

# 海洋資訊在琉球嶼海洋園區之應用

陳陽益 薛憲文 劉黃宗隆 莊曜陽  
海洋科學院院長 海工系副教授 海科中心助理研究員  
國立中山大學

## 摘 要

爲因應台灣近海漁業資源日益減少，國立中山大學海洋科學院配合行政院南部中心提出海洋園區之構想，由此對台灣漁業有效地進行海域環境、資源復育與海洋產業培植，一方面期望恢復近海漁業產量與產值，另一方面開展出新的海洋資源與海洋產業，雙管齊下，期能達成振興台灣海洋產業永續經營之海洋立國目標。於海洋園區推動之初，首先以小琉球爲先期示範區，而本區域之相關海、陸域狀況之掌握與蒐集分析，乃初期推動海洋園區重要之課題之一。而海洋相關資訊之蒐集，依其環境條件主要有海洋物理、海洋底質、海洋化學、海洋生物、海洋生態等。由於台灣地區地處颱風及東北季風之影響地帶，海氣象因素直接影響波浪、潮流、水質循環極大，而這些環境因子又與海上箱網養殖及海域遊憩事業息息相關，對於海洋園區工作之推動更有決定性之影響。

近年台灣近海漁業資源日益減少，其產值減少近四分之一約 50 億元左右。而由於台灣南部海域，包括嘉義縣、澎湖縣、台南縣、台南市、高雄縣、高雄市、屏東縣之沿海及臨近海域，是台灣海洋產業最主要的區域，其產值、產量、從業人口皆佔整個台灣的 70%，故對南部海域之海洋產業影響甚鉅。緣於此，急需對台灣漁業重鎮的南部海域有效地進行海域環境、資源復育與海洋產業培植，「海洋園區」之概念因應而生。如此，一方面儘可能恢復近海漁業產量與產值，另一方面亦可開展出新的海洋資源與海洋產業，雙管齊下以達成振興台灣海洋產業、永續經營之海洋立國目標。

於海洋園區推動之初，首先以小琉球爲先期示範區，主要爲此區域有下述優點：  
優良的水文條件、合法之養殖場位於琉球區漁會專屬漁業權區內、完整的養殖規劃、豐富的養殖經驗、具有廣大可擴展的海域、完善的公共設施（有箱網養殖專業港配合）、週遭環境優美有擴展觀光產業之潛力（琉球已列入大鵬灣國家風景區範圍內）、完整

的內外銷售網、具有專業之水產加工經驗、具有紅魷繁殖及中間育成之整套生物技術及便捷的交通網。

海洋之開發過程中，其相關海陸域環境背景資料之蒐集分析應用與開發行爲之規劃設計息息相關。因此在積極推動小琉球爲海洋園區之先期示範區時，對於本區域之相關海、陸域狀況之掌握與蒐集分析，乃推動海洋園區初期重要之課題。

### 二、琉球嶼基本背景資料

琉球嶼位於高屏溪口之西南，東經  $120^{\circ}21'55''$ ，北緯  $22^{\circ}19'48''$ ，即東港鎮西南海面約八海裡，高雄市南南西方約十八海裡之海上，孤懸海中狀似一隻飄浮於台灣海峽之鞋子，爲台灣本島附近十四屬島中唯一珊瑚礁島嶼。全島呈短靴狀，表面有兩條地塹，一條爲東北—西南走向，另一條爲西北—東南走向，此二小地塹相交於本島中央，全島被分爲 4 塊小台地，故有「剖腹山嶼」之稱。

本區於民國四十四年七月十五日正式成立琉球鄉漁會。漁業爲小琉球之經濟命脈，漁民於近海捕獲之魚類多爲延釣魚，如旗魚、串魚、雨傘魚、鯊魚等爲主；沿岸捕獲者以帶魚、刀魚、飛魚、鱷魚、

烏魚、尖嘴魚為多。島之周圍，尚有虱目魚苗、龍蝦、夜光螺、活珊瑚等多種特產。

在箱網養殖方面，其養殖區位於琉球區漁會專用漁業權範圍內，主要坐落於小琉球北方海域，由於受島嶼天然屏障，颱風災害較少，冬季亦較不受東北季風影響，且海域水質清澈無污染，頗適合發展箱網養殖。整個箱網養殖區目前有四家從事養殖產業，現有養殖面積 39 公頃，未來短程可拓展至 600 公頃中程至 900 公頃，長程至 1250 公頃（琉球區漁會所公告漁業權範圍）。本區養殖業主要以生產目前台灣最具競爭力的魚種海鱸，目前年產量約 3000 噸左右。其引進挪威的箱網設備再加以設計改良，是目前台灣箱網養殖最先進的區域。

而於小琉球外海現有人工漁礁由漁業署公佈資料有花矸嶼魚礁區及漁福村魚礁區二處，另於 90 年 12 月 8 日沈放軍艦礁鎮海艦於屏東小琉球外海 2 海裡水域。

### 三、琉球嶼海域相關資訊

琉球嶼附近海域，除中央氣象局於島上設立潮位站進行長期潮汐資料蒐集外，其餘相關海域資訊大部分由學術研究或相關委託計劃進行短期之監測，故此區長期性之海域環境背景資料仍附之闕如。目前中央氣象局海象測報中心已於今年 8 月在琉球嶼西南方設置海氣象資料浮標，相信未來所提供之波浪、風速、風向等資料，對於海洋園區之規劃、管理與運作助益極大。以下先就本研究所蒐集此區之相關海域資訊作一概述。

#### （一）氣候

琉球嶼氣候特徵是溫暖乾燥，七月均溫最高 27.9 度，三月均溫最低 17 度，年平均雨量約 1000 公厘，六月雨量最多平均約 2657 公厘，十二月最少，平均 2 公厘。本區域每年夏秋之際多颱風侵襲，約佔台灣颱風路徑百分之三十二左右，其影響本區域之颱風路徑主要由東南或西南往北。

#### （二）海象及地形

琉球嶼位於高屏溪口之西南向，西北鄰高屏峽谷，西南方為南中國海。由於琉球嶼西北緊

鄰高屏峽谷，故此區之海底地形坡降陡峻，而西南海域地形同樣坡降較大，其餘週邊海域地形相對則較為平緩。

本區域之海流於 88 年 4-6 月監測期間，於養殖區內之海流以東方向為主，長週期變動流流速平均約為 20 cm/s。而於小琉球漁港外則以東向流為主，其長週期變動流流速平均約為 70 cm/s（陳筱華，2000）。而由中山大學海工系於南星計劃區近岸海域，於 90 年 7 月至 91 年 8 月所實測海流資料顯示，高雄海域沿岸以西北（NW）及東南（SE）為主要流向，海域表層流速約為 100 cm/s 以內，而於 10m 水深流速約為 60 cm/s 以內。而於納莉颱風期間所測得最大流速達 200 cm/sec 左右。

而在西南部海域之波浪特性，於示性波浪中全年平均波高約為 1.17m，平均週期為 5.6sec。在夏季平均波高約為 1.63m，平均週期為 6.2sec。在冬季平均波高約為 0.93m，平均週期為 5.3sec。最常出現之波高介於 0.5 至 1.5m 之間。波浪較惡劣之月份為 6 至 9 月（張金機，1993）。

於高雄附近海域之潮汐主要以全日潮為主之混合潮型，其最大潮差為 1.285m，平均潮差為 0.755m。

#### （三）水質及生態

根據中山大學海工系於 86 年 8 月至 87 年 7 月於琉球嶼靠近養殖區之水質採樣數據顯示，本區之水質良好，幾乎皆符合環保署公告之甲類海域水值標準。監測期間之水體交換混合良好，溫鹽分佈均勻，pH 值介於 8.0 至 8.2 之間，溶氧量介於 7.3 至 8.9 之間，而營養鹽亦符合甲類海域水值標準。而在海域生態方面，本海域中之浮游動植物豐富度頗高。

中央氣象局預計於 92 年完成琉球嶼西南方海域海氣象資料浮標之佈放，屆時琉球嶼附近海域將有更完整且即時性之海氣象資料作為此區漁業活動及海洋園區規劃建置之參考依據。而當海洋園區開始推動之初亦將進行此海域包含水質、生態、地形

及物理資料之長期性監測，屆時將可使此區之相關環境背景因子更趨完整。

## 四、海洋相關資訊於海洋園區之應用

綜觀上述之海洋相關資訊，我們可將海洋資訊依環境條件予以分類，其環境條件之分類如下所示：

漁業權法規因子：定置漁業權、區劃漁業權、專用漁業權等。

海洋物理因子：風、海流、潮汐、波浪、地形水深等。

海洋化學因子：海域水質、溫鹽變化、海底底質等。

海洋生物因子：浮游及底棲動植物、魚貝類等。

海洋地質因子：海床底質等。

### (一) 海洋資訊依環境條件分類

#### 1. 漁業權法規因子—漁業法第十五條

(1) 定置漁業權：於一定水域，築磯、設柵或設置漁具，以經營採捕水產動物之權。

(2) 區劃漁業權：區劃一定水域，以經營養殖水產動植物之權。

(3) 專用漁業權：利用一定水域，形成漁場，供入漁權人入漁，以經營下列漁業之權。(a)採捕水產動植物之漁業；(b)養殖水產動植物之漁業；(c)以固定漁具在水深二十五公尺以內，採捕水產動物之漁業。

針對海洋園區規劃設置之不同漁業活動，應以明確之漁業權屬性加以管理與區隔，並建立各地區漁會與縣市政府農漁業課之管理能量，評估管理單位之組織與功能是否健全，另從其他相關法規尋找「海洋園區」發展之機制，以達成「海洋牧場」的理想目標。

#### 2. 海洋物理因子

風的因子除一般的陸、海風之外，尤以颱風形成的破壞為最，風之作用所造成的波浪將影響海域之起動水深的水層深度，連帶影響該海域之水產養殖與其他漁業活動；而海流除洋流（黑潮、親潮）之外，尚有一般之風漂流、湧升流與

地域性之地形流、潮汐作用之海潮流，在大自然複雜的流場中，將實測的流場狀況加以數值模擬，以實際應用於海洋園區；海底地形之測量與繪製，由於琉球嶼海域海床地形變化多端，建議在海洋園區範圍決定前應施以多音束測深，以全面性掌握海床高低變化之特性，其測深精度除影響流場之數值模擬外，對於海洋園區之功能屬性規劃、箱網地點之選擇及工程施工，有其相當程度之影響力，海床地質亦同。

#### 3. 海洋化學因子

水產養殖之種類與規模、設置地點之規劃與海水、底泥之各類有機質、重金屬、溶氧、水溫分佈等因子有關，而海洋化學因子之物性分佈、擴散、底泥累積與生物累積等現象與海洋物理因子有密切關係，海洋化學因子持續性的調查，可評估與分析瞭解海域的水質變化與生態負載能力，提供對水質污染可能之因應與防治之道。

#### 4. 海洋生物因子

浮游動植物為一般水產魚類的主要食物來源之一，這些群聚數量的變動代表著該海域漁業資源的持續生產力，浮游動物及浮游植物對於環境的變化甚具敏感性，二者之分佈與生長除了相互影響之外，亦直接或間接影響其他較高營養階層動物的群聚分佈；而海域中魚貝類的屬性物種調查，可瞭解其優勢物種與具經濟價值之魚種，從而進行海洋園區經濟性行為之規劃與設計。

以漁業權之觀點而言，主要在強化漁民之權益與維護漁業資源。海洋園區之規劃，依現行法規選擇適當之地點予以合法化設置，依設置海域之經濟特性，以不同漁業權加以區隔，降低各種經濟作業之重疊性，並以積極有效之管理方式使各類經濟活動能相互配合而相輔相成，亦不至影響主要航道之通航安全。

海水受天體運行之影響而引發潮流，且因風、浪、海水密度及其他海氣象因素而改變海水流速及流向，更因近岸地形變化及結構物影響而改變流況；物理因子影響的不只是水產養殖與經

濟活動之位置規劃，對於海中生物、海水溶解物及沉澱物產生浮沉徘徊、漂流或累積與分散之效果，造成海水有關的物理特性、生物或溶解物濃度的變化，也影響水產養殖物之成長，亦會影響各式網具之力學特性。對於突發狀況之污染擴散追蹤與模擬，提供相當參考性之指標與因應防治污染擴散之處理方法。而海底地形之水深影響園區內之開發建造成本，尤其於坡降變化較大之區域，其海域深度對影響相關漁業及休閒設施甚鉅。而颱風波浪對於園區內所可能造成之破壞，亦必須作風險性評估。

海域水質與底質的調查，除建立開發前之海域化學背景資料，進一步持續監測開發後之水質與底質變化，以瞭解海域之水質與底質狀況；由於海洋化學因子受到海洋物理現象之作用而影響其濃度之分佈，以箱網養殖而言，除一般基本的環境因子外，最重視的是營養鹽的分佈，其中投餌、魚體排泄，將對底部沉積物造成金屬與有機性之富集，沉積物之需氧量將造成底部之厭氧狀況，而沉積物之再懸浮作用與生物累積作用將污染到養殖漁業生物體，因此海洋物理特性決定可能污染物之稀釋與擴散，決定了經濟性生產的成敗。

就海洋生物而言，調查生物群聚數量可以瞭解該海域之基礎生產量的豐富度，若加上海洋物理現象良好之交互作用，便形成經濟養殖的優良條件，但相對在從事大規模經濟養殖時，必須考量該海域之生態負載能力，因此便必須建立海域之浮游生物背景資料，並收集統計整理分析當地之漁獲資料，以做為從事經濟性活動之規劃參考。

由於各類海洋資訊之收集與監測，對於海洋園區之規劃應用具有絕對性之關鍵影響，各不同環境條件之因子亦存在著極密切之交互作用，層層相伴、汲汲相關，因此整合各類相關環境條件之調查結果與持續性之監測作業，為確保海洋園

區永續發展與海洋環境保護之機制，並依各項法規提供其法理上之基礎。

## (二) 海洋相關資訊之應用案例

### 1. 長運輸爆炸油污染事件

以86年10月7日長運輸爆炸漏油事件而言，爆炸地點在高雄二港口中油卸油浮桶處附近，因高屏海域之地形影響造成漲退潮表流之流向與海域大環境不相同，因針對此現象，除進行海流監測外，進一步實測浮標追蹤，以推估漂流軌跡之參考與對照，因此依高屏海域的海潮流流動特性，推斷其油污將隨海潮流衝擊到梓官與小琉球間之海域。在長運輸爆炸後立即進行水質與生態調查，由於在事件之前已建立起該海域之相關背景資料，就調查結果而言，幾乎完全一致的顯現出預估的海潮流模式所可能造成的影響程度；而生態環境的影響在油污染事件中並不會很快的顯現，而必須經過一段時間後才會呈現污染的衝擊，因此海洋生物其量化的衝擊評估更需要較長時間的調查與監測才能有效達成。在海域環境因子之背景調查與資料收集上，其完整性與否，攸關突發事件問題之解決與模擬推估之準確性，並進行持續性之監測調查，以做為類似污染事件之災害復育及糾紛處理之參考。

### 2. 漁業權之測量規劃

隨著國際漁業發展的趨勢，台灣的漁業發展更趨多元化，除傳統的近海漁業與遠洋漁業外，近十年來箱網養殖漁業正迅速發展中，加上國人生活習慣的改變，娛樂漁業也逐漸興起；在各種漁業同時發展之際，要如何健全均衡性的漁業發展以維護漁業秩序，確保漁民、遊客、業者的權利，並善盡管理之責，漁業相關法規中漁業權的規範是一極為重要的課題。以台南縣七股潟湖為例，於潟湖區內從事漁業活動之漁民為數眾多，且其漁業行為多為代代相傳，因此大部分均在固定範圍內海域從事漁業行為，然因作業區域交

界問題而經常發生爭執，究其原因主要在於業者之作業區域範圍未能有精確之測量，因此台南縣政府為確保漁民漁業權利並避免糾紛，委託中山大學以全球衛星定位系統及地理資訊系統進行地區性之漁業權範圍測量，並建立該區完整之海籍區域背景資料，做為漁民漁業測勘之依據，保障業者之漁業活動範圍，也讓政府管理單位更明確掌握七股潟湖區之漁業活動現況，同時執行區劃與定置漁業權執照之核發與管理。因此以明確的漁業相關法規，且運用積極效率的管理機制，以科學化的測量與資料建制，做為漁業現況及未來的趨勢評估之參考。

### (三) 海洋相關資訊之建構應用

海洋相關資訊之串聯與編整，應以地理資訊系統為架構，世界各國中的許多機構都已普遍的應用地理資訊系統，來解決土地利用、規劃管理、環境衝擊、自然資源管理等問題。地理資訊系統的軟體可將龐雜的資料有系統的組成資料庫，能立即提供使用者所需的資料，並具備良好的資料庫規劃與管理，可提供決策者有效的判斷與下決定。地理資訊系統可將相關資訊整合在一個完整的地理資料庫裡，依各類條件來做規劃最佳化之選擇，甚至可在電腦裡模擬不同的方案可能造成之環境影響，並使整個規劃決策的過程科學化與透明化，有益於各個不同意見團體及民眾做溝通之用。

地理資訊系統發展至近來，已開始使用向量式資料結構，並建立位向關係，進而將資料庫管理系統與圖形系統緊密結合，使地理資訊系統的功能更趨完整。

地理資訊系統之基本功能如下：

#### 1. 資料儲存功能

資料的儲存即是將已有屬性文字資料、航測照片、地圖等不同來源資料透過掃描器、數化板、鍵盤、磁帶等儀器，轉換成電腦所能

接受的格式。目前地理資訊系統的空間資料模式，基本上又可分為二大類：

- (1) 網格式資料模式：將資料以特定大小之網格組合而成。
- (2) 向量式資料模式：是將點、線、面等空間資料，以構成其輪廓的點、線、面之座標表示。

#### 2. 資料庫管理功能

資料庫管理功能是地理資訊系統中相當重要的一環，他必須能將文字、數字的屬性資料，與圖形的空間資料連接起來，以便使用者在對資料進行操作運算時，能正確有效的處理空間及屬性的資料。

#### 3. 資料分析功能

地理資訊系統與其他繪圖軟體最大的不同即資料分析的功能，透過空間資料的交互運算，原始資料能產生新的意義，滿足使用者的需求。基本的資料分析必須包含：疊圖、路徑分析、面積體積計算、資料內插、緩衝區建立.....等。

#### 4. 資料的輸出和展示功能

原始資料經分析處理後，用繪圖機、印表機、或電腦螢幕，將成果以圖形、地圖、表格、文字或數值等方式表現，提供決策者使用。

目前政府積極推動國土資訊系統 (National Geographic Information System)，例如：消防系統、公路系統、地籍系統等，對國家整體皆有相當大的幫助，而國土資訊系統結合全國各種具有空間分佈特性的地理資料，用以分工合作方式達到資料共享、資料統一性及多目標應用的整合分散式地理資訊系統。然而，目前所見之地理資訊系統大多著眼在陸域上，而台灣地區之海岸地理資訊系統，發展頗為緩慢，究其原因，實因海洋及海岸資料搜集不易，大多是不同的機關因著特殊的目的才會進行局部區域的觀測，故海洋及海岸資料不全以及整合不易。有鑑於此，架構海洋相關資訊之資料庫，除能建立完整之海籍圖

外,亦提供管理單位進行漁業權資料之查詢與管理,參考海域各種自然條件之資料分析與模擬推演,以實際應用於海洋園區之規劃與開發。

## 五、結論

- (一) 海氣象資料之蒐集完整性及正確性對於海洋園區之規劃設置,實有決定性之影響。尤其如颱風波浪對於園區相關設施或遊憩規劃之風險性評估、風浪流對於區內之污染擴散效應之影響、地形水深於相關作業成本之估算等皆息息相關。
- (二) 海氣象資料蒐集與展示應著重於實用性與即時性,並可考慮建立即時性資料預警系統,以作為爾後園區內相關漁業活動及遊憩行為之參考依據。
- (三) 海洋地理資訊系統之建置,除可作為當地背景資料庫之建立外,更可提供上網查詢,使資訊公開透明化,並可達到學術交流與應用之目的。

## 六、參考文獻

- (一) 陳筱華,2000:“屏東小琉球箱網養殖區及周邊海域環境監測及水質模擬作業”,工研院能資所。
- (二) 陳陽益,1998:“高雄海域油污染對水質及生態環境影響監測”,國立中山大學海科中心。
- (三) 陳陽益,1999:“澎湖適正箱網發展規模調查規劃報告書”,國立中山大學海科中心。
- (四) 陳陽益,2001:“振興海洋產業建請成立海洋園區專案計劃”,國立中山大學海科院。
- (五) 薛憲文,1995:“台南縣區劃漁業權漁場圖細部計劃委託規劃工作”,國立中山大學海洋環境及工程學系。
- (六) 薛憲文,1995:“台南縣區劃漁業權漁場圖細部計劃委託規劃工作”,國立中山大學海洋環境及工程學系。
- (七) 出水芙蓉-小琉球觀光資訊,網址:  
<http://liuchiu.hihosting.hinet.net/>,2003年8月。
- (八) 台灣沿岸漁業及漁場環境資料庫,網址:  
<http://f408a.fd.ntou.edu.tw/>,2003年8月。