

行政院國家科學委員會補助
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* *****
* 計畫名稱：海岸保護區劃設分析模式建立之研究-以新竹縣海岸地區為例 *
* *****

執行計畫學生： 陳煊淋
學生計畫編號： NSC 100-2815-C-216-007-H
研究期間： 100年07月01日至101年02月28日止，計8個月
指導教授： 閻克勤

處理方式： 本計畫可公開查詢

執行單位： 中華大學建築與都市計畫學系（所）

中華民國 101年03月28日

摘 要

台灣地區四面環海，海岸線總長約1,500公里，隨著全球環境變遷所造成的氣候異常現象外，海岸周邊之土地因受人類不當開發，生態環境資源逐漸消失，保護海岸地區地理環境資源及維持生態體系平衡，已成為當代海岸生態環境保護的重點工作，然而海岸環境多樣且複雜，除應透過整合性的海岸管理工具適當地進行空間規劃外，如何在生態、文化及景觀上求得海岸空間資源的最佳分配模式，是台灣海岸規劃決策上的重要議題。

海岸保護區之劃設，主要為落實海岸生物棲地保護、維持生態多樣性，有利進行海岸環境保護及復育作業，並兼顧海岸地區環境保護、資源保育與開發利用等目標。近年來環保意識抬頭，中央政府逐漸重視海岸生態系平衡的重要性，為促進海岸地區之永續發展而推動海岸法（草案），依海岸法其中第9~12條係有關海岸地區海岸保護及海岸防護之規定，建立海岸保護區之劃設原則。

本研究主要在建立一海岸地理資訊空間分析系統，以新竹縣海岸為對象進行海岸空間環境之整合與分析。並根據海岸法（草案）研定之一級、二級保護區劃設依據，及參考各國對海岸保護區之定義，結合土地適宜性分析方法，建構「海岸保護區」劃設分析模式，並套用於新竹縣海岸環境，以驗證本研究方法之實用性與可行性。研究結果可整合新竹縣海岸極具保護價值之生態環境與文化景觀資源於空間分區之區位，並劃設為海岸保護區之範圍，且指認其保護對象，以降低海岸開發對生態環境的衝擊，並可作為海岸生態保育研究之參考。

關鍵字：海岸；生態環境；地理資訊系統；海岸保護區

Abstract

Taiwan is surrounded by sea and has coastline in a total length of 1,500 km. With the global environmental changes caused by climate anomalies, the land around the coast due to inappropriate human development, ecological environment resources are gradually disappearing. To protect geographical environment resources in coastal areas and maintain a balanced ecosystem has become the focus of contemporary coastal ecological and environmental protection work. However, because coastal environment is diverse and complex, besides employing integrated coastal management tools in proper spatial planning, how to achieve the optimal resource allocation model in the aspects of ecology, culture and landscape is an important subject for Taiwan's coastal planning policy. The designation of coastal conservation areas is mainly for implementing of coastal biological habitat protection and maintaining biodiversity to facilitate the coastal environmental protection and restoration, as well as resource conservation, development and utilization. Facing increasing environmental consciousness in recent years, the central government has been stressing the importance of a balanced coastal ecosystem and promoting the sustainable development of coastal areas by advocating the coastal law, which covers the designation of coastal conservation areas.

The study, based on the coastal law (draft), is mainly to study and establish the basis of designating primary and secondary conservation areas. This study takes references to the definitions of coastal conservation area by different countries, integrates it with land suitability analysis, and establishes the analytical model for designating “coastal conservation area” and applies it to Hsinchu coastal environment to verify the validity and feasibility of the research methodology. The results can be used to consolidate the spatial allocation with respects to the ecological environment and cultural landscape resources with high conservation values in Hsinchu County coast areas, and define the range of coastal conservation area, and identify the protection targets, to reduce the impact of coastal development to ecological environment, and serve as references to coastal ecological conservation research.

Keywords: Coast; Ecological Environment; Geographic Information System;
Coastal conservation area

一、緒論

台灣為一個海島型國家，海岸線總長約 1,500 公里，擁有豐富的海洋資源，海域生物種類繁多，物種數量高達全球物種的 1/10。過去海岸環境遭受破壞問題嚴重，再加上經濟發展及國防保安等需求之下，海岸線逐漸被堤防及消波塊取代，不但失去原有的天然海岸線，同時失去原有之生物資源，因此如何考量海岸、生態、人文達到三者兼顧，將是目前台灣海岸規劃決策上的重要議題。

海岸環境為國土規劃重要的一環，且為水陸交界的環境敏感地區，近年來，隨著環境保護意識抬頭，人們逐漸瞭解環境保育、永續發展之重要性。目前內政部營建署於 2008 年推動海岸法草案及於 2007 年補助地方政府辦理「海岸復育及景觀改善示範計畫」，皆為改善生態環境保護及回復海岸線自然景觀為目的，促使中央政府對海岸環境永續發展之重視。行政院國家永續發展委員會 2006 年於國家永續發展年報中，內容即以保護海洋環境與維護海洋資源永續經營為目標，將海洋保護區納入整合性海岸及海洋管理系統，積極保護海岸及海洋環境，檢討與改善現有保護區系統與經營策略，以達到完整維護本土生物多樣性為目標。

目前國內有關海岸保護區的研究方法與相關定義，研究方法方面是以網絡規劃探討保護區之劃設，包括陳俊德（1995）以空間分析模式劃設海洋、海岸保護區之研究；王定心（1995）氣候變遷下生物多樣性保護區網絡規劃，皆是以空間分析探討保護區的劃設，以創造保護區的最佳效能。另相關定義方面是以法規的制定為主，包括海岸法（草案）在於海岸資源保護方面，區分為一、二級海岸保護區，關於一級保護區的定義，含有「重要水產資源地區」、「珍貴稀有動植物地區」、「特殊景觀資源地區」、「重要文化資產地區」、「重要河口生態地區」及「其他依法律規定應予保護之重要地區」等六個其中一個項，就為一級保護區，其餘有保護必要之地區，得劃設為二級海岸保護區；此外，我國海洋資源保育法規中的文化資產保存法、野生動物保護法、國家公園法及漁業法等相關法案，內容皆定義各分區管理之內容，由此明顯看出制定海岸保護區原則為當今重要課題。

本研究乃以針對海岸生態環境與空間資源管理的方向為出發點，使海岸空間的發展定位，更能適當反應在生態保育的觀念上，並利用地理資訊系統建立海岸保護區空間分析系統，以使其保護價值之生態環境及人文景觀資源得以獲得最佳保護、保育及保存。另以新竹縣海岸為對象進行海岸空間環境之整合與分析，建置一新竹縣海岸地理資訊空間分析系統，期望作為未來海岸生態保育研究之參考。

為此，本研究將針對海岸法中海岸環境資源保護及相關文獻，進行深入的調查與探討，提出下列三項為研究目的作為本研究的重點：

- (一) 建立海岸保護區劃設原則，藉由國內外保護區的相關研究，從中彙整出保護區劃設之標的，再依據各地方不同特性，做適當的標的等級之選

擇，建立屬於新竹縣的海岸保護區劃設的原則；期望給予地方政府海岸保護區劃設原則之參考依據，以避免海岸空間資源之浪費，及維持物種之多樣性。

- (二) 建構海岸地理資訊空間分析系統，以量化方式及劃設原則劃設保護區，使劃設結果更具說服力，在有效空間內創造最大保育效能，利用地理資訊系統建構新竹縣海岸空間資源資料庫，提供給決策者作為海岸地理資訊空間分析數據之參考。
- (三) 保護區劃設成果之展現，藉由本研究整合出來之結果，列出各等級保護區之定義，做為地方政府與學術界之參考依據，以達到海岸環境適當保護、物種多樣性之維持。

二、文獻回顧

(一) 海岸地區之文獻回顧

依據「國土復育策略方案暨行動計畫」對海岸地區之定義，「以平均高潮線至第一條省道、濱海主要公路或山脊線之陸域，以及平均高潮線往海洋延伸至30公尺等深線，或平均高潮線向海6公里所涵蓋之海域，取其距離較長者為界，並不超過領海範圍之海域及其海床與底土」(內政部營建署，2008)。

海洋保護區為一廣義名詞，依其設立之法律、背景及目的等因素之不同而有不同名稱，包括：海洋公園、海洋保育區、國家公園及海岸保護區等，而設立海洋保護區是達到生物多樣性及資源永續之最有效方式(林熾琦，2006)。

依據國內海岸法草案，海岸保護區目的在保護自然界或人文環境中具稀少特性之資源，該等資源具維持人類生態體系平衡及提供環境教育或國民休閒育樂之功能，爰於第一項明定一級、二級保護區劃設原則。

海岸保護區係以計畫管制使用，依個別計畫性質之保護目的加以管制。為妥善維護海岸保護區內各項資源，第二項明定一級海岸保護區及二級海岸保護區禁止及例外許可使用原則；一級海岸保護區例外許可使用，如預期使用強度有影響保護標的之虞者，仍應依第十四條規定程序辦理。

一級海岸保護區係重要環境敏感地區，為資周延，如依第二項但書規定申請例外許可使用，在目的事業主管機關核發開發利用許可前，應先徵得海岸主管機關許可，其許可條件、程序及其他應遵行事項之辦法，於第三項授權由中央主管機關定之。

海岸地區中具有下列情形之一者，劃設為一級海岸保護區，其餘有保護必要之地區，得劃設為二級海岸保護區，並分別訂定海岸保護計畫加以保護管理：

- 1.重要水產資源地區。
- 2.珍貴稀有動植物地區。
- 3.特殊景觀資源地區。
- 4.重要文化資產地區。
- 5.重要河口生態地區。
- 6.其他依法律規定應予保護之重要地區。

據現階段世界自然保育聯盟(IUCN)的「保護區管理類別指南」，對保護區的定義為：「特別劃設的陸域和/或海域地區，致力於生物多樣性、以及自然與相關的文化資源等的保護以及維持，並藉法律或其它有效方法管理的地區」(陳瑋鈞，2005)。

(二) 歷年海岸地區議題之探討

現今國內外以適宜性分析方法應用於土地使用的研究，已相當廣泛，本研究整理相關研究之標的等級建立海岸保護區劃設原則。本研究將採文獻回顧法和實地調查建構調查系統與標的等級，再輔以模糊理論製作專家問卷得出各標的等級重要性評分，因本研究等級之間各自不獨立，不採AHP作為本次研究的研究方法。

目前地理資訊系統的應用相當廣泛，在相關領域的研究上，目前利用於土地

規劃、土地利用、資源分析經營與利用、環境資源與保育等方面，由於地理資訊系統的功能是幫助進行相關的空間分析，故在經營管理上是不可或缺的輔助工具。

國外方面，Giulia Fiorese、Giorgio Guariso（2010），利用 GIS 建立農業土地適宜性空間區位分析，進而計算農業作物品種對土地的敏感參數，以維持農作物得持續的發展。Greg Rybarczyk、Changshan Wu（2010）提出以多準則分析（MCE），同時蒐集自行車規劃對於設施的供給與需求面。利用 GIS 建立自行車周邊設施之平面空間格局分析，最後結合 GIS 與 MCE 分析可得出最適選擇，以達到最佳的自行車設施規劃。M. Shahadat Hossain、Sayedur Rahman Chowdhury、Nani Gopal Das（2009）利用 GIS 再以多準則分析（MCE）為基礎，設置 UWBs 評價鯉魚養殖，並運用 UWBs 評價鯉魚養殖來尋找出最合適的空間區位，在建立鯉魚養殖最適宜之區位與種類，以達到鯉魚養殖的有效保護與持續資源管理。

國內方面，鄭力嘉（2004）、李偉銘（2006）、吳秉聿（2008）等，應用土地適宜性分析方法與 GIS 對空間分析的整合，對不同土地型態作適宜性評估，並配合土地利用現況與現行制度規範，以探討最適化土地利用型態的空間分布。

綜合上述，依據國內外對海岸地區、保護區、GIS 及土地適宜性分析的相關文獻，國內海岸地區之劃設定義，主要分海岸法（草案）及國土復育策略方案暨行動計畫兩類，因海岸法尚未制定完成，所以本研究將依據國土復育策略方案暨行動計畫對於海岸地區的定義，藉以劃設研究範圍，於海岸保護區的定義，主要分別有海岸法（草案）及世界自然保育聯盟（IUCN）兩類，因世界自然保育聯盟對於保護區是大尺度的定義，所以將以海岸法（草案）為主、世界自然保育聯盟為輔，來作為本研究保護區劃設之方向，此外，GIS 分析最適用於分析決策所需的實質環境資訊與社會資訊，其優點在於是可作為資訊溝通及建立環境認知的強大分析工具。而「土地適宜性分析」為環境規劃之一種工具，可藉以評估出自然環境與人文景觀的劃設原則，確保人文景觀與環境保育目標相容，有效將資源做最適之空間分配。

因此，藉由 GIS 及土地適宜性分析作為本研究操作與進行的基礎，以瞭解生態環境與人文景觀空間資源的容受力，以展現保護區劃設之評定，以達到保護區劃設最大效能之目標。

三、研究方法及步驟

(一)研究方法

1. 評估等級之建立

根據本研究生態環境與人文景觀調查項目資料，再依不同的探討層面，各有不同的評估指標，根據文獻回顧中，以海岸法（草案）對於海岸保護區的定義為基礎，因新竹縣海岸水產資源稀少，且資料得取困難，本次研究主要以下四類為標的：

表一 海岸保護區標的等級分類表

目標	標的	評估方法	參考依據	因子	等級
海岸保護區劃設原則	珍貴動植物地區	以調查數據資料統計判讀	依野生動物保育諮詢委員會對保育類野生動物名錄之保育等級，來界定所調查物種的等級。(行政院農委會，2009)	瀕臨絕種野生動植物	第一級
				珍貴稀有及其他應予保育之野生動植物	第二級
				台灣特有種及特有亞種	第三級
				無珍貴動物	第四級
	特殊景觀資源地區	衛星圖像和調查數據資料判讀	依2004年鄭曉昫針對區域性地景進行分析及規劃，使地區中特殊的景觀資源，在完善的規劃架構下受到合適的保育。	未經開發之植生地	第一級
				海岸	第二級
				農耕地	第三級
				無景觀資源	第四級
	重要文化資產地區	衛星圖像和調查數據資料判讀	依文化資產保存法第14條，將古蹟依其主管機關分為國定、直轄市定、縣市定三類，及未被指定為古蹟，但具歷史價值者，來界定文化資產的等級。	國定古蹟	第一級
				直轄市、縣市定古蹟	第二級
				具歷史價值遺址或建築	第三級
				無歷史價值	第四級
	重要河口生態地區	衛星圖像和調查數據資料判讀	依據內政部營建署對於濕地的等級分類，國際級、國家級、地方級。	國家級濕地	第一級
				地方級濕地	第二級
				一般海岸及其他重要濕地	第三級
				無重要濕地	第四級

資料來源：本研究整理

2. 評估標的等級重要性之設定

本研究利用模糊化數值問卷將標的依受訪者之感官程度進行區間性數化，每項標的各等級均可選出最大容忍度、最小容忍度，數值的區間範圍為每項等級的接受程度，區間愈大評選容忍度愈大；區間愈小評選容忍度愈小。經模糊化計算之重要性數值，最後經由解模糊化等過程後可獲得一數值為客觀的結果。

(1) 標的等級重要性分析

以專家問卷 13 份為基礎，本研究問卷內容分成珍貴動植物、特殊景觀資源、重要文化資產、重要河口生態四項標的，每項標的可再細分四個等級，評分方式可分為最大值、建議值、最小值進行評分，以 9、8、7、6、5、4、3、2、1 為重要性評分尺度，數字意義分別為 9 為絕對重要、8 為極重要、7 為頗重要、6 為稍重要、5 為普通、4 為稍不重要、3 為頗不重要、2 為極不重要、1 為絕對不重要，每個評分皆需填寫(最小值 \leq 建議值 \leq 最大值)。

專家問卷回收後，各項分數經由算術平均法計算。假設第 i 項標的第 j 等級之評分等級 \tilde{a}_{ij} (其中 $i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,m$)，則標的等級重要性評分之三角模糊數為 $\tilde{a}_{ij} = (L_{ij}, C_{ij}, R_{ij})$ ，其中 L_{ij} 為評分最大值， C_{ij} 為評分建議值、 R_{ij} 為評分最小值。

(2) 標的等級解模糊化

假設三角模糊數 $\tilde{a}_{ij} = (L_{ij}, C_{ij}, R_{ij})$ ，則以重心法計算之標的等級解模糊數 F_{ij} 為：

$$F_{ij} = \frac{[(R_{ij} - L_{ij}) + (C_{ij} - L_{ij})]}{3} + L_{ij} \quad (3-1)$$

3. 保護區劃設原則之建立

判別本研究範圍標的等級賦予其分數，分數經由每個等級加權過後，得出每個等級之間的區間數據，並利用地理資訊系統判別出各項標的之等級位置圖。

(1) 標的等級尺度 D_{ij} 計算

假設第 i 標的第 j 等級的標的等級尺度，以 D_{ij} 表示 (其中 $i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,m$)，依據等分尺度設定之假設條件，將各項等級尺度 m_j 以第一級尺度 $m_1=4$ 分、第二級尺度 $m_2=3$ 分、第三級尺度 $m_3=2$ 分、第四級尺度 $m_4=1$ 分計算，則 D_{ij} 為：

$$D_{ij} = F_{ij} \times m_j \quad (3-2)$$

(2) 保護區分級劃設

A. 計算標的加權值 W_i

將同標的 j 個等級之標的等級尺度加總後，除以各項標的各等級之 D_{ij} 總和。(詳細公式如 3-3)，其數值可表示各項標的在全部標的中的影響程度，以 W_i 表示。

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n D_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n D_{ij}} \quad (3-3)$$

D_{ij} ：標的等級尺度值。 $i=1,2,\dots,n$ ， $j=1,2,\dots,m$ 。

B. 計算標的等級尺度加權值 P_{ij}

將第 i 標的之 W_i 值，乘以 i 標的各等級之標的等級尺度 D_{ij} ，其值以 P_{ij} 表示。（詳細公式如 3-4），則 P_{ij} 即可表示第 i 標的下第 j 等級之等級尺度加權值。

$$P_{ij} = D_{ij} \times W_i \quad (3-4)$$

W_i ：標的加權值。 $i=1, 2, \dots, n$ 。

C. 設定保護區各等級分級標準 S_j

將各等級中各項標的之標的等級尺度加權值 P_{ij} 加總，即可得到保護區劃設之等級門檻值 S_j ，依此可將 S_j 值定義為四段區間值，分別為一級保護區、二級保護區、緩衝地區、一般地區。

$$S_j = \sum_{i=1}^n P_{ij} \quad (3-5)$$

P_{ij} ：標的等級尺度加權值。 $i=1, 2, \dots, n$ ， $j=1, 2, \dots, m$ 。

(二)操作步驟

本研究主要以航空照片判讀和基地現況調查，輔助實證區域現狀分析，探討新竹縣海岸保護區劃設最佳模式，希望能在保護區劃設達到最大效能，判讀其動植物、生態、景觀與文化的整合性空間資源之分析及評估。並配合現況調查與二手資料分析基礎資料建置步驟（資料輸入），並進而說明依循本研究評估體系建置完成的珍貴稀有動物、重要特殊景觀資源、重要文化資產、重要河口生態的因子架構，將整合四項標的權重計算，以完成新竹縣海岸保護區之展現。

1. 環境現況圖製作

本研究的基本圖為農林航測所在 2008 年拍攝的航照圖，生態環境調查系統依環境調查成果進行分析，依據生態環境現況進行生態地理資訊系統之屬性資料建置。本研究生態地理資訊系統是以圖層之方式組織動植物、景觀、文化及河口生態，分析出研究範圍中之各式圖層，以新竹縣海岸圍界定範圍。數據資料則以政府相關規劃報告書和基地探勘調查結果，以利於辨別海岸環境現況。

2. 調查資料建置

在進行資料蒐集工作時，製定一套客個人化的解決方案才能確保資料蒐集的正確性、完整性及其價值。建構的「新竹縣海岸空間資源 GIS 資料庫系統」是一套以 SuperGIS 所改良設計的地理物件資料模型管理庫，主要有輸入、更新、儲存、查詢、分析與展示的功能。本資料庫之功能與內容如下：

(1) 輸入、更新：以空間和時間向度紀錄海岸環境的動植物、景觀、文化、

河口生態項目，包括地點座標、紀錄時間、分佈範圍等。

- (2) 儲存、查詢、展示、輸出：建置完成之資料可依欲查詢的名目（如座標、棲地資料、物種類別等）點選，詳細資訊及數據即可展示與輸出。
- (3) 運算、重疊、分析與疊圖：建置完成之資料可依研究與分析需求不同，將地理資料模型以及空間資料模型，藉由決策者的需求撰寫分析模組程式，做進一步的運算、分析、比較與疊圖。

3. 評估單元劃設

考量新竹縣海岸地區的基地規模及各項評估指標之評估尺度，以規模 300 公尺×300 公尺之正方形網格將基地加以切割，切割後共 305 個網格。以專家問卷結果經模糊理論所求得的重要程度評分，分數越高，代表網格區域中的該因子越需要保護。

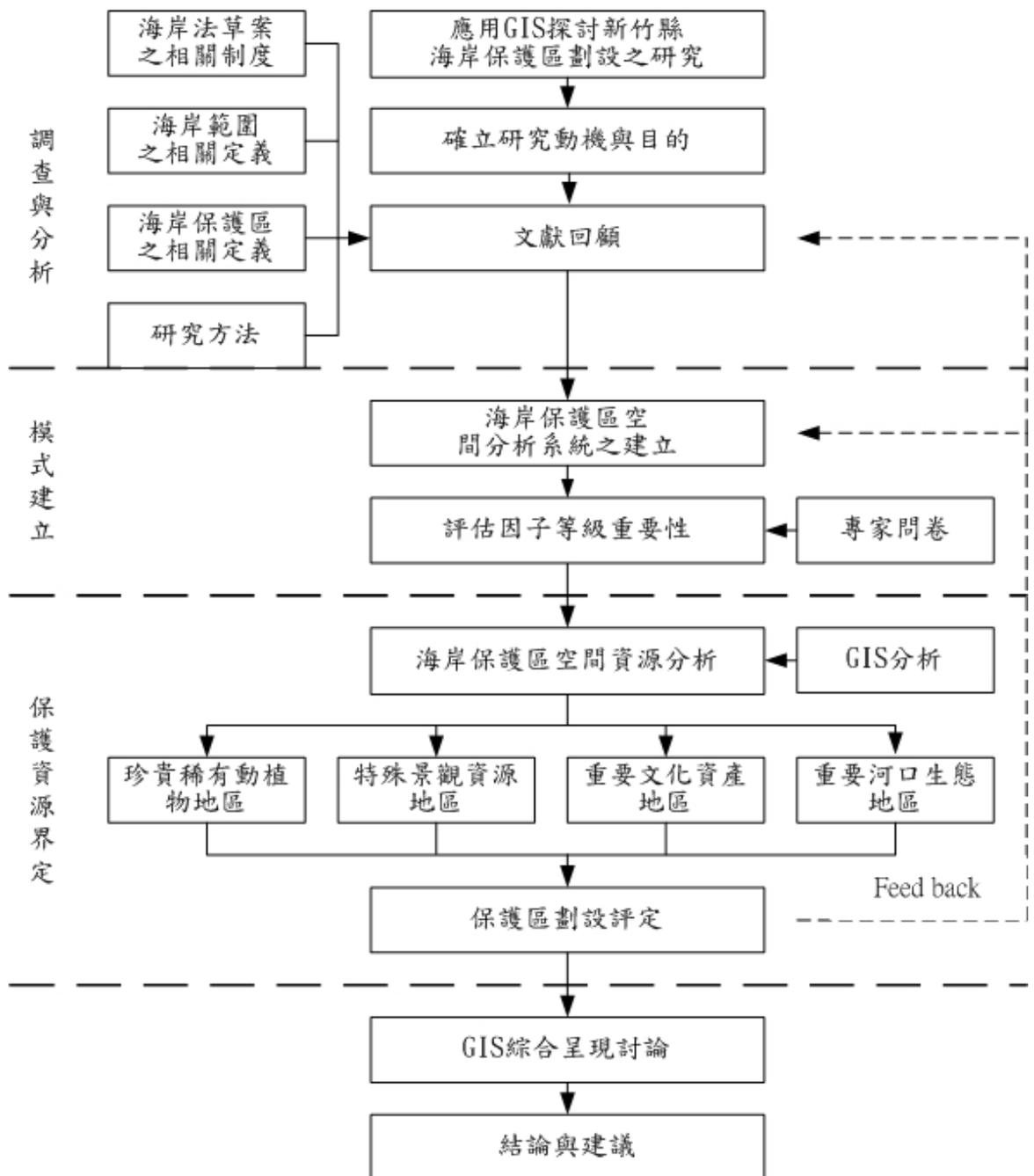
4. 因子重要程度之計算

本研究所架構的保護區劃設原則，將結合模糊理論求得各項的評分，以作進一步的加權值，並得出各項因子的重要性。模糊理論是美國自動控制學家 Lotfi.A.Zadeh 於 1965 年首先提出的一種定量表達工具，用來表現某些無法明確定義的模糊性概念，尤其是在表現人類語言特有的模糊性現象方面有頗佳的成果。（廖偉軒，2009）

各專家問卷回收的結果，藉由模糊理論的作業程序，建立三角模糊數的問卷，進而計算各項標的等級的重要性評分，並對每項標的等級結果進行解模糊化，使各專家之重要性評分更為合理。

5. 保護區分級劃設

依因子重要程度之計算以得出珍貴稀有動植物、特殊景觀資源、重要文化資產及重要河口生態之重要性分佈，將四張圖重要性評分之分佈作疊合，將保護區分四個等級，第一級保護區、第二級保護區、緩衝地區、一般地區，對四個等級作出分數區間，以達到海岸保護區之展現。



圖一 研究流程圖

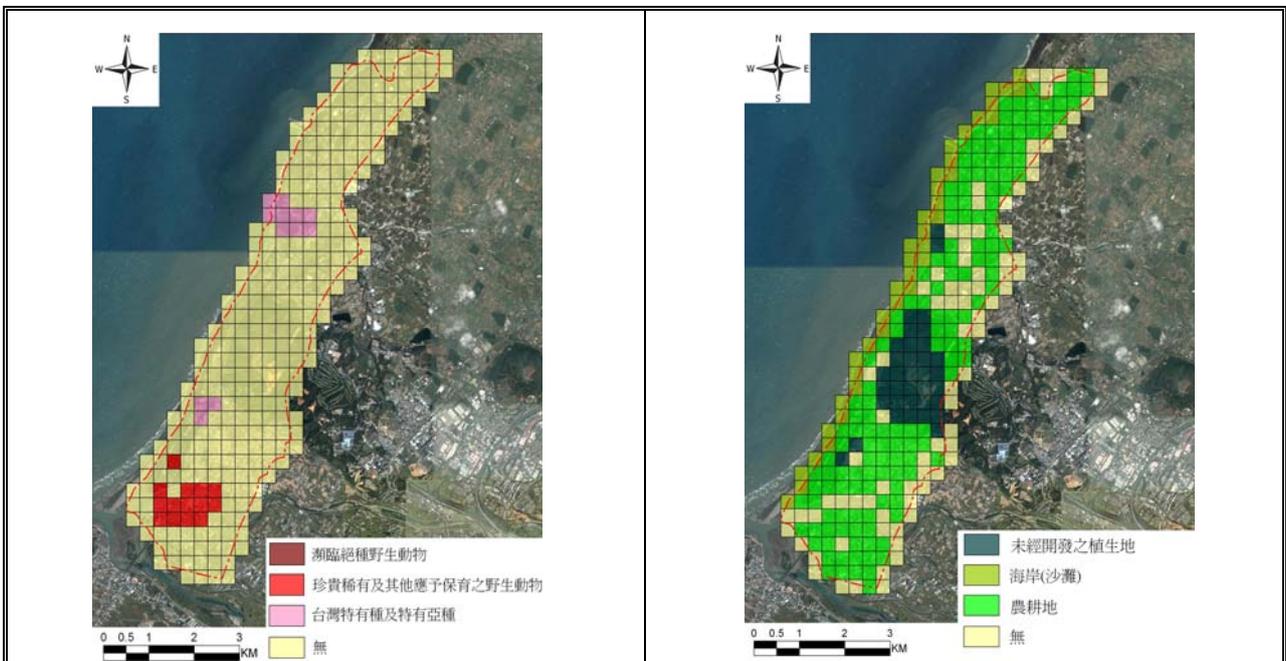
資料來源：本研究整理

四、實證分析

透過海岸保護區空間系統之建立的劃設原則，並結合 SuperGIS 軟體之操作方法，以規模 300 公尺乘 300 公尺，即 9 公頃之正方形網格將基地加以切割，切割後共 305 個網格。每網格內所建置的空間資源，以標的等級重要性之設定，進行「珍貴稀有動植物」、「重要特殊景觀資源」、「重要文化資產」及「重要河口生態」並以 SuperGIS 將各網格以漸層色方式呈現分析結果。

(一) 標的等級評定

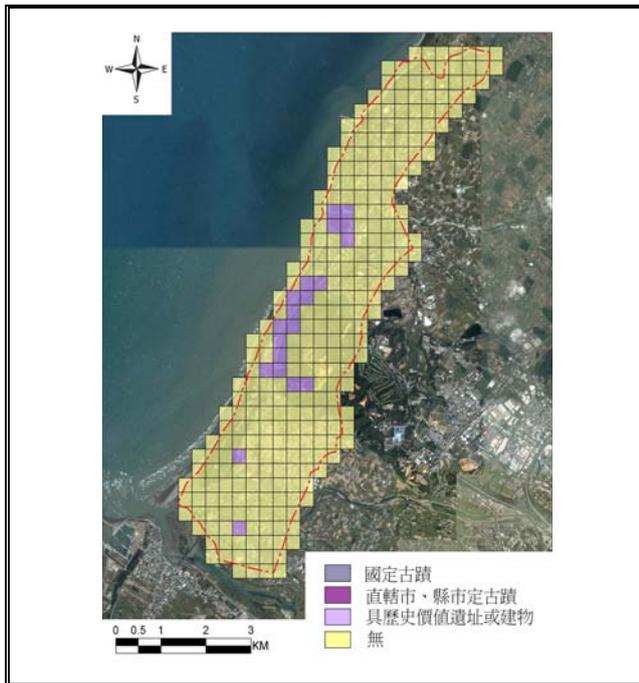
本研究透過各類相關文獻，以建立本次研究標的等級，將稀有動植物、景觀資源、文化資產及河口生態區分四個等級進行評分，主要以相關文獻判讀物種的類型，並配合新竹縣永續海岸整體規劃的相關資料與實地勘查，以其類型進行評分，建置出標的分析成果圖。(參見圖二、圖三、圖四、圖五)



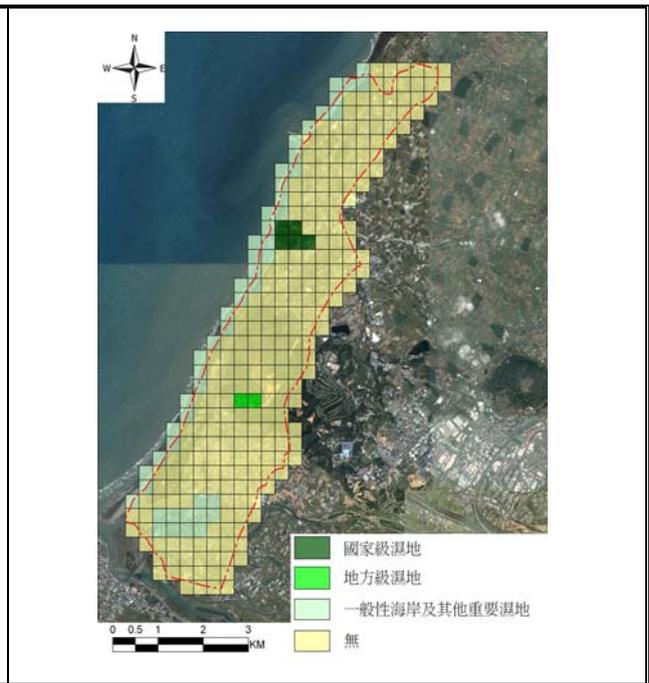
圖二 珍貴稀有動植物圖

圖三 重要特殊景觀資源圖

資料來源：本研究繪製



圖四 重要文化資產圖



圖五 重要河口生態圖

資料來源：本研究繪製

(二) 標的等級重要性評定

計算每項標的對本研究的重要性，得到標的加權數值後計算各標的等級數值，歸納出各項標的整合的成果，劃設出新竹縣海岸保護區成果圖。

1. 等級重要性分析

先經專家問卷調查後之平均值，而後利用重心法(參見公式(3-1))解模糊化可得下表二，每項標的中珍貴動植物、重要河口生態的第一級是最絕對重要，特殊景觀資源、重要文化資產的第一級是極重要，依據每項分數可以做為建置地理資訊系統四項標的的分數，以做為未來劃設保護區之依據。

表二 海岸保護區解模糊後評分數值 (F_{ij}) 表

標的	第一級	第二級	第三級	第四級
珍貴動植物	8.57	7.17	5.27	3.30
特殊景觀資源	8.00	6.47	3.80	2.33
重要文化資產	8.23	6.83	5.83	1.83
重要河口生態	8.50	7.53	6.10	4.17
平均值	8.33	7.00	5.25	2.91

資料來源：本研究整理

2. 等級尺度計算

依據等分尺度設定之假設條件，假設標的之第 j 等級之評分等級之標的等級尺度。以 D_{ij} 表示 (其中 $i=1,2,\dots,n$, $j=1,2,\dots,m$)。則第一級等級尺度 (D_{i1}) 平

均值為 33.30，第二級等級尺度 (D_{i2}) 平均值為 21.00，第三級等級尺度 (D_{i3}) 平均值為平均為 10.50，第四級等級尺度 (D_{i4}) 平均值為 2.84。

表三 海岸保護區各標的等級尺度值 (D_{ij}) 表

標的 (等級尺度值)	第一級 D_{i1} ($m_1=4$)	第二級 D_{i2} ($m_2=3$)	第三級 D_{i3} ($m_3=2$)	第四級 D_{i4} ($m_4=1$)
珍貴動植物	34.27	21.50	10.53	3.03
特殊景觀資源	32.00	19.40	7.60	2.33
重要文化資產	32.93	20.50	11.67	1.83
重要河口生態	34.00	22.60	12.20	4.17
平均值	33.30	21.00	10.50	2.84

資料來源：本研究整理

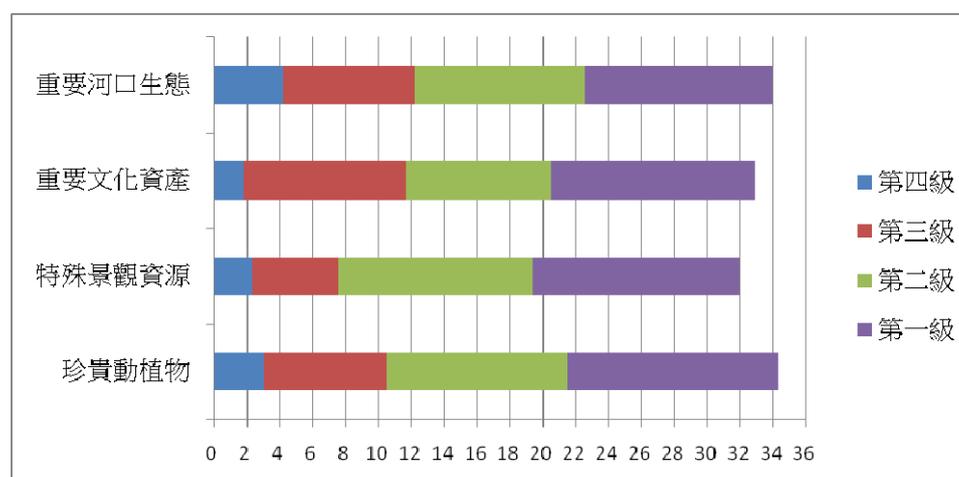
3. 等級區間分析

計算各標的等級區間如表四、圖六所示，同一等級數值範圍愈大該等級該項標的之重要性程度愈大。第一等級中珍貴動植物的數值範圍是最大的，其次是特殊景觀資源；第二等級中特殊景觀資源的數值範圍是最大的，其次是珍貴動植物；第三等級中重要文化資產的數值範圍是最大的，其次是重要河口生態。圖六中，整體而言珍貴動植物與重要河口生態落點位置偏高，由此顯示珍貴動植物及重要河口生態在其他標的等級程度中占較重要程度。

表四 各等級分數區間數值表

標的	第一級	第二級	第三級	第四級
珍貴動植物	12.77	10.97	7.50	3.03
特殊景觀資源	12.60	11.80	5.27	2.33
重要文化資產	12.43	8.83	9.84	1.83
重要河口生態	11.40	10.40	8.03	4.17

資料來源：本研究整理



圖六 各標的等級區間分析圖

資料來源：本研究整理

(三) 劃設等級計算

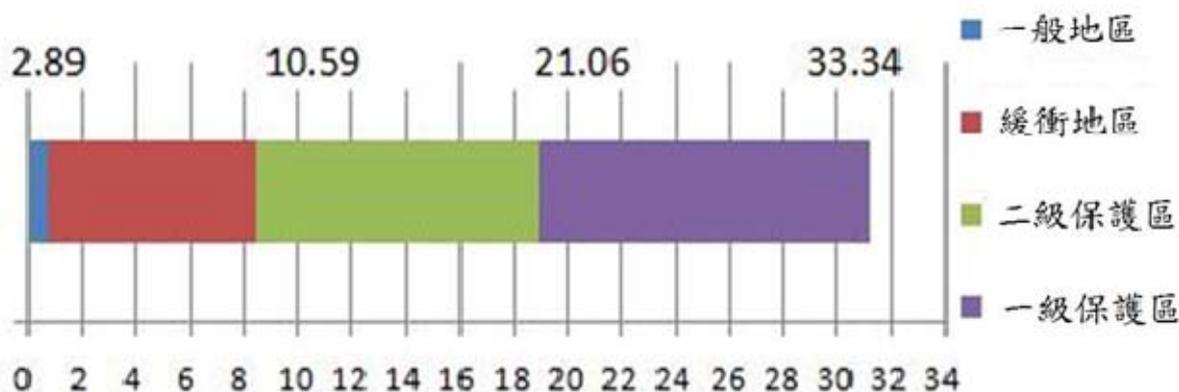
依據 D_{ij} 值由公式(3-3)計算出標的加權值，以 W_i 表示，如表五所示，各標的加權值中以重要河口生態 0.27 為最高，其次為珍貴動植物、重要文化資產之 0.25，特殊景觀資源標的加權值是 0.23。顯示河口生態之受保護程度較重要，由於大量河川水流流入海中，使水中鹽度變化大；水位定期升降，底質缺氧，生物需要有特殊適應方式才能生存，故此類生態系生物有特殊構造適應該環境，且物種稀少，歧異度低。

保護區劃設等級分數標準為同一等級各標的等級尺度加權值之認知參見公式(3-4)、(3-5)，以 S_j 表示，計算結果如表五、圖七所示，其結果顯示在數值 33.34 至 21.06 為第一級保護區，數值 21.06 至 10.59 為第二級保護區，數值 10.59 至 2.89 為緩衝地區，數值在 2.89 以下為一般地區。

表五 海岸保護區劃設等級分數分析表

標的	標的加權值 (W_i)	第一級 (P_{i1})	第二級 (P_{i2})	第三級 (P_{i3})	第四級 (P_{i4})
珍貴動植物	0.25	8.57	5.38	2.63	0.76
特殊景觀資源	0.23	7.36	4.46	1.75	0.54
重要文化資產	0.25	8.23	5.13	2.92	0.46
重要河口生態	0.27	9.18	6.10	3.29	1.13
等級分數標準 (S_j)	-	33.34	21.06	10.59	2.89
平均	-	8.34	5.27	2.65	0.72

資料來源：本研究整理



圖七 海岸保護區劃設等級分數標準分佈圖

資料來源：本研究整理

(四) 保護區劃設成果

本研究透過前章節海岸保護區空間資源分析，建立新竹縣海岸珍貴稀有動植物、特殊景觀資源、重要文化資產、重要河口生態之空間資源分析，本章節將四種空間資源作套疊，在依據保護區劃設等級計算結果，藉由 GIS 整合各項標的數值，其結果如圖五所示，第一級保護區（數值 33.34 至 21.06），第二級保護區（21.06 至 10.59），緩衝地區（數值 10.59 至 2.89），一般地區（數值在 2.89 以下），在新

豐紅樹林為一級保護區、二級保護區；鳳鼻尾山部分地區劃設為第二級保護區，其餘地區為緩衝地區、一般地區。

1. 第一級保護區

第一級保護區以新豐紅樹林地區為主，占本地區 0.66%，面積共 18 公頃，植生包含水筆仔純林、水筆仔及海茄荖混生林，形成的新豐濕地孕育許多稀有的蟹類有悅目大眼蟹、粗腿綠眼招潮蟹、隆背張口蟹、似方假厚蟹、角眼切腹蟹、黑鯛及尖頭塘鱧等其他珍貴的動植物。建議新豐紅樹林應優先列為保護區，新豐紅樹林周邊已有二級保護區圍繞，形成自然的緩衝地區，需注意於鄰近新豐紅樹林周邊的一般地區，需限制污染性高及易破壞生態環境之開發，以避免影響新豐紅樹林生態棲地。

2. 第二級保護區

第二級保護區以鳳鼻尾山部分地區及新豐紅樹林周邊為主，占本地區 3.61%，面積共 99 公頃，鳳鼻尾山文化資產包含鳳鼻隧道為一處雙孔二車道棚架式隧道，臨海側透光，窗型造型，曲線極富美感；姜厝屬於閩式三合院聚落，大部分居民是住著傳統式三合院紅磚古厝；新豐海岸林緊連紅樹林區，植物多耐鹽耐風，干擾較多，魯花樹、台灣假黃楊為優型樹可復育替代木麻黃。二級保護區有兩處鄰近一般地區，未有緩衝地區隔離，此兩處應管制開發型態，且需訂定海岸保護計畫加以管理。

3. 緩衝地區

緩衝地區包含竹北蓮花寺濕地、竹北原生林、牛埔溪紅樹林、鳳山溪河口等地區，占本地區 72.13%，面積共 1980 公頃。目前使用多為農田、魚塭為多數，但也有四處生態棲地較具價值之地區，包含竹北蓮花寺濕地的食蟲植物，具水生植物有桃園蔥草、田蔥、大井氏燈心草、直立半邊蓮、大葉穀精草、墨西哥水豬母乳、黃花庭菖蒲；竹北原生林有稀有的山紅頭、雌紅紫蛺蝶、台灣皮竹節蟲；牛埔溪紅樹林有珍貴的動物，包含：印痕仿相手蟹、似方假厚蟹、印痕仿相手蟹、星點彈塗魚；鳳山溪河口有稀有的台灣招潮蟹、日本絨螯蟹、喜鵲、青足鵲、小燕鷗、台灣招潮蟹、日本絨螯蟹、曙首厚唇鯊等等珍貴與稀有的物種，此四處都具有豐富生態資源，應作適當保護管理，以避免遭受開發破壞。

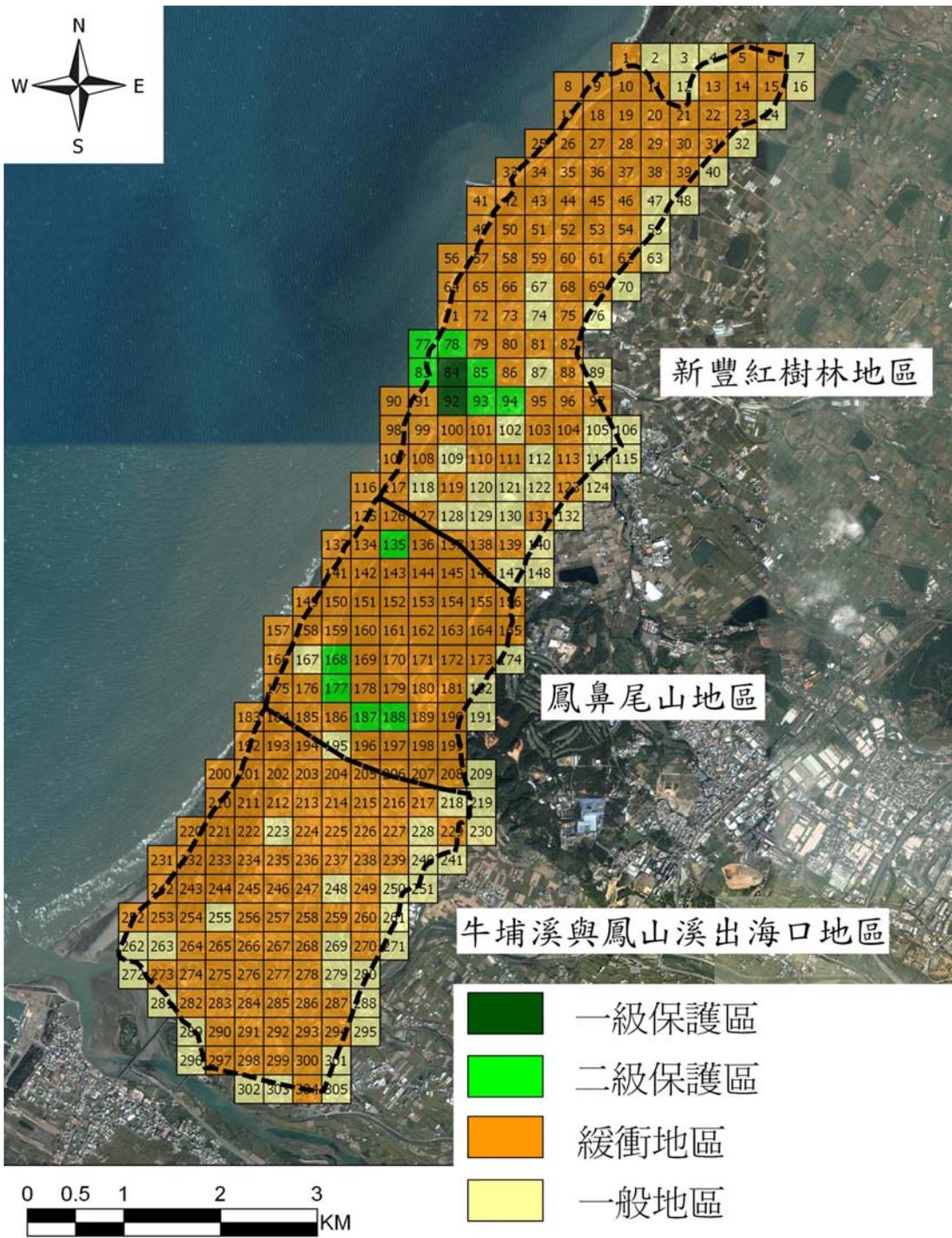
4. 一般地區

一般地區面積共 648 公頃，占本研究地區 23.61%，零星分布在本研究地區，其重要性最低。目前一般地區其多為較為密集的聚落，絕大部分是建成地或整建地，此外，鄰近保護區者應適當限制其發展。

表六 新竹縣海岸保護區劃設面積表

類型	面積 (公頃)	百分比
第一級保護區	18	0.66%
第二級保護區	99	3.61%
緩衝地區	1980	72.13%
一般地區	648	23.61%
總和	2745	100.00%

5. 資料來源：本研究整理



圖八 新竹縣海岸保護區成果圖

資料來源：本研究整理

五、結論與建議

本研究依據評估模式之計算，結合 GIS 的疊圖分析特性，以利判讀標的之等級在網格區位的環境位置，分別得到珍貴稀有動物、重要特殊景觀資源、重要文化資產、重要河口生態四項標的之空間資源，歸納各項標的整合的成果，藉由數學計算得到保護區劃設等級原則，以探討海岸保護區空間，結果將作為未來地方政府決策與學術研究之參考。

(一)結論

由於海岸的空間資源，容易因為自然環境的破壞、人為不當的開發，失去珍貴的稀有物種與特殊的地理資源，綜合以上所述，可得到以下結論，並以新豐紅樹林地區、鳳鼻尾山地區、牛埔溪地區等三個區位進行說明。

1. 新豐紅樹林地區

在新豐紅樹林周圍有 2 格一級保護區，其網格編號為 84、92，二級保護區，其網格編號為 77、78、83、85、93、94，其餘周邊以緩衝地區為主，未來可將一二級保護區規模擴大一同探討研究。由圖可知一般地區分佈在本區外圍及保護區周邊，較爭議其網格編號為 67、74、87、109、118，為一般地區皆被周圍緩衝地區包圍；編號 102 為一般地區，其鄰近二級保護區，應特別注意此區之開發情形，以避免影響保護區之生態。

2. 鳳鼻尾山地區

由於此地區較為特殊，空間資源包涵鳳鼻尾山原始植生地的資源、竹北蓮花寺的食蟲植物、具歷史價值遺址或建物，成果顯示 5 格的二級保護區，其網格編號為 135、168、177、187、188，其餘以緩衝地區居多，具有豐富海岸空間資源。較具爭議其網格編號為 167、195，編號 167 緊鄰二級保護區，編號 195 周圍被緩衝地區包圍。此兩處應管制開發型態，並應針對二級保護區周邊地區，訂定海岸保護計畫加以管理。

3. 牛埔溪與鳳山溪出海口地區

本地區中以緩衝地區為主，包含地方級濕地之牛埔溪紅樹林，孕育著稀有種的台灣本土八哥及其他應予保育之野生動物的紅尾伯勞級台灣招潮蟹，建議該地區應予著重復育稀有且珍貴之物種較為重要。由圖可知較具爭議其網格編號為 223、248、255、269 周圍被緩衝地區包圍，其餘一般地區分佈本區外圍；編號 229 為緩衝地區被一般地區所包圍；編號 262、263、272、281、289、296、302、303 鄰近鳳山溪，建議此區為緩衝地區，且需訂定適當河川保育措施，避免鳳山溪出海口的生態資源招致破壞。

(二)建議

本研究透過模糊化數值，藉由等級解模糊化客觀地確定數值，然而本研究內容仍有未盡完善之處，因此提出相關建議及後續研究建議。然後建立新竹縣海岸

空間資源資料庫，整合相關研究建立海岸保護區劃設原則，並進一步套疊分析該地區保護區劃設之成果，共三項初步成果。綜合上述研究結果，提出以下幾項建議以供新竹縣政府和後續相關研究者參考：

1. 資料庫系統

未來可依據本研究建立之資料庫系統，增加重要水產資源與其他依法律規定應予保護之重要地區相關資訊，如：水產資源物種棲地、物種經濟效益等，使其資料庫系統提供之資訊能更全面且完整。

2. 評估體系架構

研究期間以取得動物棲息地與景觀資源為主，後續建議可考慮列入更多的評估等級，亦可以不同的方式建立評估項目的權重，進一步與本研究之結果進行比較。

3. 整合運算

本研究之評估是以模糊化數值，藉由等級解模糊化客觀地確定數值，經由標的等級尺度、標的加權值的計算，藉以判別出網格區位內之等級呈現，未來建議可嘗試更精密或不同運算的關係式操作，亦可檢視比較各種操作手法結果之差異。

參考文獻

(一) 中文書目

1. 王定心、蕭代基，2007，氣候變遷下生物多樣性保護區網絡規劃，國立臺北大學自然資源與環境管理研究所碩士論文。
2. 王櫻燕，2006，使用 GIS 模式整合新竹市海岸生態環境與土地使用空間區位之研究，中華大學建築與都市計畫學系碩士班碩士論文。
3. 行政院經濟建設委員，2005，國土復育策略方案暨行動計畫，台北：行政院經建會。
4. 吳秉聿，2008，臺北市行義路溫泉區績效管理分區劃設之研究，中國文化大學景觀研究所碩士論文。
5. 李偉銘，2006，優化模式與地理資訊系統在土地規劃與管理上之應用-以德基水庫集水區為例，朝陽科技大學環境工程與管理系所碩士論文。
6. 林文英，2007，非都市土地使用類別適宜性分析方法之研究，國立中興大學水土保持學系（所）博士論文。
7. 林熾琦，2006，論海洋保護區之國際法律制度與國家實踐，國立臺灣海洋大學海洋法律研究所碩士論文。
8. 唐明健，2008，臺灣沿海地區自然環境保護計畫，台北：內政部營建署。
9. 陳俊德，2007，以空間分析模式劃設海洋、海岸保護區之研究以高美濕地為

例，國立中山大學海洋環境及工程學系研究所碩士論文。

10. 陳瑋鈞，2005，生態資源效益之評估以馬祖燕鷗保護區為例，中國文化大學景觀學研究所碩士論文。
11. 郭政鑫，2006，河濱公園開發之保育評估系統建立，國立交通大學工學院碩士在職專班營建技術與管理組碩士論文。
12. 曾文忠，2003，沿海土地利用變遷與管理之研究-以雲林沿海為例，逢甲大學土地管理學系碩士班碩士論文。
13. 閔志偉，2001，台灣海洋環境的永續管理-以墾丁國家公園建構海洋保護區為例，南華大學環境管理研究所碩士論文。
14. 黃文卿，2001，台灣地區國家公園永續經營管理指標之研究-以玉山國家公園為例，國立臺灣大學園藝學研究所博士論文。
15. 廖偉軒，2009，頭前溪下游河岸遊憩資源潛力評估之研究，中華大學建築與都市計畫學系碩士班碩士論文。
16. 鄭力嘉，2004，地理資訊系統於石門水庫集水區降雨逕流分析之應用，中原大學土木工程系所碩士論文。

(二)英文書目

1. M., Sayedur Rahman Chowdhury, Nani Gopal Das, S.M., Abida Sultana,2009, Integration of GIS and multicriteria decision analysis for urban aquaculture development in Bangladesh, *Landscape and Urban Planning*, 90:119-133.
2. Greg Rybarczyk, Changshan Wu ,2010, Bicycle facility planning using GIS and multi-criteria decision analysis, *Applied Geography*, 30:282-293.
3. Giulia Fiorese, Giorgio Guariso ,2010, A GIS-based approach to evaluate biomass potential from energy crops at regional scale,*Environmental Modelling & Software*, 25:702-711.

(三)相關網站

1. 內政部營建署 (2007)，濕地介紹
(http://www.wetland.org.tw/project/wetlands_TW/，(2007年12月19日))
2. 內政部營建署全球資訊網站 (2007)，「海岸地區」範圍
(<http://www.cpami.gov.tw/>，(2007年01月30日))
3. 內政部營建署全球資訊網站 (2007)，海岸法 (草案)，台北：內政部營建署
4. 行政院農委會林務局(2009)，野生動物名錄
(<http://luodong.forest.gov.tw/>，(2009年04月01日))