊憩活動需求日益增加，水域管理亟需更多海氣象資料作為評估依據。近年受氣候變遷影響，各地陸續設置浮標以蒐集海氣象數據，例如新北市龍洞漁港、宜蘭縣外澳沙灘及高雄市彌陀海濱遊樂區等海域，皆已建立觀測設備以強化監測與管理效能。新北市政府後續規劃建立完善之淡水沙崙海域資料庫，並持續推動該海域之海象調查作業，以強化環境基礎資料之完整性與應用效益，分析沙崙海域未來適度或有條件開放之水域活動時間、範圍及項目等，提供海岸管理維護之建議對策，達追求地方經濟成長與環境共存之目標。遂委由國立臺灣海洋大學執行「113年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業委託專業服務案」。

本計畫完成沙崙海域四季海象調查及數值模式與現場量測分析，依據現場觀測及數值模擬成果，沙崙海域四季海流皆有流速過快情形，此次調查結果顯示海流有逾50%時間流速大於0.4 m/s，示性波高測得範圍為0.39 m至1.15 m之間，風速主要介在5 m/s至7 m/s之間。數值模式空間分佈顯示，沙崙海域四季近岸流速均大於0.4 m/s，估夏季及秋季之模擬時段30%，冬季及春季則約50%。沙崙海域水域遊憩活動風險依據海洋委員會(2019)「海況因子影響水域遊憩活動程度表」及「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子」進行風險評估。各項水域遊憩活動之主要影響因子多為浪高與流速，各類水域遊憩活動之流速限制顯示，水域活動皆須在流速0.5 m/s以下方能安全進行。為確保水域遊憩活動之安全，風險評估時亦將次要影響因子一併納入考量，並建議在沙崙海域進行水域遊憩活動時，流速應在0.4 m/s以下，以確保從事水域遊憩活動之安全。

本案係依現有資料進行初步評估，基於海域遊憩安全之考量，建議流速耐受度較大的水域遊憩活動四月至十一月期間為中度風險，十二月至年三月期間為高度風險，建議未來於沙崙海域從事水域遊憩活動時，沙灘戲水以海岸邊（最高水位線以內）及潮間帶為主，且水深不宜超過膝蓋，以確保安全。

本案建議未來設置海氣象浮標及即時監測系統，持續累積海氣象資料，作為後續分析與評估之依據，並據以逐步調整水域遊憩風險等級，使沙崙海域之遊憩管理更貼近實際需求。俟完成水域遊憩風險評估及安全管理措施建置後，分階段辦理之風險評估與規劃未來從事水域遊憩活動之策略，有助於水域遊憩活動推動之持續性與整體效益。

目錄

摘要.....	I
目錄.....	II
圖目錄.....	V
表目錄.....	IX
第一章 前言.....	1-1
第一節 計畫緣起.....	1-1
第二節 計畫範圍.....	1-2
第三節 工作項目.....	1-3
壹、海域地形測量.....	1-3
貳、底質調查.....	1-3
參、海流流況調查(含流速與流向).....	1-3
肆、水質調查檢測.....	1-4
伍、數值模式建置.....	1-4
陸、數值模擬參數率定與觀測資料驗證.....	1-4
柒、海象調查成果與數據分析.....	1-4
捌、就調查結果比對分析.....	1-4
玖、海域開放可行性評估之建議.....	1-5
壹拾、海岸環境維護建議.....	1-5
第四節 計畫目標.....	1-5
第二章 工作計畫.....	2-1
第一節 海流流況調查(含流速流向).....	2-2
壹、調查範圍及配置.....	2-2
貳、調查方法說明.....	2-3
第二節 水質調查.....	2-8
壹、調查範圍及配置.....	2-8
貳、海域水質調查作業.....	2-8
第三節 數值模式建置說明.....	2-13
壹、三維斜壓控制方程.....	2-14
貳、紊流閉合模式 (Turbulence closure model).....	2-16
參、Sigma 座標轉換(Sigma Coordinate).....	2-19
肆、邊界條件.....	2-20
第四節 沙崙海域數值模式.....	2-21
壹、海域模式地形與網格設置.....	2-21
貳、海洋模式之初始條件與大氣海洋邊界.....	2-23
參、潮汐模擬.....	2-24
肆、海洋模式運算流程及模擬時程.....	2-25
伍、冬季及春季海域開放可行性評估之建議.....	2-26
第三章 基本資料收集與調查.....	3-1
第一節 環境背景概況.....	3-1

第二節 海象概況	3-3
壹、風力	3-3
貳、波浪	3-5
參、海流	3-35
第三節 法令資料收集	3-36
壹、海岸管理法	3-36
貳、發展觀光條例	3-39
參、水域遊憩活動管理辦法	3-40
肆、海域環境分類及海洋環境品質標準	3-42
伍、海洋委員會訂定水域活動相關規範	3-44
陸、海洋污染防治法	3-44
柒、一級海岸保護區以外特定區位利用管理辦法	3-44
捌、近岸海域及公有自然沙灘獨占性使用管理辦法	3-45
玖、非都市土地使用管制規則	3-46
壹拾、海岸巡防法	3-47
壹拾壹、國土計畫法	3-47
壹拾貳、建築法	3-47
第四節 沙崙海域近年意外事故統計	3-48
第五節 海域遊憩可行性評估原則	3-49
壹、「開放海洋」－海域遊憩活動規劃與管理指引原則(第三版).....	3-49
貳、海況因子影響水域遊憩活動程度表	3-52
參、從事各類水域遊憩活動之風險分級標準	3-54
肆、設置海域遊憩活動告示牌之規範指引	3-55
第六節 國內同性質海域之管理建議	3-56
壹、北部地區	3-56
貳、中部地區	3-61
參、南部地區	3-62
肆、東部地區	3-66
第四章 調查成果	4-1
第一節 海域地形測量	4-1
壹、測量範圍	4-1
貳、控制測量	4-2
參、控制點檢測	4-3
肆、水深地形測量	4-6
伍、水深地形成果	4-9
陸、侵淤變化	4-11
柒、儀器設備	4-12
第二節 海流流況調查(含流速流向)結果	4-14
壹、ADCP 定點觀測	4-14
貳、表面流況觀測	4-40
參、3D 海流掃測	4-48

第三節 海域水質調查檢測	4-73
壹、水質調查分析	4-73
貳、水質調查結果	4-76
參、海域水質比較分析	4-79
第四節 沙崙海域數值模式	4-85
壹、數值模式建置	4-85
貳、數值模式外部驅動力	4-87
參、數值模式在淡水沙崙海域結果	4-89
第五節 數值模擬參數率定與觀測資料驗證	4-97
第六節 海域開放可行性評估之建議	4-101
壹、結果分析	4-101
貳、國內同性質海域之優劣分析	4-103
參、建議從事水域遊憩活動範圍	4-117
第五章 海岸環境維護管理	5-1
第一節 沙崙海域目前現況及後續管理與硬體設備之建議	5-1
壹、沙崙海域目前現況	5-1
貳、沙崙海域後續管理與硬體設備之建議	5-1
第二節 未來調查監測經費	5-6
壹、沙灘遊憩安全監測系統	5-6
貳、浮標即時監測系統	5-8
第六章 結論與建議	6-1
第一節 結論	6-1
壹、評估標準	6-5
貳、遊憩活動評估說明	6-5
第二節 建議	6-13
參考文獻	參-1
附錄一	附-1
附錄二	附-2
附錄三	附-5
附錄四	附-6
附圖一	附-8

圖目錄

圖 1-1 沙崙海域海象調查工作範圍圖(面積約 74 公頃)	1-2
圖 2-1 計畫流程圖	2-1
圖 2-2 定點潮波流測站位置示意圖	2-2
圖 2-3 表面流況與 3D 海流掃測範圍示意圖	2-3
圖 2-4 定點 ADCP 佈置例照及工作照	2-4
圖 2-5 表面流況觀測系統示意圖	2-5
圖 2-6 海流空間掃測原理示意圖	2-6
圖 2-7 海流空間掃測工作照	2-7
圖 2-8 水質檢測採樣點位示意圖	2-8
圖 2-9 海域水質工作流程圖	2-10
圖 2-10 POM 模式發展簡史	2-13
圖 2-11 垂直方向網格示意圖	2-19
圖 2-12 順應海底地形的 Σ 座標	2-22
圖 2-13 規劃之三層海洋數值模式範圍	2-23
圖 2-14 M2 潮之全球分佈	2-24
圖 2-15 海洋模式運算流程圖	2-25
圖 3-1 淡水觀海站 2022 年 3 月至 2025 年 5 月四季風花圖	3-4
圖 3-2 波浪觀測結果各參數之時序列	3-8
圖 3-3 示性波高鬚盒圖	3-9
圖 3-4 限定波高條件下波向週期測得機率	3-10
圖 3-5 限定波高條件下波向週期測得機率(續)	3-11
圖 3-6 示性波高、零上切週期及平均波向發生機率分布	3-17
圖 3-7 示性波高、零上切週期及平均波向發生機率分布(續)	3-18
圖 3-8 示性波高、零上切週期累積機率分布	3-19
圖 3-9 示性波高、零上切週期累積機率分布(續)	3-20
圖 3-10 波高、週期聯合發生機率等值圖	3-30
圖 3-11 波浪與風玫瑰圖	3-31
圖 3-12 波浪與風玫瑰圖(續)	3-32
圖 3-13 波高週期與波向分布針狀圖(續)	3-33
圖 3-14 波高週期與波向分布針狀圖(續)	3-34
圖 3-15 台灣地區沿海海域範圍及海域分類圖	3-43
圖 3-16 淡水沙崙海域近五年事故統計分析	3-48
圖 3-17 海域遊憩活動區域定義	3-50
圖 3-18 海域遊憩活動核心活動區域及足跡之分析圖	3-51
圖 3-19 台東杉原灣警告事項告示牌設計樣式	3-55
圖 4-1 測量範圍示意圖	4-1
圖 4-2 控制點分佈圖	4-2
圖 4-3 GNSS 衛星定位儀器	4-3
圖 4-4 測量工作照	4-5
圖 4-5 水深測量測線規劃圖	4-6

圖 4-6 水深測量實測軌跡	4-7
圖 4-7 水深精度檢核圖	4-8
圖 4-8 水深色階圖	4-9
圖 4-9 淡水沙崙海域地形圖	4-10
圖 4-10 侵淤變化色階圖(110.11~113.08).....	4-11
圖 4-11 海流三軸分量流速逐時變化	4-15
圖 4-12 海流三軸分量流速逐時變化	4-16
圖 4-13 海流三軸分量流速逐時變化	4-17
圖 4-14 海流三軸分量流速逐時變化	4-18
圖 4-15 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈	4-19
圖 4-16 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈(續)	4-20
圖 4-17 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈(續)	4-21
圖 4-18 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈(續)	4-22
圖 4-19 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈(續)	4-23
圖 4-20 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈(續)	4-24
圖 4-21 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈(續)	4-25
圖 4-22 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈(續)	4-26
圖 4-23 海流玫瑰圖(含漲退潮時期)	4-28
圖 4-24 高通過濾後之海流玫瑰圖(含漲退潮資料)	4-29
圖 4-25 不同頻帶之海流鬚盒及玫瑰圖	4-30
圖 4-26 不同頻帶之海流鬚盒及玫瑰圖(續)	4-31
圖 4-27 不同頻帶之海流鬚盒及玫瑰圖(續)	4-32
圖 4-28 不同頻帶之海流鬚盒及玫瑰圖(續)	4-33
圖 4-29 海潮流速、流向機率與聯合機率分佈	4-39
圖 4-30 潮汐水位分布歷時圖	4-41
圖 4-31 風速風向分佈歷時圖	4-43
圖 4-32 夏季(2024.08.16)表面流況觀測結果	4-46
圖 4-33 秋季(2024.09.20)表面流況觀測結果	4-46
圖 4-34 冬季(2025.02.12)表面流況觀測結果	4-47
圖 4-35 春季(2025.05.16)表面流況觀測結果	4-47
圖 4-36 SONTEK ADCP 儀器示意圖	4-48
圖 4-37 海流空間掃測原理	4-49
圖 4-38 流況調查聲波式都普勒流速儀規格表	4-49
圖 4-39 船拖曳式 ADCP 現場作業	4-50
圖 4-40 第一測次(2024.08.30)漲潮時段海流分佈圖	4-55
圖 4-41 第一測次(2024.08.30)退潮時段海流分佈圖	4-55
圖 4-42 第二測次(2024.10.15)漲潮時段海流分佈圖	4-56
圖 4-43 第二測次(2024.10.15)退潮時段海流分佈圖	4-56
圖 4-44 第三測次(2025.02.28)漲潮時段海流分佈圖	4-57
圖 4-45 第三測次(2025.02.28)退潮時段海流分佈圖	4-57
圖 4-46 第四測次(2025.05.15)漲潮時段海流分佈圖	4-58

圖 4-47 第四測次(2025.05.15)退潮時段海流分佈圖	4-58
圖 4-48 第一測次(2024.08.30)漲潮時段迴歸結果與實測資料比較圖	4-59
圖 4-49 第一測次(2024.08.30)退潮時段迴歸結果與實測資料比較圖	4-59
圖 4-50 第二測次(2024.10.15)漲潮時段迴歸結果與實測資料比較圖	4-60
圖 4-51 第二測次(2024.10.15)退潮時段迴歸結果與實測資料比較圖	4-60
圖 4-52 第三測次(2025.02.28)漲潮時段迴歸結果與實測資料比較圖	4-61
圖 4-53 第三測次(2025.02.28)退潮時段迴歸結果與實測資料比較圖	4-61
圖 4-54 第四測次(2025.05.15)漲潮時段迴歸結果與實測資料比較圖	4-62
圖 4-55 第四測次(2025.05.15)退潮時段迴歸結果與實測資料比較圖	4-62
圖 4-56 第一測次(2024.08.30)漲潮時段流速流向分佈圖	4-65
圖 4-57 第一測次(2024.08.30)退潮時段流速流向分佈圖	4-65
圖 4-58 第二測次(2024.10.15)漲潮時段流速流向分佈圖	4-66
圖 4-59 第二測次(2024.10.15)退潮時段流速流向分佈圖	4-66
圖 4-60 第三測次(2025.02.28)漲潮時段流速流向分佈圖	4-67
圖 4-61 第三測次(2025.02.28)退潮時段流速流向分佈圖	4-67
圖 4-62 第四測次(2025.05.15)漲潮時段流速流向分佈圖	4-68
圖 4-63 第四測次(2025.05.15)退潮時段流速流向分佈圖	4-68
圖 4-64 第一測次(2024.08.30)漲潮時段潮流橢圓分佈圖	4-69
圖 4-65 第一測次(2024.08.30)退潮時段潮流橢圓分佈圖	4-69
圖 4-66 第二測次(2024.10.15)漲潮時段潮流橢圓分佈圖	4-70
圖 4-67 第二測次(2024.10.15)退潮時段潮流橢圓分佈圖	4-70
圖 4-68 第三測次(2025.02.25)漲潮時段潮流橢圓分佈圖	4-71
圖 4-69 第三測次(2025.02.25)退潮時段潮流橢圓分佈圖	4-71
圖 4-70 第四測次(2025.05.15)漲潮時段潮流橢圓分佈圖	4-72
圖 4-71 第四測次(2025.05.15)退潮時段潮流橢圓分佈圖	4-72
圖 4-72 水體採樣位置	4-78
圖 4-73 環境部河川水質監測-淡水河口測站位置	4-79
圖 4-74 海洋保育署設置鄰近淡水沙崙海域之測站位置	4-79
圖 4-75 2021 年 1 月至 2025 年 7 月淡水河口與沙崙海域 PH 值、溶氧、生化需氧量	4-81
圖 4-76 2021 年 1 月至 2025 年 7 月淡水河口與沙崙海域大腸桿菌、氨氮、總磷	4-82
圖 4-77 2021 年 1 月至 2025 年 7 月鄰近測站與沙崙海域 PH 值	4-83
圖 4-78 2021 年 1 月至 2025 年 7 月鄰近測站與沙崙海域溶氧	4-84
圖 4-79 第一層數值模式範圍	4-86
圖 4-80 第二層數值模式範圍	4-86
圖 4-81 第三層數值模式範圍	4-87
圖 4-82 台灣周邊海域 12 小時區間半日潮(M2)的潮汐水位變化	4-88
圖 4-83 台灣周邊海域 12 小時區間半日潮(M2)的潮汐水位變化(續)	4-89
圖 4-84 海洋模式使用之淡水沙崙地形與流速時間序列點位	4-90
圖 4-85 海洋模式於淡水沙崙海灘(圖 4-83 黑點)的表層海流流向變化(夏季)	4-91
圖 4-86 海洋模式於淡水沙崙海灘(圖 4-83 黑點)的表層海流流向變化(秋季)	4-91
圖 4-87 海洋模式於淡水沙崙海灘(圖 4-83 黑點)的表層海流流向變化(冬季)	4-92

圖 4-88 海洋模式於淡水沙崙海灘(圖 4-83 黑點)的表層海流流向變化(春季)	4-92
圖 4-89 夏季淡水沙崙海域之流速	4-93
圖 4-90 海洋模式於淡水沙崙海域流速頻率分布(夏季)	4-93
圖 4-91 秋季淡水沙崙海域之流速	4-94
圖 4-92 海洋模式於淡水沙崙海域流速頻率分布(秋季)	4-94
圖 4-93 冬季淡水沙崙海域之流速	4-95
圖 4-94 海洋模式於淡水沙崙海域流速頻率分布(冬季)	4-95
圖 4-95 春季淡水沙崙海域之流速	4-96
圖 4-96 海洋模式於淡水沙崙海域流速頻率分布(春季)	4-96
圖 4-97 夏季(2024/08/16-2024/08/31)實測資料與海洋模式資料流速時間序列圖	4-98
圖 4-98 秋季(2024/09/01-2024/09/20)實測資料與海洋模式資料流速時間序列圖	4-98
圖 4-99 冬季(2025/02/12-2025/03/01)實測資料與海洋模式資料流速時間序列圖	4-99
圖 4-100 春季(2025/04/30-2025/05/16)實測資料與海洋模式資料流速時間序列圖	4-99
圖 4-101 新北市海灘海岸遊憩環境風險圖	4-105
圖 4-102 淡水沙崙海域活動範圍及警戒區	4-117
圖 5-1 沙崙海域警告事項告示牌	5-3
圖 5-2 沙崙海域禁止事項告示牌	5-3
圖 5-3 沙崙海域輔助標誌告示牌	5-4
圖 5-4 沙崙海域離岸流潛在災害圖示	5-4
圖 5-5 告示牌與監視器建議設置位置圖	5-5
圖 5-6 即時安全監測系統工作流程圖	5-7

表目錄

表 2-1 本計畫採用 SONTEK M9 規格表	2-7
表 3-1 波浪平均值統計	3-12
表 3-2 波浪極值統計	3-12
表 3-3 夏季(2024.8.16-8.31)波浪分布範圍統計表	3-13
表 3-4 秋季(2024.9.1-9.20)波浪分布範圍統計表	3-14
表 3-5 冬季(2025.2.12-3.1)波浪分布範圍統計表	3-15
表 3-6 春季(2025.4.30-5.16)波浪分布範圍統計表	3-16
表 3-7 夏季(2024.8.16-8.31)波高週期聯合機率分布統計表	3-22
表 3-8 夏季(2024.8.16-8.31)波高波向聯合機率分布統計表	3-22
表 3-9 夏季(2024.8.16-8.31)週期波向聯合機率分布統計表	3-23
表 3-10 秋季(2024.9.1-9.20)波高週期聯合機率分布統計表	3-23
表 3-11 秋季(2024.9.1-9.20)波高波向聯合機率分布統計表	3-24
表 3-12 秋季(2024.9.1-9.20)週期波向聯合機率分布統計表	3-25
表 3-13 冬季(2025.2.12-3.1)波高週期聯合機率分布統計表	3-25
表 3-14 冬季(2025.2.12-3.1)波高波向聯合機率分布統計表	3-26
表 3-15 冬季(2025.2.12-3.1)週期波向聯合機率分布統計表	3-27
表 3-16 春季(2025.4.30-5.16)波高週期聯合機率分布統計表	3-27
表 3-17 春季(2025.4.30-5.16)波高波向聯合機率分布統計表	3-28
表 3-18 春季(2025.4.30-5.16)週期波向聯合機率分布統計表	3-29
表 3-19 甲類、乙類、丙類水質項目及標準	3-42
表 3-20 台灣地區沿海海域範圍及海域分類	3-43
表 3-21 年度意外事件統計	3-48
表 3-22 海況因子影響水域遊憩活動程度表	3-52
表 3-23 從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子	3-53
表 3-24 北部地區國內同性質沙灘之海域遊憩管理政策	3-59
表 3-25 北部地區海灘開放時段與水域活動管理概況	3-61
表 3-26 中部地區國內同性質沙灘之海域遊憩管理政策	3-62
表 3-27 南部地區國內同性質沙灘之海域遊憩管理政策	3-65
表 3-28 東部地區國內同性質沙灘之海域遊憩管理政策	3-69
表 4-1 已知控制點統計表	4-2
表 4-2 已知控制點檢測坐標比較表	4-4
表 4-3 單音束測深系統使用儀器	4-6
表 4-4 水深精度檢核統計表	4-8
表 4-5 硬體設備一覽表	4-12
表 4-6 軟體設備一覽表	4-13
表 4-7 海流流速流向統計表	4-34
表 4-8 夏季(2024.8.16-8.31)水深平均海潮流流速流向聯合機率分佈	4-35
表 4-9 秋季(2024.9.1-9.20)水深平均海潮流流速流向聯合機率分佈	4-36
表 4-10 冬季(2025.2.12-3.1)水深平均海潮流流速流向聯合機率分佈	4-37

表 4-11 春季(2025.4.30-5.16)水深平均海潮流流速流向聯合機率分佈	4-38
表 4-12 U、V 分量量化比較統計表	4-63
表 4-13 海域水質檢測結果	4-77
表 4-14 甲類水質與乙類水質海域環境分類及海洋環境品質標準	4-77
表 4-15 海灘水質分級原則	4-78
表 4-16 觀測結果與模型結果潮汐週期之比較	4-100
表 4-17 觀測結果與模型結果之誤差分析	4-100
表 4-18 儀器測量結果彙整表	4-102
表 4-19 數值模擬結果彙整表	4-102
表 4-20 國內海灘型態表	4-104
表 4-21 新北市海灘海岸風險分級	4-105
表 4-22 各地事宜從事水域遊憩活動之海象狀態參考	4-107
表 4-23 沙崙海域與北部地區同性質沙灘地形與遊憩型態	4-110
表 4-24 沙崙海域與北部地區同性質沙灘海域危險因子及管理方式差異	4-111
表 4-25 中部地區同性質沙灘地形與遊憩型態	4-112
表 4-26 中部地區同性質沙灘海域危險因子及管理方式差異	4-112
表 4-27 南部地區同性質沙灘之地形與遊憩型態	4-114
表 4-28 南部地區同性質沙灘海域危險因子及管理方式差異	4-114
表 4-29 東部地區同性質沙灘之地形與遊憩型態	4-116
表 5-1 沙崙海域當前現況及管理建議	5-2
表 5-2 設置系統與設備之期程建議	5-6
表 6-1 未來從事水域遊憩活動之規劃策略	6-2
表 6-2 對照表	6-3
表 6-3 對照表(續).....	6-4
表 6-4 沙崙海域 1 月至 12 月水域遊憩活動風險評估表	6-5

第一章 前言

第一節 計畫緣起

本計畫標的淡水沙崙海域為「淡水沙崙海水浴場」舊址，位於淡水河出海口北岸，擁有寬廣的沙灘及戲水區域，設有兒童遊樂設施及騎馬場等設備，早年為民眾進行水上活動的熱門休閒場所。後因營運管理及水域安全性問題，海水浴場已關閉，計畫區海域經認定為危險海域並於民國 102 年公告禁止水域遊憩活動。

鑑於民國 100 年公布實施「變更淡水都市計畫(海濱遊憩區為文化創意產業特定專用區、保護區、綠地用地道路用地)案」，新北市經濟發展局為有效管理地區開發行為及淡水沙崙海域之永續發展，曾於 110 年辦理「110 年度新北市淡水沙崙海域海象調查」(後稱前委託案)，綜整海域地形測量、底質、流況及水質等調查分析工作，惟前委託案受限調查頻率及數據之完整性，無法完整分析海域遊憩之安全性。

緣此，新北市政府欲建立完善之淡水沙崙海域資料庫，辦理「113 年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業委託專業服務案」(後稱本計畫)，持續進行淡水沙崙海域之海象調查作業。以期應用海象調查成果，分析沙崙海域未來適度或有條件開放之水域活動時間、範圍及項目等，提供海岸管理維護之建議對策，達追求地方經濟成長與環境共存之目標。

第二節 計畫範圍

113 年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業委託專業服務案(下稱本計畫)海象調查及監測範圍，參考 101 年 5 月 2 日發布實施「變更淡水都市計畫(海濱遊憩區為文化創意產業特定專用區、保護區、綠地用地及道路用地)案」之淡水沙崙海域平面流況觀測區域範圍(圖 1-1)。



圖 1-1 沙崙海域海象調查工作範圍圖(面積約 74 公頃)

第三節 工作項目

依據本案招標文件契約書規定，本計畫履約執行期限為民國 114 年 10 月 31 日，執行期程約 10 個月，本契約執行冬、春二季之工作項目說明如下：

壹、海域地形測量

合併期中報告結果，針對沙崙海域海平面以下地形以每 25 公尺為間格進行測量調查，並輔以圖說方式呈現，且與「110 年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業委託技術服務案」之測量成果比對，藉以分析海底地形是否有變化、海岸線變遷分析及安全影響。

貳、底質調查

引用「110 年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業委託技術服務案」之調查成果。

參、海流流況調查(含流速與流向)

針對沙崙海域於冬、春二季漲潮及退潮時段海水流速及流向調查，整體項目如下：

一、ADCP 定點觀測

2 季*15 天。定點測站觀測資料包含潮位、波浪、水深分層流速及流向，配合潮波流觀測期間，蒐集測區海域附近之風速風向資料。

二、表面流況觀測

2 季/含漲退潮時流況。表面流況觀測作業配合漲退潮時，於測區水域規劃布放漂流浮標，藉由浮標追蹤紀錄漲退潮時之運動軌跡，每(季)次觀測 4~6 小時，並同步觀測潮位及風速風向。

三、海流空間掃測

2 季/含漲退潮時。每(季)次海流空間掃測作業掃測 4~6 小時(含括漲退潮流)，作業期間同步進行水位及風速風向觀測作業。

肆、水質調查檢測

針對沙崙海域每季進行一次水質檢測，檢測項目應至少包含水溫及甲類海域海洋環境品質：

- 一、氫離子濃度指數 (pH)。
- 二、溶氧量。
- 三、生化需氧量。
- 四、大腸桿菌群 (CFU/100mL)。
- 五、腸球菌群(MPN/100mL)。
- 六、氨氮。
- 七、總磷。
- 八、氰化物。
- 九、酚類。
- 十、礦物性油脂。

伍、數值模式建置

沙崙海域模式地形與網格設置。

陸、數值模擬參數率定與觀測資料驗證

2季、每季15天合計30天，數值模式與觀測驗證與模擬。

柒、海象調查成果與數據分析

針對本案調查範圍之流況、水質及數值模擬等進行相關據分析說明。

捌、就調查結果比對分析(含水質、海流流速、海岸淤積或侵蝕現象等項目)：

- 一、比對分析項目至少水質、海流流速、海岸淤積或侵蝕現象等，並應有詳細數據分析與說明。
- 二、比對資料除海域地形測量及海流流況調查外，其餘部分得參考具公信力且依專業判斷具參考價值之調查結果為分析、比對或評估之依據。

玖、海域開放可行性評估之建議

將期中報告夏季、秋季結果納入，綜整本案海域地形測量、底質、流況及水質等調查資料暨沙崙海域近年意外事故統計資料（由機關提供）後進行分析，並收集國內同質性之海域優劣分析比較，以提供沙崙海域開放與否進行可行性評估之建議。

壹拾、海岸環境維護建議

綜整整體海象調查及分析結果，如有海岸線變遷之情況，應提出沙崙海岸環境維護可執行方式之建議。

第四節 計畫目標

計畫目標如下，以發揮計畫效益：

- 一、進行淡水沙崙海域海象調查作業，建立全面且詳細的海域資料庫。
- 二、建置沙崙海域的數值模式，完善數值模擬參數率定與觀測資料驗證。
- 三、綜合海象調查及分析成果，收集國內同質性海域的比較分析，提出沙崙海域適合開放的可行性評估建議。
- 四、提出沙崙海岸環境維護建議，確保海域的永續發展和安全。

第二章 工作計畫

本計畫之執行流程，首先蒐計畫區海氣象、漂沙底質、水文特性、相關法令、環境生態、地層下陷、歷年災害及治理沿革等基本資料，並進行現場水深地形、水質、波場、流場、潮位、風速等調查。彙整統計現場的觀測資料，比對分析計畫區海域波流場與地形之變化關係，建立數值計算模式，透過實測資料進行驗證校調，使模式參數符合計畫區海域。進一步進行國內同質性之海域優劣分析比較，評估沙崙海域未來每年度各季節能適度或有條件開放的水域活動項目，並提出海岸管理維護之建議與海域安全性評估。整體計畫工作流程如圖 2-1，工作方法及步驟如後所述。

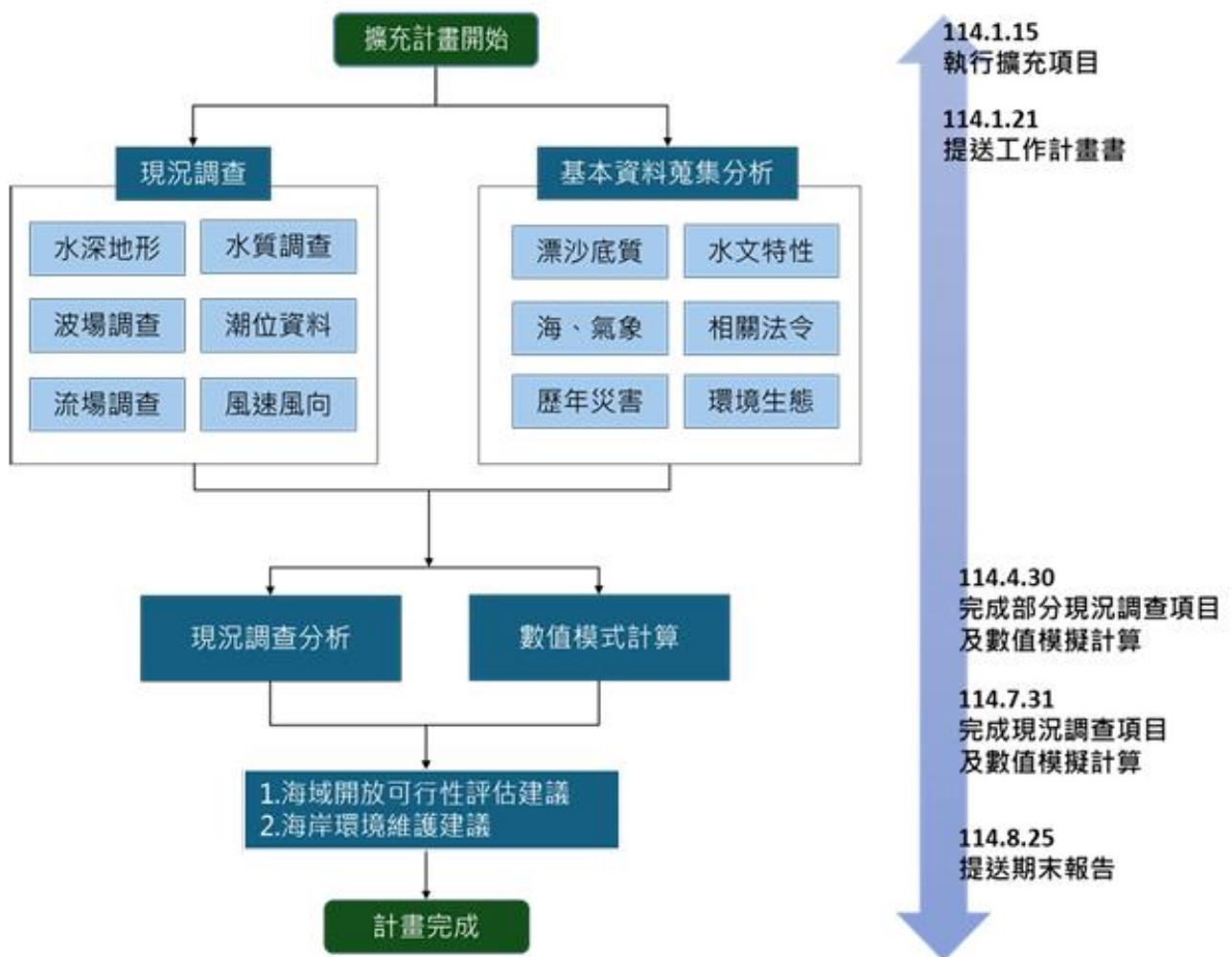


圖 2-1 計畫流程圖

第一節 海流流況調查(含流速流向)

壹、調查範圍及配置

一、淡水沙崙海域附近定點潮汐、波浪及海流調查：

本計畫定點潮汐、波浪及海流調查規劃於水深約 10m 處(座標 $N25^{\circ}11'38.64''$; $E121^{\circ}24'23.72''$)，如圖 2-2 所示位於水深測量範圍之左上角落。本項工作使用都聲波都普勒剖面流速儀(Acoustic Doppler Current Profiler, ADCP)，由潛水俠水下作業底碇 ADCP，同步進行定點剖面海流及波浪觀測，波浪觀測取樣頻率 2Hz 與海流垂直解析度為 1m 進行調查，如圖 2-2 所示。



圖 2-2 定點潮波流測站位置示意圖

二、淡水沙崙海域表面流況調查

計畫海域表面流況範圍如圖 2-3 所示，觀測海域表面流況調查作業，以搭載 DGPS 之漂流浮標佈放於預先規劃海域，任其隨潮汐水位漲退運動紀錄其軌跡；同時，配合海域觀測作業時程於陸域沙灘空曠處進行風速風向觀測，及於計畫觀測海域附近相對靜穩水域進行潮汐水位量測，可據探討觀測海域表面流況分佈特性與潮汐運動及風場特性的關係。

三、淡水沙崙海域 3D 海流調查

本計畫 3D 海流掃測調查範圍如圖 2-3 所示，同表面流況調查範圍。考量掃測區域為淺水域，遂規劃以不小於 50m 之測線間距，儘可能於 50m*50m 網格內均有觀測資料，以船拖曳式 ADCP 沿規劃測線進行 3D 海流掃測調查作業。作業進程同表面流況調查，依據中央氣象局潮係預報資料所示之大潮期間，擇一適當時段沿規劃測線進行重復多軌道掃測作業，即以相同軌跡來回掃測，以利後續海流分析作業之進行。

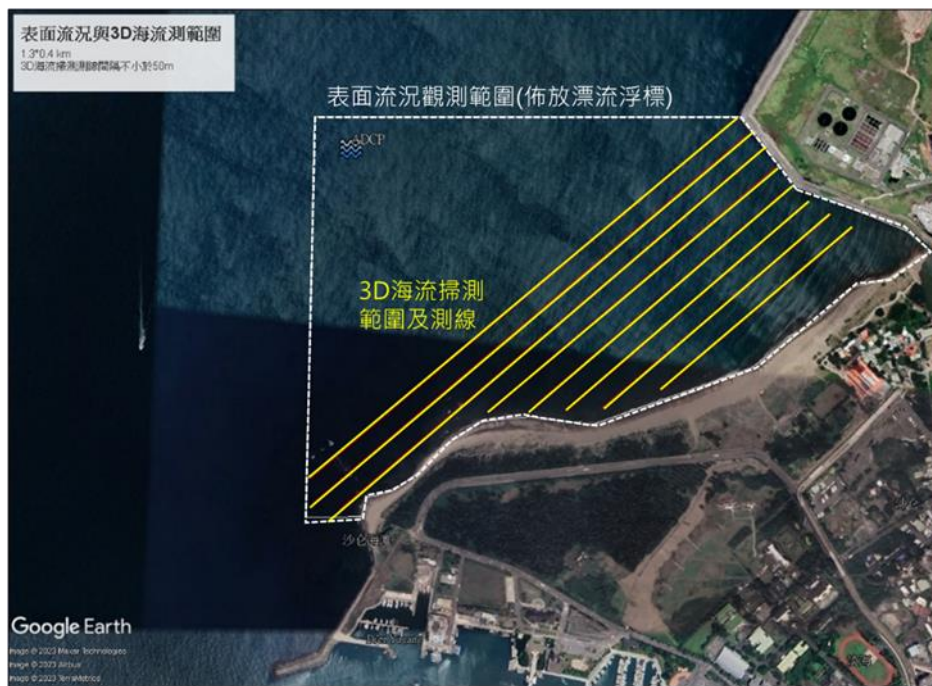


圖 2-3 表面流況與 3D 海流掃測範圍示意圖

貳、調查方法說明

一、定點潮汐、波浪及海流調查方法

本計畫定點潮汐、波浪及海流調查規劃佈設於水深 10m 附近海域，每季連續量測 15 天，同時進行水位、波浪及海流垂直剖面等資料之量測。基於觀測時間較長以及資料蒐集完整性考量，本定點潮汐、波浪、海流調查作業，由潛水員採水下作業方式底碇架設 ADCP，底碇設施包含金字塔形外罩、PVC 法蘭、PVC 筒、ADCP 防護罩及錨碇重物，再將 ADCP 固定於底碇設施內。儀器施放前置作業，設定 ADCP 之量測、記錄及休眠模式之相關參數如下所列：

1.Interval(s): 3600。

- 2.Current Average interval(s): 300 ◦
- 3.Current Number ofcells: 依實際水深設定層數
- 4.Current Cell size(m): 1 ◦
- 5.Wave Number of samples: 2048 ◦
- 6.Wave Sampling rate: 2Hz ◦
- 7.Misc ◦
- Blanking distance(m): 0.5 ◦
- Coordinate system: ENU ◦

ADCP 之海底工作情形為依取樣頻率(3600 秒)每整時啟動測量模式，首先連續量測剖面海流 5 分鐘(300s)，再將 300 秒之量測成果平均並記錄於記憶體；其後，連續量測波浪 2048 次(每秒量 2 次)，歷時 17 分 4 秒；接著 ADCP 進入休眠狀態，休眠 37 分 56 秒，再重啟 1 次剖面海流及波浪的量測，其結果包含觀測時段內每個小時的剖面海流及波浪量測成果。

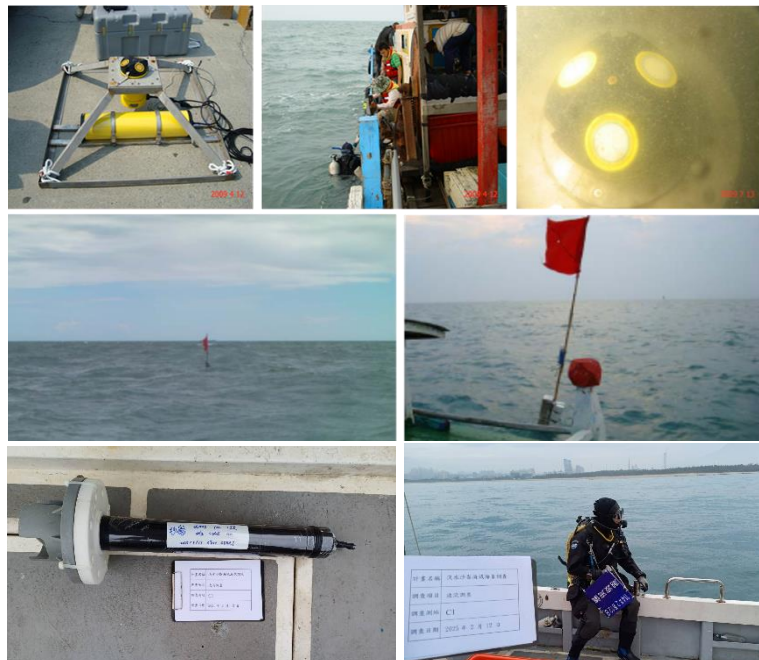


圖 2-4 定點 ADCP 佈置例照及工作照

二、表面流況調查方法

海域表面流況調查工作要求分如下述：

- (一) 量測方式：以可接收廣播差分訊號之 Beacon DGPS，將座標資料記錄在浮球上，供計算表面流之資料。
- (二) 浮標拋放位置：於本計畫海域附近拋放漂浮球，起始拋放位置視實際情況而定。
- (三) 提供有關漂浮球取樣值之經緯度、時間；相同時段之潮汐變化，以及風速風向觀測原始記錄檔案，並以 ASCII code 方式儲存。
- (四) 如每筆資料數量經點收不足或資料品質不佳，無法取得連續資料時須重做。
- (五) 觀測時若漂浮球偏離測區且無跡象迴轉時，或是漂浮球受到各型障礙物阻擋無法繼續前進時，得重置漂浮球繼續追蹤量測。

實際海上漂浮球拋放作業，需配合目標水域潮汐漲退潮時，紀錄漲退潮時之軌跡，每(季)次觀測 4~6 小時，利用工作船將裝載 DGPS 系統的表面流況觀測浮標載運至預先規劃海域拋放，任漂浮球隨潮汐水位漲退運動，同時於觀測海域附近陸上空曠地點進行風速風向觀測，及於觀測海域範圍內相對靜穩水域佈放潮位計，可綜合研析觀測海域表面流況分佈與潮汐運動及風場特性的關係，整體海域表面流況觀測作業如圖 2-5 所示。

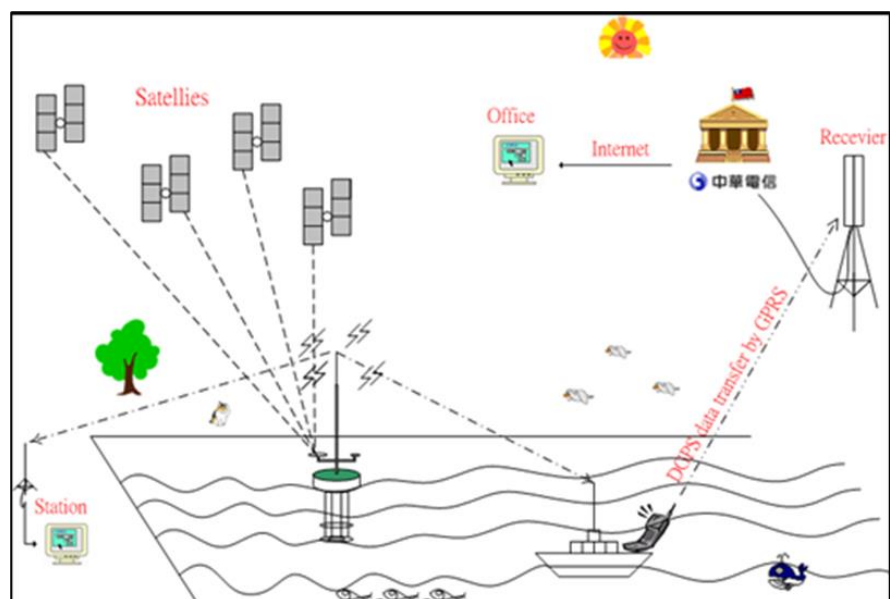


圖 2-5 表面流況觀測系統示意圖

三、3D 海流掃測調查方法

計畫海域海流三度空間分布特性之觀測，擬採用 SonTek 公司生產之 M9 型都普勒流速剖面儀(ADCP)，掛載於測量工作船執行掃測作業，其觀測原理如圖 2-6 所示，利用音鼓發出聲波，當聲波在不同深度受到水中微小粒子的反射，根據都普勒效應計算出水中微小粒子相對於 ADCP 垂直剖面的相對速度。使用儀器規格如表 2-1 所示。因本計畫擬分別於夏、秋兩季期間，選擇一適當海氣象條件，以含漲退潮時之期間進行重複多軌道掃測作業，即以相同軌跡來回掃測。觀測頻率擬設定為 4Hz，並可設定設定量測秒數紀錄觀測所得之剖面流速流向資料。因使用多軌道重複觀測法進行連續多次重複測線的剖面流速流向調查，海流資料經垂直平均後，再使用複式迴歸調合分析法 (Multiple Regression Harmonic Analysis) 進行分析，除了可解析潮流之特性外，在分離過濾資料之潮流成份後，亦可進行平均流之流況分析。

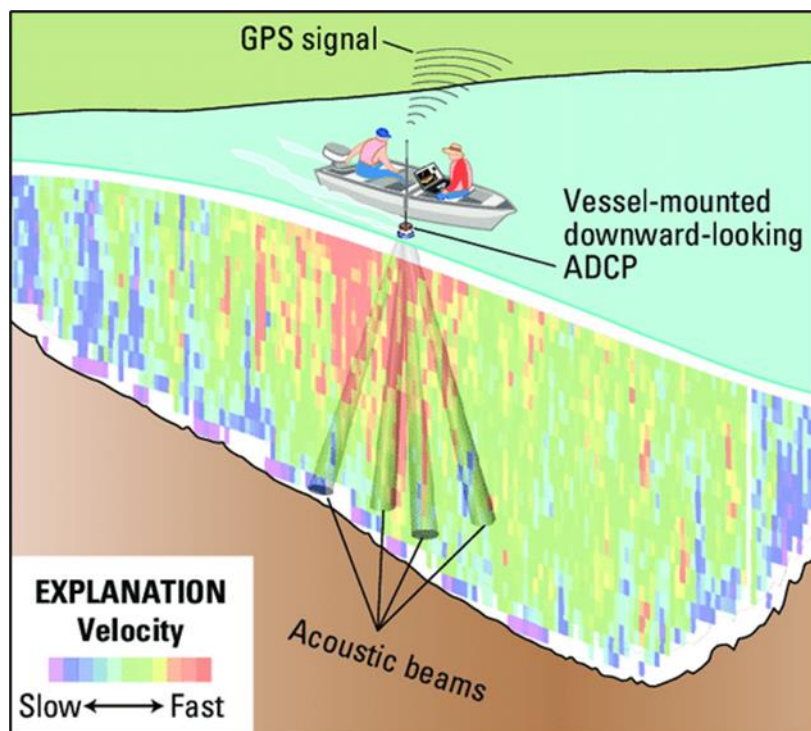



圖 2-6 海流空間掃測原理示意圖

表 2-1 本計畫採用 SonTek M9 規格表

型號	SonTek M9 聲學都普勒剖面流速儀
照片	
流速量測範圍	±20 米/秒
流速量測距離	0.06~40 米
流速精確度	±0.25%；0.002 米/秒
流速解析度	0.001 米/秒
流速分層大小	0.02~4 米（最多 128 個分層）
水深量測範圍	0.2~80 米
水深精確度	1%
水深解析度	0.001 米
流量量測範圍 （底跟蹤）	0.3~40 米
VTG/RTKGPS	0.3~80 米

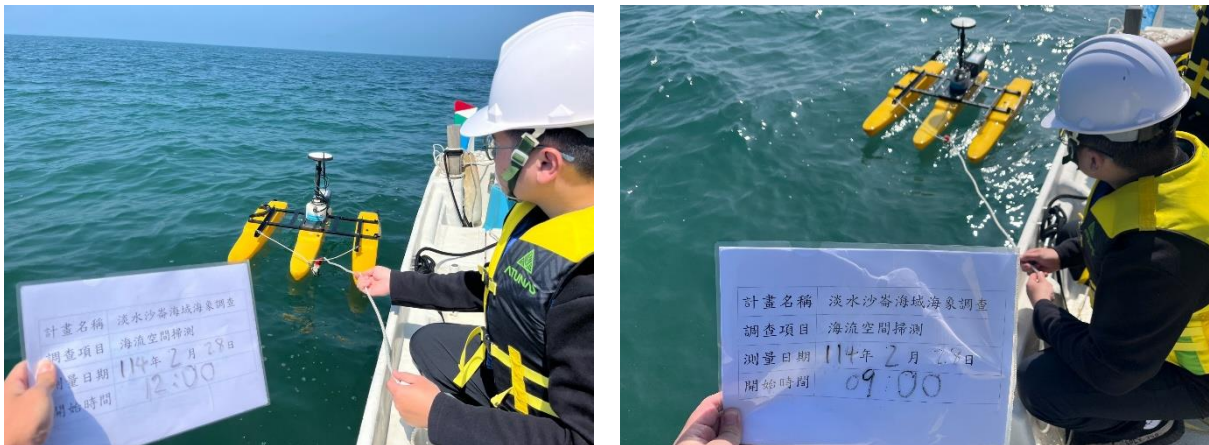


圖 2-7 海流空間掃測工作照

第二節 水質調查

壹、調查範圍及配置

依據招標需求書，為確保水質調查數據得與往昔調查成果進行有效比對，本計畫參照新北市政府經發局「110 年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業委託技術服務案」，選定座標為東經 121°24.843'，北緯 25°11.535'（水深約 5 m）處點位做為水質檢測採樣點，如圖 2-8 所示。



圖 2-8 水質檢測採樣點位示意圖

貳、海域水質調查作業

將委由行政院環保署認證許可之環境檢驗測定機構「瑩諮環境科技股份有限公司」(環境部國環檢證字第 202 號)辦理，調查作業參照新北市政府經發局「110 年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業委託技術服務案」，計畫海水水質監測流程，如圖 2-9 下茲就執行前中後應注意事項及步驟說明如下：

一、採樣準備事項

由採樣負責人參照各分析項目採樣及保存方法準備相關器材，並依以下步驟做必要之清點及確認，以確保採樣工作之順利進行。

(一).樣品容器清洗步驟：

- (二). 自來水沖洗後以 10% 硝酸浸泡隔夜，再以 RO 水充分洗淨去酸並用去離子水淋洗至少三次以上，特殊要求之容器淋洗至少十次，最後入器皿乾燥器烘乾。(T=40°C)
- (三). 確實清點樣品容器（種類及數量），由本實驗室提供採樣瓶交給採樣員。
- (四). 檢查採樣器材及現場測定用儀器是否備齊。
- (五). 備妥欲檢測項目所規定添加之保存試劑。
- (六). 備妥樣品冷藏箱及冰塊。
- (七). 備妥採樣作業記錄表及海水水質採樣及量測結果記錄表。

二、採樣之品質管制措施

為確保樣品之代表、完整性及數據品質，採樣人員應確實遵守以下原則：

- (一). 按採樣標準作業程序進行採樣、測試、記錄數據等工作。
- (二). 確實執行現場測試儀器之校正維護工作。
- (三). 遵循各項目檢測方法之規定，對各樣品作正確之保存或前處理工作，並於樣品標籤上註明確認。
- (四). 確實清點樣品，並於採樣、接收記錄表上註記。

三、採樣點之選擇及採樣方法

為確保監測計畫執行順遂，茲就計畫中採樣點之選擇及採樣方法分述如下：

- (一) 以衛星定位儀（GPS 系統）確認採樣點座標位置並記錄之。
- (二) 到達採樣點位確認點位深度，並記錄之。
- (三) 以捲揚機控制深水泵取水深度，待達到欲取樣深度，抽水放流 2 分鐘以上，確保所取水樣具該深度之代表性。
- (四) 分裝海水樣品至指定容器中，並添加所需之保存試劑。
- (五) 現場測定項目（如溫度、pH、溶氧、鹽度等）施測，並記錄之。
- (六) 採樣完成後，因應不同樣品保存期限要求送達實驗室，或委託分析單位，並進行樣品前處理及分析。

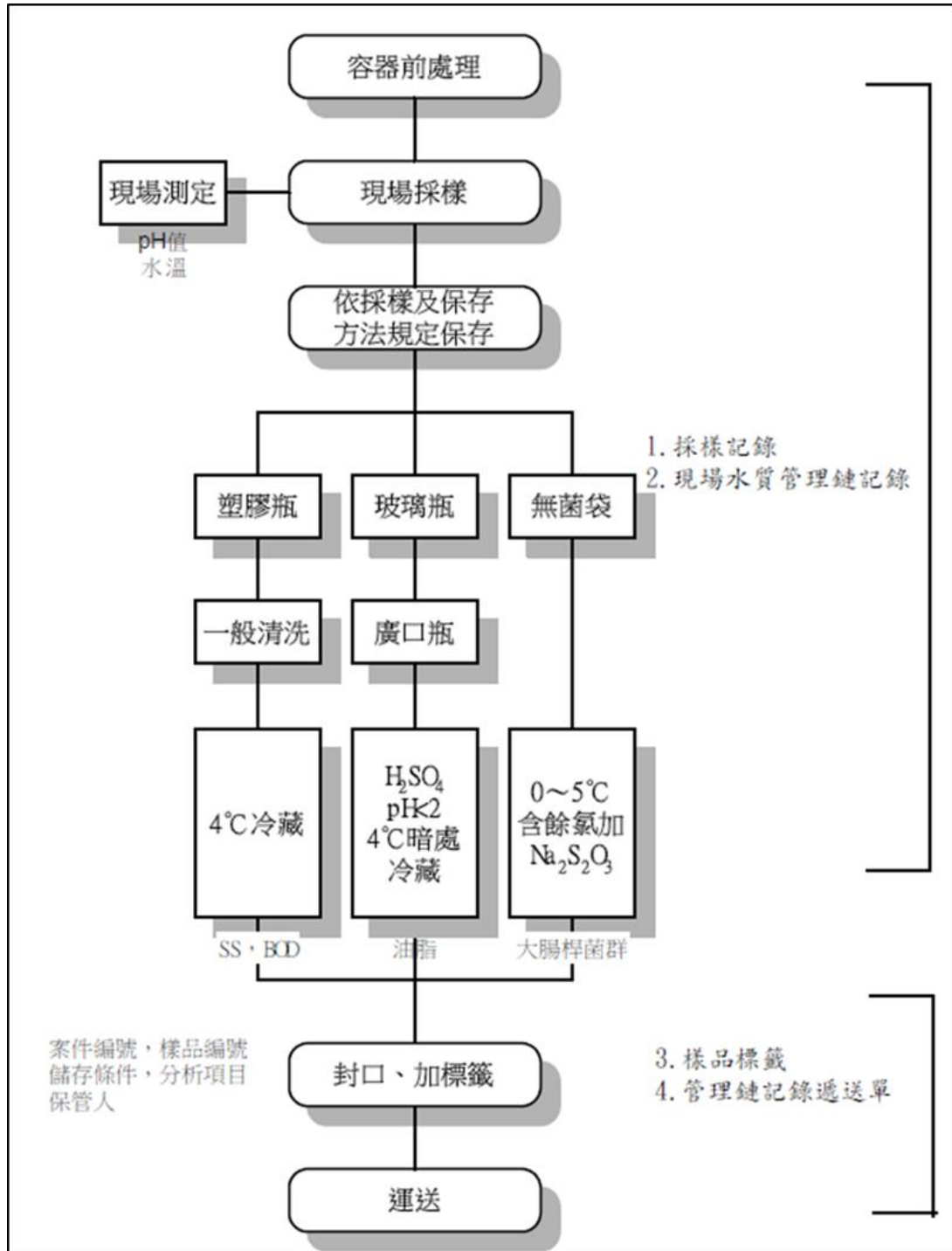


圖 2-9 海域水質工作流程圖

四、水質檢測品保作業措施

(一) 海域水質樣品分析

分析結果數據將彙整圖表呈現，並搭配當次監測現況進行說明敘述。檢測項目依據招標需求書，至少包含水溫及甲類海域海洋環境品質。

(二) 樣品保存方法

為確保本調查計畫監測數據品質，除了在樣品檢測分析過程中執行品保品管作業外，更應注意樣品之採集、輸送及保存作業中所有步驟是否依據標準作業程序進行，惟有採集正確且不受污染或變質之樣品，其檢測結果方能代表受測環境的真實值。為達上述目的，本團隊採樣人員將遵照採樣作業流程及樣品保存方法執行。

1. 現場採樣之品保/品管

採樣人員採集、保存及運送樣品時，必須依據環保署公告之”環境檢驗室品質管制指引通則”中規定執行，並且採樣人員於採樣現場填寫採樣紀錄表、樣品標籤及樣品監管紀錄表，以利樣品接收及日後追蹤查證，狀況許可下再佐以現場採樣照片，加強樣品背景資料參考判斷價值。採樣人員對每一次採樣工作，除均遵循標準方法採樣及現場測定分析(pH、溫度等)外，並應注意特定樣品之處理步驟，依照規定進行採樣、測試、數據紀錄及報告，並確定執行現場測試儀器之校正與維護工作。採樣人員在採樣時需注意獲得具有代表性之水樣，並避免被污染的可能，均需依據實驗室之標準作業程序執行，水溫、pH 及導電度等需現場檢測之項目，採樣人員除需將檢測結果紀錄於採樣紀錄表外，亦需將儀器使用及校正情形填寫於水質採樣各式儀器使用及校正紀錄表中。

2. 分析工作之品保/品管

實驗室的分析流程，均依照或參考環保署公告之檢測方法，而從樣品收樣開始至報告之訂定完成，每一步驟都參照品保/品管作業流程，以確保實驗室中品保/品管正確無誤。各品管樣品分述如下分別為檢量線製備、空白分析查核樣品、重覆分析及添加標準品分析：添加樣品分析，若每批次樣品數少於 10 個，則每批次應分析一個添加樣品。

(三) 儀器維修校正項目及頻率

計畫執行水樣監測之儀器，均定期之維修校正。

(四) 數據處理原則

實驗室出報告時需考慮到數據對報告表示位數應具的意義。現場採樣人員、檢驗分析人員及行政人員在分析數據或計算結果時，所有原始數據的運算結果都需以有效數字表示，並依歸整法進位。在物理、化學測量中，測定值與真實值間多少有不同，此差異即為誤差，而觀測值所得之最大誤差即為此量測之不準確度或絕對不準確度，通常為便於計算，將不準確度略去，而以正確數字後加一位未確定數字之組成來表示觀測值，此種表示法稱為有效數字法。當檢驗分析人員完成樣品分析及驗算人員確認檢測數據計算無誤後，檢驗分析人員將檢測數據登錄系統”，並將工作日誌及檢驗紀錄表交予品保人員查驗各項資料是否完整及正確，初步確認無誤後，品保人員資料交予實驗室主任/報告審核人複審，完成後交由行政人員或專案計畫人員製作成正式報告。當檢驗分析人員將各種檢驗資料交給品保人員，品保人員除需審核檢驗紀錄是否詳實及有效數字是否正確外，最重要是檢驗數據是否在實驗室訂定的管制範圍內。若超出範圍，將和檢驗分析人員檢討異常原因，並視情況需要決定是否重新分析。

第三節 數值模式建置說明

本計畫將以普林斯頓海洋模式(Princeton Ocean Model, POM) 模擬沙崙海域之水流。POM 模式早期從 Mellor and Yamada (1974)與 Blumberg and Mellor (1980) 開源，數值模式歷經諸多專家學者多年精進發展至今(Blumberg and Mellor 1987, Mellor and Ezer 1995, Jordi and Wang 2012, Oey, Chang et al. 2013, Xu, Huang et al. 2015)等學者，從早期計算機單核心 CPU 運算演變至多核心 CPU 運算，甚至運用 GPU (圖形處理器) 之高效能運算，均將數值模式運算效率大大地提升，以符合作業化預報需求。POM 模式發展簡史如圖 2-10 所示。

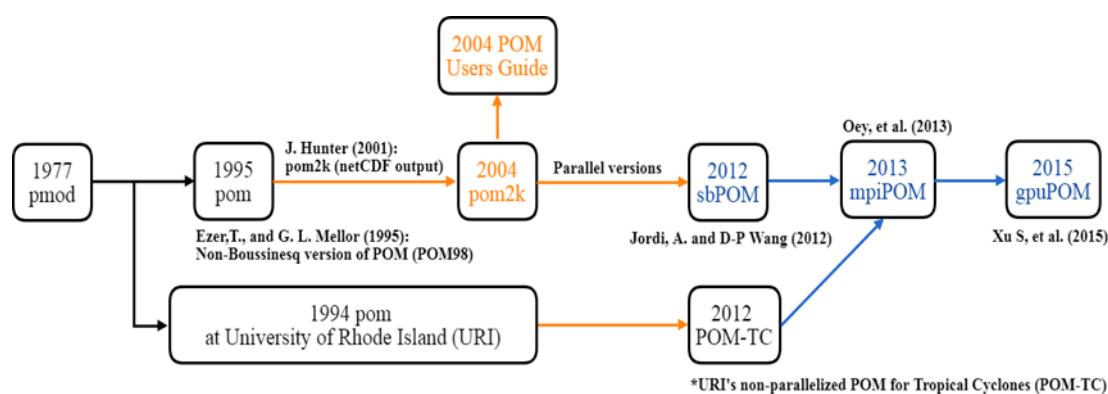


圖 2-10 POM 模式發展簡史

然而，POM 模式物理機制包含紊流閉合模式，可較合理地考慮斜壓海洋的混和作用與熱動力學理論可計算熱含量與熱通量等作用，亦是目前各海洋模式發展基礎之依據，該模式主要特點如下：

- 一、POM 模式包含紊流閉合模式。該模式除了紊動能 (k) 方程外，亦包括二階紊流 (kl) 模式，用於處理垂直方向的混合作用。
- 二、垂直座標採用 Sigma 座標，更能解析水深地形梯度變化大的區域。
- 三、水平網格可採用正交曲線座標系統與有限差分的蛙跳法，差分部分則使用 ArakawaC-grid 之網格系統。
- 四、模式分為內模 (Internal mode) 與外模 (External mode) 並採用切割 (mode-splitting) 法，運用該方法可使模式相較於全三維數值模式，在計算上更能節省大量計算量與計算時間。

五、內模初始計算時，採用顯式法計算對流與水平擴散，然後用隱式法計算垂直方向之擴散。

六、模式包含溫鹽效應，屬斜壓水理模式。

壹、三維斜壓控制方程

POM 模式的基本控制方程式為質量守恆和動量守恆方程式，採用了兩個假設，假設一為流體為不可壓縮，則在卡式座標下的連續方程表示式，如式(1)所示：

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial W}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

其定義垂直向上為正，式中 U 、 V 分別為 x 、 y 水平方向的流速， W 為 z 垂直方向的流速。假設二則是以布氏近似 (Boussinesq approximation) 來簡化流體的動力方程式，因此，流體的水平方向動量方程式為：

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + W \frac{\partial U}{\partial z} - fV = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_M \frac{\partial U}{\partial z} \right) + F_u \quad (2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + W \frac{\partial V}{\partial z} - fU = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_M \frac{\partial V}{\partial z} \right) + F_v \quad (3)$$

由於垂直方向的動量方程式之垂直方向流速 (w) 的大小比起水平方向的流速 (U, V) 尺度小了許多，所以把垂直方向流速省略，故垂直方向的動量方程式改以靜水壓方程式來代替，如式(4)的形式：

$$\frac{\partial W}{\partial t} + U \frac{\partial W}{\partial x} + V \frac{\partial W}{\partial y} + W \frac{\partial W}{\partial z} = -\frac{\partial P}{\partial z} + \rho g \quad (4)$$

P 為壓力， $\rho = \rho_0 + \rho'$ 為海水混合密度， ρ 為垂直混合海水的密度， ρ_0 為平均海水密度， ρ' 為密度擾動量， K_M 為動量垂直渦旋混合擴散係數 (vertical eddy viscosity diffusivity of turbulent momentum mixing)， g 為重力加速度， f 為科氏力參數， F_u 為 x 方向之雷諾應力， F_v 為 y 方向之雷諾應力。

然而，垂直方向的壓力 (P) 藉由對動量方程式(4)的垂直分量作積分，可得：

$$p(x, y, z, t) = p_{atm} + g \rho_0 \eta + g \int_z^0 \rho(x, y, z', t) dz' \quad (5)$$

溫度、鹽度的守恆方程式分別為：

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + U \frac{\partial \theta}{\partial x} + V \frac{\partial \theta}{\partial y} + W \frac{\partial \theta}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_H \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) + F_\theta \dots \quad (6)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + U \frac{\partial S}{\partial x} + V \frac{\partial S}{\partial y} + W \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_H \frac{\partial S}{\partial z} \right) + F_S \dots \quad (7)$$

其中 θ 表示溫度， S 為鹽度， K_H 為熱能和鹽度的垂直渦旋混合擴散係數（vertical eddy viscosity diffusivity of turbulent of heat and salt）， F_θ 為水平方向由溫度擴散產生之側向混合力， F_S 為水平方向由鹽度擴散產生之側向混合力。

渦旋混合擴散係數 K_H 與 K_M 是利用 Mellorand Yamada(1982)所發展的二階紊流閉合模式（turbulence closure model）來處理垂直方向的混合作用，使其更能描述三維的海洋變化物理現象。

海水混合密度為溫度（ θ ）和鹽度（ S ）之函數，可表示為：

$$\rho = \rho(\theta, S) \quad (8)$$

在方程式(2)、(3)、(6)、(7)中的 F_u 、 F_v 、 F_θ 、 F_S 分別表示如下：

$$F_u = \frac{\partial}{\partial x} \left(2A_M \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ A_M \left[\left(\frac{\partial U}{\partial y} \right) + \left(\frac{\partial V}{\partial x} \right) \right] \right\} \quad (9)$$

$$F_v = \frac{\partial}{\partial y} \left(2A_M \frac{\partial V}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left\{ A_M \left[\left(\frac{\partial U}{\partial y} \right) + \left(\frac{\partial V}{\partial x} \right) \right] \right\} \quad (10)$$

$$F_\phi = \frac{\partial}{\partial x} \left(A_H \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_H \frac{\partial \phi}{\partial y} \right) \quad (11)$$

其中， A_M 、 A_H 分別為動量及熱量之水平渦旋擴散係數。式(11)的 ϕ 分別表示 θ 及 S 。

貳、紊流閉合模式 (Turbulence closure model)

POM 模式為一種較特殊的紊流閉合模式，主要該模式先建立紊動能 (k) 方程後，再建立一個二階紊流模式 (kl)，可解出紊流長度 l ，最後可獲得紊流黏性係數。如動量方程式(2)、式(3)與溫鹽守恆方程式(6)、式(7)中的渦旋混合擴散係數 K_M 、 K_H 與 Mellorand Yamada(1982)及 Galperin et al.(1988)所發展的 $2\frac{1}{2}$ 紊流模式來計算。將動量垂直渦黏擴散係數 K_M 以及熱能和鹽度垂直渦黏擴散係數 K_H ，以紊流的動能 $q^2/2$ 及紊流的尺度參數 l 分別如下方程式表示：

$$\begin{aligned} \frac{\partial q^2}{\partial t} + \frac{\partial q^2 U}{\partial x} + \frac{\partial q^2 V}{\partial y} + \frac{\partial q^2 W}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_q \frac{\partial q^2}{\partial z} \right) + \\ 2K_M \left[\left(\frac{\partial U}{\partial z} \right)^2 + \left[\left(\frac{\partial V}{\partial z} \right)^2 \right] \right] + \frac{2g}{\rho_0} K_H \frac{\partial \rho}{\partial z} - \frac{2q^3}{B_1 l} + F_q \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial q^2 l}{\partial t} + \frac{\partial U q^2 l}{\partial x} + \frac{\partial V q^2 l}{\partial y} + \frac{\partial W q^2 l}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_q \frac{\partial (q^2 l)}{\partial z} \right) + \\ E_1 l \left\{ K_M \left[\left(\frac{\partial U}{\partial z} \right)^2 + \left[\left(\frac{\partial V}{\partial z} \right)^2 \right] \right] + E_3 \frac{g}{\rho_0} K_H \frac{\partial \rho}{\partial z} \right\} - \frac{q^3}{B_1} \tilde{W} + F_l \end{aligned} \quad (13)$$

式中 F_q 、 F_l 為 q^2 與 $q^2 l$ 之水平渦旋擴散項如式(11)表示之。而 \tilde{W} 為接近壁面函數 (wallproximityfunction)，定義為：

$$\tilde{W} = 1 + E_2 \left(\frac{l}{\kappa L} \right) \quad (14)$$

其中 L 表示為：

$$(L)^{-1} = (\eta - z)^{-1} + (H - z)^{-1} \quad (15)$$

此處 H 為任意水深， E_1 、 E_3 為經驗係數， $k=0.4$ 為 vonKarman 常數。

一、水平擴散係數 (Smagorinsky Diffusivity)

依據 Smagorinsky(1963)與 Smagorinsky,Manabe,andHolloway(1965)提出的試驗與公式求得，其表示式為：

$$v_L = (A_M, A_H) = (C_{vis}, C_{dif}) \Delta x \Delta y \left[\left(\frac{\partial U}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (16)$$

其中 A_M 、 A_H 分別為動量及熱量之水平渦旋擴散係數， C_{vis} 、 C_{dif} 分別表示 A_M 、 A_H 係數之無因次參數，亦為 Horcon 參數，合理值介於 0.10 至 0.20 之間，當網格越細時，其值越小， Δx 、 Δy 表示模式 x 和 y 方向的格網間距。然而，Smagorinsky 方法之優點在於 C_{vis} 、 C_{dif} 均為無因次參數，且當網格解析度提高時， v_L 減小，並隨速度梯度減小而變小。在 POM 模式計算上，設 A_H/A_M 為一個很小的數值，如 0.2 或甚小的值 (Oey, Mellor, and Hires 1985a; Oey, Mellor, and Hires 1985b)，也可由現地海流資料估算。

二、二維垂直積分控制方程

為了可有效率模擬海洋變化，將上述的三維方程式利用水深積分技巧轉換成水平二維模式，以內、外模組切割技巧將模式分成外模式之水平二維模式來模擬傳輸速度較快的表面重力波與內模式之三維模式來模擬傳輸速度較為緩變的內部重力波或熱動力變化等。三維控制方程式及其初始條件和邊界條件所構成的內模式，而外模式由積分至的水深積分方式可以得到，二維方程式及其初始條件和邊界條件如下：

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial \bar{U}D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{V}D}{\partial y} = 0 \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{U}D}{\partial t} + \frac{\partial \bar{U}^2 D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{U}\bar{V}D}{\partial y} - F_x - f\bar{V}D + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} = \\ - \langle \omega U(0) \rangle + \langle \omega U(-1) \rangle + G_x \\ - \frac{gD}{\rho_0} \int_{-1}^0 \int_{\sigma} \left[D \frac{\partial \rho'}{\partial x} - \frac{\partial D}{\partial x} \sigma' \frac{\partial \rho'}{\partial \sigma} \right] d\sigma' d\sigma \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{V}D}{\partial t} + \frac{\partial \bar{U}\bar{V}D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{V}^2 D}{\partial y} - F_y + f\bar{U}D + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} = \\ - \langle \omega V(0) \rangle + \langle \omega V(-1) \rangle + G_y \\ - \frac{gD}{\rho_0} \int_{-1}^0 \int_{\sigma}^0 \left[D \frac{\partial \rho'}{\partial y} - \frac{\partial D}{\partial y} \sigma' \frac{\partial \rho'}{\partial \sigma} \right] d\sigma' d\sigma \end{aligned} \quad (19)$$

式中，

$$\bar{U} = \int_{-1}^0 U d\sigma, \quad \bar{V} = \int_{-1}^0 V d\sigma \quad (20)$$

然而， $-\langle \omega U(0) \rangle + \langle \omega U(-1) \rangle$ 為海表面風剪應力， $-\langle \omega V(0) \rangle + \langle \omega V(-1) \rangle$ 為底床摩擦剪應力。

\tilde{F}_x 與 \tilde{F}_y 定義如下：

$$\tilde{F}_x = \frac{\partial}{\partial x} \left[H2\bar{A}_M \frac{\partial \bar{U}}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[H\bar{A}_M \left(\frac{\partial \bar{U}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{V}}{\partial x} \right) \right] \quad (21)$$

$$\tilde{F}_y = \frac{\partial}{\partial y} \left[H2\bar{A}_M \frac{\partial \bar{V}}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[H\bar{A}_M \left(\frac{\partial \bar{U}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{V}}{\partial x} \right) \right] \quad (22)$$

而紊流擴散項 G_x 與 G_y 定義為：

$$G_x = \frac{\partial \bar{U}^2 D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{U}\bar{V}D}{\partial y} - \tilde{F}_x - \frac{\partial \bar{U}^2 D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{U}\bar{V}D}{\partial y} + \bar{F}_x \quad (23)$$

$$G_y = \frac{\partial \bar{U}\bar{V}D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{V}^2 D}{\partial y} - \tilde{F}_y - \frac{\partial \bar{U}\bar{V}D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{V}^2 D}{\partial y} + \bar{F}_y \quad (24)$$

若 V_L 不隨垂直變化，則式(23)與式(24)的" F "項會抵銷掉。

參、Sigma 座標轉換(Sigma Coordinate)

垂直座標系統主要可分為卡式座標與 sigma 座標兩種，卡式座標系統主要計算於深水水域，但在淺水水域因垂向分辨率低，故計算誤差大，且在水深地形變化複雜處計算不易，將所有的控制方程式自卡式座標系統轉換至 sigma 座標系統，將不同的水深等分為固定的垂直分層，網格的間距會隨水深的不同而改變，便可以更加精確描述不規則的海底地形的變化特點，亦可簡化三維模式在處理底部邊界條件的複雜性，如圖 2-11 所示。卡式座標與 sigma 座標轉換關係如式(25)-(27)所示：

$$x = x^* \quad (25)$$

$$y = y^* \quad (26)$$

$$z = \eta(x^*, y^*) \quad (27)$$

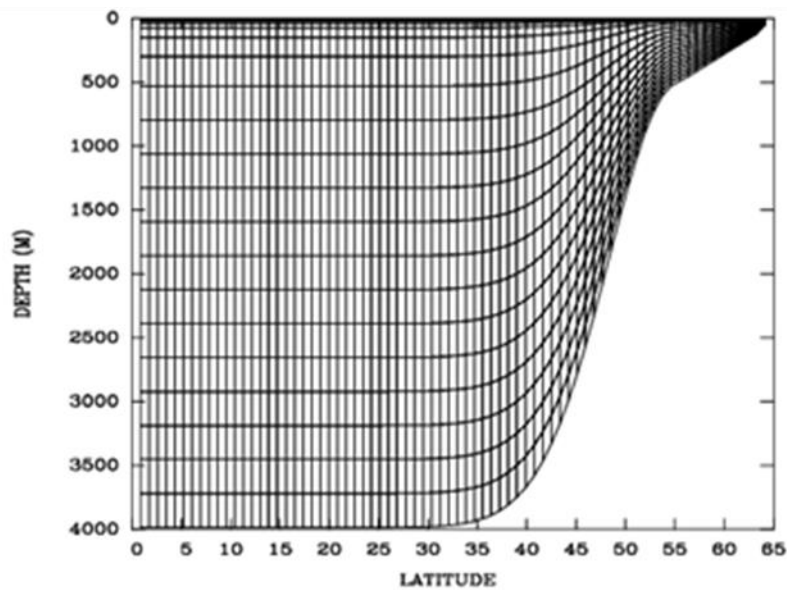


圖 2-11 垂直方向網格示意圖

肆、邊界條件

一、連續方程式，的垂直邊界條件：

$$\omega(x, y, 0, t) = \omega(x, y, -1, t) = 0 \quad (28)$$

當 $\sigma=0$ 或 $\sigma=-1$ 時，海流的垂直分量為 0，即海表面與海底垂直通量亦為 0。

二、動量方程式的表面邊界條件：

$$\frac{K_M}{D} \left(\frac{\partial U}{\partial x}, \frac{\partial V}{\partial y} \right) = -(\langle \omega U(0) \rangle, \langle \omega V(0) \rangle), \quad \sigma \rightarrow 0 \quad (29)$$

海表面受風應力之作用， $\langle \omega U(0) \rangle$ 與 $\langle \omega V(0) \rangle$ 為海表面之動量通率 (momentum flux)。

三、底部邊界條件：

$$\frac{K_M}{D} \left(\frac{\partial U}{\partial x}, \frac{\partial V}{\partial y} \right) = C_z [U^2 + V^2]^{1/2} (U, V), \quad \sigma \rightarrow -1 \quad (30)$$

其中，

$$C_z = \text{MAX} \left[\frac{\kappa^2}{\left\{ \ln \left[(1 + \sigma_{kb-1}) H / z_0 \right] \right\}^2}, 0.0025 \right] \quad (31)$$

而 vonKarman 常數 $\kappa=0.4$ ， z_0 為摩擦參數， σ_{kb} 為 σ 座標於垂直層 $k=kb$ 層時的值， kb 表示垂直格網層數的值， kb 則表示在最底層，而 σ_{kb-1} 為 $kb-1$ 層之 σ 座標值。

四、溫度和鹽度方程式邊界條件：

$$\frac{K_H}{D} \left(\frac{\partial \theta}{\partial \sigma}, \frac{\partial S}{\partial \sigma} \right) = -(\langle \omega \theta(0) \rangle, \langle \omega S(0) \rangle), \quad \sigma \rightarrow 0 \quad (\text{表面}) \quad (32)$$

$$\frac{K_H}{D} \left(\frac{\partial \theta}{\partial \sigma}, \frac{\partial S}{\partial \sigma} \right) = 0, \quad \sigma \rightarrow -1 \quad (\text{底部}) \quad (33)$$

$\langle \omega \theta(0) \rangle$ 與 $\langle \omega S(0) \rangle$ 為溫度和鹽度在表面之通量。

五、紊流閉合方程式的邊界條件：

$$(q^2(0), q^2 l(0)) = (B_1^{2/3} u_\tau^2(0), 0), \quad \sigma \rightarrow 0 \quad (\text{表面}) \quad (34)$$

$$(q^2(-1), q^2 l(-1)) = (B_1^{2/3} u_\tau^2(-1), 0), \quad \sigma \rightarrow -1 \quad (\text{底部}) \quad (35)$$

其中 B_1 為紊流閉合常數， u_τ 為在表面與底部的摩擦速度。

六、開放邊界流速邊界條件：

$$H\bar{U} \pm C_e \eta = BC^2, \quad C_e = \sqrt{gH} \quad (36)$$

七、開放邊界水位邊界條件：

$$\eta = BC \quad (37)$$

其中 H 為任意水深， g 為重力加速度， U 為垂直平均速度， h 為水位， BC 為邊界條件則是由使用者自行設置。

第四節 沙崙海域數值模式

本計畫案將以普林斯頓海洋模式(Princeton Ocean Model, POM)模擬及驗證淡水沙崙海域之流況。相關作業方法如下：

壹、海域模式地形與網格設置

POM 海洋模式是由 Blumberg and Mellor [1983]所發展的三維海洋數值模式，此數值模式的水平網格採用正交曲線網格，透過內模(internal mode)與外模(external mode)的方式，分別計算三維與二維流場的水體動量方程式，而其垂直座標採用順應地形的 σ 座標(圖 2-12)，在不同的水深其垂直方向網格的層數均相同，且各層的相對厚度比例固定，從表層到底床是介於 $\sigma=0$ 到 $\sigma=-1$ ，主要因應海底地形劇變之海域。在垂直方向的混合作用是採用紊流閉合模式(turbulence closure model) [Mellor and Yamada 1974; Mellor and Yamada 1982]。

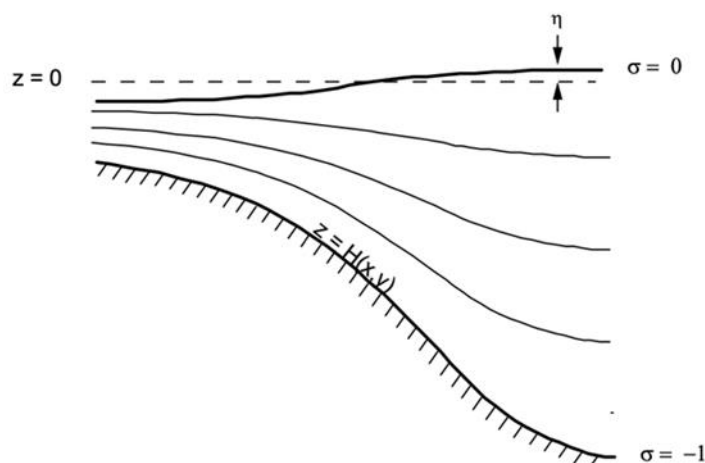


圖 2-12 順應海底地形的 σ 座標

沙崙海域的案場為淡水河口北岸之沙質海岸，案場面積約 75 公頃，相當於 0.75 平方公里。為有效模擬此範圍之海域，需運行水平解析度相當高近岸數值模式。此類高解析度模式易的邊界條件影響甚重，需要提供準確的邊界條件。欲運行此高解析度之近岸模式，需要透過數個不同網格精度的數值模式，將外部大範圍、低解析度模式作為內部小範圍、高解析度的邊界，逐步提高模式網格經度，同時也減低數值模式的計算資源需求。

本研究案將規劃三個不同網格精度海洋數值模式來模擬沙崙海域的流場變化(圖 2-13)。

- 一、第一層低解析度海洋模式以台灣周邊海域為中心，範圍約涵蓋東經 115 度至東經 128 度，北緯 16 度至北緯 32 度，水平解析度約為 10 公里 x10 公里。
- 二、第二層為中解析度海洋數值模式，將範圍縮小至台灣北部海域，範圍約涵蓋東經 120 度至東經 122 度，北緯 24.5 度至北緯 26 度，水平解析度約為 3 公里 x3 公里。
- 三、第三層為高解析度海洋數值模式，範圍將以沙崙海域所劃定之範圍邊界，擬定海洋模式的西邊界與北邊界，水平解析度約提高至 500 公尺至 1 公里間。

數值模式所使用之水深地形將採用 ETOPO 所提供的水深資料，低解析度數值模式使用 ETOPO1 之 1Arc-Minute Global Relief Model)，中解析度及高解析度之數值模式使用 ETOPO 2022 之 15Arc-Second Global Relief Model。1 Arc-Minute 相當於 1.6785 公里，而 15 Arc-Second 相當於 419.6 公尺。在高解析度數值模式中將依現場量測之地形做適當的修正。

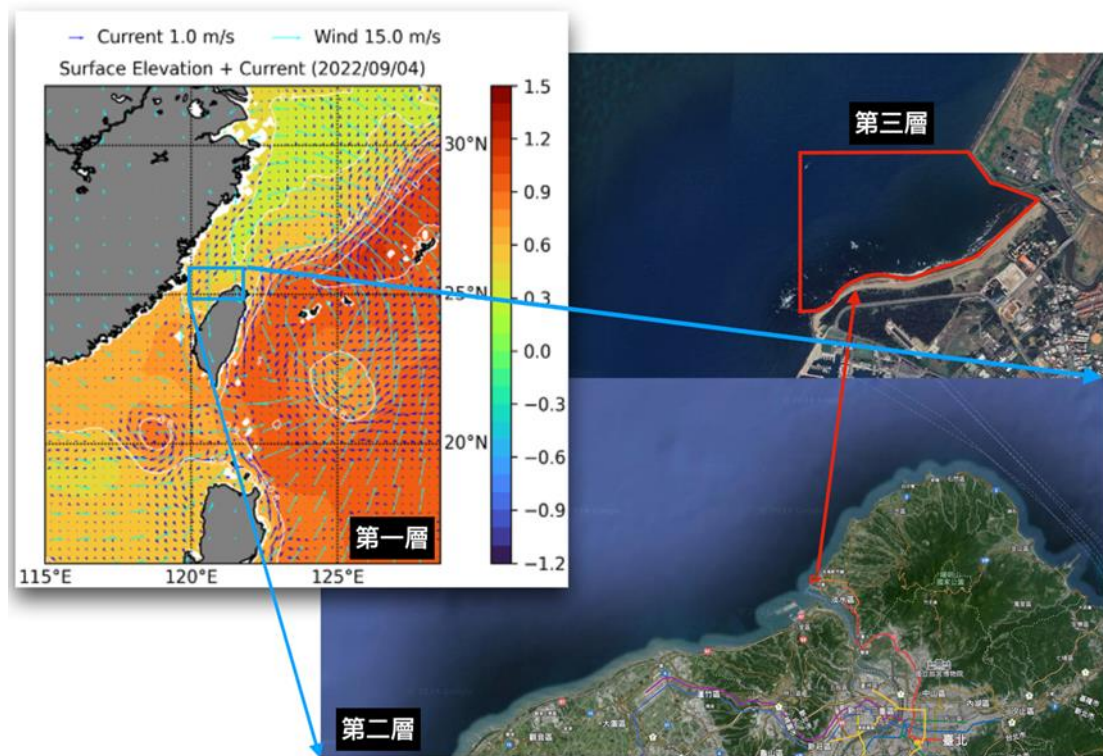


圖 2-13 規劃之三層海洋數值模式範圍

貳、海洋模式之初始條件與大氣海洋邊界

海洋模式的運行需先建立三維的海洋水體結構，包括初始溫度、鹽度、流場等，並風場，以風應力的方式推動三維的海洋水體結構。低解析度海洋數值模式(第一層)的海洋水體將使用由美國大氣海洋總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)所提供的世界海洋圖層(World Ocean Atlas, WOA)之氣候平均值，其中包含 1-12 月份的氣候平均場，作為大範圍模式的海洋初始條件與邊界條件。低解析度的數值模式的風場驅動將取自美國國家環境預測中心(National Centers for Environmental Prediction, NCEP)全球預報系統(Global Forecast System, GFS)，此風場資訊的原始水平解析度為 0.5 度x0.5 度，將內插至與海洋模式一致的網格上，而時間解析度為每 3 小時一筆，將依海洋模式運行的時間間隔，線性內差至海洋模式的風場更新時間間隔。而中解析度及高解析度海洋模式的初始條件與邊界條件將採用外部模式所運算結果。

參、潮汐模擬

考量到沙崙海域位於台灣西北部沿岸，易受到流經台灣海峽的天文潮水體運動影響，如半日潮(或 M2 潮)。在海洋數值模式中將納入由由美國俄勒岡州立大學(OREGON STATE UNIVERSITY)提供之全球潮汐模式(TPXO GLOBAL TIDAL MODEL)，如圖 2-14。海洋模式中的水體運動將考量水體受到天體運行影響之各種潮汐，如 M2、S2、K1、O1 等共 21 種潮汐，並解析模式水位的變化、潮汐觀測之間差異、海域水體流場在潮汐影響下的變動等，透過現場觀測資料作為海洋模式輸出結果的佐證與參數校驗等功能。

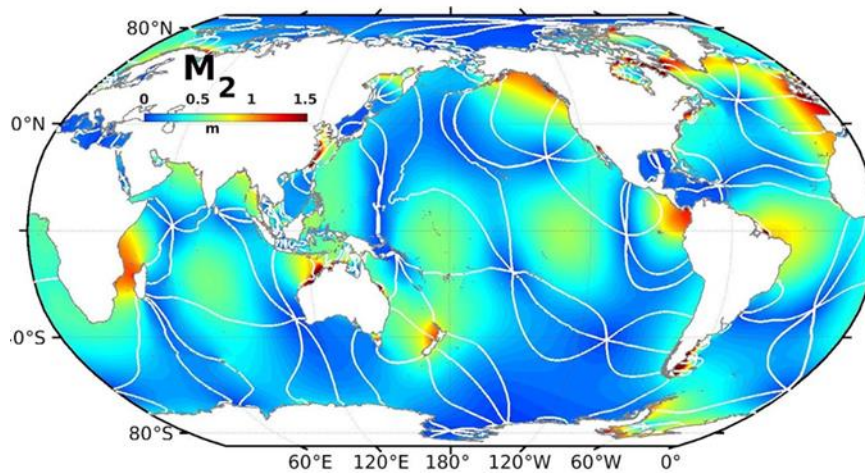


圖 2-14 M2 潮之全球分佈，取自美國俄勒岡州立大學(Oregon State University 之全球潮汐模式(TPXO Global Tidal Model，<https://www.tpxo.net/global>)

肆、海洋模式運算流程及模擬時程

POM 海洋模式的運算流程如圖 2-15，POM 海洋模式主體包含流體連序方程式、動量方程式、質量守恆、紊流方程式等，依初始環境條件設置後，如三維的溫度、鹽度、初始流場、及水面高度等，模式將依據風場，計算其風應力對海水面的應力驅動海洋水體流動，積分各式參數至下一個時間點($T+\Delta T$)，然後輸出模式的計算結果，包含三維的流場、溫度、鹽度、壓力、以及海水水位的變動等模式參數，原則上三層海洋模式的資料輸出時間間隔為每 3 小時一筆，將視需求調整至 1 小時一筆，如與觀測資料比較。

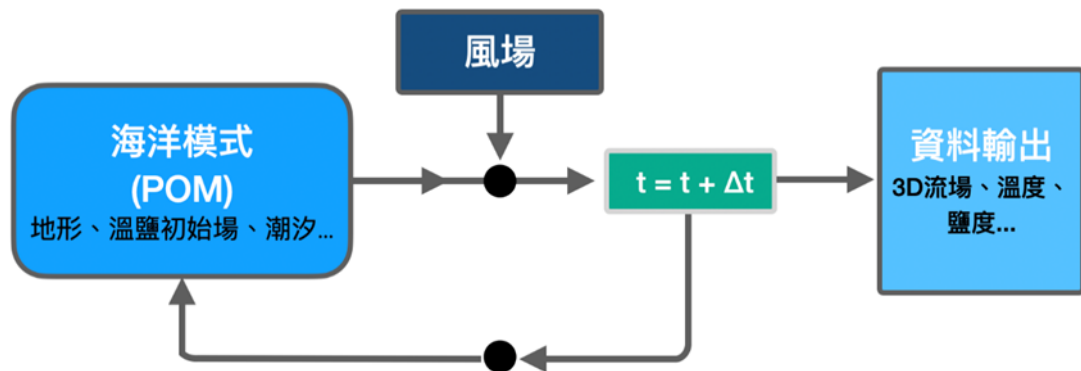


圖 2-15 海洋模式運算流程圖

一般數值模式模擬海洋流場需要運行一段時間，如半年，來達到水體穩定態，在本案的三層海洋數值模式架構中，第一層的低解析度將自 113 年 8 月前至少 2 年開始運行，以達到水體的穩定態。第二層中解析度與第三層高解析度模式的運行時間將配合現地量測的時間，擷取外層模式的輸出結果作為邊界條件，計算範圍較小、解析度較高的海洋數值運算，並視情況調整其中物理參數。

伍、冬季及春季海域開放可行性評估之建議

為了提升對淡水沙崙海域的模擬精確度，我們需要利用實際量測獲得的水深地形資料來對數值模型建置的網格地形進行校驗。這個過程能夠確保模擬結果更貼近真實的地形，從而提高模擬的可靠性。具體而言，這些水深地形資料將有助於我們調整和優化數值模型，使得模擬的海域地形更加真實準確。

在完成模型校驗後，我們將運用 POM 模式進行運算，POM 模式能夠生成包括 3D 流場、流速、溫度以及潮位等多種重要數據。這些數據能夠提供有關海域動態的詳細資訊，進而幫助我們更好地理解 and 預測海域的環境條件。透過這些模擬數據，我們可以獲得對於水域流動狀況的深入洞察，這對於水上活動的安全性評估至關重要。

為確保水上活動安全並提出沙崙海域適宜之水域遊憩項目，這一過程涉及對模擬結果的詳細分析，逐步評估淡水沙崙海域的環境條件，判斷各類水域遊憩活動類型之適切性與風險等級，據以擬訂從事水域遊憩活動管理計畫，兼顧安全，並最大化地發揮海域的運用價值。

未來在綜整一年四季的海域調查狀況後，參照海洋委員會【從事各類水域遊憩活動之風險分級標準】，提供從事 14 項水域遊憩活動之各月份海域風險告示表，並劃設沙崙海域遊憩活動區域。

第三章 基本資料收集與調查

第一節 環境背景概況

淡水沙崙地區位於淡水河出海口，漁人碼頭以北、公司田溪以南的沿岸。這裡的沙灘曾是著名的沙崙海水浴場，擁有寬廣的沙灘和戲水區，並設有兒童遊樂設施及騎馬活動。在淡水河未受到污染的早期，河口的漁產相當豐富，常有鯊魚前來覓食，因此沙崙也成為鯊魚和綠蠵龜出現的場所。

沙崙海水浴場的開發始於 1924 年，正值日治時期，隨著休閒娛樂需求的增加而開放。1945 年中華民國接管台灣後，浴場持續運作，但 1966 年因鯊魚攻擊事件，浴場被迫關閉，直到 1976 年淡水鎮公所申請重新開放浴場，但隨後因經營不善和水質問題，1991 年開始出現收入不佳的情況，因浴場設備老舊、污水排放和交通不便等問題使遊客減少。

1996 年浴場首次停止開放，原因是水質不符合標準及租金追討，直至 1997 年浴場重新開放，但觀光效益仍未達預期，1999 年再次停止開放，淡水鎮公所逐漸放棄經營，2004 年撤銷經營權，並將重心轉向台北縣政府，隨後，新北市政府計畫將沙崙海水浴場重新規劃為「文化創意產業特定專用區」，以促進藝文產業發展。

浴場基地的東北側鄰近綠野馬術推廣中心，2003 年時因應台北縣政府舉辦全國運動會的馬術項目，曾借出土地設置馬廄和草坪。目前這些建物已拆除，只剩空地。旅館區北側的公司田溪，其出海口至沙灘區域由新北市河川局管理，曾公告可進行獨木舟和風浪板活動，但周圍海域潛藏激流，歷年來多次發生溺水事件，2006 年被列為台灣十大危險水域，2012 年再次發生中學生溺水事件，導致政府下達禁泳令並關閉浴場，截至 2023 年地方人士有呼聲提出逐步開放水域的建議，開始研議浴場重新開放的可能性。

時間	事件	原因	結果
民國 13 年 (日治時期)	開闢為海水浴場	日治時期休閒娛樂之發展	
民國 34 年	中華民國接管	中華民國接管台灣	
民國 55 年	發生鯊魚噬人	當時未裝設攔鯊網	停止開放
民國 65 年	鎮公所申請浴場重新開放	淡水鎮公所向台灣省政府申請經營	吸引許多人潮
民國 80 年	開始傳出收入不佳	浴場設備老舊、公司田溪汙水排放、交通較其他北海岸浴場不便	面臨不同類型景點競爭、前往民眾變少
民國 85 年	浴場第一次停止開放	水質不符標準、國有財產局的租金追討	沙崙海水浴場發展仍不如預期
民國 86 年	填海造陸(建立垃圾掩埋場、汙水處理廠)	為新市鎮建設	水質汙染、生態遭破壞，平和海域開始出現暗流、激流
民國 86、87 年	重新開放	恢復正常經營	觀光效益仍不如預期
民國 88 年	浴場再度停止開放	經營不善、水質問題、海域暗藏激流	淡水鎮公所漸漸放棄沙崙海水浴場的經營
民國 93 年	淡水鎮公所撤銷浴場經營權	經營不善所苦	將發展希望轉向台北縣政府
民國 94 年	轉由台北縣政府統籌規劃	淡水鎮公所撤銷浴場經營權	計畫將當地轉為文化創意園區
民國 95 年	被列為台灣十大危險水域(民 87 就已被列為)	溺斃事件頻傳	仍有不少人前往戲水
民國 97 年	通過將其轉變為文化創意園區	台北縣政府都市計畫委員會同意	至今還未動工
民國 101 年	5 國中生於此溺斃	其前往戲水	政府下達禁泳令，並關閉沙崙海水浴場
民國 112 年	市議員建議逐步開放水域	市府經濟發展局進行海象調查，結果顯示，每年五月至九月海域屬於低度風險	觀光旅遊局回應，已經會議討論，研議開放的可能性

第二節 海象概況

壹、風力

本計畫沙崙海域歷年風速風向資料取自於中央氣象署(設置於淡水第 2 海巡隊樓頂)淡水觀海站(C0AJ30, N25.1846, E121.4086)之觀測資料。淡水觀海站於 2022 年 3 月 9 日開始設站，圖 3-1 為淡水觀海測站四季風花圖，淡水觀海測站近年(2022 年 3 月至 2025 年 5 月)平均風速為 3.5 m/s 至 5.0 m/s 之間，風向主要介在北向至東南向之間，春季(三月至五月)平均風速為 3.9 m/s，風向主要介在東南東向至南南東向之間；夏季(六月至八月)平均風速為 3.5 m/s，風向主要為東南東向；秋季(九月至十一月)平均風速為 4.9 m/s，風向主要介在北北東向至東南向之間；冬季(十二月至二月)平均風速為 5.0 m/s，風向主要介在東北向至北北東向之間。

本計畫海域風速風向資料係取自中央氣象署(設置於淡水第 2 海巡隊樓頂)淡水觀海站(C0AJ30)(N25.1846,E121.4086)觀測資訊。經分析測站風速風向觀測資料顯示，顯示於夏季(2024.08.16-08.31)ADCP 觀測期間之風向較為紊亂，風速多落於 5 m/s 內；秋季(2024.09.01-09.20)觀測期間之風向則較集中，風速則多落於 7 m/s 內；冬季(2025.02.12~03.01)觀測期間之風向較秋季集中，風速亦多落於 7 m/s 內；春季(2025.04.30~05.16)觀測期間風向與秋季相似，整體風速則多落於 6 m/s 以內。

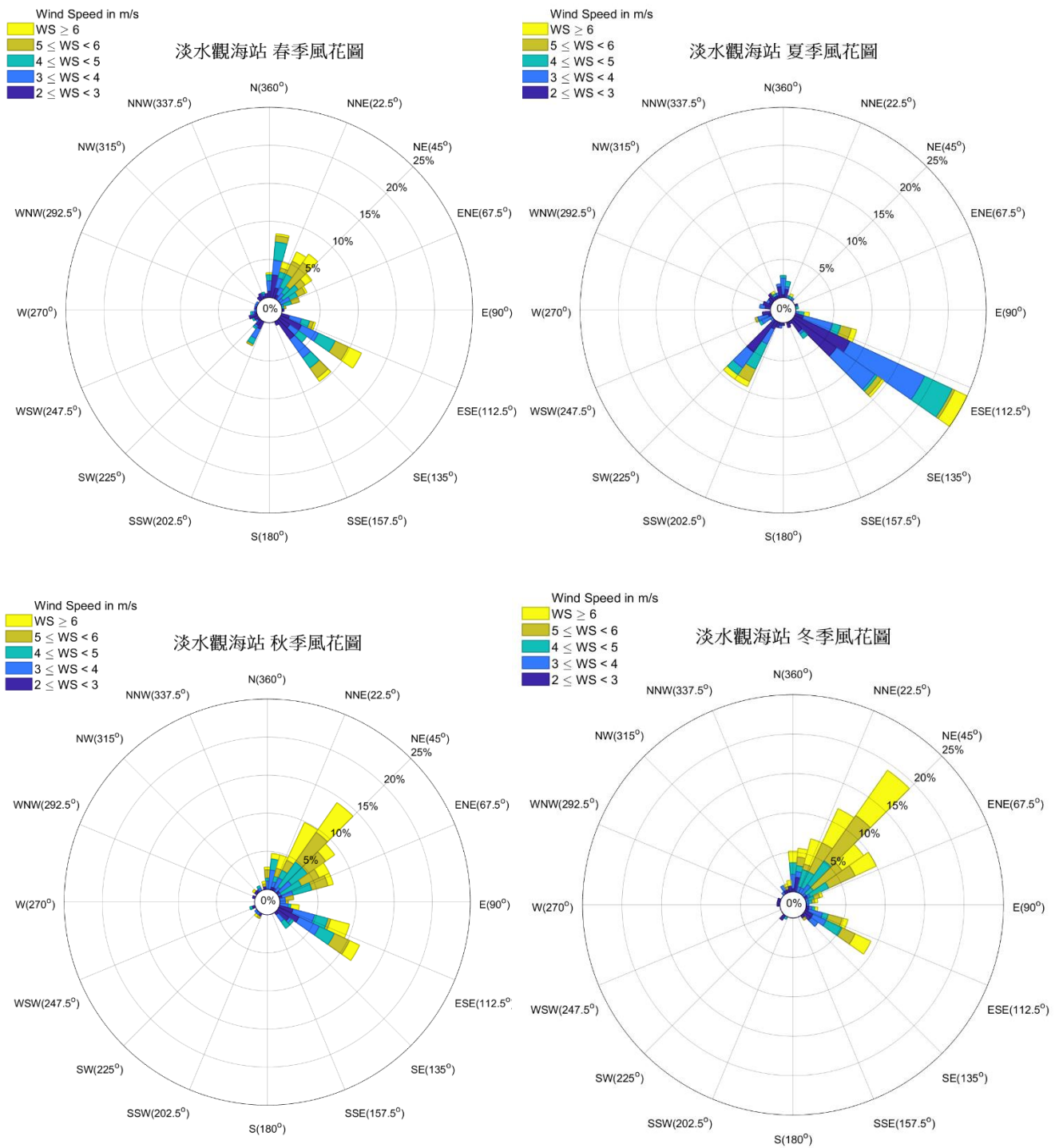


圖 3-1 淡水觀海站 2022 年 3 月至 2025 年 5 月四季風花圖

貳、波浪

由於本案區域無設置波浪測站，故以鄰近測站(交通部運輸研究所港灣技術研究中心-台北港)作為該區域背景參考，觀測數據因測站位置與沙崙地理位置不同而有些落差。由 2022 年港灣海氣象觀測資料統計，分析 2002 年 12 月至 2022 年 12 月台北港波浪資料結果顯示，歷年台北港示性波高為 1.08 公尺，週期為 6.3 秒，主要波向為北向；歷年台北港冬季(12 月至 2 月)示性波高為 1.51 公尺，週期為 7.0 秒，主要波向為北向；春季(3 月至 5 月)示性波高為 0.94 公尺，週期為 6.2 秒，主要波向為北向；夏季(6 月至 8 月)示性波高為 0.67 公尺，週期為 5.6 秒，主要波向為西向；秋季(9 月至 11 月)示性波高為 1.27 公尺，週期為 6.8 秒，主要波向為北向。

本計畫波浪調查現已完成夏季觀測(2024.08.16-08.31)、秋季觀測(2024.09.01-09.20)、冬季觀測(2025.02.12~03.01) 暨春季觀測(2025.04.30~05.16)。根據波浪觀測分析結果繪製示性波高、週期、波向與風速風向之時序列如圖 3-2 所示。

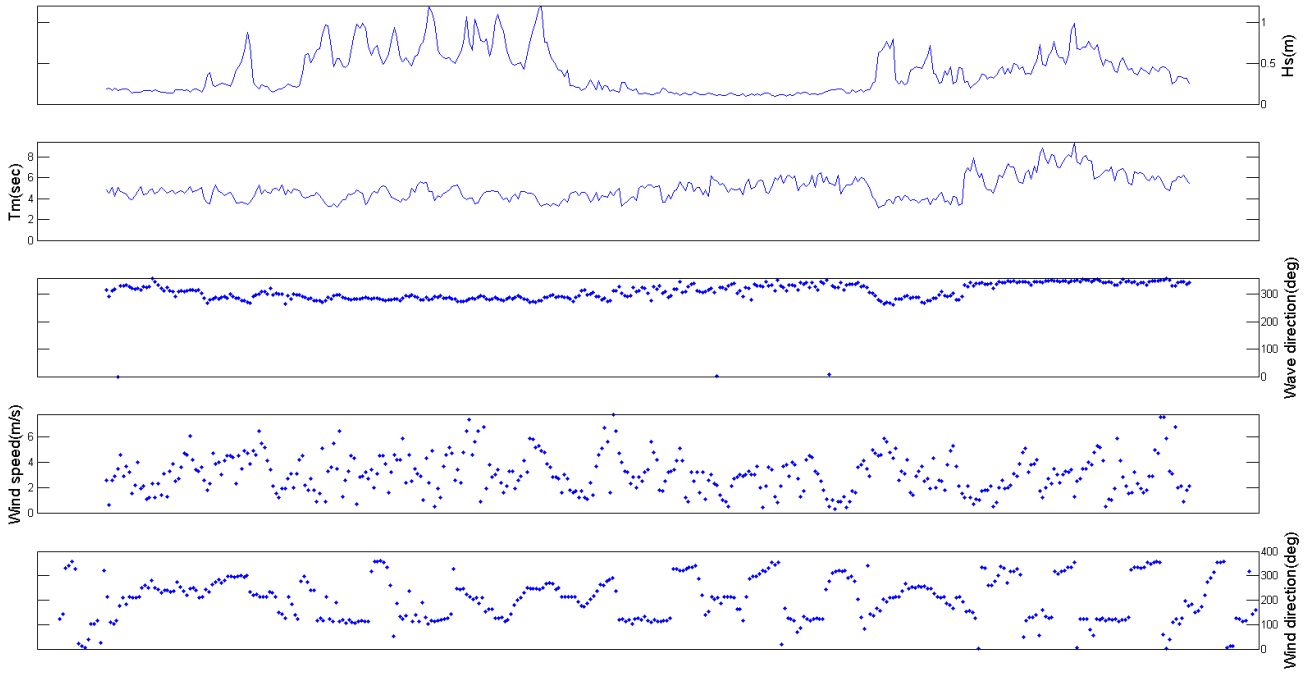
沙崙海域波浪資料統計特性分析，由圖 3-3 所示之示性波高鬚盒圖說明本觀測期間之波浪分布特性。圖 3-3 中，夏季(2024.08.16-08.31)觀測期間主要波高變動範圍之盒形上限為累積機率 75%之結果，其值為 0.57 m；下限為累積機率 25%之結果，其值為 0.17 m；累積機率 50%之結果則為 0.32 m，整體波高變動範圍侷限於小波高之範圍變動。秋季(2024.09.01-09.20)觀測期間之盒形上限為累積機率 75%之結果，其值為 0.60 m；下限為累積機率 25%之結果，其值為 0.26 m；累積機率 50%之結果則為 0.35 m，整體波高變動範圍侷限於小波高之範圍變動，離群值則較多。冬季(2025.02.12~03.01)觀測期間主要波高變動範圍之盒形上限為累積機率 75%之結果，其值為 1.48 m；下限為累積機率 25%之結果，其值為 0.77 m；累積機率 50%之結果則為 1.11 m，整體波高變動範圍較秋季為大。春季(2025.04.30~05.16)觀測期間主要波高變動範圍之盒形上限為累積機率 75%之結果，其值為 0.42 m；下限為累積機率 25%之結果，其值為 0.22 m；累積機率 50%之結果則為 0.31 m，整體波高變動範圍侷限於小波高之範圍變動，離群值較多。

其次分析限定波高條件下之波向週期機率分布如圖 3-4 與圖 3-5 所示，圖中夏季(2024.08.16-08.31)觀測期間波高大於 0.5 m~大於 2 m 條件下之波向與週期測得機率，結果顯示隨限定波高越大，波向越集中於 W~WNW 向，週期則無明顯往長週期機率較大

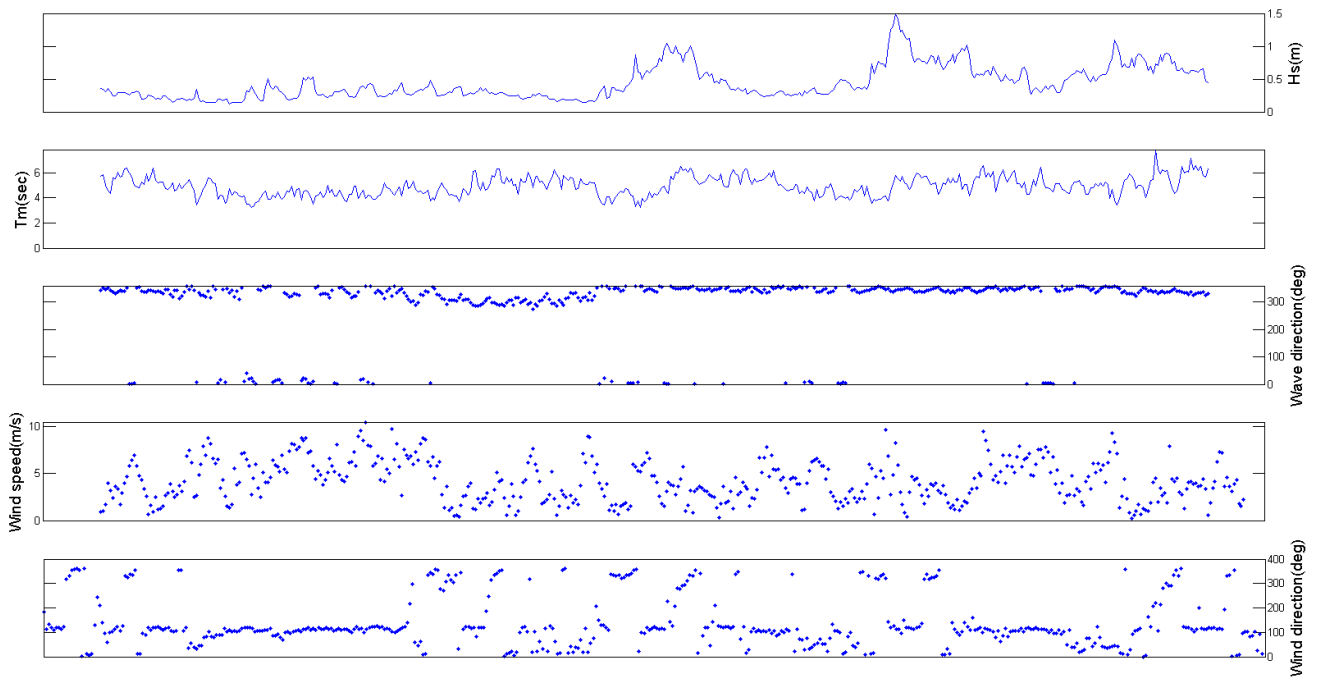
之趨勢，如波高大於 1 m 之週期以介於 4~5 sec 居多；秋季(2024.09.01-09.20)觀測期間波高大於 0.5 m~大於 2 m 條件下之波向與週期測得機率，結果顯示隨限定波高越大，波向越集中於 NNW~N 向，週期無明顯往長週期機率較大之趨勢，如波高大於 1 m 之週期以介於 5~6 sec 居多。冬季(2025.02.12~03.01)觀測期間波高大於 0.5 m~大於 2 m 條件下之波向與週期測得機率，結果顯示隨限定波高越大，波向越集中於 NNW~N 向，週期無明顯往長週期機率較大之趨勢；春季(2024.04.30-05.16)觀測期間波高大於 0.5 m~大於 2 m 條件下之波向與週期測得機率，結果顯示隨限定波高越大，波向越集中於 W~WNW 向，週期則無明顯往長週期機率較大之趨勢，如波高大於 1 m 之週期以介於 4~5 sec 居多。

本觀測期間之波浪平均值、分佈範圍與極大值等資料統計於表 3-1 至表 3-6 所示，並繪製波高、週期與波向之發生機率分佈如圖 3-5 與圖 3-6 所示。夏季(2024.08.16-08.31)觀測期間之平均示性波高為 0.39 m，主要波高測得範圍為 0.5~1.0 m (46.9%)，其次 0.0~0.5 m (42.0%)，主波向為 WNW 向(33.2%)，次要波向為 NNW 向(27.7%)。全時段最大示性波高為 1.21 m (2024/8/22 14:00)，對應波向為 W 向。秋季(2024.09.01-09.20)觀測期間之平均示性波高為 0.44 m，主要波高測得範圍為 0.5~1.0 m (64.5%)，其次 0.0~0.5 m (21.5%)，主波向為 NNW 向(43.7%)，次要波向為 N 向(35.1%)。全時段最大示性波高為 1.51 m (2024/9/14 21:00)，對應波向為 NNW 向。冬季(2025.02.12~03.01)觀測期間之平均示性波高為 1.15 m，主要波高測得範圍為 1.0~1.5 m (30.5%)，其次 1.5~2.0 m (28.8%)，主波向為 N 向(57.7%)，次要波向為 NNW 向(38.0%)。全時段最大示性波高為 2.77 m (2025/2/13 04:00)，對應波向為 NNW 向。春季(2025.04.30~05.16)觀測期間之平均示性波高為 0.39 m，主要波高測得範圍為 0.5~1.0m (55.2%)，其次 0.0~0.5 m (33.6%)，主波向為 NW 向(33.5%)，次要波向為 NNW 向(29.6%)。全時段最大示性波高為 1.77 m (2025/5/11 16:00)，對應波向為 NNW 向。

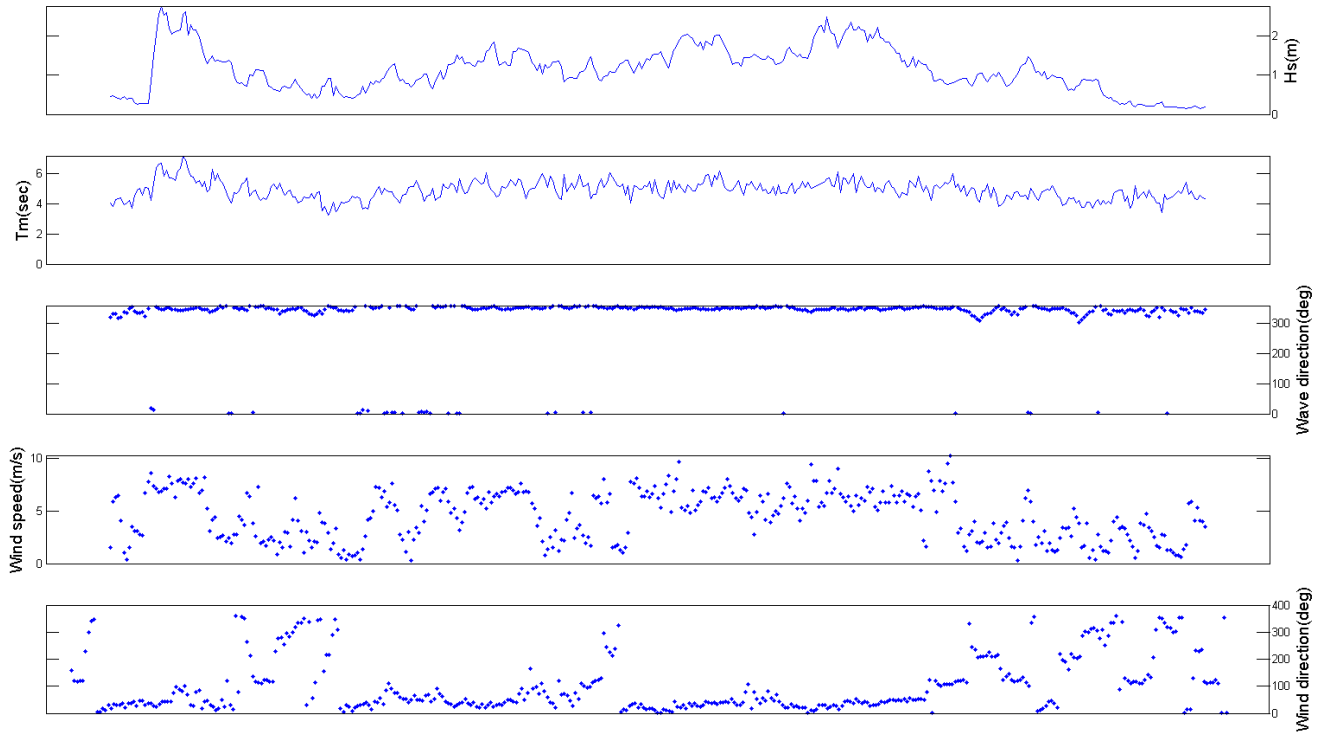
另外將波高、週期統計以累積機率型式呈現如圖 3-8 與圖 3-9 所示，波高於主要分佈範圍之小波高呈現累積機率較尖陡之型態；大波高則斜率較小，應用上可由圖得知小於(累積)或大於(超越)某個限定波高值之機率，可作為海域遊憩開放條件暨相關海域工程項目可施工日數之參考。



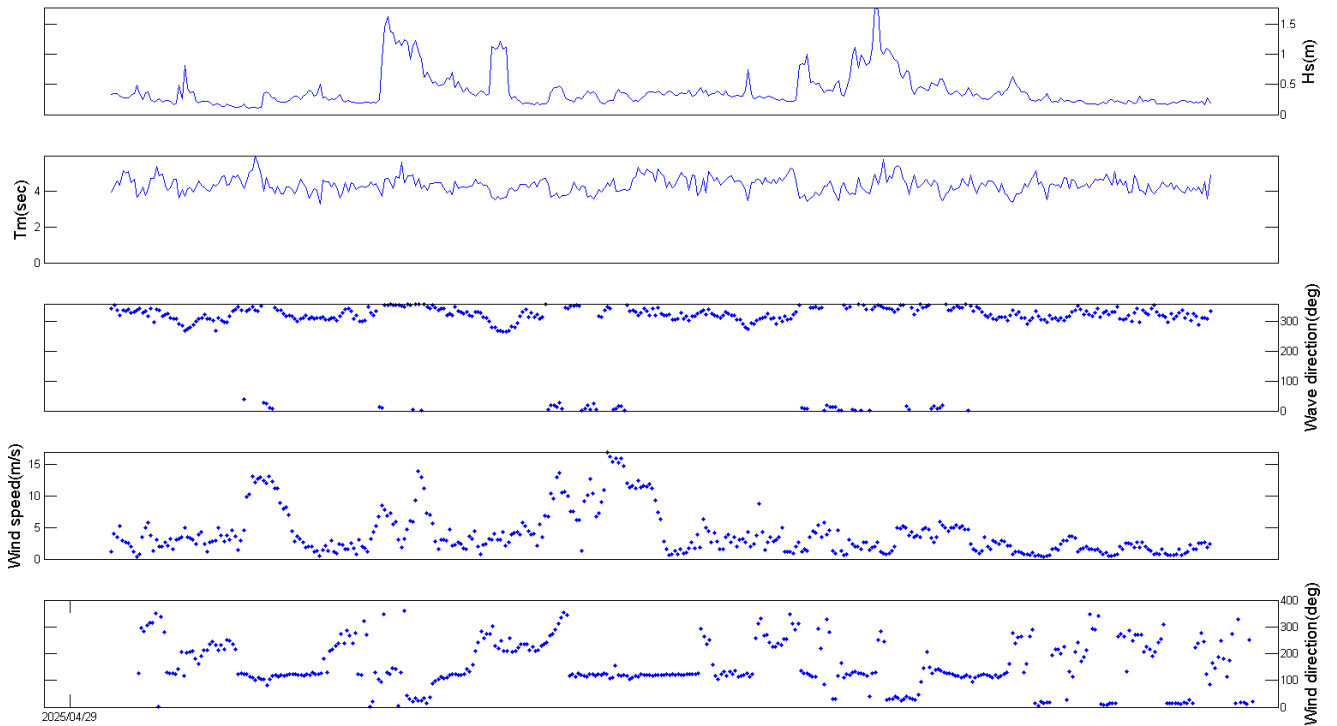
夏季(2024.8.16-8.31)



秋季(2024.9.1-9.20)

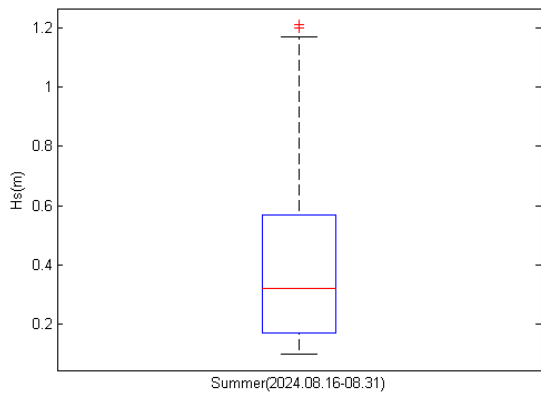


冬季(2025.02.12~03.01)

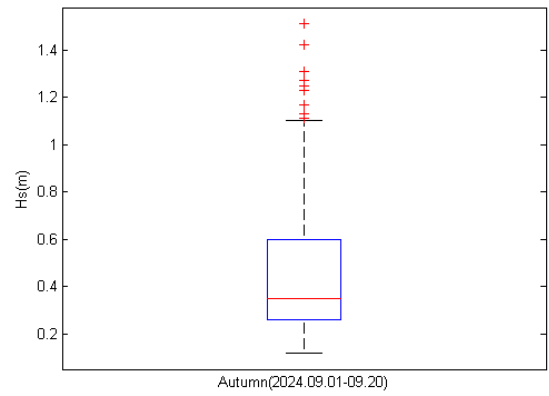


春季(2025.04.30~05.16)

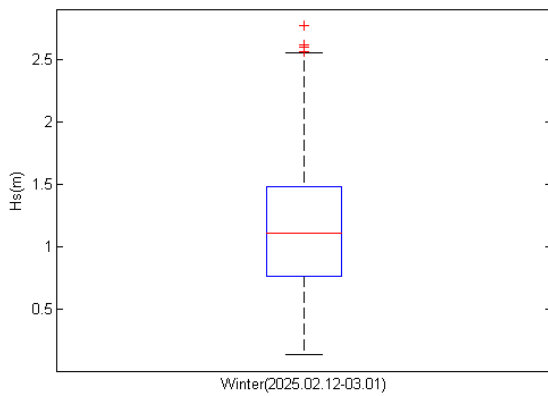
圖 3-2 波浪觀測結果各參數之時序列



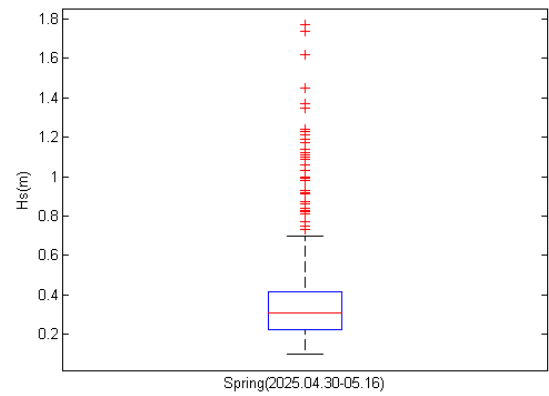
夏季(2024.8.16-8.31)



秋季(2024.9.1-9.20)

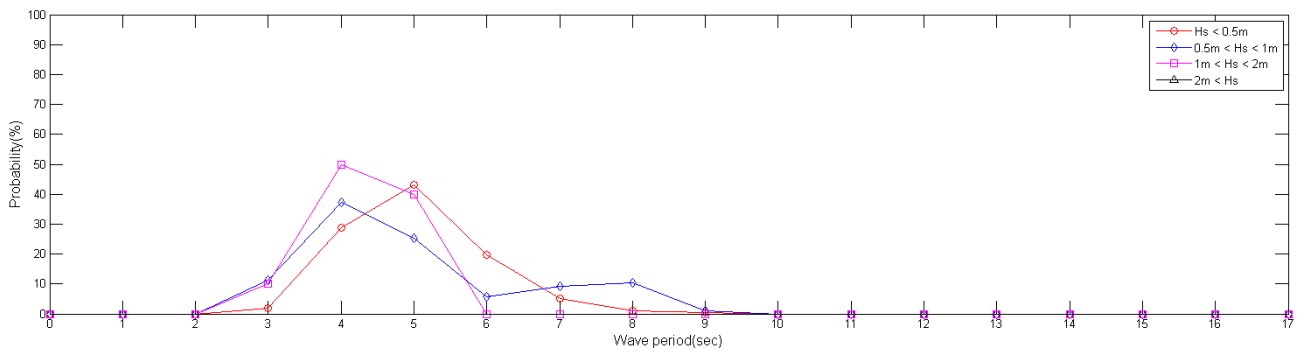
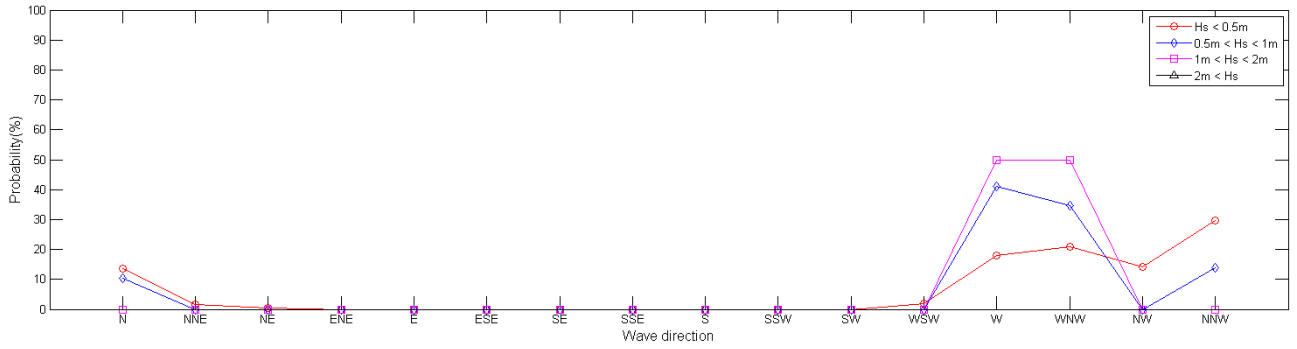


冬季(2025.02.12~03.01)

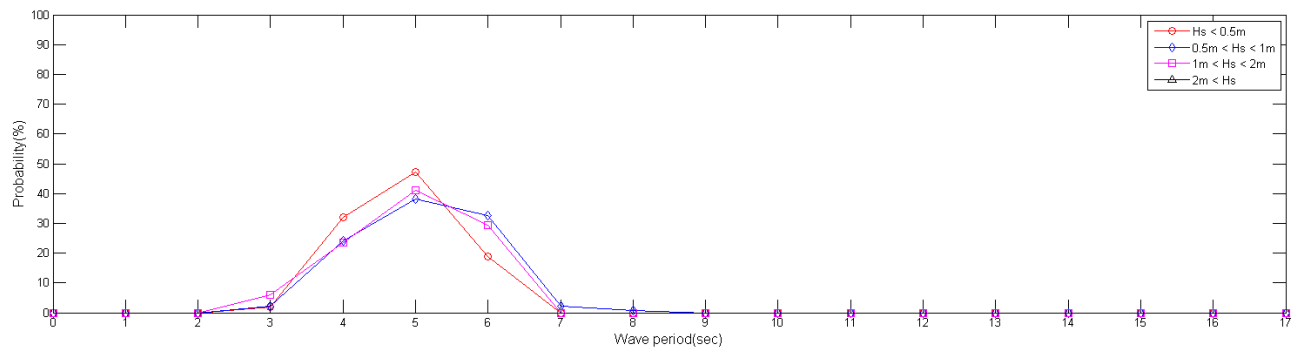
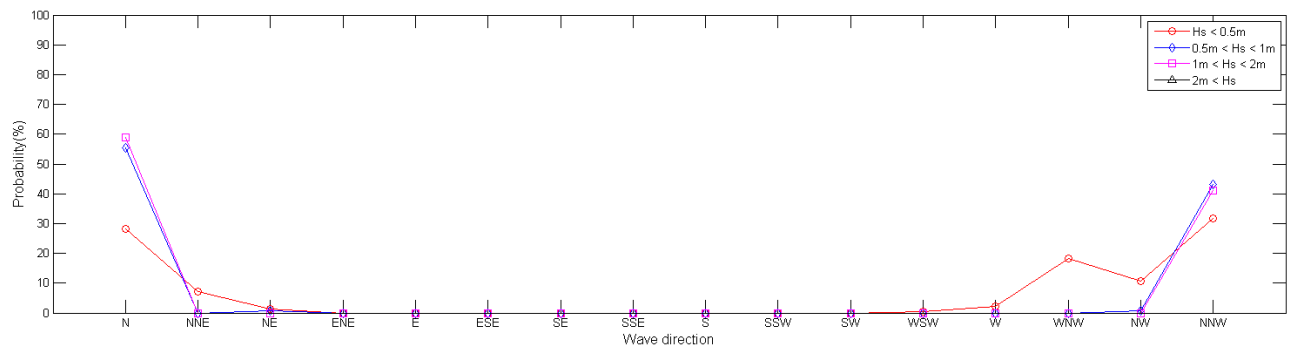


春季(2025.04.30~05.16)

圖 3-3 示性波高鬚盒圖

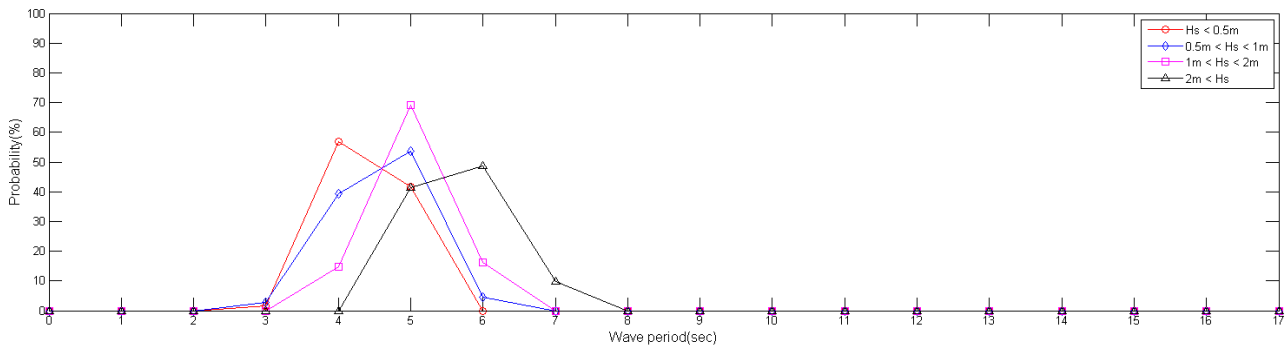
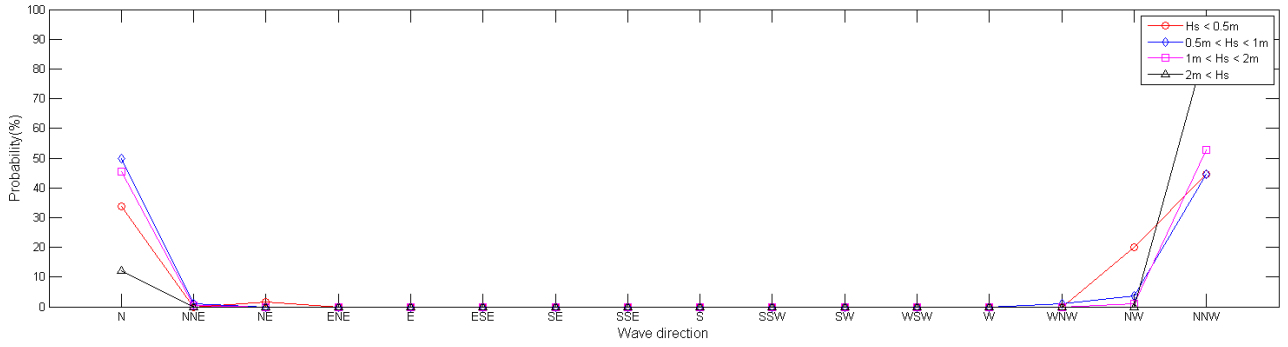


夏季(2024.8.16-8.31)

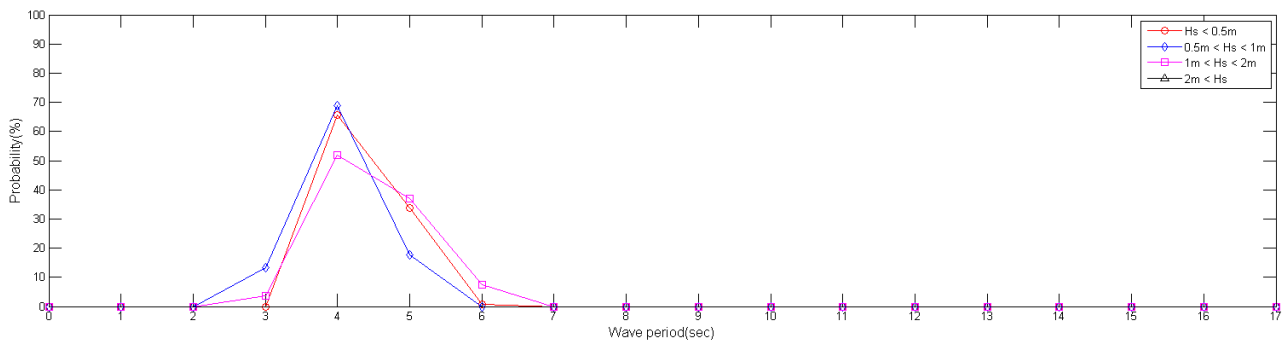
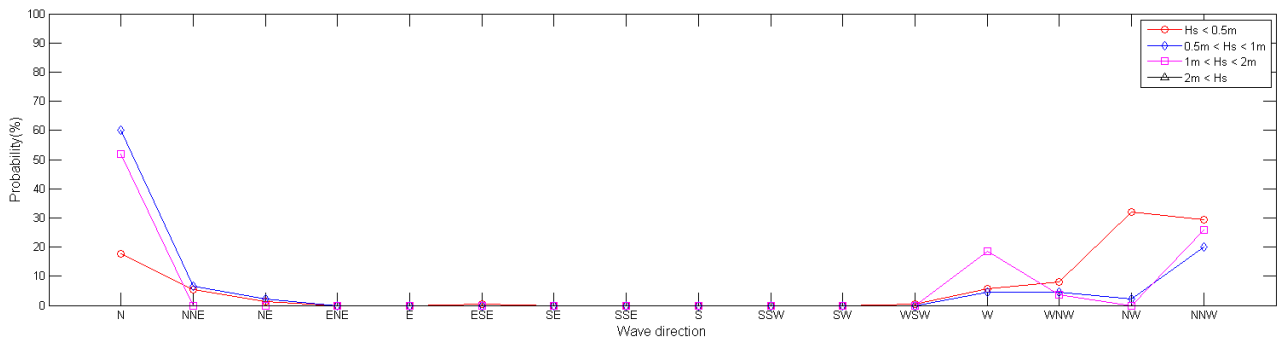


秋季(2024.9.1-9.20)

圖 3-4 限定波高條件下波向週期測得機率



冬季(2025.02.12~03.01)



春季(2025.04.30~05.16)

圖 3-5 限定波高條件下波向週期測得機率(續)

表 3-1 波浪平均值統計

觀測時間	最大示性波高 (m)	平均示性波高 (m)	最大週期 (s)	平均週期 (s)	主要波向 (deg)	資料數	最大風速 (m/s)	平均風速 (m/s)	主要風向 (deg)
2024.8.16~8.31	1.21	0.39	9.5	5.0	WNW	377	7.8	3.1	ESE
2024.9.1~9.20	1.51	0.44	7.8	4.9	NNW	465	10.5	4.2	ESE
2025.2.12~3.1	2.77	1.15	7.2	4.9	N	409	10.3	4.6	NE
2025.4.30~5.16	1.77	0.39	6.0	4.4	NW	391	16.9	4.0	ESE

表 3-2 波浪極值統計

觀測時間	最大示性波高 (m)	對應尖峰週期 (s)	對應波向 (deg)	測得時間	最大風速 (m/s)	對應風向 (deg)	測得時間
2024.8.16~8.31	1.21	4.8	W	8/22 14:00	7.8	ESE	8/23 15:00
2024.9.1~9.20	1.51	7.4	NNW	9/14 21:00	10.5	ESE	9/5 15:00
2025.2.12~3.1	2.77	9.7	NNW	2/13 04:00	10.3	ESE	2/25 10:00
2025.4.30~5.16	1.77	6.9	NNW	5/11 16:00	16.9	ESE	5/7 17:00

表 3-3 夏季(2024.8.16-8.31)波浪分布範圍統計表

波高 波向	0.0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	Total (%)
N	1.6	4.2	0.8	0.0	6.6
NNE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ENE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W	1.9	7.4	4.5	0.0	13.8
WNW	8.5	19.1	5.6	0.0	33.2
NW	17.5	1.3	0.0	0.0	18.8
NNW	12.5	14.9	0.3	0.0	27.7
Total (%)	42.0	46.9	11.2	0.0	100.1

表 3-4 秋季(2024.9.1-9.20)波浪分布範圍統計表

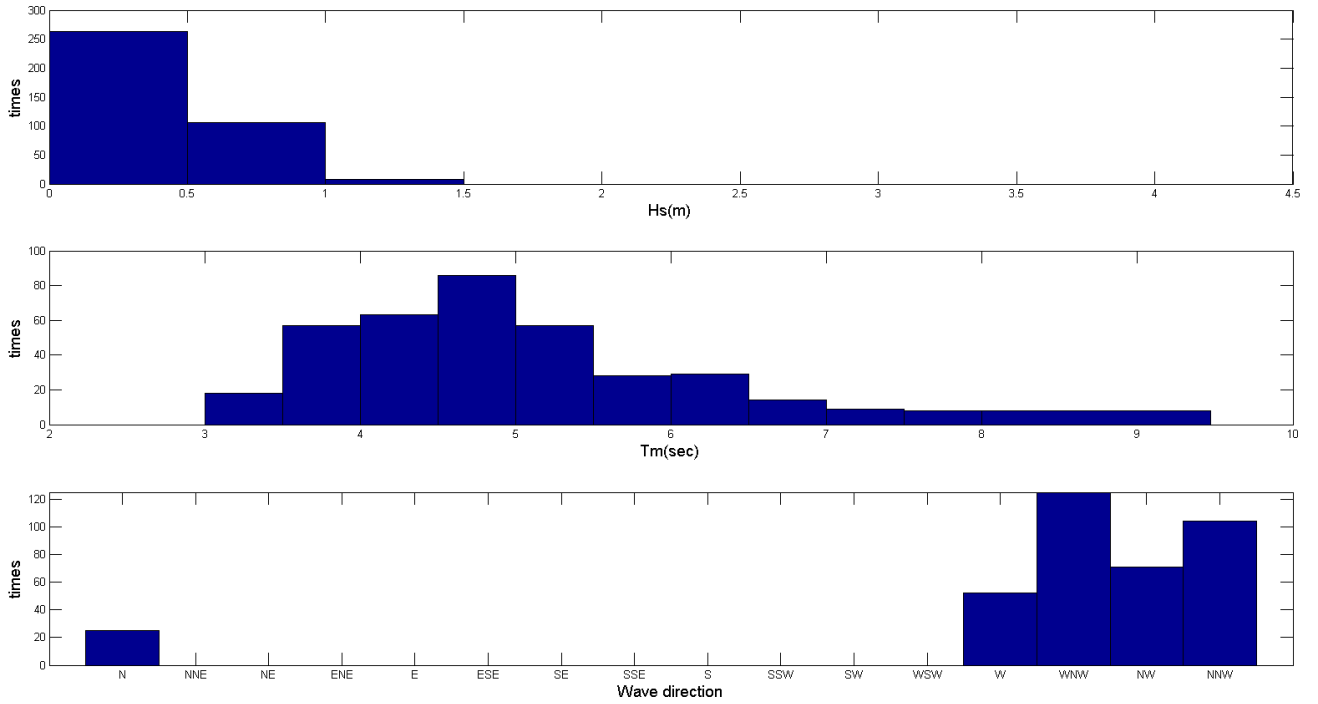
波高 波向	0.0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	Total (%)
N	2.6	25.6	6.9	0.0	0.0	35.1
NNE	0.2	2.6	0.0	0.0	0.0	2.8
NE	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2
ENE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2
WNW	1.7	4.5	0.0	0.0	0.0	6.2
NW	6.7	4.9	0.2	0.0	0.0	11.8
NNW	10.3	26.5	5.8	1.1	0.0	43.7
Total (%)	21.5	64.5	12.9	1.1	0.0	100.0

表 3-5 冬季(2025.2.12-3.1)波浪分布範圍統計表

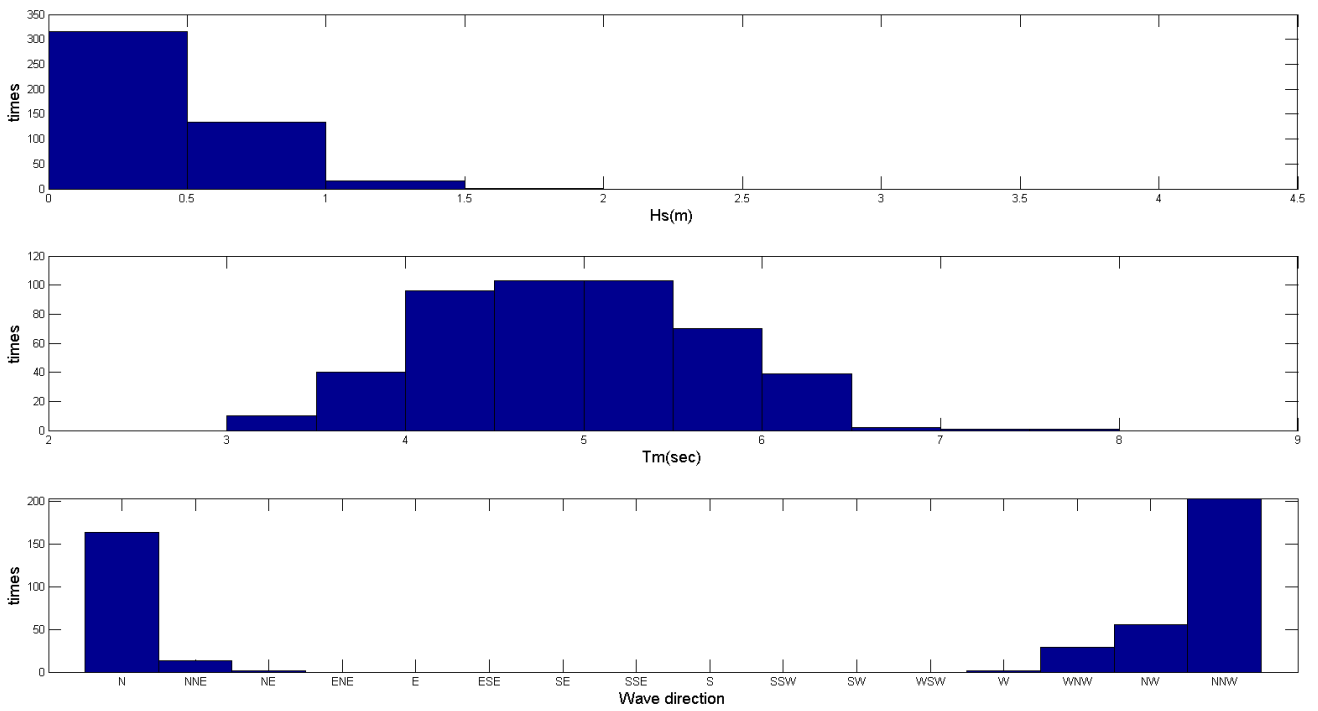
波高 波向	0.0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	Total (%)
N	0.5	4.2	22.7	23.2	6.4	0.7	57.7
NNE	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6
NE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ENE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WNW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NW	0.2	1.7	1.5	0.0	0.0	0.0	3.4
NNW	4.9	13.0	6.1	5.4	6.6	2.0	38.0
Total (%)	5.6	19.1	30.5	28.8	13.0	2.7	99.7

表 3-6 春季(2025.4.30-5.16)波浪分布範圍統計表

波高 波向	0.0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	Total (%)
N	2.6	9.7	5.6	1.3	0.0	19.2
NNE	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	4.6
NE	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
ENE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W	0.3	1.3	2.0	0.0	0.0	3.6
WNW	3.8	5.1	0.0	0.0	0.0	9.0
NW	15.1	18.6	0.0	0.0	0.0	33.7
NNW	11.5	16.2	2.0	0.0	0.0	29.8
Total (%)	33.5	55.5	9.7	1.3	0.0	100.0

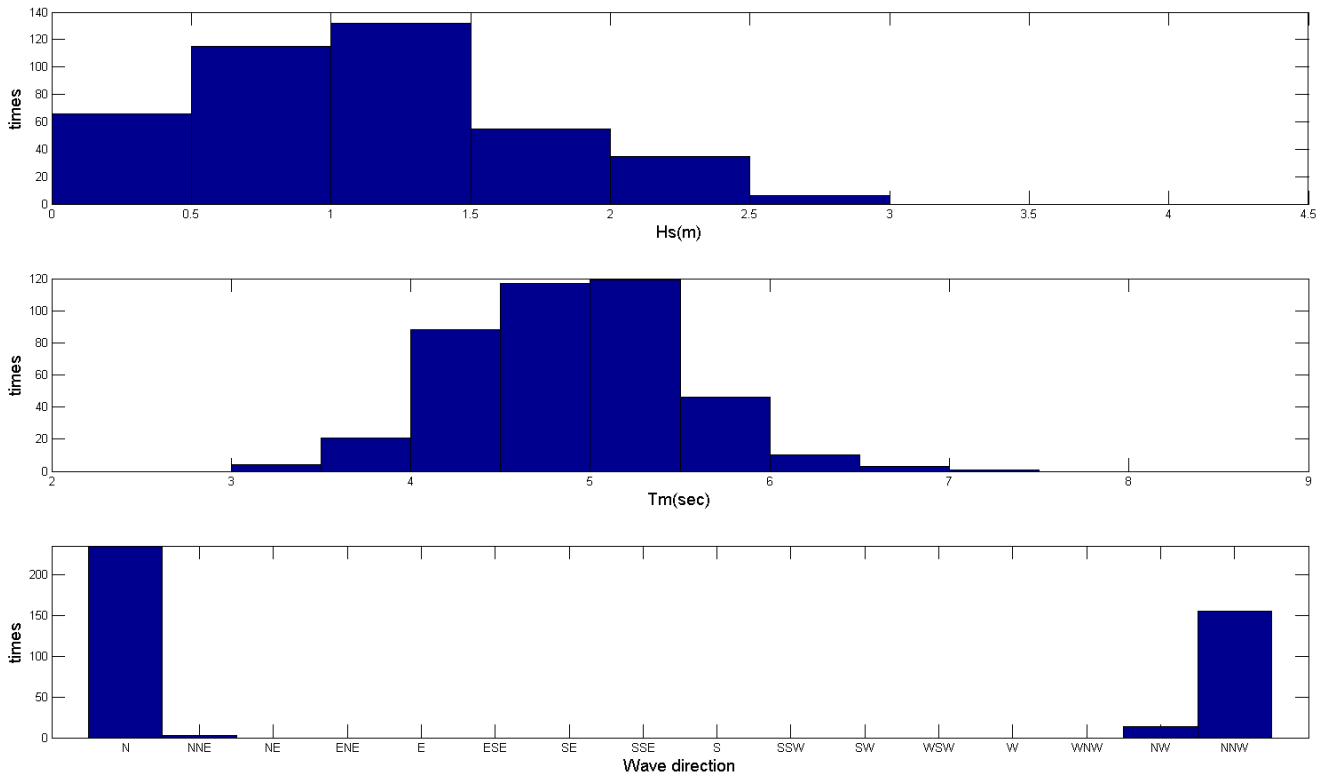


夏季(2024.8.16-8.31)

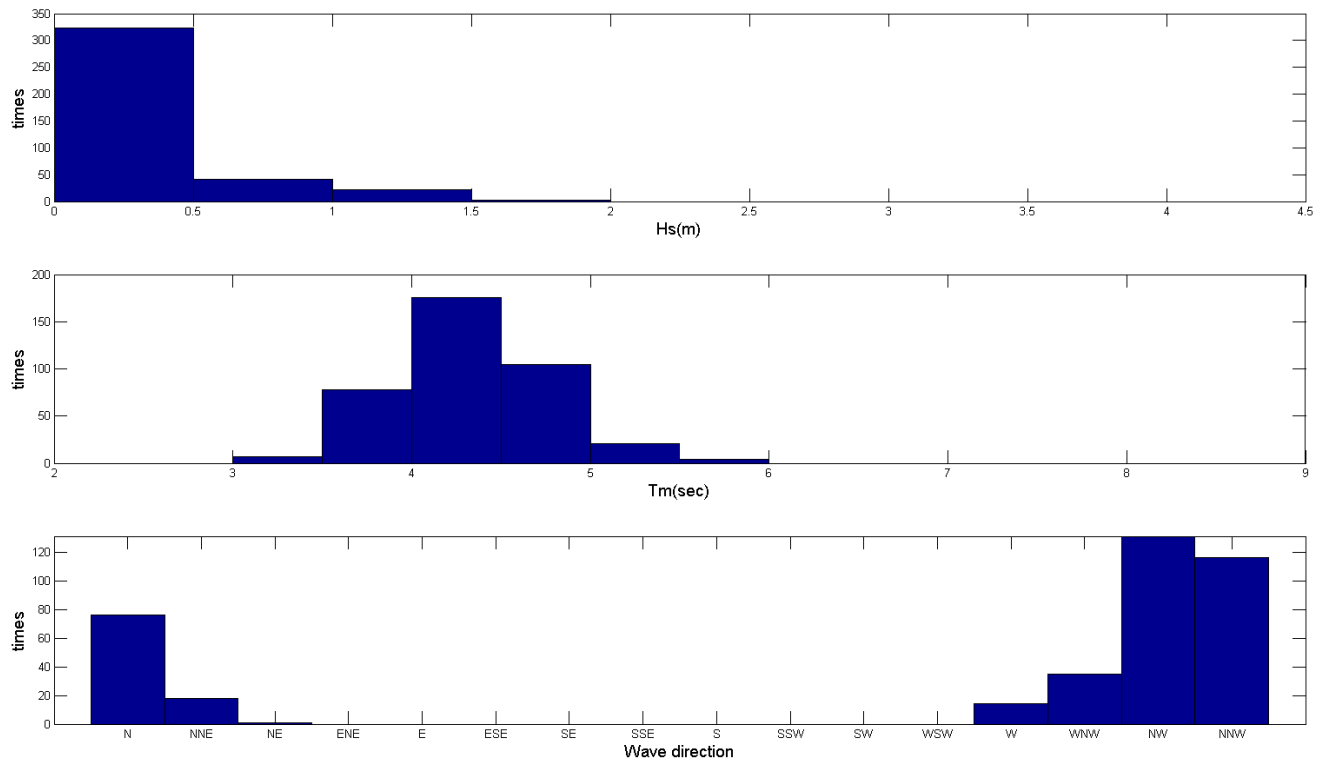


秋季(2024.9.1-9.20)

圖 3-6 示性波高、零上切週期及平均波向發生機率分布

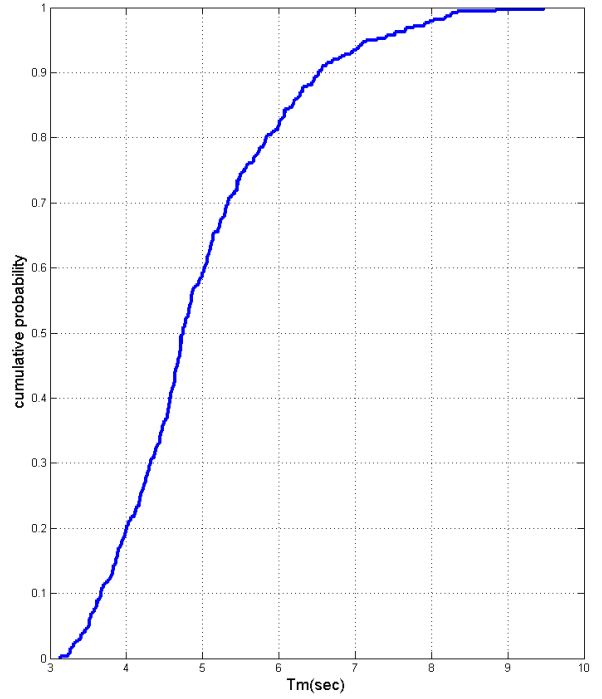
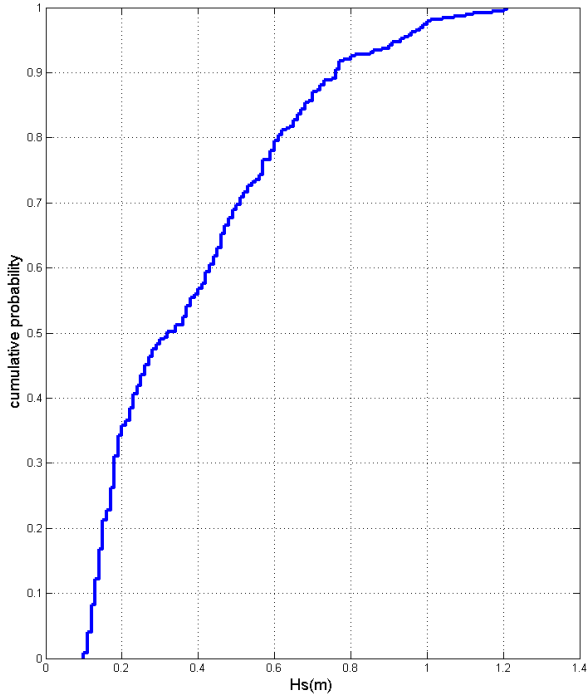


冬季(2025.2.12-3.1)

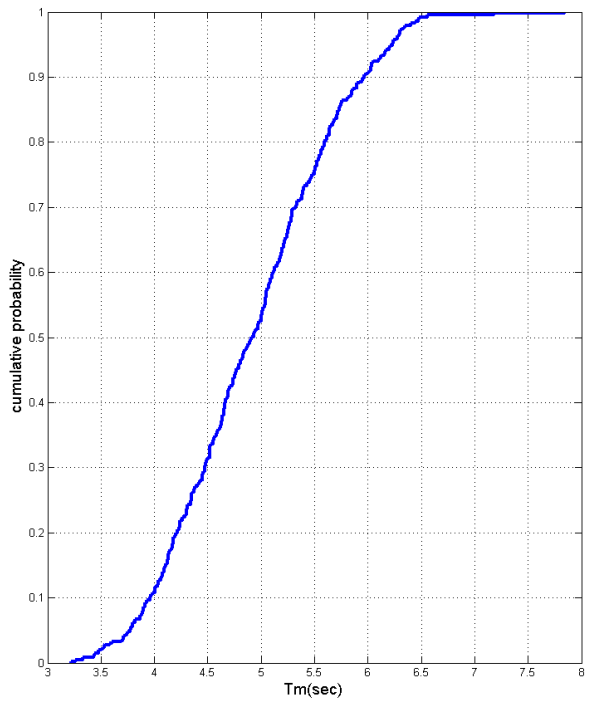
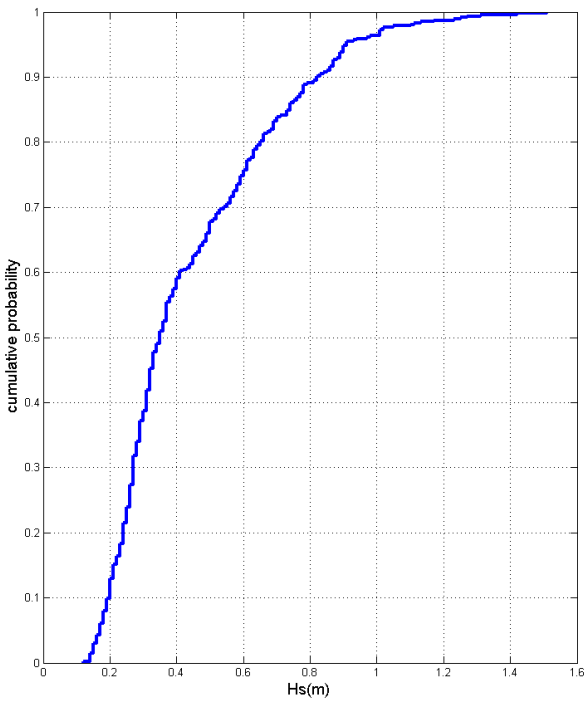


春季(2025.04.30~05.16)

圖 3-7 示性波高、零上切週期及平均波向發生機率分布(續)

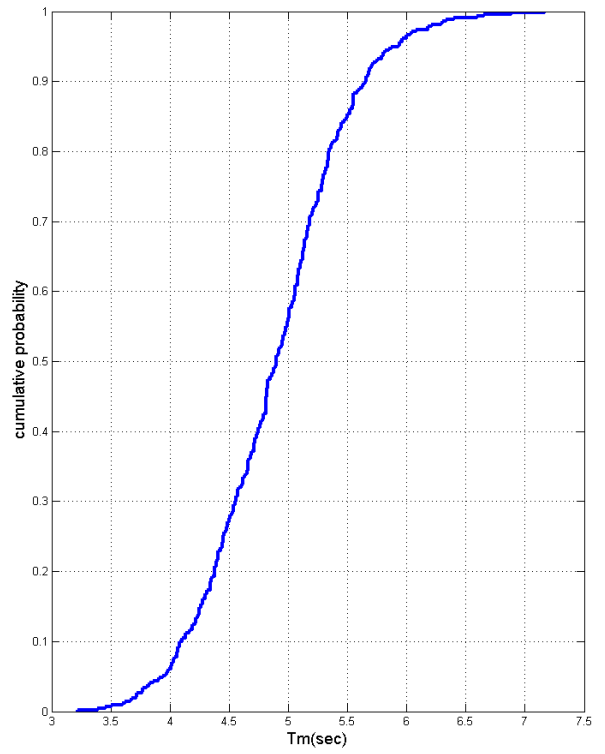
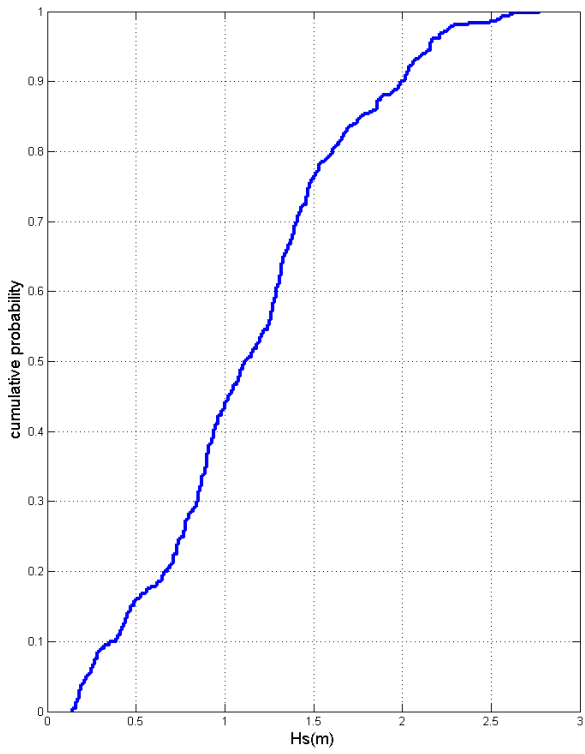


夏季(2024.8.16-8.31)

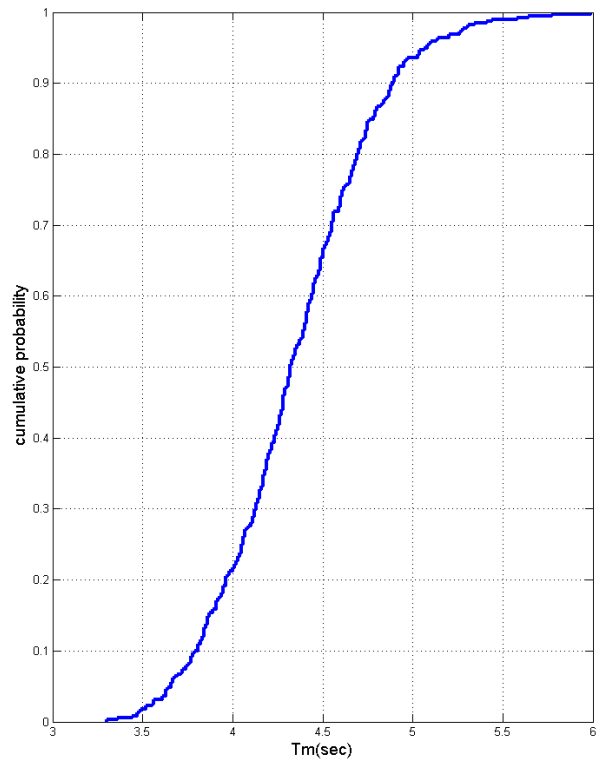
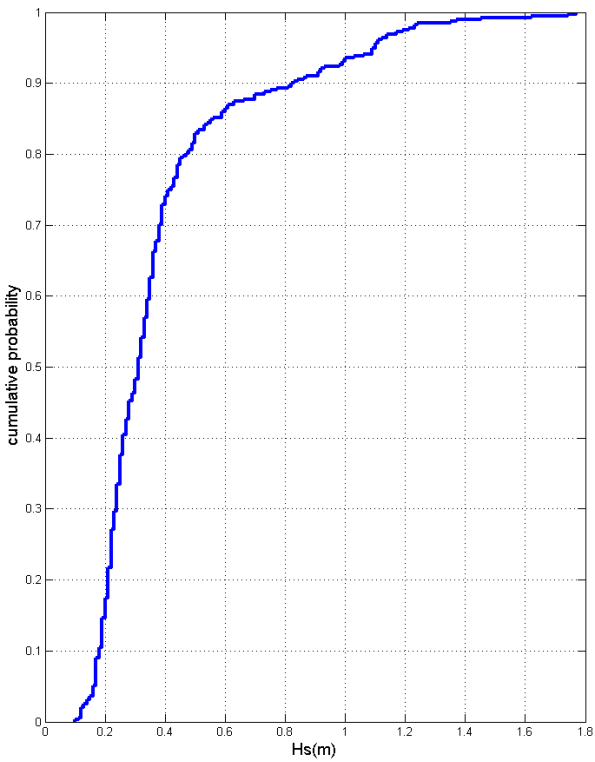


秋季(2024.9.1-9.20)

圖 3-8 示性波高、零上切週期累積機率分布



冬季(2025.2.12-3.1)



春季(2025.04.30~05.16)

圖 3-9 示性波高、零上切週期累積機率分布(續)

前述為個別參數之統計結果，由於波浪為由來至不同振幅(波高)、頻率(週期)及方向(波向)之成分波同步組成，須藉由聯合機率分布方能瞭解其組成，因此將分析結果列如表 3-7 至表 3-18 與圖 3-10 至圖 3-14 所示。據如圖 3-10 之等值圖以固定波高(週期)間距顯示，於表 3-7 至表 3-9 所示，夏季(2024.08.16-08.31)觀測期間較常測得波浪成分為 0.5~1.0 m、週期 5~6 sec 之成分；而於表 3-10 至表 3-12 所示，秋季(2024.09.01-09.20)觀測期間較常測得波浪成分為 0.5~1.0 m、週期 5~6 sec 之成分；於表 3-13 至表 3-15 所示，冬季(2025.02.12-03.01)觀測期間較常測得波浪成分為 1.0~1.5 m、週期 5~6 sec 之成分；於表 3-16 至表 3-18 所示，春季(2025.04.30-05.16)觀測期間較常測得波浪成分為 0.5~1.0 m、週期 4~5 sec 之成分。

而由圖 3-11 與圖 3-12 所示之風波玫瑰圖顯示，各季次風向偏 ESE 向時，觀測海域之波向以 WNW 向為主，研判主要風向係受其地理位置靠近淡水河出海口所致，故與海域波向關聯性低。而由週期與波向玫瑰圖與聯合表則得知各方向皆有短週期之波浪發生。另波浪由波高、週期與波向三個參數同步所組成，其間關係如何乃藉由針狀圖之方式呈現其分布如圖 3-13 與圖 3-14 所示，依據圖示小波高對應波向廣散且週期平均較短，隨平均波高增大，週期越長，波向越為集中。

表 3-7 夏季(2024.8.16-8.31)波高週期聯合機率分布統計表

波高 週期	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	Total (%)
0~1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1~2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2~3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3~4	0.0	3.2	1.6	0.0	4.8
4~5	8.8	17.5	5.0	0.0	31.3
5~6	25.2	9.5	3.2	0.0	37.9
6~7	7.2	8.0	0.3	0.0	15.5
7~8	0.5	5.8	0.0	0.0	6.3
8~9	0.3	2.7	0.8	0.0	3.8
9~10	0.0	0.3	0.3	0.0	0.6
Total (%)	42.0	47.0	11.2	0.0	100.2

表 3-8 夏季(2024.8.16-8.31)波高波向聯合機率分布統計表

波高 波向	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	Total (%)
N	1.6	4.2	0.8	0.0	6.6
NNE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ENE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W	1.9	7.4	4.5	0.0	13.8
WNW	8.5	19.1	5.6	0.0	33.2
NW	17.5	1.3	0.0	0.0	18.8
NNW	12.5	14.9	0.3	0.0	27.7
Total (%)	42.0	46.9	11.2	0.0	100.1

表 3-9 夏季(2024.8.16-8.31)週期波向聯合機率分布統計表

週期 波向	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	Total (%)
N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.4	0.3	2.4	0.0	6.7
NNE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ENE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W	0.0	0.0	0.0	1.9	7.7	4.0	0.3	0.0	0.0	0.0	13.9
WNW	0.0	0.0	0.0	2.9	18.6	11.4	0.3	0.0	0.0	0.0	33.2
NW	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	12.7	2.4	0.0	0.0	0.0	18.8
NNW	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	8.2	10.1	6.1	1.3	0.5	27.5
Total (%)	0.0	0.0	0.0	4.8	31.3	37.9	15.5	6.4	3.7	0.5	100.1

表 3-10 秋季(2024.9.1-9.20)波高週期聯合機率分布統計表

波高 週期	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	Total (%)
0~1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1~2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2~3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3~4	0.0	1.5	0.4	0.0	0.0	1.9
4~5	5.8	20.9	2.6	0.0	0.0	29.3
5~6	10.8	27.7	4.9	0.4	0.0	43.8
6~7	4.9	13.5	4.9	0.6	0.0	23.9
7~8	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6
8~9	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2
9~10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total (%)	21.5	64.5	12.8	1.0	0.0	99.7

表 3-11 秋季(2024.9.1-9.20)波高波向聯合機率分布統計表

波高 波向	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	Total (%)
N	2.6	25.6	6.9	0.0	0.0	35.1
NNE	0.2	2.6	0.0	0.0	0.0	2.8
NE	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2
ENE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2
WNW	1.7	4.5	0.0	0.0	0.0	6.2
NW	6.7	4.9	0.2	0.0	0.0	11.8
NNW	10.3	26.5	5.8	1.1	0.0	43.7
Total (%)	21.5	64.5	12.9	1.1	0.0	100.0

表 3-12 秋季(2024.9.1-9.20)週期波向聯合機率分布統計表

週期 波向	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	Total (%)
N	0.0	0.0	0.0	1.3	15.5	12.9	5.4	0.0	0.0	0.0	35.1
NNE	0.0	0.0	0.0	0.6	1.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
NE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
ENE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
WNW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.6	3.4	0.0	0.0	0.0	6.2
NW	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	7.3	1.5	0.0	0.0	0.0	11.8
NNW	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	20.2	13.8	0.6	0.2	0.0	43.6
Total (%)	0.0	0.0	0.0	1.9	29.2	43.8	24.1	0.6	0.2	0.0	99.8

表 3-13 冬季(2025.2.12-3.1)波高週期聯合機率分布統計表

波高 週期	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	Total (%)
0~1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1~2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2~3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3~4	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.7
4~5	2.4	11.0	10.0	2.9	0.0	0.0	26.3
5~6	3.2	7.3	17.6	21.0	7.8	0.7	57.6
6~7	0.0	0.2	2.7	4.9	5.1	1.2	14.1
7~8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7
8~9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9~10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total (%)	5.6	19.0	30.5	28.8	12.9	2.6	99.4

表 3-14 冬季(2025.2.12-3.1)波高波向聯合機率分布統計表

波高 波向	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	Total (%)
N	0.5	4.2	22.7	23.2	6.4	0.7	57.7
NNE	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6
NE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ENE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WNW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NW	0.2	1.7	1.5	0.0	0.0	0.0	3.4
NNW	4.9	13.0	6.1	5.4	6.6	2.0	38.0
Total (%)	5.6	19.1	30.5	28.8	13.0	2.7	99.7

表 3-15 冬季(2025.2.12-3.1)週期波向聯合機率分布統計表

週期 波向	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	Total (%)
N	0.0	0.0	0.0	0.7	13.0	35.9	8.1	0.0	0.0	0.0	57.7
NNE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
NE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ENE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WNW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NW	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
NNW	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	20.5	6.1	1.0	0.0	0.0	38.1
Total (%)	0.0	0.0	0.0	0.7	26.4	57.6	14.2	1.0	0.0	0.0	99.9

表 3-16 春季(2025.4.30-5.16)波高週期聯合機率分布統計表

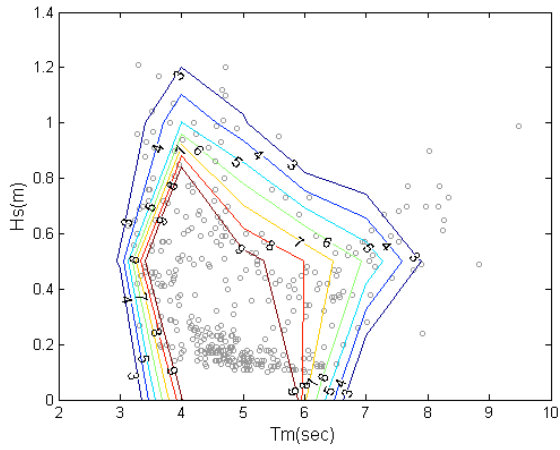
波高 週期	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	Total (%)
0~1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1~2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2~3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3~4	0.0	1.3	0.5	0.0	0.0	1.8
4~5	19.4	38.1	5.4	0.8	0.0	63.8
5~6	13.6	15.9	3.3	0.5	0.3	33.4
6~7	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	1.0
7~8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8~9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9~10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total (%)	33.5	55.5	9.7	1.3	0.0	100.0

表 3-17 春季(2025.4.30-5.16)波高波向聯合機率分布統計表

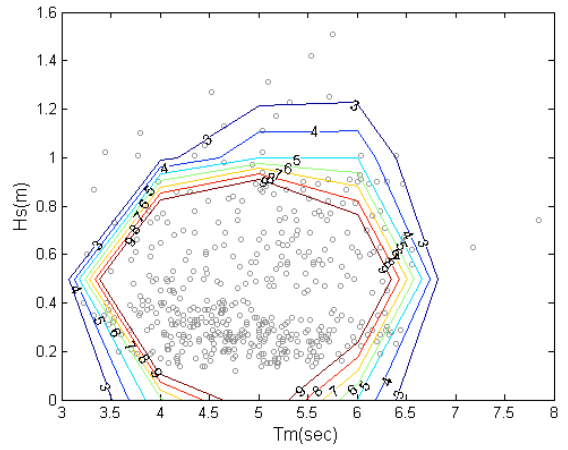
波高 波向	0.0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	Total (%)
N	2.6	9.7	5.6	1.3	0.0	19.2
NNE	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	4.6
NE	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
ENE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W	0.3	1.3	2.0	0.0	0.0	3.6
WNW	3.8	5.1	0.0	0.0	0.0	9.0
NW	15.1	18.6	0.0	0.0	0.0	33.7
NNW	11.5	16.2	2.0	0.0	0.0	29.8
Total (%)	33.5	55.5	9.7	1.3	0.0	100.0

表 3-18 春季(2025.4.30-5.16)週期波向聯合機率分布統計表

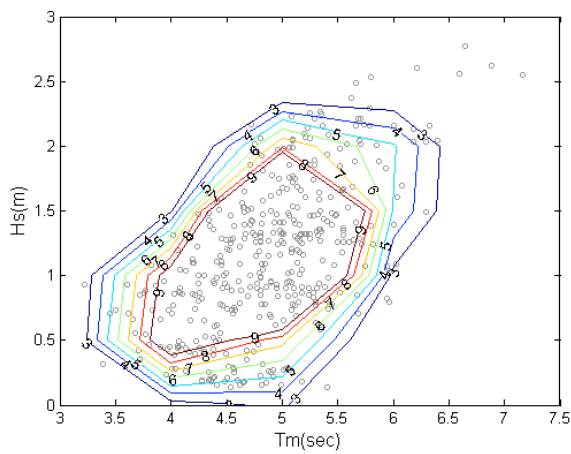
週期 波向	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	Total (%)
N	0.0	0.0	0.0	0.5	13.1	5.3	0.3	0.0	0.0	0.0	19.2
NNE	0.0	0.0	0.0	0.3	3.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
NE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
ENE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ESE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WSW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
W	0.0	0.0	0.0	0.3	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6
WNW	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0
NW	0.0	0.0	0.0	0.5	19.9	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	33.7
NNW	0.0	0.0	0.0	0.3	16.9	11.9	0.8	0.0	0.0	0.0	29.8
Total (%)	0.0	0.0	0.0	1.8	63.8	33.4	1.0	0.0	0.0	0.0	100.0



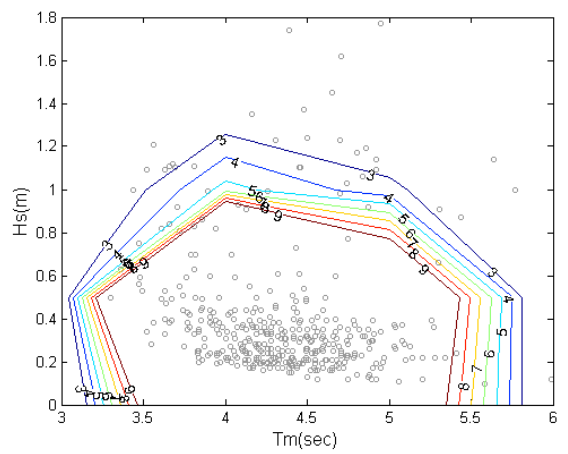
夏季(2024.8.16-8.31)



秋季(2024.9.1-9.20)

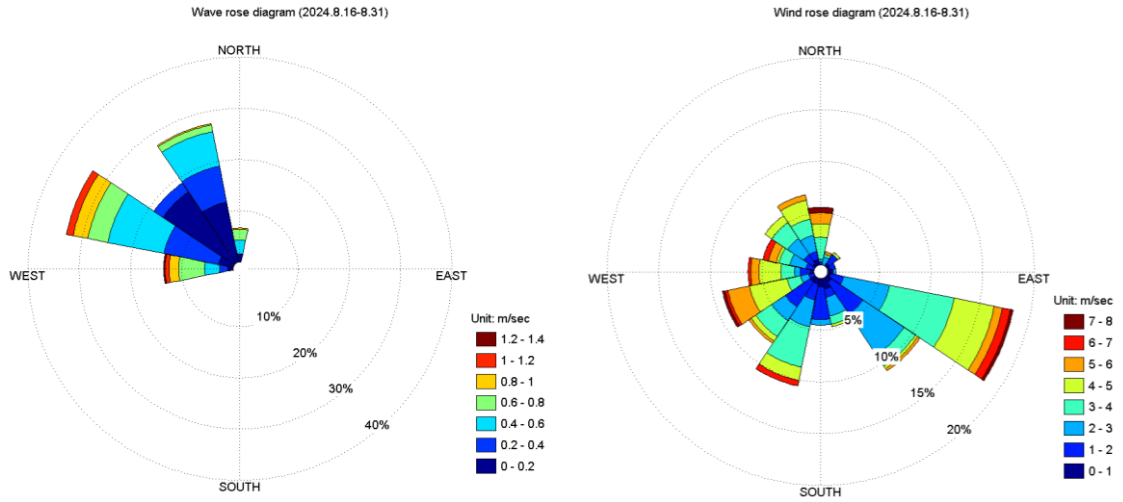


冬季(2025.2.12-3.1)

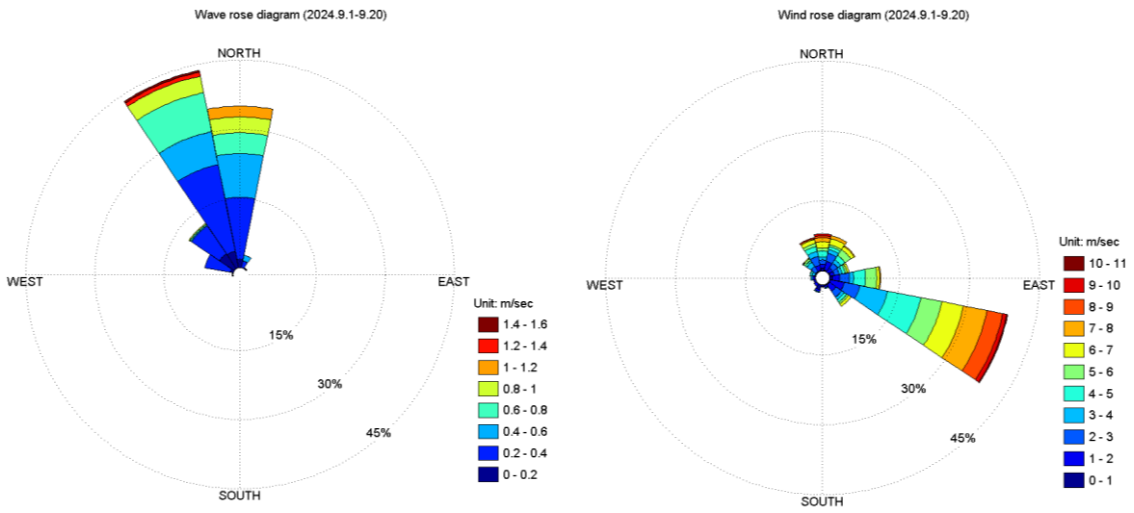


春季(2025.4.30-5.16)

圖 3-10 波高、週期聯合發生機率等值圖

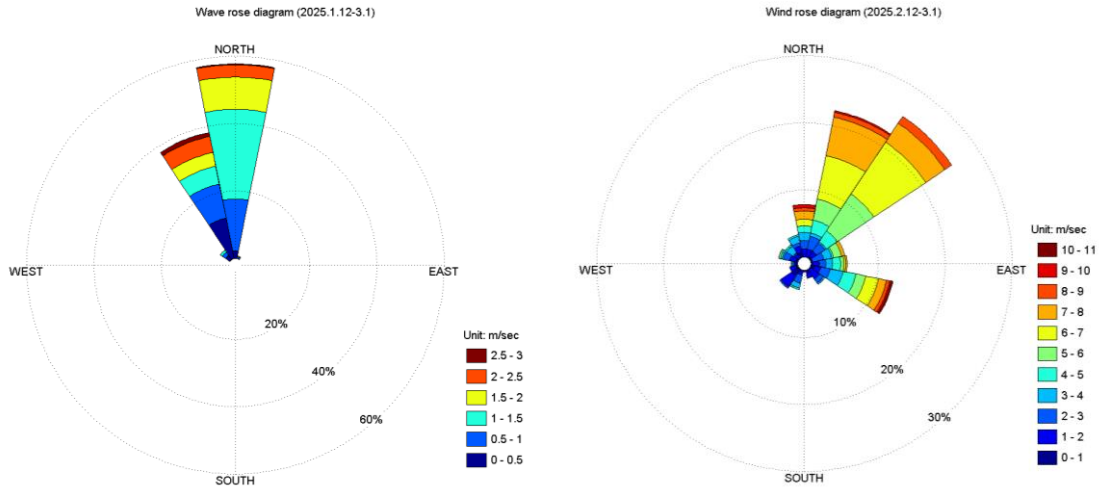


夏季(2024.8.16-8.31)

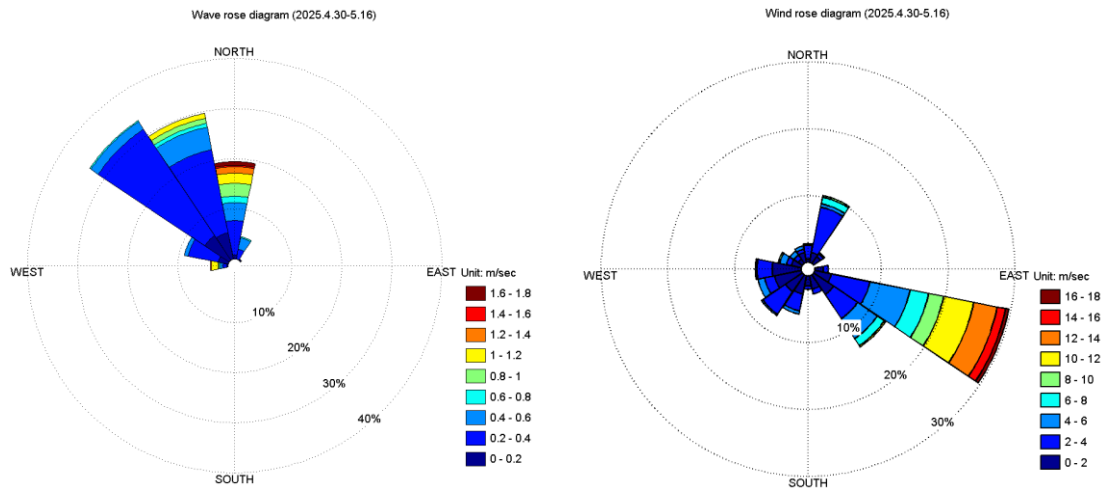


秋季(2024.9.1-9.20)

圖 3-11 波浪與風玫瑰圖

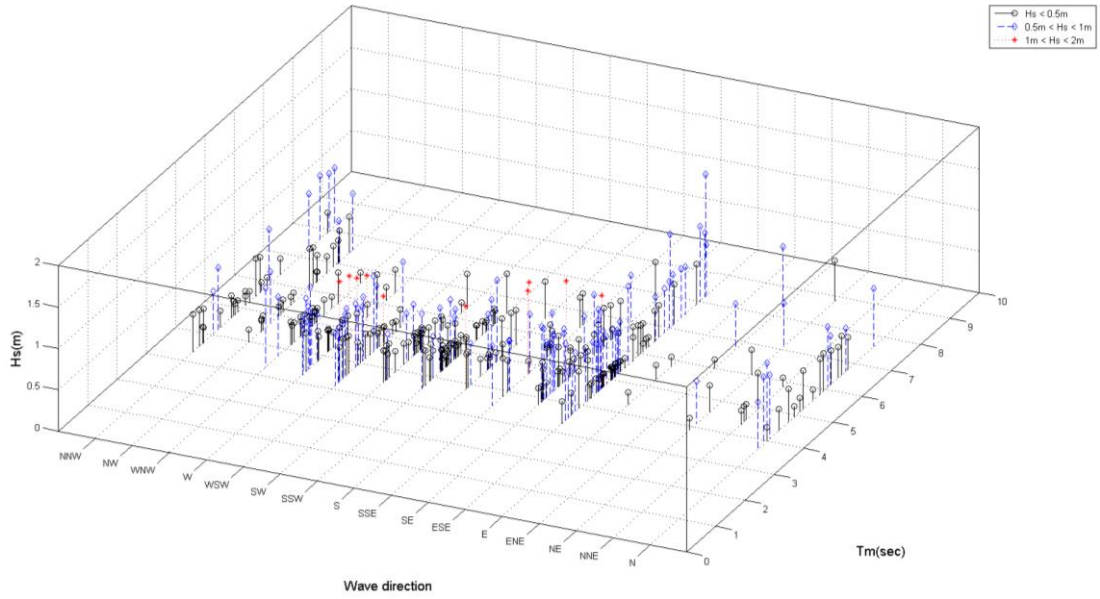


冬季(2025.2.12-3.1)

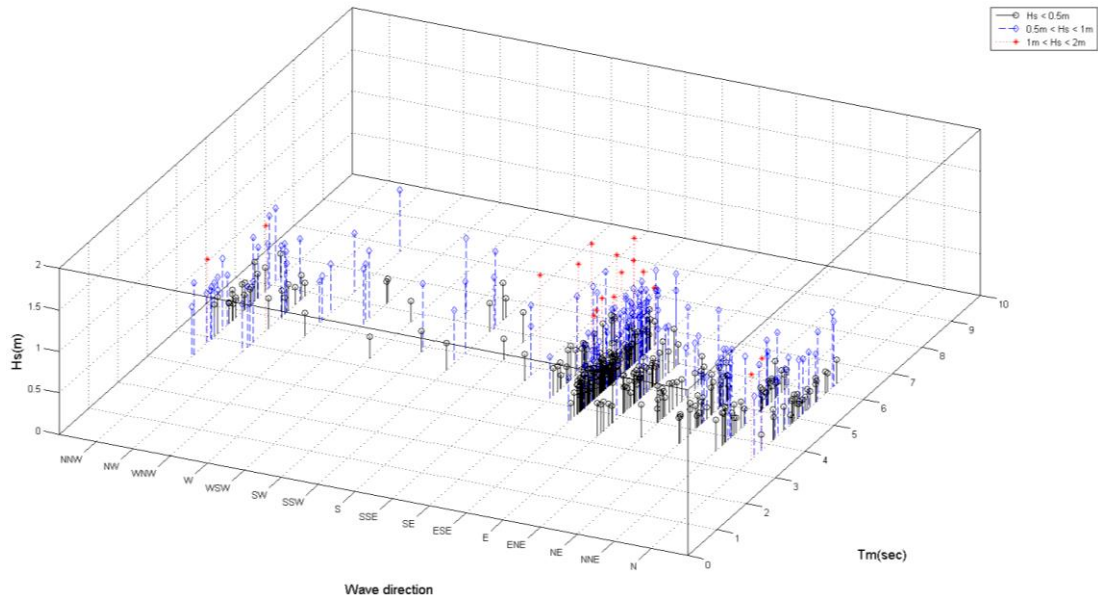


春季(2025.4.30-5.16)

圖 3-12 波浪與風玫瑰圖(續)

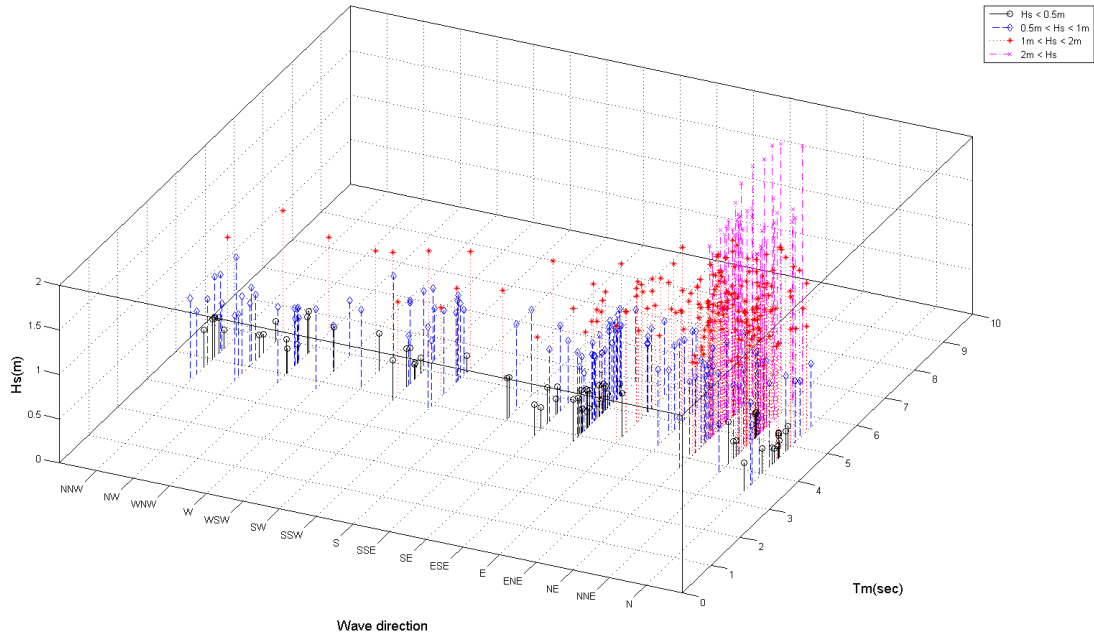


夏季(2024.8.16-8.31)

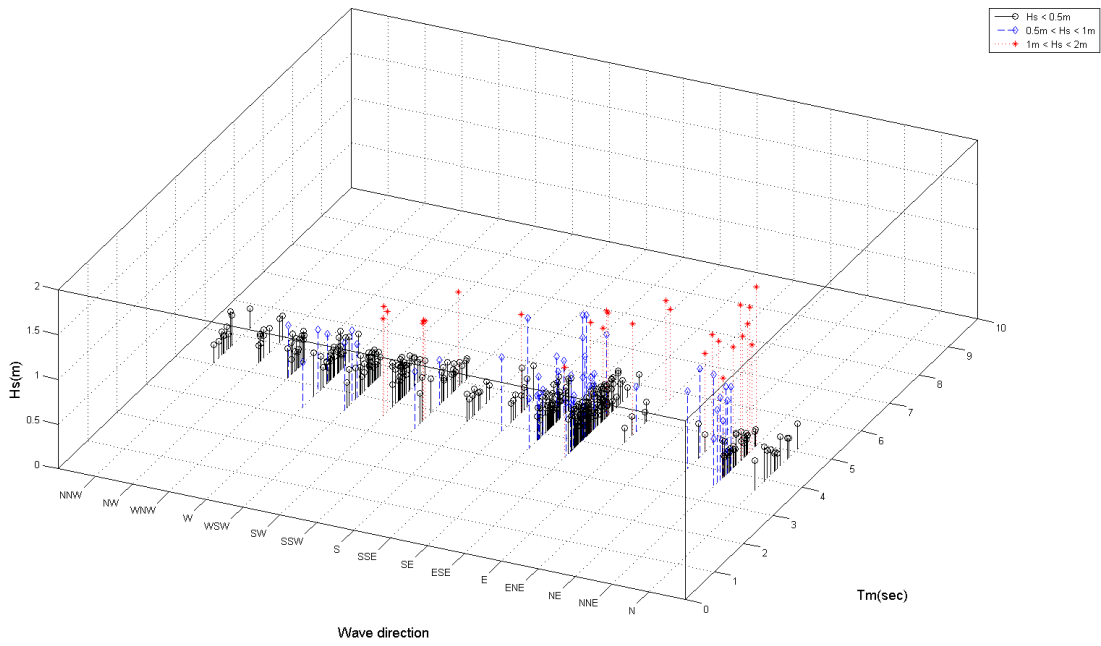


秋季(2024.9.1-9.20)

圖 3-13 波高週期與波向分布針狀圖(續)



冬季(2025.2.12-3.1)



春季(2025.4.30-5.16)

圖 3-14 波高週期與波向分布針狀圖(續)

參、海流

沙崙海域目前無固定測量海流測站，故以鄰近測站(交通部運輸研究所港灣技術研究中心-台北港)作為該區域背景參考，觀測數據因測站位置與沙崙地理位置不同而有些落差。由 2022 年港灣海氣象觀測資料統計年報，分析 2002 年 12 月至 2022 年 12 月台北港海流資料，歷年台北港平均海流流速為 0.42 m/s，最大流速為 3.39 m/s，主要海流流向為西南西向，歷年台北港冬季(12 月至 2 月)平均流速為 0.44 m/s，最大流速為 1.30 m/s，海流流向為西南西向；春季(3 月至 5 月)平均流速為 0.49 m/s，最大流速為 1.43 m/s，海流流向為西南西向；夏季(6 月至 8 月)平均流速為 0.38 m/s，最大流速為 3.39 m/s，海流流向為東北向；秋季(9 月至 11 月)平均流速為 0.44 m/s，最大流速為 1.58 m/s，海流流向為西南西向。

第三節 法令資料收集

本案以從事水域遊憩活動與海岸管理為目的，整理相關法令如下：

111 年度「新北市二級海岸防護計畫」，計畫範圍區域從淡水區沙崙里至林口區下福里，包含淡水區、八里區及林口區三個行政區，劃設新北市二級海岸防護區之範圍，本案沙崙海域即包含至「新北市二級海岸防護計畫」計畫範圍內。

壹、海岸管理法

一、第 1 條

維繫自然系統、確保自然海岸零損失、因應氣候變遷、防治海岸災害與環境破壞、保護與復育海岸資源、推動海岸整合管理，並促進海岸地區之永續發展，特制定本法。

二、第 6 條

第一項，中央主管機關應會同有關機關建立海岸地區基本資料庫，定期更新資料與發佈海岸管理白皮書，並透過網路或其他方式公開，以供海岸研究、規劃、教育、保護及管理運用。

第二項，為建立基本資料庫，中央主管機關商請有關機關設置必要測站與相關設施並整合維護事宜，除國家安全外，各機關應配合提供必要資料。

三、第 7 條

第一款至第四款，以自然人文生態資源與景觀與災害之防護優先考量；第六款海岸地區維護公共通行與公共使用之權益，以及第七款及第九款參與整體海岸管理。

四、第 8 條

研擬海岸管理計畫，俾利保護、防護、利用及管理海岸地區土地。

五、第 9 條

第一項至第四項，海岸管理計畫之擬定，應邀請相關學者、中央機關等舉辦座談會廣詢意見並記錄、公開展覽及舉辦公聽會。海岸管理計畫核定後，主管機關應於四十天內公告實行。

六、第 10 條

第一項至第二項，根據海岸等級由相關主管機關擬定計畫，在實施計畫公告後，由中央主管機關依規定協調，劃設海岸防護區域。

七、第 11 條

第一項，海岸地區景觀設置，需考量都市設計準則，以規範其土地使用配置、建築物及設施高度與其他景觀要素。

八、第 14 條

第一項至第二項，為防治海岸災害，視情形劃設海岸防護區，並制定海岸防護計畫，水利主管為事業主管機關。

九、第 15 條

第一項至第二項，海岸防護計畫應載明海岸防護計畫有關之事項，並配合其生態環境保育之特殊需要，避免海岸防護設施破壞或減損環境，並徵得機關同意。

十、第 16 條

第一項與第三項，依整體海岸管理計畫規定，劃設海岸防護區，擬定機關應公開計畫及舉辦公聽會，海岸防護計畫核定後，擬定機關應於四十天內公告實行。

十一、第 17 條

第一項至第二項，海岸防護計畫之審議級核定，需依規定辦理，應聘相關學者及民間團體代表以合議方式審定，代表人數不得少於二分之一。

十二、第 18 條

第一項，海岸防護計畫經公告實施後，應視海岸情況，每五年檢討一次並作必要之變更。

十三、第 19 條

整體海岸防護計畫公告實施後，依計畫內容應修改或變更開發計畫、事業建設計畫或區域計畫，相關主管機關應案各計畫所訂期限辦理變更作業。

十四、第 21 條

第一項至第二項，擬定實施整體海岸防護計畫，計畫擬定或實施機關調查人員進入公、私有土地調查時，應出示執行職務有關證明文件，土地所有人不得拒絕進入設有圍障之土地調查，應於七日前通知其所有人。

第五項至第六項，海岸地區範圍內土地因海岸防護計畫實施需要，主辦機關依法徵收，海岸地區內公有土地主辦機關依海岸防護計畫內容委託民間經營管理。

十五、第 22 條

第一項至第二項，因海岸防護計畫有關工程而受直接利益者，計畫擬定級實施機關於受益限度內，徵收防護工程受益費，依工程收益費條例規定辦理。

十六、第 23 條

中央水利主管機關應會商相關目的事業主管機關考慮相關因素與衝擊，訂定海岸防護設施之規畫設機手冊。

十七、第 24 條

海岸防護設施主管機關實施海岸防護設施工程並維護管理。

十八、第 25 條

第一項，一級海岸保護區外之海岸地區特定區域內，從事一定規模以上之開發工程，申請人應檢具海岸利用管理說明書，申請中央主管機關許可。

十九、第 26 條

第一項，依規定申請許可案件，經中央主管機關審查符合條件者，始得許可：第二款、符合海岸防護計畫管制事項。

二十、第 27 條

區域計畫在海岸地區範圍者，計畫審議機關於審議通過前，應先徵詢主管機關之意見。

二十一、第 28 條

中央主管機關對於有公共利益之海岸保護、防護、認養與管理等事項得予適當獎勵及表揚。

二十二、第 29 條

主管機關可設立海岸管理基金，用於研究監測、環境維護、保育復育等工作，提供必要的資金支持。

二十三、第 30 條

海岸管理基金用於研究監測、環境維護、保育復育、教育推廣及相關管理支出。

二十四、第 31 條

為保障公共通行及公共水域之使用，近岸海域及公有自然沙灘不得為獨占性使用，並禁止設置人為設施。

二十五、第 43 條

整體海岸防護計畫涉及相關機關執行有疑義時，得由主管機關協調；協調不成，由上級機關決定。

貳、發展觀光條例

一、第 6 條

第二項，維持觀光地區、自然生態景觀區之環境品質，視需要導入成長管理機制，規範適當之遊客量、遊憩行為與許可開發強度，納入經營管理計畫。

二、第 12 條

維持觀光地區之美觀，區內建築物造形、構造、色彩等及廣告物、攤位設置，得實施規劃限制。

三、第 36 條

第一項，本案考量水域遊憩活動之安全，得對水域遊憩活動之種類、範圍、時間及行為限制，並得視水域環境及資源條件之狀況，公告禁止水域遊憩活動區域；其禁止、限制及應遵守事項之管理辦法。

第二項，水域遊憩活動具營利性質者與提供場地、器材者，應投保責任保險。

四、第 60 條

第一項，公告禁止區域從事水域遊憩活動，或不遵守水域遊憩活動管理機關之規定以罰鍰，並禁止其活動。

參、水域遊憩活動管理辦法

一、第 3 條

第一項，水域遊憩活動，指以遊憩為目的，在水域從事活動。

二、第 5 條

第一項至第二項，水域遊憩活動管理機關依發展觀光條例第 36 條規定限制水域遊憩活動之種類、範圍、時間及行為時，應公告之，若水域遊憩活動之種類、範圍、時間及土地使用，涉及其他機關權責範圍者，應協調該權責單位同意後辦理。

三、第 6 條

水域遊憩活動管理機關得視水域環境及資源條件之狀況，公告禁止水域遊憩活動區域。

四、第 7 條

水域遊憩活動管理機關或其授權管理單位基於維護遊客安全之考量，得視需要暫停水域遊憩活動之全部或一部。

五、第 8 條

從事水域遊憩活動，不得違反水域遊憩活動管理機關禁止活動區域之公告及對活動種類、範圍、時間及行為之限制公告。

六、第 9 條

第一項與第三項，水域遊憩活動管理機關依水域活動安全及管理需求，訂定活動注意事項，並要求業者配置合格救生員及救生設備，未依規定配置者則視為違反管理機關之命令。

第二項，管理機關應於明顯處設置告示牌，標明活動者遵守注意事項及緊急救難資訊。

七、第 10 條

第一項，水域遊憩活動業者應為遊客投保責任保險。

八、第 12 條與第 14 條

第一項至第二項，從事水上摩托車活動的業者應於活動前對遊客進行安全教育，

並提供由水域遊憩活動管理機關訂定並公告的相關教材。此外，騎乘水上摩托車者應佩戴安全頭盔及附有口哨的救生衣，以確保遊客的安全。

九、第 13 條

第一項至第三項，水上摩托車活動區域由水域遊憩活動管理機關視水域狀況定之，與其他水域活動共用同一水域時，其活動範圍應位於距陸岸二百公尺至一公里間。水域遊憩活動管理機關在上述範圍內縮小活動範圍，並應設置活動區域之明顯標示，且不得與潛水、游泳等非動力型水域遊憩活動同時於相同區位進行。

十、第 15 條

騎乘水上摩托車航行方向為順時鐘，並遵守相關規定。

十一、第 17 條至第 21 條

從事水肺潛水或自由潛水活動者，應具備潛水機構發給的能力證明，並設置潛水活動旗幟與攜帶浮力設備，且需由熟悉潛水區域的合格潛水教練陪同。潛水業者應具備合格潛水教練證書及相關訓練合格證明，並告知潛水者潛水注意事項與環境保育觀念。潛水船舶應設置上下船平台，並配備具防水與衛星定位功能的通訊設備，且應在潛水者下水前確認通訊設備有效性，若潛水者未能按時回船，應立即報警並啟動搜救程序。

十二、第 23 條與第 24 條

不得單獨從事獨木舟活動，並要求從事活動時穿著附有口哨的救生衣。獨木舟業者需備有無線通訊器材與救生浮標，並設有完善的救援及通報機制。活動應以每組二十人、十艘獨木舟為上限，並且業者應充分了解活動區域，並告知活動者相關安全事項。

十三、第 27-1 條

第一項，從事其他浮具活動前，應向水域遊憩活動管理機關報備。

第二項至第三項，從事活動前應對遊客進行活動安全教育，安全教育內容由管理機關制定並公告。

肆、海域環境分類及海洋環境品質標準

一、第 3 條

海域環境分為甲、乙、丙三類，其適用性質：

甲類：適用於一級水產用水、二級水產用水、工業用水、游泳及環境保育；

乙類：適用於二級水產用水、工業用水及環境保育；

丙類：適用於環境保育。

二、第 5 條

本案考量進行環境開發及從事陸域與海域活動時，應保護生活環境及維護海洋環境品質，海域環境分為甲、乙、丙三類，其水質項目及標準值如表 3-19 所示。

表 3-19 甲類、乙類、丙類水質項目及標準

水質項目	甲類海域	乙類海域	丙類海域
	標準值		
氫離子濃度指數 (pH)	7.6 - 8.5	7.5 - 8.5	7.0 - 8.5
溶氧量	5.0 以上	5.0 以上	2.0 以上
生化需氧量	2 以下	3 以下	6 以下
大腸桿菌群	1000 個以下	30000 個以下	
氨氮	0.30 以下	0.50 以下	
總磷	0.05 以下	0.08 以下	
礦物性油質	2.0 以下	2.0 以下	
備註： 1. 氫離子濃度指數：無單位。 2. 大腸桿菌群：每 100 毫升水樣在濾膜上所產生之菌落數 (CFU/100ml)。 3. 其餘：毫克/公升。			

三、第 6 條

本案參照海洋委員會海洋保育署公告「海域環境分類及海洋環境品質標準」之規定屬乙類海域，如圖 3-15 及表 3-20。



圖 3-15 台灣地區沿海海域範圍及海域分類圖

表 3-20 台灣地區沿海海域範圍及海域分類

海域範圍	水體分類
鼻頭角向彭佳嶼延伸至高屏溪口向琉球嶼延伸線間海域	甲
高屏溪口向琉球嶼延伸至曾文溪口向西延伸線間海域	乙
曾文溪口向西延伸線至王功漁港向西延伸線間海域	甲
王功漁港向西延伸線至鼻頭角向彭佳嶼延伸線間海域	乙
澎湖群島海域	甲
備註：表列海域範圍內之河川、區域排水出海口或廢水管線排放口出口半徑二公里之範圍內之水體得列為次一級之水體；各類港口港區範圍內水體得列為丙類水體。	

伍、海洋委員會訂定水域活動相關規範

- 一、運動能力分級與海洋環境條件關係參數彙整表。
- 二、「開放海洋」－海域遊憩活動規劃與管理指引原則(第三版)。
- 三、設置海域遊憩活動告示牌之規範指引。

陸、海洋汙染防治法

一、第 7 條

第一項、主管機關指定相關機關辦理海洋環境保護有關事項。

二、第 8 條

第一項、中央主管機關視海域狀況，訂定海域環境分類及海洋環境品質標準。

三、第 9 條

第一項，主管機關依海域環境分類，設置海域環境監測站或設施，定期公布監測結果，並採取適當防治措施。

四、第 35 條

有關機關依法求償採取應變措施、清除及處理費用，包含：第二款，執行海洋或海岸環境改善及監測之費用。

柒、一級海岸保護區以外特定區位利用管理辦法

一、第 8 條

第一項，申請許可案屬相關情形，免依本辦法申請許可；第二款，實施海岸防護計畫內容應辦理事項；第三款，海岸地區土地使用主管機關已配合中央主管機關所定都市設計準則；第四款，海岸防護設施規劃手冊辦理一般性海堤及其附屬設施。

二、第 9 條

第一項至第二項，申請人應檢具海岸利用管理說明書，載明各款條件辦理情形，向主管機關提出受理申請許可案件，經初審符合說明書規定並辦理公開展覽及公聽會後，填審核表併同送請中央主管機關審查。

三、第 14 條

第一項，近岸海域內同一地區有二以上申請許可案，依受理原則：第一款，已受理

案件完成公開展覽前，受理其他申請許可案併同審查；第二款，已受理案件於審查期間，政府機關公益性或必要性案件併同審查，其他應以原案件審查後，始於受理。

四、第 16 條

第一項至第二項，經許可的申請許可案件有相關情形，申請人依規定變更；第三款，變更許可符合整體海岸管理計畫利用原則、海岸防護計畫管制事項之承諾辦理事項，申請人應製作變更內容對照表送請中央主管機關備查。

五、第 19 條

相關情形中央主管機關應限期令其改善，未改善，停止使用一個月以上三個月以下；第三款，使用行為對海岸或海洋生態有影響。

六、第 20 條

第一項至第二項，有相關情形，中央主管機關廢止許可，並通知目的事業主管機關，副知縣市主管機關；第二款，未依許可內容執行保障公共通行或替代措施；第三款，未依許可內容執行避免或減輕海岸生態環境衝擊之具體策略。

捌、近岸海域及公有自然沙灘獨占性使用管理辦法

一、第 5 條

第一項與第三項，申請許可案件屬未設置人為設施者與設置人為設施，皆應檢具申請書及相關文件，向主管機關提出。

二、第 10 條

同一使用範圍有二以上申請許可案，應合併審查，以對近岸海域或公有自然沙灘生態環境衝擊最小，公益及經濟價值最高者，優先許可。

三、第 12 條

第一項，有相關情形，視同許可；第二款，公告實施海岸防護計畫內容應辦理事項；第四款，為公眾安全之管制行為，或設置之警示、救生設施。

玖、非都市土地使用管制規則

一、第 5 條

第一項至第四項，非都市土地使用分區劃定及使用地編定後，由政府管制使用，由當地公所隨時檢查，應指定人員負責辦理，有違反土地使用管制者，應即報政府處理，成立聯合取締小組定期查處，請事業主管機關定期檢查依原定計畫使用。

二、第 6 條

第一項至第二項，非都市土地經劃定使用分區並編定使用地類別，應依其容許使用之項目及許可使用。使用臨時性設施，相關法律公告實施區域計畫禁止使用規定，依其規定。

第四項至第五項，非都市土地使用執行要點，由內政部定之，事業主管機關辦理容許使用案件，視需要訂定審查要點。

三、第 6-2 條

第一項與第三項，依規定於海域用地申請區區位許可者，應附申請書與相關文件，向中央主管機關申請核准，中央主管機關應會商有關機關審查，涉重大政策應依原則處理。

第二項，依海域用地申請區未許可，經審查符合各項條件，使得核准。

四、第 6-3 條

中央主管機關核准區位許可者，應按個案情形核定許可期間，核發許可證明文件，將審查結果納入海域相關基本資料，並附知事業主管機關與政府。

五、第 44 條

申請變更為遊憩用地時，必須保留至少 30% 保育綠地，並設公共設施，通過檢查後才可正式使用。

壹拾、海岸巡防法

一、第 3 條

第一項，海巡機關掌理事項：第六款，海洋環境之保護及保育；第七款，執行事項：海上救難、海洋災害救護之處理。

壹拾壹、國土計畫法

一、第 41 條

第一項至第二項，縣市主管機關海域管轄範圍，由中央主管機關會商有關機關劃定，主管機關執行海域內違反本法事項，由海岸巡防機構協助。

壹拾貳、建築法

一、第 77-1 條

為維護公共安全，供公眾使用或非供公眾使用之原有合法建築物，其構造、防火避難設施及消防設備不符現行規定者，應視其實際情形，令其改善或改變其他用途；其申請改善程序、項目、內容及方式等事項之辦法，由中央主管建築機關定之。

第四節 沙崙海域近年意外事故統計

據近五年資料顯示，在沙崙海域通報案件總計 10 件，將近五年意外事故案件整理如表 3-21，由於事故原因多重，對其進行分析如圖 3-16 所示，其中 110 年度意外事件最多。

表 3-21 年度意外事件統計

年度	意外事故
109	0 件
110	6 件
111	2 件
112	2 件
113	0 件

(資料來源由消防局提供，109 年 1 月 1 日至 113 年 8 月 31 日止)

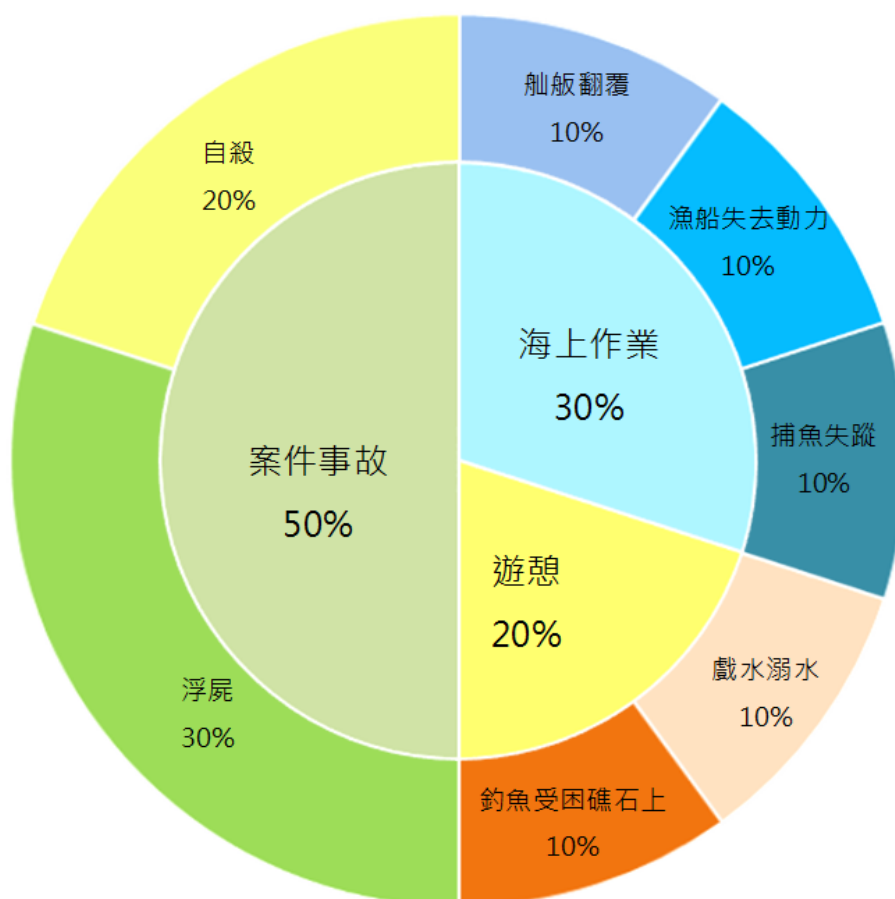


圖 3-16 淡水沙崙海域近五年事故統計分析

第五節 海域遊憩可行性評估原則

壹、「開放海洋」—海域遊憩活動規劃與管理指引原則(第三版)

本案納入《水域遊憩活動管理辦法》有關海域遊憩的活動，依據此指引原則進行規劃，海委會根據活動的主要特性作出原則性分類，以便進行適當的規劃與管理：

一、需使用動力器具的活動：

(一)使用人為動力器具的活動：例如獨木舟、立式划槳。

(二)使用天然動力器具的活動：如衝浪、風浪板、風箏衝浪。

(三)使用機械動力器具的活動：包含滑水板、拖曳傘、香蕉船、拖曳浮胎、水上摩托車、橡皮艇及其他浮具。

二、不需使用動力器具的活動：

(一)沙灘戲水。

(二)游泳。

(三)潛水。

三、岸釣(含磯釣)活動。

上述海域遊憩活動的分類係依其基本特徵進行劃分，但因活動型態不斷演變，實務上動力器具的使用可能出現跨類型、複合性遊憩的情形（如使用推進動力器具的潛水活動、以人力划槳方式進行的橡皮艇活動）。因此，建議各海域遊憩活動的管理機關根據實際情況靈活調整，以符合當地需求。此外，考量到各類海域遊憩活動的活動範圍可能有所不同，針對各項活動的潛在範圍進行定義（如圖 3-17 所示），以利規劃與管理。

據前述活動區域的定義，將海域遊憩活動的頻率分為五個等級：「不曾」、「很少」、「有時」、「經常」和「總是」，並通過足跡分析圖（如圖 3-18 所示）呈現。圖中將核心活動區域（Core Activity Area）定義為海域遊憩活動的主要集中區域，而一般使用足跡（Use Footprint）則為遊憩活動經常進出的區域。通過將各活動的出現頻率在這些區域中進行可視化，管理機關可以更清楚地了解活動分布情況。這些頻率等級有助於管理機關掌握活動熱點，並制定針對性的管理與安全措施，同時也有助於決策者在區域規劃、風險評估及資源配置上作出更有效的決策。



圖 3-17 海域遊憩活動區域定義

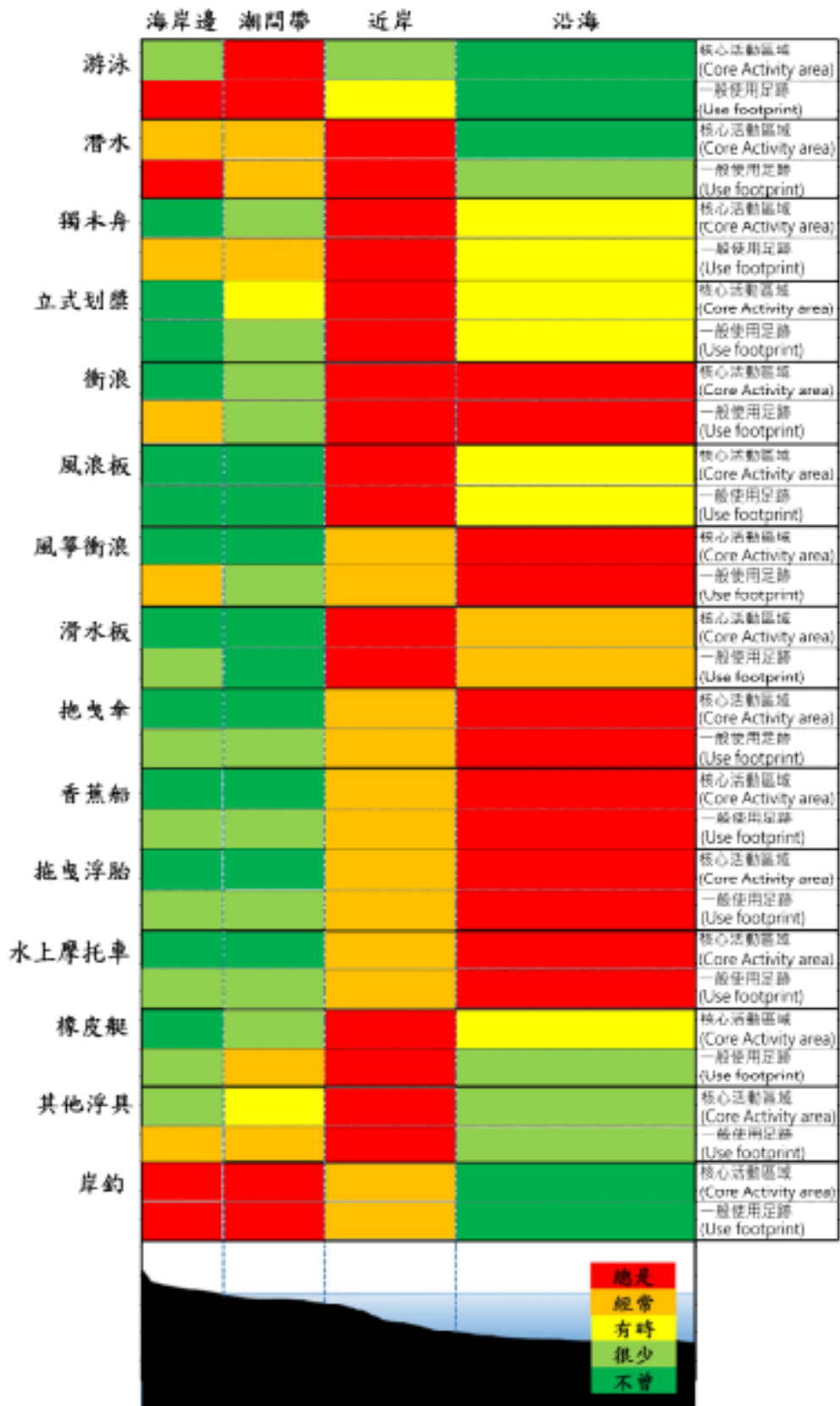


圖 3-18 海域遊憩活動核心活動區域及足跡之分析圖

(資料來源：「開放海洋」－海域遊憩活動規劃與管理指引原則(第三版)，海洋委員會)

貳、海況因子影響水域遊憩活動程度表

依據海委會(2019)調查結果分析海氣象與環境因子對各式水域遊憩活動之影響程度。主要分析的影響因子包含有浪高、流速、風速、水溫、海底坡度、海岸性質和潮差，並將分析結果彙整如表 3-22 及表 3-23。

表 3-22 海況因子影響水域遊憩活動程度表

水域遊憩活動項目	浪高	流速	風速	水溫	潮差	海底坡度	海岸性質
游泳	●	●	○	◎	◎	●	●
衝浪	●	●	○	○	○	●	●
潛水	●	●	◎	◎	◎	○	◎
風浪板	●	◎	●	○	○	○	◎
滑水板	●	○	○	◎	○	○	◎
拖曳傘	●	○	●	○	○	○	◎
水上摩托車	●	○	○	○	○	○	◎
獨木舟	●	●	◎	○	○	○	◎
香蕉船	●	○	○	○	○	○	◎
橡皮艇	●	○	○	○	○	○	◎
拖曳浮胎	●	○	○	◎	○	○	◎
風箏衝浪	●	○	●	○	○	○	●
立式划槳	●	●	◎	○	○	○	◎
釣魚	●	○	◎	○	◎	○	○

※備註 1: ●重要影響因子,◎次要影響因子,○微小影響因子

※備註 2:本表為海洋委員會(2019)報告中表 5-6 之修正第二版

表 3-23 從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子

	浪高	流速	風速	水溫	潮差	底床 坡度	海岸性質
游泳	<1.0m	<1節 (<0.514m/s)	<4級 (<7.9m/s)	>20°C	<4m	<1/50	沙岸
衝浪	<1.5m	<1節 (<0.514m/s)	<4級 (<7.9m/s)	>20°C	<4m	<1/50	沙岸
潛水	<1.0m	<1節 (<0.514m/s)	<4級 (<7.9m/s)	>15°C	<4m	<1/50	沙/岩岸
風浪板	<1.0m	<1節 (<0.514m/s)	<6級 (<13.8m/s)	>20°C	<4m	<1/50	沙/岩岸
滑水板	<1.0m	<1節 (<0.514m/s)	<4級 (<7.9m/s)	>20°C	<4m	<1/50	沙/岩岸
拖曳傘	<1.5m	<2節 (<1m/s)	<4級 (<7.9m/s)	>15°C	-	<1/10	沙/岩岸
水上 摩托車	<1.5m	<2節 (<1m/s)	<6級 (<13.8m/s)	>15°C	-	<1/10	沙/岩岸
獨木舟	<1.0m	<1節 (<0.514m/s)	<4級 (<7.9m/s)	>15°C	-	<1/50	沙/岩岸
香蕉船	<1.0m	<1節 (<0.514m/s)	<4級 (<7.9m/s)	>20°C	<4m	<1/50	沙/岩岸
橡皮艇	<1.5m	<2節 (<1m/s)	<6級 (<13.8m/s)	>15°C	-	<1/10	沙/岩岸
拖曳浮胎	<1.0m	<1節 (<0.514m/s)	<4級 (<7.9m/s)	>20°C	<4m	<1/50	沙/岩岸
風箏衝浪	<1.0m	<1節 (0.514m/s)	<6級 (<13.8m/s)	>20°C	<4m	<1/50	沙岸
立式划槳	<1.0m	<1節 (<0.514m/s)	<4級 (<7.9m/s)	>20°C	<4m	<1/50	沙/岩岸
釣魚	<1.5m	<2節 (<1m/s)	<6級 (<13.8m/s)	>15°C	<4m	<1/50	沙/岩岸

※備註 1：本表為海洋委員會(2019)報告中表 5-8 之修正第二版

※備註 2：釣魚活動尚未正式納入水域遊憩活動項目

參、從事各類水域遊憩活動之風險分級標準

海洋委員會(2019)提出一個海域風險等級的劃設方法，將從事水域遊憩活動的海域成為三個風險等級：

一、高度風險海域 (High Risk Sea, HRS)，以紅色表示：

代表該海域之海象條件長年都較為險惡，在該海域從事各定水域遊憩活動發生危害的機率較高。

二、中度風險海域(Moderate Risk Sea, MRS)，以黃色表示：

代表在該海域從事水域遊憩活動具有中度可能發生危害，其危害可能性取決於當時的海象以及活動類別。

三、低度風險海域 (Low Risk Sea, LRS)，以綠色表示：

代表在一般情形下，於該海域從事水域遊憩活動發生危害的機率較低，惟低風險海域並非不會發生危害，海象變化多樣且快速，且遊憩者本身的準備亦影響安全，任何風險等級海域均應有最高度的防範以降低危害之發生。

海域風險等級之劃分係參考《海況因子影響水域遊憩活動程度表》（見海委會報告表 3-4），該表列出浪高、流速、風速、水溫、海底坡度、海岸性質與潮差等海況因子，分析其對各類水域遊憩活動安全性的影響程度，並分為主要影響因子、次要影響因子及微小影響因子。此外，還參考《從事水域遊憩活動之最佳海氣象條件》（見海委會報告表 3-5），該表根據專家意見、學理分析及國外規範，制定出適合從事水域遊憩活動的理想海氣象條件，為提升活動安全性提供科學依據。而海域活動分級的概念是針對某一海域進行某項水域遊憩活動，根據影響因子的符合程度進行風險評估：

一、高度風險海域：主要影響因子中有 1 項或以上超過適合該活動的臨界標準，定義為高度風險。

二、中度風險海域：主要影響因子未超標，但次要或微小影響因子的數目不為零，屬於中度風險。

三、低度風險海域：主要、次要及微小影響因子皆符合適合進行活動的海氣象條件，雖看似無風險，但自然界仍存在不可預測的潛在因子，故稱為低度風險海域，而非無風險海域。

此分級方法提供了一套科學依據，幫助提升水域遊憩活動的安全性，詳細說明可參考相關資料。

肆、設置海域遊憩活動告示牌之規範指引

為管理海域遊憩活動促使民眾遵守該海域的相關規定，可據海委會設置海域遊憩活動告示牌之規範指引，根據各地實際情況靈活應用，使民眾在進行海域遊憩活動時，能夠清楚、有效地理解各地區的告示資訊，提升安全意識與遵循度，告示牌設計樣式參考台東杉原灣警告事項，如圖 3-19。



圖 3-19 台東杉原灣警告事項告示牌設計樣式

第六節 國內同性質海域之管理建議

在《風險海域劃設與管理策略研擬》中，針對全台沿海地區進行的海灘屬性調查報告顯示，全台共57處海域遊憩景點，其中有20處沙灘與沙崙海域屬性相近。這些沙灘的海域管理分工及相關硬體設備，依地理位置區分為北部、中部、南部和東部四大區域進行劃分。

目前沙崙海域公告禁止所有水域遊憩活動，僅有淡水水上救生協會於暑假期間每日駐點(9點到18點)，於非暑假期間之假日進行駐點(9點到18點)，且現場設有相關禁止水域遊憩活動告示牌。為擬定本計畫區海岸環境維護管理策略，彙整各處海域遊憩管理政策，作為未來管理之參考依據，如表3-24至表3-28所示。

壹、北部地區

一、基隆大武崙沙灘

(一)、管理機構與分工

大武崙沙灘由基隆市政府與交通部觀光署北海岸及觀音山國家風景處（北觀處）共同管理。基隆市政府為大武崙沙灘海域之場域主管機關，主要分工內容為建議各式安全防護及告警機制，於每年4月至10月進行救生採購案，委託專業救生團隊進駐，並於現場設立告示牌，其更新及設計由基隆市政府進行，還有相關的救生配備，而大武崙沙灘景觀設計及沙灘環境維護皆為基隆市政府處理。

大武崙沙灘水域遊憩活動管理機關為交通部觀光署北海岸及觀音山國家風景處（北觀處），主要分工內容為加強設置離岸流告示牌，並於多個點位設置救生圈，以及與基隆市政府更新海域資訊告示牌。

基隆市政府與北觀處兩機關每年定期舉行「基隆市加強學生水域安全暨防溺措施會議」，並進行聯合救生演練與海域安全宣導。此外，基隆市政府與北觀處兩機關透過通訊平台進行即時聯繫，並進行不定期的聯合稽查與宣導，以確保沙灘活動符合規範。

。

(二)、硬體設備

大武崙沙灘設有多項安全設施，包括告示牌、浮球警戒線、救生圈及救生站，並提供救生衣租借，目前大武崙沙灘擁有以下硬體設施：海中設置攔沙堤與消波塊、離岸55公尺處設置浮球警戒線，55公尺線內為主要警戒區，55公尺線外則要求配備相關安全裝備，如救生衣。沙灘上設有公廁提供遊客沖水及如廁、救生站與相關救生配備（救生圈、AED等相關設備）及設立23面告示牌（標示禁止事項、遵循事項及警告事項），分別在3個出入口各設置7面（包含禁止事項告示牌2面、遵循事項告示牌2面及警告事項告示牌3面），另於救生帳1處1面、管理站1處1面（其他輔助告示牌）。未來計劃進行周邊景觀與設施的改善，包括新建公廁及引進民間企業進駐，進一步提升沙灘的使用體驗與管理效能。

二、新北福隆海水浴場

(一)、管理機構與分工

福隆海水浴場由交通部觀光署東北角海岸國家風景管理處直營，福隆遊客中心主要負責旅遊服務、環境維護、公共設施管理及觀光資源維護，目前福隆海水浴場營運由福容大飯店委託經營。在福隆海水浴場開放期間設有救生員戒護及各項安全設施，開放時段根據每日浪況及日落時間彈性調整。

(二)、硬體設施

福隆海水浴場委託福容大飯店經營，福隆海水浴場所設置之硬體設施包括：洗手間、遊客中心、戶外沖洗區、盥洗區、商店、游泳戲水區及相關救生設備，如救生台、救生站、AED、安全警戒線等防護設施。

三、新北鹽寮海灘

(一)、管理機構與分工

鹽寮海灘主要由民間企業經營，負責維護鹽寮海灘環境與設施管理，並於網站公告相關須知，而東北角暨宜蘭海岸國家風景管理處限制鹽寮海灘水域遊憩活動範圍。

(二)、硬體設施

鹽寮海灘公共設施齊全，設有觀景平台、步道、戲水區。

四、新北金沙灣

(一)、管理機構與分工

金沙灣主要由交通部觀光署東北角海岸國家風景管理處進行管理。

(二)、硬體設施

金沙灣目前所設置之硬體設備包含停車位、廁所。

五、新北翡翠灣

(一)、管理機構與分工

翡翠灣主要由交通部觀光署北海岸及觀音山國家風景區管理處進行管理。

(二)、硬體設施

翡翠灣目前所設之硬體設備包含停車位及沖沙區，另，根據海委會資訊，翡翠灣目前提供免費救生衣租借。

六、新北中角灣

(一)、管理機構與分工

中角灣主要由交通部觀光署東北角海岸國家風景管理處進行管理，而新北市政府興建水上運動中心，委外民間公司經營管理，提供衝浪與立式划槳教學。東北角海岸國家風景管理處限制水域遊憩活動時間與範圍，主要活動時間為5月至10月7:00至18:30以及11月至4月8:30至17:30，並且有相關救生員進行駐點。

(二)、硬體設施

由新北市政府所建立之水上運動中心，由委外公司經營，提供衝浪設備租用、淋浴等相關硬體設備，在進行衝浪活動前有專業教練進行指導與經驗分享，以及救生相關設備。

七、新北白沙灣

(一)、管理機構與分工

白沙灣主要由交通部觀光署北海岸及觀音山國家風景區管理處進行管理，設有遊客中心可進行旅遊相關諮詢。北海岸及觀音山國家風景區管理處公告限制水域遊憩活動範圍及遊憩時間，游泳限制於救生服務之戲水區內，衝浪、獨木舟、風浪板則限制於

戲水區外，遊憩主要時間為五月、六月以及十月9點至17點，七月至九月9點至18點，並且有救生員進行戒護。

(二)、硬體設施

白沙灣目前提供相關的硬體設備有，如停車場、遊客中心、廁所以及沖洗間，並配有救生相關設備，如救生艇等相關配備。

八、新北淺水灣

(一)、管理機構與分工

淺水灣目前由交通部觀光署北海岸及觀音山國家風景區管理處進行管理，北觀處於網頁公告限制游泳及獨木舟活動區域，並且設有救生員進行駐點。

(二)、硬體設施

淺水灣目前設有相關的救生設備，如救生艇，以及有停車場與淋浴、沖腳等相關設施。

表 3-24 北部地區國內同性質沙灘之海域遊憩管理政策

沙灘	是否委外管理或管理機關	管理政策	風險公告方式
大武崙沙灘	基隆市政府與觀光署管理 市政府委託救生團隊進駐	1.設置浮球警戒線、救生圈，提供救生衣。 2.舉辦救生演練、安全宣導。 3.觀光署與市政府設立並更新告示牌(應遵守事項、警告及禁止事項) (資料來源：基隆市大武崙沙灘海域相關單位權責分工與管制措施案)	1.設置告示牌，如警告事項、潛在災害警示、禁止事項、遵守事項，以及戒護時間水域狀況。 2.基隆市政府於市政府網站公告，以及限制活動時間。 (資料來源：基隆市政府、基隆市大武崙沙灘海域相關單位權責分工與管制措施案)
福隆海水浴場	觀光署委託福容大飯店經營	設有救生員、救生站、救生裝備、安全警戒線。 (資料來源：福容大飯店)	福容大飯店網站公告限制遊憩活動時間。 (資料來源：福容大飯店)
鹽寮海灘 (藍灣海濱休憩園區)	民間企業經營	限制水域遊憩活動範圍。 (資料來源：東北角暨宜蘭海岸國家風景管理處)	1. 企業於網站公告相關須知。 2. 東北角暨宜蘭海岸國家風景管理處限制活動範圍。 (資料來源：鹽寮海濱休憩園區、東北角暨宜蘭海岸國家風景管理處)

金沙灣	交通部觀光署東 北角及宜蘭海岸 國家風景管理處	目前查無公告之管理政 策。	設有風險告示。
翡翠灣	交通部觀光署北 海岸及觀音山國 家風景區管理處	設有救生裝備租借。 (資料來源：海委會)	目前查無風險告示。
中角灣	交通部觀光署北 海岸及觀音山國 家風景區管理處	1.新北市政府興建水上 運動中心，提供衝浪 與立式划槳教學。 2.限制水域遊憩時間、 範圍。 3.救生員駐點及相關救 生設備。 (資料來源：北海岸及觀音山 國家風景區管理處、新北市政府)	北海岸及觀音山國家風景區 管理處公告水域活動時間與 水域活動範圍。 (資料來源：北海岸及觀音山國家風景 區管理處)
白沙灣	交通部觀光署北 海岸及觀音山國 家風景區管理處	1.限制水域遊憩活動範 圍及活動時間。 2.救生員駐點及相關救 生設備。 (資料來源：北海岸及觀音山 國家風景區管理處、新北市政府)	北海岸及觀音山國家風景管 理處網站公告水域遊憩時間 及活動範圍。 (資料來源：北海岸及觀音山國家風景 區管理處)
淺水灣	交通部觀光署北 海岸及觀音山國 家風景區管理處	1.限制水域遊憩活動區 域。 2.救生員駐點及相關救 生設備。 (資料來源：北海岸及觀音山 國家風景區管理處、新北市政府)	北海岸及觀音山國家風景區 管理處網站公告水域遊憩活 動範圍。 (資料來源：北海岸及觀音山國家風景 區管理處)

表 3-25 北部地區海灘開放時段與水域活動管理概況

沙灘	開放遊憩時間	遊憩活動
大武崙沙灘	1. 6/15~9/14 救生員戒護，時間以基隆市府公告為準。 2. 設戒護區，戒護區內限非動力水域遊憩活動。	僅限非動力水域活動，但僅限於公告的限制區內。 (發文日期：中華民國 104 年 7 月 31 日；發文字號：北觀管字第 1040300452 號)
福隆海水浴場	1. 沙灘區開放時間： 平日 08:00~19:00 (最後入場 18:00)； 假日 08:00~19:30 (最後入場 18:30)，為全年度開放。 2. 泳區戒護： 救生員駐點期間為 08:00~17:00，戒護後不開放海水浴場，開放時間由福容大飯店公告。 (備註：上述開放時段，依每日浪況、時節日落時間相宜彈性調整。)	福隆水域： 福隆沙灘前方水域：限制僅供游泳。 東興宮前方水域：限制僅供衝浪及立式划槳。 雙溪河水域：限制僅供獨木舟、水上腳踏車活動、風浪板及立式划槳。 (發文日期：中華民國 113 年 7 月 5 日；發文字號：觀東管字第 11303007084 號)
中角灣	6~9 月救生員駐站期間：09:00-18:00； 10~5 月救生員駐站期間：09:00-17:00 (資料來源：交通部觀光署北海岸及觀音山國家風景區管理處-安全須知)	衝浪、SUP 立式划槳。 (發文日期：中華民國 114 年 10 月 7 日。發文字號：北觀管字第 11403003173 號)
白沙灣	6~9 月救生員駐站期間：09:00-18:00； 10~5 月救生員駐站期間：09:00-17:00 (資料來源：交通部觀光署北海岸及觀音山國家風景區管理處-安全須知)	游泳、釣魚、帆船、潛水、風浪板。 (交通部觀光署北海岸及觀音山國家風景區管理處 https://www.northguan-nsa.gov.tw/user/article.aspx?Lang=1&SNo=04002491) (游泳範圍依中華民國 114 年 10 月 7 日北觀管字第 11403003171 號公告)
淺水灣	6~9 月救生員駐站期間：09:00-18:00； 10~5 月救生員駐站期間：09:00-17:00 (資料來源：交通部觀光署北海岸及觀音山國家風景區管理處-安全須知)	游泳、獨木舟。 (游泳範圍依中華民國 114 年 10 月 7 日北觀管字第 11403003172 號公告)

貳、中部地區

一、台中大安海水浴場

(一)、管理機構分工

大安海水浴場由台中市政府進行管理，台中市政府公告水域遊憩活動區域、時間以及注意事項，而水域遊憩活動的業者須配有救生員與救生艇，主要開放時間為每年3月至12月可以進行衝浪與風箏衝浪，並限制水域遊憩活動區域，在進行水域活動時，應穿戴安全設備，如安全帽、救生衣等。

(二)、硬體設施

大安海水浴場設有停車場、公廁、停車位以及相關告示牌。

二、苗栗通霄沙灘

(一)、管理機構分工

通霄沙灘由苗栗縣通霄鎮公所進行管理，通霄沙灘開放期間配置救生員及救生設備，並設置安全海域警戒線，其水域遊憩活動範圍、種類及限制係由苗栗縣通霄鎮公所依據《苗栗縣通霄鎮通霄海水浴場使用管理辦法》公告得為之，目前管理措施禁止下水，踏浪以膝蓋以下為原則。

(二)、硬體設施

通霄沙灘設有相關的救生設備，如救生艇。

表 3-26 中部地區國內同性質沙灘之海域遊憩管理政策

沙灘	是否委外管理 或管理機關	管理政策	風險公告方式
大安 海水浴場 (大安濱海樂園)	台中市政府 管理	1.衝浪及風箏衝浪於每年 3 月至 12 月 開放。 2.限制水域遊憩活動區域。 3.水域活動穿戴安全設備，如安全頭 盔、救生衣或相關浮力工具。 4.水域遊憩活動業者配有救生員與救 生艇。 5.設置告示牌。 (資料來源：臺中市政府觀光旅遊局)	1.台中市政府公告 水域遊憩區域、活 動時間、注意事 項。 2.設置告示牌。 (資料來源：臺中市政 府)
通霄沙灘	苗栗縣通霄 鎮公所管理	1. 配有救生員與救生艇。 2. 設有安全海域警示線。 (資料來源：苗栗縣通霄鎮海水浴場使用管理辦法)	由苗栗縣通霄鎮公所公告水域遊憩活 動種類、範圍、時 間及行為之限制。

參、南部地區

一、台南馬沙溝

(一)、管理機構分工

馬沙溝由交通部觀光署雲嘉南濱海國家風景管理處管理，設有馬沙溝海洋休閒運動度假中心，由雲嘉南濱海國家風景管理處公告水域遊憩活動區域及時間限制，在進行水域遊憩活動時，需穿救生衣。游泳區域以海岸游泳區域以海岸高潮線向海延伸100公

尺之浮球警戒線區域內，非動力區域向海延伸100公尺至300公尺之浮球警戒線區域內，動力區以向海延伸300公尺至500公尺之浮球警戒線範圍內。而水域遊憩活動時間以每年4月至10月7點至18點30分，以及每年11月至隔年3月8點至18點為主。雲嘉南濱海國家風景管理處根據氣象資料暫時禁止水域遊憩活動，如颱風、地震、平均風速達7級(13.9 m/s至17.1 m/s)或陣風達8級(17.2 m/s至20.7 m/s)，或浪高6公尺以上。

(二)、硬體設施

馬沙溝設有廁所、停車場，在水域活動區域設有浮球警戒線，並有救生員駐點。

二、台南鯤鯓海岸與喜樹海岸

(一)、管理機構分工

鯤鯓海岸與喜樹海岸由台南市政府水利局管理，由台南市政府公告水域遊憩活動種類與區域，受到漂沙不穩定及養殖牡蠣影響，每年十月至六月禁止水域遊憩活動。

(二)、硬體設施

鯤鯓海岸與喜樹海岸目前無常駐救生員及硬體設備相關資訊。

三、高雄西子灣

(一)、管理機構分工

西子灣主要由高雄市政府海洋局管理，由高雄市政府公告水域遊憩活動範圍、水域遊憩活動種類、活動器具的數量以及活動時間。西子灣水域遊憩活動時間以3月至5月8點至18點、6月至10月8點至18點30分、11月至翌年2月8點至17點30分為主，民眾進行水域遊憩活動時，須穿著救生衣以及相關配備，如口哨、安全頭盔。

(二)、硬體設施

西子灣設有遊客中心、觀景台、廁所、停車場等相關硬體設備，設有救生站。

四、高雄旗津海水浴場

(一)、管理機構分工

旗津海水浴場主要由高雄市政府觀光局管理，由高雄市政府公告水域遊憩活動範圍、遊憩活動種類、活動時間。觀光局將水域遊憩活動進行分區，分為親水體驗區、專業活動區、動力區，親水體驗區、專業活動區主要活動為非動力型水域活動，動力區考量到安全因素，動力型水域活動需經過同意後，才能進行動力型活動。旗津海水浴

場主要水域遊憩活動時間為每年4月、5月、10月9點30分至18點、每年6月至9月9點30分至18點30分、每年1月至3月、11月、12月9點至17點30分，並有救生員進行安全戒護。高雄市政府觀光局根據氣象資料暫時禁止水域遊憩活動，如颱風、地震、平均風速達7級(13.9 m/s至17.1 m/s)或陣風達8級(17.2 m/s至20.7 m/s)，或浪高6公尺以上。

(二)、硬體設施

旗津海水浴場設有沖水設備、廁所與停車場等公共設施，以及設有救生站及救生設備，如救生衣、水上摩托車、沙灘車、救生圈等救援設備，在旗津海水浴場有救生員駐點戒護，針對救生員實施多場專業教育訓練及救生救難演練。

五、屏東南灣遊憩區

(一)、管理機構與分工

南灣遊憩區由墾丁國家公園管理處（墾管處）負責管理，南灣遊憩區主要由墾管處委託民間機構進行經營，提供陸域設施（如管理服務站、餐飲、停車）及海域活動（包括岸際及海面海域遊憩活動）管理。墾管處設立海邊巡邏員負責監控南灣遊憩區遊客於水域遊憩活動的安全，以及設置救生設備，並根據氣象資料，依照浪高、風速等標準設置紅旗警示，禁止水域遊憩活動。墾管處與當地救難團體定期進行海上救生演練，並協助在南灣遊憩區的當地業者加強緊急救護訓練，而墾管處也會利用活動或解說服務向遊客進行安全宣導。在南灣遊憩區進行各項水域遊憩活動期間，不定期稽查、加強水域遊憩活動分區使用規範管理，200公尺範圍內為非動力型水域遊憩區，300公尺以外則為動力型水域活動區。

南灣遊憩區之民間機構經營業者須依規定經營管理，應設置救生相關設備與救護相關設備，並每年進行相關救援能力檢驗；民間機構經營業者負責營業區域的清理與整理，並與墾管處協作處理因天然災害造成的損害。

(二)、硬體設施

南灣遊憩區由民間機構進行經營，在陸域設施及海域活動較為完善，設有停車場、商店、洗手間、更衣室等基本設施，並備有救難設備，以及根據浪高、風速等相關氣象資料之標準設置紅旗警示，分為三個紅旗警示，分別為1. 暗流區警示紅旗以單旗表示，在暗流區內禁止游泳、戲水；2. 浪高超過1公尺以雙旗表示，禁止在海域游泳、戲

水，而浪高超過1.5公尺時，禁止在海域潛水；3. 浪高超過2公尺以三旗表示，禁止在海域內游泳、戲水、騎乘水上摩托車與拖行載具，並且墾管處也另外規定，在平均風力達到五級或是陣風達七級以上時，除了衝浪活動外，禁止從事非動力型水域遊憩活動。在南灣遊憩區沙灘上的陽傘、物品及車輛也受到相關規範管理，確保南灣遊憩區整潔與秩序。

六、屏東後灣

(一)、管理機構分工

後灣主要由墾丁國家公園管理處進行管理，水域遊憩活動由墾丁國家公園管理處委託後灣社區生態旅遊來經營管理，而水域遊憩活動業者須備有救生人員。

(二)、硬體設施

後灣目前無相關硬體設備資訊。

表 3-27 南部地區國內同性質沙灘之海域遊憩管理政策

沙灘	是否委外管理 或管理機關	管理政策	風險公告方式
馬沙溝	交通部觀光署雲嘉南濱海國家風景區管理處管理	1.有救生員駐點。 2.限制水域遊憩活動區域，設有浮球警戒線。 3.限制水域遊憩活動時間。 4.從事水域遊憩活動須穿救生衣。 5.根據氣象資料暫時禁止水域遊憩活動。 (資料來源：雲嘉南濱海國家風景區管理處、台南市政府觀光旅遊局)	1.雲嘉南濱海國家風景區管理處公告水域遊憩活動區域及時間限制。 (資料來源：雲嘉南濱海國家風景區管理處)
鯤鯓海岸 喜樹海岸	臺南市政府水利局管理	1.限制水域遊憩活動區域。 2.每年10月至6月禁止水域遊憩活動。 3.無常駐救生員。 (資料來源：台南市政府觀光旅遊局)	臺南市政府公告水域遊憩活動種類、活動區域。 (資料來源：臺南市政府)
西子灣	高雄市政府海洋局管理	1.限制水域遊憩活動範圍、活動種類、活動器具數量。 2.限制水域遊憩活動時間。 3.進行水域活動須穿著救生衣，以及相關配備，如口哨、安全頭盔。 (資料來源：高雄市政府)	高雄市政府公告水域遊憩範圍、活動種類、活動器具數量、活動時間。 (資料來源：高雄市政府)

旗津海水浴場	高雄市政府觀光局管理	<ol style="list-style-type: none"> 1.設有救生設施。 2.限制水域遊憩活動區域、活動種類、活動時間。 3.救生員駐點戒護，並實施救生救難演練。 4.根據氣象資料暫時禁止水域遊憩活動。 <p>(資料來源：高雄旅遊網、高雄市政府)</p>	<p>高雄市政府公告水域遊憩範圍、活動種類、活動時間。</p> <p>(資料來源：高雄市政府)</p>
南灣遊憩區	墾丁國家公園管理處委託民間機構經營海域活動	<ol style="list-style-type: none"> 1.設有海邊巡邏員。 2.依據氣象資料設立紅旗警示。 3.與當地救難團體定期實施海上救生演練 4.當地業者設置救生與救護設備，並協助加強救護訓練，每年定期檢驗救援能力。 5.利用活動向民眾進行安全宣導。 6.不定期稽查、加強水域遊憩活動分區使用規範。 <p>(資料來源：墾丁國家公園管理處)</p>	<p>墾丁國家公園管理處公告限制遊憩區域範圍。</p> <p>(資料來源：墾丁國家公園管理處)</p>
後灣	墾丁國家公園管理處委託後灣社區生態旅遊經營相關水域活動	<p>水域遊憩活動業者備有救生員。</p> <p>(資料來源：墾丁國家公園管理處、後灣社區生態旅遊)</p>	<p>目前查無相關風險告示。</p>

肆、東部地區

一、台東杉原灣

(一)、管理機構分工

台東杉原灣主要管理機關為台東縣政府，並委託外包廠商負責相關水域活動的運營，台東縣政府負責公告水域遊憩活動範圍與注意事項，在戒護範圍以外的水域遊憩活動分區限制由交通部觀光署東部海岸國家風景管理處則負責公告，確保遊客在不同區域內從事合規的水域活動。

台東縣政府在杉原灣舉辦親海安全體驗的相關水域活動，活動中由海洋委員會海巡署東部分署進行救災演練，並有台東縣消防局推廣CPR（心肺復甦術）與AED（自動體外心臟去顫器）使用教學。並且台東縣政府則委託專業海域安全巡邏隊在杉原灣於每年4月至9月在戒護範圍內巡視民眾安全，並提供免費借用救生衣服務，確保民眾在安全的條件下享受水域活動。

(二)、硬體設施

杉原灣設置多項設施來提升遊客的安全與便利性，設有停車場、盥洗室及寄物空間以提供遊客在杉原灣的便利性，為了強化水域活動的安全管理，在杉原灣的海面上設有安全警戒線，巡邏員的戒護範圍為杉原灣沙灘上的兩面紅黃旗子，以及海面上在離岸50公尺處設置橘色浮球所圍出之範圍，而海面上白色浮球標示為無動力器具出入航道。在杉原灣的沙灘區域上設有瞭望台，以及完善的救生設備，包括AED、救生艇等，以及提供救生衣給遊客使用，並設置告示牌，清楚地標示出各項安全信息：以紅色牌面代表禁止事項、以黃色牌面代表警告事項、以藍色牌面代表遵守事項，明確傳達資訊，加強民眾風險意識及自我管理。

二、花蓮磯崎海濱遊憩區

(一)、管理機構分工

磯崎海濱遊憩區由花蓮縣政府與交通部觀光署東部海岸國家風景管理處進行管理，水域遊憩活動區域及相關事項主要由東部海岸國家風景管理處公告，將水域遊憩活動進行分區，非動力型限於離岸200公尺內活動、動力型限於離岸200公尺至1000公尺內活動。水域遊憩活動業者視水域活動，以浮球警戒線標示游泳戒護區，並公告戒護時間。

(二)、硬體設施

磯崎海濱遊憩區設有停車場、廁所、觀景台、步道等基本硬體設施，目前磯崎海濱遊憩區未有救生相關資訊。

三、宜蘭外澳沙灘

(一)、管理機構分工

外澳沙灘由宜蘭縣政府管理，宜蘭縣政府公告水域遊憩活動區域及活動時間，並設置告示牌（限制、警告）、救生設備。水域遊憩活動區域進行劃分，衝浪限於離岸400公尺內，活動位置集中在外澳雙獅、外澳觀景台向外海域以及烏石港北堤以北地區、游泳限於離岸150公尺內，且水深3公尺內，位置為蘭陽溪以北、動力型活動區域以外海為主。而水域遊憩活動時間，根據活動開放區域進行規劃，A區全年開放，主要以衝浪為主、B區及C區以5月至9月開放。

(二)、硬體設施

外澳沙灘設有停車場、廁所，服務區、淋浴區以及借問站，設有告示牌與救生相關設備，如救生樁掛上救生圈；在衝浪區設置警戒台、水域遊憩範圍設置浮球標示。

四、宜蘭蜜月灣

(一)、管理機構分工

蜜月灣主要由交通部觀光署東北角及宜蘭海岸國家風景區管理，限制水域遊憩活動區域與活動時間，離礁岩100公尺，離岸400公尺內範圍為主要水域遊憩活動區域，而每年5月至9月可以於蜜月灣進行水域活動。

(二)、硬體設施

蜜月灣設有告示牌與救生設備，如救生樁掛上救生圈。

表 3-28 東部地區國內同性質沙灘之海域遊憩管理政策

沙灘	是否委外管理 或管理機關	管理政策	風險公告方式
杉原灣	台東縣政府 委託廠商負 責相關水域 活動	<ol style="list-style-type: none"> 1.戒護範圍之外水域遊憩活動分區限制由觀光署公告。 2.舉辦水域活動，由海巡署進行救災演練，以及消防局推廣救援教學。 3.委託專業海域安全巡邏隊。 4.提供借用救生衣。 5.設有橘色浮球警戒線。 6.設置告示牌。 <p>(資料來源：台東縣政府)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.設置告示牌，如警告事項、潛在災害警示、禁止事項、遵守事項，以及戒護時間水域狀況。 2.台東觀光旅遊網公告活動範圍、注意事項。 <p>(資料來源：台東縣政府)</p>
磯崎海域	花蓮縣政府 與交通部觀 光署東部海 岸國家風景 管理處管理	<ol style="list-style-type: none"> 1.水域遊憩活動分區。 2.水域遊憩活動業者需視水域活動，以警界浮球標示游泳戒護區域、公告戒護時間。 <p>(資料來源：東部海岸國家風景管理處、風險海域劃設與管理策略研擬)</p>	<p>東部海岸國家風景管理處公告水域遊憩活動區域及相關事項。</p> <p>(資料來源：東部海岸國家風景管理處)</p>
外澳海灘	宜蘭縣政府 管理	<ol style="list-style-type: none"> 1.水域遊憩活動區域劃分。 2.水域遊憩活動時間依據開放區域劃分。 3.設置告示牌(限制、警告)、救生設備。 <p>(資料來源：宜蘭縣政府)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.宜蘭縣政府公告水域遊憩活動區域及相關事項。 2.限制水域遊憩活動區域與活動時間。 3.設置告示牌、救生設備。 <p>(資料來源：宜蘭縣政府、宜蘭濱海水域遊憩活動規劃案)</p>
蜜月灣	交通部觀光 署東北角及 宜蘭海岸國 家風景區管 理	<ol style="list-style-type: none"> 1.水域遊憩活動區域限制。 2.每年5月至9月可進行水域遊憩活動。 3.設置告示牌與救生設備。 <p>(資料來源：宜蘭濱海水域遊憩活動規劃案)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.限制水域遊憩活動區域。 2.設置告示牌、救生設備。 <p>(資料來源：宜蘭濱海水域遊憩活動規劃案)</p>

第四章 調查成果

第一節 海域地形測量

壹、測量範圍

本計畫調查及監測範圍原則參考 101 年 5 月 2 日發布實施「變更淡水都市計畫(海濱遊憩區為文化創意產業特定專用區、保護區、綠地用地及道路用地)案」之淡水沙崙海域平面流況觀測區域範圍(圖 4-1)，總面積約 75 公頃，測線間距以 25 公尺一條為基準，並規劃 2 條垂直檢核線做橫向檢測。平面控制為 TWD97[2020]坐標系統；高程控制為內政部頒訂之二 0 0 一高程系統(TWVD2001)。



圖 4-1 測量範圍示意圖

貳、控制測量

一、控制系統

藉由控制測量作業取得計畫區域正確之控制點(含平面坐標及高程值)，本計畫高程系統採用基隆中潮位系統 (TWVD2001) 為基準，平面控制系統採用內政部公告之臺灣地區 TWD97@2020 大地基準。投影坐標系統採用經差二度分帶橫麥卡托 (Transverse Mercator) 坐標系統 (TM2°)。控制測量項目以公尺為單位計至公厘為止，餘則以公尺為單位計至公分為止。

二、控制點資料

茲蒐集測區鄰近地區之平面及高程已知控制點位，以作為本計畫平面及高程控制之依據。已知平面控制點為內政部公告之三等控制點為 F051、FP32，共 2 點；已知高程控制點為內政部公告之一等水準點 2113，共計 1 點。將所有點位依照類型劃分，相關資訊整理如表 4-1，點位展繪於圖 4-2 所示，坐標成果表詳參附錄一，點誌記詳參附錄二。

表 4-1 已知控制點統計表

類別	點號	數量統計
一等一級水準點	2113	小計 1 點
三等衛星控制點	F051、FP32	小計 2 點
總計 3 點		



圖 4-2 控制點分佈圖

參、控制點檢測

本計畫平面及高程控制檢測主要採用 GNSS 衛星定位儀，以 VBS-RTK 方式進行，為後續測量之依據，詳細說明如後：

一、作業方式與內容

本項工作主要係檢測現存之已知控制點，藉由 VBS-RTK 方式檢核各已知控制點相關位置是否變動（位移），以避免引用錯誤之已知點造成坐標誤差，並由檢測合格之已知控制點引測平面坐標至海岸控制點，作為後續測量使用。

(一) 作業內容

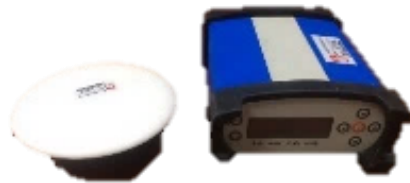
對於已知平面控制點進行之檢測，主要以 VBS-RTK 測量方式執行，利用全波長大地測量雙頻衛星接收儀進行觀測。

(二) 測量設備

公分級之雙頻 GNSS 衛星定位儀，可進行靜態、快速靜態及動態測量，儀器精度達 $\pm 2.5\text{mm} + 1\text{ppm} \times L$ （ L 為單一基線之長度），其儀器照如圖 4-3 所示。



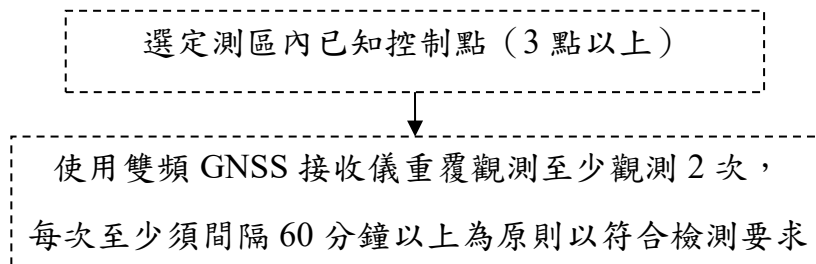
STONEXS9II 型



STONEXSC200 型

圖 4-3 GNSS 衛星定位儀器

(三) 作業流程



1. 檢測精度要求

- (1) 檢測至少三點已知控制點，且至少重複觀測 2 次，每次至少須間隔 60 分鐘以上。
- (2) 兩次觀測之坐標較差需符合平面位置較差 ≤ 2 公分，高程位置較差 ≤ 3 公分視為合格，檢測合格方可作為本計畫之平面及高程坐標依據。
- (3) 斷面樁位測量亦採用 VBS-RTK 方式測設。

2. 已知控制點檢測成果說明

以衛星定位儀檢測已知控制點：一等一級水準點為 2113，三等衛星控制點 F051、FP32，共計 3 點，各點重複觀測 2 次，並觀測資料解算後，再將 2 次測量之坐標及高程比對較差，其成果比較表如表 4-2，檢測精度皆符合規範規定（平面位置較差 ≤ 2 公分，高程位置較差 ≤ 5 公分）。

表 4-2 已知控制點檢測坐標比較表

序號	點號	N 坐標	E 坐標	H 高程	較差(m)			平面 \leq 2cm	高程 \leq 5cm	類別
		(m)	(m)	(m)	N	E	H			
1	2113	2785931.950	291999.041	4.679	-0.021	-0.019	0.027	合格	合格	一等一級 水準點
		2785931.929	291999.022	4.706						
2	F051	2787608.889	293001.332	23.218	0.003	-0.002	0.024	合格	合格	三等衛星 控制點
		2787608.892	293001.33	23.242						
3	FP32	2785874.051	292129.126	5.108	-0.004	-0.001	-0.010	合格	合格	
		2785874.047	292129.125	5.098						

(四) 工作照



圖 4-4 測量工作照

肆、水深地形測量




海域水深測量全面採用單音束測深系統，利用漲潮時間儘量往陸域施測，另配合相關導航定位系統、RTK、船隻姿態儀觀測等相關修正資料蒐集，獲取較佳測深成果。

一、單音束測深作業

(一) 單音束測深系統

水深測量藉由聲納感應器發射及接收聲波，利用聲波在水中來回傳遞速度與時間換算成底床至感應器距離，即是水深測值。本計畫以單音束測深系統進行海域水深測量，該系統包括單音束測深儀、RTK 等儀器所組成之測深系統。

表 4-3 單音束測深系統使用儀器

定位系統 STONEX SC200	單音束測深儀 ODOM Hydrotrac 200KHz	聲速檢校鈸 Bar Check	湧浪補償儀 TSS HS-50 型
			

(二) 水深測線規劃

單音束水深測線規劃以測線間距 25 公尺一條為基準，於範圍內另規劃 2 條垂直單音束測線之檢核線做為橫向檢測使用，規劃測線如圖 4-5 所示。

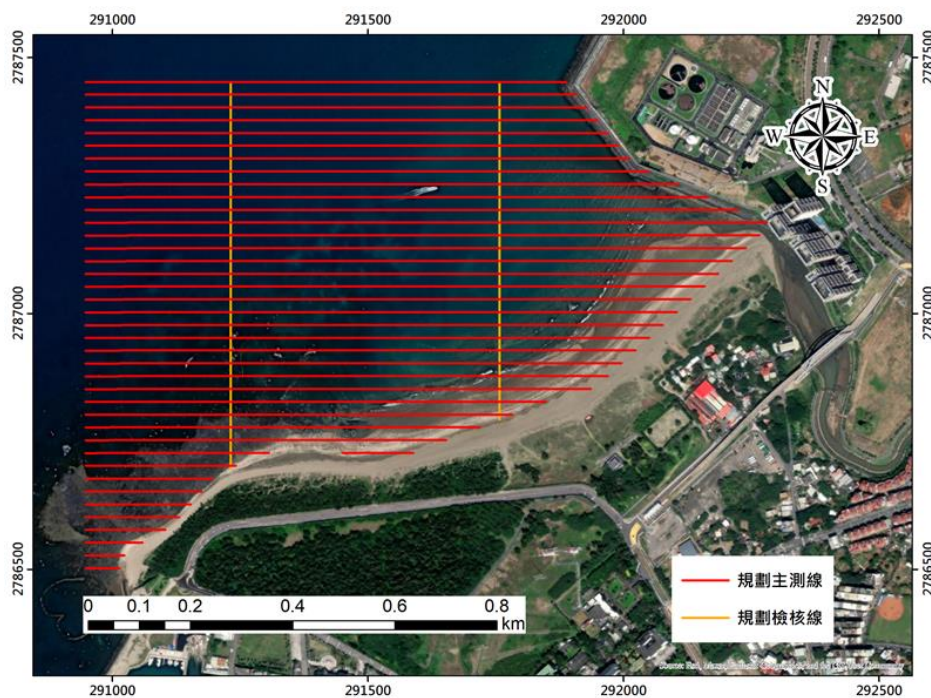


圖 4-5 水深測量測線規劃圖

1. 實測軌跡

本次海域地形測量作業日期於 113 年 8 月 6 日完成，實測軌跡如圖 4-6 黃色線所示。

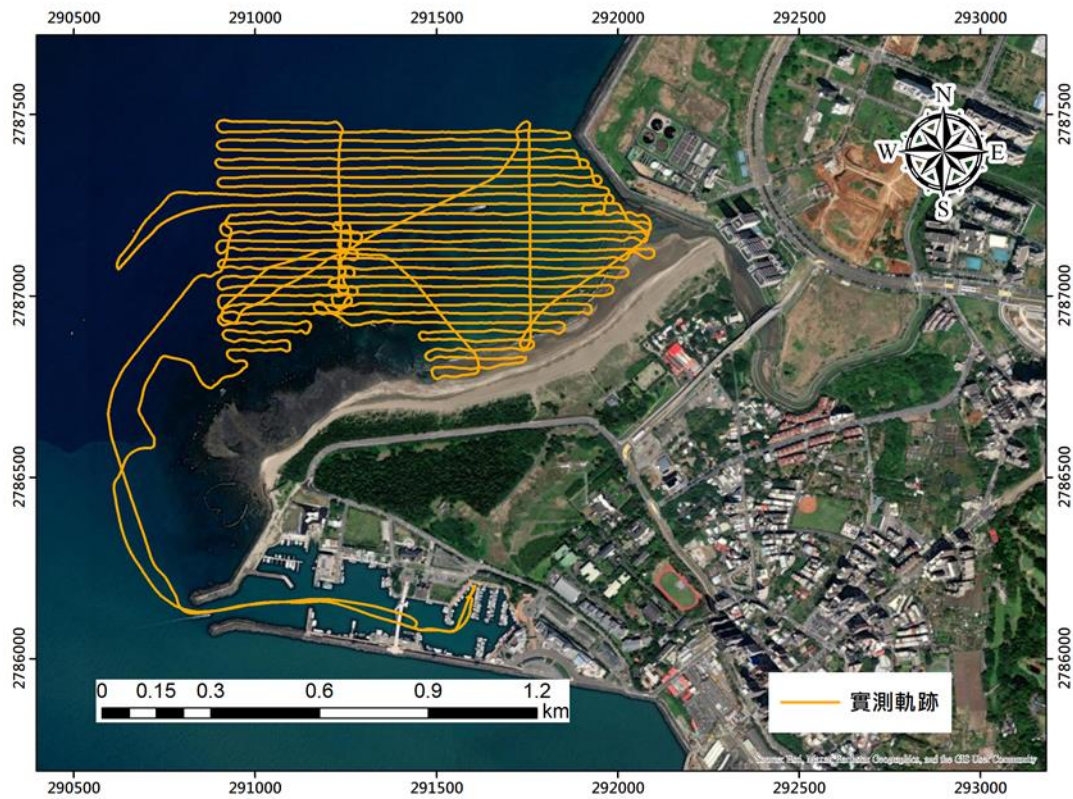


圖 4-6 水深測量實測軌跡

2. 測量工作照



(三) 水深點精度檢核

檢核線設置之用意為檢查測線水深資料之正確性，於 95%信賴區間內，"主測線"與"檢核線"交會處之水深差值不可大於檢驗公式 $\pm\sqrt{A^2+(B\times D)^2}$ ，其中 D 為主測線水深值，其中 A=0.5、B=0.013，檢核搜尋半徑為 5m。精度統計如表 4-4 所示。海域地形測量測線檢核成果如圖 4-7，總檢核點數 223 點，合格點 218 點，合格率 97.76%，符合規範。

表 4-4 水深精度檢核統計表

項目	檢核成果
檢核點數	223
合格點數	218
合格率(%)	97.76%
不合格率(%)	2.24%
平均高差(m)	0.067
高差標準誤差(m)	0.155

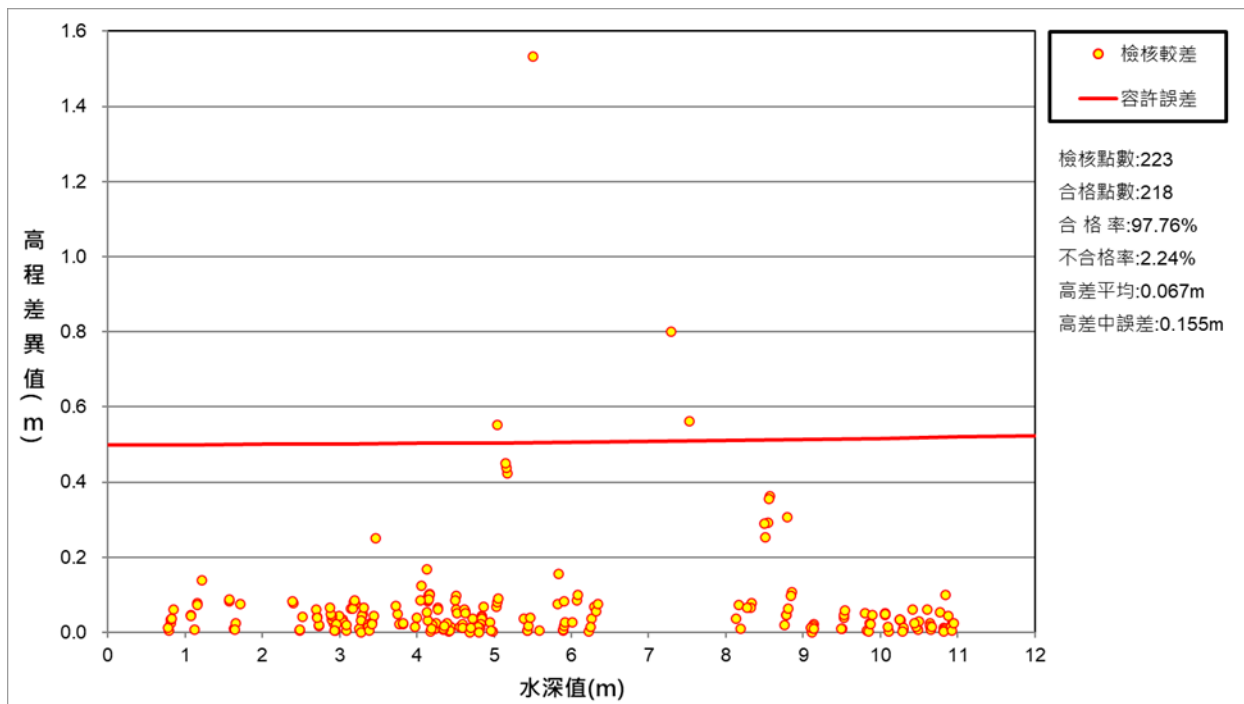


圖 4-7 水深精度檢核圖

伍、水深地形成果

本案依據規劃測線實測之水深資料，採用三維空間科學繪圖軟體 Golden Surfer，以 Kriging(克利金法內插模式)產製網格間距 10 公尺*10 公尺之數值地形模型，其水深色階圖如圖 4-8 所示，等深線以 1 公尺為間距。另將所測得之水深資料整合於 AutoCAD 繪圖軟體繪製一千分之一地形圖，成果詳附圖一所示，由本次測區範圍圖所示，最深處大約為 15 公尺，陸域最高大約為 5 公尺，在海域區內深度變化較為平緩，且等深線大致與海岸方向平行。復依據式(38)計算本計畫測區之坡度約為 0.014。

$$\text{坡度} = \text{水深} / \text{離岸距離} \quad (38)$$

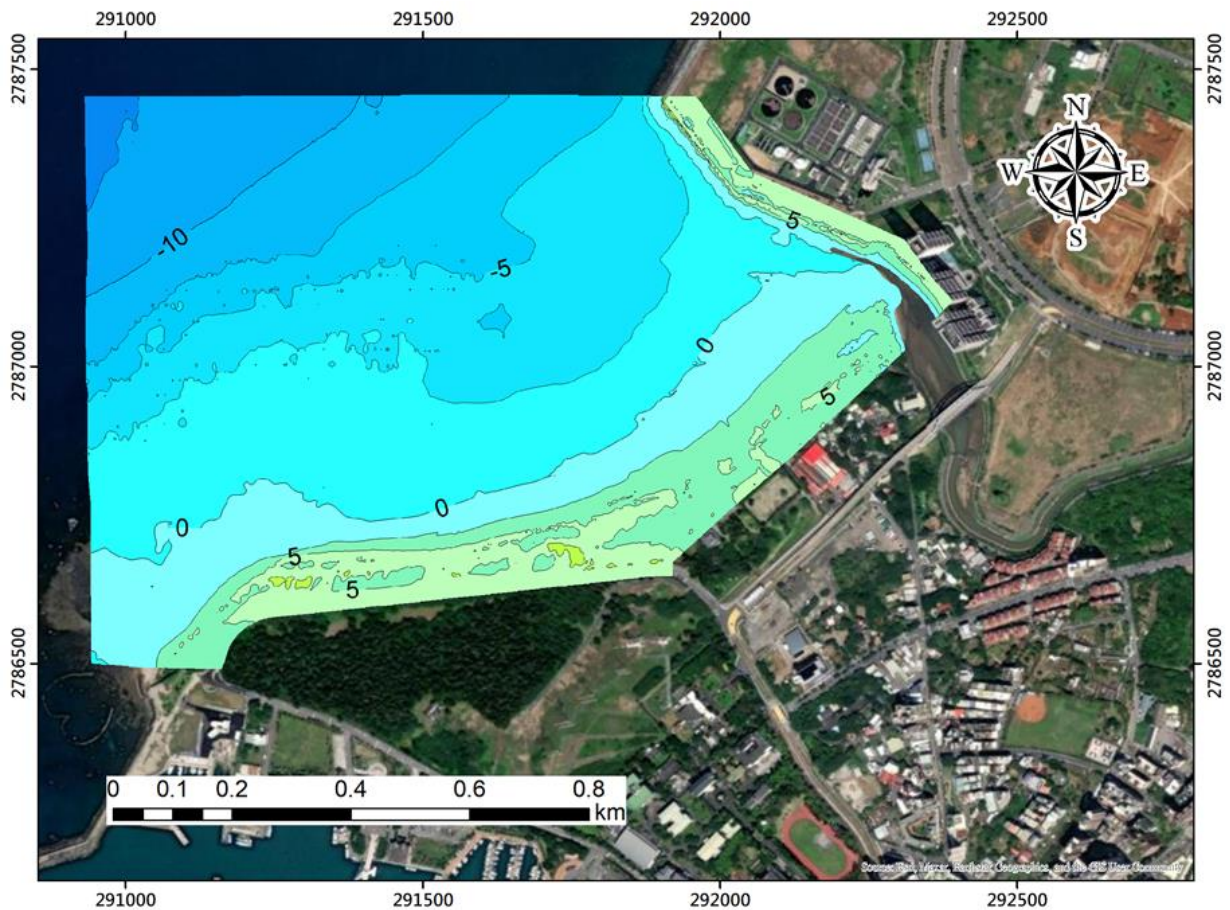


圖 4-8 水深色階圖

由圖 4-9 可知，本計畫區域近岸部分區域（如黃色框線所示）計算所得坡度約為 0.45 及近防波堤處坡度約為 0.11(如咖啡色框線所示)。依據「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子表」(表 3-23)，水域遊憩活動之適宜坡度標準應小於 1/50 或 1/10，顯示該區域坡度偏陡，未能符合相關建議標準。此類地形條件可能增加水域遊憩活動之潛在風險，應於規劃水域遊憩活動類型及進行風險評估時，審慎納入考量，以降低可能之安全疑慮。

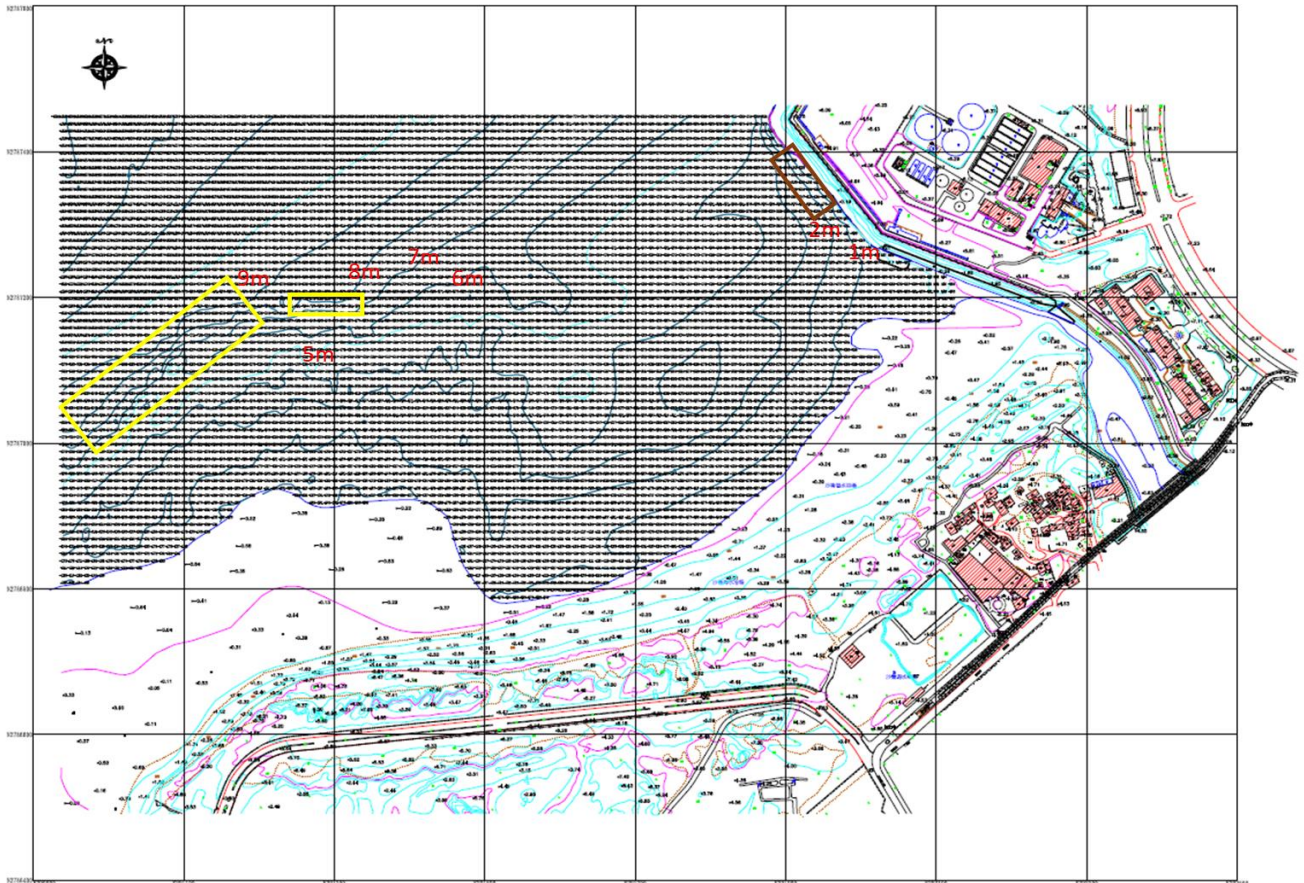


圖 4-9 淡水沙崙海域地形圖

陸、侵淤變化

根據經發局提供之 110 年 11 月水深地形測繪成果，與本季(113 年 8 月)之水深地形測繪成果進行侵淤計算，結果如圖 4-10。由圖 4-10 中可看出整體海域地形變化呈侵淤互現，於水深 10 公尺以淺之變化較為明顯，近礁石區處局部海床侵淤變化幅度小於 2 公尺之內；本計畫測量範圍海灘淨體積減少約 53,582. 立方公尺，整體海床面變動量小於 7 公分，大部分區域侵淤變化並不明顯，計算方式如式(39)及式(40)所示。

$$\text{淨體積變化} = \text{挖方體積} - \text{填方體積} \quad (39)$$

$$\text{平均高程變化} = \text{淨體積變化} / (\text{挖方面積} + \text{填方面積}) \quad (40)$$

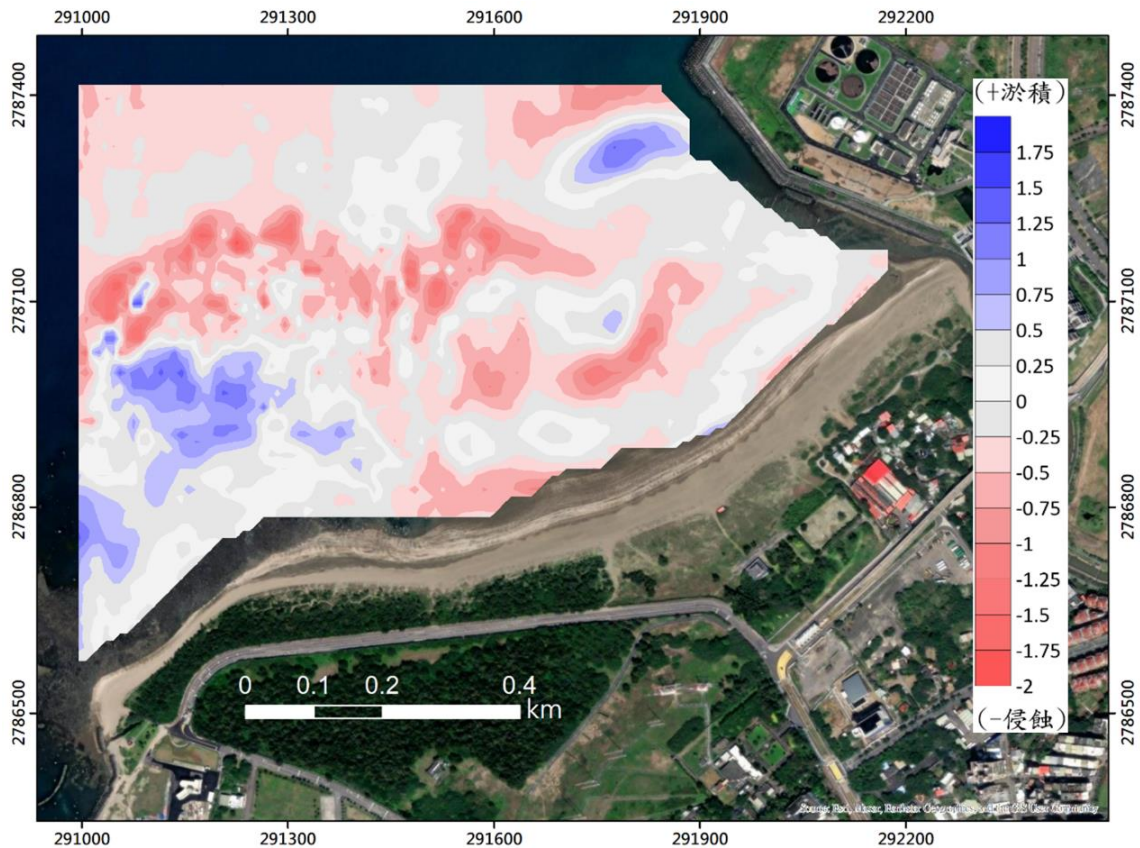


圖 4-10 侵淤變化色階圖(110.11~113.08)



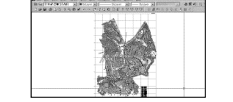

柒、儀器設備

以下為本計畫使用之儀器設備，硬體設備部份如表 4-5；而軟體設備部份則分為自行開發測量軟體、GNSS 計算軟體繪圖軟體...等，如表 4-6 所示。

表 4-5 硬體設備一覽表

用途	儀器型式/儀器精度及規格	儀器照片	數量
平面 控制測量	STONEX SC200 衛星定位儀 動態水平精度 $\pm 8\text{mm} + 1\text{ppm} \times L$ 動態垂直精度 $\pm 15\text{mm} + 1\text{ppm} \times L$ 靜態水平精度 $\pm 2.5\text{mm} + 1\text{ppm} \times L$ 靜態垂直精度 $\pm 5\text{mm} + 1\text{ppm} \times L$		2
	STONEX S9 II 衛星定位儀 動態水平精度 $\pm 8\text{mm} + 1\text{ppm} \times L$ 動態垂直精度 $\pm 15\text{mm} + 1\text{ppm} \times L$ 靜態水平精度 $\pm 2.5\text{mm} + 1\text{ppm} \times L$ 靜態垂直精度 $\pm 5\text{mm} + 1\text{ppm} \times L$		2
高程 控制測量	Leica DNA03—精密自動記錄水準儀		1
水深地形 測量	單音束 (Single-beam echosounder) 水深測量系統 ODOM Hydrotrac 測深儀 測深精度： $0.01\text{m} \pm 0.1\% \text{depth}$ 音鼓測深範圍 0~200m		3
	TSS-HS50 湧浪補償器 量測範圍 $\pm 10\text{m}$ 精度： $>5\text{cmRMS}$		3
	Bar Check (聲速檢校盤) 測量範圍：10 公尺		1
	船上工業用電腦 負責導航及資料蒐集		4

表 4-6 軟體設備一覽表

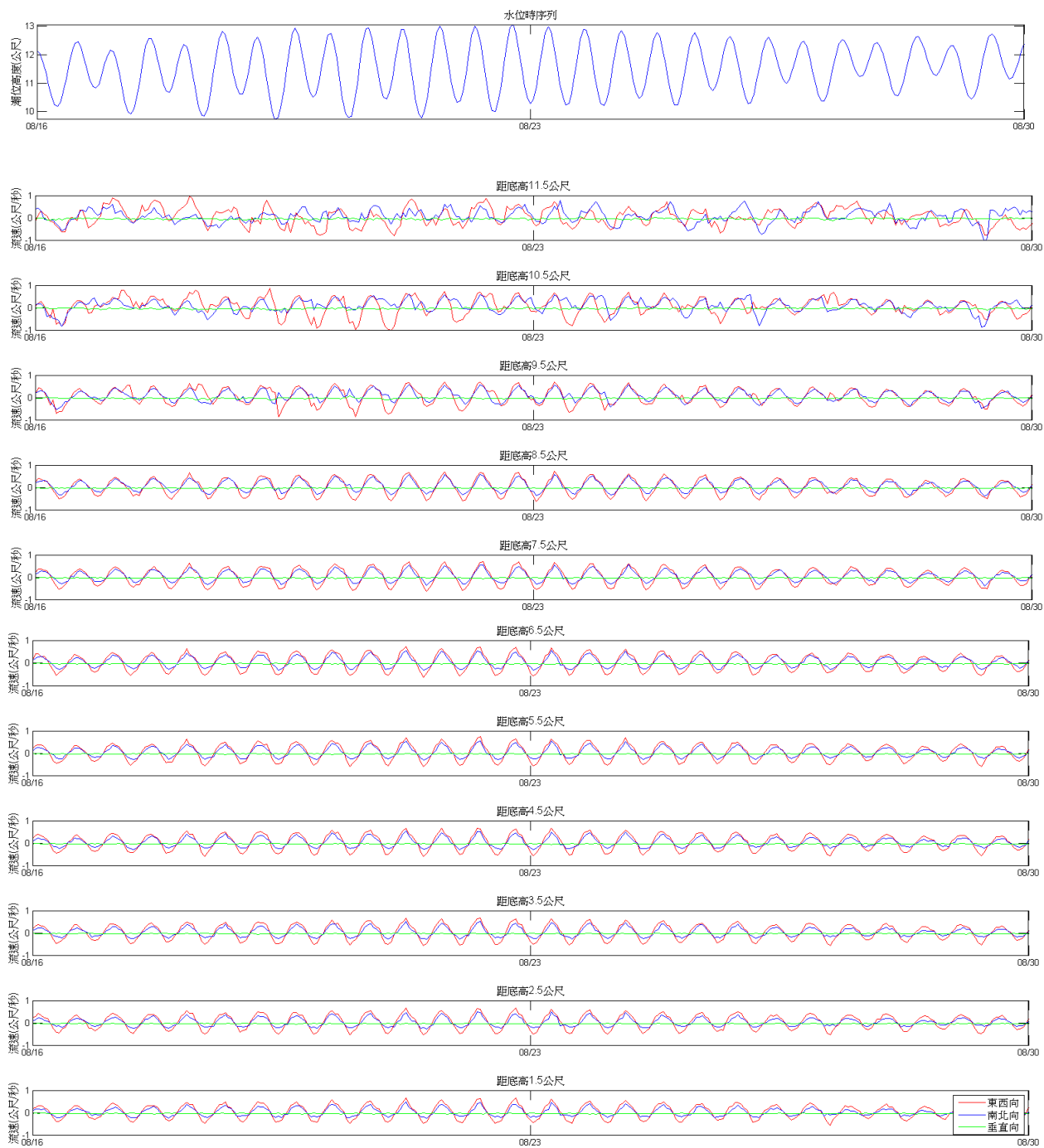
用途	軟體名稱	軟體照片	數量
自行開發 測量軟體	Lead Survey—本公司在測量領域之多年經驗，特別量身訂做所開發出之測量計算管理系統，完全符合國內之測量要求，並相容於各種儀器的記錄格式圖面編輯容易、報表清晰美觀		1
GNSS 計算軟體	Leica Ski—1 套 Geo tracer (GEODIMETER) —1 套 Turbo Net—1 套		1
繪圖軟體	AutoCad 2008 Map3D 網路版		1
	Surfer 8.0 版		1

第二節 海流流況調查(含流速流向)結果

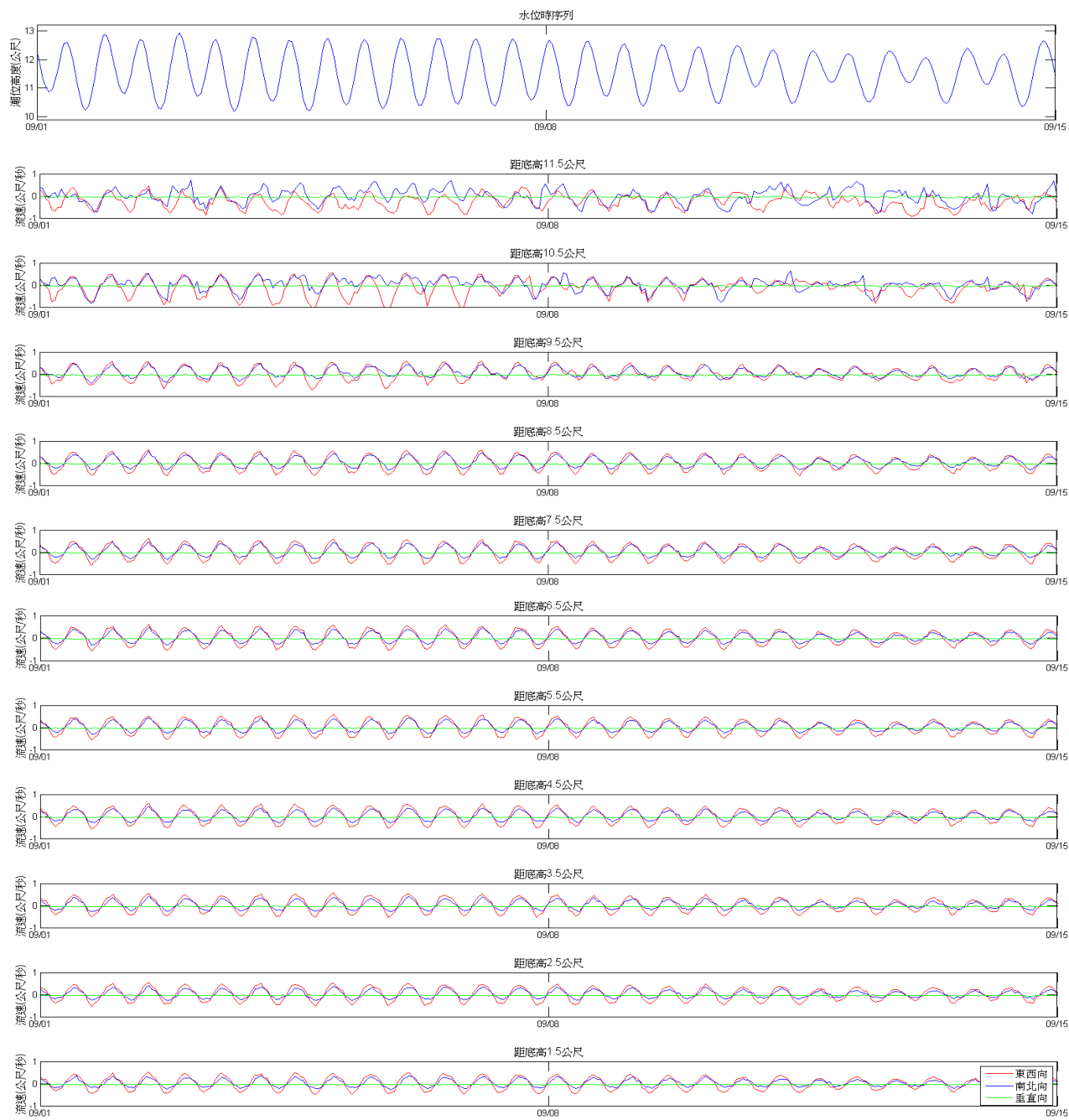
壹、ADCP 定點觀測

本計畫海域海流流動趨勢以水深變化與流速分量時序列說明如圖 4-11 至圖 4-14 所示，流速分量呈現水平方向之南-北(向北為正)與東-西(向東為正)向流速振幅遠大於上-下(向上為正)向流速振幅，且東-西向之流速振幅略同於南-北向之流速振幅，相位則大致相等，即流動以東北-西南為主軸，對照海域地形圖可知海流主要沿岸平行運動。另外由圖亦呈現水平分量流動之週期隨水深變化為半日，即流動以水位漲退所引起之潮流為主。

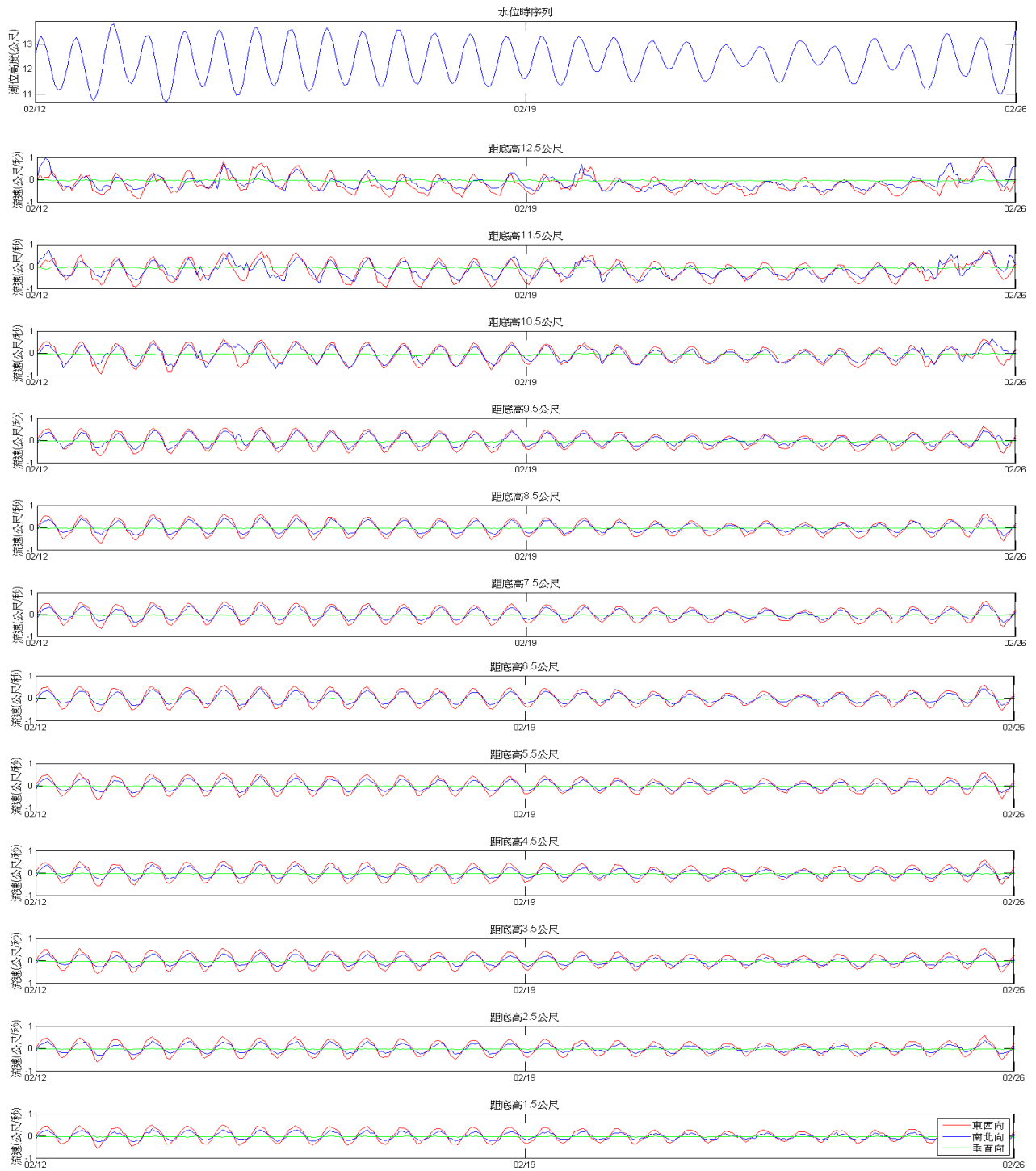
其次根據各層海流之流速流向統計如圖 4-15 至圖 4-22 機率分布組體圖及聯合機率玫瑰圖顯示，流速由底床附近逐上增大，夏季(2024.08.16-08.31)觀測期間之流速由底床附近 0.30 m/s，至中表層處約可達 0.44 m/s；秋季(2024.09.01-09.20)觀測期間則由底床附近 0.31 m/s，至中表層處約可達 0.45 m/s；冬季(2025.02.12-03.01)觀測期間則由底床附近 0.27 m/s，至中表層處約可達 0.48 m/s；春季(2025.04.30-05.16)觀測期間則由底床附近 0.27 m/s，至中表層處約可達 0.49 m/s。流向部分因潮流往復呈雙尖峰 ENE 與 WSW 分布，除表層附近各方向均有機會發生外，其餘以 ENE-WSW 向居多。而由機率玫瑰圖可得知大流速對應於主流向 ENE 與 WSW，小流速流向散布較廣。



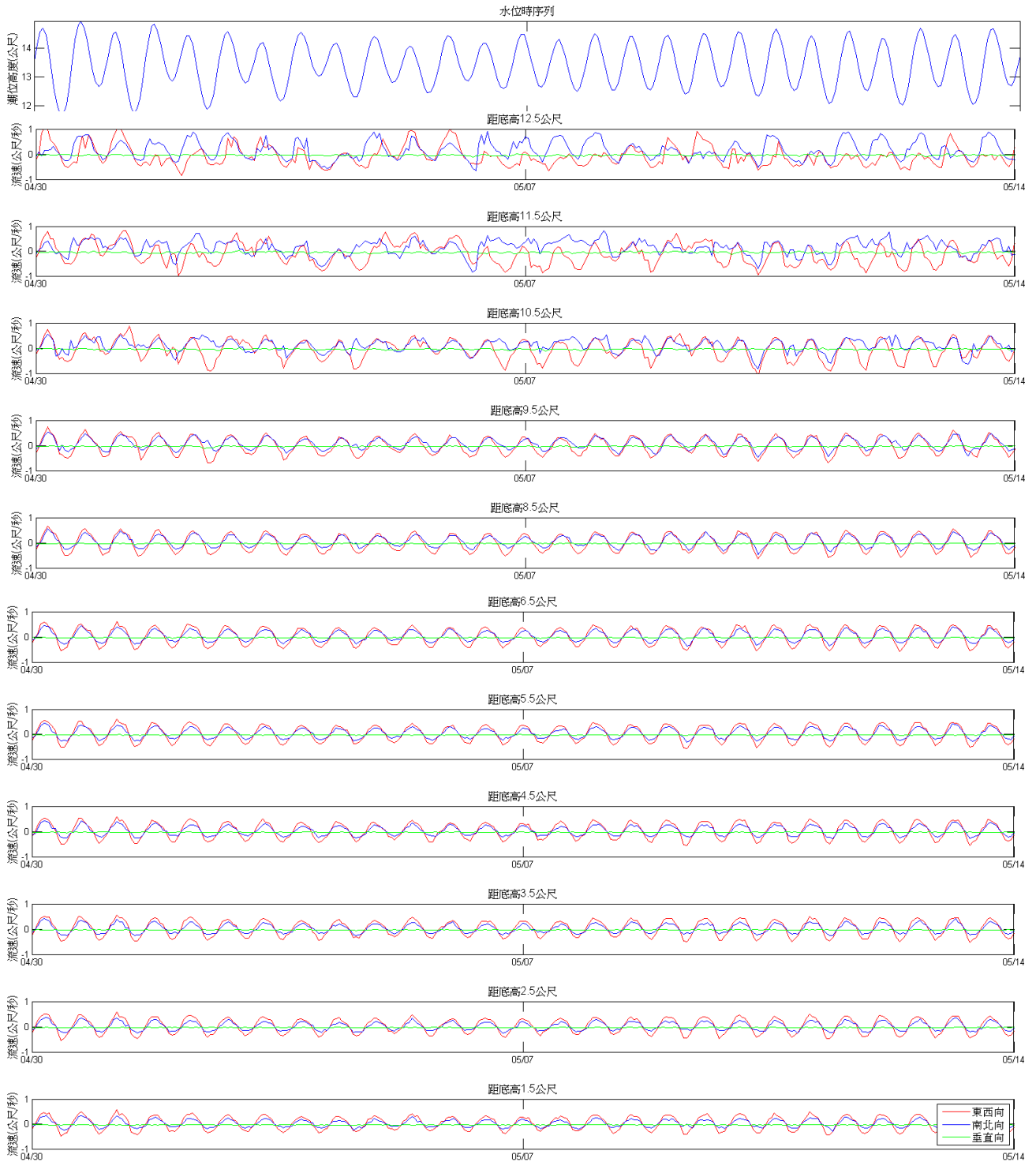
夏季(2024.8.16-8.31)
圖 4-11 海流三軸分量流速逐時變化



秋季(2024.9.1-9.20)
圖 4-12 海流三軸分量流速逐時變化



冬季(2025.2.12-3.1)
圖 4-13 海流三軸分量流速逐時變化



春季(2025.4.30-5.16)
圖 4-14 海流三軸分量流速逐時變化

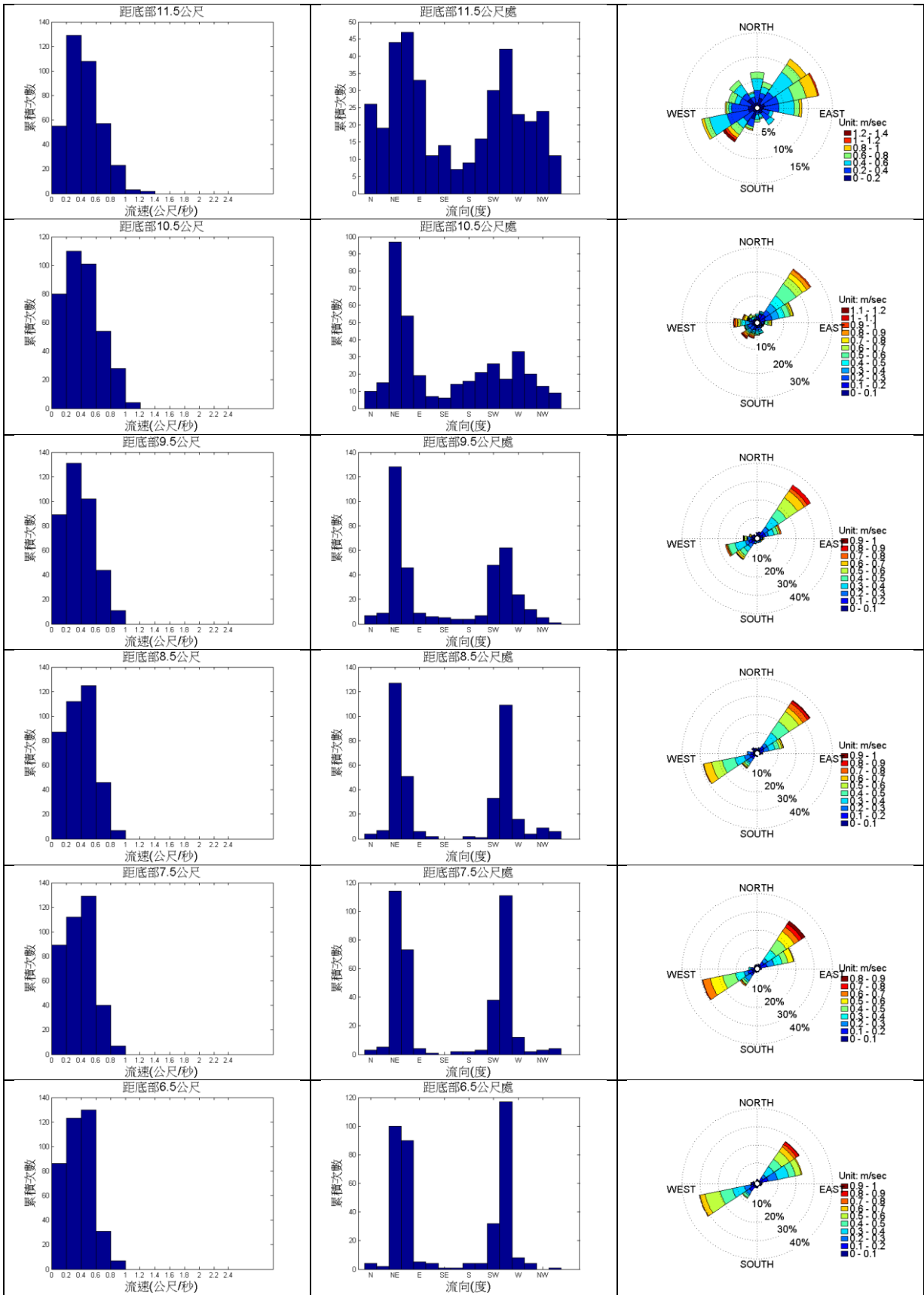
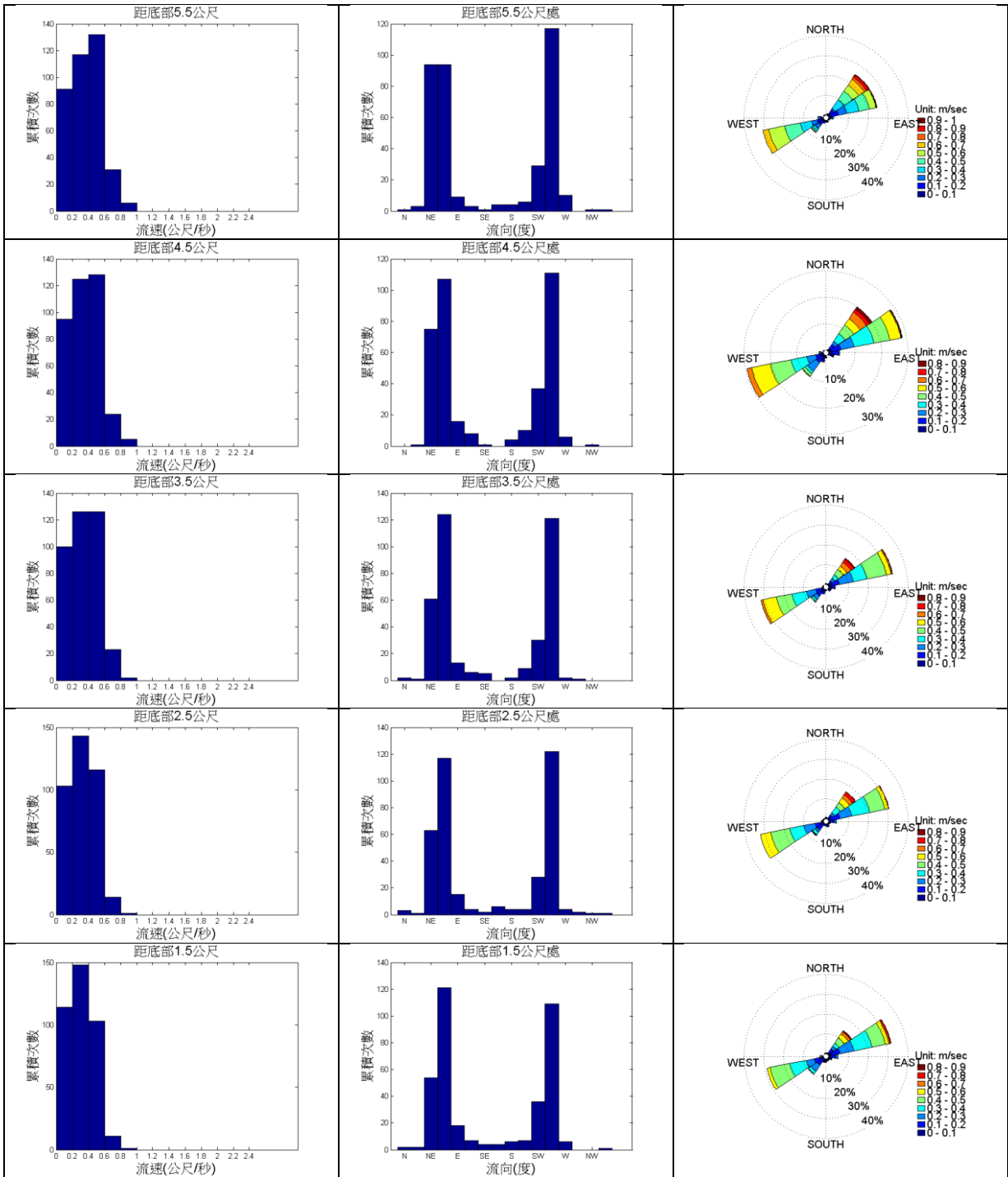


圖 4-15 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈



夏季(2024.8.16-8.31)

圖 4-16 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈(續)

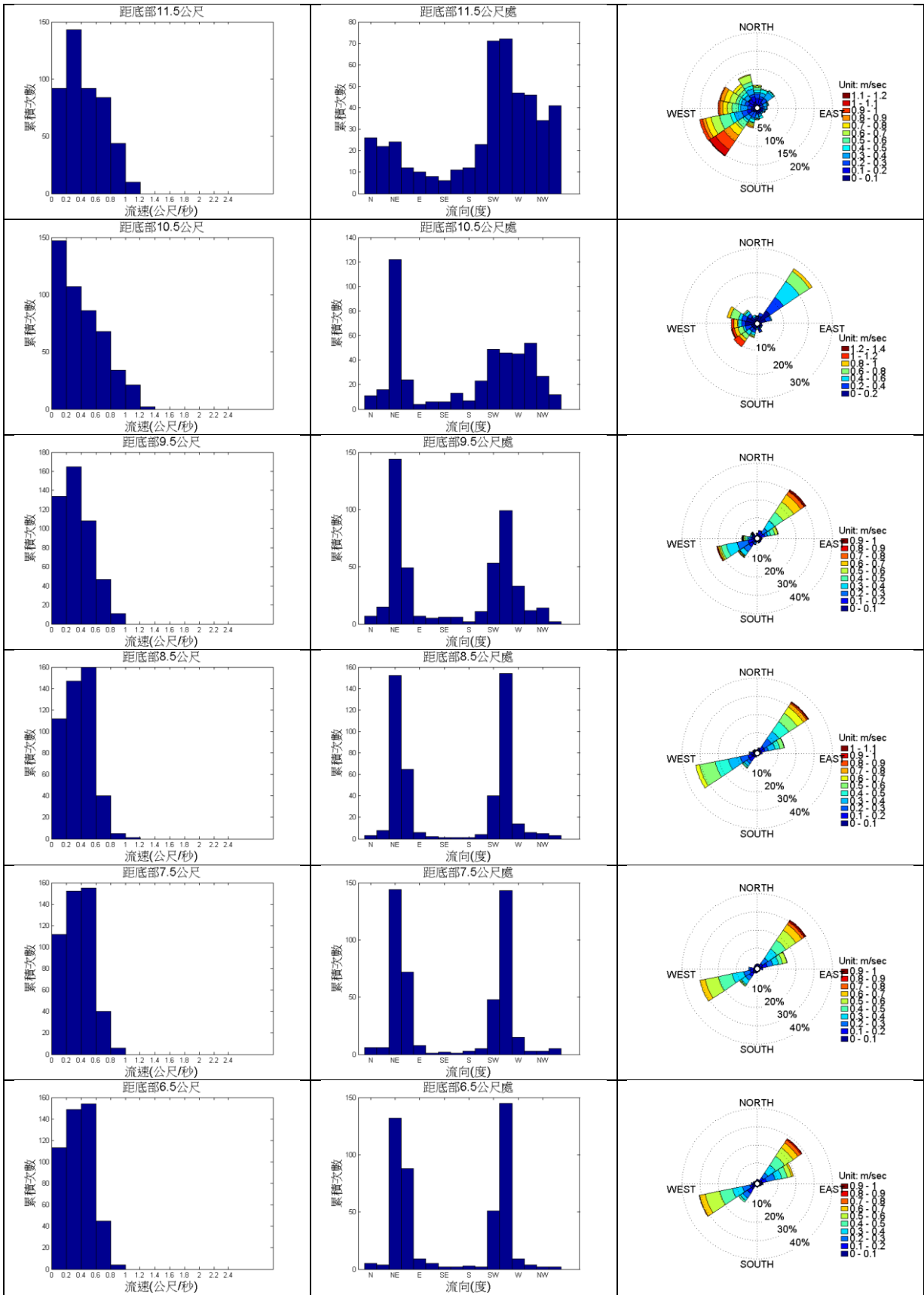
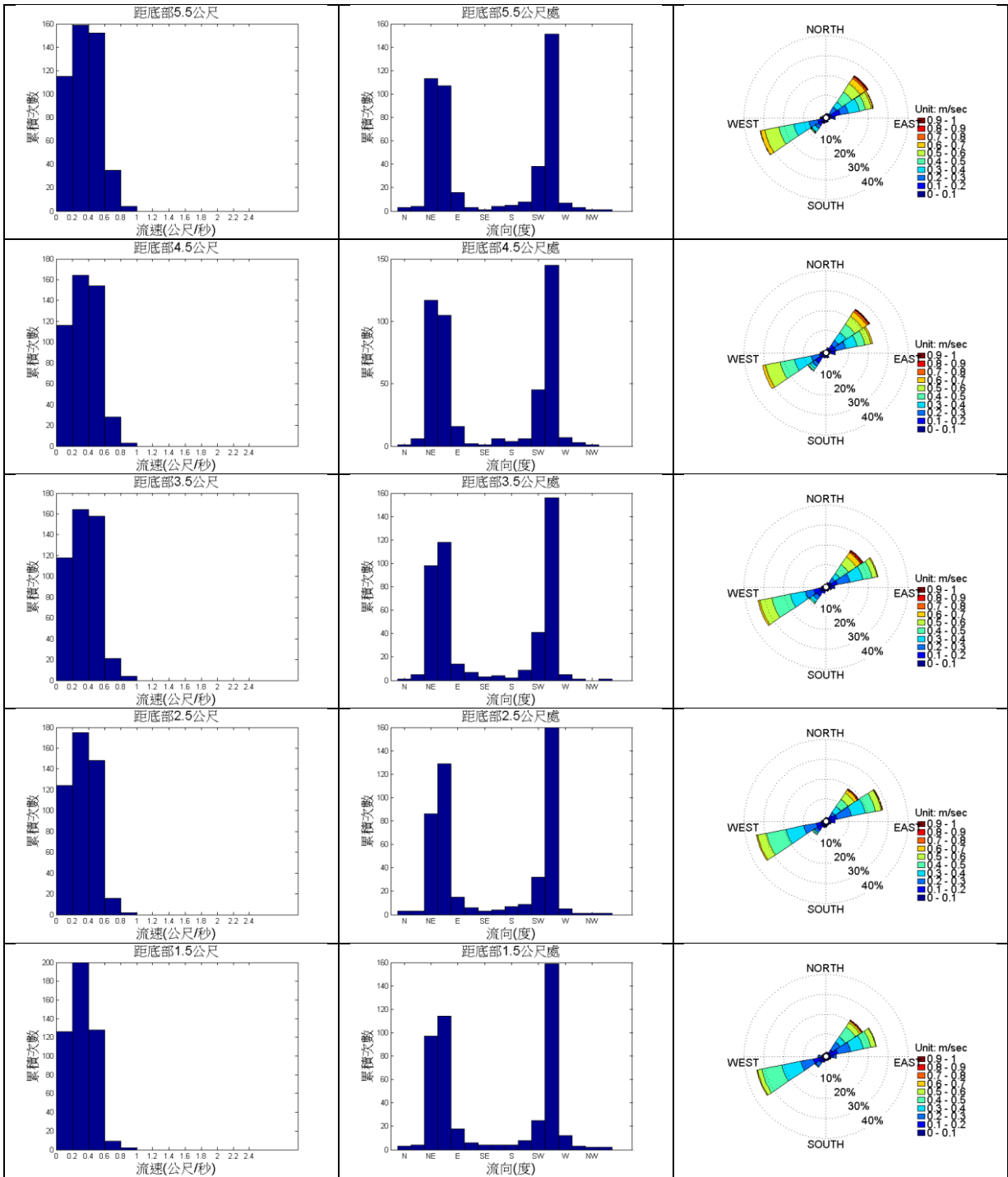


圖 4-17 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈(續)



秋季(2024.9.1-9.20)

圖 4-18 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈(續)

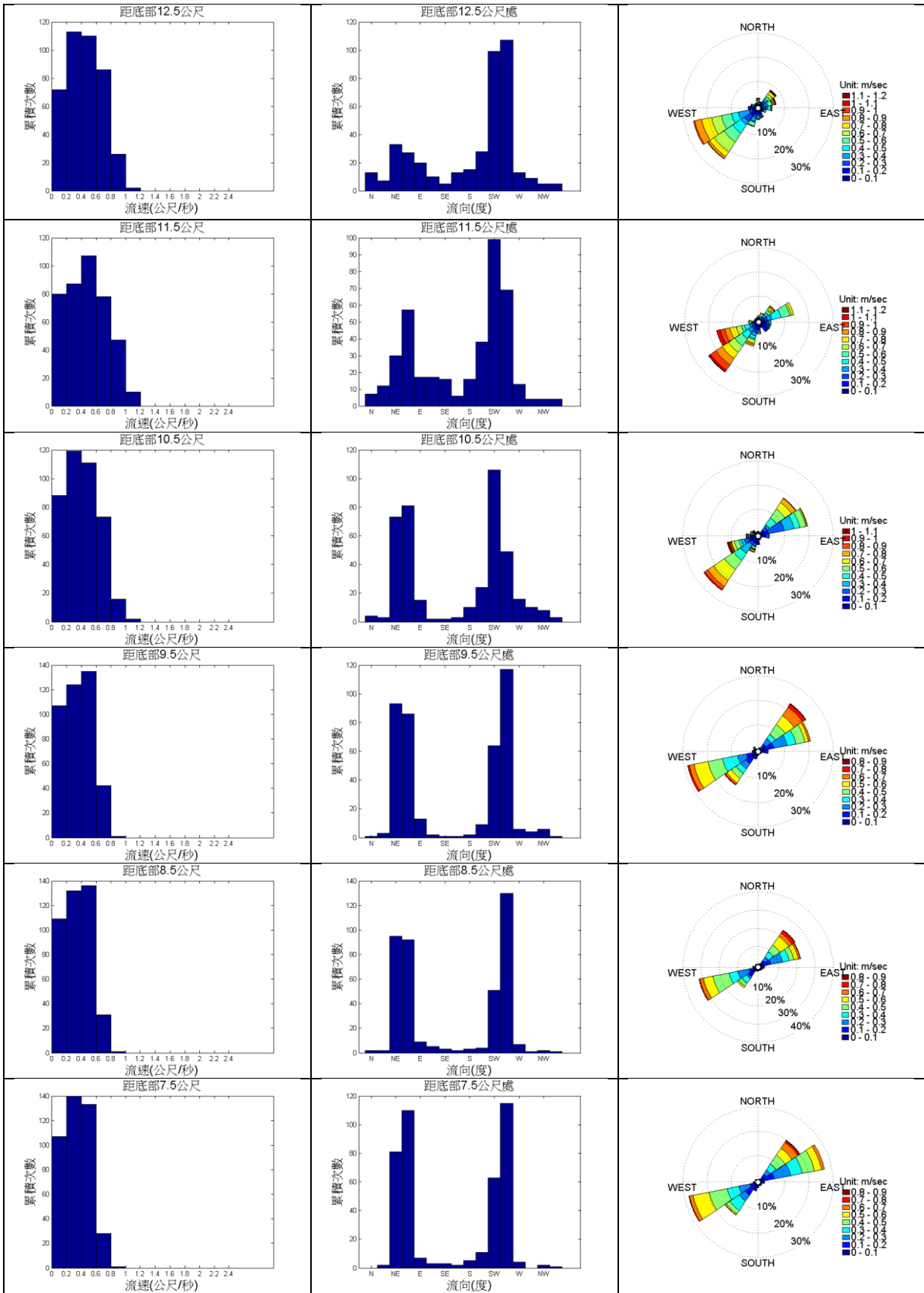
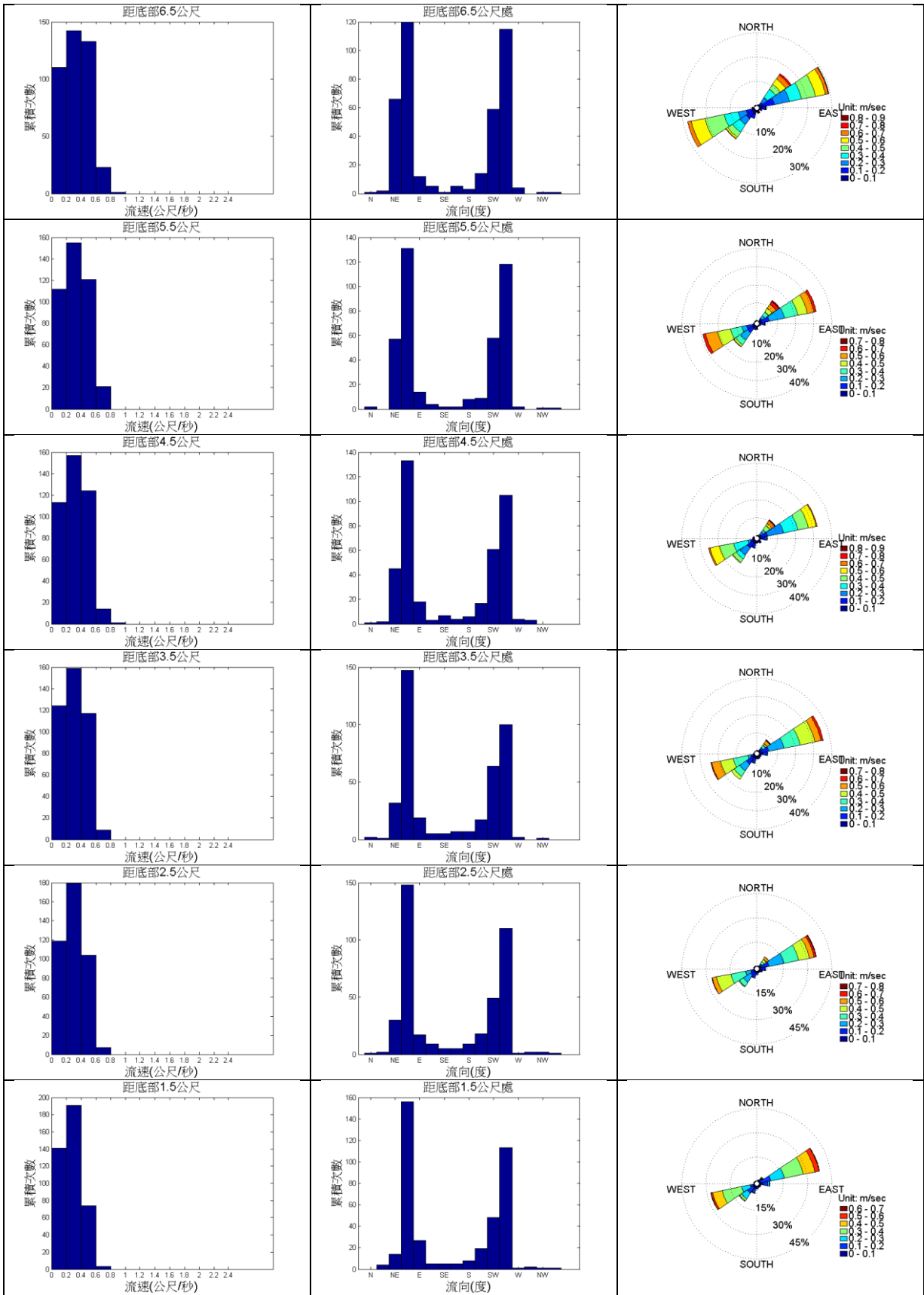


圖 4-19 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈(續)



冬季(2025.2.12-3.1)

圖 4-20 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈(續)

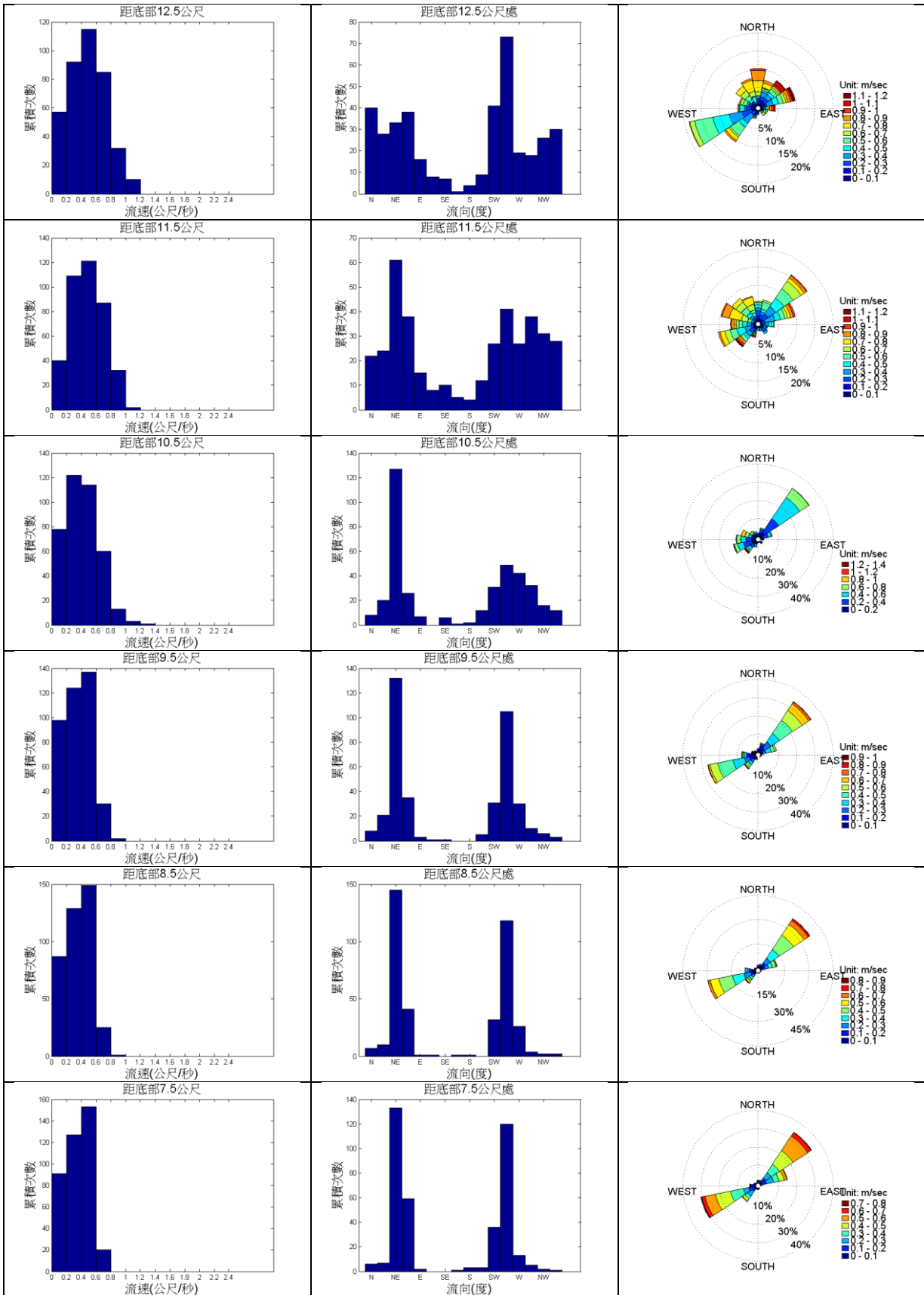
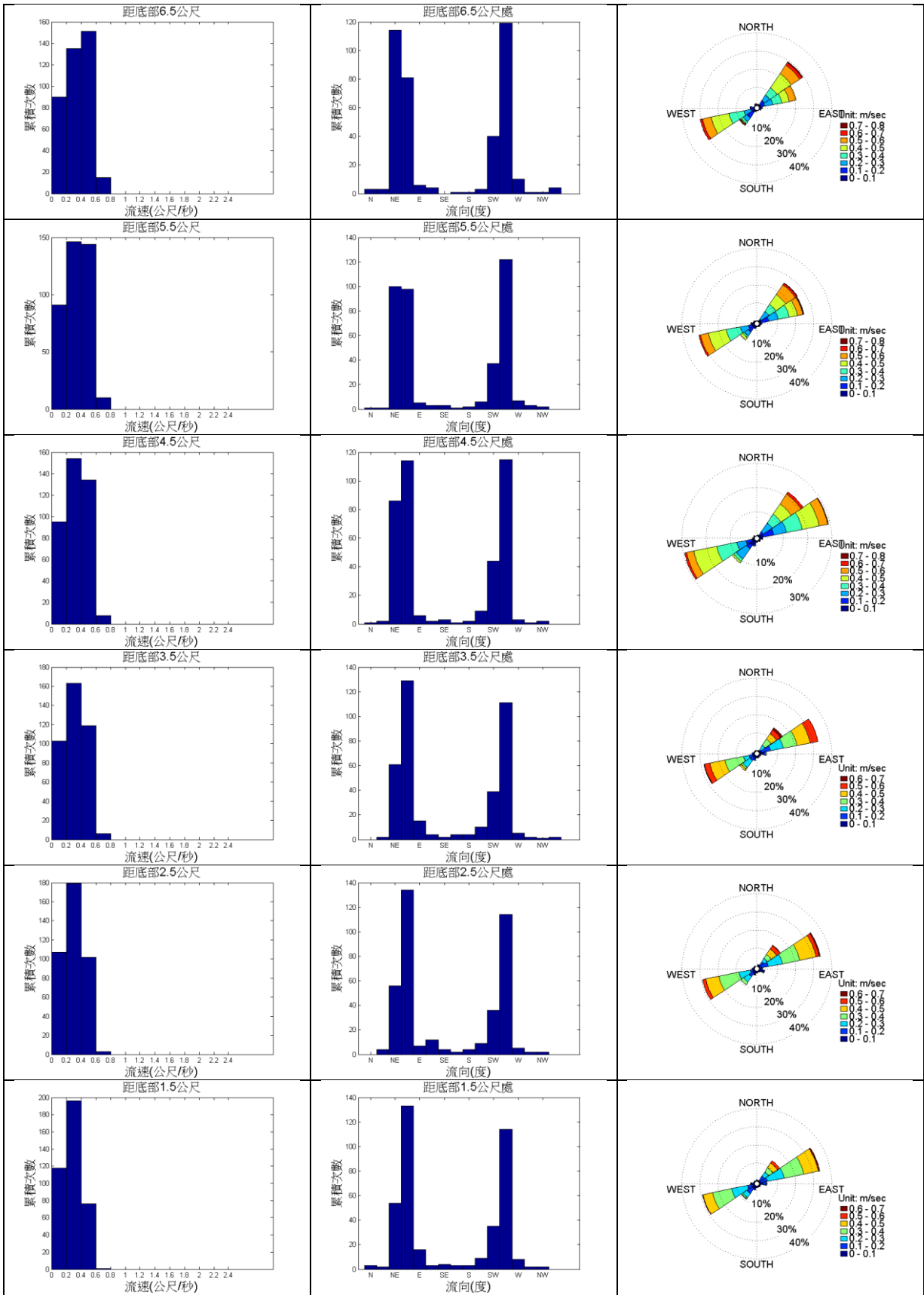


圖 4-21 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈(續)



春季(2024.4.30-5.16)

圖 4-22 分層海流流速、流向機率與聯合機率分佈(續)

前述為將海流剖面之資料進行初步說明，為進一步探討其流動特性，以下將以經由水深方向向量平均後之資料進行分析說明。流速、流向之分佈情況如圖 4-23 之海流玫瑰圖(包含漲退潮時期)所示，全時段流向以 NE 向居多、其次 WSW 向，單就漲退潮而言則是退潮往 NE 向；漲潮往 WSW 向。整體而言大流速對應主流向，其他流向為潮水轉換之資料，流速相對較弱。另考量本計畫海域之海流雖以潮流往復運動為主，但漲退潮之流速分佈與流向轉換與潮水不等，推測可能與海域流動包含不同週期之成分如風驅流有關，因此為瞭解不同週期流動成分所造成的差異，將以高通過濾(bandpass filter)之分析方式，分離高低頻之成分並與風場比對，以瞭解變化原因。以圖 4-24 為高通過濾之短週期流動而言，漲退潮之主流向比例相近且反向流(如退潮往 NE 向)比例極低，明顯為潮流之往復運動。進一步根據不同頻帶之海流資料繪製鬚盒及玫瑰如圖 4-25 至圖 4-28 所示，高頻流整體流速大於低頻流，大致上說明本海域流動以潮汐漲退所引起之潮流為主，低頻之亞潮流較弱。

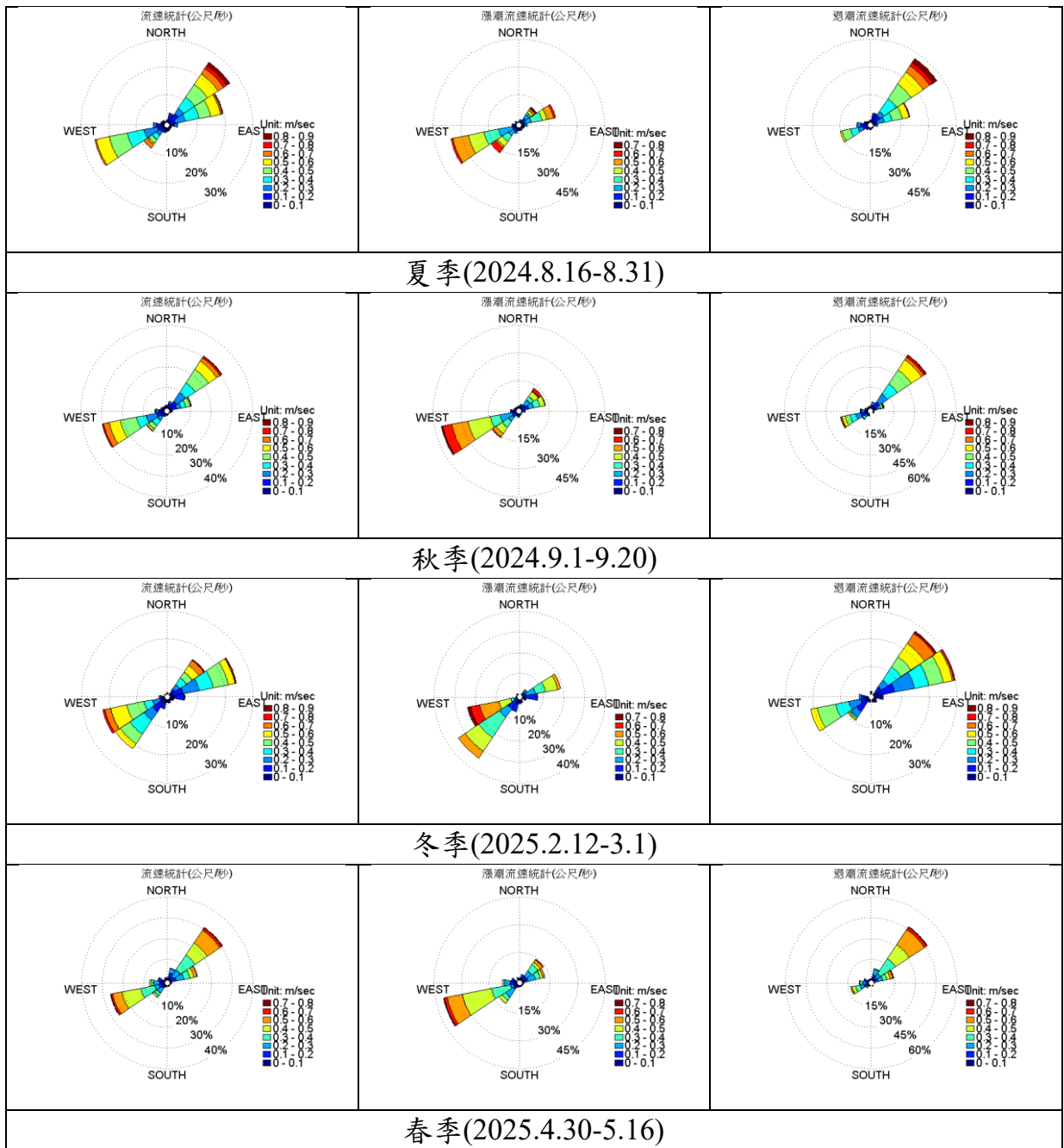


圖 4-23 海流玫瑰圖(含漲退潮時期)

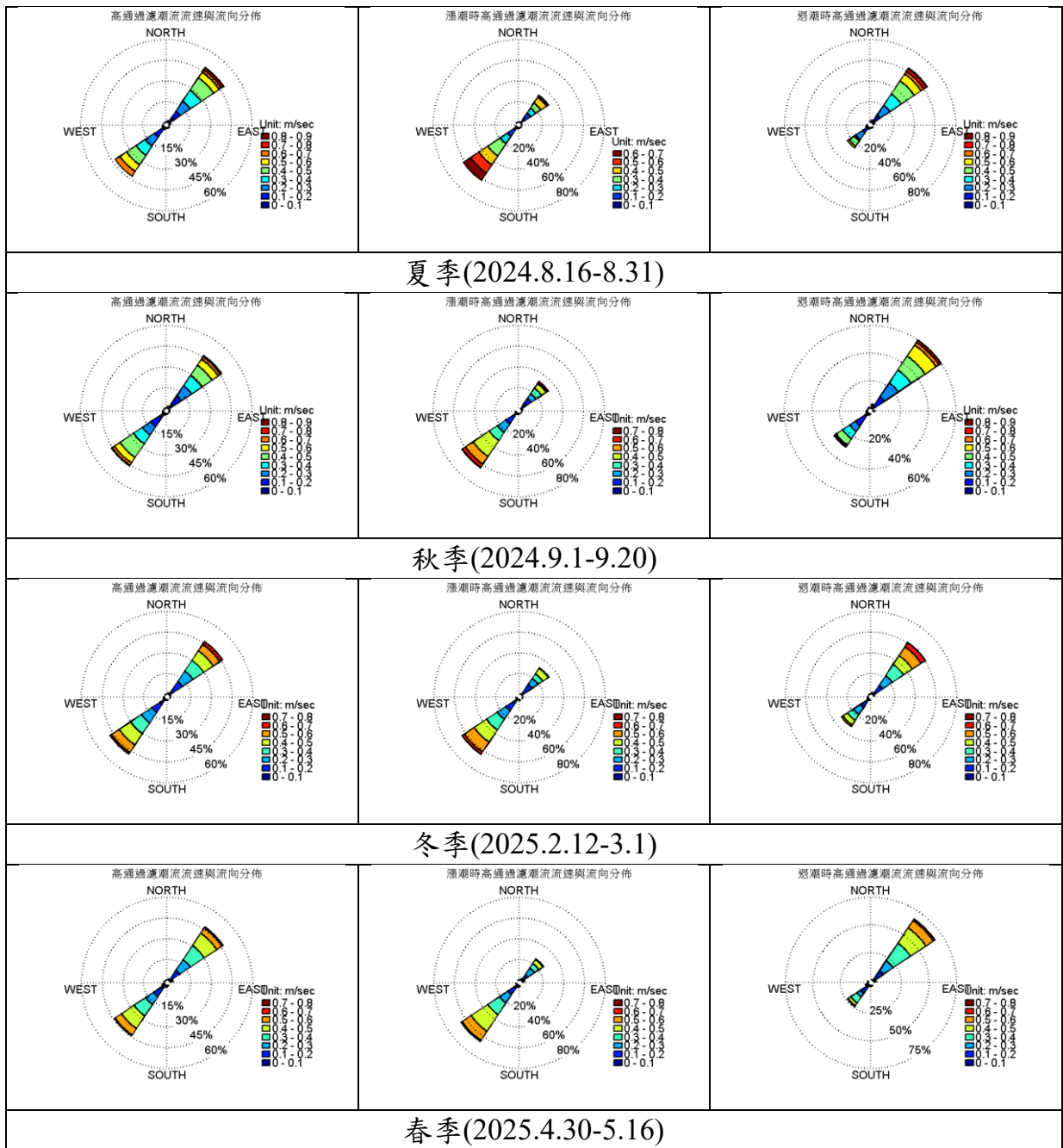


圖 4-24 高通過濾後之海流玫瑰圖(含漲退潮資料)

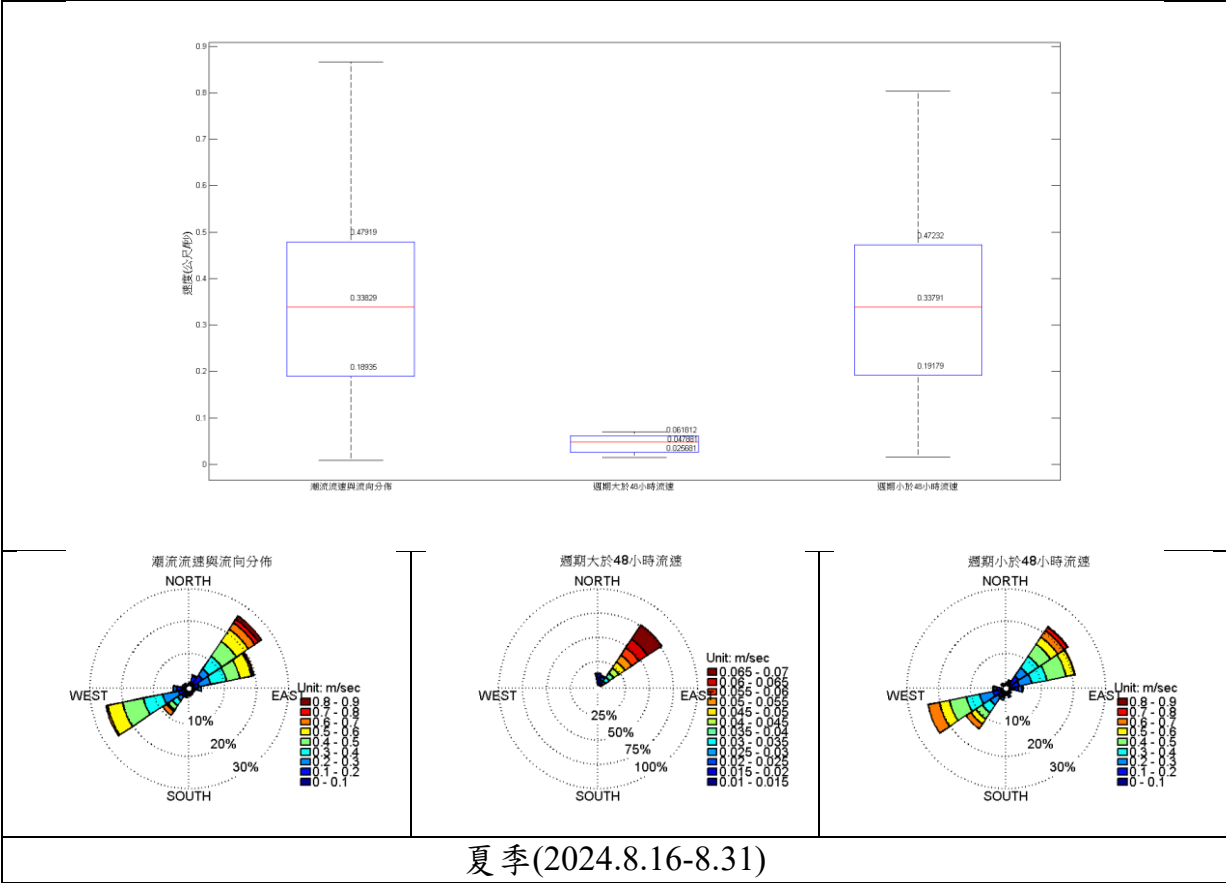
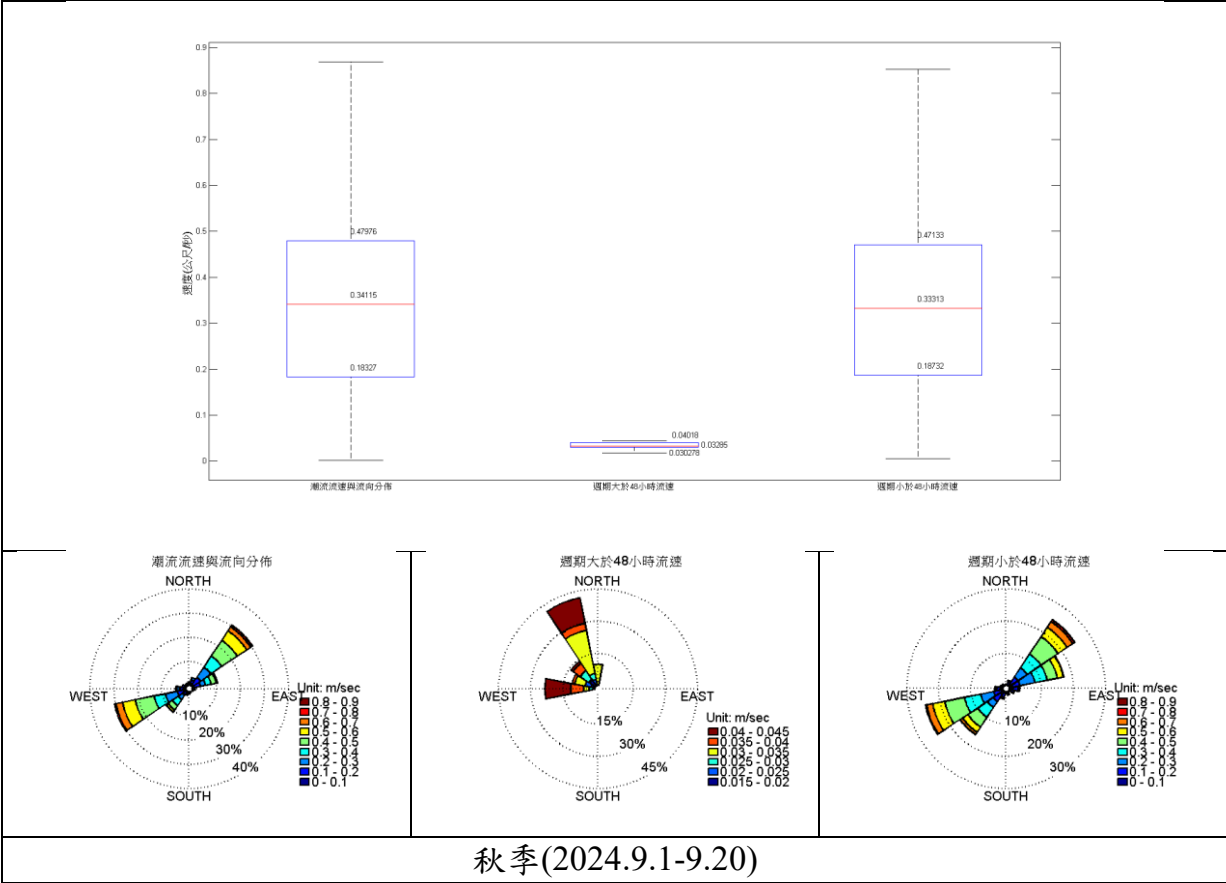


圖 4-25 不同頻帶之海流鬚盒及玫瑰圖



秋季(2024.9.1-9.20)
圖 4-26 不同頻帶之海流鬚盒及玫瑰圖(續)

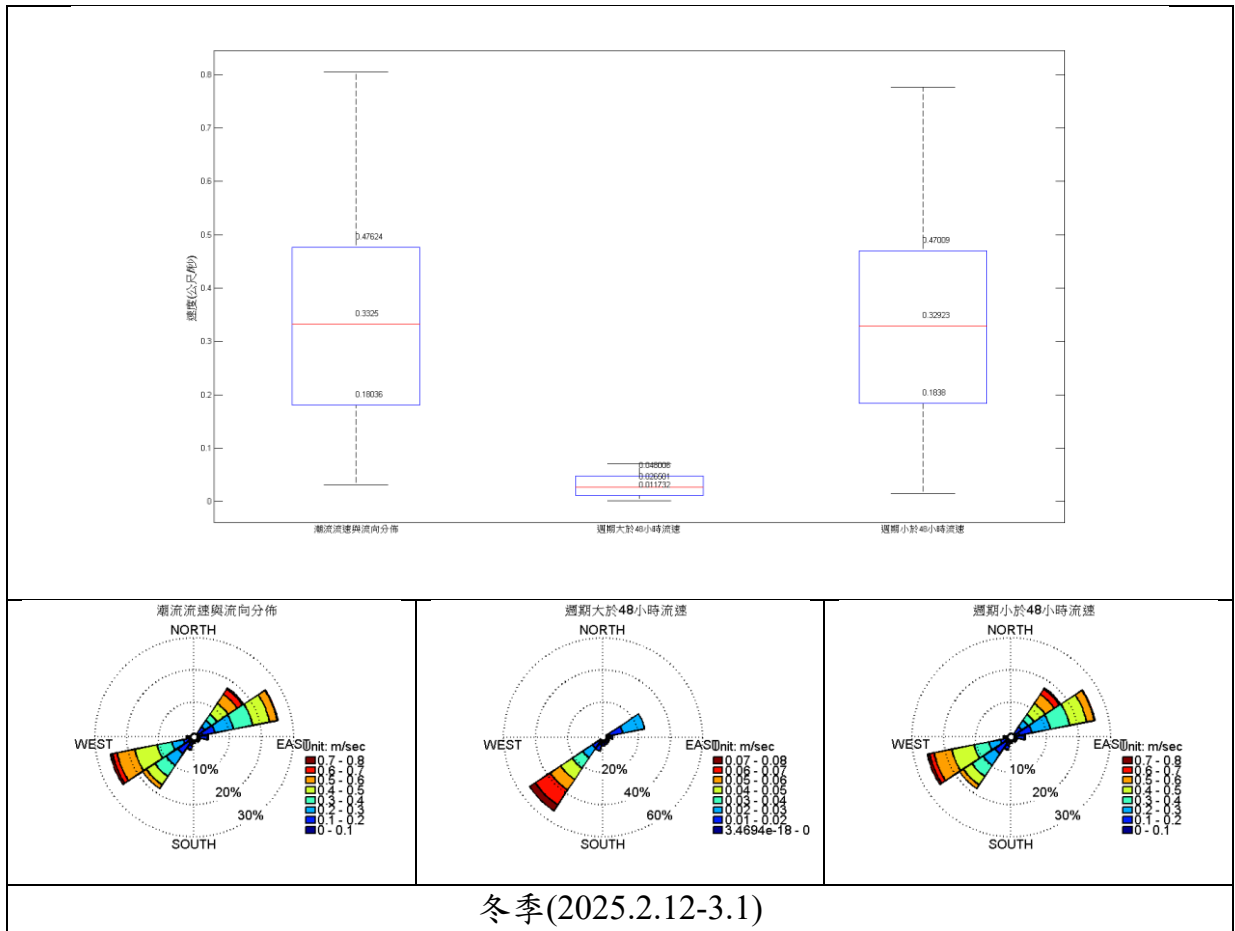
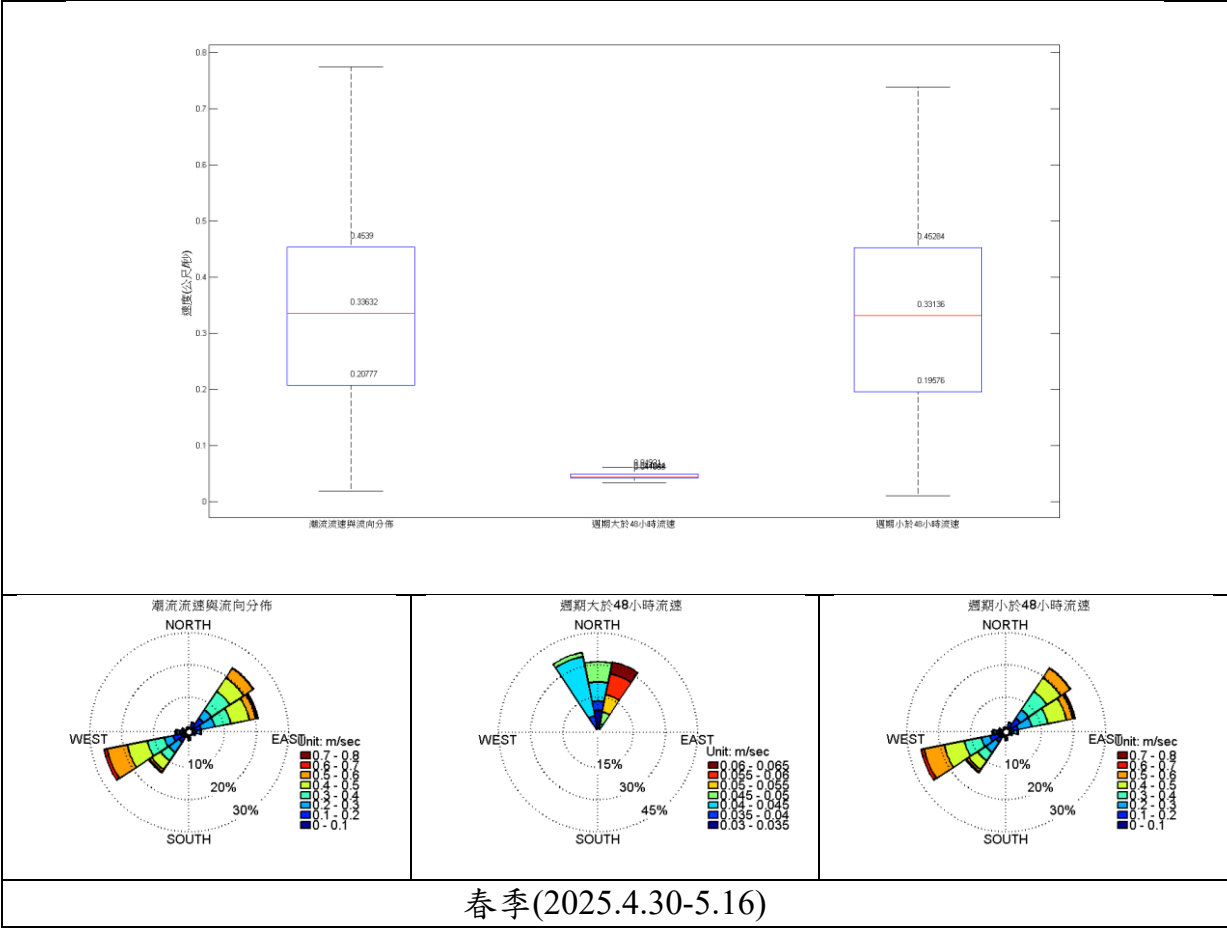


圖 4-27 不同頻帶之海流鬚盒及玫瑰圖(續)



春季(2025.4.30-5.16)
圖 4-28 不同頻帶之海流鬚盒及玫瑰圖(續)

嗣後，將流速流向統計示於圖 4-29 與表 4-7 至表 4-11 所示之聯合機率分佈統計表，於夏季(2024.08.16-08.31)觀測期間之流速絕對值平均為 0.37 m/s，主要流速分佈範圍 0.2~0.4 m/s 佔 35.7%；次要流速分佈範圍 0.4~0.6 m/s 佔 34.7%，主要流向介於 NE~ENE (共佔 45.7%)、其次為 WSW (佔 21.2)。最大流速 0.86 m/s 為 2024/8/21 13:00 所測資料；秋季(2024.09.01-09.20)觀測期間之流速絕對值平均為 0.36 m/s，主要流速分佈範圍 0.4~0.6 m/s 佔 35.8%；次要流速分佈範圍 0.2~0.4 m/s 佔 35.2%，主要流向為 WSW (佔 26.9%)、其次為 NE (佔 25.2%)。最大流速 0.82 m/s 為 2024/9/19 13:00 所測資料；冬季(2025.02.12-03.01)觀測期間之流速絕對值平均為 0.35 m/s，主要流速分佈範圍 0.4~0.6 m/s 佔 36.0%；次要流速分佈範圍 0.2~0.4 m/s 佔 33.8%，主要流向為 ENE (佔 24.5%)、其次為 WSW (佔 22.7%)。最大流速 0.81 m/s 為 2025/2/28 00:00 所測資料；春季(2025.04.30-05.16)觀測期間之流速絕對值平均為 0.36 m/s，主要流速分佈範圍 0.4~0.6 m/s 佔 41.3%；次要流速分佈範圍 0.2~0.4 m/s 佔 33.1%，主要流向為 NE (佔 30.8%)、其次為 WSW (佔 26.7%)。最大流速 0.78 m/s 為 2025/4/30 13:00 所測資料。另由聯合機率分佈得知，較常測得流動(流速以 0.2 m/s 為區段計算)為流速 0.4~0.6 m/s、流向為 NE 向之成份。

表 4-7 海流流速流向統計表

觀測時間	最大流速 (m/s)	對應流向	測得日期	平均流速 (m/s)	主要流向
2024.8.16-8.31	0.86	NE	8/21 13:00	0.37	NE
2024.9.1-9.20	0.82	NE	9/19 13:00	0.36	NE
2025.2.12-3.1	0.81	NE	2/28 00:00	0.35	ENE
2025.4.30-5.16	0.78	ENE	4/30 13:00	0.36	NE

表 4-8 夏季(2024.8.16-8.31)水深平均海潮流流速流向聯合機率分佈

V (m/s) Dir	0.0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.8	0.8~1.0	1.0~1.2	1.2~1.4	1.4~1.6	Total (%)
N	0.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
NNE	0.8	2.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7
NE	0.8	4.0	8.5	6.4	2.1	0.0	0.0	0.0	21.8
ENE	0.8	8.5	10.3	4.0	0.3	0.0	0.0	0.0	23.9
E	0.5	1.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
ESE	0.8	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
SE	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
SSE	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
S	1.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
SSW	0.5	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
SW	0.3	4.2	3.7	2.4	0.5	0.0	0.0	0.0	11.1
WSW	0.5	5.3	10.6	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	21.2
W	0.8	4.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8
WNW	1.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
NW	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
NNW	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
Total (%)	9.4	35.7	34.7	17.6	2.9	0.0	0.0	0.0	100.3

表 4-9 秋季(2024.9.1-9.20)水深平均海潮流流速流向聯合機率分佈

V (m/s) Dir	0.0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.8	0.8~1.0	1.0~1.2	1.2~1.4	1.4~1.6	Total (%)
N	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
NNE	1.3	2.8	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
NE	0.6	6.5	11.6	5.4	1.1	0.0	0.0	0.0	25.2
ENE	1.1	7.7	5.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8
E	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
ESE	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
SE	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
SSE	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
S	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
SSW	0.6	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
SW	0.9	3.2	5.6	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6
WSW	0.4	6.2	10.8	8.6	0.9	0.0	0.0	0.0	26.9
W	1.3	3.7	1.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2
WNW	0.4	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
NW	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
NNW	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
Total (%)	10.1	35.2	35.8	16.7	2.0	0.0	0.0	0.0	99.8

表 4-10 冬季(2025.2.12-3.1)水深平均海潮流流速流向聯合機率分佈

V (m/s) Dir	0.0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.8	0.8~1.0	1.0~1.2	1.2~1.4	1.4~1.6	Total (%)
N	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
NNE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NE	0.7	3.7	5.4	5.1	0.5	0.0	0.0	0.0	15.4
ENE	1.0	9.8	10.8	2.7	0.2	0.0	0.0	0.0	24.5
E	1.7	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
ESE	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
SE	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
SSE	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
S	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9
SSW	1.2	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
SW	0.5	8.6	10.3	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	21.6
WSW	0.5	3.9	9.5	8.1	0.7	0.0	0.0	0.0	22.7
W	0.7	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
WNW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NW	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
NNW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total (%)	10.6	33.8	36.0	18.1	1.4	0.0	0.0	0.0	99.9

表 4-11 春季(2025.4.30-5.16)水深平均海潮流流速流向聯合機率分佈

V (m/s) Dir	0.0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.8	0.8~1.0	1.0~1.2	1.2~1.4	1.4~1.6	Total (%)
N	0.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
NNE	1.3	4.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9
NE	0.3	5.9	15.6	8.7	0.3	0.0	0.0	0.0	30.8
ENE	0.8	6.1	4.9	1.5	0.3	0.0	0.0	0.0	13.6
E	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
ESE	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
SE	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
SSE	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
S	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
SSW	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
SW	0.5	4.1	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2
WSW	0.8	4.1	16.1	5.4	0.3	0.0	0.0	0.0	26.7
W	0.5	4.9	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2
WNW	1.5	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3
NW	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
NNW	0.8	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
Total (%)	9.7	33.1	41.3	15.6	0.9	0.0	0.0	0.0	100.6

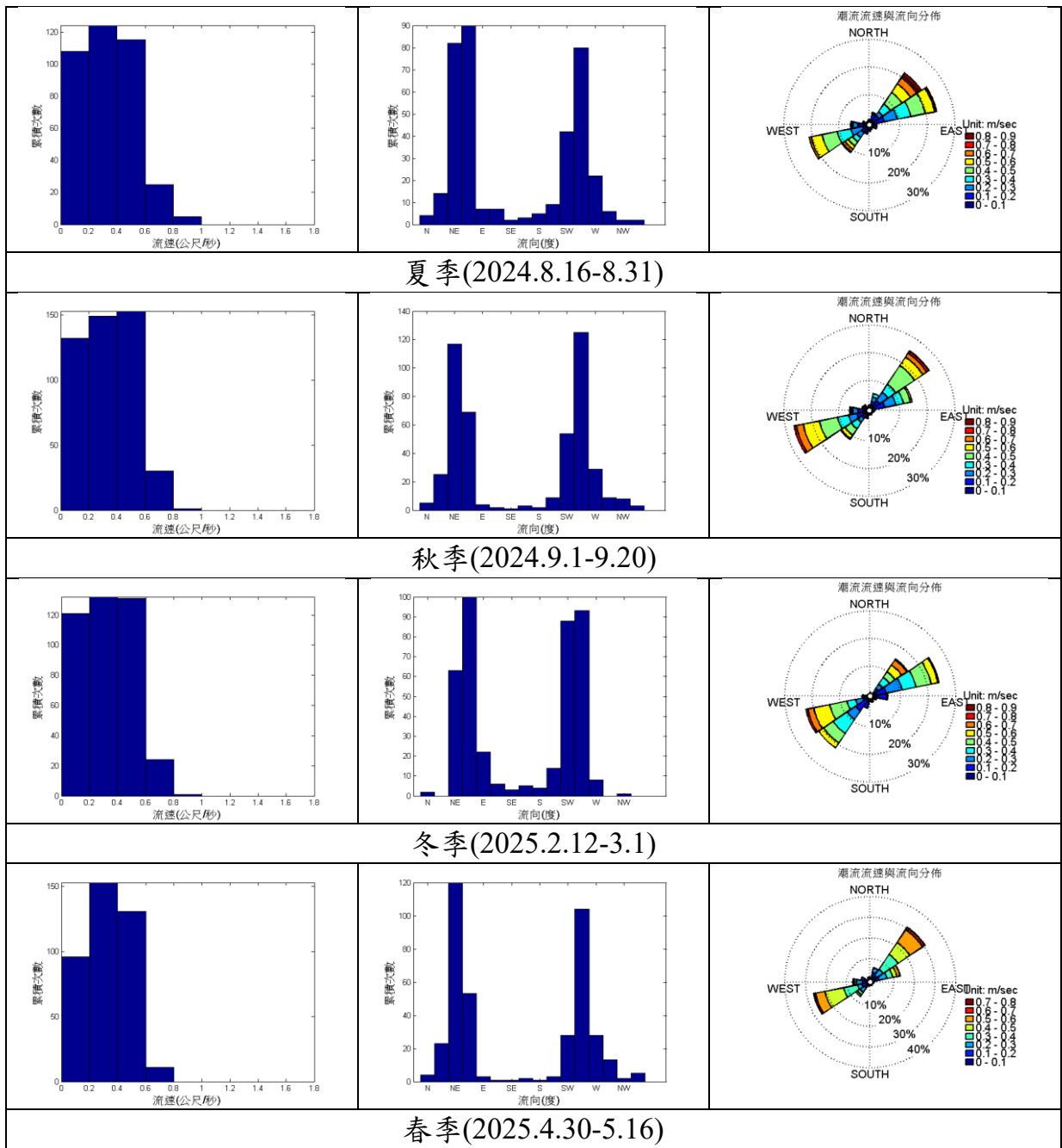
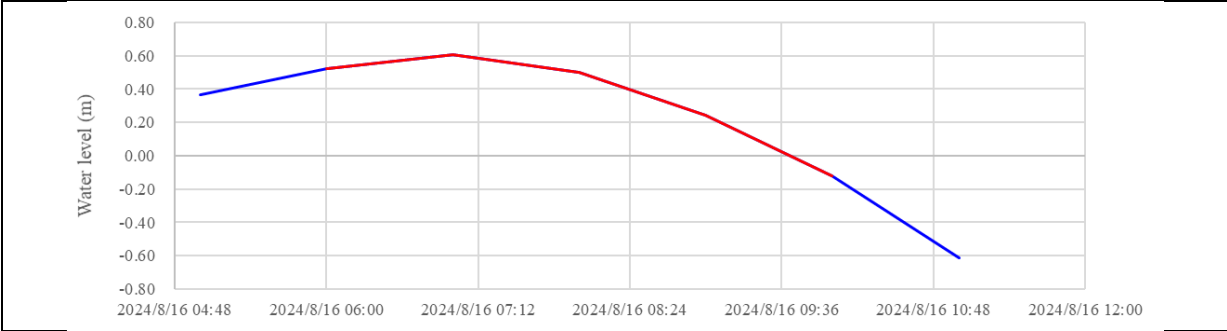


圖 4-29 海潮流流速、流向機率與聯合機率分佈

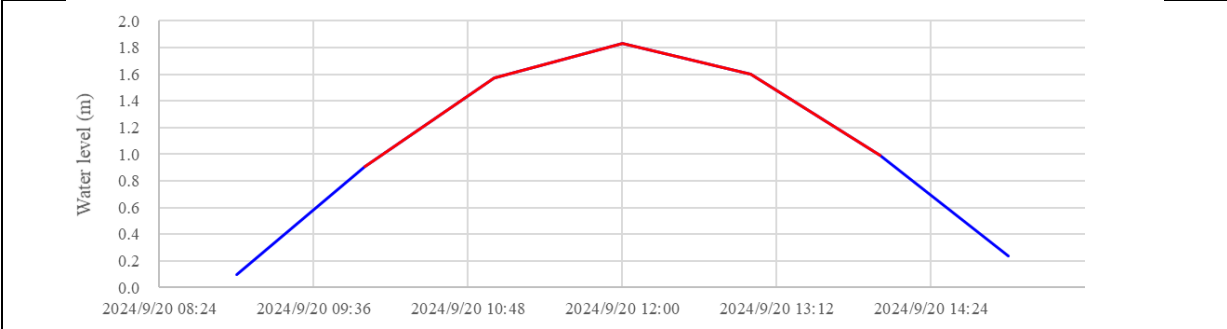
貳、表面流況觀測

本計畫海域表面流況觀測時程之規劃，主要係依中央氣象署之潮汐預報資料，分別於2024.08.16 05:40~09:45、2024.09.20 09:55~14:10、2025.02.28 09:25~13:35以及2025.05.16 10:25~14:50完成各季之表面流況觀測作業。

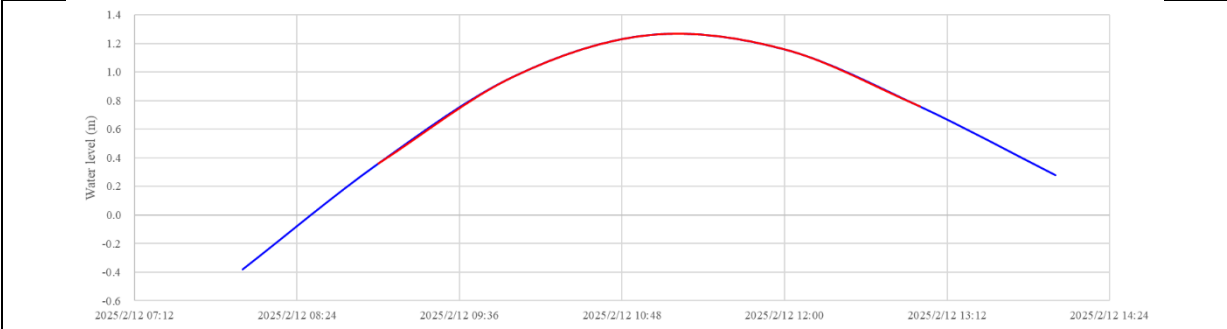
配合漲退潮時段所蒐集之風速風向，以及利用現場佈放ADCP之水位變化資料，進行如圖4-30所示之潮汐水位時序列資料分析，並作為後續觀測結果分析漲退潮時段之依據。配合海域表面流況觀測時程，本計畫蒐集如圖4-31所示，由中央氣象署於淡水第2海巡隊樓頂所架設，站名為淡水觀海(C0AJ30)之自動氣象站(N 25.1846, E 121.4086)風速風向資料，結果可供作為後續表面流況分析背景資料。本計畫將風速風向資料以該觀測時段之漲退潮時區分，夏季(2024.8.16)測次漲潮時段之區域風速大抵介於2.6~4.1 m/s間，平均風速約為3.3 m/s，主要風向為ESE向；退潮時段區域風速約介於0.6~3.5 m/s間，平均風速約可達2.6 m/s，主要風向為NNW向；整體漲退潮時段之區域風速大抵介於0.43~2.35 m/s間，平均風速約為1.3 m/s。秋季(2024.9.20)測次漲潮時段之區域風速大抵介於1.9~6.3 m/s間，平均風速約為4.0 m/s；退潮時段區域風速約介於3.6~7.3 m/s間，平均風速約可達6.0 m/s；整體漲退潮時段之區域風速大抵介於1.9~7.3 m/s間，平均風速約為4.9 m/s，風向大抵分佈介於NNW~N向間。冬季(2025.2.12)測次漲潮時段之區域風速大抵介於0.7~6.3 m/s間，平均風速約為3.6 m/s；退潮時段區域風速約介於0.4~6.5 m/s間，平均風速約可達3.0 m/s；整體漲退潮時段之區域風速大抵介於0.4~6.5 m/s間，平均風速約為3.3 m/s，風向大抵分佈介於ESE~SE向間。春季(2025.5.16)測次漲潮時段之區域風速大抵介於1.5~2.5 m/s間，平均風速約為2.0 m/s；退潮時段區域風速約介於1.8~2.6 m/s間，平均風速約可達2.3 m/s；整體漲退潮時段之區域風速大抵介於1.8~2.6 m/s間，平均風速約為2.1 m/s，風向大抵分佈介於N~NNE向間。



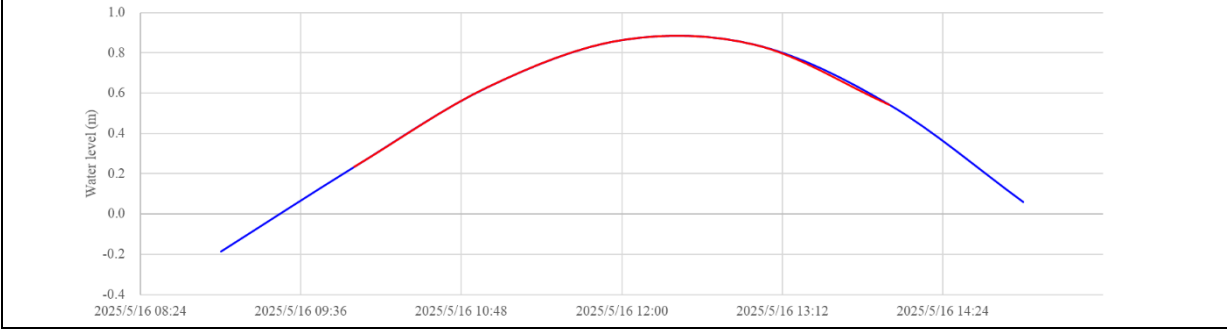
夏季(2024.8.16)



秋季(2024.9.20)

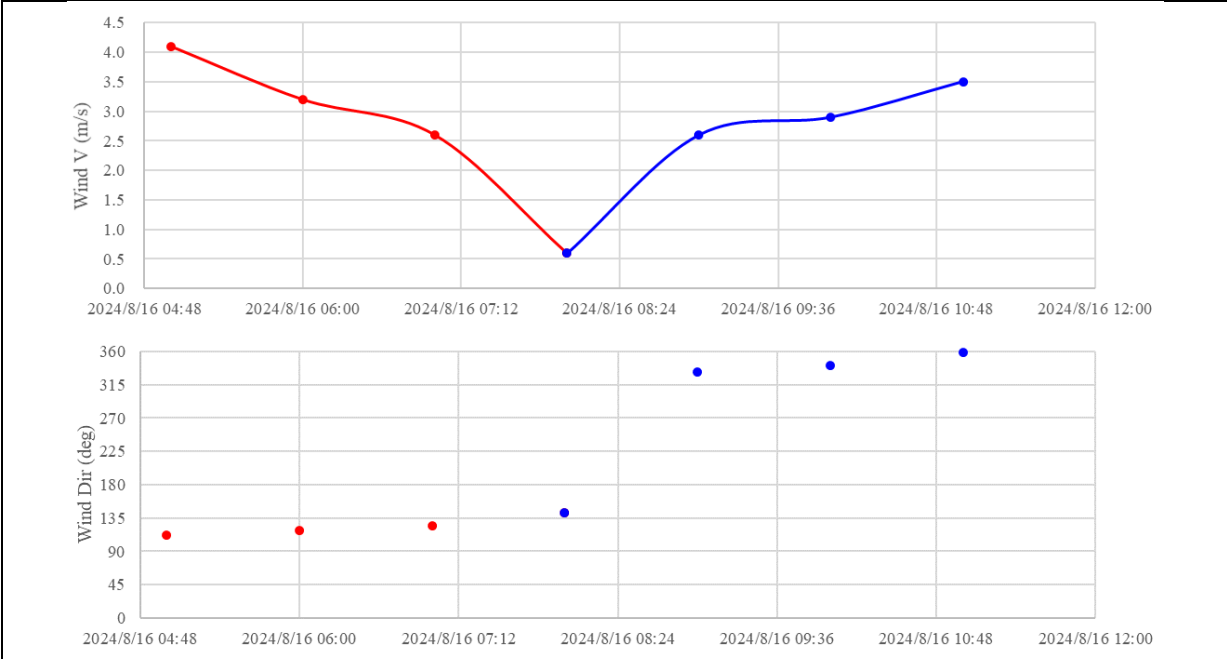


冬季(2025.2.12)

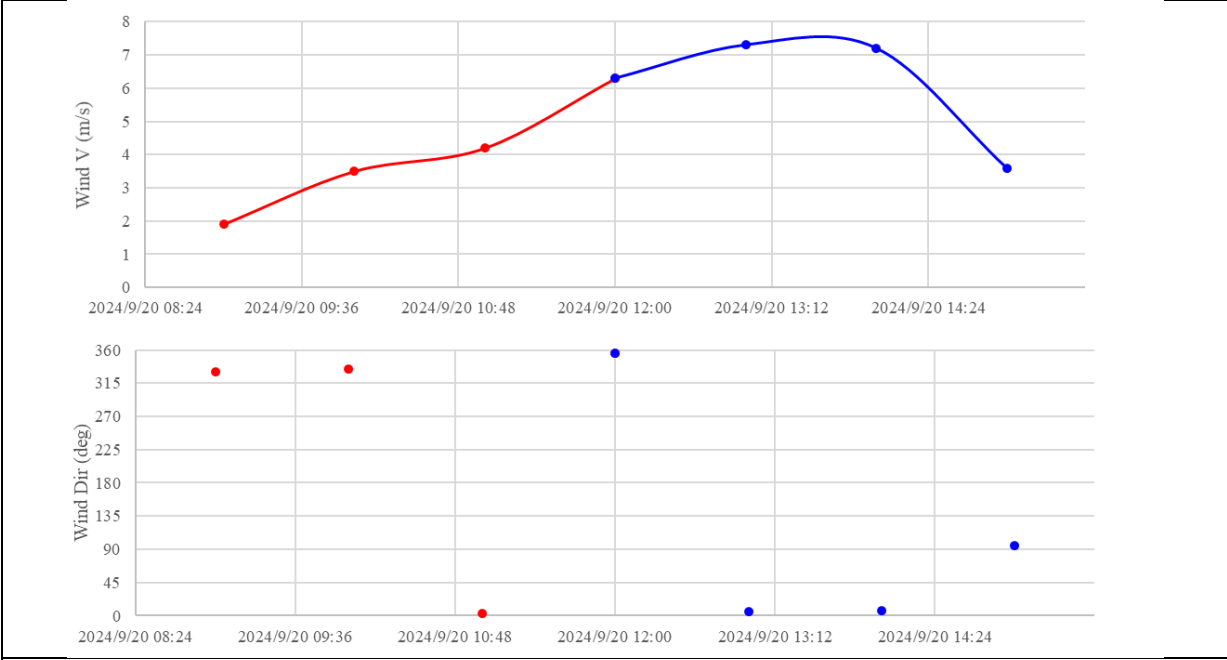


春季(2025.5.16)

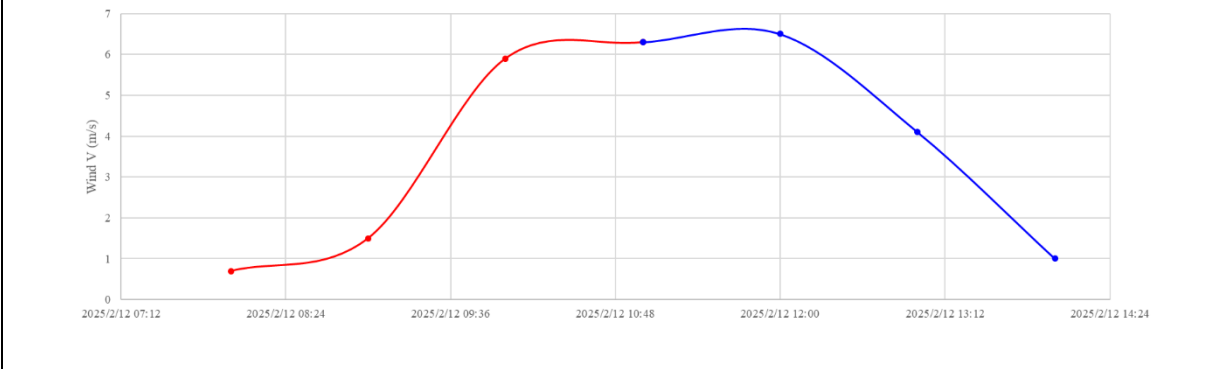
圖 4-30 潮汐水位分布歷時圖

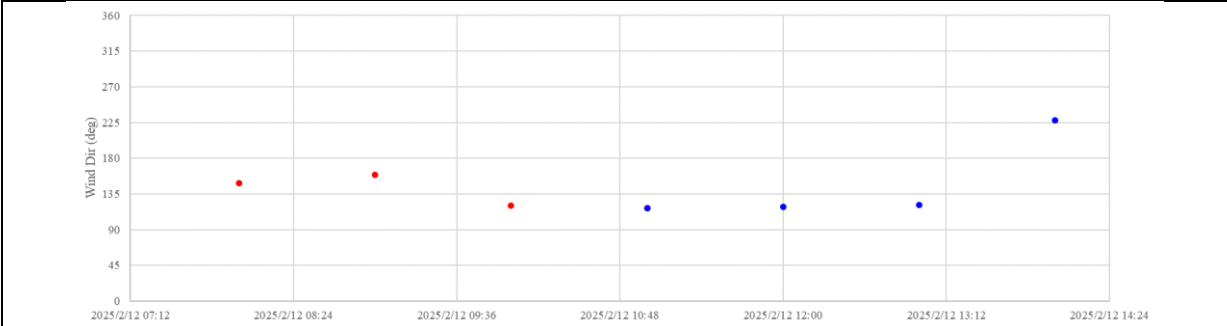


夏季(2024.8.16)

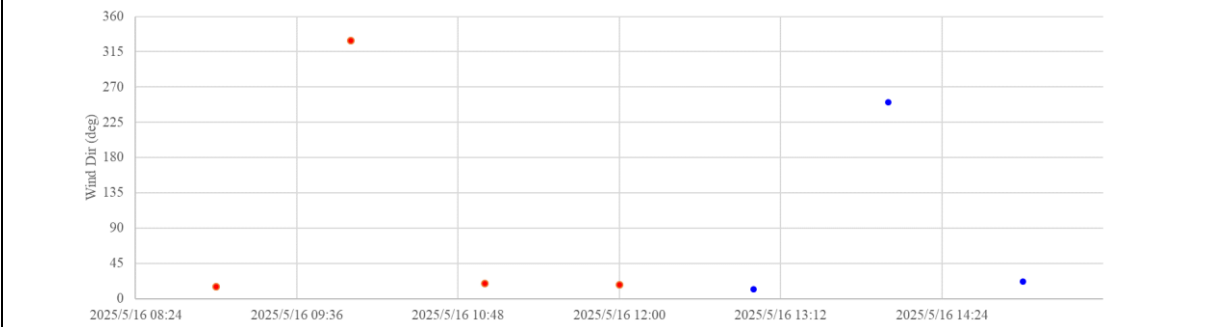
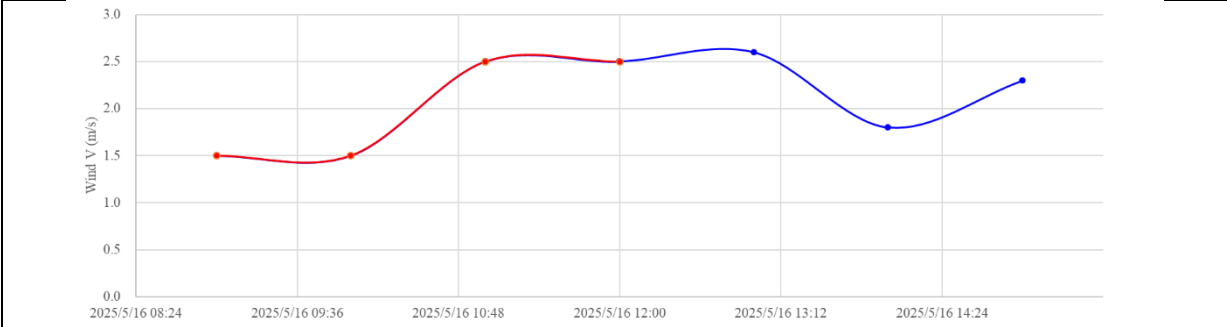


秋季(2024.9.20)





冬季(2025.2.12)



春季(2025.5.16)

圖 4-31 風速風向分佈歷時圖

本計畫目標海域表面流況觀測作業已分別於2024.08.16 05:40~09:45、2024.09.20 09:55~14:10、2025.02.28 09:25~13:35以及2025.05.16 10:25~14:50完成。夏季(2024.08.16)表面流況觀測結果如圖4-32所示，其中#A-1為漲潮時段內測繪結果，運動軌跡大抵與岸線方向平行，由西南往東北向移動，後漸轉往北向移動，運動期間之最大流速約為0.33 m/s，整體平均流速則約為0.10 m/s。而#A-2為退潮時段內測繪結果，運動軌跡大抵受結構物影響，由北向移動後漸轉往西向運動，運動期間之最大流速約為0.63 m/s，整體平均流速則約為0.14 m/s。秋季(2024.09.20)如圖4-33所示，其中#A-1與#A-2為漲潮時段內測繪結果，#A-1運動軌跡先以向岸之東南向運移後漸轉往西南向移動，期間之最大流速約為1.45 m/s，平均流速則約為0.19 m/s；#A-2之運動軌跡大抵平行岸線，呈現東北往西南方向運動之情況，整體最大流速約為1.38 m/s，平均流速約為0.21 m/s。#A-3與#A-4為退潮時段內測繪結果，#A-3運動軌跡呈平行岸線之運移，大抵為東北往西南向移動，期間最大流速約為0.87 m/s，平均流速約為0.23 m/s；#A-4與#A-3運動方向相似，為向西南向運動，整體最大流速約為0.74 m/s，平均流速則約為0.23 m/s。冬季(2025.02.12)觀測結果如圖4-34所示，其中#A-1為漲潮時段內測繪結果，#A-1運動軌跡大抵呈平行岸線之運移，由西向東北向移動後，至受結構物影響則轉向西南向，期間最大流速約為0.83 m/s，平均流速約為0.18 m/s。#A-2與#A-3為退潮時段內測繪結果，其中#A-2與#A-3運動方向相似，大抵呈離岸方向運動，#A-2觀測期間內最大流速約為1.04 m/s，平均流速約為0.21 m/s；#A-3觀測期間內最大流速約為1.01 m/s，平均流速則約為0.21 m/s。春季(2024.05.16)表面流況觀測結果如圖4-35所示，其中#A-1為漲潮時段內測繪結果，運動軌跡大抵與岸線方向平行，由西南往東北向移動，後漸轉往北向移動，運動期間之最大流速約為0.39 m/s，整體平均流速則約為0.12 m/s。而#A-2為退潮時段內測繪結果，運動軌跡先以沿岸向東北東向後轉往向岸運移，至近岸後則大抵與岸線方向平行，運動期間之最大流速約為0.81 m/s，整體平均流速則約為0.11 m/s。

總合比較夏季(2024.08.16)、秋季(2024.09.20)、冬季(2025.02.12)與春季(2025.05.16)現場觀測結果顯示，夏季(2024.08.16)觀測期間之ADCP最大流速約為0.50 m/s，最小流速為0.08 m/s，平均流速則約為0.34 m/s；區域最大風速為4.1 m/s，最小風速為0.6 m/s，平均風速約為3.0 m/s，整體風向較為紊亂；而秋季(2024.09.20)觀測期間之ADCP最大流

速約為0.82 m/s，最小流速為0.05 m/s，平均流速則約為0.43 m/s；區域最大風速為7.3 m/s，最小風速為1.9 m/s，平均風速約為4.8 m/s，整體風向偏北向。冬季(2025.02.12)觀測期間之ADCP最大流速約為0.75 m/s，最小流速為0.02 m/s，平均流速則約為0.41 m/s；區域最大風速為6.5 m/s，最小風速為0.4 m/s，平均風速約為3.3 m/s，整體風向偏東南向。春季(2025.05.16)觀測期間之ADCP最大流速約為0.73 m/s，最小流速為0.00 m/s，平均流速則約為0.35 m/s；區域最大風速為2.6 m/s，最小風速為1.5 m/s，平均風速約為2.1 m/s，整體風向偏北向。



圖 4-32 夏季(2024.08.16)表面流況觀測結果

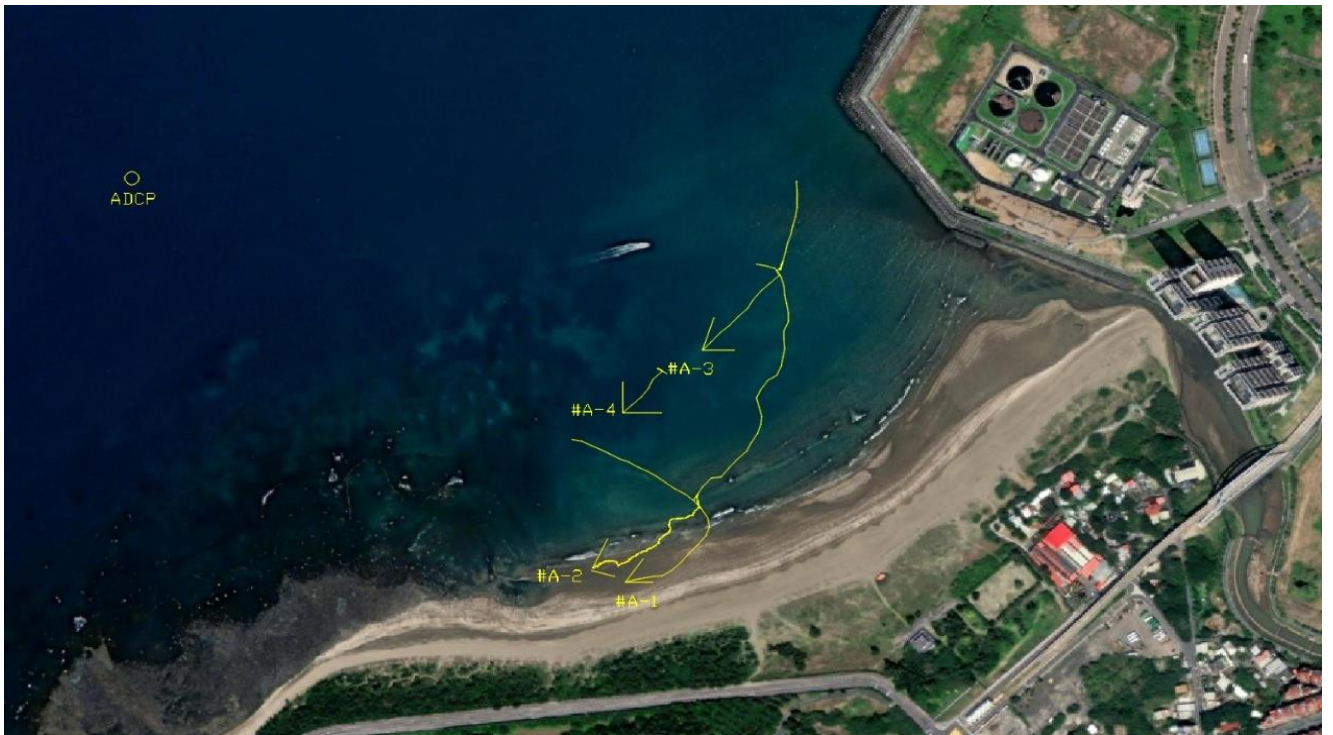


圖 4-33 秋季(2024.09.20)表面流況觀測結果



圖 4-34 冬季(2025.02.12)表面流況觀測結果



圖 4-35 春季(2025.05.16)表面流況觀測結果

參、3D 海流掃測

一、海流空間掃測觀測方法

本計畫為瞭解調查海域之空間流場，採用如圖 4-36 所示之 SonTek ADP-500kHz 型都普勒流速剖面儀進行現場觀測作業，其觀測原理如圖 4-37 所示，係利用音鼓發出聲波，當聲波在不同深度受到水中微小粒子的反射，根據都普勒效應計算出水中微小粒子相對於 ADP 垂直剖面的相對速度。由於 SonTek ADP-500kHz 型都普勒流速剖面儀具備 bottom track 功能進行流速校正，由音鼓將聲波發射至底床，藉由接收由海底底床反射回來之聲波得到即時船速，由此船速值進一步校正流速。另，考量所測海流資料之準確性，本計畫亦搭配 GPS 進行現場觀測作業，俾利進行海流空間掃測作業時，同步校正出精確之海流資料。海流空間掃測所使用之儀器規格詳如圖 4-38 所示。



圖 4-36 SonTekADCP 儀器示意圖



圖 4-37 海流空間掃測原理

M9規格

- 流速量測範圍：±20 米/秒
- 流速量測距離：0.06 ~ 40 米
- 流速精確度：±0.25%；0.002 米/秒
- 流速解析度：0.001 米/秒
- 流速分層大小：0.02 ~ 4 米（最多 128 個分層）
- 水深量測範圍：0.2 ~ 80 米
- 水深精確度：1%
- 水深解析度：0.001 米
- 流量量測範圍（底跟蹤）：0.3 ~ 40 米
- VTG/RTK GPS：0.3 ~ 80 米
- 流量計算：內部完成

圖 4-38 流況調查聲波式都普勒流速儀規格表

二、海流空間掃測資料分析方法

本計畫已分別於 113.08.30 05:30~10:30 (農曆 7 月 27 日)、113.10.15 06:30~10:30 (農曆 9 月 13 日) 以及 2025.02.28 09:00~13:30(農曆 2 月 1 日)完成連續作業之海流空間掃測。現場作業之進行係以圖 4-39 所示之船拖曳式執行，其中船碇式 ADCP 掃測資料，可匯出各觀測時間點之水深、各分層水深之 u-v (向離岸)方向分量、各分層水深之平均流速、流向等。



圖 4-39 船拖曳式 ADCP 現場作業

本計畫海流空間掃測利用船碇式 ADCP 觀測之海流資料經垂直平均後，再使用複式迴歸調合分析法(MultipleRegressionHarmonicAnalysis)進行分析，除了可解析潮流之特性外，在分離過濾資料之潮流成份後，亦可進行平均流之流況分析，仔細地描繪施測海域流場之平面變化。複式迴歸分析法主要係 Lwizaetal(1991)應用於英國北海的潮流(Tidal Current)與潮汐餘流(Tidal Residual Current)之分析，此後更逐步推廣應用到船碇式 ADCP 海流掃測的分析上(Candela et al, 1992; Munchow, 2000 等)。複式迴歸調和分析法之理論概述如後：

(一)線性迴歸(Linear Regression)

針對 N 組的資料 (x_i, y_i) ，可求出 x_i 、 y_i 兩者間的線性關係如下：

$$y_i = a_0 + a_1 \times x_i + \varepsilon_i \quad (41)$$

其中， (a_0, a_1) 為關係常數， ε_i 為誤差。其最小平方式可藉由求取最小平方誤差的理論推

演為：

$$Q = \sum_{i=1}^N \varepsilon^2 = \sum_{i=1}^N (y_i - a_0 - a_1 \times x_i)^2 \quad (42)$$

令 $\frac{\partial Q}{\partial a_0} = \frac{\partial Q}{\partial a_1} = 0$ 可得最小平方式

$$\begin{bmatrix} 1 & (x) \\ (x) & (x^2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (y) \\ (xy) \end{bmatrix} \quad (43)$$

其中，式(42.43)為一組線性聯立方程式，一般可利用高斯消去或疊代法求出關係常數 (a_0, a_1) 。

另，由式(41)之最小平方式 $\|y_i - (a_0 + a_1 x_i)\| = 0$ 可得矩陣如式

$$\begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ 1 & x_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_N \end{bmatrix} \quad (44)$$

若令

$$C = [\text{ones}(N,1), X] \quad (N \times 2) \quad (45)$$

$$A = [a_0; a_1] \quad (2 \times 1) \quad (46)$$

則可得矩陣式為：

$$\begin{matrix} C & * & A & = & Y \\ (N \times 2) & & (2 \times 1) & & (N \times 1) \end{matrix} \quad (47)$$

因本計畫三維流場掃測資料分析主要係利用 MATLAB 進行計算，故於該計算平台上，最小平方式之解可使用“\”的運算符號求得

$$A = C \setminus Y \quad (48)$$

(二)複式迴歸(Multiple Regression)

複式迴歸之迴歸式為：

$$y_i = a_0 + a_1 \times x_{1i} + a_2 \times x_{2i} + \varepsilon_i \quad (49)$$

其中， (x_1, x_2) 可為函數式，例如 $x_1=x, x_2=x^2$ ，式(49)為二次多項式。

令

$$C = [\text{ones}(N, 1), X_1, X_2] \quad (N \times 3) \quad (50)$$

$$A = [a_0; a_1; a_2] \quad (3 \times 1) \quad (51)$$

同上可使用“\”的運算符號求得 $A = C \setminus Y$ 。

由於 (x_1, x_2) 為函數式，故若令 $x_1 = \cos(\frac{2\pi t}{T})$, $x_2 = \sin(\frac{2\pi t}{T})$ ，且將 T 定為分潮期， y_i 為潮位的時間序列，則式 $A = C \setminus Y$ 即為複式迴歸調和分析法求分潮調合參數的最小平方式的解。

(三)海流的複式迴歸調和分析法

將海流的 (U, V) 分量寫成複式迴歸式為：

$$U = U_0 + B_1 x_1 + B_2 x_2 + U_\varepsilon \quad (52)$$

$$V = V_0 + B_3 x_1 + B_4 x_2 + V_\varepsilon \quad (53)$$

其中， (U_0, V_0) 為平均流。

利用最小平方矩陣式 $A = C \setminus Y$ ，分別求解 (B_1, B_2, B_3, B_4) ，則可得分潮的潮流橢圓的參數分別是

$$A = \frac{1}{2} [(B_1 + B_4)^2 + (B_3 - B_2)^2]^{1/2} \quad (54)$$

$$C = \frac{1}{2} [(B_4 - B_1)^2 + (B_3 + B_2)^2]^{1/2} \quad (55)$$

$$\tan \theta = \left(\frac{B_3 + B_2}{B_4 - B_1} \right) \quad (56)$$

$$\tan \varphi = \left(\frac{B_3 - B_2}{B_4 + B_1} \right) \quad (57)$$

$$\alpha = \frac{1}{2} (\varphi - \theta) \quad (58)$$

$$\beta = \frac{1}{2} (\varphi + \theta) \quad (59)$$

其中， $|A + C|$ 為潮流橢圓的主軸半徑， $|A - C|$ 為次軸半徑， α 是主軸方向， β 則為相位角。藉由複式迴歸調和分析法，除可藉以繪出海流之半日潮分佈情況，亦可應用此法分析全日潮分佈情況及平均流分佈情況。

(四)掃測資料驗核

本計畫以分別於 2024.08.30 05:30~10:30(農曆 7 月 27 日)、以及 2024.10.15 06:30~10:30(農曆 9 月 13 日)、2025.02.28 09:00~13:30(農曆 2 月 1 日)以及 2025.05.15 10:20~13:30(農曆 4 月 18 日)完成四季次之現場觀測作業。其中四季次漲、退潮時段之海流掃測資料分佈如圖 4-40 至圖 4-47 所示。資料分析係以如前節所述之海流複式迴歸調和分析法，以整體平均水深資料之值進行計算，分析結果分如圖 4-48 至圖 4-55 所示，圖中藍色資料點為現場實測所得資料，紅色資料點則係由複式迴歸調和分析法所得結果，圖中上下則分別為向量 u, v 之結果。另為有效表示使用分析方法是否能正確描述，遂採用吻合度係數(Agreement coefficient; AC)及平均偏差(Averaged deviation)檢核實測資料與模擬資料之差異程度(Willmott, 1981)，定義如下：

$$D = 1 - \frac{\sum_{n=1}^N (P_n - O_n)^2}{\sum_{n=1}^N (|P_n - O| + |O_n - O|)^2} \quad (60)$$

$$P = \frac{\sum_{n=1}^N (|P_n - O_n|)}{\sum_{n=1}^N O_n} \quad (61)$$

其中 P_n 為計算值， O_n 及 O 分別為量測值及其平均值； $D=1$ 表示完全吻合，其值大於 0.8 表示為良好模型的最低標準，介於 0.6~0.8 之間則表示可接受區間，低於 0.6 則一致性不足； $P=0$ 表示沒有偏差，其值小於 20% 表示差異較小，若大於 20% 則有明顯偏差需要改進。

將吻合度係數(D)及平均偏差(P)計算結果統計如表 4-12 所示，第一測次(08/30)於漲潮時段之 u 分量的吻合度係數為 0.99，平均偏差為 1.78 %；v 分量之吻合度係數為 0.99，平均偏差為 1.01 %。退潮時段之 u 分量的吻合度係數為 0.99，平均偏差為 12.32 %；v 分量之吻合度係數為 0.99，平均偏差為 7.22 %。第二測次(10/15)於漲潮時段之 u 分量的吻合度係數為 0.97，平均偏差為 10.81 %；v 分量之吻合度係數為 0.99，平均偏差為 5.49 %。退潮時段之 u 分量的吻合度係數為 0.99，平均偏差為 3.84 %；v 分量之吻合度係數為 0.94，平均偏差為 1.42 %。第三測次(2/28)於漲潮時段之 u 分量的吻合度係數為 0.82，平均偏差為 1.89 %；v 分量之吻合度係數為 0.85，平均偏差為 2.34 %。退潮時段之 u 分量的吻合度係數為 0.77，平均偏差為 0.85 %；v 分量之吻合度係數為 0.85，平均偏差為 2.64 %。第四測次(5/15)於漲潮時段之 u 分量的吻合度係數為 0.78，平均偏差為 2.62 %；v 分量之吻合度係數為 0.82，平均偏差為 1.95 %。退潮時段之 u 分量的吻合度係數為 0.71，平均偏差為 2.39 %；v 分量之吻合度係數為 0.70，平均偏差為 1.36 %。整體而言本計畫分析結果與現場實測資料之驗證有一定程度之吻合性，顯示利用該分析方法能夠合理地重現本計畫海域之水流分佈特性。

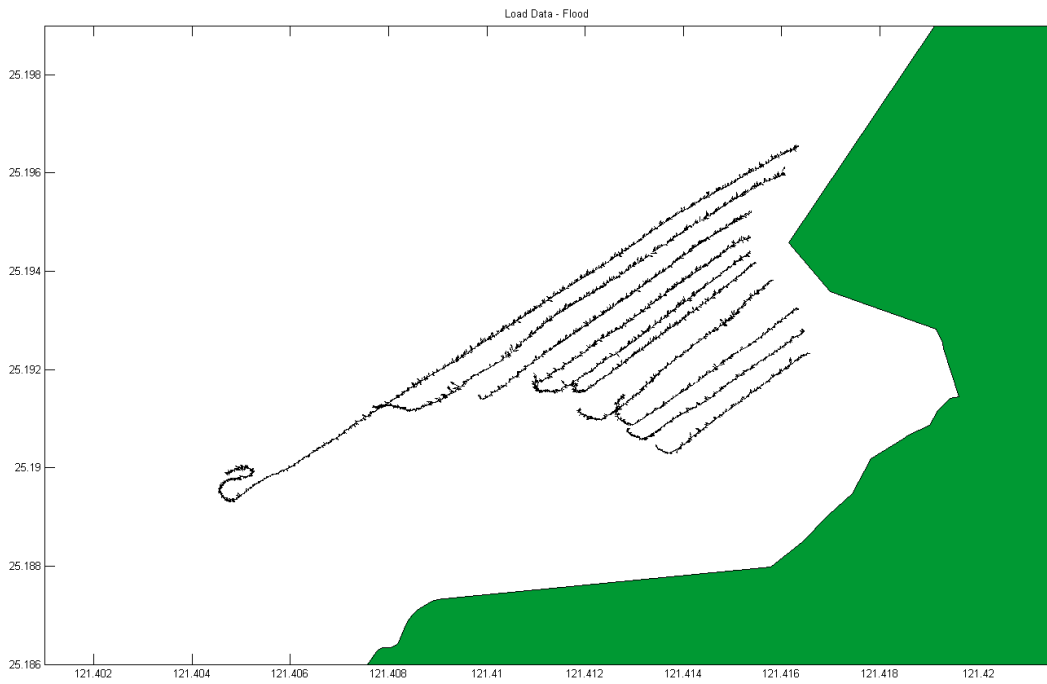


圖 4-40 第一測次(2024.08.30)漲潮時段海流分佈圖

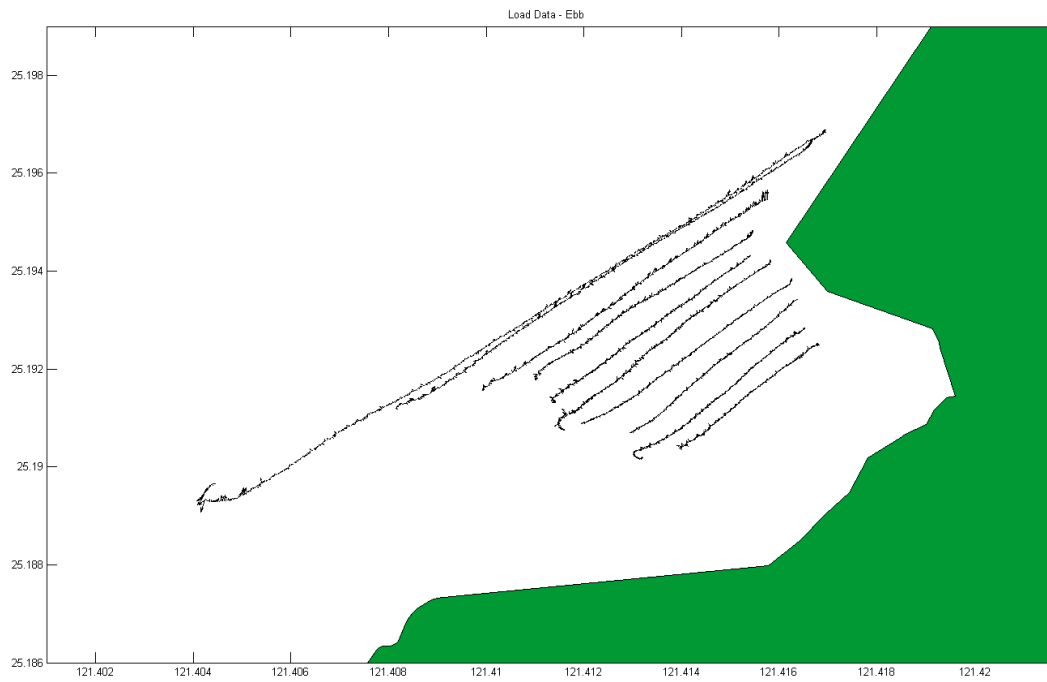


圖 4-41 第一測次(2024.08.30)退潮時段海流分佈圖

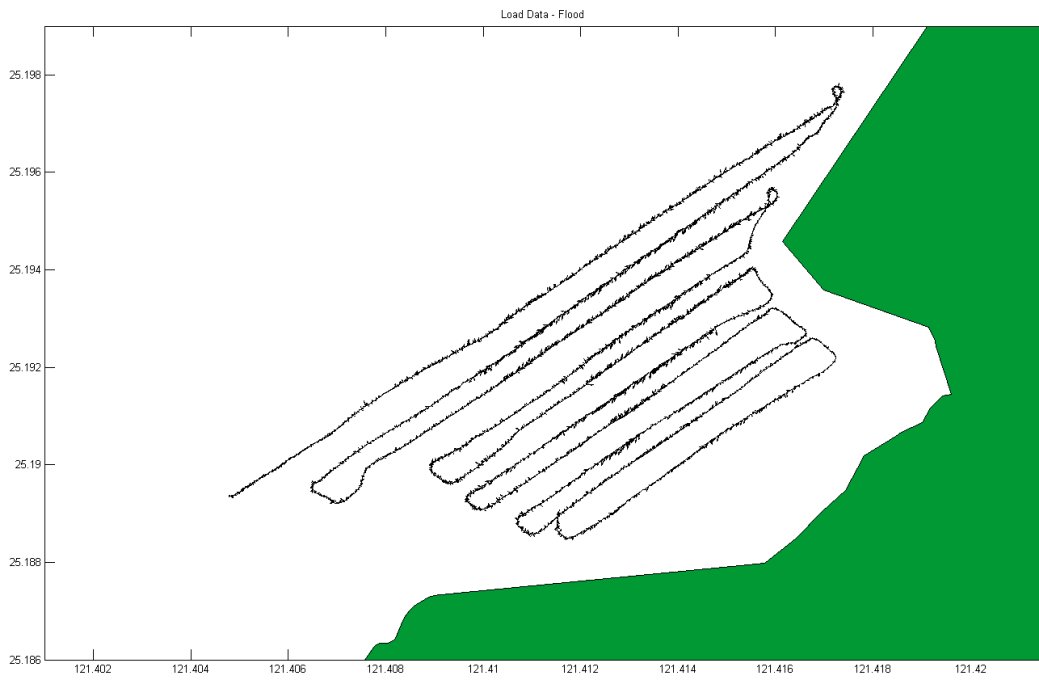


圖 4-42 第二測次(2024.10.15)漲潮時段海流分佈圖

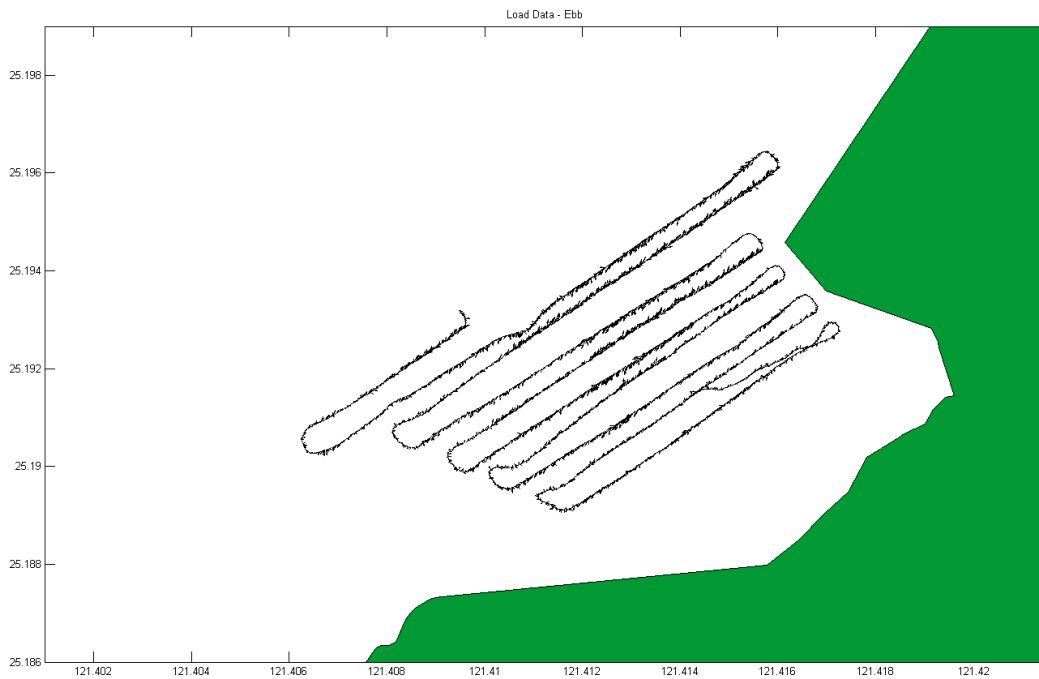


圖 4-43 第二測次(2024.10.15)退潮時段海流分佈圖

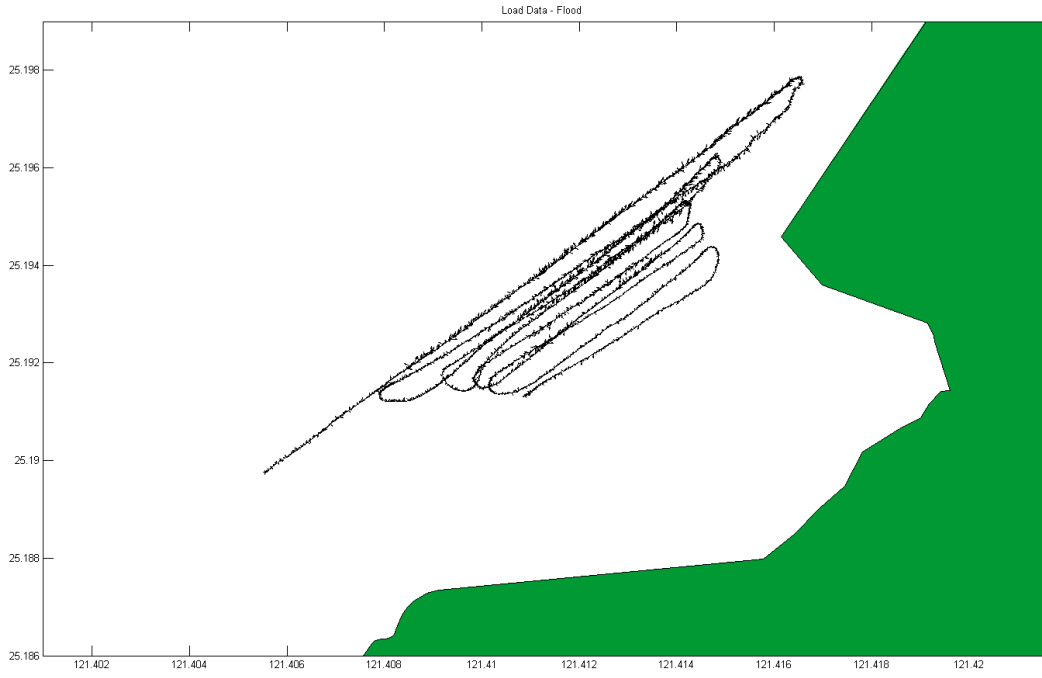


圖 4-44 第三測次(2025.02.28)漲潮時段海流分佈圖

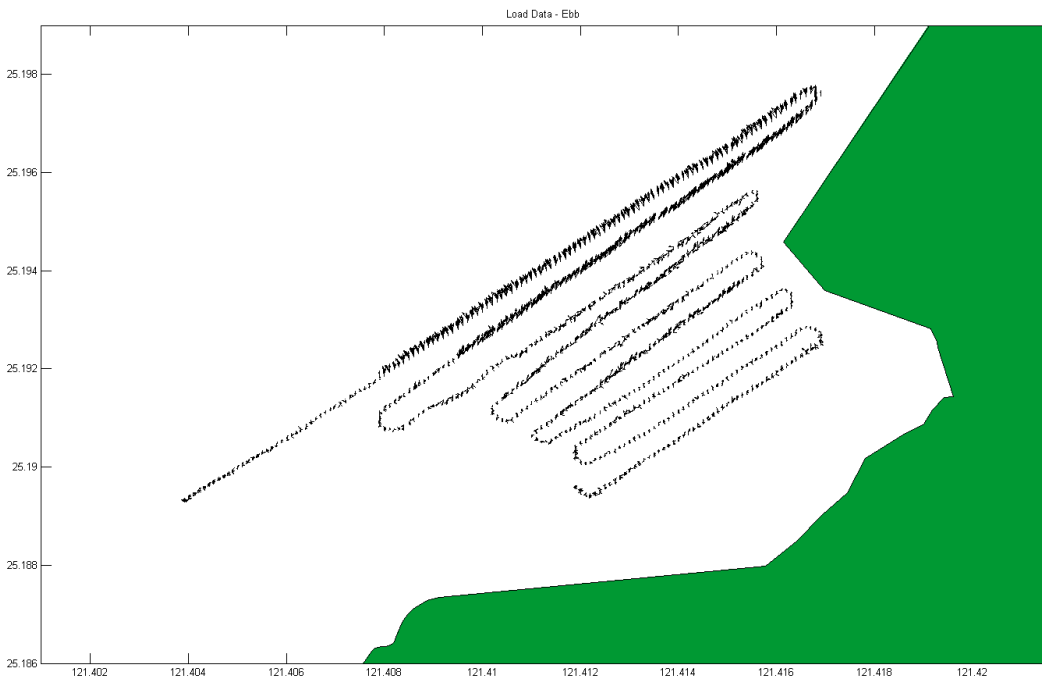


圖 4-45 第三測次(2025.02.28)退潮時段海流分佈圖

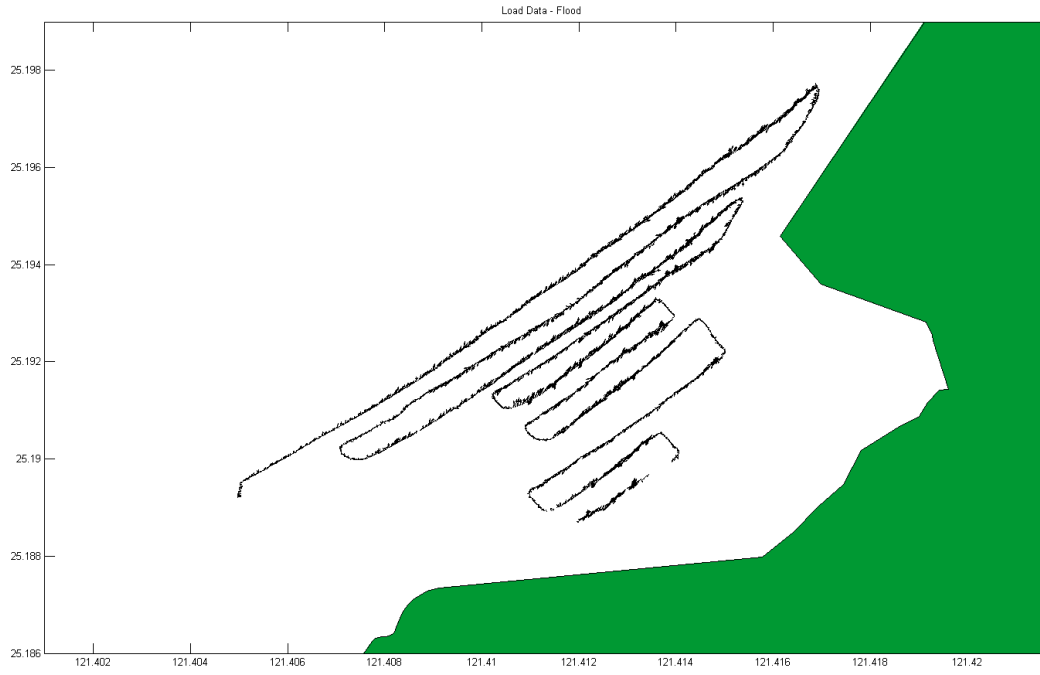


圖 4-46 第四測次(2025.05.15)漲潮時段海流分佈圖

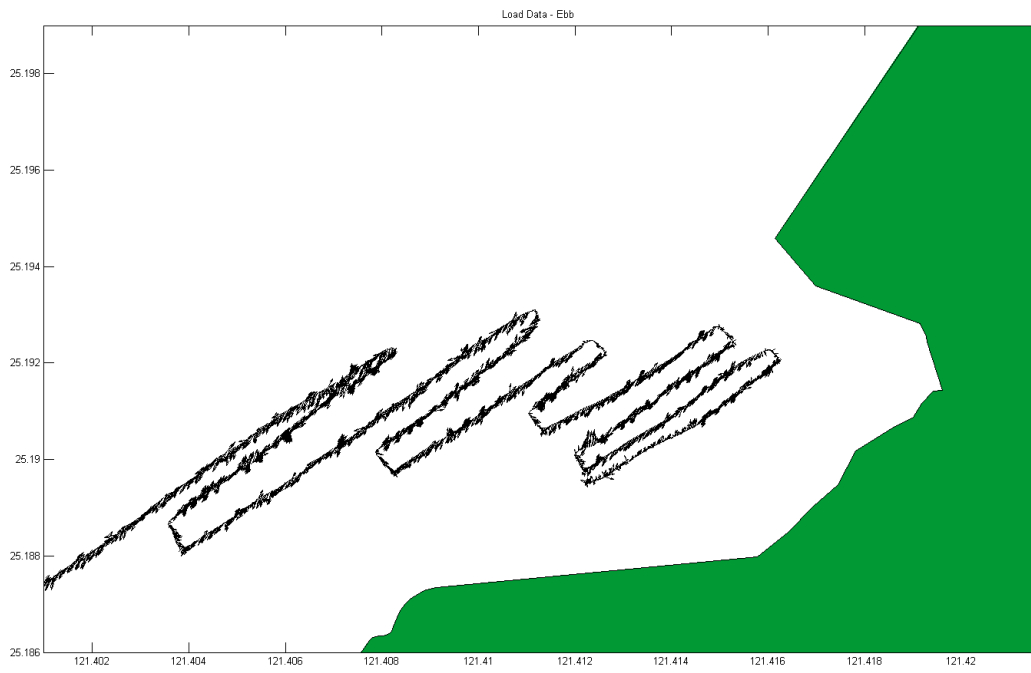


圖 4-47 第四測次(2025.05.15)退潮時段海流分佈圖

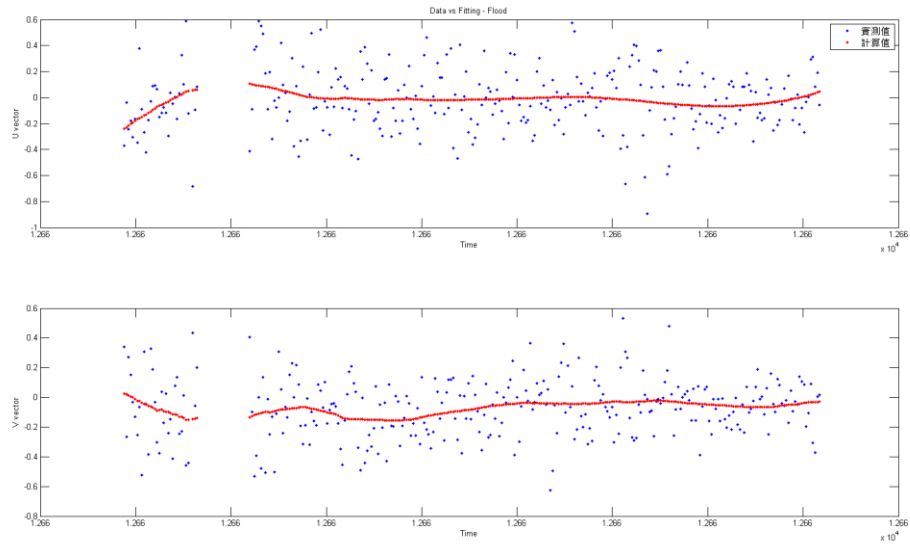


圖 4-48 第一測次(2024.08.30)漲潮時段迴歸結果與實測資料比較圖

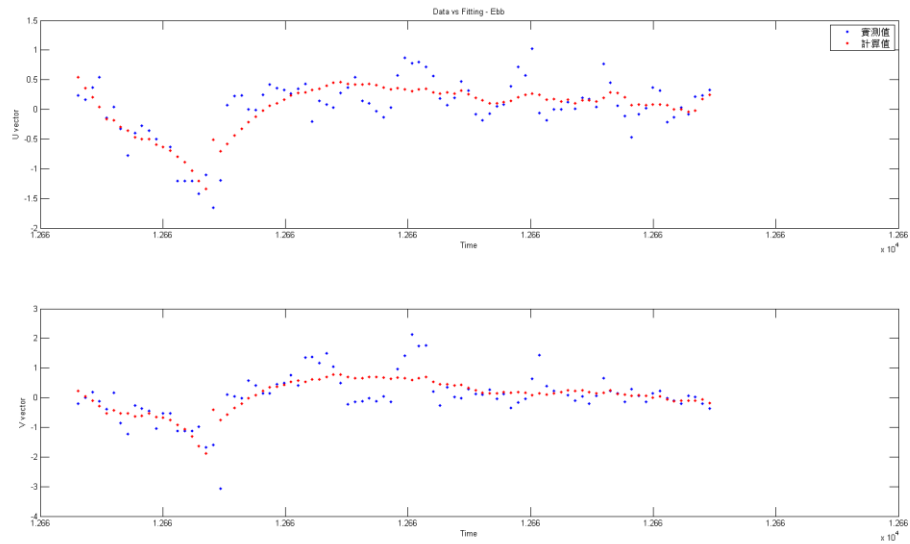


圖 4-49 第一測次(2024.08.30)退潮時段迴歸結果與實測資料比較圖

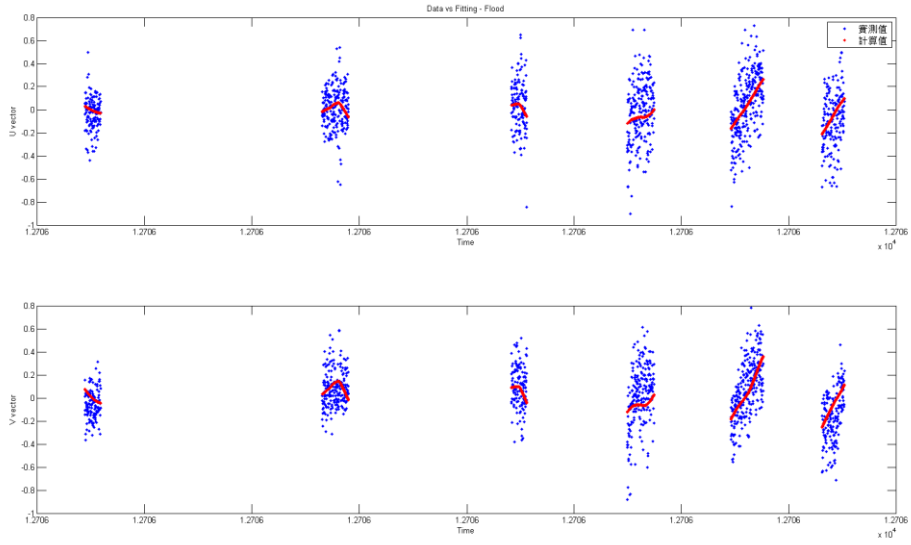


圖 4-50 第二測次(2024.10.15)漲潮時段迴歸結果與實測資料比較圖

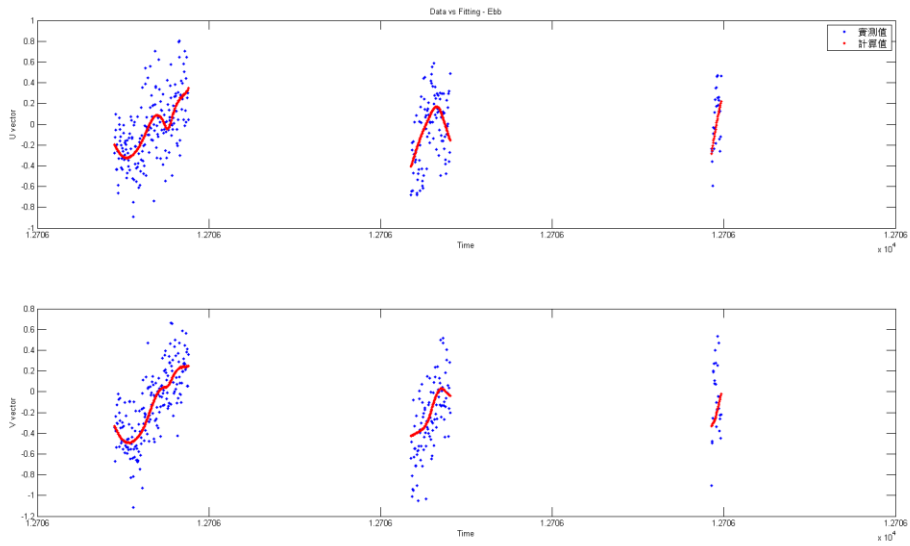


圖 4-51 第二測次(2024.10.15)退潮時段迴歸結果與實測資料比較圖

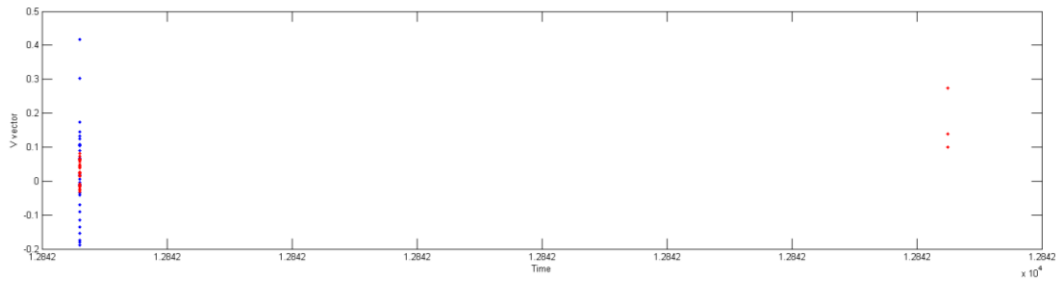
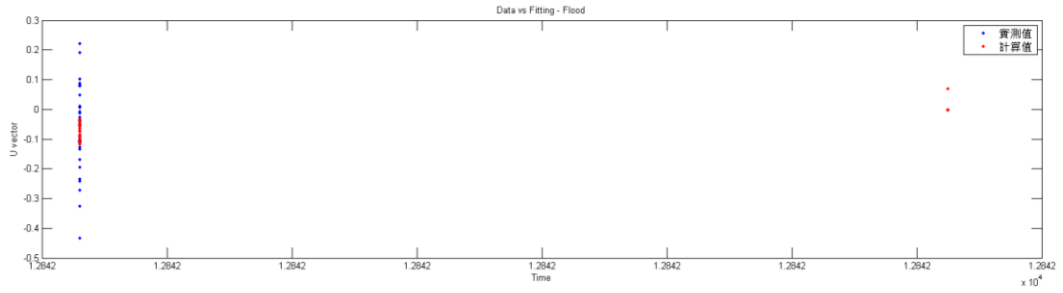


圖 4-52 第三測次(2025.02.28)漲潮時段迴歸結果與實測資料比較圖

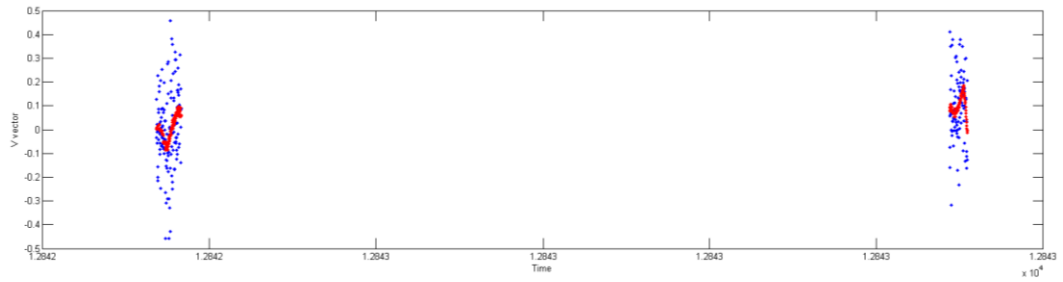
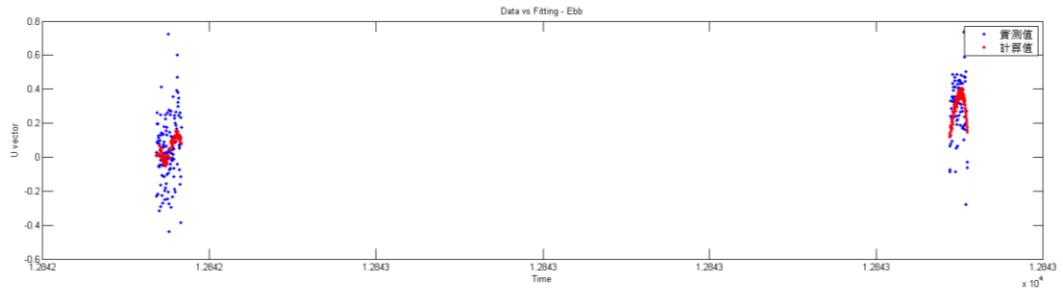


圖 4-53 第三測次(2025.02.28)退潮時段迴歸結果與實測資料比較圖

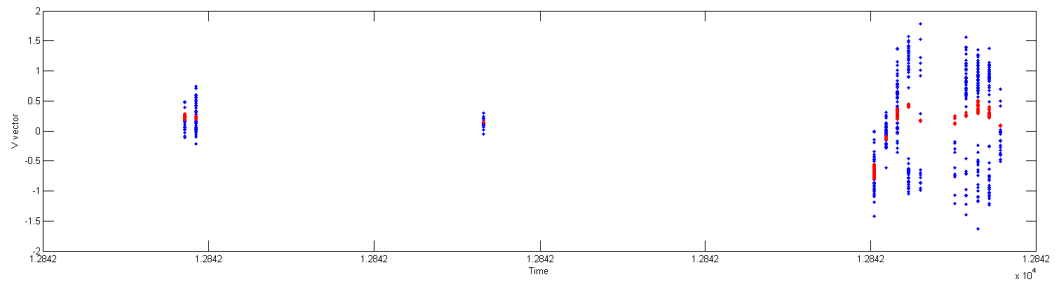
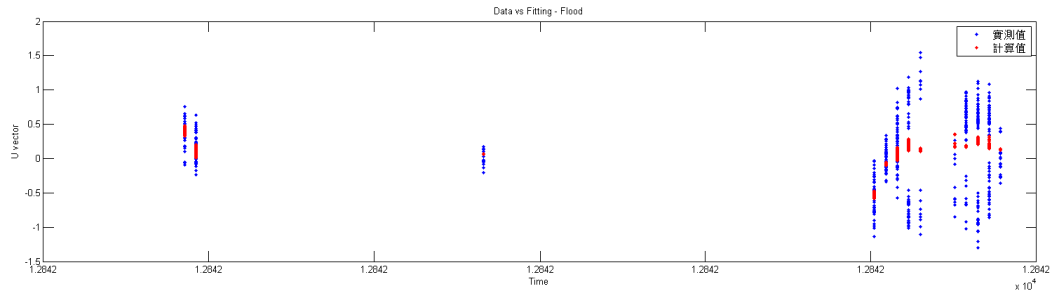


圖 4-54 第四測次(2025.05.15)漲潮時段迴歸結果與實測資料比較圖

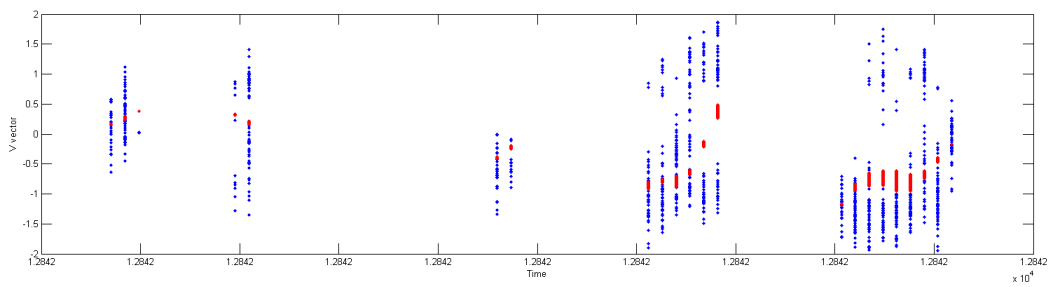
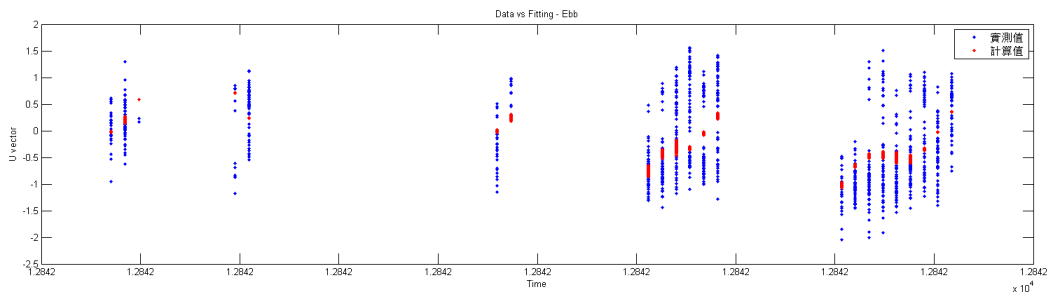


圖 4-55 第四測次(2025.05.15)退潮時段迴歸結果與實測資料比較圖

表 4-12 u、v 分量量化比較統計表

		<i>D</i> (吻合度係數)	<i>P</i> (平均偏差)
08/30 漲潮時段	u	0.99	1.78 %
	v	0.99	1.01 %
08/30 退潮時段	u	0.99	12.32 %
	v	0.99	7.22 %
10/15 漲潮時段	u	0.97	10.81 %
	v	0.99	5.49 %
10/15 退潮時段	u	0.99	3.84 %
	v	0.94	1.42 %
02/28 漲潮時段	u	0.82	1.89 %
	v	0.85	2.34 %
02/28 退潮時段	u	0.73	0.85 %
	v	0.85	2.64 %
05/15 漲潮時段	u	0.78	2.62 %
	v	0.82	1.95 %
05/15 退潮時段	u	0.71	2.39 %
	v	0.70	1.36 %

(五)掃測資料分析成果

經使用複式迴歸調和分析現場觀測資料成果分如圖 4-56 至圖 4-63 所示。其中，圖 4-56 至圖 4-57 所示第一測次(08/30)漲退潮流速流向分佈顯示，該測次於漲潮期間流向大抵為向岸方向運動，近岸部分則是為沿岸方向運動，漲潮期間之最大、最小及平均流速分別約為 1.26、0.01 及 0.42 m/s；退潮流向大抵為東北往西南方向運動，而於近岸處亦有離岸方向之運動，期間之最大、最小及平均流速分別約為 3.30、0.01 及 0.34 m/s。而由圖 4-58 至圖 4-59 所示第二測次(10/15)漲退潮流速流向分佈顯示，本計畫海域之漲潮流向大抵為東北東往西南西方向運動，漲潮期間之最大、最小及平均流速分別約為 1.59、0.01 及 0.35 m/s；退潮流向於外海部分大抵與漲潮時段相同，大抵為西南西往東北東方向運動，期間之最大、最小及平均流速分別約為 1.92、0.01 及 0.60 m/s。由圖 4-60 至圖 4-61 所示第三測次(02/28)漲退潮流速流向分佈顯示，本計畫海域之漲潮流向大抵為向岸方向運動，至結構物外則朝離岸方向運動，漲潮期間之最大、最小及平均流速分別約為 1.47、0.00 及 0.28 m/s；退潮流向大抵為東北往西南方向運動，至近岸部分則大抵平行於岸線，期間之最大、最小及平均流速分別約為 1.56、0.01 及 0.24 m/s。由圖 4-62 至圖 4-63 所示第四測次(05/15)漲退潮流速流向分佈顯示，本計畫海域之漲潮流向大抵為向岸方向運動，漲潮期間之最大、最小及平均流速分別約為 2.49、0.01 及 0.88 m/s；退潮流向大抵為西南往東北方向運動，近岸部分則大抵平行於岸線，至結構物外則朝離岸方向運動，期間之最大、最小及平均流速分別約為 2.54、0.01 及 1.17 m/s。另，本計畫亦將觀測期間之資料以潮流橢圓分析如圖 4-64 至圖 4-71 所示，整體週期變化為狹長沿岸型之潮流橢圓。其中潮流週期變化隨著水深增加長軸流速逐漸增加，而於近岸淺水區域因受地形擠壓影響，以及於潮汐轉換期間受潮汐作用影響，而有較小之潮流變化發生。

本計畫區域經四季量測後，發現第二次測次之漲、退潮量測成果與他三次不同，係因沙灘北側護岸與沙灘南側礁石區形成類似灣澳地形，局部海流受地形遮蔽而於近岸內部流轉，呈現與退潮流向相同，東北角鹽寮沙灘有類似情形，反映計畫測區河口海岸潮流與地形特徵交互作用的效應，未來應有更多的資料來探究其作用機制。

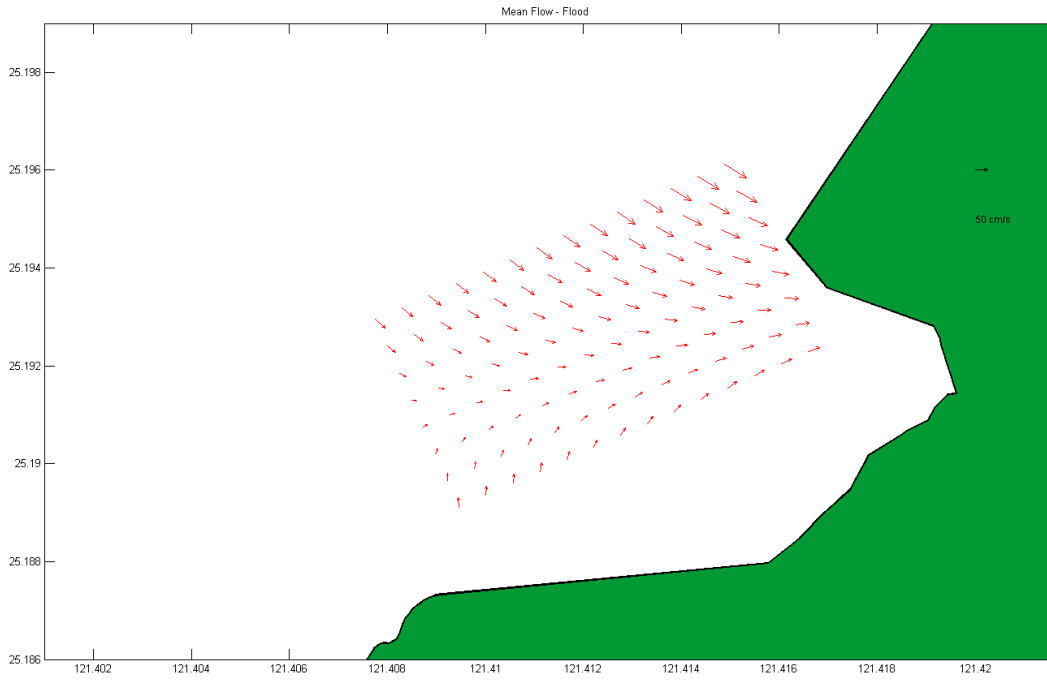


圖 4-56 第一測次(2024.08.30)漲潮時段流速流向分佈圖

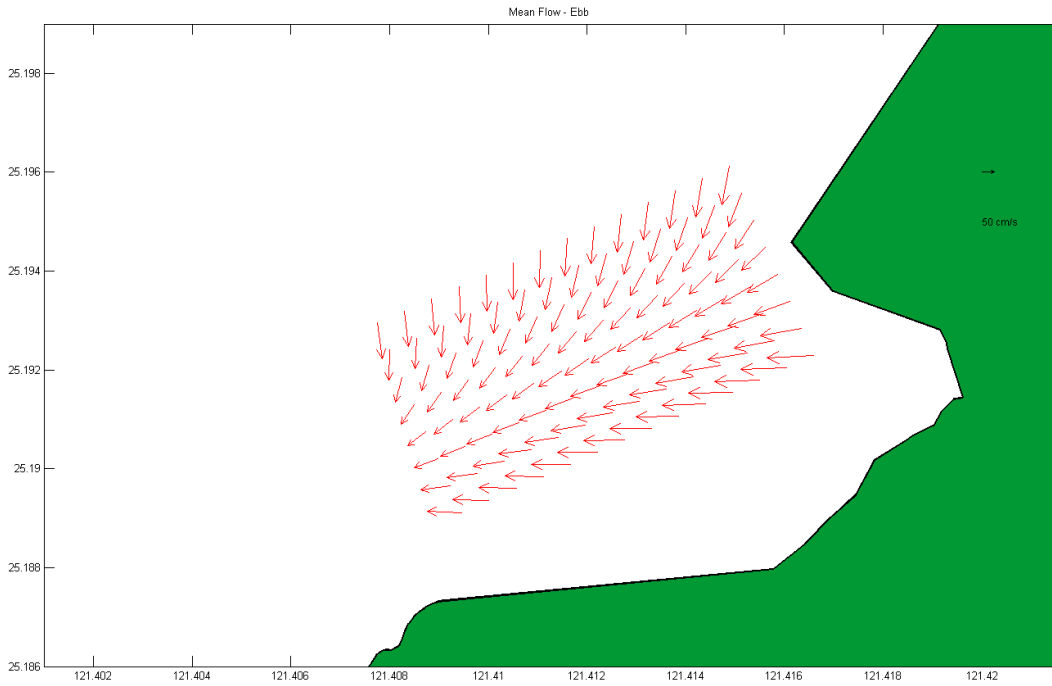


圖 4-57 第一測次(2024.08.30)退潮時段流速流向分佈圖

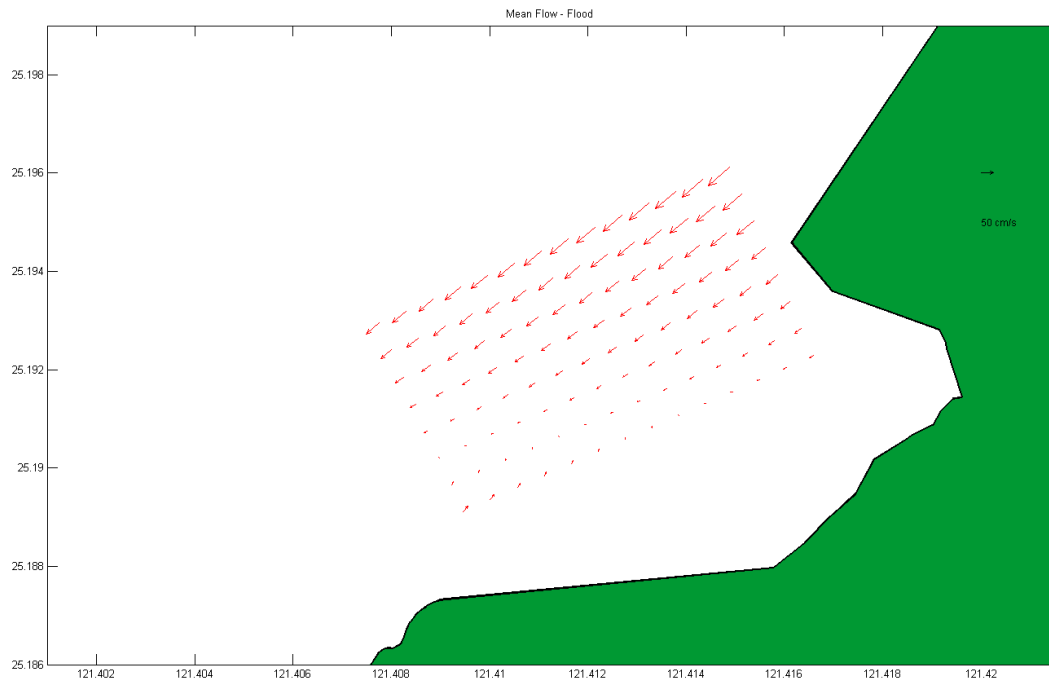


圖 4-58 第二測次(2024.10.15)漲潮時段流速流向分佈圖

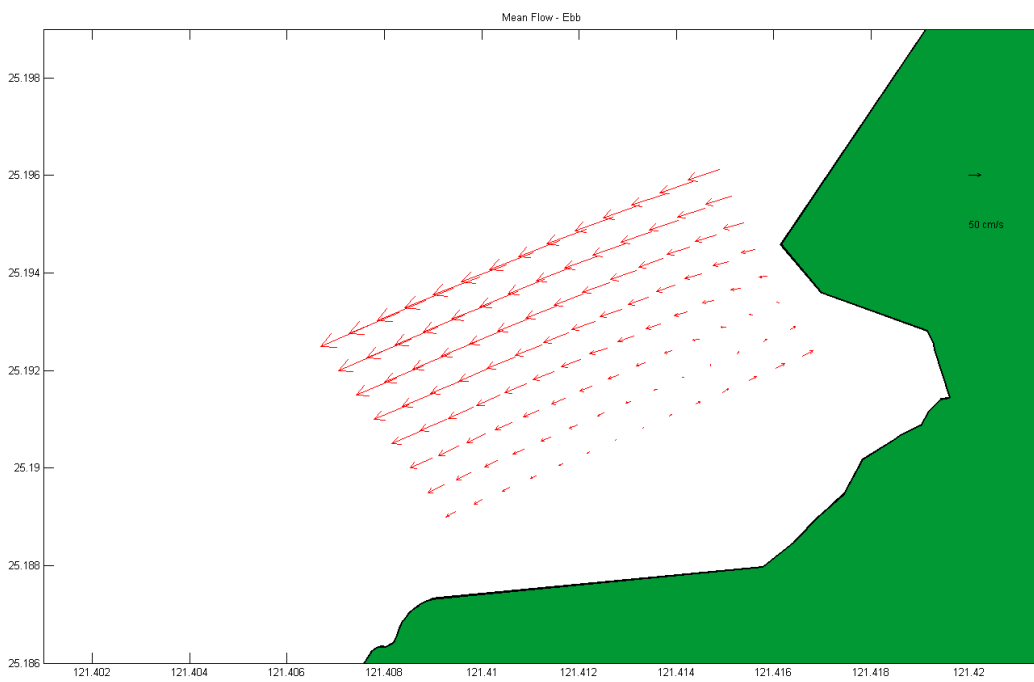


圖 4-59 第二測次(2024.10.15)退潮時段流速流向分佈圖

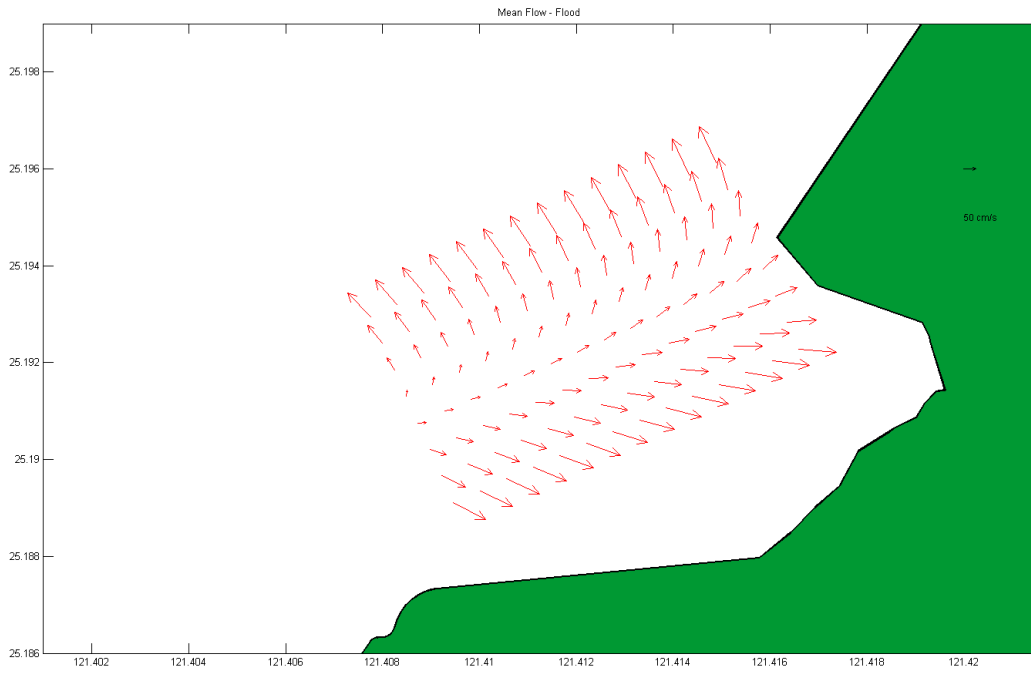


圖 4-60 第三測次(2025.02.28)漲潮時段流速流向分佈圖

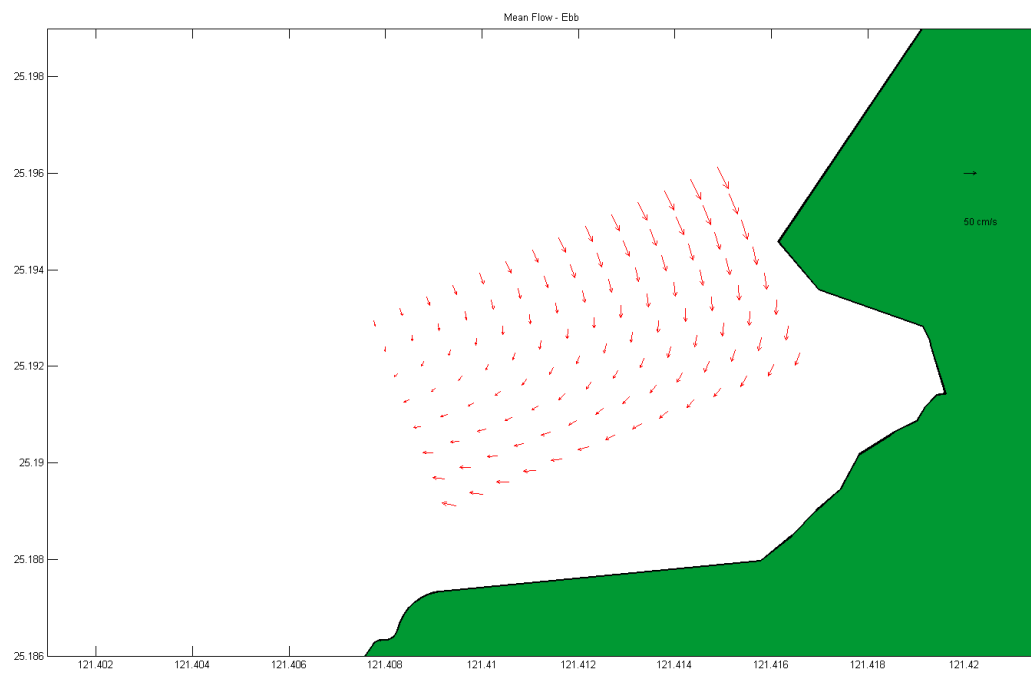


圖 4-61 第三測次(2025.02.28)退潮時段流速流向分佈圖

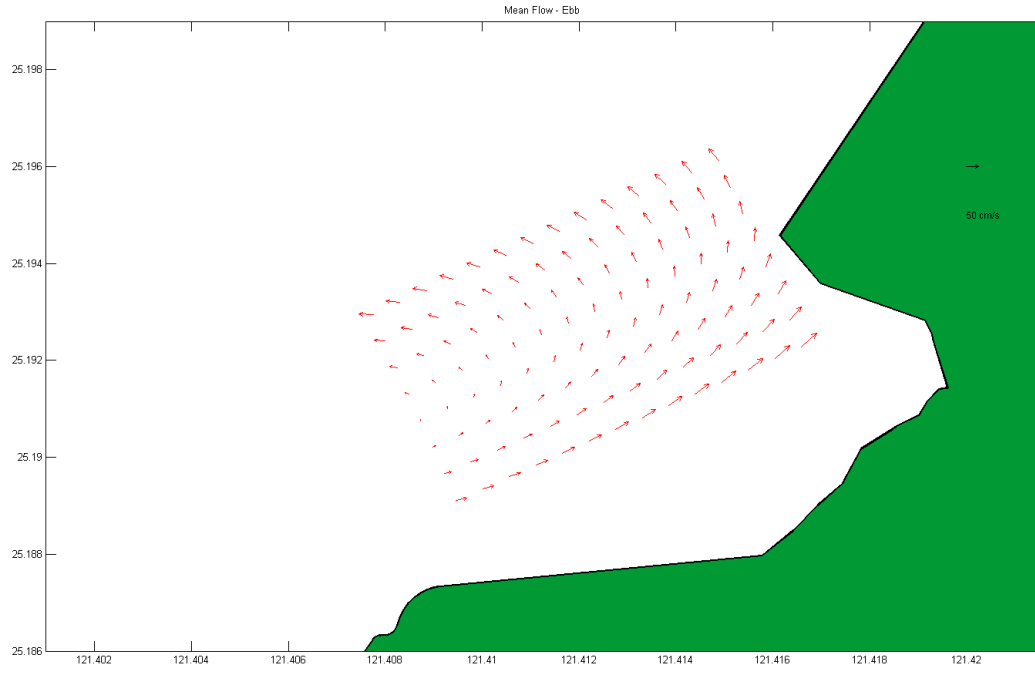


圖 4-62 第四測次(2025.05.15)漲潮時段流速流向分佈圖

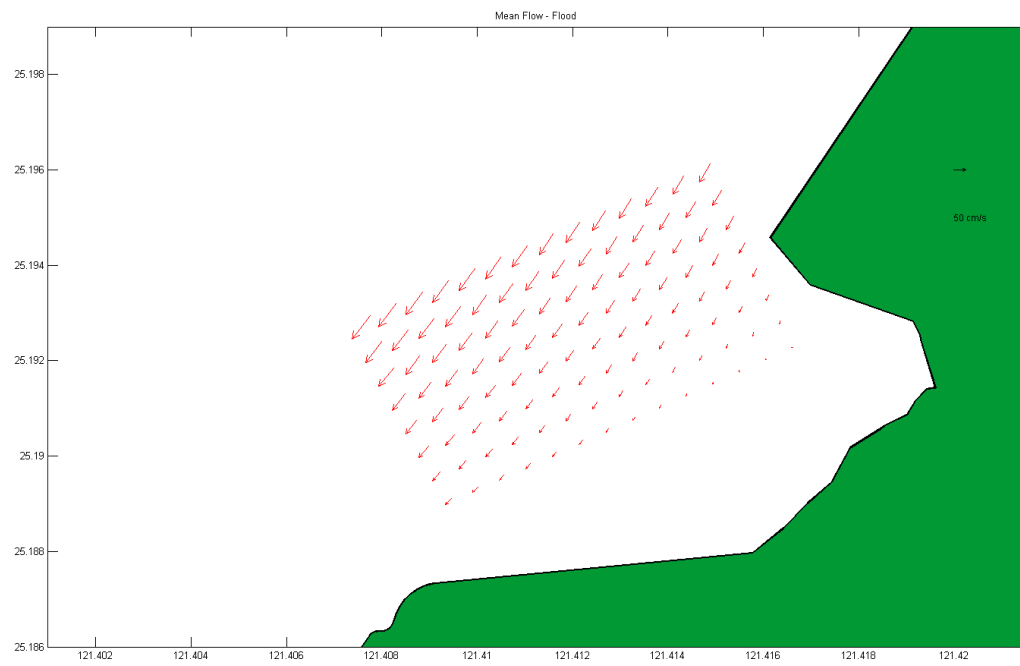


圖 4-63 第四測次(2025.05.15)退潮時段流速流向分佈圖

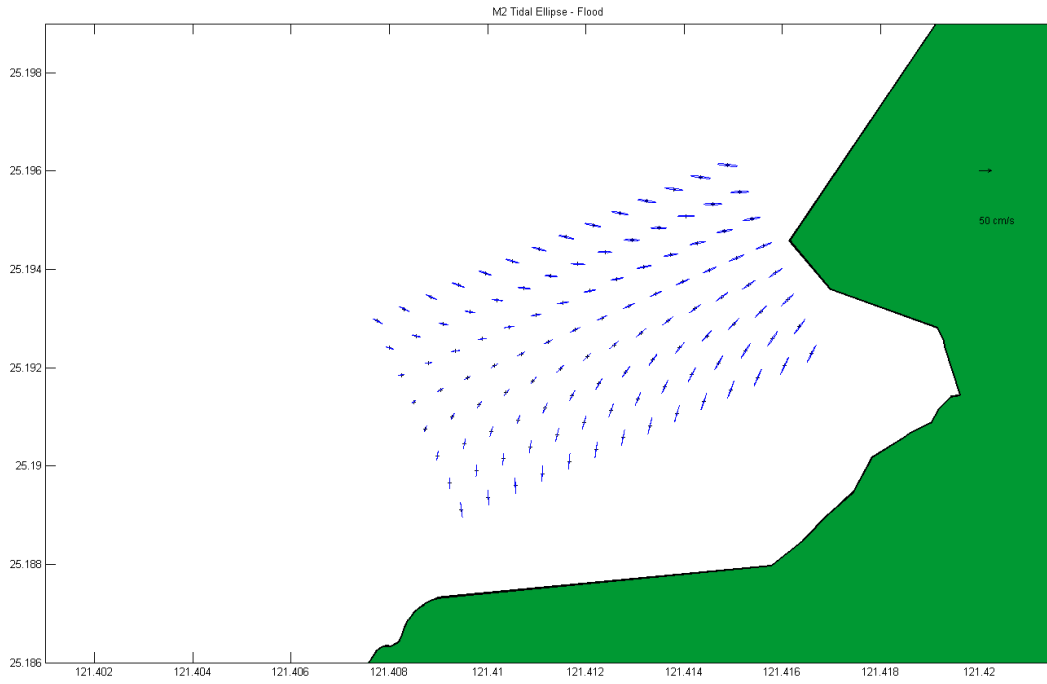


圖 4-64 第一測次(2024.08.30)漲潮時段潮流橢圓分佈圖

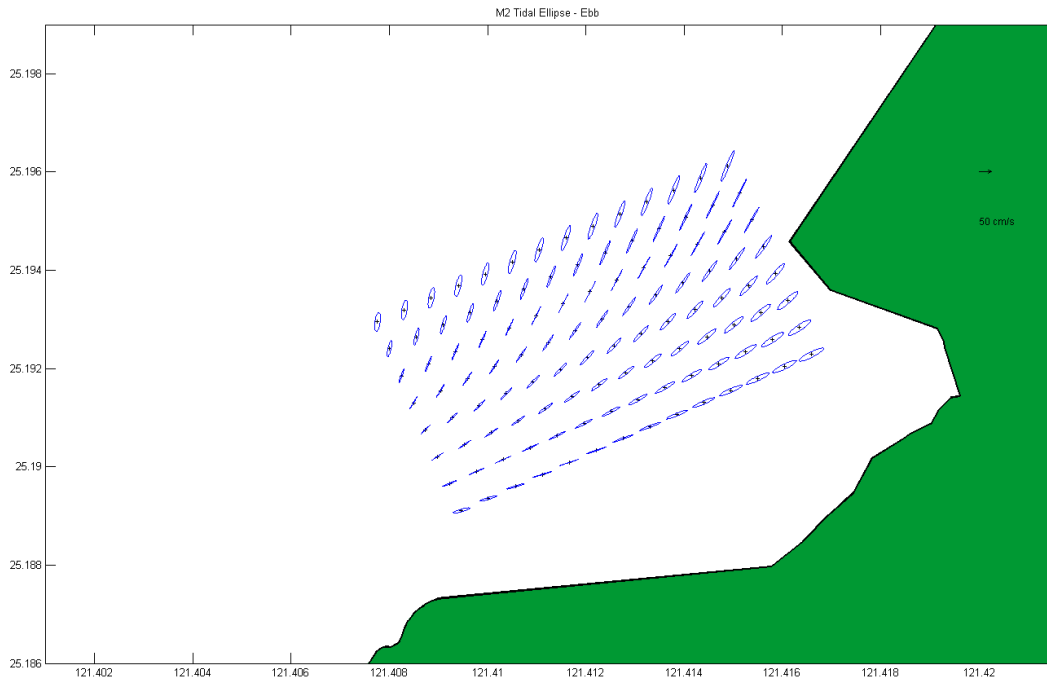


圖 4-65 第一測次(2024.08.30)退潮時段潮流橢圓分佈圖

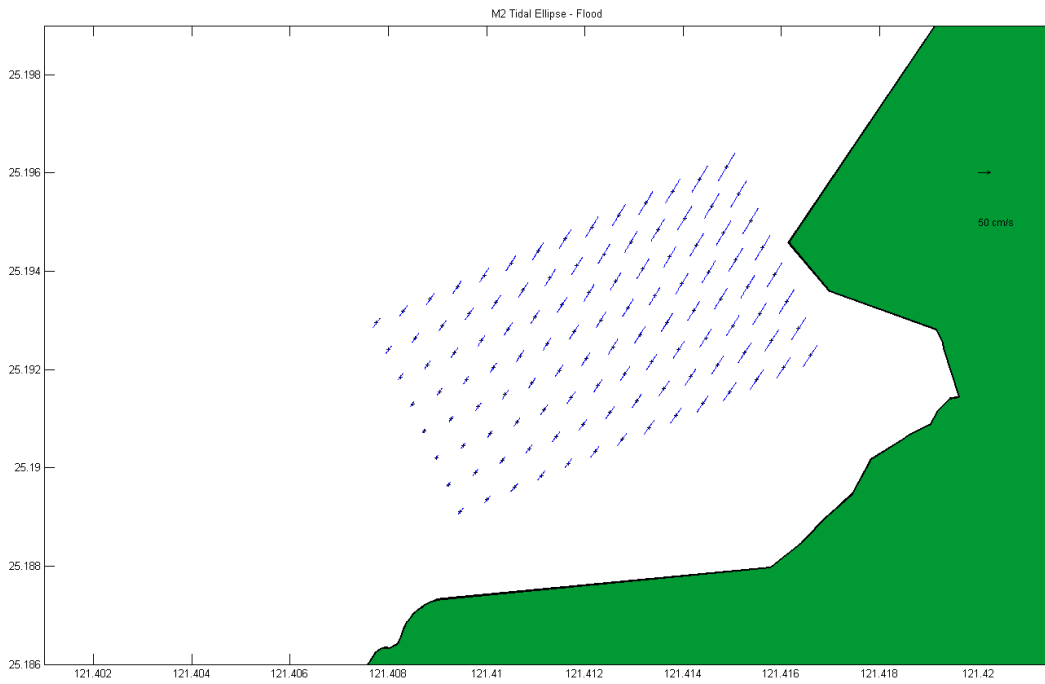


圖 4-66 第二測次(2024.10.15)漲潮時段潮流橢圓分佈圖

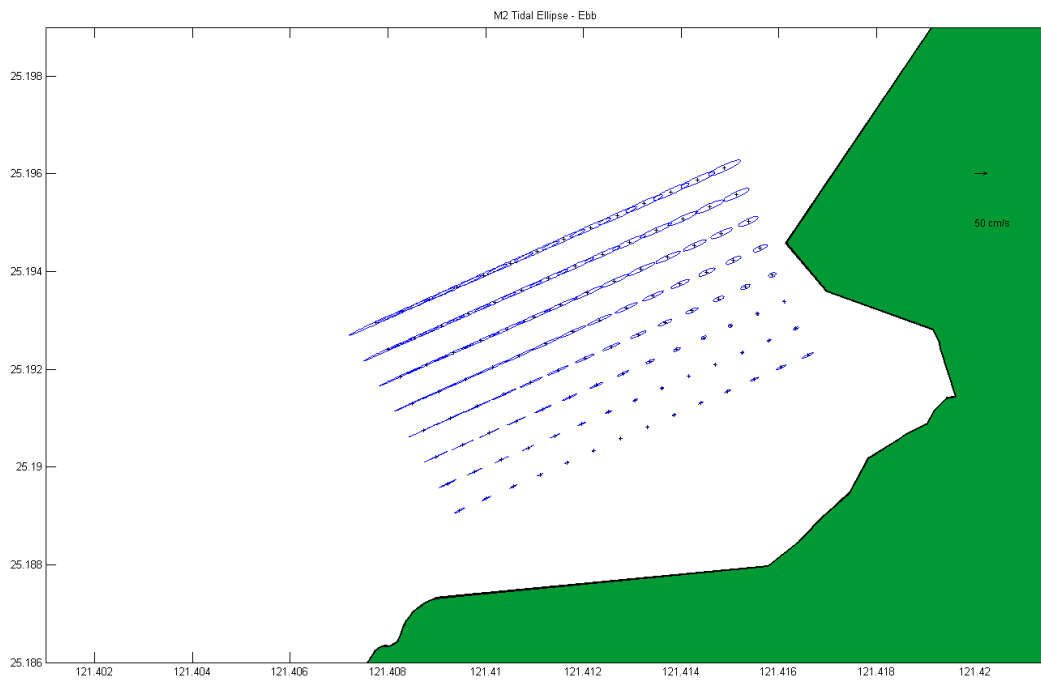


圖 4-67 第二測次(2024.10.15)退潮時段潮流橢圓分佈圖

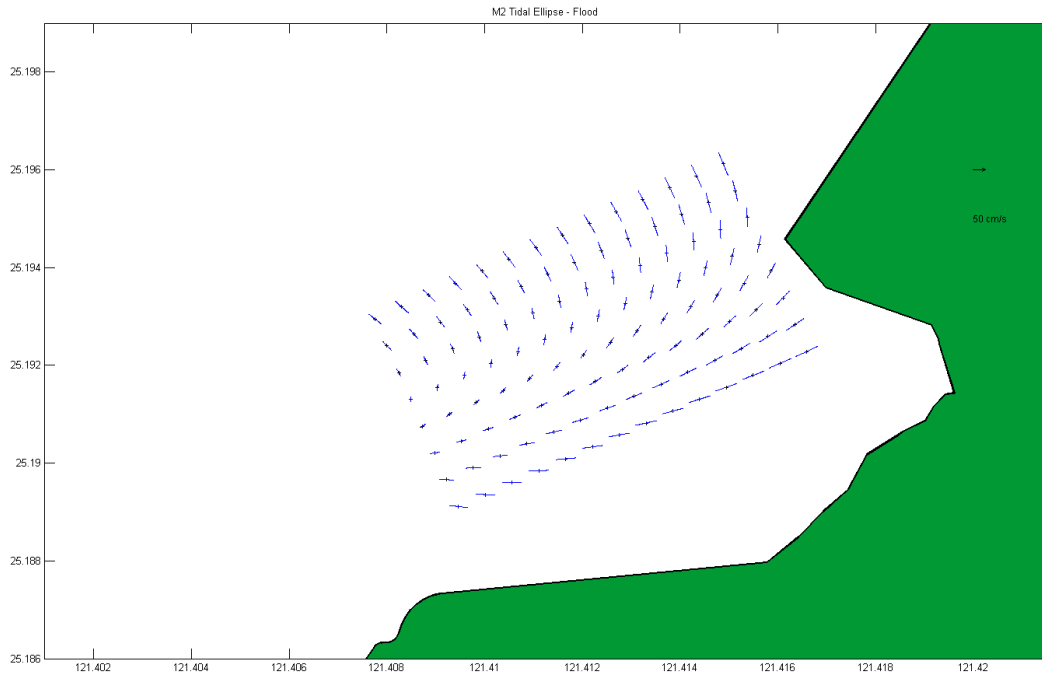


圖 4-68 第三測次(2025.02.25)漲潮時段潮流橢圓分佈圖

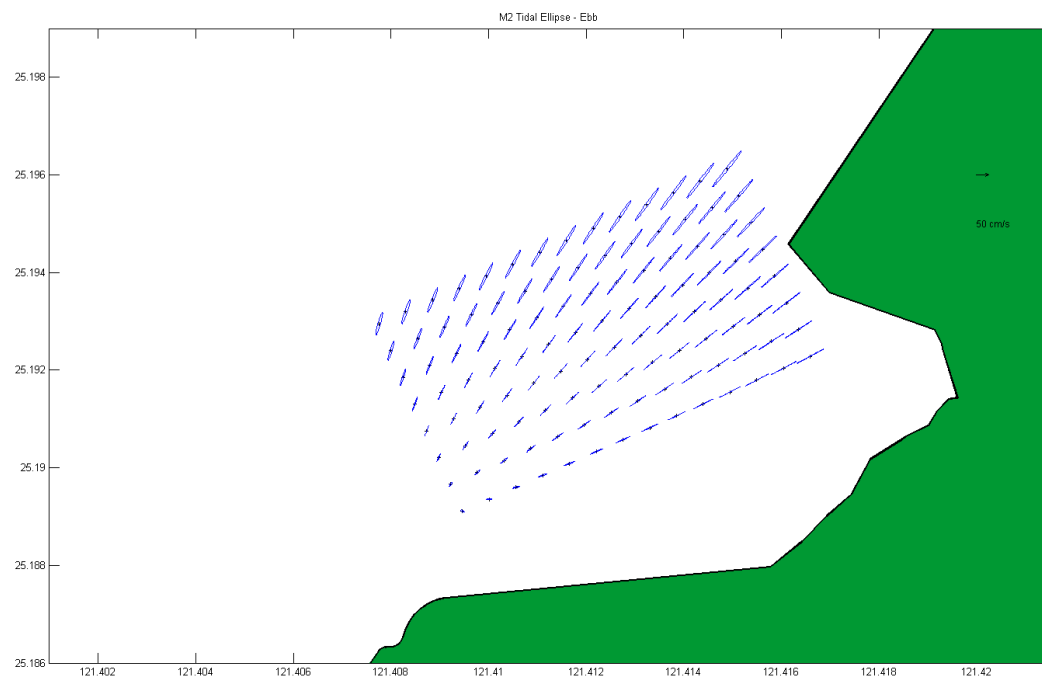


圖 4-69 第三測次(2025.02.25)退潮時段潮流橢圓分佈圖

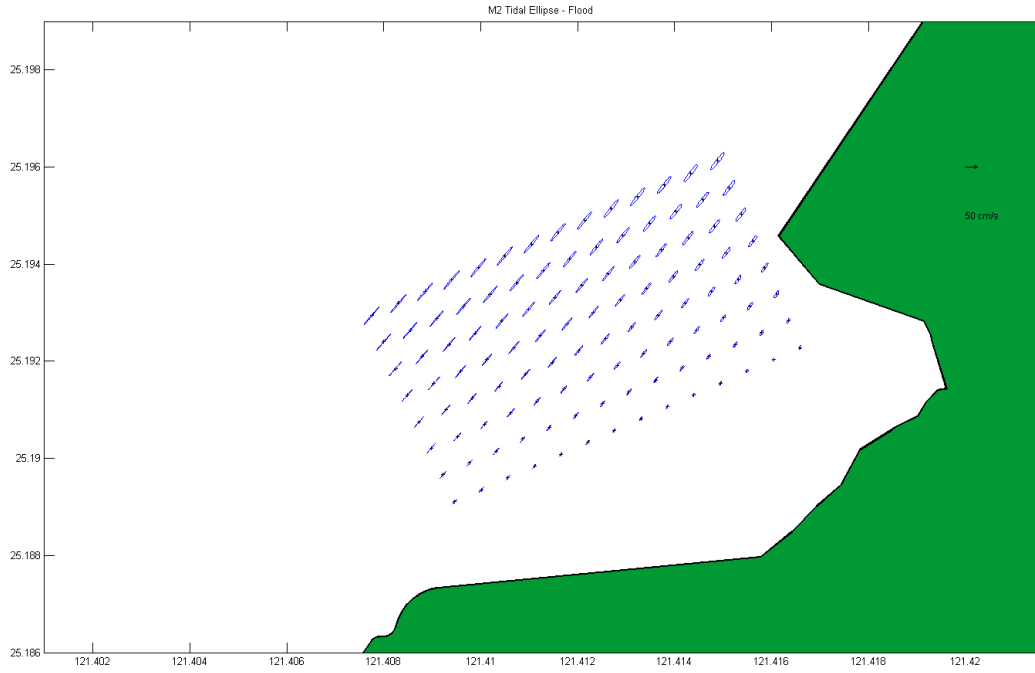


圖 4-70 第四測次(2025.05.15)漲潮時段潮流橢圓分佈圖

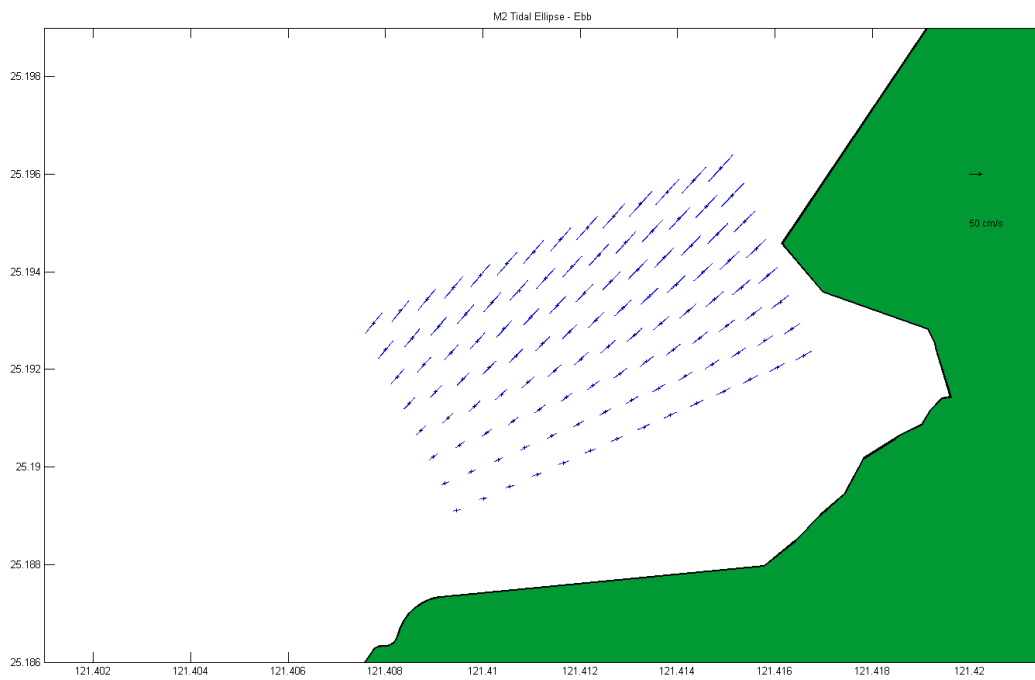


圖 4-71 第四測次(2025.05.15)退潮時段潮流橢圓分佈圖

第三節 海域水質調查檢測

壹、水質調查分析

針對沙崙海域進行水質檢測，分析作業以環境部國家環境研究院公告「環境檢驗品質管制指引通則」(NIEA-PA101)、「水質檢測方法總則」(NIEA W102.51 C)為基本規範，並以相關類別之檢驗方法進行各項水質檢測工作，檢測項目應至少包含水溫及甲類海域海洋環境品質，其項目說明如下：

一、氫離子濃度指數 (pH)

檢測海水 pH 值的意義在於了解海洋環境的酸鹼平衡，這對於海洋生態系統的健康和穩定非常重要，當二氧化碳溶解於水時，會與水反應而形成離子和非離子化學物質，呈平衡狀態：溶解的游離二氧化碳($\text{CO}_2(\text{aq})$)、碳酸(H_2CO_3)、碳酸氫鹽(HCO_3^-)和碳酸鹽(CO_3^{2-})，二氧化碳溶入海水後會增加其氫離子濃度，而將 pH 值降低。在淺海區沿岸和大陸棚區域，有幾個因素相互作用，會影響大氣-海洋件二氧化碳交換，及由此產生的 pH 值變化，其中包括生物過程，(例如光合作用和呼吸作用)，及海水上升流。此外，受到污染或是在河海交接處有大量淡水進入時，pH 值會有明顯之變化，但屬於局部性的 pH 值變化。113 年 8 月及 113 年 9 月海域水質檢測之 pH 值皆為 8.1，114 年 2 月海域水質檢測之 pH 值為 8.0，114 年 5 月及 114 年 6 月海域水質檢測之 pH 值皆為 8.4，而 114 年 7 月海域水質檢測之 pH 值為 8.2。

二、溶氧量(Dissolved Oxygen, DO)

溶氧量是指溶解於水中的氧氣濃度，通常以毫克每升 (mg/L) 表示，評估海洋中氧氣的濃度，這對海洋生物的生存、海洋生態系統的健康，以及水體自我淨化能力至關重要，是衡量水質的重要指標，反映了水體的淨化能力。其濃度容易受到水溫與水中動植物數量影響，當水溫愈高時，氧氣從水中溢散於空氣中，溶氧量就越低。海水表層溶氧主要來自海、氣間的交換，內部則以洋流間的水平混合為主，加上光合作用的製造與生物消耗。因此檢測海水溶氧量可以幫助監控海洋環境的變化，評估人類活動對海洋生態的影響，並確保生物多樣性和海洋資源的可持續性。113 年 8 月、113 年 9 月、114 年 2 月、114 年 5 月、114 年 6 月及 114 年 7 月海域水質所測得之溶氧測值分別

為 6.5 mg/L、6.3 mg/L、5.5 mg/L、7.2 mg/L、7.3 mg/L 以及 6.0 mg/L，均大於 5.0 mg/L 之標準。

三、生化需氧量(Biochemical Oxygen Demand, BOD5)

生化需氧量是指微生物在好氧條件下分解水中的有機物質時所消耗的氧氣量，通常以毫克每升 (mg/L) 為單位表示，係以 20°C 培養 5 日後所測得的結果，瞭解水體中的有機物含量及其對水質的影響，用來評估水體有機物污染程度、監測水質變化及維護海洋生態系統的健康。113 年 8 月、113 年 9 月、114 年 2 月、114 年 5 月、114 年 6 月及 114 年 7 月海域水質所測得之生化需氧量分別為 0.8 mg/L、0.7 mg/L、0.7 mg/L、0.7 mg/L、0.7 mg/L 及 0.9 mg/L。

四、大腸桿菌群 (Escherichia coli)

檢測海水中的大腸桿菌具有重要的公共衛生和環境監測意義，對保護公共健康至關重要。大腸桿菌是一種常見的指示性微生物，用來評估水體是否受到糞便污染。當海水中檢測到大量大腸桿菌時，通常表示水體受到糞便污染，這可能來自於污水排放、農業徑流或動物排泄物等。糞便污染的海水可能攜帶細菌、病毒或寄生蟲，導致游泳者和從事水上活動的人群患上胃腸道疾病、皮膚感染或呼吸道疾病。定期檢測大腸桿菌不僅是確保水質達到安全標準的要求，也是維護水域使用者健康與安全的必要措施。113 年 8 月及 9 月、114 年 2 月、5 月、6 月及 7 月海域水質所測得之大腸桿菌群分別為 5.1×10^3 CFU/100ml、未檢出 (<10 CFU/100ml)、 1.2×10^2 CFU/100ml、 1.4×10^2 CFU/100ml、10 CFU/100ml，以及 5.6×10^2 CFU/100ml，目前海洋委員會對甲類海域訂定規範濃度限值為 1000 CFU/100ml 以下，乙類海域則為 30,000 CFU/100ml 以下。

五、氨氮 (Ammonia Nitrogen, NH₃-N)

氨氮是氮化合物中的一種形式，主要來自有機物的分解、工業廢水、農業逕流以及生活污水等，這些有機物通常來自於人類排放的污水、動植物的排泄物及其他有機廢物。當海水中的氨氮濃度升高時，通常意味著水體受到了有機污染。氨氮的含量可以作為衡量水體污染程度的指標，幫助評估污染源及其影響範圍。113 年 8 月及 9 月、114 年 2 月、5 月、6 月及 7 月海域水質所測得之氨氮分別為 0.17 mg/L、0.12 mg/L、0.05 mg/L、0.06 mg/L、0.04 mg/L 以及 0.007 mg/L。

六、總磷 (Total Phosphate, TP)

總磷係包含正磷酸鹽、聚(焦)磷酸鹽及有機磷，水中的磷幾乎全部以磷酸鹽(phosphate)型式存在，主要來自於含有機磷農藥的農業污水及家庭生活污水，通常以每公升水中含有多少毫克磷(mgP/L)表示；當過量的磷進入水體，將造成優養化現象，使得藻類大量繁殖及死亡，控制水中總磷的濃度，就能降低水生植物生長與繁殖，防制優養化現象。目前海洋委員會對甲類海域訂定規範濃度限值為 0.05 mgP/L 以下，乙類海域則為 0.08 mgP/L 以下。113 年 8 月與 9 月、114 年 2 月、5 月、6 月與 7 月海域水質所測得之總磷分別為 0.047 mgP/L、0.046 mgP/L、0.038 mgP/L、0.024 mgP/L、0.019 mgP/L 以及 0.04 mgP/L。

七、氰化物(Cyanides)

氰化物廣泛應用於工業領域，以氫氰酸 (HCN)、鹼金屬氰化物 (如氰化鈉或氰化鉀) 等形式存在於水體中，但在生物體內會分解生成氰化氫，干擾生物呼吸系統中的酵素運作，因而對生物具有毒性。氰化物屬於劇毒物質，吸入、誤食或經皮膚接觸皆可能導致中毒。此外，某些細菌、真菌和藻類也能自然產生氰化物，這些物質還存在於許多食物和植物中。根據海域水質檢測的結果，113 年 8 月與 9 月所測得之氰化物為 N.D. <0.0011 mg/L、< 0.01 mg/L，114 年 2 月、5 月、6 月及 7 月所測得之氰化物皆為 N.D.。

八、酚類(Phenols)

酚類及其化合物是一類有機化合物，廣泛存在於我們的日常生活中，來源可分為自然生成和人為製造。在自然界中，酚類化合物可由藻類分泌或植物產生；而在人為製程方面，其主要來自石油煉製、煤礦開採、農藥製造和皮革加工等行業，主要作為消毒劑、樹脂、染料、香料以及其他化學合成品、織物清潔劑、殺菌劑和除草劑等。從環境角度來看，若酚類化合物污染土壤，可能導致農作物減產或枯死。而當污染水質時，會對水中生物產生負面影響，抑制其繁殖、生長變慢，甚至在嚴重情況下導致水生生物死亡。根據海域水質檢測的結果，113 年 8 月與 9 月以及 114 年 2 月、5 月、6 月及 7 月所測得之酚類皆為 N.D.。

九、礦物性油脂(Mineral Oils)

礦物性油脂主要來自於石油洩漏、船舶排放、工業廢水和其他含油污染源，這些污染物質在水中難以降解，浮在水面，形成油膜，當油脂覆蓋在水面上時，會阻止氧氣溶入水中，導致海水缺氧，影響魚類、貝類和其他水生生物的呼吸。油脂還會覆蓋海鳥、海洋哺乳動物的皮膚和羽毛，使其失去保溫功能，甚至導致死亡。對海洋活動（如游泳、潛水、航海）造成安全威脅。113年8月與9月以及114年2月、5月、6月及7月所測得之礦物性油脂皆為N.D.。

貳、水質調查結果

本計畫海域水質調查採樣位置為N 25° 11'32.10"；E 121° 24'50.58"(如圖 4-72 所示)，夏季調查時間 113 年 8 月 6 日，秋季調查時間為 113 年 9 月 20 日，冬季調查時間為 114 年 2 月 12 日，春季調查時間為 114 年 5 月 16 日，六月水質調查時間為 114 年 6 月 24 日及七月調查時間為 114 年 7 月 17 日。海域水質檢測結果整理如下表 4-13。表 4-14 為甲類水質與乙類水質海域環境分類及海洋環境品質標準，根據監測結果分析，以大腸桿菌群為主要判定依據，適合游泳之水質，應符合甲類海域海洋環境品質標準。

表 4-13 海域水質檢測結果

採樣日期	113/08/06	113/09/20	114/02/12	114/05/16	114/06/24	114/07/17
採樣位置 檢測項目	N 25° 11'32.10" ; E 121° 24'50.58"					
氫離子濃度 指數(pH 值)	8.1	8.1	8.0	8.4	8.4	8.2
水溫(°C)	29.5°C	30.1°C	15.2°C	25.4°C	29.7°C	29.1°C
溶氧(mg/L)	6.5	6.3	5.5	7.2	7.3	6.0
生化需氧量 (mg/L)	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.9
大腸桿菌群 (CFU/100mL)	5.1*10 ³	<10	1.2*10 ²	1.4*10 ²	10	5.6*10 ²
氨氮(mg/L)	0.17	0.12	0.05	0.06	0.04	0.07
總磷(mgP/L)	0.047	0.046	0.038	0.024	0.019	0.04
礦物性油脂 (mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
氰化物 (mg/L)	N.D.	<0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
酚類(mg/L)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
腸球菌群 (MPN/100ml)	9.2*10 ²	>2.4*10 ³	2.3*10 ²	>2.4*10 ³	1.0*10 ³	8.7*10 ²

表 4-14 甲類水質與乙類水質海域環境分類及海洋環境品質標準

類別	海域環境分類及海洋環境品質標準	
	甲類	乙類
氫離子濃度指數(pH 值)	7.6-8.5	7.5-8.5
水溫(°C)	目前尚無標準	目前尚無標準
溶氧(mg/L)	5.0 以上	
生化需氧量(mg/L)	2 以下	3 以下
大腸桿菌群(CFU/100mL)	1,000 個以下	30,000 個以下
氨氮(mg/L)	0.30 以下	0.50 以下
總磷(mgP/L)	0.05 以下	0.08 以下
礦物性油脂(mg/L)	2.0 以下	
腸球菌群(MPN/100ml)	目前尚無標準，可參考海灘水質分級原則	

水質分級的制定，旨在符合水污染防治相關法令規定，並以健康風險評估為指導原則。首先依據適用於游泳的甲類海域海洋環境品質標準，以大腸桿菌群菌落數作為主要判定依據。當大腸桿菌群菌落數低於 1000 CFU/100mL，即符合標準，再參考世界衛生組織（WHO）及美國環保署的建議，根據腸球菌群的數量進行娛樂用水的水質分級，詳見表 4-15。

是否適合進行親水活動的海灘水質，則根據環保署的海灘水質分級原則進行判定。首先，依據甲類海域海洋環境品質標準，當大腸桿菌群菌落數在 1000 CFU/100mL 以下，稱為「符合甲類」。符合甲類的水質，接著再以腸球菌群數量（50 MPN/100mL 及 1000 CFU/100mL）進行進一步分級，將水質區分為優良、普通或不適合親水活動。

表 4-15 海灘水質分級原則

水質分級	參考限值
優良	大腸桿菌群 ≤ 1000 CFU/100mL 腸球菌群 ≤ 50 MPN/100mL
普通	大腸桿菌群 ≤ 1000 CFU/100mL 腸球菌群 > 50 MPN/100mL
不宜親水活動	大腸桿菌群 > 1000 CFU/100mL

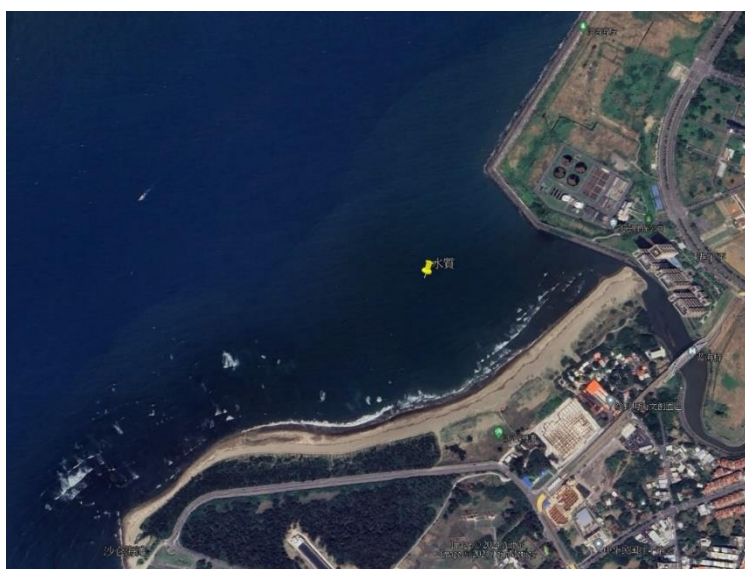


圖 4-72 水體採樣位置

參、海域水質比較分析

本計畫進行6次水質調查結果，沙崙海域在夏季符合乙類水質標準，秋季、冬季及春季皆符合甲類水質標準。前次水質檢測大腸桿菌數值不穩定，故加測6月及7月水質檢測，皆符合甲類水質標準。為消弭疑慮，參考鄰近測站環境部河川水質監測-淡水河口測站，由於此測站與海域環境分類及海洋環境品質標準第5條規定之檢測項目相近，可酌情參考，而海洋保育署建置之網站 iOcean 海洋保育網(<https://iocean.oca.gov.tw/>)之海域水體水質數據，以鄰近淡水沙崙海域之測站八里污水廠外海一、二及淡水河口外4海裡處作為淡水沙崙海域水質參考與海水品質比較依據。

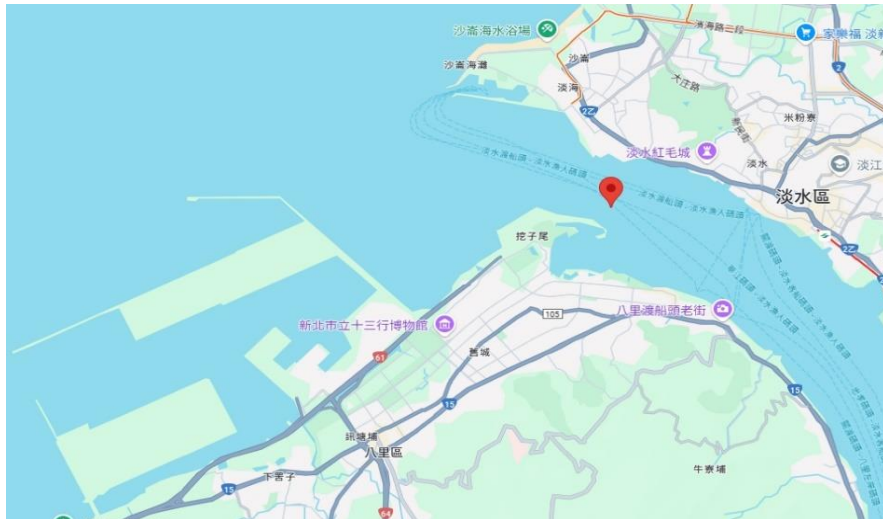


圖 4-73 環境部河川水質監測-淡水河口測站位置
(資料來源：環境部全國環境水質監測資訊網)



圖 4-74 海洋保育署設置鄰近淡水沙崙海域之測站位置
(資料來源：海洋保育署 iOcean 海洋保育網(<https://iocean.oca.gov.tw/>))

圖 4-75 至圖 4-76 為淡水河口與沙崙海域水質資料，在相同期間內，沙崙海域測項中的溶氧及生化需氧量無顯著差異，溶氧符合甲類水質標準，pH 值也未出現異常。由於環境部測站位於淡水河口，河口區域的 pH 值與本計畫水域的 pH 值略有差異，但此現象屬於正常範圍。淡水河口的氨氮測值與大腸桿菌群皆高於沙崙海域，沙崙海域鄰近淡水河口，水質調查成果夏季氨氮值與大腸桿菌高於另外三季，恐多來自陸源的物質。

一、氨氮測值偏高推測原因包括以下兩點：

- (一) 潮流影響：淡水河退潮時，潮流方向朝北，將上游河川中的營養鹽類帶入淡水河口附近海域。
- (二) 降雨影響：夏季降雨量增加，逕流將上游河川中的營養鹽類輸送至淡水河口附近海域。

二、大腸桿菌群數值較高的可能原因推測如下：

大腸桿菌來源可能直接或間接來源於人類及溫血動物的排泄物，其存在表示水質受到糞便污染，大腸桿菌排出體外後，受外界環境因素（如溫度、光照、鹽度等）的影響，在 1 至 4 週內可能發生變化。本次調查中，不同月份的大腸桿菌數據差異明顯，推測與以下因素相關：

- (一) 遊客活動：暑假期間，海邊遊客人數增加，可能導致更多污染物進入水體。
- (二) 自然條件：風向和海流的變化可能影響污染物的擴散及積聚程度，進而導致數據波動。

此現象說明了淡水河與周邊海域水質的相互影響，對於未來海域遊憩活動的管理與規劃具有參考價值。鄰近淡水沙崙海域之測站八里污水廠外海一、二及淡水河口外 4 海裡處之水質數據彙整如圖 4-77 至圖 4-78。在相同期間內，沙崙海域測項中的 pH 值及溶氧之測值皆與鄰近測站無明顯差異，而溶氧受溫度影響呈季節性變化，當水溫上升，溶氧量就下降，反之，當水溫降低，溶氧量就上升。

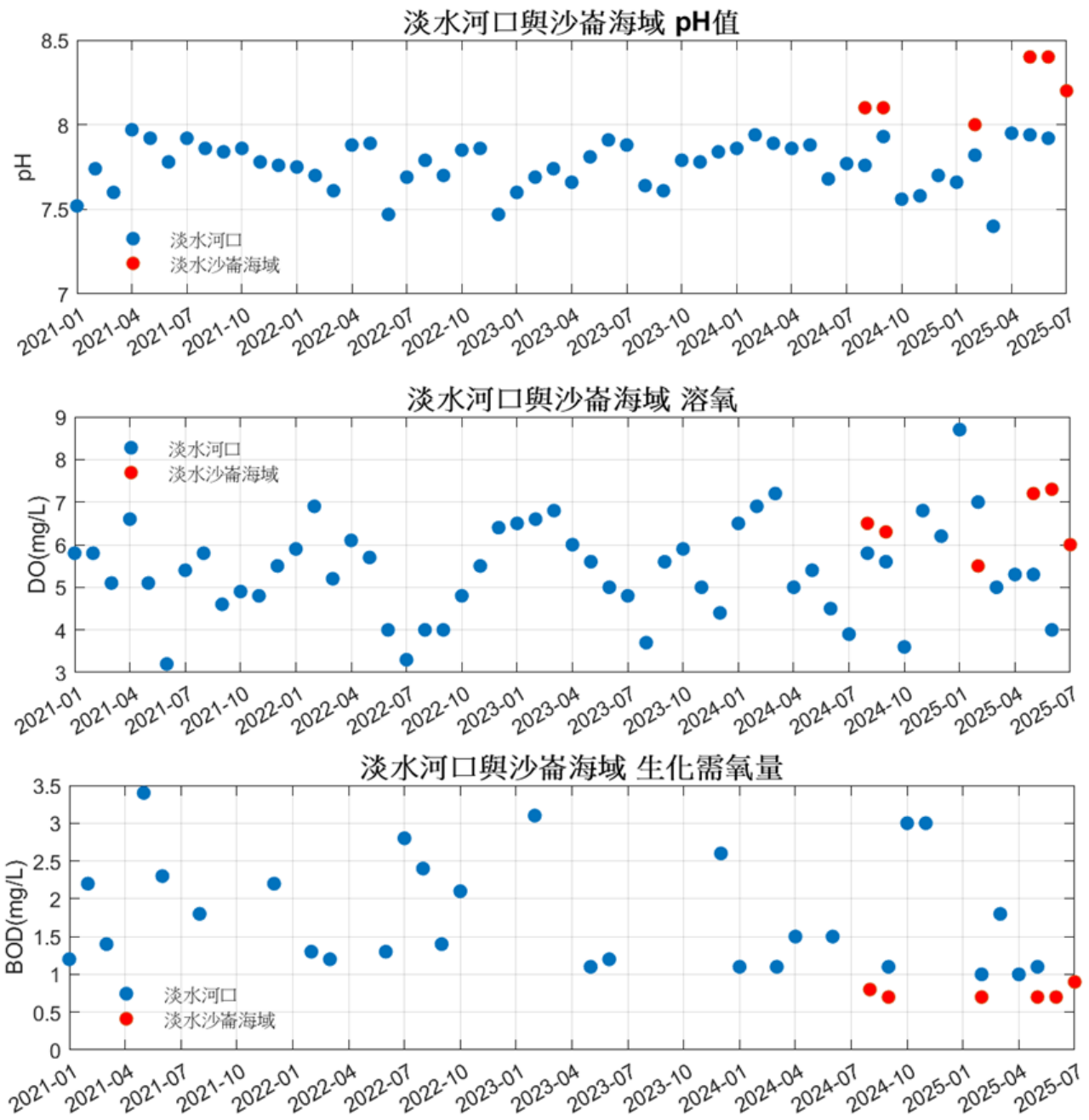


圖 4-75 2021 年 1 月至 2025 年 7 月淡水河口與沙崙海域 pH 值、溶氧、生化需氧量

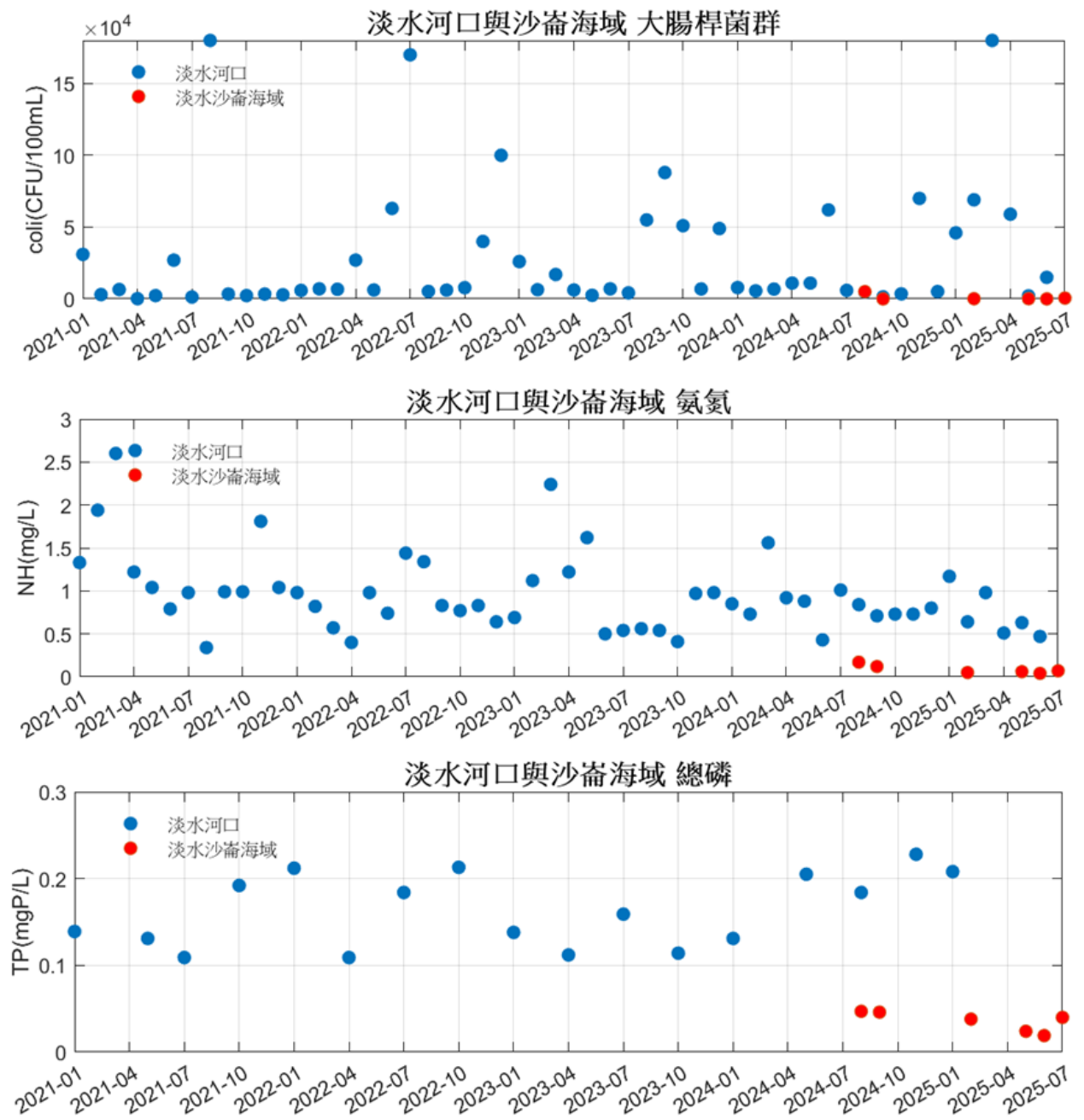


圖 4-76 2021 年 1 月至 2025 年 7 月淡水河口與沙崙海域大腸桿菌、氨氮、總磷

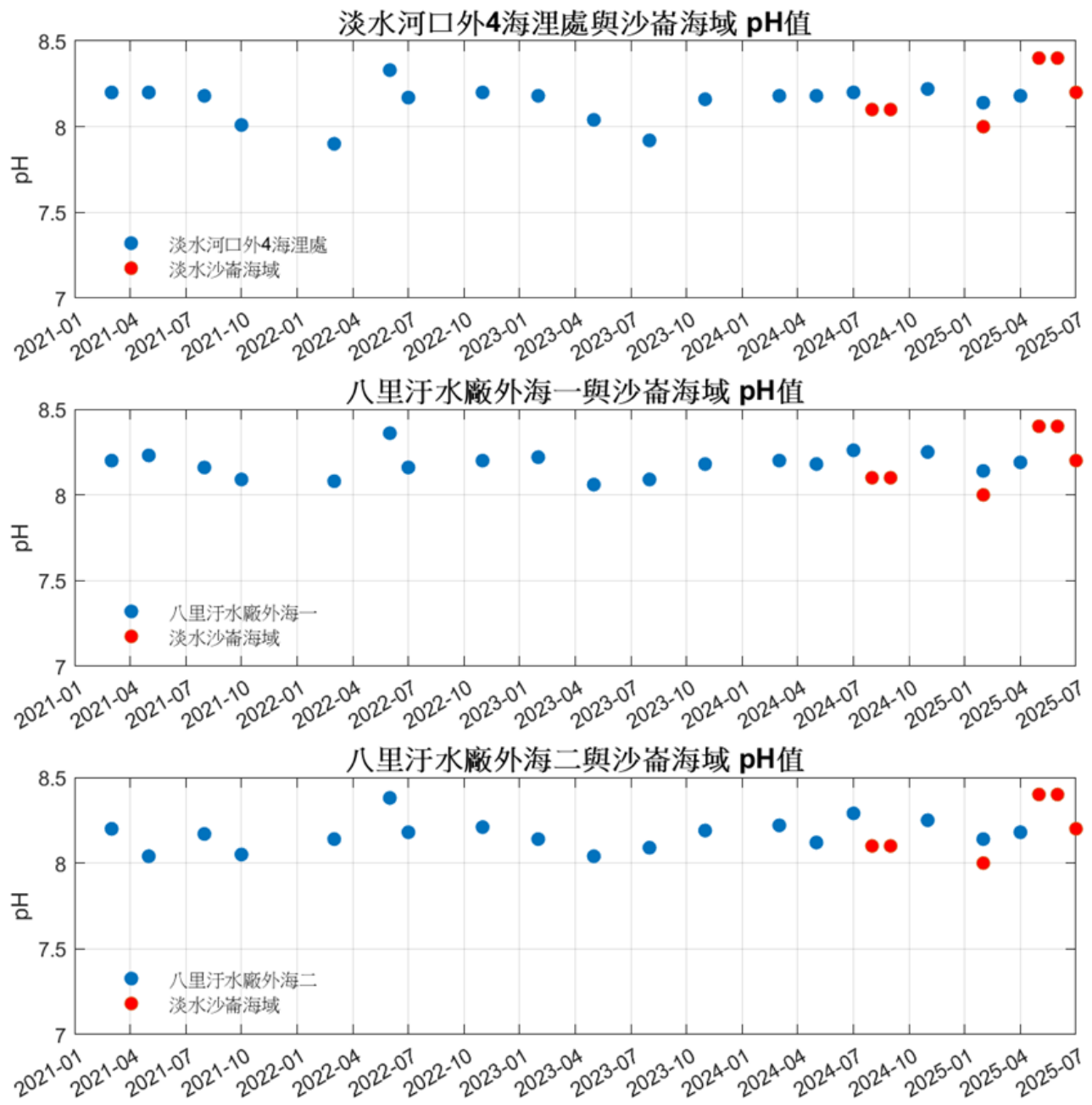


圖 4-77 2021 年 1 月至 2025 年 7 月鄰近測站與沙崙海域 pH 值

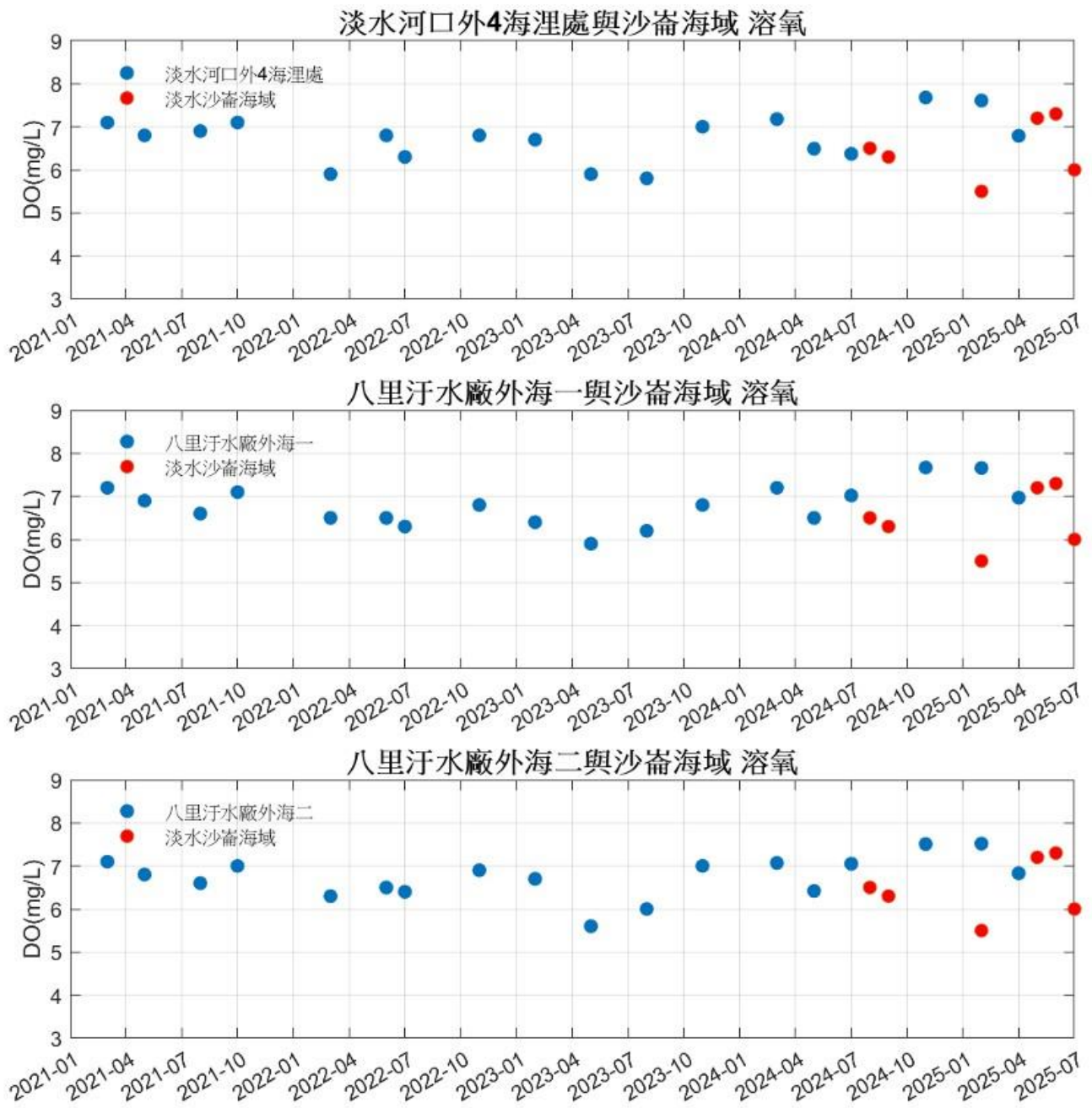


圖 4-78 2021 年 1 月至 2025 年 7 月鄰近測站與沙崙海域溶氧

第四節 沙崙海域數值模式

壹、數值模式建置

依據現場地形量測資料，沙崙海灣的範圍約為 1,634 公尺×964 公尺，屬於近岸海灣類型。相較於外部海域，如台灣海峽的水體運動，此海域水體較小，海灣內水體運動易受到外部海水運動影響，如台灣海峽內部的潮汐水體運動。且淡水沙崙海灣的海域偏小，若僅計算沙崙海灣內的水體運動，需要提供極為準確的邊界條件，如現場二維風場、水體邊界剖面流速、水位高度等資訊，方能重現此小範圍海域的水體變動，實務執行上極為困難。

本計畫為配合此海域到流場解析，使用普林斯頓海洋數值模式(Princeton Ocean Model)模擬淡水沙崙及周邊海域。普林斯頓海洋模式運算原理如前所述，是三維的海洋數值模式，此模式的水體運動方程式分別計算三維及二維的水體運動方程式、連續方程式，並採用順應地形的 σ 座標，以貼合變化多端的海底地形。

本案之數值模式模擬規劃使用 POM 海洋模式，並規劃三層海洋模式，逐步縮小範圍、提高海洋數值模式至淡水沙崙海域(如圖 4-79、圖 4-80、圖 4-81)。圖 4-79 顯示第一層的數值模式範圍，此範圍以台灣為中心，包含台灣海峽與東部的黑潮流域，台灣海峽東側有一由南往北的沿岸流，此沿岸流易受到黑潮入侵台灣海峽南部影響，圖中顏色表示海表面水位，深藍色箭頭為表面流場，淺藍色箭頭為海表面風場，第一層海洋模式解析度約為 10 公里×10 公里的空間分佈，模式輸出每天的平均流場與海表面高度，作為第二層模式的邊界條件。圖 4-80 顯示第二層的數值模式範圍、海表面高度、表面流場、風場，範圍包含台灣西北部海域，模式解析度約為 5 公里×5 公里，模式輸出每 3 小時，圖中顏色表示海表面水位，深藍色箭頭為表面流場，淺藍色箭頭為海表面風場。圖 4-81 顯示第三層的模式範圍，海表面高度、表面流場、風場，範圍包含台灣西北部海域，圖中顏色表示海表面水位，黑色箭頭為表面流場。由於淡水沙崙海灘的範圍較小，僅約 1 平方公里，因此在範圍模式解析度的設置為外海 5 公里×5 公里，淡水沙崙內部 100 公尺×100 公尺，並透過線性耦合的方式，計算外部的水體運動與淡水沙崙海灘的水體運動。

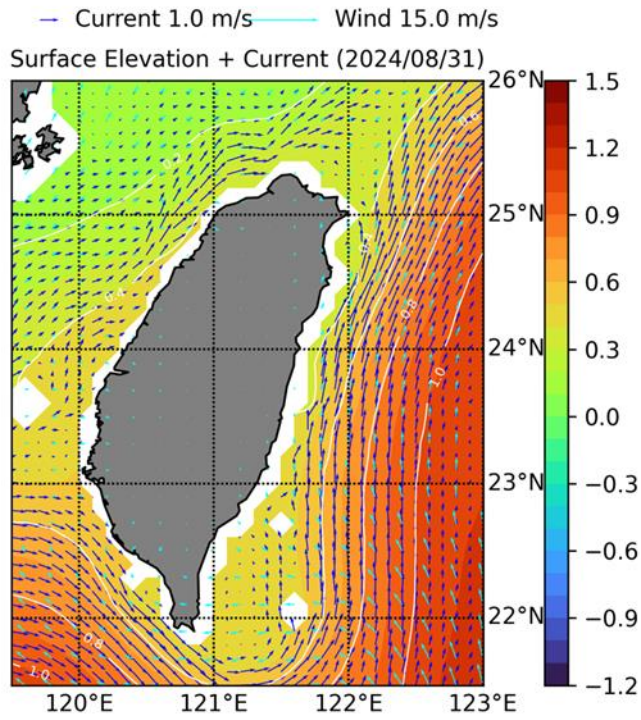


圖 4-79 第一層數值模式範圍

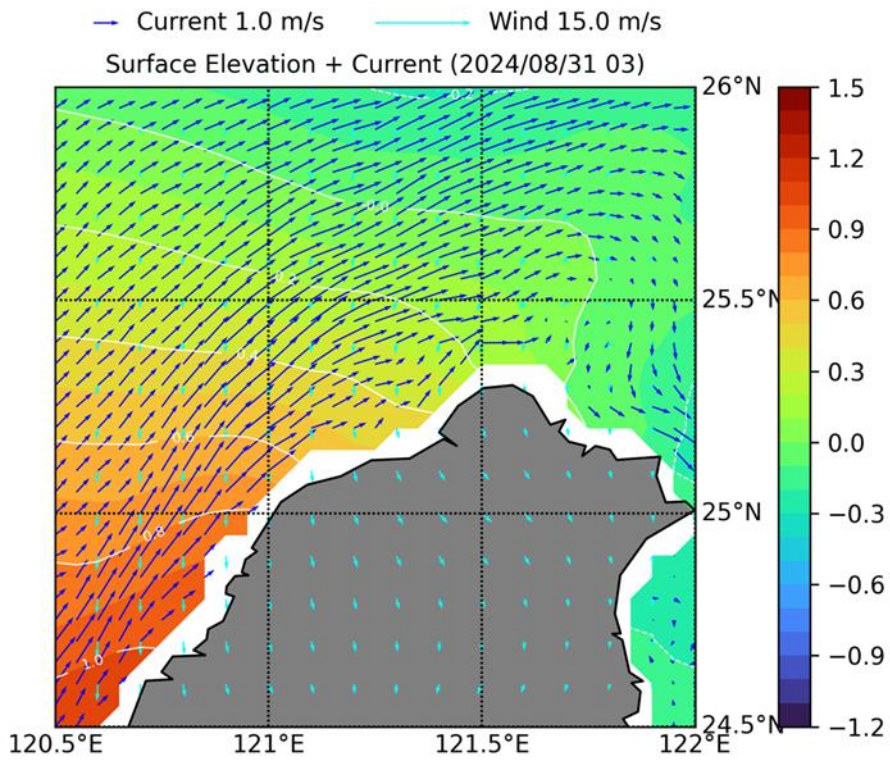


圖 4-80 第二層數值模式範圍

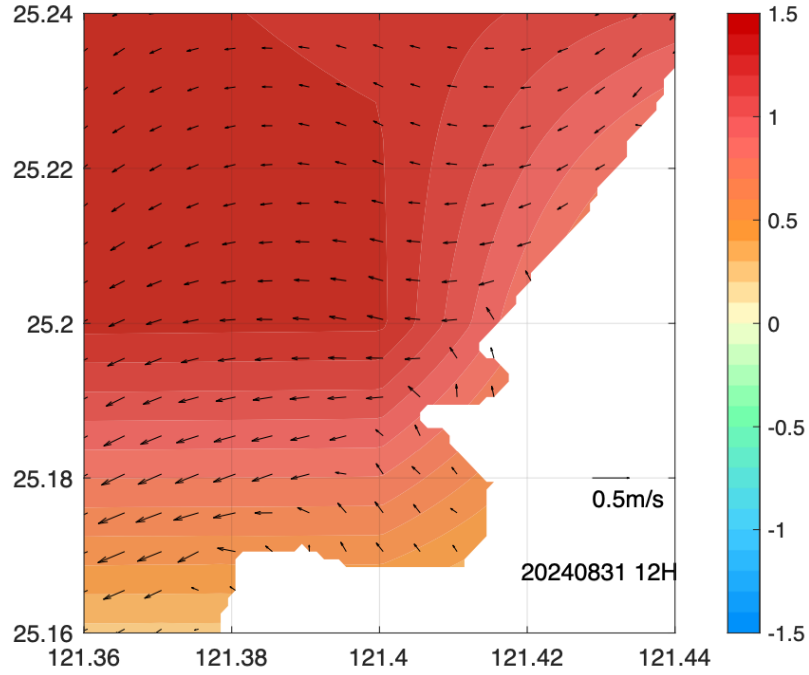


圖 4-81 第三層數值模式範圍

貳、數值模式外部驅動力

本計畫之海洋數值模式建置旨在於解析淡水沙崙海域於 2024-2025 年四季之流況。海洋模式的主要驅動力為表層風應力，第一及第二層之海洋模式範圍較大，我們採用全球預報風場(Global Forecast System, GFS)風場之資料，此風場為美國國家氣象局所提供之每日模擬預報風場，其空間解析度為 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ (~50 公里)，並提供每日 14 天之預報風場，作為驅大範圍流場之主要風場。而淡水沙崙海灘之範圍較小，第三層之海洋模式採用接近即時(Near Real Time)之全球風場資料，此風場為歐洲 Copernicus 海洋資料庫提供，空間解析度為 $0.125^\circ \times 0.125^\circ$ (~13 公里)。我們依照模式網格，將兩個風場資料內插至模式所需之空間網格，左為三層海洋模式之表面風場驅動力。

除了海表面風場，台灣海峽內的水體運動的另一個主要的驅動作用為潮汐運動。我們採用由美國俄勒岡州立大學(Oregon State University)提供之全球潮汐模式(TPXO Global Tidal Model)，在此海洋模式中加入共 25 種潮汐資訊，而影響台灣海峽及周邊海域之潮汐主要為半日潮及全日潮中之四個分潮(M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1)。圖 4-82 為第一層海洋模式之半日潮(M_2)在 12 個小時內的變動過程。從圖 4-83 可以看出此潮汐的變動自台灣東北方進入台灣海峽，在台灣海峽達到最高點後，往南中國海方向退去。

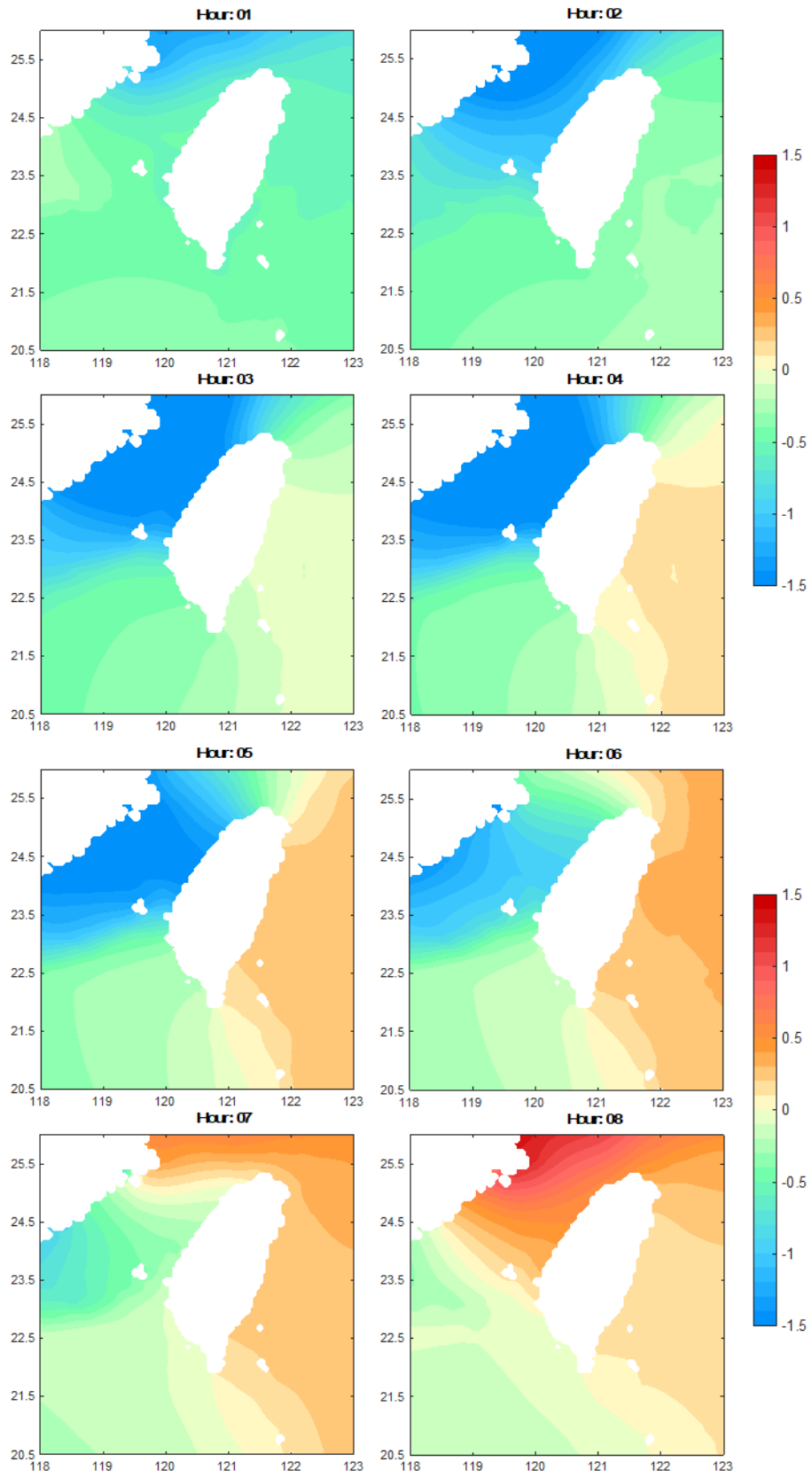


圖 4-82 台灣周邊海域 12 小時區間半日潮(M2)的潮汐水位變化

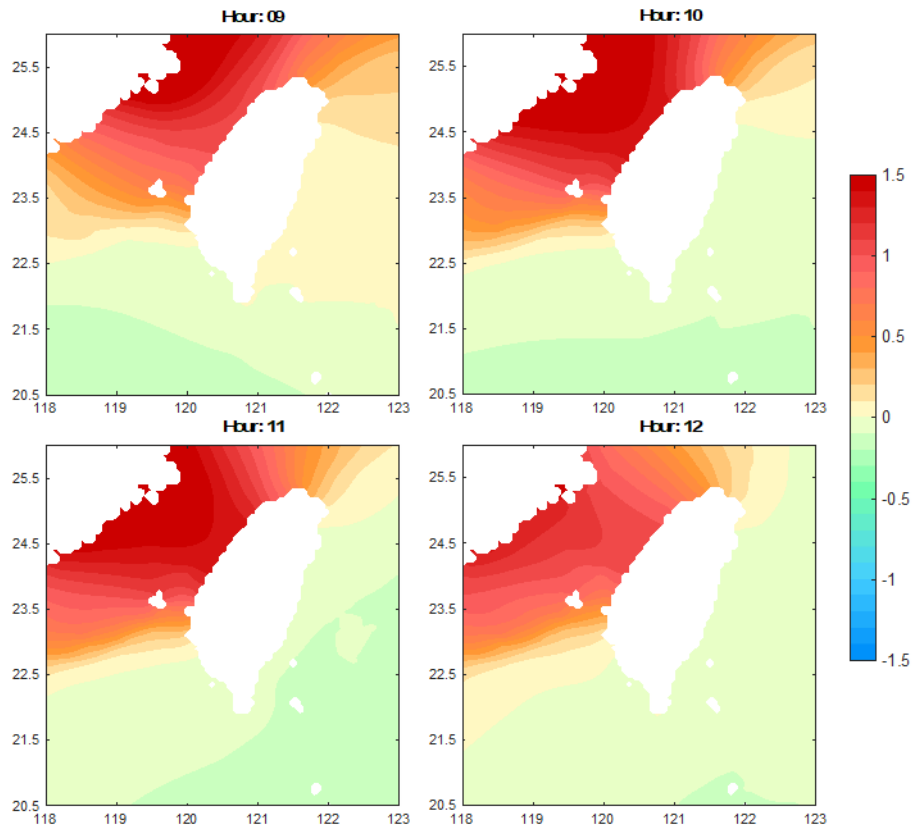


圖 4-83 台灣周邊海域 12 小時區間半日潮(M2)的潮汐水位變化(續)

參、數值模式在淡水沙崙海域結果

圖 4-84 顯示依據現場掃測之海底地形內差至 20 公尺水平解析度之地形示意圖，圖 4-84 上之黑點為模式之流場點位。由於此淡水沙崙之大部分水深皆小於 10 公尺。為探討海洋模式之流場結果與現場觀測之差異，我們擷取第三層模式在淡水沙崙海灣外部之點位(圖 4-84)，此位置約位於現場海流掃測之中間位置，且水深約介於 9-10 公尺間，遠離海洋模式的邊界海域、淡水沙崙之淺灘海域。

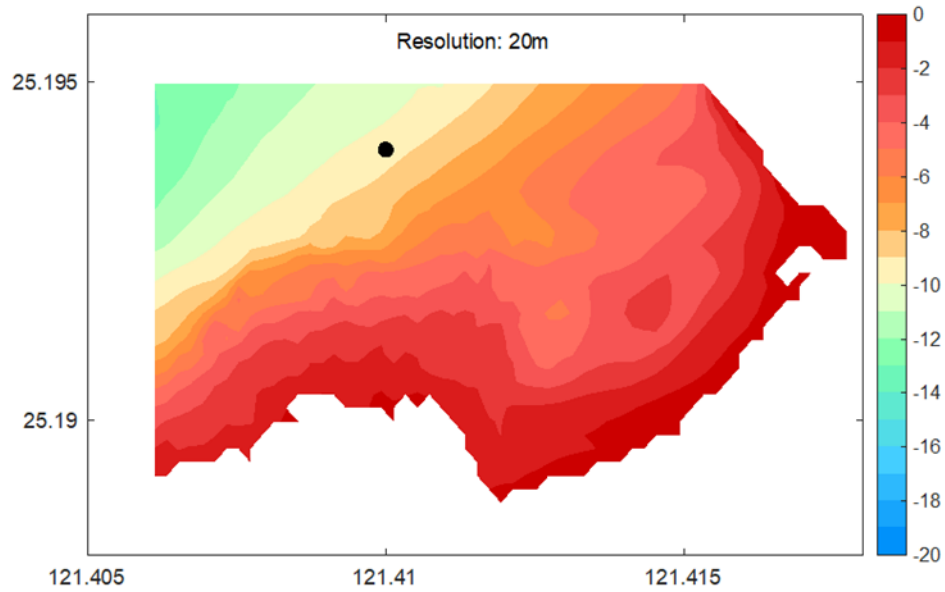


圖 4-84 海洋模式使用之淡水沙崙地形與流速時間序列點位

圖 4-85 至圖 4-88 分別為四季(夏季、秋季、冬季、春季)海洋模式在圖 4-84 流場點位 U 方向及 V 方向海流變化，U 方向海流以紅色線表示、V 方向海流以藍色線表示、以及海流流速則以黑色線為代表。圖 4-85 為夏季海流變化，模擬時間自 2024 年 08 月 16 日 00 時至 2024 年 08 月 30 日 00 時、圖 4-86 為秋季海流變化，模擬時間自 2024 年 09 月 01 日 00 時至 2024 年 09 月 20 日 00 時、圖 4-87 為冬季海流變化，模擬時間為 2025 年 02 月 12 日 00 時至 2025 年 03 月 2 日 00 時、圖 4-88 為春季海流變化，模擬時間為 2025 年 04 月 30 日 09 時至 2025 年 05 月 16 日 15 時，四段模擬的時間分別與 ADCP 放置的夏季、秋季、冬季、春季一致。圖 4-85 夏季之流速時間序列顯示此海域的水體變動明顯受到潮汐的影響，流速的變化呈現半日潮的變動趨勢，在一日內有兩次高值與兩次低值，此外，在 08 月 17 日 00 時至 8 月 22 日 00 時之間，該點位的潮位正逐漸從小潮轉變至大潮，流速的變動幅度逐漸增大，在 08 月 22 日之後，該點位的潮汐逐漸從大潮轉變至小潮。圖 4-86 秋季流速時間序列顯示在 09 月 01 日 00 時至 09 月 20 日 00 時之間，該點位的潮汐則逐漸由大潮轉變為小潮，在 09 月 11 日前後流速達到最低點，並逐漸轉變為大潮，海洋模式在此點位之流速時間序列顯示夏季與秋季 V 方向之變動幅度與速度的變動幅度較為接近，表示沙崙海域在夏季與秋季的流向主要為 V 方向流。圖 4-87 冬季流速時間序列顯示在 2 月 14 日 00 時至 2 月 18 日 00 時此點為潮汐逐漸從小潮轉變至大潮，流速變動幅度增大，並在 2 月 18 日 00 時之後，該點位的潮汐從

大潮轉變至小潮，在 2 月 23 日 00 時流速位於最低點，隨後此點位逐漸轉為大潮。海洋模式在此點為之流速時間序列圖顯示冬季 U 方向之變動幅度與速度之變動幅度較為接近，代表沙崙海域於冬季的流向主要為 U 方向。圖 4-88 春季流速時間序列顯示 04 月 30 日 09 時從大潮轉至小潮，並在 05 月 09 日開始從小潮轉變至大潮，海洋模式在點位顯示春季 V 方向變動幅度與流速變動幅度較為接近，沙崙海域春季海流流項主要為 V 方向移動。

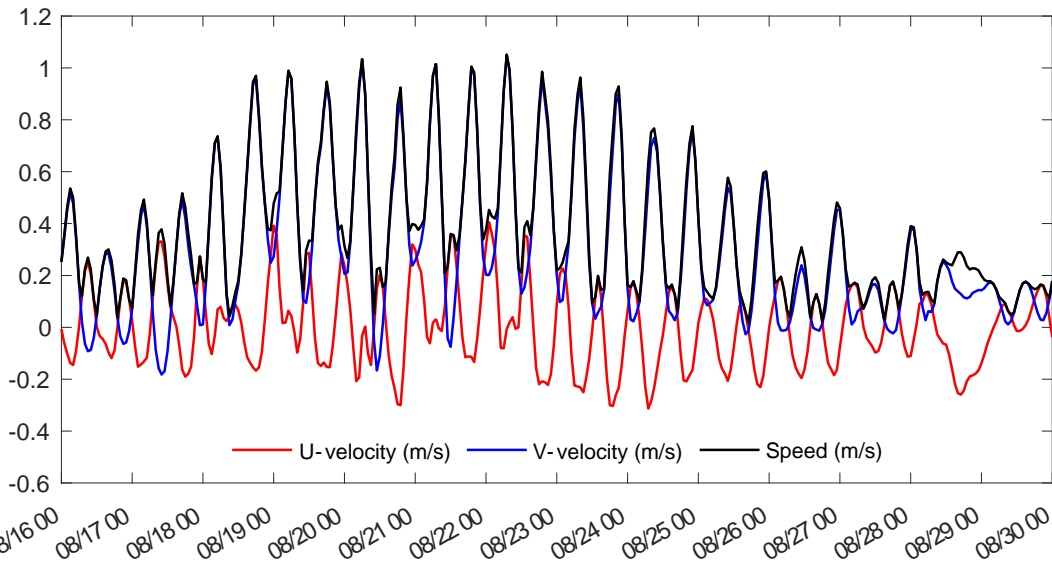


圖 4-85 海洋模式於淡水沙崙海灘(圖 4-84 黑點)的表層海流流向變化(夏季)

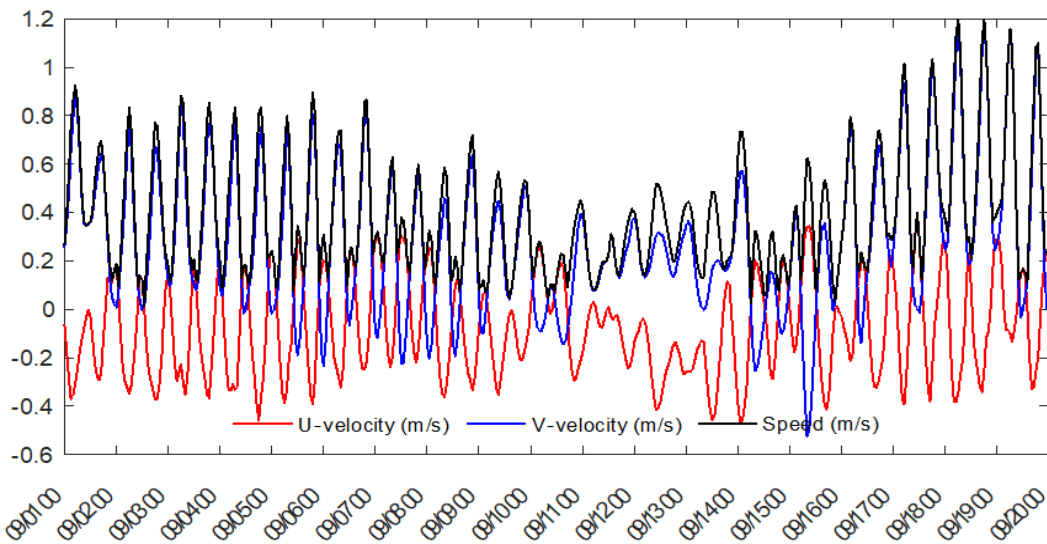


圖 4-86 海洋模式於淡水沙崙海灘(圖 4-84 黑點)的表層海流流向變化(秋季)

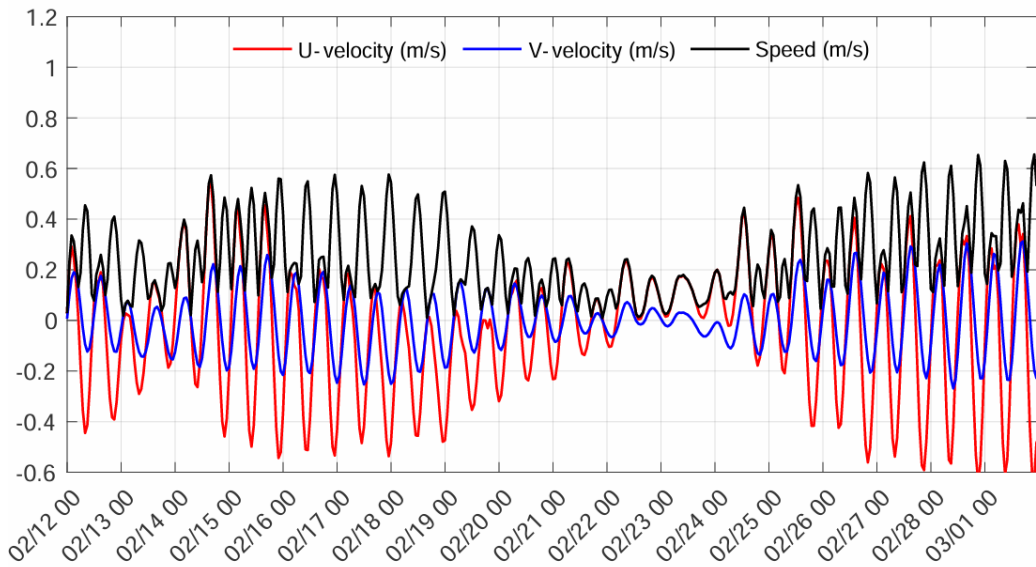


圖 4-87 海洋模式於淡水沙崙海灘(圖 4-84 黑點)的表層海流流向變化(冬季)

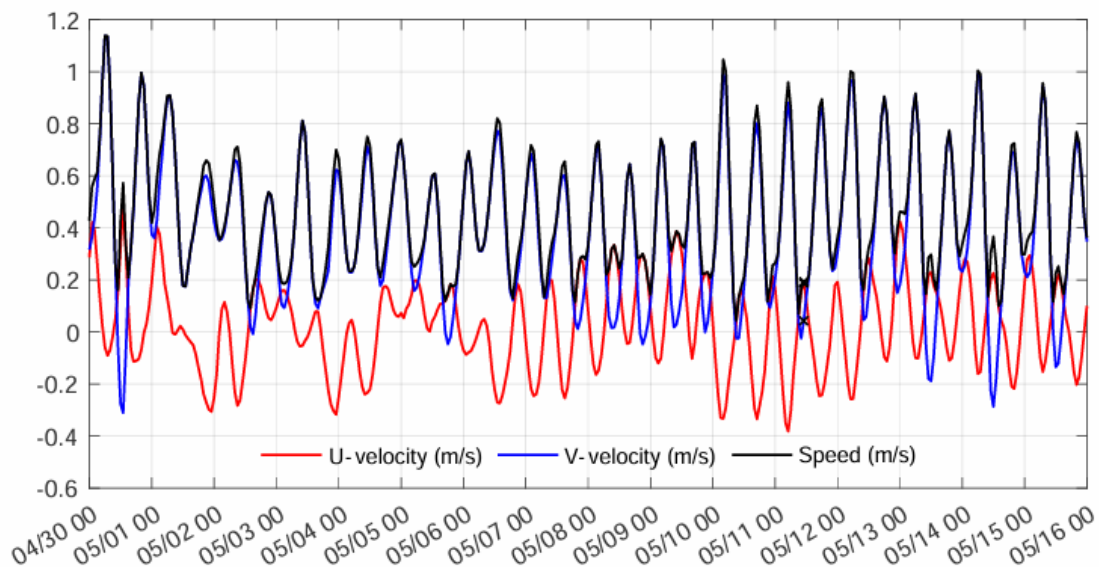


圖 4-88 海洋模式於淡水沙崙海灘(圖 4-84 黑點)的表層海流流向變化(春季)

運用 POM 海洋模式模擬本案計畫區域，其夏季模擬時段為 2024 年 08 月 16 日 00 時至 2024 年 08 月 30 日 00 時，由圖 4-89 之結果顯示夏季淡水沙崙海域之流速介於 0.25~0.45 m/s 之間且距離海岸愈遠流速愈快，流向大抵由南往北，將該海域之海洋模式資料進行統計如圖 4-90，發現此區域流速大於 0.2 m/s 發生次數最為頻繁，為模擬時段之 65%，其次為流速大於 0.4 m/s，佔模擬時段之 34%，流速大於 0.6m/s 為模擬時段之 19%，距離海岸愈遠，事件發生頻率逐漸增加。

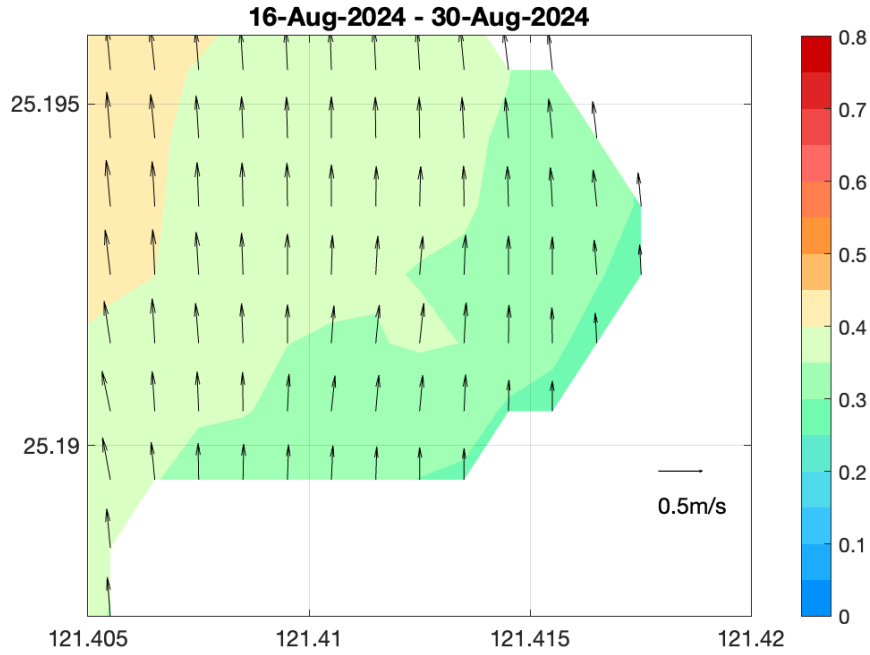


圖 4-89 夏季淡水沙崙海域之流速

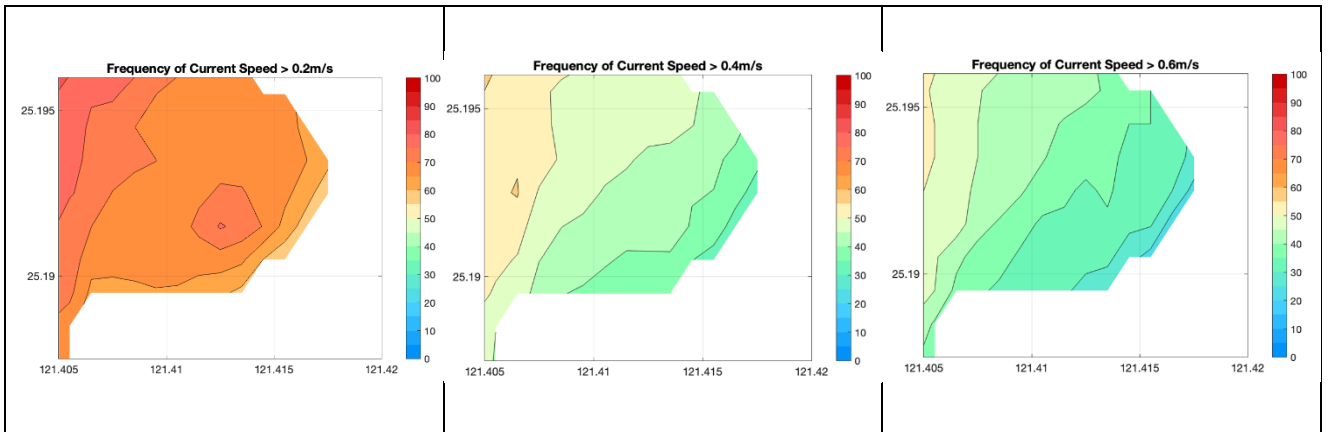


圖 4-90 海洋模式於淡水沙崙海域流速頻率分布(夏季)

圖 4-91 為秋季淡水沙崙海域海洋模式之流速模擬，模擬時間自 2024 年 09 月 01 日 00 時至 2024 年 09 月 20 日 00 時，其流速介於 0.25~0.5 m/s 之間且距離海岸愈遠流速愈快，流向大抵由南往北，將該海域之海洋模式資料進行統計如圖 4-92，發現此區域流速大於 0.2 m/s 發生次數最為頻繁，為模擬時段之 74%，其次為流速大於 0.4 m/s，佔模擬時段之 40%，流速大於 0.6 m/s 為模擬時段之 20%，距離海岸愈遠，事件發生頻率逐漸增加，相較於夏季，秋季之流速明顯增快。

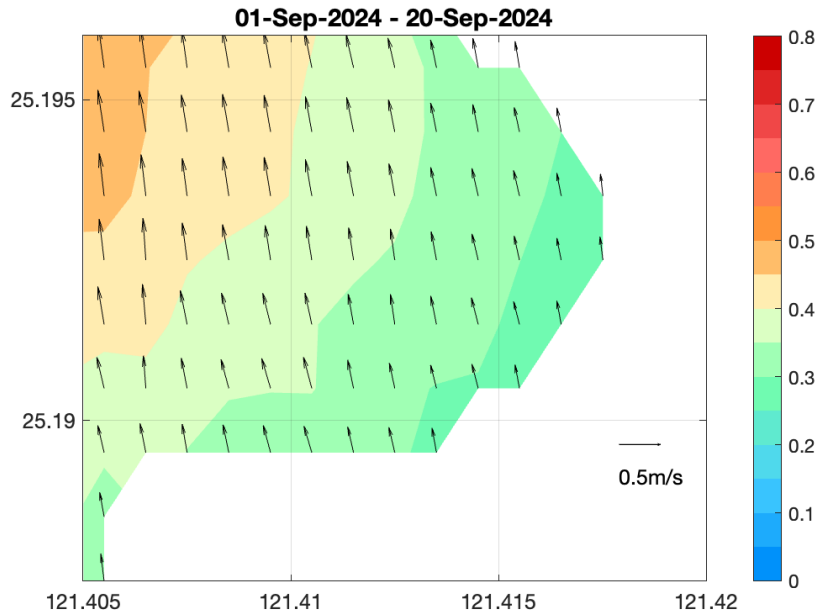


圖 4-91 秋季淡水沙崙海域之流速

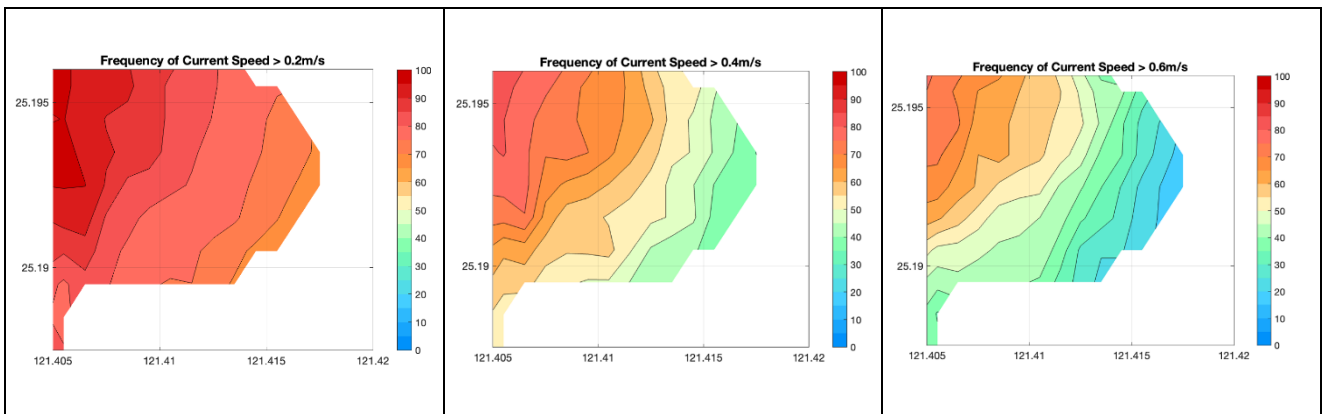


圖 4-92 海洋模式於淡水沙崙海域流速頻率分布(秋季)

圖 4-93 為冬季淡水沙崙海域海洋模式之流速模擬，模擬時間從 2025 年 02 月 12 日 00 時至 2025 年 03 月 2 日 00 時，冬季流速介於 0.22~0.27 m/s 之間，流向主要為由東往西，將沙崙海域冬季之海洋模式資料進行統計如圖 4-94，沙崙海域此區域流速大於 0.2 m/s 發生次數最為頻繁，為模擬時段之 77%，其次為流速大於 0.4 m/s，佔模擬時段的 55%，而流速大於 0.6 m/s 為模擬時間之 24%。根據圖 4-94 冬季結果顯示距離海岸越遠，流速頻率越高，冬季流速頻率較高的部分相較於夏季與秋季範圍較大。

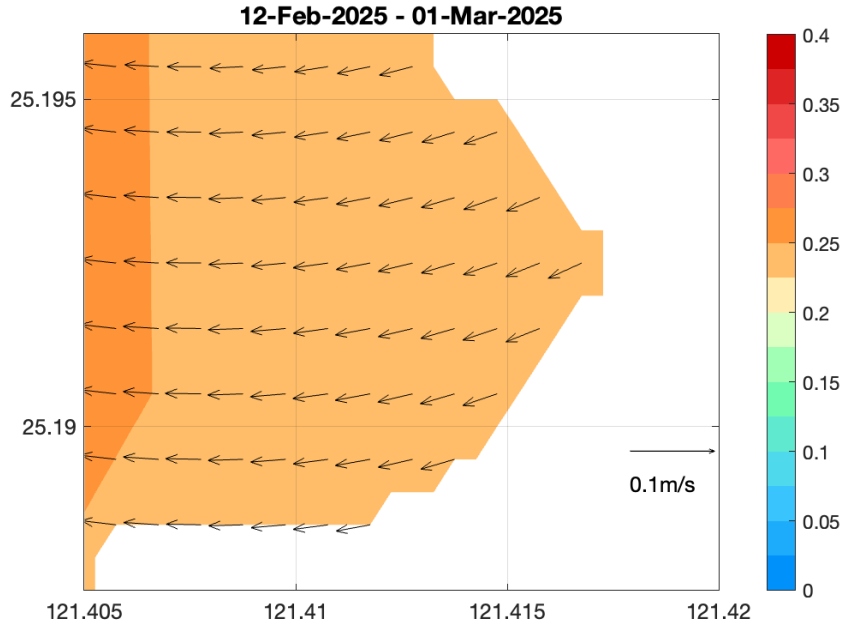


圖 4-93 冬季淡水沙崙海域之流速

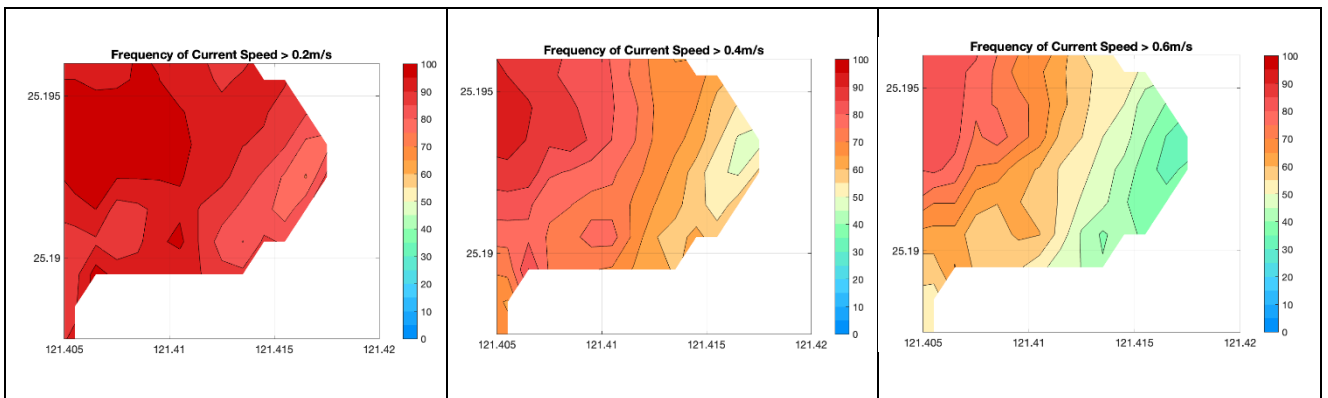


圖 4-94 海洋模式於淡水沙崙海域流速頻率分布(冬季)

圖 4-95 為春季淡水沙崙海域海洋模式之流速模擬，模擬時間為 2025 年 04 月 30 日至 2025 年 05 月 16 日 15 時，春季流速介在 0.3~0.6 m/s 之間，流向主要由南往北，海洋模式中沙崙海域的春季資料統計結果如圖 4-96，沙崙海域流速大於 0.2 m/s 發生次數最為頻繁，為模擬時段之 87%，其次為流速大於 0.4 m/s，佔模擬時段的 53%，而流速大於 0.6 m/s 為模擬時間之 28%。根據圖 4-96 模式春季結果顯示，沙崙海域距離海岸越遠，流速頻率越高，在流速大於 0.4m/s 條件下，相較於離岸之海域，沙崙海域靠近海岸流速頻率較低。

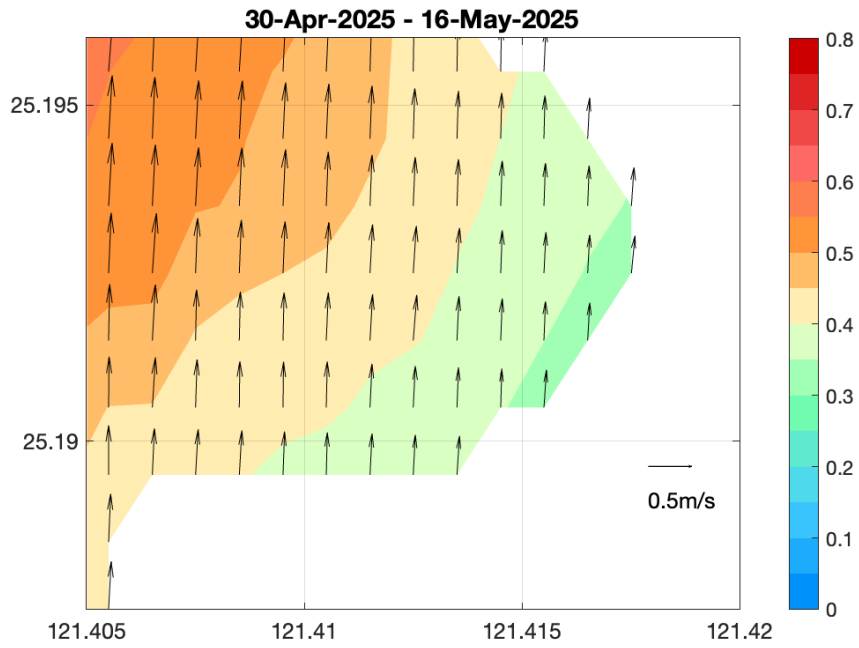


圖 4-95 春季淡水沙崙海域之流速

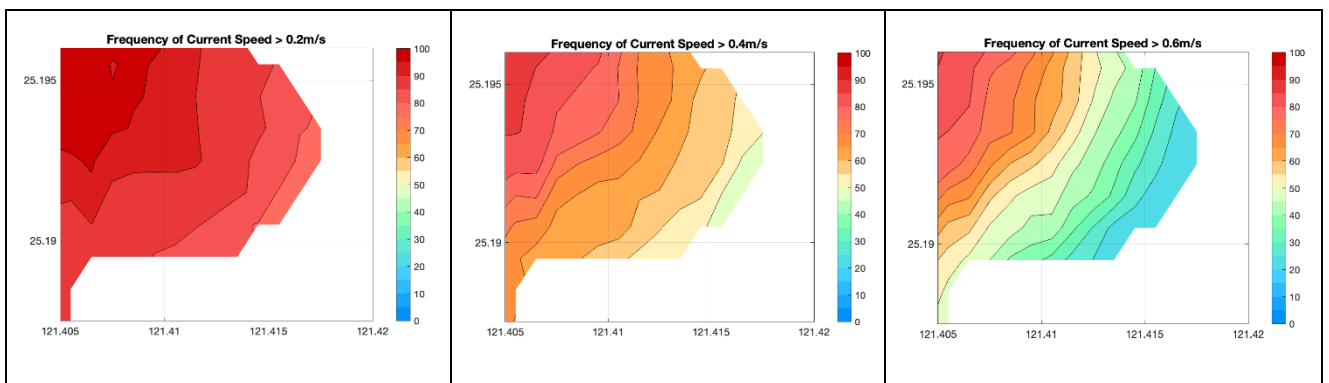


圖 4-96 海洋模式於淡水沙崙海域流速頻率分布(春季)

第五節 數值模擬參數率定與觀測資料驗證

確立數值模式模擬結果，將期中報告夏季、秋季模擬結果納入，共四季每季 15 天合計 60 天，以數值模式模擬沙崙海域並與觀測流場驗證，透過比對沙崙海域的實測資料與數值模式的模擬結果，評估模式在不同季節的準確性，利用相關係數來檢驗模式結果的可靠性，以相關係數為 ± 0.3 之間(即 0.3 至-0.3 之間)為低度相關，相關係數為 $\pm 0.3-0.6$ 之間(即介於 0.3 至 0.6、-0.3 至-0.6 之間)為中度相關，而相關係數為 $\pm 0.6-0.9$ 之間(即介於 0.6 至 0.9、-0.6 至-0.9 之間)為高度相關，相關係數為 ± 1 為完全相關。

圖 4-97、圖 4-98、圖 4-99 及圖 4-100 分別為夏季(2024/08/16 07 時-2024/08/31 00 時)、秋季(2024/09/01 00 時-2024/09/20 00 時)、冬季(2025/02/12 12 時-2025/03/01 00 時)以及春季(2025/04/30 09 時-2025/05/16 15 時)實測資料與海洋模式流速時間序列圖，藍色線為模式資料之流速、黑色線為實測資料之流速、以流速為 0.4 m/s 為標準以紅色線為代表。

圖 4-97 為夏季流速結果，顯示實測資料流速介於 0.2 至 0.8 m/s 之間，模式資料流速則介於 0.2 至 1 m/s 之間，模式資料在流速較低時，與實測資料較為接近，在 8 月 19 日至 8 月 25 日模式流速相較實測資料稍大，模式資料與實測資料的流速相關係數為 0.17，為低度相關。圖 4-98 為秋季流速結果，實測資料流速介於 0.2 至 0.6 m/s 之間，模式流速則為 0.2 至 0.8 m/s 之間，模式流速較低時與實測資料流速較為相近，而模式流速位於峰值時，能與實測資料峰值對應至相同位置，模式資料與實測資料流速的相關係數為 0.13，為低度相關。

圖 4-99 為冬季流速結果，實測資料流速介在 0.2 至 1 m/s 之間，模式流速介於 0.2 至 1 m/s 之間，冬季模式流速與實測流速在時間序列上，皆顯示相似流速值，模式資料與實測資料流速的相關係數為 0.48，為中度相關。圖 4-100 為春季流速結果，實測資料顯示流速介在 0.2 至 0.8 m/s 之間，模式流速介在 0.2 至 1.2 m/s 之間，春季模式流速相較於實測流速較大，模式流速的峰值位置能對應到實測流速峰值位置，模式資料在流速 0.8 m/s 時，與實測資料結果較為相近，模式資料與實測資料流速的相關性為 0.41，為中度相關。然，數值模擬模式受近岸地形效應及複雜的水動力系統影響，導致模式結果與觀測結果資料相關性程度較低。本模式仍有捕捉到沙崙海域的水地運動受潮汐影響的影響，如大潮與小潮所引起之潮流變化趨勢等，顯示沙崙海域水體受潮汐影響為

主，而此模式所重現潮汐變動，應足以作為此海域主要流況之參考。

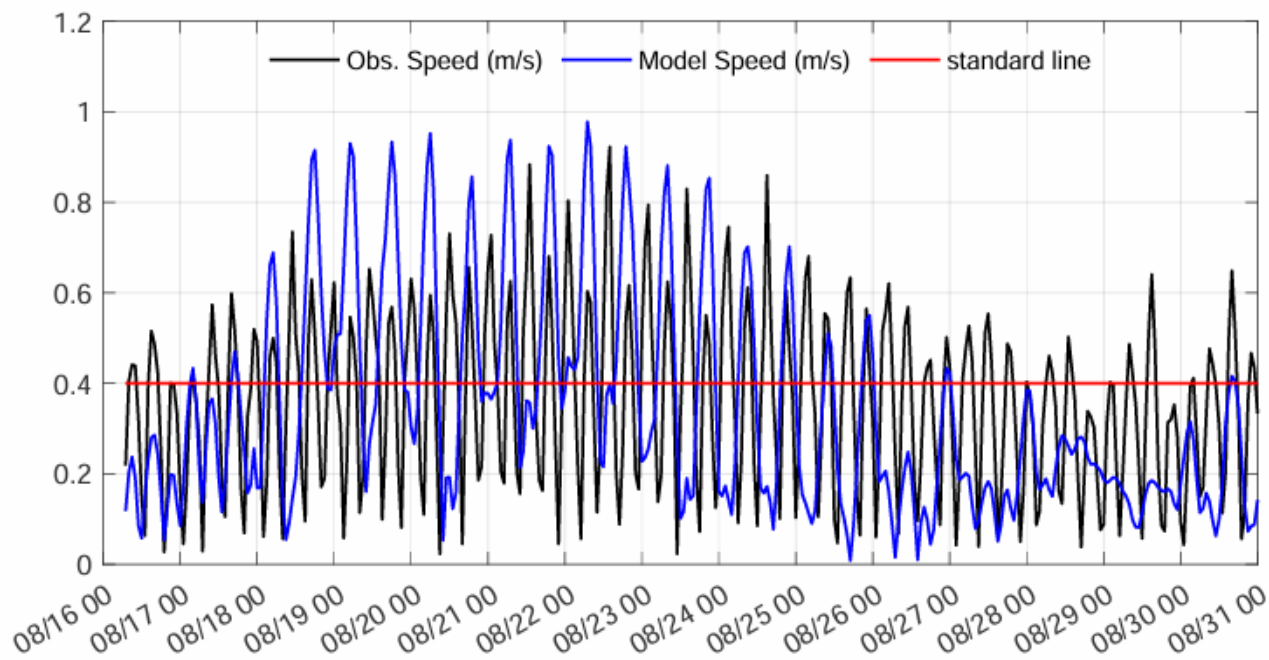


圖 4-97 夏季(2024/08/16-2024/08/31)實測資料與海洋模式資料流速時間序列圖

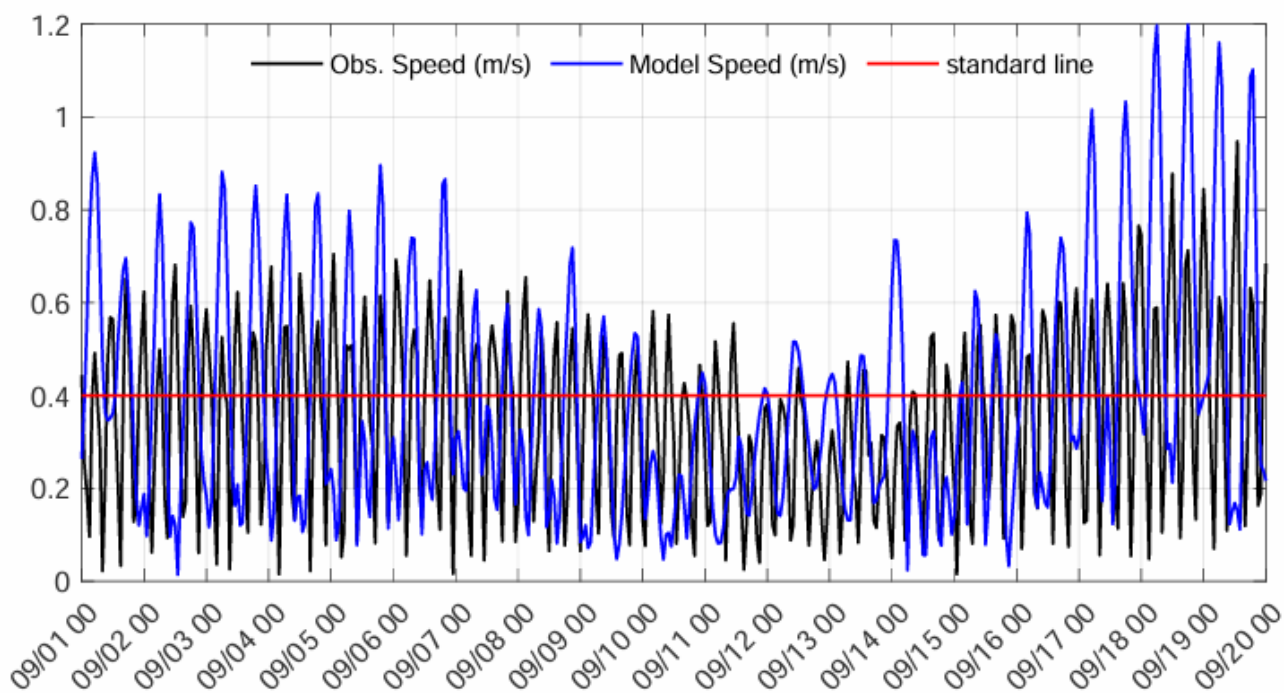


圖 4-98 秋季(2024/09/01-2024/09/20)實測資料與海洋模式資料流速時間序列圖

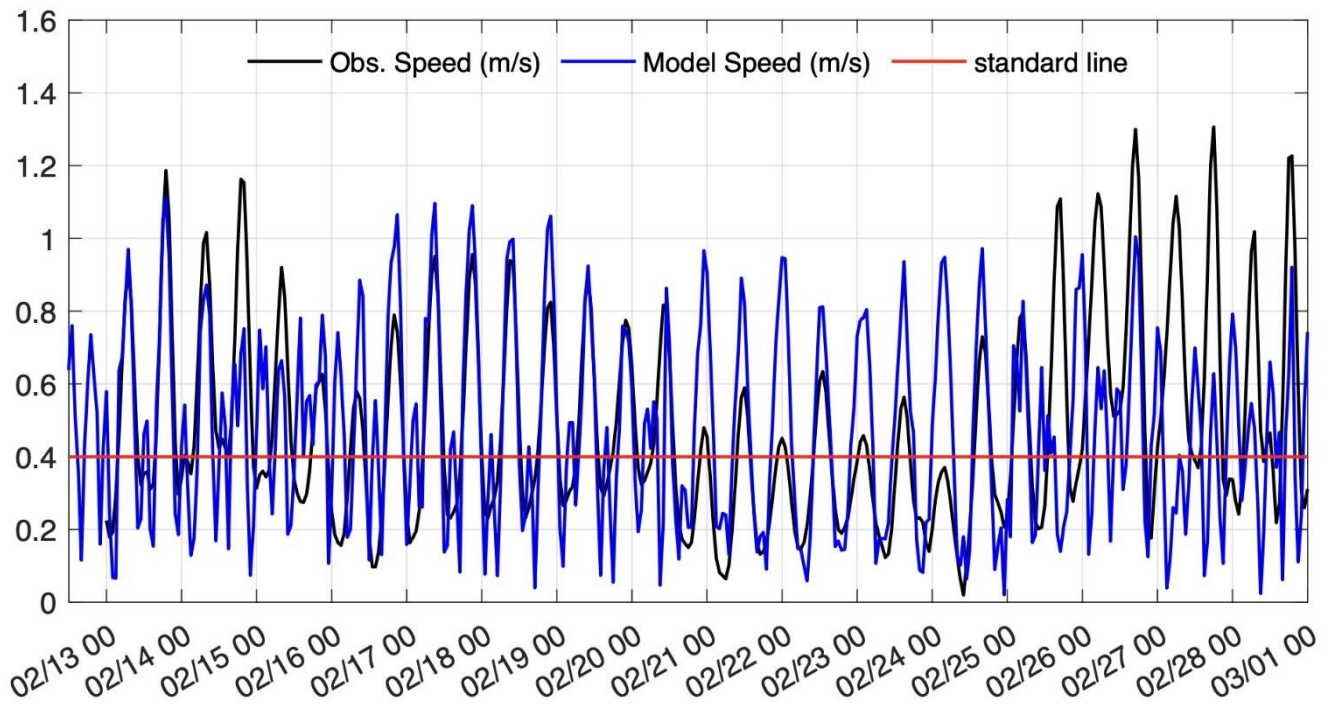


圖 4-99 冬季(2025/02/12-2025/03/01)實測資料與海洋模式資料流速時間序列圖

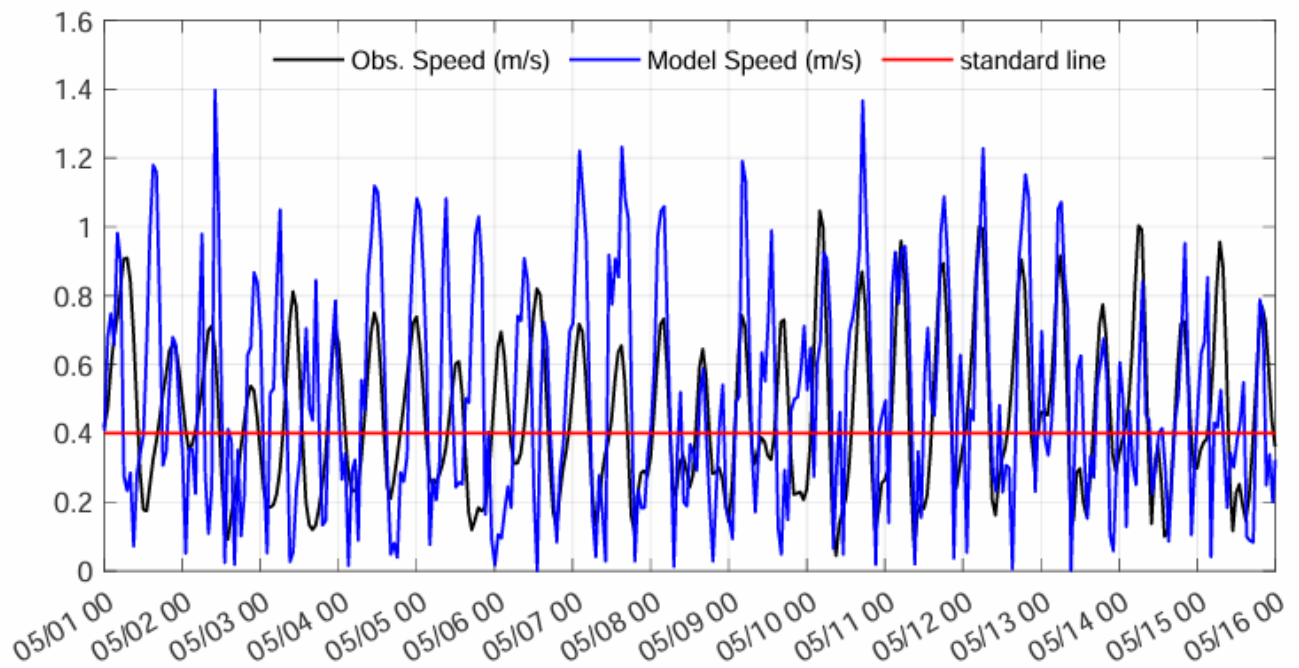


圖 4-100 春季(2025/04/30-2025/05/16)實測資料與海洋模式資料流速時間序列圖

本計畫透過觀測資料與數值模式結果，比較計畫區域於不同季節下之流速與潮汐特性，並分別從潮汐主導時間尺度（主要週期）與流速行為特徵（極值）兩個面向進行整體評估，以檢驗模式模擬結果與實際流場之吻合程度。

由表 4-16 潮汐週期分析結果顯示，四季觀測資料之主要潮汐週期皆穩定為 12.42 小時，清楚反映研究區域全年受半日潮所主導之潮汐特性。數值模式於各季節所模擬之主要週期亦皆落於 12.35 - 12.48 小時之間，與觀測結果高度一致，絕對誤差約為 4 分鐘。此結果顯示，數值模式能準確掌握研究區域之主要潮汐時間尺度，並成功再現潮汐對流場變化之主導作用。進一步比較流速極值，由表 4-17 可知，數值模式於四季中皆能模擬出與觀測結果相近量級之流速極值，且其季節變化趨勢與觀測資料一致。雖然於部分季節仍存在一定之絕對誤差，但整體誤差量級相對於流速變化幅度而言仍屬合理範圍，顯示模式所模擬之流速行為仍主要受潮汐機制所控制。特別是在冬季條件下，模式與觀測之流速極值差異最小，進一步佐證在潮汐主導且流場相對穩定之情況下，模式對流速變化之再現能力良好。

綜合潮汐週期與流速極值之分析結果可知，計畫區域之流速行為與潮汐特性之間具有高度一致性，而數值模式能合理反映此一物理關係。整體而言，本模式不僅成功掌握主要潮汐時間尺度，亦能再現由潮汐所驅動之流速變化特徵，顯示其在描述計畫區域潮汐主導流場方面具備良好之可靠性與應用潛力，適合作為後續相關流場分析與模擬研究之基礎。

表 4-16 觀測結果與模型結果潮汐週期之比較

季節	觀測主要週期 (hr)	POM 模式主要週期 (hr)	絕對誤差(hr)
春季	12.42	12.42	0.00
夏季	12.42	12.48	0.06
秋季	12.42	12.35	0.07
冬季	12.42	12.48	0.06

表 4-17 觀測結果與模型結果之誤差分析

季節	觀測流速極值(m/s)	POM 模式流速極值(m/s)	絕對誤差(m/s)
春季	1.3580	1.1384	0.2196
夏季	0.9220	1.0509	0.1289
秋季	0.9770	1.1979	0.2209
冬季	1.2610	1.3060	0.045

第六節 海域開放可行性評估之建議

壹、結果分析

據前述淡水沙崙海域海象觀測統計結果，本計畫海域夏季觀測期間風向較為紊亂，風速約 5 m/s 內，海流流速主要範圍為 0.2~0.4 m/s，海流流向介在 NE~ENE；秋季觀測期間風向較為集中，風速約為 7 m/s 內，海流流速主要範圍為 0.4~0.6 m/s，海流流向主要為 WSW；冬季觀測期間之風向較秋季集中，風速約為 7 m/s 內，海流流速主要範圍為 0.4~0.6 m/s，海流流向主要為 ENE；春季觀測期間風向與秋季相似，風速則多落於 6 m/s 以內，海流流速主要範圍為 0.4~0.6 m/s，海流流向為 NE。

據觀測分析結果，本計畫海域之海流以潮流往復運動為主，漲退潮流流向大抵為東北往西南西方向運動，漲潮期間流向大抵為向岸方向運動，近岸部分則是為沿岸方向運動，退潮流向大抵為東北往西南方向運動，然於近岸區域有流向之轉變，大抵為西南西往東北東方向運動。夏季觀測期間(113.08.16-08.31)之波浪，主要波高測得範圍為 0.5-1.0 m，主波向為 WNW 向，次要波向為 NNW，平均示性波高為 0.39 m，最大示性波高為 1.21 m(於 113/08/22 14:00 測得)，對應波向為 W 向。秋季觀測期間(113.09.01-09.20)之波浪，主要波高測得範圍為 0.5-1.0 m，主波向為 NNW 向，次要波向為 N 向，平均示性波高為 0.44 m，測期最大示性波高為 1.51 m(於 113/09/14 21:00 測得)，對應波向為 NNW 向。冬季觀測期間(114.02.12-03.01)之波浪，主要波高測得範圍為 1.0-1.5 m，主波向為 N 向，次要波向為 NNW 向，平均示性波高為 1.15 m，測期最大示性波高為 2.77 m(於 114/02/13 04:00 測得)，對應波向為 NNW 向。春季觀測期間(2025.04.30~05.16)之波浪，主要波高測得範圍為 0.5~1.0 m，主要波向為 NW 向，次要波向為 NNW 向，平均示性波高為 0.39 m，全時段最大示性波高為 1.77 m(於 114/05/11 16:00 測得)，對應波向為 NNW 向。

據模擬分析結果，沙崙海域夏季之最大流速約為 1.05 m/s，秋季之最大流速約 1.20 m/s，冬季之最大流速約 1.09 m/s，春季最大流速約為 1.14 m/s，POM 海洋模式之模擬結果與現場量測之流速變動相似，且空間上的特徵顯示流況在近岸海域仍有機會高於 0.5 m/s，高流速海流出現頻率越往外海機率越高。

鑑於遊憩安全與風險評估之考量，以評估沙崙海域開放可行性。綜合現場測量與數值模擬之成果彙整如表 4-18 與表 4-19，研議本計畫海域合適之水域遊憩活動。

表 4-18 儀器測量結果彙整表

	夏季實測結果	秋季實測結果	冬季實測結果	春季實測結果
流速 (m/s)	> 0.4 (55.2%)	> 0.4 (54.5%)	> 0.4 (55.5%)	> 0.4 (57.8%)
示性波高(m)	0.39	0.44	1.15	0.39
示性週期(sec)	4~5	5~6	5~6	4~5

表 4-19 數值模擬結果彙整表

	夏季模擬結果	秋季模擬結果	冬季模擬結果	春季模擬結果
流速 (m/s)	> 0.4 (34%)	> 0.4 (40%)	> 0.4 (55%)	> 0.4 (53%)
示性波高(m)				
示性週期(sec)				

貳、國內同性質海域之優劣分析

臺灣四面環海，擁有1,566公里的海岸線，是發展海洋休閒運動的最佳環境。透過有效利用海洋資源，可創造遊憩價值，推動海域休閒運動普及化。海岸遊憩資源不僅滿足民眾觀光需求，也是海域活動發展的重要基礎。

東北角海岸國家級風景區位於新北市與宜蘭縣交界，涵蓋瑞芳、貢寮及頭城，海岸線全長約66公里，景色優美，擁有奇岩地形與壯麗海景，是北台灣重要旅遊區域。北海岸東起三貂角，西至淡水河口，海岸線長約85公里，濱線144公里，呈現岬灣交錯地形。山地與海岸線相交，形成岩石海岸，僅在海灣與河口處有零星狹窄沙灘。主要岬角有麟山鼻、富貴角、金山岬等；主要海灣則包括白沙灣、金山海灘、福隆鹽寮海灘等，風景區內設有管理處，負責南雅、鼻頭角、龍洞灣等多個景點的規劃與建設，吸引大量遊客。

海域遊憩活動發展可分為陸域與海域兩大類，根據水域活動的空間及地點進行劃分，活動內容包括衝浪、獨木舟、風浪板、浮潛及潛水等，深受遊客喜愛。北海岸是國民旅遊的熱門地區，如：白沙灣海濱浴場、萬里區的翡翠灣等地均為觀光與休閒娛樂的理想場所。海域意外事件的發生原因，除了受到惡劣自然環境的影響外，民眾對水域環境的不熟悉，以及缺乏活動安全觀念等人為因素，也是造成事故的潛在原因。

本計畫的海岸調查旨在了解進行海域遊憩活動時，需掌握的地質、水文特徵及安全設施現況。國內的307處海灘中，以台東縣海灘數量最多，有44處。全國海灘的平均長度為1.89公里，其中以花蓮縣的七星潭海灘13,100公尺為最長，平均海灘寬度為72.9公尺；最寬的是高美濕地海灘（1,430公尺）。北部海灘的平均坡度為53%，中部為22%，南部為21%，東部為27%，外島（澎湖）則為77%。其中，連江縣西引東澳海灘的坡度最大，達223%；另外，坡度低於千分之一的海灘多集中在西部，如高美濕地等濕地海灘。關於海灘粒徑分布，北部多為細沙構成的常態型斜坡海灘，中部則以淹沒型海灘（潮間帶）為主，底質以泥為主，南部大多是高純度的細沙海灘，東部則以粗砂或礫石為主。離島地區如金門、連江縣以細沙海灘為主，澎湖則存在粗沙、礫石及卵石等多樣化的海灘形態彙整如表4-20所示。

表 4-20 國內海灘型態表

	北部	中部	南部	東部	離島 (澎湖/連江縣)
坡度	53%	22%	21%	27%	77% / 223%
粒徑	細沙	泥	細沙	粗砂或礫石	粗沙、礫石及卵石/細沙

根據中國土木水利工程學會《全國海灘環境調查與安全評估》資料，新北市有25處進行風險評估。評估結果顯示，4處海灘屬高風險、10處為中度風險、9處為低風險、2處為極低風險，如表4-21，此風險計算方式是依照聯合國災難救難協調員辦事處之公式（風險=危害度×脆弱度），建立風險評估指標及因子，包含10項危險度及12項脆弱度因子，以海氣象特性、海岸環境、歷史災害、社會面指標、環境面指標、及遊客面指標等作為評估因子分析，這些風險評估結果透過地理資訊系統呈現於新北市各海岸段，如圖4-101，顯示淡水沙崙海域屬於中度風險。資料中分析風險較高的原因，主要涉及裂流、攻擊性生物、近岸海底坡度及歷史災害等因子，其中裂流發生機率約為30%。

新北市沙崙海域在海岸分類上屬於沙岸地形，過去的調查指出沙崙海域的潛在危險因子包含離岸流、暗流以及漩渦等。根據交通部中央氣象署(2022)資料，沙崙海域的海灘類型在夏季屬於低潮位階地(Low Tide Terrace, LTT)與沿岸沙槽/溝(Longshore Bar and Trough, LBT)型，秋季則為規律沙洲與海灘(Rhythmic Bar and Beach, RBB)搭配沿岸沙槽/溝型。這些特徵顯示沙崙海灘具有高裂流發生潛勢，屬於裂流易發的海灘類型。

此外，根據交通部中央氣象署(2023)的分析，沙崙地形相對平緩，在退潮時，近岸區域可能無海水覆蓋，而漲潮時，外海區域水深超過裂流易發生的近岸碎波帶，進一步影響裂流的持續時間。因此，沙崙監測站所記錄到的裂流案例雖然頻繁，但持續時間通常較短。這些特性為未來沙崙海灘的安全管理和風險評估提供了重要參考依據。

當海域遊憩活動區域劃分風險等級後，管理策略應根據風險等級進行相應調整。可向民眾提供關於海域遊憩活動的風險資訊以及即時的海洋和氣象資訊，並針對高、中、低風險海域制定相應的管理策略，以提升海域遊憩活動的安全管理，減少事故發生的可能性，因此提出與沙崙海域地形與海氣象條件相似案例做探討。

表 4-21 新北市海灘海岸風險分級

	海灘數量
極低風險	2
低風險	9
中風險	10
高風險	4
極高風險	0
總計	25

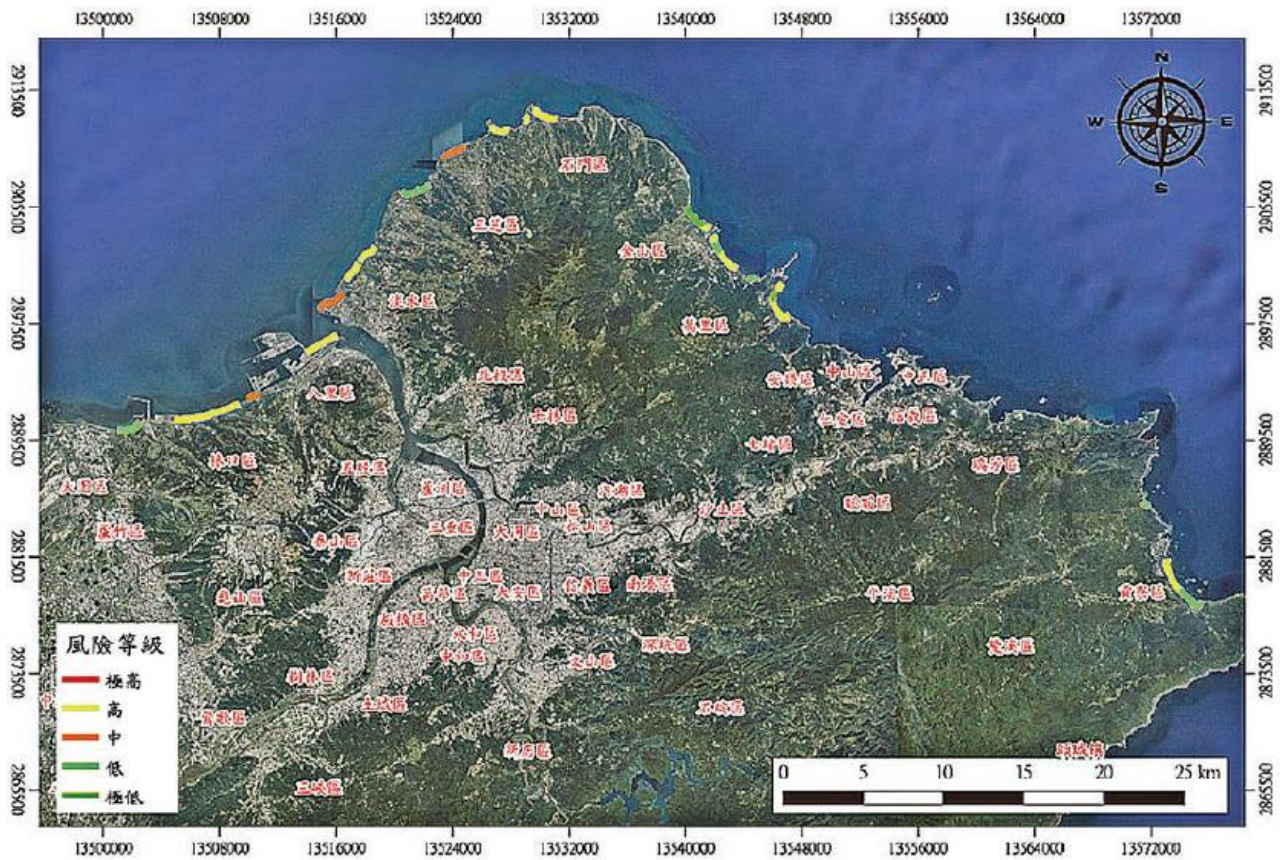


圖 4-101 新北市海灘海岸遊憩環境風險圖

(資料來源：全國海灘環境調查與安全評估，中國土木工程學會)

目前國內主要水域遊憩地點多半來自長期以來的民間經驗累積與活動實踐，在從事水域遊活動時，海域潛在危險因素可分為三個部分，分別為(一) 自然外力，包含強風、強浪、碎浪、潮汐變化等；(二) 人類行為，如參與者之身體與心理狀態、所選擇的遊憩活動等；(三) 地文環境則包括海底坡度、暗礁、突堤等，皆會相互作用影響海域從事遊憩活動，並彙整各地事宜從事水域遊憩活動之海象狀態以供評估參考，如表4-22。

表 4-22 各地事宜從事水域遊憩活動之海象狀態參考

水域範圍	適宜從事水域遊憩活動之海象狀態	水域活動項目
台北錫口碼頭、美堤碼頭、大佳碼頭、圓山碼頭	流速 0.53 m/s 以下。	獨木舟、立式划槳
台北雙溪碼頭	流速 0.65 m/s 以下。	獨木舟、立式划槳
台北社子島碼頭	流速 0.8 m/s 以下。	滑水板
北海岸及觀音國家風景區	平均風速 17.2 m/s 以下，浪高 6 公尺以下。(詳如備註)	衝浪、獨木舟、潛水、水上摩托車及立式划槳
桃園市轄內	平均風速 17.2 m/s 以下，浪高 6 公尺以下。(詳如備註)	風箏衝浪
台中大安海水浴場	平均風速 17.2 m/s 以下，浪高 6 公尺以下。(詳如備註)	沙灘戲水、衝浪及風箏衝浪
雲林台西海園海域、三條崙海域	平均風速 17.2 m/s 以下，浪高 6 公尺以下。(詳如備註)	風箏衝浪、衝浪、獨木舟、立式划槳及風浪板
台南馬沙溝	平均風速 13.9 m/s 以下，浪高 6 公尺以下。(詳如備註)	游泳、獨木舟、風浪板、立式划槳、水上摩托車及香蕉船
台南台江國家公園	平均風速 13.9 m/s 以下，浪高 6 公尺以下。(詳如備註)	獨木舟及立式划槳
高雄旗津海水浴場	平均風速 13.9 m/s 以下，浪高 6 公尺以下。(詳如備註)	游泳、衝浪、獨木舟、立式划槳及風浪板
屏東墾丁國家公園	平均風速 8.0 m/s 以下，浪高 1 公尺以下。	非動力型水域活動
台東杉原灣	平均風速 13.9 m/s 以下，浪高 6 公尺以下。(詳如備註)	游泳、獨木舟、立式划槳、衝浪、風浪板及風箏衝浪
花蓮鯉魚潭	平均風速 8.0 m/s 以下。	獨木舟、立式划槳及風浪板
花蓮縣和平溪口至七星潭	流速 0.5 m/s 以下，浪高 1.5 公尺以下。	游泳、風浪板、獨木舟及立式划槳
宜蘭濱海水域	流速 0.5 m/s 以下，最大流速超過 0.5 m/s 為高風險海域，浪高 1 公尺以下。	游泳
宜蘭龜山島	平均風速 17.2 m/s 以下，浪高 6 公尺以下。(詳如備註)	游泳、潛水、獨木舟及立式划槳
澎湖南方四島海域	流速 0.5 m/s 以下，流速 0.2-0.3 m/s 時應注意，浪高 0.5 公尺以下。	游泳

備註：各地方政府依《水域遊憩活動管理辦法》訂定公告，並參考中央氣象局發布的風速與浪高預報發布具體公告；此浪高係中央氣象局發布海上或陸上颱風警報為警戒區域時，預測平均風速達7級(13.9~17.1公尺/秒)或陣風達8級(17.2~20.7公尺/秒)以上,或浪高6公尺以上時，暫停禁止從事各項水域遊憩活動(預報發布數據因事件有所不同)。

本計畫參考《風險海域劃設與管理策略研擬》對全台57處海域遊憩景點，彙整環境特性、水域遊憩活動型態、海域危險因子及管理方式差異，並依地理位置區分為北部、中部、南部及東部地區，如表4-23至表4-30所示。

一、北部地區

(一)、基隆大武崙沙灘

基隆大武崙沙灘位於基隆安樂區，位於大武崙山旁，現有外木山沿海唯一的沙灘（監察院，2025）。沙灘坐落於大武崙漁港旁，由漁港防坡堤及周圍地形包圍，長約200公尺，是典型的沙岸地形，為目前基隆僅存的沙灘。為防止突堤效應所引起之沙灘流失，及路基掏空情形持續惡化，經專家評估後提出填沙養灘；大武崙沙灘屬開放型場域伴有離岸流。在大武崙沙灘主要以非動力型水域遊憩活動為主。

(二)、新北福隆海水浴場

新北福隆海水浴場位於新北市貢寮區，坐落於雙溪出海口，總長約3000公尺（國立成功大學，2020）。福隆海水浴場為金色石英沙沙灘，是雙溪河內河與外海交會處形成獨特的景觀，海灘面東北，右邊為河口地形有流，左邊為沙灘，沙灘分為內灘與外灘，內灘即為雙溪河口出海口處，其河面寬廣且水流平靜（陳文和，2015）。福隆海水浴場能進行水域活動項目，如香蕉船、游泳、獨木舟、立式划槳、衝浪、風浪板。

(三)、新北鹽寮海灘

新北鹽寮海灘位於新北貢寮區的海灘休閒區，是東北角最廣之遊憩景點，擁有從鹽寮至福隆之間3公里的金色石英沙沙灘（國立成功大學，2020），鹽寮海灘坡度平緩、海流不強且海水較淺（陳文和，2015）。鹽寮海灘能進行水域活動項目，如香蕉船、游泳、衝浪、立式划槳。

(四)、新北金沙灣

新北金沙灣位於新北貢寮區台二省道濱海公路94公里處，介於龍洞與澳底之間，金沙灣位於海水與溪水交會處，因此可同時親近大海與小溪。新北金沙灣的沙質細緻，海灘長度不長，沙灘有逐漸被侵蝕的情形，海灘斷面逐漸縮短，仍是許多吸引民眾假日前往，在金沙灣能從事水域活動項目，如游泳與衝浪（國立成功大學，2020）。

(五)、新北翡翠灣

翡翠灣位於新北市萬里區翡翠路（萬里隧道前），海灘面東北，東側為河口地形有流，西側為沙灘，此地匯聚各類水上娛樂活動的精華，是從事水域遊憩的理想場所（陳文和，2015）。可進行的活動包括游泳、風浪板、衝浪以及水上摩托車等，滿足不同遊客的需求。

(六)、新北中角灣

新北中角灣位於新北金山區，海灘面東北，左邊碼頭為礁岩地形，右邊為沙灘，有灣口內凹的沙岸地形（陳文和，2015），加上四季北風掀起超高浪花，讓中角灣成為北海岸最知名衝浪勝地，在中角灣可從事遊憩活動，如衝浪與立式划槳，適合初學與進階衝浪者。

(七)、新北白沙灣

白沙灣位於新北市石門區德茂里下員坑(2號省道23公里處)，由北海岸及觀音山國家風景區所轄，由富貴角與麟山鼻合抱而成，形成一處半月形天然海灣，沙灘全長約一公里。海灘面北，西側為礁岩地形，東側為沙灘，故海灣之東側為最適開放空間（陳文和，2015）。此外，夏季海灘類型主要介於沿岸沙洲槽溝(LBT)至橫向沙洲與裂流(Transverse bar and rip, TBR)的容易發生裂流的過渡型地形，秋季則較接近不易發生裂流的消散型(Dissipative type)海灘（交通部中央氣象署，2023）；該地海象條件可從事各式各樣的水域遊憩活動，包含游泳、潛水、衝浪和風浪板（國家海洋研究院，2020）。

(八)、新北淺水灣

淺水灣位於新北市三芝區淡金公路(2號省道)14.5-16.5公里處，淺水灣沙灘寬闊平直，同時具有岩岸與沙岸的特質，游泳活動限制於後厝漁港南側防坡堤、淺水灣停車場左前方防坡堤、藻礁及沙灘圍成之自然戲水區內為之，獨木舟活動限制於游泳活動範圍外為之（陳文和，2015）。影響淺水灣的海域危險因素有離岸流。

表 4-23 沙崙海域與北部地區同性質沙灘地形與遊憩型態

沙灘	地形	遊憩型態
沙崙海域	沙岸 粒徑較大	目前禁止水域遊憩活動
大武崙沙灘	沙岸	非動力水域遊憩活動
福隆海水浴場	沙岸 雙溪河出海口	非動力型：游泳、獨木舟、立式划槳、衝浪、風浪板 動力型：香蕉船
鹽寮海灘 (藍灣海濱休憩園區)	沙岸	非動力型：游泳、衝浪、立式划槳 動力型：香蕉船
金沙灣	沙岸	非動力型：游泳、衝浪
翡翠灣	沙岸	非動力型：風浪板、衝浪 動力型：水上摩托車、香蕉船
中角灣	沙岸	非動力型：衝浪、立式划槳
白沙灣	沙岸	非動力型：游泳、潛水、風浪板、衝浪、獨木舟
淺水灣	沙岸、岩岸	非動力型：游泳、獨木舟

表 4-24 沙崙海域與北部地區同性質沙灘海域危險因子及管理方式差異

沙灘	海域危險因子及管理方式
沙崙海域	離岸流、暗流、漩渦。 (資料來源：步步驚魂 ---沙崙海水浴場的美麗與幽愁、海岸裂流監測與預警技術研究)
大武崙沙灘	離岸流、水深落差、海流、波浪、風速。 設置離岸流告示牌、限制遊憩活動範圍。 (資料來源：交通部觀光署、基隆市大武崙沙灘海域相關單位權責分工與管制措施案)
福隆海水浴場	離岸流、風速、海流、波浪。 限制遊憩活動範圍、救生員戒護。 (資料來源：福容大飯店)
鹽寮海灘 (藍灣海濱休憩園區)	目前查無相關風險警示。 限制遊憩活動範圍 (資料來源：東北角暨宜蘭海岸國家風景管理處)
金沙灣	目前查無相關管理政策，但設有風險告示。
翡翠灣	設有救生衣借用站，但無相關風險警示。
中角灣	目前查無相關管理政策及風險警示。
白沙灣	離岸流。 限制水域遊憩活動範圍及遊憩時間、救生員戒護。 (資料來源：學生水域運動安全網、北觀處公告)
淺水灣	離岸流。 限制水域遊憩活動區域、救生員戒護。 (資料來源：北海岸及觀音山國家風景處)

二、中部地區

(一)、台中大安海水浴場

台中大安海水浴場位於台中市大安區，介於大安溪、大甲溪沖積扇平原地帶，海灘平坦寬廣，沙質細緻，在退潮時露出數百公尺的大片沙灘。大安海水浴場適合從事非動力型水域遊憩活動，如衝浪及風箏衝浪，惟其大腸桿菌數值仍呈波動，水質狀況尚未穩定。

(二)、通霄沙灘

通霄沙灘位於苗栗通霄鎮西側，以柔淨砂質及潔淨海水文名，沙灘長十公里（中央氣象署），其水域遊憩活動範圍、種類及限制係由苗栗縣通霄鎮公所依據《苗栗縣通霄鎮通霄海水浴場使用管理辦法》公告得為之，目前管理措施禁止下水，踏浪以膝蓋以下為原則。

表 4-25 中部地區同性質沙灘地形與遊憩型態

沙灘	地形	遊憩型態
大安海水浴場 (大安濱海樂園)	沙岸	非動力型：衝浪、風箏衝浪。
通霄沙灘	沙岸	目前未開水域遊憩活動，踏浪以膝蓋以下為原則。

表 4-26 中部地區同性質沙灘海域危險因子及管理方式差異

沙灘	海域危險因子及管理方式
大安海水浴場 (大安濱海樂園)	大腸桿菌數值仍呈波動，水質狀況尚未穩定。 限制水域遊憩活動種類及區域。 (資料來源：臺中市政府觀光旅遊局)
通霄沙灘	設有安全海域警界線及救生員戒護。 (資料來源：苗栗縣通霄鎮通霄海水浴場使用管理辦法)

三、南部地區

(一)、台南馬沙溝

台南馬沙溝位於台南市將軍區西北海邊，海岸線遍植防風林，沙質柔軟細緻（國立成功大學，2020）。馬沙溝能進行水域遊憩活動，如水上摩托車、香蕉船、游泳、獨木舟、風浪板、立式划槳（國立成功大學，2020）。影響馬沙溝的海域危險因素為風速及波浪。

(二)、台南鯤鯓海岸與喜樹海岸

鯤鯓海岸與喜樹海岸位於台南市最南邊的南區，在二仁溪口至安平港海域，海岸因台江灣內海陸化而與外海沙洲連成一體（國立成功大學，2020），鯤鯓海岸與喜樹海岸可以進行水域遊憩活動，如風箏衝浪，夏季受到季風影響，沿岸流主向北流，漂砂有南向北搬運，為主要危險因子（經濟部水利署，2024）。

(三)、高雄西子灣

西子灣位於高雄市鼓山區高雄港旁，北邊依偎著萬壽山，南面隔著子海峽與旗津島相對，是一個天然灣澳地形，由平緩沙灘和細軟的沙所構成的海水浴場（國立成功大學，2020），秋冬春三季都是適合裂流發展的過渡型海灘類型，春季係屬RBB(規律沙洲與海灘)過渡型海灘，秋冬兩季則為LBT(沿岸沙洲槽溝)過渡型海灘，西子灣係屬易發生裂流之海域（交通部中央氣象署，2023）。在西子灣可進行遊憩活動，如香蕉船、拖曳浮胎、風浪板及獨木舟。

(四)、高雄旗津海水浴場

旗津海水浴場位於高雄市旗津區，與「旗津海岸公園」相鄰，數公里長的弧形海岸線，沙質細緻柔軟，旗津海域四季均是裂流高機率發生的過度類型，主要介於TBR(橫向沙洲與裂流)至RBB(規律沙洲與海灘)高機率發生裂流的過度海灘，旗津海域係易發生裂流的區域（交通部中央氣象署，2023）。在旗津海水浴場可水域遊憩活動，如拖曳傘、立式划槳、游泳、衝浪、獨木舟、風浪板、風箏衝浪。影響旗津海水浴場的海域危險因子有暗流、沙灘陡降、風速、波浪、離岸流。

(五)、屏東南灣遊憩區

屏東南灣遊憩區位於屏東恆春，鵝鑾鼻及貓鼻頭為恆春半島最南端突出海域之兩個半島，中間為南灣，南灣遊憩區沙灘長約600公尺且坡度平緩，沙質柔軟且寬廣，水質清澈，暗流較少。南灣遊憩區落於墾丁國家公園內，而墾丁國家公園為台灣的第一座國家公園，由於開發較早，水域遊憩活動發展較為完善，水域遊憩活動分為動力型與非動力型，如水上摩托車、香蕉船、立式划槳、衝浪、風浪板、潛水、游泳、獨木舟，以防活動區域發生衝突，將水域遊憩活動進行分區，而影響南灣遊憩區的海域危險因子有風速、波浪以及暗流。

(六)、屏東後灣

屏東後灣位於屏東縣車城鄉，後灣為弧形沙灘，海灣內風浪平穩。後灣可進行水域活動，如立式划槳、獨木舟、潛水。

表 4-27 南部地區同性質沙灘之地形與遊憩型態

沙灘	地形	遊憩型態
馬沙溝	沙岸	非動力型：游泳、獨木舟、風浪板、立式划槳 動力型：水上摩托車、香蕉船
鯤鯨海岸 喜樹海岸	沙岸	非動力型：風箏衝浪
西子灣	沙岸	非動力型：風浪板、獨木舟 動力型：香蕉船、拖曳浮胎
旗津海水浴場	沙岸	非動力型：立式划槳、游泳、衝浪、獨木舟、風浪板
南灣遊憩區	沙岸 坡度平緩	非動力型：立式划槳、衝浪、風浪板、潛水、游泳、獨木舟 動力型：水上摩托車、香蕉船
後灣	沙岸	非動力型：立式划槳、獨木舟、潛水

表 4-28 南部地區同性質沙灘海域危險因子及管理方式差異

沙灘	海域危險因子及管理方式
馬沙溝	風速、波浪。 限制水域遊憩活動區域與活動時間、救生員戒護。 根據氣象資料暫時暫停水域遊憩活動。 (資料來源：雲嘉南濱海國家風景區管理處)
鯤鯨海岸 喜樹海岸	沙。 限制水域遊憩活動區域、時間。 (資料來源：臺南市政府)
西子灣	離岸流。 限制水域遊憩活動種類、活動區域、活動時間。 (資料來源：中央氣象署)
旗津海水浴場	暗流、沙灘陡降、風速、波浪、離岸流。 限制水域遊憩活動種類、活動區域。 根據氣象資料暫停水域遊憩活動。 (資料來源：危險海域劃設原則之研究、高雄市政府、中央氣象署)
南灣遊憩區	風速、波浪、暗流。 限制遊憩活動範圍、救生員戒護。 (資料來源：墾丁國家公園管理處公告)
後灣	目前查無相關管理政策及風險告示。

四、東部地區

(一)、台東杉原灣

台東杉原灣位於台東卑南鄉，在都南海灣上的南緣。杉原灣為半月型海灣，沙灘長約1.5公里，杉原灣的坡度平緩，其沙灘上的沙質細緻，地形開闊且平坦，海水清澈而無暗潮。在杉原灣主要適合的水域遊憩活動如游泳、獨木舟、立式划槳，而影響杉原灣的海域危險因子有離岸流、風速、波浪以及碎波。

(二)、花蓮磯崎海濱遊憩區

磯崎海濱遊憩區位於花蓮縣豐濱鄉，擁有長3公里的海灘，冬季漲潮時海底沙石湧上，海灘呈現黑色，夏季退潮時呈現金色海灘，是東海岸少見的沙岸地形。磯崎海濱遊憩區可以進水域遊憩活動，如香蕉船、水上摩托車、拖曳傘、拖曳浮胎、獨木舟、立式划槳、衝浪、風浪板（國立成功大學，2020）。影響磯崎海濱遊憩區的海域危險因子有海流。

(三)、宜蘭外澳沙灘

外澳沙灘位在宜蘭縣頭城鎮，為蘭陽溪沖積平原的北端，外澳海灘為黑色且細緻的砂質，海岸線長約1.3公里，海灘坡度平緩；外澳沙灘位於烏石港北側，正對龜山島的龜尾，腹地廣闊。由於烏石港建設導致頭城沙灘流失，北堤以北的沙灘反而因沙源堆積而形成了現今著名的外澳沙灘，其地形為沙壩型海灘，與淡水沙崙沙灘靠近公司田溪側相似，屬於裂流易發的海灘類型（交通部中央氣象署，2023），除了踏浪戲水和沙灘休憩，遊客還可從事游泳、衝浪、香蕉船、拖曳浮胎和水上摩托車等多元活動，吸引大批遊客前來享受海濱樂趣（國家海洋研究院，2020）。影響外澳海灘的海域危險因子有海流、風速、波浪、離岸流。

(四)、宜蘭蜜月灣

蜜月灣位在宜蘭縣頭城鎮大溪，為頭城北關以北唯一的沙岸，海灣成彎月狀，沙灘兩側被高起岩岸地形環繞，近海處為細緻沙粒，離海較遠處沙灘有顆粒較大之鵝卵石及礫石，地勢平緩，海灣遼闊，離岸數百公尺的海底地形起伏大，海浪常激起2公尺高（國立成功大學，2020），蜜月灣能進行水域遊憩活動，如游泳、衝浪、立式划槳。影響蜜月灣的海域危險因子為波浪。

表 4-29 東部地區同性質沙灘之地形與遊憩型態

沙灘	地形	遊憩型態
杉原灣	沙岸 坡度平緩	非動力型：游泳、獨木舟、立式划槳。
磯崎海濱遊憩區	沙岸	非動力型：獨木舟、立式划槳、衝浪、風浪板 動力型：香蕉船、水上摩托車、拖曳傘、拖曳浮胎。
外澳沙灘	沙岸 坡度平緩	非動力型：游泳、衝浪。 動力型：香蕉船、拖曳浮胎、水上摩托車。
蜜月灣	沙岸 坡度平緩	非動力型：游泳、衝浪、立式划槳。

表 4-30 東部地區同性質沙灘海域危險因子及管理方式差異

沙灘	海域危險因子及管理方式
杉原灣	離岸流、風速、大浪、碎波。 設置告示牌、限制遊憩活動範圍、救生員戒護。 (資料來源：台東縣政府)
磯崎海濱 遊憩區	海流。 限制游泳活動，建議從事有浮具之水域遊憩活動。 (資料來源：花蓮觀光資訊網)
外澳沙灘	海流、風速、波浪、離岸流。 限制水域遊憩活動區域、設置安全救生設施與告示牌，提醒救生人員加以注意，以及推廣遇到離岸流時的自救知識。 (資料來源：蘭陽博物館、宜蘭濱海水域遊憩活動規劃案)
蜜月灣	波浪、離岸流。 設置告示牌。 (資料來源：宜蘭濱海水域遊憩活動規劃案、中央氣象署)

參、建議從事水域遊憩活動範圍

圖 4-102 為淡水沙崙海域遊憩活動範圍及警戒區，本計畫參照新北市立正德國民中學及交通部中央氣象署(2023)之研究成果，框列沙崙海域離岸好發區域；黃色標點為淡水水上救生協會協勤駐站中心及救生站位置；灰色區域為礁岩區域；在沙崙海域中，設有兩個警戒區，分別為礁岸警戒區及消波塊警戒區，兩個區域容易發生事故，故設置為警戒區；綠色區域為戲水踏浪區域(長約 200 公尺，寬約為 45 公尺)於沙崙海域海岸邊(從內陸向海最高水位綫)區域進行沙灘戲水，並且水位不超過膝蓋，以維護遊客活動安全。根據觀測資料及數值模式資料結果顯示，沙崙海域流速有過快的情況，且數值模式分析結果顯示離岸越遠流速漸增，因此評估沙崙海域外海區域為危險區域。

分析整體沙崙海域坡度約為 0.014 於水深 10 公尺以淺之變化較為明顯，近礁石區處局部海床侵淤變化幅度小於 2 公尺之內整體海床面變動量小於 7 公分，大部分區域侵淤變化並不明顯。公司田溪流經該區，部分溪流量匯入沙崙海域形成橫向流，惟對沙崙海域整體水流影響程度有限。另，參考訪談建議，將活動範圍設定於救生站前方，該活動區域落於岸上救生員可肉眼清楚巡視的視野範圍內，便於即時掌握水域狀況，於突發事件發生時，能迅速採取應變及救援行動，以提升水域活動之安全性。



圖 4-102 淡水沙崙海域活動範圍及警戒區

第五章 海岸環境維護管理

第一節 沙崙海域目前現況及後續管理與硬體設備之建議

壹、沙崙海域目前現況

沙崙海域目前公告禁止所有水域遊憩活動，並於沙崙海域現場設有相關禁止水域遊憩活動告示牌。目前淡水水上救生協會駐點於沙崙海域，駐點時間分別暑假期間為每日 9 點至 18 點、非暑假期間為假日 9 點至 18 點，淡水水上協會目前配有沙灘車、魚雷浮標、水上摩托車、船外機橡皮艇等相關救援設備，並於沙崙沙灘上設有救生站。

貳、沙崙海域後續管理與硬體設備之建議

1. 依據新北市政府水安分工表，由市府編列預算，就場域管理進行規劃，包含設置 CCTV、廣播系統、救生設施及救生人員駐守等。
2. 水域安全部分應持續與淡水水上救生協會合作負責現場巡查與緊急應變，維持現有人員進駐模式及哨點設置，以管制水域遊憩活動，並且強化救生設備配置，如設置救生圈、提供救生衣、AED，以及定期更新救生設備、加強相關救生訓練，除與現有水上救生協會持續合作，倘有量能不足處，建議由消防局協調其他民間救生團體，如紅十字會協助加入。
3. 新北市政府聯合中央機關(如海巡署)及在地民間救難團體建立橫向聯繫機制，共同推動水域安全演練與事故應變訓練。另，建議市府增列設置救生觀測塔及 CCTV 監視視野覆蓋圖，並標示救援通道及救生設備配置位置，以利緊急應變與監控管理。
4. 市府教育局、警察局、消防局及淡水區公所應定期提供水域遊憩活動相關安全宣導，透過告示牌、現場廣播、導覽解說或結合學校與社區教育活動，提升遊客安全意識與自救能力。
5. 建議參考淡水區公所現場勘查成果，依原設置位置（如圖 5-5 標點所示）重新設置告示牌，以維持管理之一致性，並定期更換告示牌或更新告示牌內容(如圖 5-1 至圖 5-4 所示)，以維護告示牌之完整性與可讀性，確保相關警示與管理資訊之有效傳達，未來可視實際情況及需求增設告示牌。
6. 目前海域遊憩平台已有整合沙崙海域水質顯示平台，建議定時公布資訊，提供給

管理人員及遊客於現場查閱，以利維護遊憩安全及海域環境管理。

7. 依據「開放海洋」—海域遊憩活動規劃與管理指引第三版之建議，沙崙海域之海水域遊憩管理應根據實際情況靈活調整，以符合水域遊憩活動之需求。
8. 經查未來新北市淡水沙崙園區已有設置廁所、戶外戲水池及沖沙區等空間，建議市府可與園區管理廠商協商該等空間對外供遊客使用之共享機制。
9. 未來執行救援之沙灘車，建議參照公務車方式編號列管，以利劃分。
10. 陸域環境維護之具體措施，如：於定點設置資源回收及一般垃圾桶、與地方環保志工隊或民間團體合作協助淨灘、委託清潔公司定時清潔、企業認養淨灘活動等，以維護沙灘整潔。

表 5-1 沙崙海域當前現況及管理建議

現況		建議
設備	<ol style="list-style-type: none"> 1. 機動設備：沙灘車、水上摩托車、船外機橡皮艇等。 2. 救生備配：魚雷浮標、哨子、救生衣、望遠鏡等。 3. 建物：救生站。 4. 告示牌。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建議強化救生設備配置，定期更新維護救生設備。 2. 建議執行救援之沙灘車及其他機動設備，參照公務車方式編號列管。 3. 視遊憩需求定期更新告示牌內容。 4. 建議設置 CCTV 及廣播系統，增列設置救生觀測塔及 CCTV 監視視野覆蓋圖，並標示救援通道及救生設備配置位置，以利緊急應變與監控管理。
救生人力	淡水水上救生協會。	建議由消防局協調其他民間救生團體，如紅十字會等，增加救援量能。
水域安全訓練	救生人員及自主參與之民眾。	建議市府教育局、警察局、消防局及淡水區公所應定期提供水域遊憩活動相關安全宣導，提升遊客安全意識與自救能力。
環境維護	<p>由財政部國有財產署進行環境維護。</p> <p>由新北市政府環境保護局辦理淨灘活動、海岸認養。</p>	建議於定點設置資源回收及一般垃圾桶、與地方環保志工隊或民間團體合作協助淨灘、委託清潔公司定時清潔及企業認養淨灘活動。

沙崙		警告		緊急通報電話 Emergency Call	
Shalun Beach		WARNING		119 消防(FD) 118 海巡署(CGA)	
	注意陡降型海灘 Deep shelving beach		注意裂流 Rip currents		
	注意地表起伏 Uneven surface		注意漩渦 Vortex		
	注意強風 Strong winds		注意潮汐變化 Tide		
	流速過快 High speed current		注意水域風險等級 Risk level		

圖 5-1 沙崙海域警告事項告示牌

沙崙 Shalun Beach 禁止事項 PROHIBITIONS 緊急通報電話 Emergency Call 119 消防 (FD) 118 海巡署 (CGA) 禁止生火 No Fires 禁止露營 No Camping 禁止亂丟垃圾 No Littering 提供戒護服務時間 Patrol Service 5/1-9/30 每日(含平日與假日) 9:00-18:00 (9 a.m. – 6 p.m.)	公告 Notice 沙崙地區禁止從事各項水域遊憩活動。僅得於現場插設紅黃旗(警戒)範圍內從事戲水行為；其中紅旗標示期間嚴禁下水。戲水活動並應以水深不超過個人膝蓋高度為原則。活動範圍以ABCD四點連線區域為界，並得視當日潮汐狀況機動調整。 All water recreational activities are prohibited in the Shalun area. Water play is permitted only within the area designated by red and yellow warning flags installed on site. Entry into the water is strictly prohibited when red flags are displayed. Water activities must be limited to a depth not exceeding knee level. The permitted activity area is defined by the boundary formed by connecting Points A, B, C, and D, and may be adjusted according to tidal conditions on the day.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>座標點</th> <th>經緯度 WGS84</th> </tr> <tr> <th>Coordinate point</th> <th>Latitude and longitude</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>25°11'22.79"N 121°24'52.41"E</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>25°11'21.27"N 121°24'53.34"E</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>25°11'22.65"N 121°24'56.12"E</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>25°11'24.23"N 121°24'54.79"E</td> </tr> </tbody> </table>		座標點	經緯度 WGS84	Coordinate point	Latitude and longitude	A	25°11'22.79"N 121°24'52.41"E	B	25°11'21.27"N 121°24'53.34"E	C	25°11'22.65"N 121°24'56.12"E	D	25°11'24.23"N 121°24'54.79"E
		座標點	經緯度 WGS84												
		Coordinate point	Latitude and longitude												
		A	25°11'22.79"N 121°24'52.41"E												
B	25°11'21.27"N 121°24'53.34"E														
C	25°11'22.65"N 121°24'56.12"E														
D	25°11'24.23"N 121°24'54.79"E														
Foreign Language Version 中央氣象署即時海況 Marine Meteorology Information, Central Weather Administration 海域遊憩活動一站式服務資訊平臺 Ocean Station															

圖 5-2 沙崙海域禁止事項告示牌

沙崙

Shalun Beach

輔助標誌

Auxiliary Sign

緊急通報電話
Emergency Call
119 消防(FD)
118 海巡署(CGA)



汽車停車場
Parking lot



洗手間
Restroom



請著救生裝備
Life-saving equipment



身心障礙者
People with disabilities



服務台
Information



吸菸區
Smoking area



圖 5-3 沙崙海域輔助標誌告示牌

沙崙

Shalun Beach

潛在災害警示

Potential Hazards Warning

緊急通報電話
Emergency Call
119 消防(FD)
118 海巡署(CGA)

離岸流 Rip Current



當波浪進入淺水地區時，有時會引起平行海岸的沿岸流，當沿岸流匯合往外海快速流去稱為裂流，又稱離岸流。遇到裂流時：

1. 絕對不要用力對抗裂流
2. 呼喊或揮手求救
3. 沿著平行陸地方向游出裂流區
4. 若無法逃脫，則以漂浮、踩水的游泳姿勢，等待救援

When waves travel from deep to shallow water, they break near the shoreline and generate currents. A rip current forms when a narrow, fast-moving section of water travels offshore.

1. Do NOT swim back and fight current
2. Shout or wave for help and stay calm
3. Swim parallel to the coast to leave the rip
4. Or tread water, let the current carry you out and wait for help

離岸流好發地 Rip currents are prone to occur

座標點 ^{a)} Coordinate point ^{a)}	座標度 WGS84 ^{b)} Latitude and longitude ^{b)}
A ^{c)}	25°11'22.79"N 121°24'52.41"E ^{c)}
B ^{c)}	25°11'21.27"N 121°24'53.34"E ^{c)}
C ^{c)}	25°11'22.65"N 121°24'56.12"E ^{c)}
D ^{c)}	25°11'24.23"N 121°24'54.79"E ^{c)}





中央氣象署即時海況
Marine Meteorology Information,
Central Weather Administration



海域遊憩活動一站式服務資訊平臺
Ocean Station

圖 5-4 沙崙海域離岸流潛在災害圖示

本案參考淡水區公所現場勘查成果所標示之告示牌位置，圖 5-5 中的藍色標點為告示牌建議設置地點，共計 7 處（標記位置與現場實際位置可能略有差異，仍以現場實際位置為準），並規劃設置 7 面告示牌（依現場建置情形辦理），以維持管理之一致性，未來可視實際情況及管理需求增設告示牌，以利於民眾清楚掌握相關資訊。

另，本案監視器設置位置參考交通部中央氣象局（2022）報告之建議，規劃於北岸環保公司屋頂設置監視器(如圖 5-5 中的紅色標點)，該位置可避免影像與背景混淆，並有助於清楚辨識人員戲水情形及救溺活動之監控與記錄，以提升水域安全監測之效能。

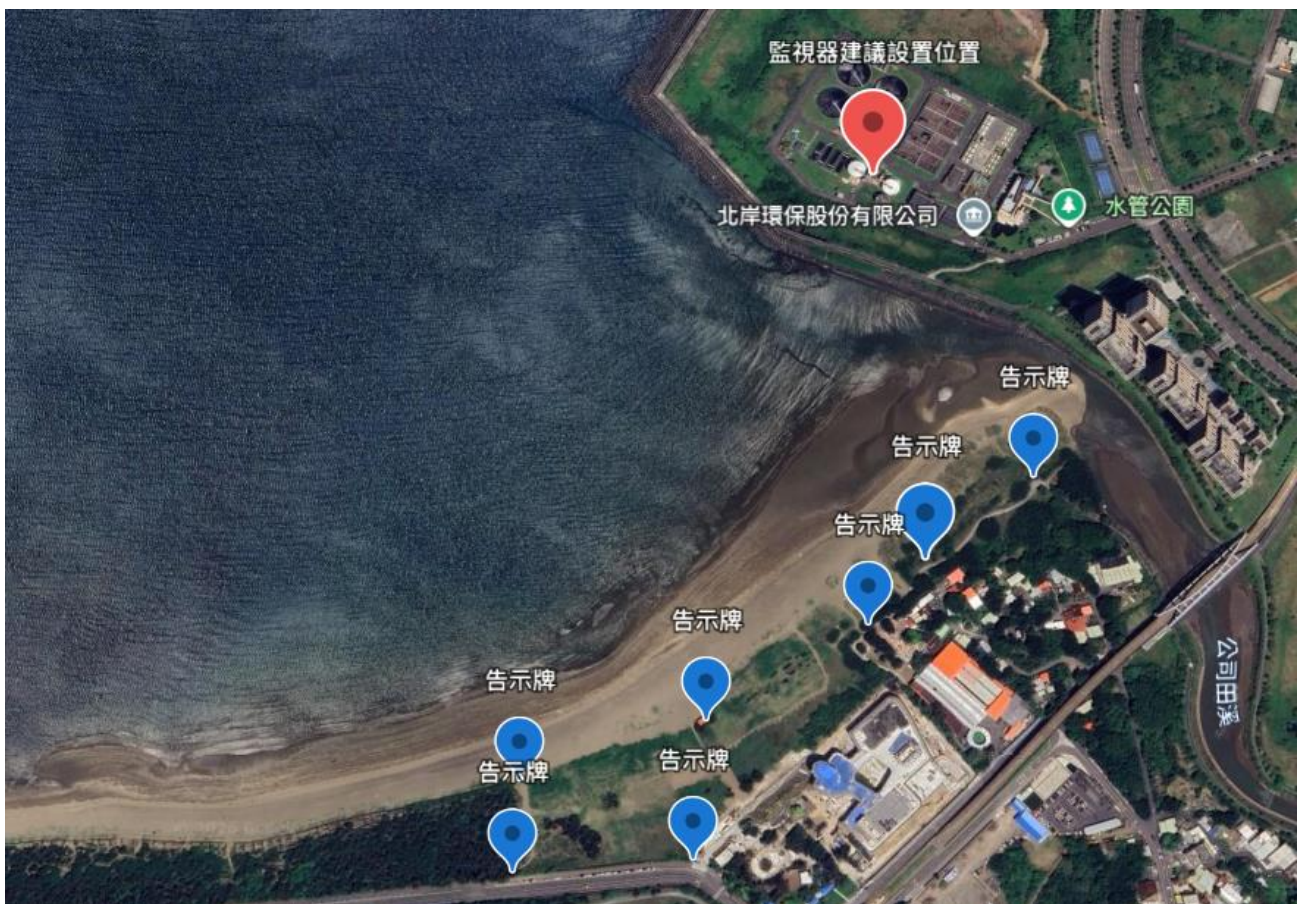


圖 5-5 告示牌與監視器建議設置位置圖

第二節 未來調查監測經費

本團隊建議，未來如進行長期監測及海岸維護管理，所需相關系統與設備如表 5-2 之建議，並依經費期程分階段規劃，以利後續執行。相關系統與設備之說明如下述。

表 5-2 設置系統與設備之期程建議

經費期程	建議
短期	設置合宜告示牌、CCTV 和廣播設備。
中期	1.海氣象資料浮標系統。 2.AI 影像辨識模型開發及監測系統平台建置。 3.影像設備架設。 4.即時資料展示平台。
長期	1.擴充海氣象數據大資料庫。 2.系統維護。 3.循序調整風險告示。

壹、沙灘遊憩安全監測系統

一、遊憩活動型態辨識

對陸域及海域遊憩活動多目標追蹤，並監測沙灘人流。影像辨識模型針對不同場景(113 年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業委託專業服務案期末報告提及之 14 種遊憩活動)進行訓練，記錄每一個移動目標(人、船隻、浮具)的路徑，對目標物進行定位和追蹤。

二、溺水監測

即時分析水域活動者（如游泳者、戲水者）的姿態與行為模式，若有溺水事件發生時可即時發現。

- 不正常漂浮或行為中斷：人員長時間處於水面下或漂浮，且缺乏掙扎或移動跡象。如因受傷、抽筋、體力不支或落水等突發狀況，導致活動者無法維持正常姿勢並出現靜止、下沉或異常起伏時，系統將立即發出預警。
- 不正常的肢體動作：例如頭部後仰、在水面掙扎、手臂不斷拍打水面或垂直踩水時間過長等異狀。
- 長時間沉入水中：特別針對兒童或在淺水區可能發生的意外，偵測溺水者沉入水中超過預設的安全時間。

三、海域安全警戒範圍

設定安全海域及危險海域界線，若有民眾進行水上活動時越過警戒線可及時預警，可結合廣播系統提醒民眾超出安全海域範圍。

- 警戒線設定：依據水深、潮流等條件，彈性設定安全海域與危險海域邊界。
- 即時目標追蹤：持續對水域活動者追蹤即時位置。
- 越界即時預警：偵測到任何目標物位置越過預先設定之警戒線，立即觸發預警機制。

四、即時安全監測系統

透過整合前端 AI 模型的運算結果，提供即時監控介面，使管理人員能夠高效掌握現場狀況，可即時監測沙灘活動、人流情況，工作流程如圖 5-6 所示。

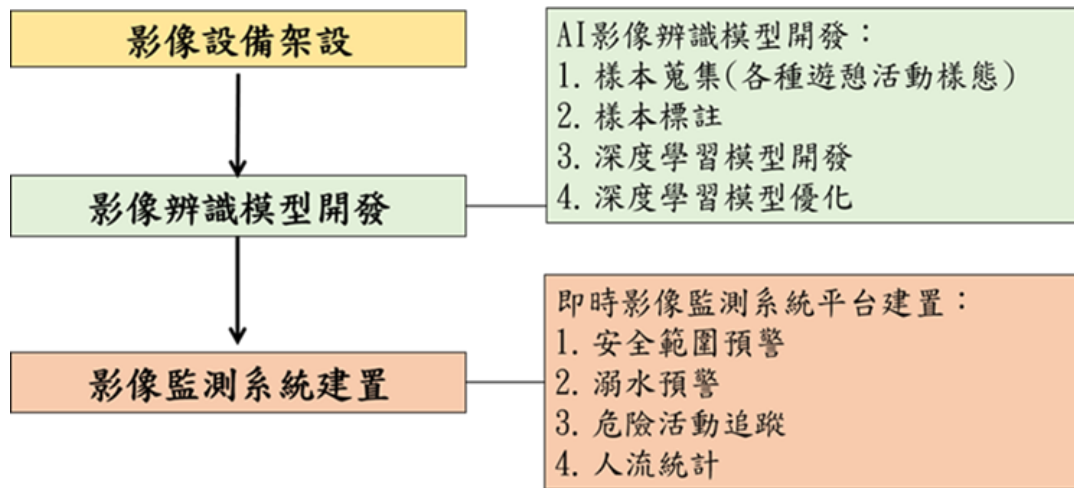


圖 5-6 即時安全監測系統工作流程圖

五、建置影像系統費用：2,520,000/年

工作項目	單位	數量	單價	複價	備註
一、影像設備架設	式	1	800,000	800,000	
二、AI 影像辨識模型開發	式	1	1,000,000	1,000,000	
三、即時影像監測系統平台建置	式	1	300,000	300,000	
小計				2,100,000	
四、行政管理費	式	1		420,000	20%
合計				2,520,000	

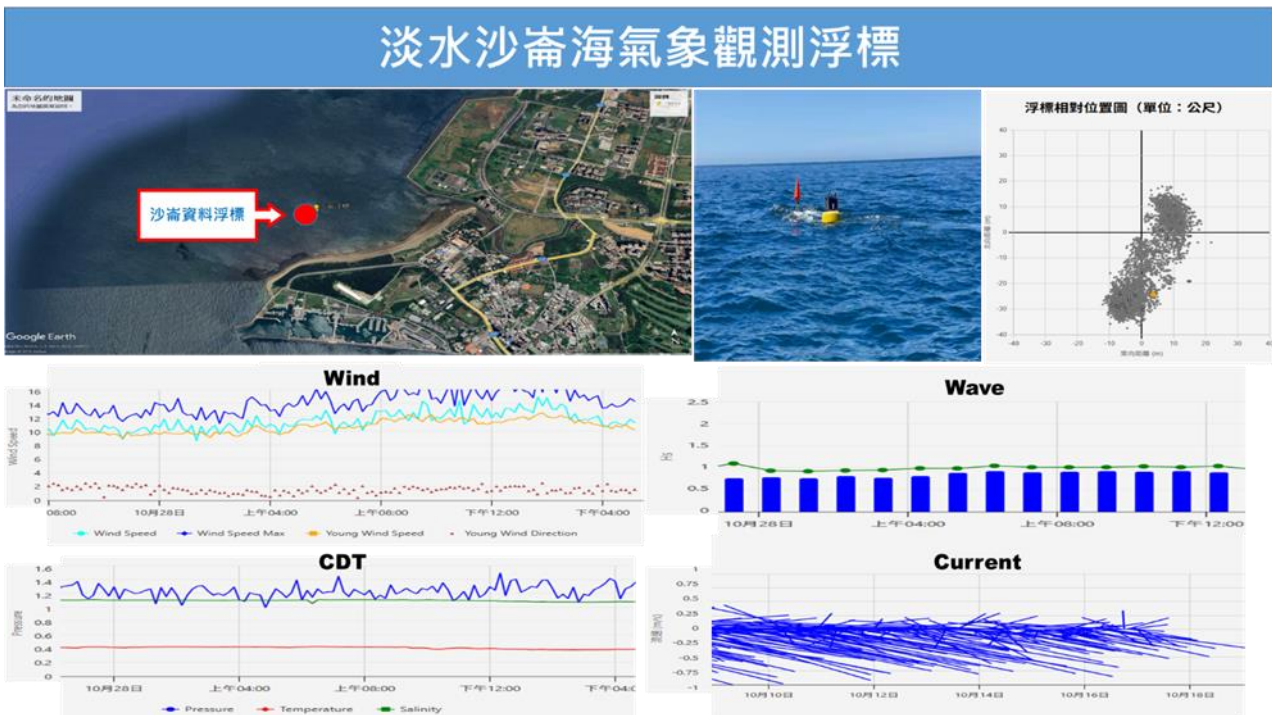
總計：新臺幣 貳佰伍拾貳萬 元整

貳、浮標即時監測系統

海氣象資料浮標建置及觀測作業費用：7,920,000.元/年

工作項目	單位	數量	單價	複價	備註
一、海氣象資料浮標系統 (波、流、風、海溫感測器即時提供資料)	月	12	500,000	6,000,000	含海氣象觀測儀器、浮桶本體、通訊及傳輸系統、電力系統、維護及佈放
二、即時資料展示平台	月	12	50,000	600,000	含伺服器租用、資料可視化展示平台架設及維護
小計				6,600,000	
三、行政管理費	式	1		1,320,000	20%
合計				7,920,000	

總計：新臺幣 柒佰玖拾貳萬 元整



第六章 結論與建議

第一節 結論

本計畫旨在透過四季之觀測與模式模擬建立沙崙海域的基氣象資料分析，作為水域遊憩活動之風險建議。沙崙海域的流況多以潮流為主，數值模式結果與觀測結果分析出的流況趨勢一致，且據現場觀測與文獻資料顯示沙崙海域確實存在離岸流。

本計畫於春末（2025 年 4 月）及夏末（2024 年 8 月）進行海氣象觀測，結果顯示，流速大於 0.4 m/s 之比例分別為 57.8% 與 55.2%，模擬結果則為 34% 與 53%，顯示沙崙海域流速普遍偏高。示性波高介於 0.39 m 至 1.15 m，風速多為 5~7 m/s。數值模式分析顯示，近岸流速四季皆超過 0.4 m/s，夏秋約佔 30%，冬春約佔 50%，沙崙地形坡度為 0.014，符合「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子」（表 3-23）坡度小於 1/50 及 1/10 之標準；沙崙海域近岸區域部分地形坡度超過 1/50 及 1/10，未能符合標準。

根據現有資料且基於海域遊憩安全之考量，建議流速耐受度較大的水域遊憩活動四月至十一月期間為中度風險，十二月至三月期間為高度風險。風險評估係依海委會風險等級劃設之定義：當浪高、流速、風速等主要影響因子均未超過標準，但存在次要影響因子時評為中度風險；若主要影響因子中有至少一項超過臨界標準，則評定為高度風險。另，十二月至三月期間北部地區受東北季風影響，可能改變區域環流並增強離岸流，且強風長時間吹拂容易形成長週期湧浪，增加海域活動的風險。

建議未來於沙崙海域從事水域遊憩活動時，沙灘戲水以海岸邊（最高水位線以內）及潮間帶為主，且水深不宜超過膝蓋，以確保安全。

本案建議未來若設置海氣象浮標及即時監測系統，並持續累積海氣象資料，可依海委會(2020)風險海域劃設與管理策略研擬之建議，每 3 - 5 年進行海域地形測量、表面流觀測及 3D 海流掃測，據以進一步分析與評估，再逐步調整風險等級，使沙崙海域遊憩管理更符合實際需求。俟未來累積更多海氣象觀測資料，完成水域遊憩風險評估及安全管理措施建置後，再逐步調整風險等級，分階段辦理之風險評估與規劃未來從事水域遊憩活動之策略，將有助於確保計畫推動之持續性與整體效益，表 6-1 所示。

表 6-1 未來從事水域遊憩活動之規劃策略

規劃期程	建議
短期	設置合宜之告示牌、CCTV 和廣播設備。
中、長期	建置長期即時海岸監測機制，持續累積海氣象與地形資料，作為未來水域遊憩活動規劃與風險等級逐步調整之依據。

根據現場測量與數值模擬的結果，如表 4-18 及表 4-19，本計畫區域對照沙崙海域觀測資料與模式結果進行水域活動風險評估如表 6-2 及表 6-3 所示，風險評估結果如表 6-4 所示。根據海洋委員會(2019)提出海域風險等級劃設方法，將從事水域遊憩活動的海域分成三個風險等級：高度風險海域(High Risk Sea, HRS)，以紅色表示、中度風險海域(Moderate Risk Sea, MRS)，以黃色表示、低度風險海域(Low Risk Sea, LRS)，以綠色表示。

表 6-2 對照表

參考標準			調查成果															
水域 遊憩活動 (非動力)	最適宜環境因子	春季 實測 結果		春季 模擬 結果		夏季 實測 結果		夏季 模擬 結果		秋季 實測 結果		秋季 模擬 結果		冬季 實測 結果		冬季 模擬 結果		
		游泳	浪高	<1.0m	0.0~0.5 (33.5%)	/	0.0~0.5 (42%)	/	0.0~0.5 (21.5%)	/	0.0~0.5 (21.5%)	/	0.5~1.0 (19.1%)	/	0.5~1.0 (19.1%)	/	1.0~1.5 (30.5%)	/
0.5~1.0 (55.5%)	0.5~1.0 (46.9%)				0.5~1.0 (64.5%)		0.5~1.0 (64.5%)		1.5~2.0 (28.8%)		1.5~2.0 (28.8%)							
流速	<1節 (<0.514m/s)		>0.4m/s (57.8%)	>0.4m/s (34%)	>0.4m/s (55.2%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (54.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (55.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)
			>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (18.7%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)								
風速	<4級 (<7.9m/s)		7 m/s	/	5 m/s	/	7 m/s	/	7 m/s	/	7 m/s	/	/	/	/	/	/	/
坡度	<1/50	0.014 (113.08測得)/0.45(斷面坡度)																
衝浪	浪高	<1.5m	0.0~0.5 (33.5%)	/	0.0~0.5 (42%)	/	0.0~0.5 (21.5%)	/	0.0~0.5 (21.5%)	/	0.5~1.0 (19.1%)	/	0.5~1.0 (19.1%)	/	1.0~1.5 (30.5%)	/	1.0~1.5 (30.5%)	
			0.5~1.0 (55.5%)		0.5~1.0 (46.9%)		0.5~1.0 (64.5%)		0.5~1.0 (64.5%)		1.5~2.0 (28.8%)		1.5~2.0 (28.8%)					
	流速	<1節 (<0.514m/s)	>0.4m/s (57.8%)	>0.4m/s (34%)	>0.4m/s (55.2%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (54.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (55.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)
			>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (18.7%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)								
	風速	<4級 (<7.9m/s)	6 m/s	/	5 m/s	/	6 m/s	/	6 m/s	/	7 m/s	/	/	/	/	/	/	/
坡度	<1/50	0.014 (113.08測得)/0.45(斷面坡度)																
潛水	浪高	<1.0m	0.0~0.5 (33.5%)	>0.4m/s (34%)	0.0~0.5 (42%)	/	0.0~0.5 (21.5%)	/	0.0~0.5 (21.5%)	/	0.5~1.0 (19.1%)	/	0.5~1.0 (19.1%)	/	1.0~1.5 (30.5%)	/	1.0~1.5 (30.5%)	
			0.5~1.0 (55.5%)	>0.6m/s (19%)	0.5~1.0 (46.9%)	/	0.5~1.0 (64.5%)	/	0.5~1.0 (64.5%)	/	1.5~2.0 (28.8%)	/	1.5~2.0 (28.8%)	/	1.5~2.0 (28.8%)	/		
	流速	<1節 (<0.514m/s)	>0.4m/s (57.8%)	>0.4m/s (34%)	>0.4m/s (55.2%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (54.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (55.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)
			>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (18.7%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)								
	風速	<4級 (<7.9m/s)	6 m/s	/	5 m/s	/	6 m/s	/	6 m/s	/	7 m/s	/	/	/	/	/	/	/
坡度	<1/50	0.014 (113.08測得)/0.45(斷面坡度)																
立式划槳	浪高	<1.0m	0.0~0.5 (33.5%)	/	0.0~0.5 (42%)	/	0.0~0.5 (21.5%)	/	0.0~0.5 (21.5%)	/	0.5~1.0 (19.1%)	/	0.5~1.0 (19.1%)	/	1.0~1.5 (30.5%)	/	1.0~1.5 (30.5%)	
			0.5~1.0 (55.5%)		0.5~1.0 (46.9%)		0.5~1.0 (64.5%)		0.5~1.0 (64.5%)		1.5~2.0 (28.8%)		1.5~2.0 (28.8%)					
	流速	<1節 (<0.514m/s)	>0.4m/s (57.8%)	>0.4m/s (34%)	>0.4m/s (55.2%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (54.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (55.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)
			>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (18.7%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)								
	風速	<4級 (<7.9m/s)	6 m/s	/	5 m/s	/	6 m/s	/	6 m/s	/	7 m/s	/	/	/	/	/	/	/
坡度	<1/50	0.014 (113.08測得)/0.45(斷面坡度)																
獨木舟	浪高	<1.0m	0.0~0.5 (33.5%)	/	0.0~0.5 (42%)	/	0.0~0.5 (21.5%)	/	0.0~0.5 (21.5%)	/	0.5~1.0 (19.1%)	/	0.5~1.0 (19.1%)	/	1.0~1.5 (30.5%)	/	1.0~1.5 (30.5%)	
			0.5~1.0 (55.5%)		0.5~1.0 (46.9%)		0.5~1.0 (64.5%)		0.5~1.0 (64.5%)		1.5~2.0 (28.8%)		1.5~2.0 (28.8%)					
	流速	<1節 (<0.514m/s)	>0.4m/s (57.8%)	>0.4m/s (34%)	>0.4m/s (55.2%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (54.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (55.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)
			>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (18.7%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)								
	風速	<4級 (<7.9m/s)	6 m/s	/	5 m/s	/	6 m/s	/	6 m/s	/	7 m/s	/	/	/	/	/	/	/
坡度	<1/50	0.014 (113.08測得)/0.45(斷面坡度)																
風浪板	浪高	<1.0m	0.0~0.5 (33.5%)	/	0.0~0.5 (42%)	/	0.0~0.5 (21.5%)	/	0.0~0.5 (21.5%)	/	0.5~1.0 (19.1%)	/	0.5~1.0 (19.1%)	/	1.0~1.5 (30.5%)	/	1.0~1.5 (30.5%)	
			0.5~1.0 (55.5%)		0.5~1.0 (46.9%)		0.5~1.0 (64.5%)		0.5~1.0 (64.5%)		1.5~2.0 (28.8%)		1.5~2.0 (28.8%)					
	流速	<1節 (<0.514m/s)	>0.4m/s (57.8%)	>0.4m/s (34%)	>0.4m/s (55.2%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (54.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (55.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)
			>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (18.7%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)								
	風速	<6級 (<13.8m/s)	6 m/s	/	5 m/s	/	6 m/s	/	6 m/s	/	7 m/s	/	/	/	/	/	/	/
坡度	<1/50	0.014 (113.08測得)/0.45(斷面坡度)																

表 6-3 對照表(續)

參考標準		調查成果								
水域 遊憩活動 (動力型)	最適宜環境因子	春季 實測 結果	春季 模擬 結果	夏季 實測 結果	夏季 模擬 結果	秋季 實測 結果	秋季 模擬 結果	冬季 實測 結果	冬季 模擬 結果	
		滑水板	浪高	<1.0m	0.0-0.5 (33.5%)		0.0-0.5 (42%)		0.0-0.5 (21.5%)	
0.5-1.0 (55.5%)					0.5-1.0 (46.9%)		0.5-1.0 (64.5%)		1.0-1.5 (30.5%)	
流速	<1節 (<0.514m/s)		>0.4m/s (57.8%)	>0.4m/s (34%)	>0.4m/s (55.2%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (54.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (55.5%)	>0.4m/s (40%)
			>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (18.7%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)
風速	<4級 (<7.9m/s)	6 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		
坡度	<1/50	0.014 (113.08測得)/0.45(斷面坡度)								
拖曳傘	浪高	<1.5m	0.0-0.5 (33.5%)		0.0-0.5 (42%)		0.0-0.5 (21.5%)		0.5-1.0 (19.1%)	
			0.5-1.0 (55.5%)		0.5-1.0 (46.9%)		0.5-1.0 (64.5%)		1.0-1.5 (30.5%)	
	流速	<2節 (<1.0 m/s)	>0.4m/s (57.8%)	>0.4m/s (34%)	>0.4m/s (55.2%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (54.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (55.5%)	>0.4m/s (40%)
			>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (18.7%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)
風速	<4級 (<7.9m/s)	6 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		
坡度	<1/10	0.014 (113.08測得)/0.45(斷面坡度)								
水上 摩托車	浪高	<1.5m	0.0-0.5 (33.5%)		0.0-0.5 (42%)		0.0-0.5 (21.5%)		0.5-1.0 (19.1%)	
			0.5-1.0 (55.5%)		0.5-1.0 (46.9%)		0.5-1.0 (64.5%)		1.0-1.5 (30.5%)	
	流速	<2節 (≤1 m/s)	>0.4m/s (57.8%)	>0.4m/s (34%)	>0.4m/s (55.2%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (54.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (55.5%)	>0.4m/s (40%)
			>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (18.7%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)
風速	<6級 (<13.8m/s)	6 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		
坡度	<1/10	0.014 (113.08測得)/0.45(斷面坡度)								
香蕉船	浪高	<1.0m	0.0-0.5 (33.5%)		0.0-0.5 (42%)		0.0-0.5 (21.5%)		0.5-1.0 (19.1%)	
			0.5-1.0 (55.5%)		0.5-1.0 (46.9%)		0.5-1.0 (64.5%)		1.0-1.5 (30.5%)	
	流速	<1節 (<0.514m/s)	>0.4m/s (57.8%)	>0.4m/s (34%)	>0.4m/s (55.2%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (54.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (55.5%)	>0.4m/s (40%)
			>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (18.7%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)
風速	<4級 (<7.9m/s)	6 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		
坡度	<1/50	0.014 (113.08測得)/0.45(斷面坡度)								
橡皮艇	浪高	<1.5m	0.0-0.5 (33.5%)		0.0-0.5 (42%)		0.0-0.5 (21.5%)		0.5-1.0 (19.1%)	
			0.5-1.0 (55.5%)		0.5-1.0 (46.9%)		0.5-1.0 (64.5%)		1.0-1.5 (30.5%)	
	流速	<2節 (<1 m/s)	>0.4m/s (57.8%)	>0.4m/s (34%)	>0.4m/s (55.2%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (54.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (55.5%)	>0.4m/s (40%)
			>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (18.7%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)
風速	<6級 (<13.8m/s)	6 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		
坡度	<1/10	0.014 (113.08測得)/0.45(斷面坡度)								
拖曳浮胎	浪高	<1.0m	0.0-0.5 (33.5%)		0.0-0.5 (42%)		0.0-0.5 (21.5%)		0.5-1.0 (19.1%)	
			0.5-1.0 (55.5%)		0.5-1.0 (46.9%)		0.5-1.0 (64.5%)		1.0-1.5 (30.5%)	
	流速	<1節 (<0.514m/s)	>0.4m/s (57.8%)	>0.4m/s (34%)	>0.4m/s (55.2%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (54.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (55.5%)	>0.4m/s (40%)
			>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (18.7%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)
風速	<4級 (<7.9m/s)	6 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		
坡度	<1/50	0.014 (113.08測得)/0.45(斷面坡度)								
風箏衝浪	浪高	<1.0m	0.0-0.5 (33.5%)		0.0-0.5 (42%)		0.0-0.5 (21.5%)		0.5-1.0 (19.1%)	
			0.5-1.0 (55.5%)		0.5-1.0 (46.9%)		0.5-1.0 (64.5%)		1.0-1.5 (30.5%)	
	流速	<1節 (<0.514m/s)	>0.4m/s (57.8%)	>0.4m/s (34%)	>0.4m/s (55.2%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (54.5%)	>0.4m/s (40%)	>0.4m/s (55.5%)	>0.4m/s (40%)
			>0.6m/s (16.5%)	>0.6m/s (19%)	>0.6m/s (20.5%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (18.7%)	>0.6m/s (20%)	>0.6m/s (19.5%)	>0.6m/s (20%)
風速	<6級 (<13.8m/s)	6 m/s		5 m/s		6 m/s		7 m/s		
坡度	<1/50	0.014 (113.08測得)/0.45(斷面坡度)								

表 6-4 沙崙海域 1 月至 12 月水域遊憩活動風險評估表

活動項目	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
非動力型水域遊憩活動	衝浪											
	風浪板											
	立式划槳											
	獨木舟											
	游泳											
	潛水											
動力型水域遊憩活動	拖曳傘											
	水上摩托車											
	橡皮艇											
	滑水板											
	風箏衝浪											
	香蕉船											
	拖曳浮胎											

備註 1：颱風警報期間禁止水域遊憩活動。

備註 2：上述風險等級表係依據一般民眾狀態所分析評定，個人體能與技能不同，且海象變化迅速，低風險海域仍可能發生危害，民眾從事水域遊憩活動宜特別注意安全。

壹、評估標準

1. 依據表 3-22 海況因子影響水域遊憩活動程度表及表 3-23 從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子進行風險評估。
2. 參酌 89 年沙崙海水浴場會勘紀錄，沙崙海域海流流速在 0.5 m/s 以上時，恐有無法游回岸上之安全問題，建議在沙崙海域進行水域遊憩活動時，流速應在 0.4 m/s 以下作為衡量標準。
3. 參考海委會海域遊憩活動規劃與管理指引原則「海域遊憩活動核心活動區域及足跡之分析」考量水域遊憩活動區位。
4. 參酌附錄三消防局與淡水水上協會訪談建議進行風險評估。

貳、遊憩活動評估說明

根據表 3-22，各項水域遊憩活動之主要影響因子多為浪高與流速。另依表 3-23 所列，各類水域遊憩活動之流速限制顯示，幾乎所有活動皆須在流速 0.5 m/s 以下方能安全進行。為確保水域遊憩活動之安全，風險評估時亦將次要影響因子一併納入考量。

一、陸域遊憩活動

陸域遊憩活動較不受海象條件影響，適合從事踏浪戲水、騎馬、滑沙、婚紗攝影等遊憩活動，可參酌天氣預報如降雨、氣溫、紫外線等氣候因素評估陸域遊憩風險。惟沙灘踏浪戲水屬涉水活動，參考新北市淡水區體育會水上救生委員會之建議，亦參考台南漁光島、苗栗通霄海水域場之水域遊憩注意事項，可以進行膝蓋以下深度的踏浪活動，若波高超過膝蓋，其力足以使人傾倒，故建議活動水深以膝蓋為限，減少意外發生。此外，十二月至翌年二月受東北季風影響，風浪較大，從事陸域遊憩活動時仍應注意漲退潮、寒流及颱風等海氣象變化，以確保遊憩安全。

另，釣魚活動參考海洋委員會「海況因子影響水域遊憩活動程度表」(表 3-22) 及「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子表」(表 3-23)，本水域遊憩活動之重要影響因子為浪高，將次要影響因子—風速納入考量，沙崙海域四季波高多低於 1.5 m，符合標準，據本計畫冬季觀測成果顯示波高超過 1.5m 佔觀測時間約 28%。風速方面，春、秋季多低於 6 m/s，夏季約 5 m/s，冬季約 7 m/s。故四月至十一月之風險評估為低度風險；十二月份至隔年三月沙崙海域受東北季風影響，浪高較高，十二月至三月為高度風險，因此在沙崙海域進行釣魚活動屬於低度風險及高度風險。

二、水域遊憩活動

(一) 非動力型水域活動

1. 衝浪

參考海洋委員會「海況因子影響水域遊憩活動程度表」(表 3-22) 及「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子表」(表 3-23)，本遊憩活動主要受浪高與流速影響，風速為次要因子。觀測與模擬結果顯示，春至秋季波高多低於 1.5 m，符合標準；冬季則超標，依據現場觀測及數值模擬成果，海流有逾 50% 時間流速大於 0.4 m/s，有一定機率發生。風速方面，春、秋季多低於 6 m/s，夏季約 5 m/s，冬季約 7 m/s，整體符合標準 (<7.9 m/s)，惟須留意陣風，最大風速可達 14.8~23.8 m/s。鑒於安全考量，四月至十一月評為高度風險，十二月份至隔年三月沙崙海域受東北季風影響，波高、風速及海流均較高，故評估為高度風險，依據相關表列標準，於沙崙海域進行衝浪屬高度風險活動。

2.風浪板

參考海洋委員會「海況因子影響水域遊憩活動程度表」(表 3-22)及「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子表」(表 3-23)，本水域遊憩活動主要受浪高與風速影響，並將流速列為次要考量。觀測與模擬結果顯示，春至秋季波高多低於 1.0 m，此期間波高仍有機率高於 1.0 m；冬季則偏高。風速方面，春、秋季多低於 6 m/s，夏季約 5 m/s，冬季約 7 m/s，整體符合標準 (<13.8 m/s)，惟須留意陣風，最大風速可達 14.8~23.8 m/s。依據現場觀測及數值模擬成果，海流有逾 50%時間流速大於 0.4 m/s，有一定機率發生。鑒於安全考量，四月至十一月評為高度風險，十二月份至隔年三月沙崙海域受東北季風影響，波高、風速及海流均較高，故評估為高度風險，依據相關表列標準，於沙崙海域進行風浪板活動屬高度風險。

3.立式划槳

參考海洋委員會「海況因子影響水域遊憩活動程度表」(表 3-22)及「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子表」(表 3-23)，本水域遊憩活動主要影響因子為浪高及流速，並將風速納入次要考量。根據觀測與數值模式結果，沙崙海域春至秋季波高多低於 1.0 m，符合標準，冬季則未符合；海流有逾 50%時間流速大於 0.4 m/s，有一定機率發生，且接近流速標準小於 0.5 m/s。風速方面，春、秋季多低於 6 m/s，夏季約 5 m/s，冬季約 7 m/s，整體符合標準 (< 7.9 m/s)，惟須留意陣風，最大風速可達 14.8~23.8 m/s。鑒於安全考量，四月至十一月評為高度風險，十二月份至隔年三月沙崙海域受東北季風影響，波高、風速及海流均較高，故評估為高度風險，依據相關表列標準，於沙崙海域進行立式划槳活動屬高度風險。

4.獨木舟

參考海洋委員會「海況因子影響水域遊憩活動程度表」(表 3-22)及「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子表」(表 3-23)，本水域遊憩活動之重要影響因子為浪高及流速，將次要影響因子—風速納入考量。根據觀測及數值模式結果，沙崙海域春至秋季波高多低於 1.0 m，符合標準，冬季則未符合；依據現場觀測及數值模擬成果，海流有逾 50%時間流速大於 0.4 m/s，有一定機率發生，且接近流速標準小於 0.5 m/s。風速方面，春、秋季多低於 6 m/s，夏季約 5 m/s，冬季約 7 m/s，整體符合標準 (<7.9 m/s)，惟

須留意陣風，最大風速可達14.8~23.8 m/s。鑒於安全考量，四月至十一月評為高度風險，十二月份至隔年三月沙崙海域受東北季風影響，波高、風速及海流均較高，故評估為高度風險，依據相關表列標準，於沙崙海域進行獨木舟屬於高度風險。

5. 游泳

參考海洋委員會「海況因子影響水域遊憩活動程度表」(表3-22)及「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子表」(表3-23)，本水域遊憩活動之重要影響因子為浪高、流速。本計畫海域南側為礁石區，應避免鄰近礁石區域進行活動。根據觀測資料及模式結果，沙崙海域春至秋季波高多低於1.0 m，符合標準，冬季則未符合；依據現場觀測及數值模擬成果，海流有逾50%時間流速大於0.4 m/s，有一定機率發生，且接近流速標準小於 0.5 m/s。因此在沙崙海域進行游泳屬於高度風險。另依《海域環境分類及海洋環境品質標準》第3條及第5條之甲類海域評估標準，其夏季水質未達甲類水質標準建議暫不從事該活動，待水質檢測符合甲類水質時再從事活動，以確保遊客的安全與健康。

6. 潛水

參考海洋委員會「海況因子影響水域遊憩活動程度表」(表3-22)及「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子表」(表3-23)，本水域遊憩活動之重要影響因子為浪高與流速，將次要影響因子—海岸性質納入考量。根據觀測及數值模式結果，沙崙海域春至秋季波高多低於1.0 m，符合標準，冬季則未符合；依據現場觀測及數值模擬成果，海流有逾50%時間流速大於0.4 m/s，有一定機率發生，且接近流速標準小於 0.5 m/s，且本計畫海域屬沙岸地形，不宜潛水，另，據消防局與淡水水上協會建議，沙崙海域受潮汐影響，在進行潛水活動時，若未留意漲潮所造成的水位上升變化，容易因水深增加而導致原本可站立或出水的位置遭海水淹沒，增加脫困難度，進而提升溺水風險。此外，考量水質尚未達到甲類水質標準，潛水過程全身浸入海水恐影響健康與安全，因此在沙崙海域進行潛水屬於高度風險。

(二) 動力型水域活動

1. 拖曳傘

參考海洋委員會「海況因子影響水域遊憩活動程度表」(表3-22)及「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子表」(表3-23)，本水域遊憩活動之重要影響因子為浪高與風速，次要因子為海岸性質。本計畫海域屬沙岸地形，近岸區域部分地形坡度為0.45大於水域遊憩坡度標準1/10，如圖4-9所示。根據觀測結果，沙崙海域四季波高多低於 1.5 m，符合標準，據本計畫冬季觀測成果顯示波高超過 1.5 m佔觀測時間約28%。風速方面，春、秋兩季多低於 6 m/s，夏季約5 m/s，冬季約7 m/s，整體符合標準 (<7.9 m/s)，惟須留意陣風，最大風速可達14.8~23.8 m/s。參照消防局及淡水水上協會的訪談意見，拖曳傘常見於外海區域進行，為船艇提供動力的項目，該類活動離岸較遠，且因沙崙海域內水深及地形限制，船艇主要於外海航行，外海風向、潮汐與洋流變化對水域遊憩活動影響較大。一旦發生人員落水意外，岸上救援人員需耗費較長時間前往事故現場，且過程中易受洋流影響，導致落水者隨流漂移，增加定位困難與救援風險。鑒於安全考量，四月至十一月評為中度風險，十二月份至隔年三月沙崙海域受東北季風影響，波高、風速及海流均較高，故評估為高度風險，因此在沙崙海域進行拖曳傘屬於中度風險至高度風險。

2. 水上摩托車

參考海洋委員會「海況因子影響水域遊憩活動程度表」(表3-22)及「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子表」(表3-23)，本水域遊憩活動之重要影響因子為浪高，次要因子為海岸性質。本計畫海域屬沙岸地形，近岸區域部分地形坡度為0.45大於水域遊憩坡度標準1/10，如圖4-9所示，其南側為礁石區，應避免鄰近礁石區域進行活動。根據觀測結果，沙崙海域四季波高多低於 1.5 m，符合標準，據本計畫冬季觀測成果顯示波高超過 1.5 m佔觀測時間約28.8%。參照消防局及淡水水上協會的訪談意見，參照消防局及淡水水上協會的訪談意見，水上摩托車雖屬流速耐受度較大的水域活動，惟其操作需具備相當之專業技能及經驗。為降低遊憩事故發生之風險，建議限制一般民眾自行駕駛，並由具專業資格者操作為宜，鑒於安全考量，四月至十一月之風險評估為

中度風險；十二月份至隔年三月沙崙海域受東北季風影響，浪高較大，十二月至三月為高度風險，因此在沙崙海域進行水上摩托車屬於中度風險至高度風險。

3. 橡皮艇

參考海洋委員會「海況因子影響水域遊憩活動程度表」(表3-22)及「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子表」(表3-23)，本水域遊憩活動之重要影響因子為浪高，次要因子為海岸性質。本計畫海域屬沙岸地形，近岸區域部分地形坡度為0.45大於水域遊憩坡度標準1/10，如圖4-9所示，其南側為礁石區，應避免鄰近礁石區域進行活動。根據觀測結果，沙崙海域四季波高多低於 1.5 m，符合標準，據本計畫冬季觀測成果顯示波高超過 1.5 m佔觀測時間約28.8%。參照消防局及淡水水上協會的訪談意見，橡皮艇多於靠近岸邊之區域進行活動，相對安全。在秋初至春初期間沙崙海域受東北季風影響，海面上的風浪及海流較為強勁且水溫低，在此期間進行水域遊憩活動的風險較高。鑒於安全考量，四月至十一月評為中度風險，十二月份至隔年三月沙崙海域受東北季風影響，波高、風速及海流均較高，故評估為高度風險，依據相關表列標準，沙崙海域進行橡皮艇活動屬中至高度風險。因此在沙崙海域進行橡皮艇屬於中度風險至高度風險。

4. 滑水板

參考海洋委員會「海況因子影響水域遊憩活動程度表」(表3-22)及「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子表」(表3-23)，本水域遊憩活動之重要影響因子為浪高，次要因子為海岸性質，微小因子為流速。本計畫海域屬沙岸地形，其南側為礁石區，應避免鄰近礁石區域進行活動。根據觀測結果，沙崙海域春夏秋三季波高多低於 1.0 m，此期間波高仍有機率高於 1.0 m，據本計畫冬季觀測成果顯示波高超過 1.0 m佔觀測時間約59.3%；四季海流有逾50%時間流速大於 0.4 m/s，有一定機率發生，且接近流速標準小於 0.5 m/s。參照消防局及淡水水上協會的訪談意見，滑水板常見於外海區域進行，為船艇提供動力的項目，該類活動離岸較遠，且因沙崙海域內水深及地形限制，船艇主要於外海航行，外海風向、潮汐與洋流變化對水域遊憩活動影響較大。一旦發生人員落水意外，岸上救援人員需耗費較長時間前往事故現場，且過程中易受洋流影響，導致落水者隨流漂移，增加定位困難與救援風險。鑒於安全考量，四月至十一月評

為高度風險，十二月份至隔年三月沙崙海域受東北季風影響，波高、風速及海流均較高，故評估為高度風險，依據相關表列標準，因此在沙崙海域進行滑水板屬於高度風險。

5. 風箏衝浪

參考海洋委員會「海況因子影響水域遊憩活動程度表」(表3-22)及「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子表」(表3-23)，本水域遊憩活動之重要影響因子為浪高、風速與海岸性質，微小因子為流速。沙崙海域主要屬於沙岸地形，沙崙海域南側為礁石區，應避免鄰近礁石區域進行活動。據觀測結果，沙崙海域春夏秋三季波高多低於 1.0 m，此期間波高仍有機率高於1.0 m，據本計畫冬季觀測成果顯示波高超過 1.0 m佔觀測時間約59.3%。風速方面，春、秋季多低於6 m/s，夏季約5 m/s，冬季約7 m/s，整體符合標準 (<13.8 m/s)，惟須留意陣風，最大風速可達14.8~23.8 m/s；四季海流有逾50%時間流速大於0.4 m/s，有一定機率發生，且接近流速標準小於 0.5 m/s。而在秋初至春初期間沙崙海域受東北季風影響，海面上的風浪及海流較為強勁且水溫低，在此期間進行水域遊憩活動的風險較高。鑒於安全考量，四月至十一月評為高度風險，十二月份至隔年三月沙崙海域受東北季風影響，波高、風速及海流均較高，故評估為高度風險，依據相關表列標準，因此在沙崙海域進行風箏衝浪屬於高度風險。

6. 香蕉船

參考海洋委員會「海況因子影響水域遊憩活動程度表」(表3-22)及「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子表」(表3-23)，本水域遊憩活動之重要影響因子為浪高，次要因子為海岸性質，本計畫海域屬沙岸地形，近岸區域部分地形坡度為0.45大於水域遊憩坡度標準1/10，如圖4-9所示，其南側為礁石區，應避免鄰近礁石區域進行活動。根據觀測結果，沙崙海域春夏秋三季波高多低於 1.0 m，此期間波高仍有機率高於1.0 m，據本計畫冬季觀測成果顯示波高超過 1.0 m 佔觀測時間約 59.3 %；四季海流有逾50%時間流速大於 0.4 m/s，有一定機率發生，且接近流速標準小於 0.5 m/s。參照消防局及淡水水上協會的訪談意見，香蕉船常見於外海區域進行，為船艇提供動力的項目，該類活動離岸較遠，且因沙崙海域內水深及地形限制，船艇主要於外海航行，外海風向、潮汐與洋流變化對水域遊憩活動影響較大。一旦發生人員落水意外，岸上救援人員

需耗費較長時間前往事故現場，且過程中易受洋流影響，導致落水者隨流漂移，增加定位困難與救援風險。鑒於安全考量，四月至十一月評為高度風險，十二月份至隔年三月沙崙海域受東北季風影響，波高、風速及海流均較高，故評估為高度風險，依據相關表列標準，因此在沙崙海域進行香蕉船屬於高度風險。

7.拖曳浮胎

參考海洋委員會「海況因子影響水域遊憩活動程度表」(表3-22)及「從事各項水域遊憩活動最適宜環境因子表」(表3-23)，本水域遊憩活動之重要影響因子為浪高，次要因子為海岸性質，微小因子為流速。本計畫海域屬沙岸地形，其南側為礁石區，應避免鄰近礁石區域進行活動。根據觀測結果，沙崙海域春夏秋三季波高多低於 1.0 m，此期間波高仍有機率高於1.0 m，據本計畫冬季觀測成果顯示波高超過 1.5 m 佔觀測時間約28%；四季海流有逾50%時間流速大於 0.4 m/s，有一定機率發生，且接近流速標準小於 0.5 m/s。參照消防局及淡水水上協會的訪談意見，拖曳浮胎常見於外海區域進行，為船艇提供動力的項目，該類活動離岸較遠，且因沙崙海域內水深及地形限制，船艇主要於外海航行，外海風向、潮汐與洋流變化對水域遊憩活動影響較大。一旦發生人員落水意外，岸上救援人員需耗費較長時間前往事故現場，且過程中易受洋流影響，導致落水者隨流漂移，增加定位困難與救援風險。鑒於安全考量，四月至十一月之風險評估為高度風險；十二月份至隔年三月沙崙海域受東北季風影響，浪高較高，故評估為高度風險，依據相關表列標準，因此在沙崙海域進行拖曳浮胎屬於高度風險。

。

第二節 建議

1. 本次調查結果以數據或地形地貌之因素而言，各項水域遊憩活動於春夏秋冬 4 季皆近入中度至高度風險範圍，且經總整在地居民、消防單位等訪談及綜合評估，本次報告仍維持原本政策。
2. 本案建議未來若要從事沙灘戲水時，依據圖 3-18，於沙崙海域海岸邊（從內陸向海最高水位綫）區域進行沙灘戲水，並且水位不超過膝蓋，以維護遊客活動安全。
3. 本案建議委託專業團隊設置海域遊憩熱點建立科技監控智慧預警系統，以輔助管理單位強化場域安全監管能力，降低民眾活動風險。目前海域遊憩平台已有整合沙崙海域水質即時顯示平台及鄰近區域海氣象動態及風險管理等資訊，裨益依實際情況逐步調整沙崙海域從事水域遊憩活動風險，建議定時公布資訊，提供給管理人員及遊客於現場查閱，以利維護遊憩安全及海域環境管理。
4. 本案建議於沙崙海域在經歷極端或災害事件後進行水深地形調查，以掌握地形變化並確保水域遊憩活動安全。另因淡江大橋興建可能影響區域流況與地形，短期內開放活動前宜先行地形調查，待地形趨於穩定後，再適度延長調查頻率。
5. 本案建議未來若設置海氣象浮標及即時監測系統，並持續累積海氣象資料，可依海委會(2020)風險海域劃設與管理策略研擬之建議，每 3-5 年進行海域地形測量、表面流觀測及 3D 海流掃測，據以進一步分析與評估，再逐步調整風險等級，使沙崙海域遊憩管理更符合實際需求。

參考文獻

1. Carstensen, Jacob; Duarte, Carlos M. Drivers of pH Variability in Coastal Ecosystems. *Environmental Science & Technology*. 2019-04-16, 53 (8): 4020–4029.
2. Duarte, Carlos M.; Hendriks, Iris E.; Moore, Tommy S.; Olsen, Ylva S.; Steckbauer, Alexandra; Ramajo, Laura; Carstensen, Jacob; Trotter, Julie A.; McCulloch, Malcolm. Is Ocean Acidification an Open-Ocean Syndrome? Understanding Anthropogenic Impacts on Seawater pH. *Estuaries and Coasts*. 2013-03-01, 36 (2): 221–236.
3. Lowe, Alexander T.; Bos, Julia; Ruesink, Jennifer. Ecosystem metabolism drives pH variability and modulates long-term ocean acidification in the Northeast Pacific coastal ocean. *Scientific Reports*. 2019-01-30, 9 (1): 963.
4. Fairchild, William; Hales, Burke. High-Resolution Carbonate System Dynamics of Netarts Bay, OR From 2014 to 2019. *Frontiers in Marine Science*. 2021, 7.
5. 余佳鏘、陳威成、王敘民、陳沛宏、廖建明（2022）。全國海灘環境調查與安全評估。土木水利，49(6)，58-65。
6. 國立臺灣海洋大學(2021)。海洋運動能力分級與海洋環境條件關係調查分析。國家海洋研究院。
7. 海洋委員會海洋保育署(2022)。民國 111 年海域水質監測年報。
8. 徐筱筑（2012）。淡水沙崙海水浴場發展變遷的結構歷程分析。〔碩士論文。國立臺灣師範大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。
9. 沙崙。（2022年06月18日）。淡水維基館。
10. 沙崙海水浴場。（2024年10月4日）。維基百科,自由的百科全書。
11. 威騰有限公司(2023)。110 年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業委託技術服務案期末結案調查成果報告。新北市政府經濟發展局。
12. 海洋委員會(2025)。「開放海洋」-海域遊憩活動規劃管理指引原則(第三版)。
13. 國立成功大學(2020)。風險海域劃設與管理策略研擬。國家海洋研究院委託研究。
14. 淡水正沙崙海水域場附近海域海況評估計畫。1999。台北縣淡水鎮公所。
15. 交通部運輸研究所(2024)。2022 年港灣海氣象觀測資料統計年報 (8 港域觀測海流資料)。
16. 新北市立正德國民中學。步步驚魂 ---沙崙海水浴場的美麗與幽愁。中華民國第 63

屆中小學科學展覽會。

- 17.交通部中央氣象局(2022)。海岸裂流監測與預警技術研究成果報告(2/3)。
- 18.交通部中央氣象署(2023)。海岸裂流監測與預警技術研究成果報告(3/3)。
- 19.監察院(2025)。基隆市大武崙沙灘海域相關單位權責分工與管制措施案。
- 20.海洋委員會(2019)。危險海域劃設原則之研究。
- 21.國立成功大學(2018)。宜蘭濱海水域遊憩活動規劃案。東北角暨宜蘭海岸國家風景區管理處。
- 22.國立高雄科技大學(2020)。花蓮縣和平溪口至七星潭海岸水域遊憩活動整體評估規劃案。花蓮縣政府。
- 23.國立澎湖科技大學(2014)。澎湖南方四島海域活動適宜性分析與安全管理規劃。海洋國家公園管理處。
- 24.陳文和 (2015)。臺灣北海岸與東北角地區海域遊憩活動發展現況之探討。運動知識學報，(12)，9-30。
- 25.淡水區公所(2026)。沙崙水域安全監控系統及告示牌建置。


附錄一

坐標成果表





計畫名稱：113 年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業委託專業服務案						
點名	縱坐標 N(Y)	橫坐標 E(X)	高程(m)	測量模式		點位類別
				平面坐標	高程	
2113	2785931.867	291999.317	4.703	平面控制點	VBS-RTK	一等級水準點
F051	2787608.808	293001.614	23.247	平面控制點	VBS-RTK	三等衛星控制點
FP32	2785873.984	292129.397	5.136	平面控制點	VBS-RTK	三等衛星控制點

附錄二





點誌記

計畫名稱：113 年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業委託專業服務案			
點 號 POINTNO.	2113	測量日期 DATE	113 年 8 月
點 名 STATIONNAME	漁人碼頭	等 級 ORDER	一 等 一 級 水 準 點
測設單位 SURVEYUNIT	內政部	TWD97@2020 縱坐標(m)	2785931.867
樁 號 STATIONNO.	2113	TWD97@2020 橫坐標(m)	291999.317
樁 別 REMARKS	鋼標	一 等 水 準 高 程 HEIGHT(m)	4.703
詳 圖：		略 圖：	
			
說明：由三芝往市區方向行駛台 2 乙線至淡水漁人碼頭指示牌停車，點位於入口管制站旁。			
近 照：		遠 照：	
			

點誌記

計畫名稱：113 年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業委託專業服務案			
點 號 POINTNO.	F051	測量日期 DATE	113 年 8 月
點 名 STATIONNAME	路邊	等 級 ORDER	三等衛星控制點
測設單位 SURVEYUNIT	內政部	TWD97@2020 縱坐標(m)	2787608.808
樁 號 STATIONNO.	F051	TWD97@2020 橫坐標(m)	293001.614
樁 別 REMARKS	鋼樁	一等水準高程 HEIGHT(m)	---
詳 圖：		略 圖：	
			
說明：行台 2 乙線三芝往淡水行駛於 22K+500 處.再向南行 150 公尺見右側路邊有 2 根電力桿，點位即在 PC 溝坎上。			
近 照：		遠 照：	
			

點誌記

計畫名稱：113 年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業委託專業服務案			
點 號 POINTNO.	FP32	測量日期 DATE	113 年 8 月
點 名 STATIONNAME	海堤	等 級 ORDER	三等衛星控制點
測設單位 SURVEYUNIT	內政部	TWD97@2020 縱坐標(m)	2548797.216
樁 號 STATIONNO.	FP32	TWD97@2020 橫坐標(m)	155560.051
樁 別 REMARKS	石樁	一等水準高程 HEIGHT(m)	---
詳 圖：		略 圖：	
			
說明：行台 2 乙線淡水往漁人碼頭方向至 19K+900 處見叉路左轉到底丁字路有一海產店左轉約 50 公尺見海堤上有一水利局斷面樁即為此點(與水利處共用點)。			
近 照：		遠 照：	
			

附錄三

測量技師簽證報告

測量技師簽證報告

案名：113年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業委託專業服務案

簽證技師：藍國華

技師執業執照號碼：技執字第002480號

執業測繪業名稱：自強工程顧問有限公司

法令依據：依據國土測繪法第四十一條及經營或受聘於測繪業之測量技師簽證規則等相關規定

委託者姓名或名稱：國立臺灣海洋大學

地址：基隆市中正區北寧路2號

委託事項：測量報告書



簽約日期：113年05月21日

受託測繪業名稱：自強工程顧問有限公司

地址：新北市中和區新民街112號5樓

簽證意見：本計畫簽證項目均符合合約之各項要求

簽證日期：113年9月6日

受託測繪業簽章	測量技師簽章
	

註：本案內容非屬地籍測量範疇者，免填地籍測量專業資格證明書字號。

附錄四

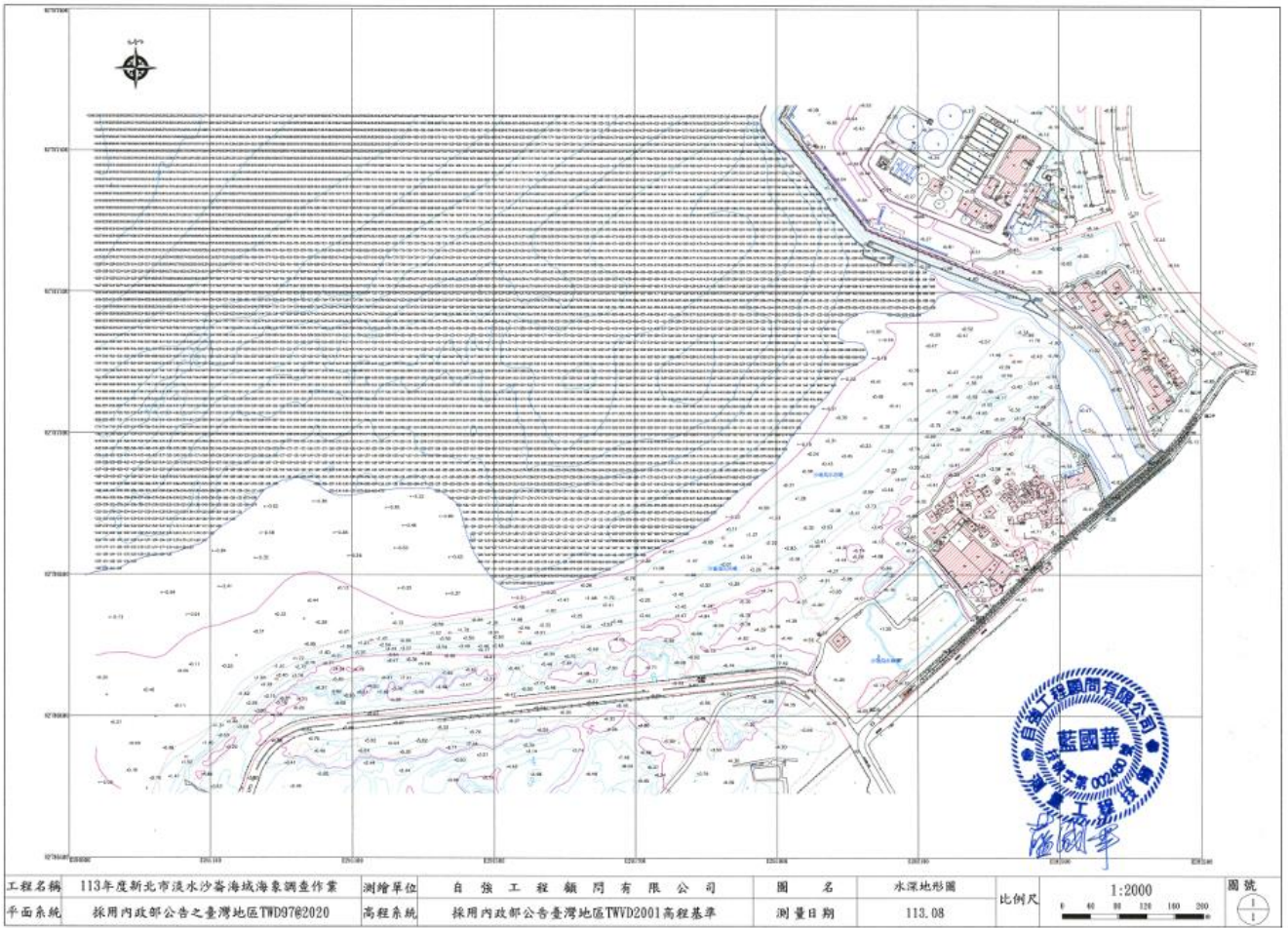
本案與 110 年度報告之差異

新北市政府經濟發展局為有效管理地區開發行為及淡水沙崙海域永續發展，曾於 110 年辦理「110 年度新北市沙崙海域海象調查」，本次則辦理「113 年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業委託專業服務案」，將 110 年度報告工作項目與本次工作項目整理，如表 1。

表 1 110 年報告與本案工作項目

	110 年報告	本案
海域地形調查	沙崙海域海平面以下地形進行測量調查，共 1 次。	沙崙海域海平面下每 25 公尺進行測量調查，共 1 次。
水質調查	(1) 水溫 (2) 氫離子濃度指數 (pH) (3) 溶氧量 (4) 生化需氧量 (5) 大腸桿菌群 (6) 氨氮 (7) 總磷 (8) 氰化物 (9) 酚類 (10) 礦物性油脂 調查次數兩次(夏季、冬季)。	(1) 水溫 (2) 氫離子濃度指數 (pH) (3) 溶氧量 (4) 生化需氧量 (5) 大腸桿菌群 (6) 腸球菌群 (7) 氨氮 (8) 總磷 (9) 氰化物 (10) 酚類 (11) 礦物性油脂 調查次數四次(四季)、並額外調查 6 月與 7 月各一次。
海流流況調查	沙崙海域進行海水流速及流向調查，一年兩次：夏季、冬季分別於漲潮及退潮時段各進行 1 次。	沙崙海域四季漲潮及退潮時段海水流速及流向調查，一年四次：夏季、秋季、冬季、春季，每季 15 天。
底質調查	沙崙海域包含採樣點位置及中值粒徑調查，共 1 次。	引用前次報告成果。
數值模式	無數值模式分析。	沙崙海域模式地形與網格設置，以及數值模式模擬並與觀測驗證，一年四次：夏季、秋季、冬季、春季。
海域開放可行性評估之建議	開放評估標準參考、水質因子比較、海況因子比較。	彙整分析沙崙海域調查資料、蒐集國內同性質海域之優劣分析。
海岸環境維護建議	彙整沙崙海域調查結果與分析，提出沙崙海域環境維護之建議。	彙整沙崙海域調查結果及分析，提出沙崙海域環境維護之建議。

附圖一



工程名稱	113年度新北市淡水沙崙海域海象調查作業	測繪單位	自強工程顧問有限公司	圖名	水深地形圖	比例尺	1:2000	圖號	
平面系統	採用內政部公告之臺灣地區TWD97@2020	高程系統	採用內政部公告臺灣地區TWD2001高程基準	測量日期	113.08				