



全國海灘環境調查與安全評估

余佳鍇／國立成功大學近海水文中心 助理

陳威成、王敘民／國立成功大學水利及海洋工程學系 博士

陳沛宏／國家海洋研究院海洋產業中心 助理研究員

廖建明／國家海洋研究院海洋產業中心 主任

為推動向海致敬政策，鼓勵人民知海、近海到進海之目標，本研究進行全國大規模的海域遊憩環境安全調查與風險評估，調查方式以現場踏勘實地調查為主，以現有資料蒐集分析和數值模擬為輔，藉由掌握海域遊憩安全環境資訊，讓民眾前往海濱遊憩時，可對當地環境與危害潛勢有所掌握，達成資訊透明目標，協助國民安全走向海洋。調查與分析結果顯示：我國共有 100 個濱海鄉鎮區，海灘型態的海岸有 307 處，考慮危險度和脆弱度因子進行評估，透過風險因子選定、風險分析、風險評量到風險處理四個階段過程，以專家問卷和模糊德爾菲法以及 AHP 權重分析法，篩選出有共識的危險度 10 項與脆弱度 12 項因子，估算各因子造成風險的影響程度，完成全台 517 處海岸區位之風險評估作業，結果顯示各類型海岸以中度風險發生機率最高。

前言

行政院於民國 109 年推出「向海致敬」政策，鼓勵人民「知海」（知道海洋）、「近海」（親近海洋）及「進海」（進入海洋），確保海洋永續發展，讓台灣因海而無限遠大。根據內政部資料，我國（含外島）海岸線全長 1,988 公里，扣除河口、港口、軍事管制區、禁止水域遊憩活動之海洋保護區以及依「水域遊憩活動管理辦法」第 6 條公告禁止之水域遊憩活動區等區位，民眾可自由前往之海岸線尚有 1,700 餘公里，國人假期前往水域遊憩比前往山區車程更短等因素導致愛海親海的趨勢顯著，政府主管機關也積極推動相關海域遊憩活動與配套措施之建設，期能提供國人安全、美好的休閒遊憩空間。

本研究團隊從水域遊憩活動面向著手，為了達成向海致敬政策中，將海域環境資訊「透明」地提供民眾週知，並把海域遊憩活動場域可能之「風險」讓民眾掌握之目標，本文目的為以現場實地踏勘方式，系統性地調查全國海域遊憩環境現況並評估其風險，風險評估所需之危險度與脆弱度因子資料藉由歷史資料分析與現場調查所得，未有資料或無法在短時間內完成調查者則以數值模擬技術取得。

全國海灘調查作業

調查項目與方法

海岸調查的目的在於掌握從事海域遊憩活動時，所需了解的地文、水文特徵以及安全設施等現況，譬如環境現況、海灘狀況、看板、救生設施、遊憩活動設施、安檢所、海巡隊與救難設施等因子，上述因子均需由現場調查獲得。而現場調查內容區分為五大類：分別為基本資料、危險度因子調查、脆弱度因子調查、其他調查及影像記錄。其中，基本資料主要記錄海灘範圍與概述；危險度因子調查包含地形、地質、環境與設施與生物；脆弱度因子調查包含環境承载力、易達性、安全設施、個人習慣、個人遊憩裝備；其他調查包含海灘海岸概況與可能影響遊憩安全之項目說明；影像紀錄則包含入口座標、基礎設施點位之平面和環景影像作紀錄。而每個調查區位除調查上述項目，團隊亦進行現場抽樣訪談，訪談的目的是在於了解遊客的遊憩經驗以及其自救能力，如遊客是否曾受有毒生物攻擊經驗及其自我評估之自救能力等，彙整後產出調查紀錄表（圖 1）。

海灘現場調查工作分為三大項，第一項為現場環境勘查，針對危險度因子之海岸型態、海岸坡度、砂礫種類、

砂礫之歧異性、環境與設施、植被覆蓋情形進行照片與點位之記錄，其中海岸坡度以 GNSS 衛星接收儀測量海灘

NAMRI 國家海洋研究院 向海致敬
 全國海灘及釣點環境調查與安全評估作業
 【海灘型態海岸】安全環境現場調查紀錄表

一、基本資料	
海灘名稱：	調查時間： 年 月 日 ~ 時
行政區： 縣/市 鄉/鎮/區	天氣： <input type="checkbox"/> 晴 <input type="checkbox"/> 陰 <input type="checkbox"/> 雨
海灘位置敘述：	海灘範圍座標：(以 4-6 個座標紀錄)
	N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °, N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °
	N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °, N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °
調查人員：	
海灘概述：	
二、危險度因子調查	
地形 <input type="checkbox"/> 已拍照記錄	
1. 海灘型態： <input type="checkbox"/> 常態斜坡沙灘 <input type="checkbox"/> 沙丘型沙灘 <input type="checkbox"/> 淹沒型沙灘 <input type="checkbox"/> 其它 _____	
2. 海灘坡度：(於主要入口處或為中心進行量測高程，並於現場量測後內業計算坡度)	
A	高灘點位 座標：N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °, 高程： <input type="text"/>
	潮線點位 座標：N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °, 高程： <input type="text"/>
	坡度： <input type="text"/>
3. 狀況說明： <input type="text"/>	
地質 <input type="checkbox"/> 已拍照記錄 (單獨砂子及整體照各一張)	
1. 海灘砂粒種類：(於主要入口處取樣比對服務建議書圖 16)	
B	<input type="checkbox"/> 泥 (<62.5µ) <input type="checkbox"/> 細沙 (62.5µ-0.5mm) <input type="checkbox"/> 粗砂 (0.5mm-2mm) <input type="checkbox"/> 礫石 (2mm-64mm) <input type="checkbox"/> 卵石 (>64mm)
2. 海灘砂粒歧異性：(於主要入口處取樣比對服務建議書圖 15)	
	<input type="checkbox"/> 極純 <input type="checkbox"/> 高純 <input type="checkbox"/> 中純 <input type="checkbox"/> 不純 <input type="checkbox"/> 極不純
3. 狀況說明： <input type="text"/>	
環境與設施 <input type="checkbox"/> 已拍照記錄 <input type="checkbox"/> 已定位	
1. 垃圾與整潔(譬如垃圾、漂流木、廢棄物架等)：(需進行定位，並描述位置/數量分布)	
<input type="checkbox"/> 有，說明： <input type="text"/>	
C	區位 1
	座標 1：N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °, 座標 2：N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °
	座標 3：N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °, 座標 4：N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °
	區位 2
	座標 1：N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °, 座標 2：N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °
	座標 3：N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °, 座標 4：N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °
<input type="checkbox"/> 無	
2. 海灘上是否有人工結構物：(需進行定位，並描述位置/數量分布)	
突堤： <input type="checkbox"/> 有，說明： <input type="text"/>	
	區位(記錄起始位置)
	起點：N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °, 迄點：N <input type="text"/> °, E <input type="text"/> °

圖 1 海灘現場調查紀錄 (節錄)

主入口的高、低潮之高程進行計算；脆弱度因子方面，則記錄海灘之寬度、小徑數量與路況、安全救生設施、警告告示牌、海岸資訊告知牌以及其它對於人員遊客會造成安全或舒適度影響的設施如步道、廁所、停車場或涼亭等基礎設施；第二項則是對現場遊客進行訪談，包含遊客曾從事幾項遊憩活動、是否具游泳能力以及有無對該海岸遊憩安全之相關經驗等資訊進行隨機問卷調查；第三項則是影像紀錄，除了針對危險度因子與脆弱度因子調查項目進行拍攝外，於各海灘之主要入口、左側及右側皆會進行前、後、左、右四方位之影像，另於主要入口處會額外以全景照相機進行環景之拍攝，記錄現場之情況。

現場調查成果

海灘海岸部分調查共完成 307 處調查作業，將各海灘調查成果記錄於現場調查紀錄表中，並將每一海灘蒐集之重要因子拍照記錄，包含海灘人工結構物、垃圾與廢棄物、植生與防風林、小徑、安全救生設施、告示牌、基礎設施和入口處平面與環境照，參照統一規則命名後按照每區位之調查表繪製 GIS 遊憩海灘的圖資供 (圖 2 左) 使遊客及主管機關更直觀的了解海灘相關設施之位置分布。為了將資訊大眾化，國家海洋研究院 (以下簡稱國海院) 將調查結果套疊至國海院的海洋遊憩風險資訊平臺 (GoOcean) 使調查資訊能有更佳的途徑提供給遊憩民眾參考 (圖 2 右)。

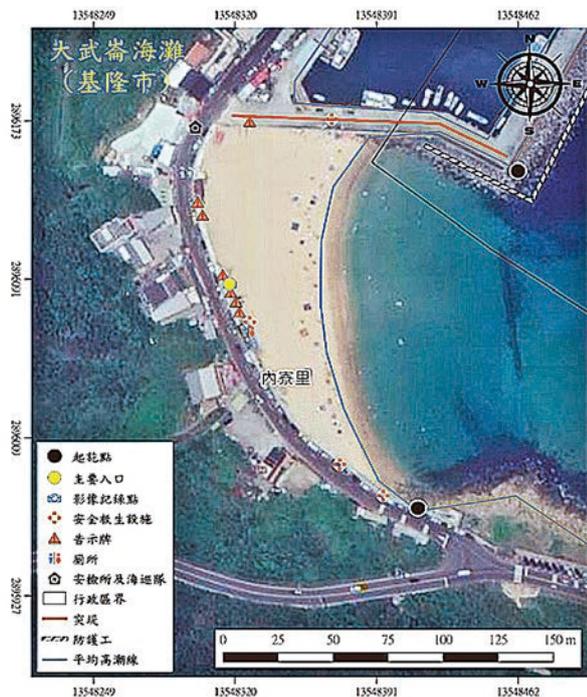


圖 2 基隆市大武崙海灘 GIS 圖資 (左)，圖資套用至國海院 GoOcean 平台應用成果 (右)

其它調查與資料蒐集分析

團隊在調查同時也蒐集了其它的資料，如海洋遊憩活動救難資料、歷史資料（波潮流資料、海底地形資料、水質與生態資料、社會經濟資料、暴潮與海平面資料）及數值模擬等，利用這些資料了解各縣市遊憩區域的水文、地文、歷史救難案件機率及醫療院所的遠近等。

依海洋遊憩活動救難資料為例 103 至 108 年各縣市地區發生意外事件次數、傷亡人數和海岸線長度比例分析意外事件稠密程度和嚴重性，如圖 3 所示，在嚴重性上全台平均每一起落水事件會造成 1.3 人損傷，其中以金門縣和苗栗縣最嚴峻，平均每一次意外事件均會超過兩人以上傷亡，其次新北市和臺南市嚴重性亦有 1.5 人 / 次以上，而單一意外事件事故人數最多的前三名均是發生在新北市；而在事案稠密程度上，全台平均每 5.4 公里就有一件意外事件的發生，其中以基隆市和新北市意外事件發生稠密程度最高，分別為 0.2 km/ 件和 0.7 km/ 件。若從風險評估進行分析，以金門縣為例其嚴重性位居各縣市之冠，代表事件發生後之嚴重性較高，故潛在之脆弱度可能較高；而新北市無

論是嚴重性或是事件稠密程度均位於各縣第二，則代表該縣市是潛藏極高的風險層級。

然意外發生時的海氣象經統計長年海氣象累積機率結果與意外事件之相關性，結果如圖 4 至圖 6 所示，在事件發生當下示性波高值大於累積機率分布 50% 的佔所有案例有 185 件，超過累積機率 75% 的有 84 件，而超過 90% 累積機率的有 32 件，該結果顯示其實無論在何種波高條件下均有意外事件發生，而風速和表面流速的情形與示性波高相似，在超過長期統計累積機率的 50% 佔所有事件的四成左右。綜整上述，從意外事件發生當下之海氣象資料可大致歸納出事件發生時之臨界值，藉此結果可針對不同海氣象條件進行風險分級標準劃分，但即便是在風和日麗的情況下亦不能稱之為毫無風險或無危險性，因此遊憩者在從事水域遊憩活動時無時無刻均是潛藏風險的。

海灘環境風險評估

風險評估方法

聯合國災難救難協調員辦事處 (UNDRO^[1]) 提出之災害風險公式：「風險 (Risk) = 危害度 (Hazard) × 脆

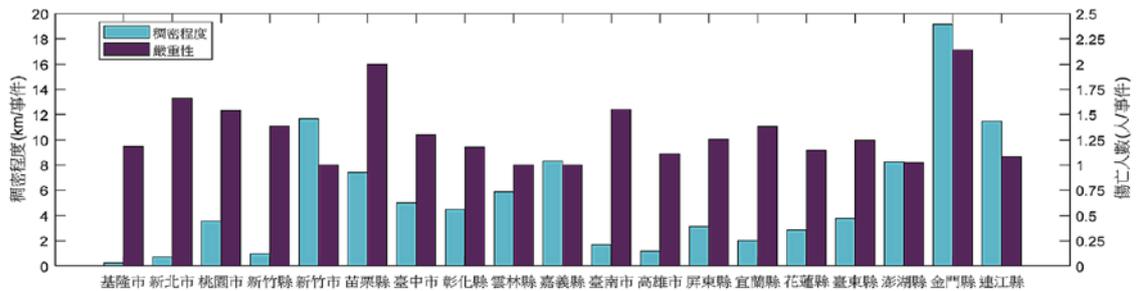


圖 3 103~108 年海域意外事件嚴重性與稠密性分析結果

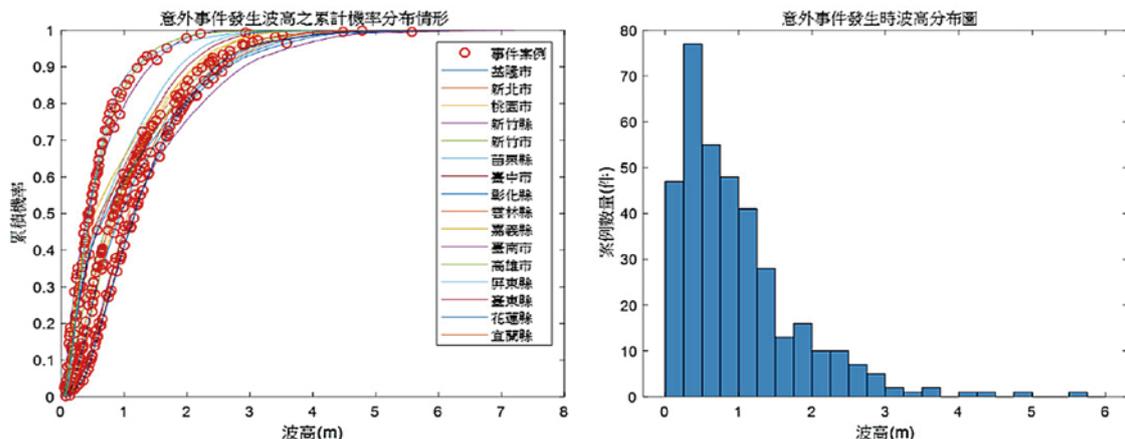


圖 4 各縣市意外事件 103~106 年波高和長年波高統計累積機率分布圖

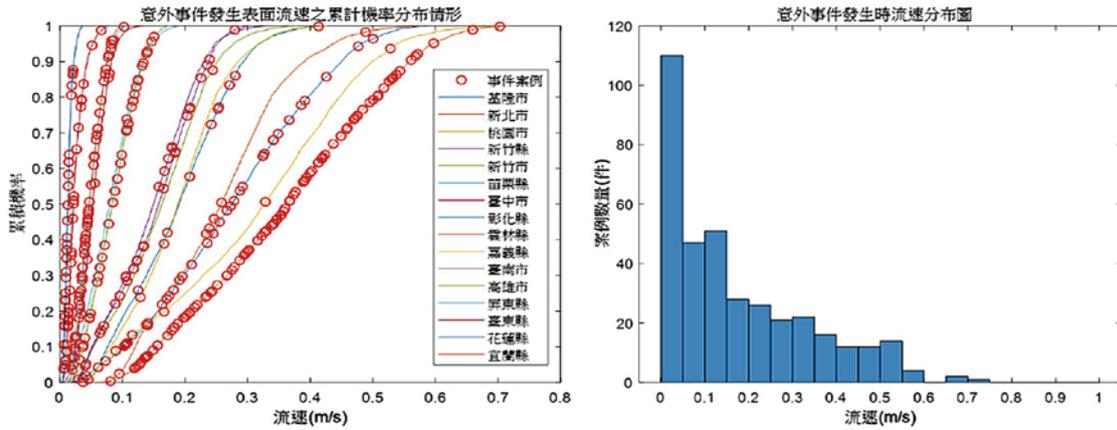


圖 5 各縣市意外事件 103~106 年流速和長年流速統計累積機率分布圖

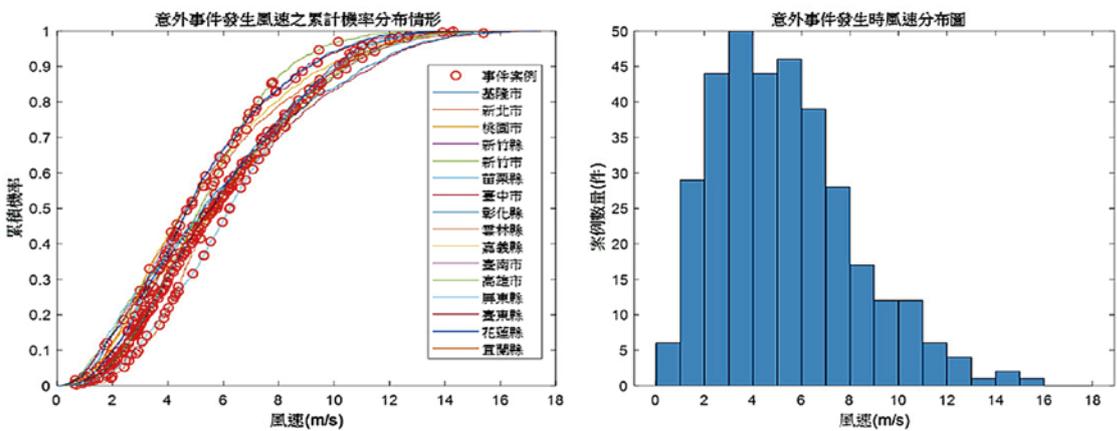


圖 6 各縣市意外事件 103~106 年風速和長年風速統計累積機率分布圖

弱度 (Vulnerability)」為風險評估之架構，風險 (Risk) 的高低與危險度和脆弱度有關，其中危險度為造成風險的主要成因，危險度越大風險越高；脆弱度表示受危險因素影響時，其負面影響的程度，脆弱度越高風險越大。而風險評估的流程除了蒐集因子資料庫等前置作業，從風險因子之選定、風險分析、風險評量到風險處理有四個階段：

風險因子之選定

風險評估首先需要界定造成風險發生的可能因素，進而有效地進行風險處理，因此，本團隊取得 18 份模糊德爾菲專家有效問卷並彙整國內外相關文獻，分析適當的風險影響因子，建立風險之評估指標及篩選出危險度 (10 項) 及脆弱度 (12 項) 影響因子 (如表 1)。

風險分析

透過專家問卷篩選出風險影響因子後，以定性、定量以及半定量分析訂定各個因子分級的條件，在分

級上分為五個等級，分別為 1 至 5 分，再根據蒐集資料、數值模擬以及現場調查的結果，檢視各個因子的影響程度，5 分為影響程度最嚴重，反之 1 分為影響程度最輕微。而各項因子對目標對象的影響程度不一，因此需進行權重分析，獲得各因子權重值之關係。

風險評量

完成各項風險因子分級訂定及權重關係後，即可應用於調查區位，並計算其危險度與脆弱度分數，將上述兩項分數代入至風險矩陣，獲得該地區之風險高低，最後透過地理資訊系統 (GIS) 繪製風險地圖。

風險處理

風險評估結果能提供給政府機關作為海岸風險管理之參考依據，對風險評量結果須要改善者，能進行風險處理並研擬具體可行之對策，包含減低風險、規避風險、移轉風險、抑制風險，同時，也能依據其急迫性與重要性來評估現有之人力、物力與時間來提出計畫之時程、實施內容和預期效益。

表 1 海灘型態危險度（左）、脆弱度（右）影響因子篩選成果表

危險度因子分析			脆弱度因子分析		
評估準則	評估因子	專家共識值 G^i	評估項目	評估指標	專家共識值 G^i
海氣象特性	風	6.8	社會面	遊憩活動合法業者	6.4
	波浪	7.9		醫療院所完備性	6.3
	海流	7.1		與醫療院所距離	7.4
	潮汐	6.0		與海巡隊消防隊距離	7.4
	裂流	7.5	環境面	公共交通發展程度	6.3
	碎波型態	6.8		安全救生設施	7.9
海岸環境	近岸海底坡度	6.2		公共意外保險	6.8
	海灘坡度	6.8	基礎設施發展程度	6.4	
生化特性	具攻擊性生物	6.1	海岸資訊提供	7.5	遊客面
歷史災害	歷史災害事件	6.74	個人自救能力	6.9	
			個人遊憩能力	6.1	
			個人遊憩裝備	7.7	

風險評估過程

海灘型態海岸風險分析經由模糊德爾菲法^[2]，風險辨識選定代表影響因子後，為能區分各風險影響因子所代表之可能性或嚴重程度，本文藉由定性分析、定量分析以及半定量分析，針對風險影響因子進行系統性分級，以量化危害度及脆弱度風險等級與風險分數。各風險分數值最大為 5；最小為 1。

在海氣象特性準則中，風及海流因子係參考危險海域劃設原則^[3]針對各類水域遊憩適合之海氣象條件作為分級依據，如針對游泳活動而言，小於 4 級風速 (< 7.9 m/s) 為適合從事此類遊憩活動的氣象條件，因此在風的因子分級以每小時大於 7.9 m/s 的占比進行等級的劃分，前 20% 代表相對最安全以 1 分計，20% ~ 40% 為 2 分，依此類推分 5 級；海流和風速類似，是以每小時大於 0.514 m/s 的占比進行排序並等分成 5 級（如上述風速等級畫分一致）；在波浪因子上，參考中央氣象局在波浪的分級標準，並加入極端波高作為分級條件；裂流因子則是以發生時之海氣象條件，同時考慮各類型海灘產生裂流的時空間分布頻率，計算一年內符合該條件之時間，以等間距劃分為 3 個等級；瘋狗浪因子則是以各類型波浪條件、堤前坡度及堤前消波塊孔隙率與其對應之越堤浪花特性進行分析與模擬，以發生機率分為 3 個等級；在暴潮因子上，則是依據台灣環島實測暴潮分析^[4]對於歷年的暴潮偏差量進行分級；在生化特性準則中，在從事海域遊憩活動時，有毒生物與具攻擊性的生物出沒於海域活動範圍內，將影響人民生命安全，經資料蒐集統計後，在等級劃分上，將曾經出沒或為有毒生物、具攻擊性生物分布之海域訂定為 5 分，反之則 1 分；意外事件發生原因除了惡劣的自然環境外，民眾對於水域環境的不熟悉和活動安全觀念不足等人為因素亦是導致意外

事件發生的潛在因素，考量危害有再次發生的可能性，在歷史災害因子中，以 103 年至 108 年期間蒐集到有關海域遊憩活動之傷亡人數進行排序，並等間距的劃分為三個等級分別為 1、3、5 分。

在社會面準則的部分，為保障民眾從事各類水域遊憩活動時，能夠安心遊玩且維持遊憩品質，在合法業者因子，以該縣市之合法業者概況進行分級；在醫療院所完備性因子中，考量遊客溺水或意外事件發生後是否能夠及時且妥善的獲得治療，採距離各海灘主要入口最近的醫療院所等級進行等級劃分；在醫療院所之距離及海巡隊安檢所消防隊距離因子中，以發生溺水或進行各類遊憩活動時受到任何傷害時能否提供即時救援，依照黃金救援時間 15 分鐘為原則，對各醫療或救災單位距離調查區位的遠近訂定其脆弱度分數；在環境面部分，在公共交通發展程度因子上，藉由主要入口處之交通易達性，以道路級別作為分級依據，在安全救生設施因子上，考量民眾面對他人溺水意外發生時，能否及時提供協助及救援，以調查區位之安全救生設施數量進行分級，而該區域是否有公共意外保險對於民眾發生意外發生後能夠提供賠償的保障外，也有效提升整體環境品質，因此在分級上分為兩級，有提供公共意外保險其脆弱度分數為 1 分，反之為 5 分，在基礎設施發展程度，檢視各調查區位內是否具備公有廁所、停車場、洗浴設施、照明設備以及通訊品質是否良好作為分級標準，在海岸資訊提供因子中，針對警告標示或告示牌設立情形進行等級劃分；在個人自救能力、個人遊憩能力與個人遊憩配備因子上，皆影響遊客面對危險時應對能力及反應程度，因此透過現場調查詢問當地遊客與交通部觀光局各級水域遊憩活動管理機關是否有公告「活動注意事項」作為依據。

我國行政院對風險評量方法之指引建議事業單位可依其製程、活動或服務之規模及特性選擇採用 3 × 3、5 × 5 等矩陣模式，將危害事件之風險做較多程度的分級。國外在進行海域風險評估時亦有採用風險矩陣的概念，量化各海岸段或遊憩區域不同程度之風險，例如 Ferrari *et al.* [5] 評估義大利西北部沿岸之海域風險時，危害度與脆弱度組成 (4 × 5) 的風險矩陣。

上述對海灘海岸進行危險度與脆弱度之分析，將風險因子分數與對應權重相乘後累加，即可得各區位之危險度與脆弱度分數，依分數高低分為五個等級，分別為極低、低、中、高、極高，最後藉由上述風險矩陣概念，將風險值兩大變數－危險度與脆弱度結合，獲得在該處海岸從事遊憩活動之風險等級。

風險評估成果

海灘型態海岸共計有 307 處海灘，風險等級比例之統計結果表 2 所示，在危險度上，海灘多屬中度及高

度等級，其占比分別為 41% 及 33%；脆弱度則是以中度等級為主，占全部海灘 46%，其次為低度等級，為 32%；整體風險而言，約有 8% 海灘為極高風險，20% 海灘為高度風險，30% 海灘為中度風險，29% 海灘為低度風險，13% 海灘為極低風險。

綜整前兩節成果以新北市為例，團隊對新北市 25 處海灘進行風險評估成果顯示，有 4 處海灘為高度風險、10 處海灘為中度風險、9 處海灘為低度風險以及 2 處海灘為極低風險。其中危險度等級介於中度至高度等級，脆弱度等級介於極低等級至中度等級。將新北市 25 處海灘之風險評估結果運用地理資訊系統呈現於各海岸段，如圖 7 所示。

分析危險度較高原因與權重高的因子如裂流、具攻擊性生物、近岸海底坡度及歷史災害因子有關，其中裂流發生機率落在 30% 左右，分數落於 3 分至 4 分，而歷史災害傷亡案例高居 342 件，分數皆為 5

表 2 307 處海灘海岸風險分級比例

分級	極低 (數量/比例)	低 (數量/比例)	中 (數量/比例)	高 (數量/比例)	極高 (數量/比例)
危險度	3 處 (1%)	76 處 (25%)	126 處 (41%)	102 處 (33%)	0
脆弱度	14 處 (5%)	98 處 (32%)	142 處 (46%)	53 處 (17%)	0
風險分級	39 處 (13%)	87 處 (29%)	93 處 (30%)	62 處 (20%)	26 處 (8%)

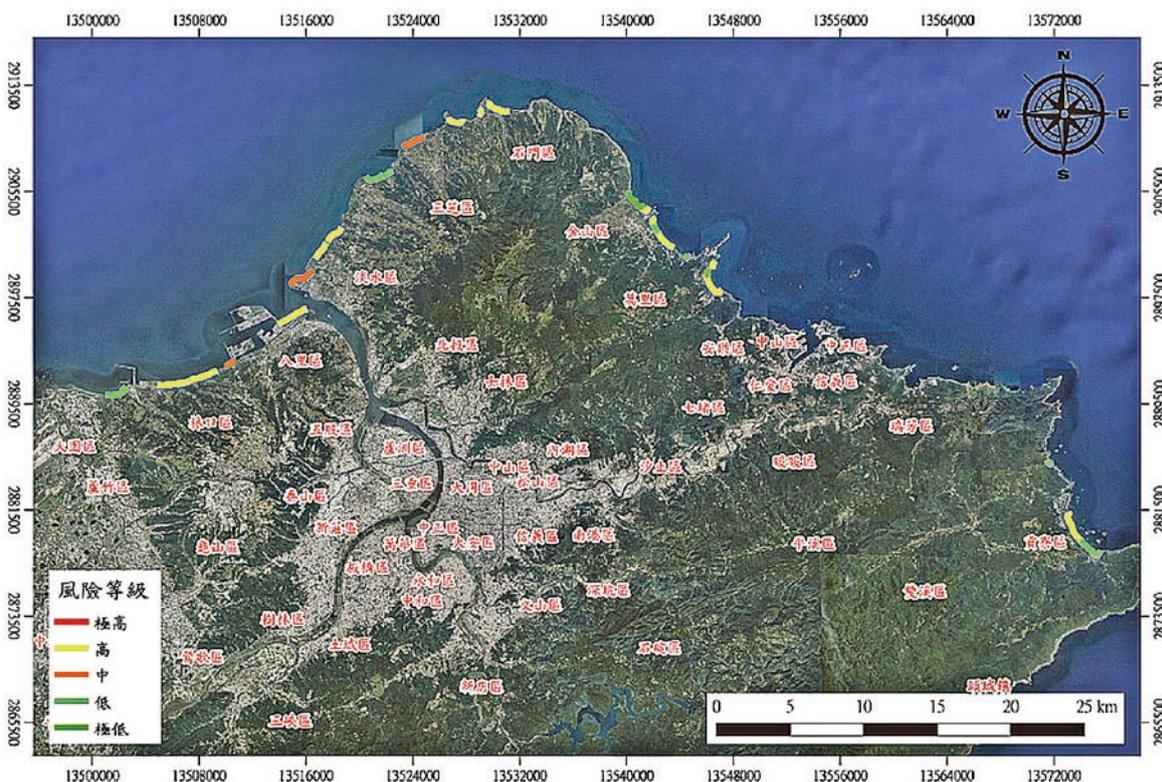


圖 7 新北市海灘海岸遊憩環境風險圖

分。在脆弱度部分，各海灘距醫療院所、海巡隊消防隊不遠，因此海灘基礎設施是否完善、安全設施的數量及影響脆弱度的重要關鍵，以三芝區的淺水灣海濱公園海灘而言，在安全救生設施、基礎設施發展、海岸資訊提供對照因子分級表皆為最低分數（1分），表示該海灘的救生圈數量及告示牌的內容、設立數量完善，雖然所處位置之危險度為高度等級，但經由脆弱度因子的調適，風險分析結果為低度風險；而同樣位於三芝區的大田寮海灘其安全及基礎設施缺乏且交通易達性稍低，使得脆弱度等級為中度等級，風險分析結果為高度風險。

海域遊憩安全管理策略

根據「水域遊憩活動管理辦法」，水域遊憩活動若在風景特定區、國家公園所轄範圍內者，水域遊憩活動的主管機關為該特定管理機關，如觀光局所屬的國家風景區管理處、內政部所屬的國家公園管理處；活動範圍在前述特定管理機關轄區範圍以外者，主管機關為直轄市或縣（市）政府。

當各海域活動風險等級劃設後，應針對各級風險海域擬定對應之管理政策，此處之策略係針對降低意外事故之管理，並非針對活動舒適性或器具之管理。防災管理可從政府與民眾兩方面著手，目前政府主管機關針對水域遊憩活動已經實施的防救災措施包含 (1) 設置警示看板；(2) 提供即時海象資訊；(3) 制訂各項水域遊憩注意事項；(4) 海域活動安全巡查；(5) 設置救生員、派遣巡守員。上述五點是目前在部分海域實施中的防救災措施，預期皆可以達到不同程度之效益，但為求防減災的作為更加完善，本團隊提出幾點建議，強化海域活動之防減災措施，期望降低民眾受災風險包含 (1) 增設更多站台提供海氣象即時資訊；(2) 健全證照制度（包含業者、教練和民眾）；(3) 強化海域安全教育；(4) 建立一站式全國海域活動安全資訊網。然上述建議仍需主管機關、業者和民眾之間的配合與推動，而實際應用受不同水域遊憩活動而略有差異，為達實際防減災制訂的防災措施方針或相關規定必須具有執行的可能性與功效。

除政府提供完善的防災資訊與管理辦法仍需民眾實際遵守和配合外，根據莊和張^[6]指出，意外事件造

成嚴重的生命財產損失時常並不是災害本身，而是民眾欠缺危機意識，面臨災害時也有對應的方法，能使傷害降到最低。以下提出幾點民眾自主防災作為 (1) 活動前掌握海域環境：不僅須注意天氣，如地形、常見的有毒生物等；(2) 對自我能力的評估：需評估自己對此項遊憩的適宜性，甚至諮詢該活動專家或教練之建議等；(3) 線上通報活動內容：針對要從事的遊憩活動先行登記，對於主管機關的災害掌控較為精確。

當海域遊憩活動場域劃分風險等級後，隨後的策略則可依風險等級予以調整，其原則建議為：主管機關應當提供民眾海域遊憩活動風險訊息以及即時海氣象資訊，針對高中低風險海域宜有對應之管理策略。對於高風險海域，施以較嚴格但不頻繁之安全管理措施；對於低度風險海域，施以一般性但較密集之安全管理措施，如表 3，這主要是受到遊憩人口影響所設定的管理策略。風險海域劃設的核心理念是不論風險等級高低，均開放水域提供遊憩活動使用。一般民眾見到高風險海域可能因此會降低遊憩的興趣，在前往這些高風險海域時有所顧忌，換句話說，當地若公告為高風險的海域遊憩活動，則遊憩人口數勢必降低；相反地，低度風險海域的遊憩人口數目理應較多。三個風險海域分級管理的核心理念是「資訊充足且即時」、「納入民眾自主防災作為」、「強化教育與證照概念」。經團隊彙整在三種風險海域中政府與業者民眾之管理措施行為簡表如表 4。

表 3 各級風險海域之遊憩人口數評估以及管理強度和頻率的規劃

	遊憩人口	管理強度	管理頻率
高風險海域	少	強	高
中風險海域	中	中	中
低風險海域	多	弱	高

結論與建議

結論

全國合計 307 處海灘，以台東縣有 44 處海灘最多，全國海灘平均長度為 1.89 公里，最長者為花蓮縣七星潭海灘（13,100 公尺）；平均海灘寬度為 72.9 公尺，最寬者為高美濕地海灘（1,430 公尺）。而北部海岸的海灘平均坡度為 53%；中部海灘則為 22%；南部的海灘平均坡度則為 21%；東部為 27%；外島（澎湖）平均為 77%。

表 4 各級風險海域對應之管理措施簡表

	政府作為	民眾作為
高風險 海域	強化即時海氣象水文資料提供 建立入口網站 強化警示告示牌與救生圈 制定各單項活動應注意事項 熱點海灘設置救生員 派員巡查（高頻率）	需滿足有教練帶領、有證照、或已經教育訓練課三者之一 掌握場域海氣象水文資訊 線上登錄從事之水域遊憩活動詳情 線上填寫健康評估書 遵守各項活動應注意事項
中風險 海域	強化即時海氣象水文資料提供 建立入口網站 強化警示告示牌與救生圈 制定各單項活動應注意事項 熱點海灘設置救生員 派員巡查（不定期）	掌握場域海氣象水文資訊 線上登錄從事之水域遊憩活動詳情 線上填寫健康評估書 遵守各項活動應注意事項
低風險 海域	強化即時海氣象水文資料提供 建立入口網站 強化警示告示牌與救生圈 制定各單項活動應注意事項 熱點海灘設置救生員 派員巡查（高頻率）	掌握場域海氣象水文資訊 遵守各項活動應注意事項

全國海灘平均坡度中，以連江縣西引東澳海灘為最大（223%）。另海灘平均坡度不到千分之一之海灘多集中於西部海灘（如高美濕地海灘等濕地）。粒徑部分北部海灘多為細沙組成的常態型斜坡海灘，中部則較多屬於淹沒型海灘（潮間帶），其底質以泥為主，南部則都是高純度細沙組成的海灘，東部海灘則以粗砂或礫石為主，離島地區的金門及連江縣以細沙海灘為主，而澎湖海灘則變化廣泛，粗沙、礫石及卵石海灘均有。

海灘環境風險評估參考聯合國災難救難協調辦事處（UNDRO^[1]）提出之災害風險公式，建構一套風險評估之架構，包含危害度（Hazard）與脆弱度（Vulnerability）兩部分，風險評估的流程從風險因子之選定、風險分析、風險評量到風險處理有四個階段。風險因子之選定由 18 份專家問卷，以模糊德爾菲法從因子庫中選出了會影響海岸以及釣點活動安全之風險因子，海灘型態海岸選出 10 個顯著的危險度因子和 12 個顯著的脆弱度因子；而風險估算部分蒐集 14 份專家問卷，以 AHP 權重分析法估算海岸或釣點風險因子造成風險的影響程度。影響海岸的危險度因子以海岸災害（如裂流、瘋狗浪潛勢）和海岸環境中之近岸海底坡度、礁岩濕滑程度為主；在脆弱度因子以安全救生設施、海岸資訊提供和個人自救能力等因子為主；風險估算部分從結果顯示，海灘型態海岸分析結果相似各海域中度風險發生機率最高，高風險以上的海域主要出現在東部、北部和澎湖縣。

建議

由於環境及建設會隨時間變動，建議類似本現場調查工作與風險評估應定期更新，譬如每五年可重新調查 1 次。

從事水域遊憩活動之風險等級劃設結果，建議後續主管機關可依據實務上之問題，每三至五年進行一次滾動式修正，以更完善風險分級結果。

若欲提昇海域遊憩活動安全管理，建議中央主管機關可增設更多海氣象即時觀測系統，根據海洋委員會方法依照本研究對海域風險分級之流程進行即時分析，可進行動態水域遊憩活動安全管理。

參考文獻

1. Office of United Nations Disaster Relief Co-Ordinator (UNDRO), UNDRO (1979), Natural Disasters and Vulnerability Analysis. Report of Expert Group Meeting. Switzerland.
2. 鄭滄濱（2001），「軟體組織提昇人員能力之成熟度模糊評估模式」，國立台灣科技大學資訊管理研究所。
3. 國立成功大學（2019），危險海域劃設原則之研究，海洋委員會。
4. 楊柏堯（2018），「台灣環島實測暴潮分析」，碩士論文，國立成功大學。
5. Ferrari, M., Carpi, L., Pepe, G., Mucerino, L., Schiaffino, C. F., Brignone, M., and Cevasco, A. (2019), A geomorphological and hydrodynamic approach for beach safety and sea bathing risk estimation. Science of The Total Environment, 671, 1214-1226.
6. 莊文華、張育璋（2003），「台灣地區海域活動安全維護之探討」，第 68 期大專體育，第 66-68 頁。