

國立臺灣大學生命科學院漁業科學研究所

碩士論文

Institute of Fisheries Science,

College of life Science

National Taiwan University

Master Thesis

特定物種海洋保護區劃設及管理之研究-以台灣

北部黑魷(*Atrobucca nibe*)為例

Research on marine protected area planning and management
for specific species: a case study of *Atrobucca nibe* in
northern Taiwan

榮駿豪

Jung, Chun-Hao

指導教授：李英周 博士

Advisor: Ying-Chou Lee, Ph.D.

中華民國 109 年 2 月

Feb, 2020



誌謝

本篇論文的完成最主要感謝我的指導教授 李英周老師，總是不厭其煩的指出我做研究的問題，不僅在課業上也在解決問題的邏輯思辨能力，作為一名研究生，學會如何做研究一直都是老師耳提面命的事情。此外也要感謝口試委員邵廣昭老師、黃向文老師、吳龍靜老師及柯佳吟老師百忙之中對學生的論文提出的寶貴意見，使其更加完善。


另外要感謝研究室同學的陪伴與幫忙，在求學之路有人陪同學習與分享，是人生一大樂事；還有富基漁港的眾多漁民朋友們協助，沒有你們幫忙，本篇研究將無法完成。當然還有我的家人、辦公室夥伴、支持我、給我加油打氣、讓我成長學習的所有人，與你們的相處都是我每一天動力的來源。

學無止盡，謝謝在台大的經歷讓我學習到面對未知的態度，也希望這股力量能持續支撐我往前行，期許未來所做之事能對社會有所助益，將不負所做努力。

榮駿豪 謹致

2020/1/1

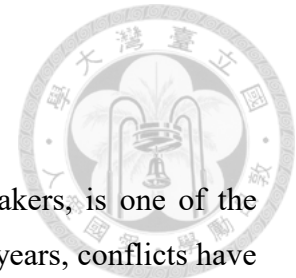
摘要



黑魷(*Atrobucca nibe*)俗名黑喉，石首魚科魚類，是台灣北部漁民賴以為生的重要漁獲資源之一，但近年來金山區及淡水區漁會漁民在捕撈黑喉時，常因使用不同漁具漁法造成糾紛，若無妥善管理措施將導致該資源受損，使雙方皆受其害，因此本研究希望藉由劃設海洋保護區，除可保護資源，亦能減緩雙方衝突，惟劃設地點、方式、管理方法等仍有疑慮。為解決此問題，本研究使用國際間常用之海洋保護區規劃軟體 Marxan，嘗試規劃台灣北部黑喉保護區，除蒐集國內外相關文獻、海域測量報告、漁民會談紀錄及海洋保護區劃設準則等，亦請金山區漁民填寫漁獲日誌調查表報表，以漁業別努力量反應成本、CPUE 反應黑喉資源豐度，並搭配國際間保護區劃設準則，例如保護區宜集中、連續、邊界明確，並考慮當地生態與社區福祉等，規劃該資源保護區。結果顯示，延繩釣之漁獲努力量及資源豐度位於第 1、第 1 與第 2 交界、第 2 與第 3 象限交界處；刺網主要位於第 2 象限。經使用 Marxan 軟體與當地海域底質(沙、泥及岩石)套疊，考量保護生態多樣性較高之岩石底質(棲地)與黑喉資源較豐富之區域，初步將海洋保護區劃設於 25°19.8'-24.6'N，121°24'-27.6'E 之間，針對研究成果，後續規劃將其分類為核心區及緩衝區，並建議在黑喉盛期時，核心區禁止所有漁業捕撈，緩衝區則容許環境友善漁法捕撈，初步估計，對於延繩釣漁業作業影響計 12%，刺網漁業作業影響計 32%。未來仍須與權益相關者溝通協調，才能完善黑喉保護區的劃設。

關鍵字：權益相關者、延繩釣、刺網、Marxan

ABSTRACT



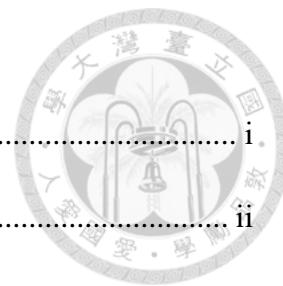
The *Atrobucca nibe*, commonly known as the black croakers, is one of the important fishery resources in northern Taiwan. However, in recent years, conflicts have been aroused by using different fishing gears from fishermen in the Jinshan and Tamsui. And it would cause a lose-lose situation due to the collapse of the stock if there is no proper fishery management.

Therefore, this study aims to not only protect fishery resources but reduce conflicts between the two parties by designating marine protected areas through Marxan which characterized by its widespread usage. Materials and data such as peer literature, hydrographic survey reports, fishermen meetings records, and guidelines for planning marine protected areas have been collected for further uses. In addition, the catch logs have also been asked to fill by fishermen in Jinshan and Tamsui District. Marine Protected Area (MPA) has been designated following the international guidelines e.g. compact, connected and well-defined, and the well-functioned ecosystem and development of social economy have also been considered. We used fishery effort as the costs and CPUE as resource abundance for Marxan parameter settings.

The results show that the effort and resource abundance of longline fishing are located at the junctions of the 1st, 1st and 2nd, and 2nd and 3rd quadrants; and on the other hand, the effort and resource of gillnet fishing are mainly located in the 2nd quadrant. The MPA is preliminarily designated in the area between 25 ° 19.8'-24.6'N and 121 ° 24'-27.6'E for higher ecological diversity in rocky sediment and richer croaker resources. Regarding fishing management, The MPA will be classified into core and buffer zone, and it is recommended that all fishing methods are prohibited in the core zone during the fishing season, and environmentally friendly fishing methods such as longline fishing are permitted in the buffer zone. For the impacts of fishing, it was estimated that 12% for the longline and 32% for the gillnet. Further communication and negotiations with stakeholders are still needed in the future for a more comprehensive designation of the MPA.

Keywords: stakeholders, longline, gillnet, Marxan

內容



誌謝	i
摘要	ii
ABSTRACT	iii
表目錄	vi
圖目錄	vii
第一章 前言	1
1.1 海洋保護區	1
1.2 研究動機	6
1.3 研究目的	8
第二章 材料與方法	9
2.1 資料蒐集	9
2.2 研究方法	9
第三章 結果	12
3.1 作業日誌調查表	12
3.2 環境因子	12
3.3 漁船作業概況	13
3.4 Marxan 結果	13
第四章 討論	15
第五章 結論	20
參考資料	21
附錄	55



表目錄



表 1 國際自然資源保育聯盟(IUCN)海洋保護區類型	27
表 2 我國海洋保護區相關法令規範	28
表 3 海洋保護區定義	29
表 4 劃設海洋保護區電腦程式	30
表 5 新北市金山區漁業別樣本船艘數, 2017- 2018 。	31
表 6 新北市金山區漁業別樣本船作業天數, 2017- 2018 。	32
表 7 最佳結果對漁業的影響程度百分比及其優缺點	33
表 8 綜合結果對漁業的影響程度百分比及其優缺點	34
表 9 調整後海洋保護區管理方式對漁業的影響程度百分比	35

圖目錄



圖 1 研究流程圖	36
圖 2 研究海域(A)四象限編號 (B)海底底質	37
圖 3 延繩釣月別，魚種別漁獲量，2017 年	38
圖 4 刺網月別，魚種別漁獲量，2017 年	39
圖 5 延繩釣月別，魚種別漁獲量，2018 年	40
圖 6 刺網月別，魚種別漁獲量，2018 年	41
圖 7 延繩釣黑喉漁業佔總漁業比例	42
圖 8 刺網黑喉漁業佔總漁業比例	43
圖 9 北部海域海底底質圖(海軍大氣測量局提供，2017/8/15)	44
圖 10 北部海域春夏季深度別海流圖(海軍大氣測量局提供，2017/8/15)	45
圖 11 延繩釣漁業之努力量、資源密度及底質疊圖。(A)努力量圖(B)資源密度圖(C) 努力量與資源密度疊圖(D)努力量、資源密度與底質疊圖	46
圖 12 刺網漁業之努力量、資源密度及底質疊圖。(A)努力量圖(B)資源密度圖(C) 努力量與資源密度疊圖(D)努力量、資源密度與底質疊圖	47
圖 13 Marxan 軟體依據邊界參數所估計之最佳模式，邊界參數 $BLM=0-10^4$	48
圖 14 最佳結果對漁業的影響程度百分比，邊界參數 $BLM=0-10^4$	49
圖 15 Marxan 軟體依據邊界參數所估計之綜合頻率模式，邊界參數 $BLM=0-10^4$	50
圖 16 綜合結果對漁業的影響程度百分比，邊界參數 $BLM=0-10^4$	51
圖 17 綜合模式結果微調 (A)微調前 (B)微調後	52
圖 18 最終劃設海洋保護區區域	53
圖 19 最佳選擇結果與本研究微調結果疊圖	54

第一章 前言

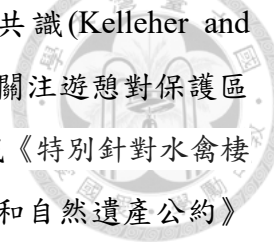
海洋佔了地球表面的 70%，對人類福祉扮演了關鍵的角色，根據聯合國糧食及農業組織(Food and Agriculture Organization of United Nations, FAO)2018 年的統計，海洋提供全球 32 億人口近 20%的動物蛋白質攝取，另外聯合國開發計劃署(United Nations Development Programme)2012 年的統計，超過 5 億人口從事與海洋有關之事務藉以維持生計，顯見海洋對人類生活的重要性。但隨著全球人口數量的持續增長，人為活動的影響逐漸擴大，海洋所受到的破壞逐漸嚴重，諸如生物多樣性喪失、棲地破壞、過度捕撈等。根據統計，全球魚類產量正接近永續利用的極限，目前全球約 90%的魚類種群已受到完全開發或過度捕撈，海洋漁業資源已瀕臨枯竭(FAO, 2018)。

為了解決上述問題，早於 20 世紀初，國際間已開始重視海洋的管理與漁捕的議題，除制定聯合國海洋法公約及其相關協定，如「聯合國履行 1982 年海洋法公約有關養護與管理跨界魚群與高度洄游魚群條款協定」(Agreement for the Implementation of the Provisions of the United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982 relating to Conservation and Management of Straddling Fish Stocks and Highly Migratory Fish Stocks)，亦建立國際漁業管理組織，具體作法從單一魚種的管理，逐步演變並納入生態系統管理(ecosystem-based management)及海洋空間規劃(marine spatial planning)的概念與思維(Trew et al., 2019)。其中，海洋保護區(Marine Protected Area; MPA)作為一種空間規劃的管理工具，被視為是保護海洋生物多樣性(Klein et al., 2008)、大尺度生態調節(Olds et al., 2012)及促進海洋資源永續利用最經濟有效方法(Lester et al., 2009)，同時也符合預防原則、生態系方法及棲地保護的等原則(Halpern et al., 2010)，被認為是海洋保育的關鍵基礎(Giakoumi et al., 2018)。

1.1 海洋保護區

起源與發展趨勢

海洋環境保護的思潮興起，來自 20 世紀起全球皆發生海洋資源枯竭情況，人們開始意識到海洋資源非取之不盡、用之不竭，因此在 1950 到 1960 年代間，海洋保育的觀念開始逐漸成形。海洋保護區的概念在 1962 年第一屆世界國家公園大會



(The World Conference on National Parks) 國際間首次達成共識(Kelleher and Kenchington, 1991)。1972 年的第二屆世界國家公園大會，開始關注遊憩對保護區的影響，並認識到國家公園內的社會，科學和環境問題，並促成《特別針對水禽棲地之國際重要濕地公約》(Ramsar Convention) 及《保護世界文化和自然遺產公約》之簽署(Kelleher and Kenchington, 1991)。隨後在 1975 年，澳洲通過以大堡礁海洋公園為名的專法，而該公園是當時國際間第一個大型(large-scale)海洋保護區，其面積共 34 萬 4,400 平方公里，亦蟬聯「世界最大保護區」達數十年，被稱為「現代海洋保護區之祖」(Day, 2016)。1982 年，國際自然資源保育聯盟(International Union for Conservation of Nature and Natural Resources; IUCN) 辦理了第三屆世界國家公園大會，並出版《海洋和海岸保護區：規劃者和管理者指南》(Marine and Coastal Protected Areas: A Guide for Planners and Managers)，該指南在世界各地海洋和沿海保護區的發展中具有重要意義，並成為世界上最通用的海洋保護區準則(Kelleher and Kenchington, 1991)。1983 年，聯合國教育科學文化組織(United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)在蘇聯明斯克(Minsk)辦理了第一屆世界生物圈保護區大會。在那次會議上，人們認識到生物圈保護區的概念，也就是核心區、緩衝區及多功能使用區可以適用於海洋環境，並符合科學，行政和社會原則。1992 年，IUCN 在委內瑞拉加拉加斯舉辦第四屆世界國家公園暨保護區大會，並於會後產生「加拉加斯(Caracas)行動計劃」，期望達到利用生物圈計劃將保護區整合為更大的框架；並延續為世界各式不同的海洋保護區，建立統一的標準之目標，因此組成工作團隊研擬更新保護區的分類制度，並於 1994 將海洋保護區定義為六種不同種類，並沿用至今(Kelleher et al., 1995)。至此，海洋保護區的定義及概念已逐漸普及，並被大量國家用於海洋生態系經濟與環境之永續利用，關注焦點逐漸從海洋保護區劃設倡議轉為更為全面性的倡議，包含將海洋保護區連成網路及國際保育承諾之實現。2002 年地球高峰會(World Summit on Sustainable Development)及 2003 年第五屆世界公園大會呼籲各國重視海洋保護區連成網路之重要性，並在 2012 年前將海洋保護區連成網路。而生物多樣性公約(Convention on Biological Diversity; CBD) 於 2004 年首度提出於 2012 年前劃設 10% 海洋保護區之全球性目標，此目標於 2011 年時已受各國承認無法達成，但該目標仍受各國重視並設立《愛知目標》同意將期限延長至 2020 年。2013 年，第三屆國際海洋保護區大會

(International Marine Protected Areas Congress; IMPAC)為檢視世界各國保護區劃設進度，以如何達成《愛知目標》第十一點為討論核心，即如何在 2020 年，在「有效管理」的原則下劃設達到 10%海洋保護區，並具生態性及連結成網絡之海洋保護區。前述海洋保護區之目標，亦在 2015 年聯合國《翻轉我們的世界：2030 年永續發展方針》提及，其中「目標 14：保育及永續利用海洋與海洋資源，以確保永續發展」，即是重申在 2020 年以前，依照國家與國際法規，以及可取得的最佳科學資訊，劃設至少 10%的海岸與海洋保護區。

海洋保護區發展至此，各國無不竭盡所能，儘可能劃設更多的海洋保護區面積，目前根據聯合國環境規劃署(United Nations Environment Programme; UNEP)世界保護監測中心(World Conservation Monitoring Center, WCMC)資料顯示，現在全球約有 7.5%的面積被劃入海洋保護區。

海洋保護區定義及分類

海洋保護區是一個傘狀的術語，隨著不同的保育標的、方式而有所不同，但現今最為廣泛使用的即是 IUCN 於 1994 年對其所下之定義，並將海洋保護區分為六大類別(表 1)，隨後於 2007 年再次將定義修正為：「一個透過法律或其他有效方式認證的地理空間，旨在達到保育生態系統服務及文化價值。」(Dudley et al., 2008)

雖然 IUCN 為了使海洋保護區擁有共同標準而建立前揭定義與分類，但事實上，每個國家依照保育的物種、對象及管理方式的差異，都會使得海洋保護區產生不同的名稱或制度，因此海洋保護區範疇其實非常廣泛。換言之，海洋保護區其實是一個抽象、原則性的概念。以我國海洋保護區為例，劃設法源主要依《漁業法》、《國家公園法》、《野生動物保護法》、《文化資產保存法》、《水下文化資產保存法》、《濕地法》、《發展觀光條例》及《都市計畫法》等法規劃設，保育目標皆不同，管理方式及嚴格程度也各有高低(表 2)。實務上，通常會將海洋保護區依其管理強度再細分為核心區、緩衝區及多功能使用區，進行分區管理，其中核心區的保護最為嚴格，通常只限於觀測、監測；緩衝區位於核心區外，旨在防止核心區受到干擾破壞，亦可進行某些試驗性或生產性的開發研究工作。過渡區則是緩衝區的外圍或相連接的區域，作為永續利用或多功能使用地區。我國則以此為例，同樣將海洋保護區分為「禁止進入或影響」、「禁止採捕」及「分區多功能使用」等三區域進行管理。

另，除前述定義外，本研究列舉 FAO、中國大陸、美國及我國海洋保護區之定義，顯示海洋保護區確實有各種不同定義及目標設置(表 3)。另外值得注意的是，UNEP-WCMC 在 2015 年，為了達到更佳的保育效果、生態系統服務與文化價值，將保護區重新劃分為更細的陸地保護區、海岸保護區及海洋保護區，亦是在原有海洋保護區的架構下進行細分。

此外，鑒於 IUCN 保護區分類主要基於管理目標，導致有時候與相關法規範之間產生扞格與衝突，因此亦有學者提出依據管理強度為分類的海洋保護區，旨在對於現今 IUCN 分類模式進行補充。該分類係依據當地漁業管理狀況給予不同分數，並就此分數之加總得到整體「海洋保護區指標」(Horta e Costa et al., 2016)。此方式特點為可適用於現今任何海洋保護區分類，並明確區分使用帶來的影響。

海洋保護區功能

總體來說，海洋保護區即是在保全海洋生態系，具有提供糧食、維護生態多樣性及支持人類生存所需(Halpern et al., 2012; Spalding et al., 2014)。若以細部功能來分類，則可分為：保護海洋生物之敏感棲地及瀕臨絕種之物種、保護魚類的生長環境及提高漁產量(Eadie and Hoisington, 2011; Edgar, Graham J and Stuart-Smith, 2009; Langlois and Ballantine, 2005)；增進娛樂及遊憩的機會(Petrosillo et al., 2007)，例如世界知名的澳大利亞大堡礁國家公園，具世界上現存規模最大的珊瑚礁，並包含海草床、潟湖、泥灘、鹽沼、紅樹林、岩盤、沉船遺址、考古遺址、沿岸的水下地區以及深海海床等；同時也具保護文化價值的功能、保護當地地理特徵、或增進教育或科學之價值等(Solandt et al., 2014; Taylor and Buckenham, 2003)。

海洋保護區劃設

一般來說，保護區劃設可分為由上而下(Top-down)與由下而上(Bottom-up)方式，其中差別即是在誰(政府或是民眾)扮演了主導權的地位，以及治理過程中權力分享的過程。早期海洋保護區的劃設，主要係透過由上而下的方式，也就是主要參考專家意見或權宜過程所產生，且易受政治、經濟因素影響(Vega, 2011)，但隨著時間演進，許多研究發現由下而上的方式，也就是利益關係人的參與(Giakoumi et al., 2018)，是海洋保護區是否能有效的關鍵因素。而參與的過程包含單純提供意見，到親身參

與海洋保護區規劃與執行過程(Sayce et al., 2013)。近期海洋保護區劃設趨勢，已從 Top-down 與 Bottom-up 的比較，演進至整合兩者於海洋保護區規劃與執行的優缺點(Jones, 2014)。



劃設軟體

早在 1992 年，IUCN 即提出劃設海洋保護區的指導準則，並強調利用系統化方式(Systematic Approach)來規劃海洋保護區(Kelleher and Kenchington, 1991)，也就是將海洋環境視為整體，將相關因素整合分析，藉此提升海洋保護區的成功率。近年來，為能整合海洋保護區所考量的各項因素，包含生態資料、社會經濟資料及空間資料，國際間已有相當豐富的研究成果(IanR et al., 2011; Portman, 2016)，並發展出諸多決策支援工具(Decision Support Tool, DST)，包含 DEFINITE、Marxan、Zonation 等(表 4)。

其中 Marxan 更是國際間知名的海洋保護區劃設決策支援工具，不同於以往早期海洋保護區選址係以分數而定，該軟體係將海洋保護區在符合預期保育目的上，選擇成本最低的方式劃設(相關概念將於材料與方法說明)。著名例子包含澳洲大堡礁海洋公園及美國加州海峽群島(Channel Islands)皆是使用此軟體協助區劃。

海洋保護區管理有效性評估

近期全球海洋保護區著重在數量以及範圍的提升，這趨勢也為各國帶來更多的挑戰。根據研究，大多數國家在其海洋保護區內，皆進行了管理有效性評估(Juffe-Bignoli et al., 2016)，藉此確保海洋保護區達到預期效益。

為了最大程度發揮海洋保護區潛力並改善管理流程，世界保護區委員會(World Commission on Protected Area; WCPA)提供了一個整體性架構，藉此評估海洋保護區管理效益(Dudley et al., 2013; Hockings et al., 2004)。此外，亦有研究強調特定指標(治理、社會經濟及生物面)對於海洋環境管理狀況的重要性(Pomeroy et al., 2005)，旨在透過全面評估進行適應性管理，並擬定適當解決措施。

前述管理規範的評估發展，也間接促成 IUCN 的 Green List 的產生，該組織針對「良善治理」、「全面規劃」、「有效管理」及「保育成效」，等四面向進行評估，希望藉此產生有效實踐與管理(IUCN and WCPA, 2016)。



1.2 研究動機

金山及淡水區漁會衝突

新北市金山與淡水轄區北部海域漁業資源豐富，一直以來為漁民主要作業場所，由漁民經驗與學者的研究指出，該區為重要經濟性魚種黑鰓的主要漁獲區域(緯度 25°20'-25°28'，經度 121°22'-121°35'之間區域)。其所棲息的區域多在水深約 60 到 100 公尺附近，且位於地形崎嶇邊界與地勢平緩區域相接的地方(新北市政府，2014)。然近年來漁民常因使用不同漁具漁法造成糾紛與困擾(主要為延繩釣及刺網)，漁民表示該區為重要經濟性魚種黑鰓的主要漁獲區域，若使用不適當漁法進行採捕可能會破壞黑鰓天然產卵棲地，導致黑鰓的漁業資源嚴重受損。因此兩轄區漁民與漁會均希望能透過禁漁區與禁漁期的規劃設立保護區，藉此保護繁殖期的黑鰓資源(新北市政府，2014)。

黑喉簡介

黑鰓，俗名又稱黑喉、黑口，為石首魚科 Sciaenidae、黑鰓屬 *Atrobucca*、黑鰓種 *nibe*，具有典型石首魚科的外型，體表呈現銀灰色，體延長，側扁。口裂大且具有牙齒，口部內側為黑色，端位，傾斜，吻不突出，上頷稍長於下頷，具兩鼻孔，卵圓形後鼻孔較圓形前鼻孔大，尾鰭為楔形(邵，2019)

根據前人研究此種魚地理分布廣泛，西太平洋海區黃海、東海、中國福建沿岸至台灣北部皆有黑喉分布，松井等人將該海區區分成三大系群，台灣北部至中國沿岸海域為三大系群之一(Matsui，1951、黃，2000)，台灣除北部海區外，沿岸區域亦有黑喉分布(邵，2019)。

黑喉與大部分石首魚相似，棲息於砂泥底、近海沿岸較深海域。棲息深度範圍在 45-200 公尺，然而黑喉的棲息水域並非一成不變，研究發現，成魚個體平常大多棲息於較深水域(黃，2000)，到了生殖季時會棲息在較淺水域(Matsui，1951)。為肉食性魚類，以追逐小型游泳生物為食，如小魚、小蝦蟹等(邵，2019)。

黑喉漁業現況

黑喉主要捕獲方式為底拖網、流刺網、釣具類，甚至定置網等漁具也可以用來

作為捕抓黑鰓之漁法。黑喉終年皆可捕獲，但各月別漁獲量以及主要漁獲體長頻度略有不同，具有主要漁獲季節，台灣北部海域黑喉主要繁殖季節為 3-6 月(農曆 2-5 月)(黃，2000)，並以 3-5 月為高峰(李，2002)；

台灣黑喉過去曾被譽為本生產量最多之石首魚類(黃，2000)整體年漁獲量於 1978 年達高峰八千餘噸，1993 年降為兩千餘噸，2000 年後則維持在三至六百餘噸。因此，無論就遠洋或沿岸漁業所捕獲到的黑喉看來，近 20 年來黑喉漁獲確有明顯減少的趨勢(張，2008)。

黑喉資源利用

黑喉在日本以及台灣皆有一段很長的使用歷史，亦為重要高經濟價值的魚種，在日本主要以生魚片、煎、烤、炸等方式進行烹調，而台灣亦有俗語「倂有錢，烏喉都會盤山過嶺；倂沒錢，三介娘嘛無才調跟入戶。」形容黑口的高經濟性 (蕭等, 2017)。除了日本與台灣具有長久的黑口使用歷史外，在阿曼(Oman)亦為重要的海洋生物，但在該國家使用小型魚體的情況並不常見，為了有效利用漁業資源，該國主要利用黑口的方式為製成有營養價值之魚糜(surimi)或魚末(minced)(HosseiniShekarabi et al., 2014)。

北部海域地形

台灣島位於西太平洋亞洲大陸東緣的島弧鏈上，向東京由龜山島可連接至琉球島弧，向南經過綠島、蘭嶼可與呂宋島弧相連接。台灣周邊區域主要海底地形為大陸棚、大陸斜坡、海脊、海槽、海溝及深海盆地。

台灣北部海域位於東海大陸棚，是一個寬廣的淺水平台(約 340km)，此大陸棚界線的水深平均約 130M，海床平坦，沒有顯著的地形與地貌，但有少數鄰近台灣的火山島嶼，如花瓶嶼、棉花嶼及彭佳嶼等。另在台灣東北部沿岸至花瓶嶼及棉花嶼之間海域，有兩個較特殊的地形，分別為基隆海谷及基隆路棚。該區域主要受台灣海峽東側北流水以及東海黑潮流水影響，因此在台灣北部海域呈現一塊面積大約為 1×1 (經度 \times 緯度)的弱流區域(戴昌鳳等，2014)。

1.3 研究目的

本研究乃使用一套目前全球使用最廣，並考慮成本效益的海洋保護區劃設軟體 Marxan，進行台灣北部黑喉海洋保護區劃設及管理建議之研究，藉此保護漁業資源並解決漁民糾紛，研究流程圖(圖 1)。





第二章 材料與方法

2.1 資料蒐集

作業報表

本研究於 2017 至 2018 年間，前往新北市淡水區漁會及金山區漁會，請兩漁會漁民分別填寫漁獲日誌調查表，填寫內容包含：作業地點、作業時間、投放鈎數(延繩釣)、網片數(刺網船)、魚餌及主要漁獲物尾數及重量等，藉此釐清雙方作業概況，俾於妥適照顧利益關係人情況下，協助雙方達成海洋保護區劃設共識。金山區漁會富基漁港之漁民主要係使用延繩釣，僅有少數刺網船，茲委託船舶漁業別數量如下：2017 年計委託刺網 1 艘、延繩釣 8 艘，共計 9 艘；2018 年計委託刺網 1 艘、延繩釣 6 艘，共計 7 艘(表 5)。報表數量 2017 年，刺網 147 張報表、延繩釣 493 張報表，總計蒐獲 640 張報表；2018 年，刺網 82 張報表、延繩釣 512 張報表，總計蒐獲 594 張報表，兩年總計蒐獲 1,234 張報表(表 6)。

研究範圍

本篇研究範圍位於台灣北部海域，主要根據富基漁港漁民口述當地黑喉熱區，亦係該漁港與淡水區漁會漁民爭執好發地點，經緯度位於東經 121°22'至 121°35'之間，北緯位於 25°20'至 25°28'之間。

海底地形地貌

台灣北部海域海底地形地貌、春夏之際海流及深度資料由海軍大氣海洋局提供(個人通訊)。

2.2 研究方法

Marxan 方法介紹

Marxan 是一套利用系統化方式來進行保護區劃設的輔助工具，其背後的理念是保護區的劃設雖有無數種可能的方式，但所支出之成本各不相同，因此，本程式即是在減少總成本的支出的前提之下，儘可能達到最多的生態、社會及經濟的效益(McDonnell et al. 2002)。

本程式特色為使用模擬退火演算法(Simulated annealing)，在極短時間內即可得出最佳解，其原理是藉由反覆選擇過程中，得到成本最低的最佳選擇。所謂成本公式如下：

$$\sum \text{Cost} + \text{BLM} \sum \text{Boundary} + \sum \text{CSPF} \times \text{Penalty} + \text{CostThreshold Penalty}(t) \dots \dots (1)$$

$\sum \text{Cost}$ ：劃設成本

$\text{BLM} \sum \text{Boundary}$ ：保護區邊界長度及邊界參數

$\sum \text{CSPF} \times \text{Penalty}$ ：沒有達到保護目標的處罰值

$\text{CostThreshold Penalty}$ ：超過成本臨界點的處罰值

在每一次 Marxan 運作過程中，基本應包含以下步驟：首先要將研究範圍於地理資訊系統上劃分成小網格，藉此得到最小規模劃設的單元，接著將所有的生態特徵及社會經濟資料在地理資訊系統中(Geographic Information System)填入所屬網格之中，得到每網格內的特徵資訊。接著，即是透過規劃者的保護區規劃，來設定成本及保育目標等(圖 1)。此外，邊界參數(Boundary Length Modifier; BLM)即是賦予保護區邊界不同的重要程度，參數越大，保護區邊界成本即越高，若為 0，則代表保護區邊界長度不被視為成本。意即，為了讓成本儘可能縮小，保護區將隨著邊界參數的增大，越來越集中(compactness)。最後進行參數檢視微調，並視需求加入權益相關者意見或是補充資料，才能完成最終劃設範圍之選定。

成果顯示

Marxan 結果會以兩種模式呈現，其中包含「最佳結果」及「綜合結果」，分別說明如下：

「最佳結果」：當次設置參數中最有效率的海洋保護區劃設方式，意即成本最低的劃設方式。但需要注意的是，每次程式的運作，並不會有一致的「最佳結果」，因為使用者不應被所謂的「最佳結果」所框限，尤其是在非常複雜的海洋保護區設置之中。

「綜合結果」：代表的是每次設置參數中，隨著反覆運算次數中，各小網格被選擇到的頻率圖。使用者可透過此頻率來考慮如何選擇適當的小網格，藉此構成有效的海洋保護區。



Marxan 參數設定

根據前述研究範圍內，將其為 1 平方公里之正方形網格，經度共 22 格、緯度共 14 格總共為 308 格，在設定保護棲地 20%及黑喉資源 20%下的前提下，以漁業努力量(天)反應成本、黑喉單位努力漁獲量(CPUE)反應資源豐度；而棲地部分，囿於該區域相關研究仍付之闕如，僅以漁獲物成熟度及大小，推測該區域可能為重要產卵場，因此將暫時將礁岩底質設為保護棲地(同時避免保護區劃設後刺網作業導致網具纏繞)；設定 BLM 設定為 0 至 10^4 ，每 10 倍為一個單位，總共設置 9 個不同 BLM 值，並將程式運算次數設定為 100 次，劃設該保護區。為清楚描述本研究成果，另將研究範圍分為 1-4 象限(圖 2)。本篇研究僅考量達到保護標的之規劃位置，且未設置超過成本臨界點的處罰值 CostThreshold Penalty。



第三章 結果

3.1 作業日誌調查表

為了避免疑義，本報告採用漁民慣用的魚種別俗名名稱繪圖與撰寫報告，並附上漁獲魚種之中英文名稱與學名對照表(如附錄 1)。

各年份樣本船漁獲量敘述如下，2017 年延繩釣樣本船總計漁獲量 4 萬 2,734.9 公斤，漁獲大宗為春子 1 萬 1,267.6 公斤，次為黑喉 9,255.2 公斤，再次為過仔 5,629.2 公斤(圖 3)；刺網樣本船為總計漁獲量為 1 萬 3,707.5 公斤，漁獲大宗為烏魚 3,713.6 公斤，次為力魚 3,666 公斤，再次為黑喉 1,872 公斤(圖 4)。2018 年延繩釣樣本船總計漁獲量 4 萬 1,177 公斤，漁獲大宗為春子 1 萬 319 公斤，次為黑喉 1 萬 1,788 公斤，再次為過仔 7,795 公斤(圖 5)；刺網樣本船為總計漁獲量為 2 萬 713.5 公斤，漁獲大宗為烏魚 1 萬 8,891.5 公斤，次為龍蝦 1,022 公斤，再次為黑喉 692 公斤(圖 6)。

黑喉漁期

經檢視各月份黑喉漁獲佔當月漁獲量百分比，即可得知黑喉漁業在年中各月份，不同時節對當地漁民重要性，而此也可代表黑喉漁期。延繩釣樣本船黑喉漁業部分，2017 年主要自 3 月即開始逐漸上升，直到 6 月達到高峰(98%)，7 月後開始下降，至 9 月只剩零星(3%)。2018 年情況亦相似，漁期於 6 月底達高峰，8 月底進入尾聲(圖 7)；刺網樣本船黑喉漁業部分，2017 年自 5 月才有黑喉紀錄，但 6 月同樣亦是漁業高峰，並於 7 月底結束。2018 年亦具同樣情形(圖 8)。

3.2 環境因子

海底底質

海底底質主要為砂質，中心部分為泥質，下半部分主要為礁岩底質(圖 9)，是底刺網較易附著之區域，同時也為生物多樣性較豐富之區域。

海流環境

本區域海流依深度變化略有差異，主要受黑潮及地形影響，春夏季流向為東南-西北走向，但隨著越接近台灣海峽，受大陸沿岸流影響，流向逐漸偏往東-西，流速部分則以 30M 深度為最大(圖 10)。



3.3 漁船作業概況

延繩釣漁業

延繩釣 2017-2018 年之漁獲努力量及資源密度位於研究範圍內之第 1、第 1 與第 2 交界、第 2 與第 3 象限交界處(圖 11A、B)，兩者疊圖如圖 11C。漁獲主要區域為泥、沙及礁岩各別交界處(圖 11D)。

刺網漁業

刺網 2017-2018 年之漁獲努力量及資源密度主要位於第 2 象限(圖 12A、B)，兩者疊圖如圖 12C。漁獲主要區域為泥、沙及礁岩各別交界處(圖 12D)。

3.4 Marxan 結果

最佳模式

當 $BLM=0$ 時，代表保護區邊界長度並不列為成本之一，因此可發現保護區規劃最為零散，因為此結果可最大程度避免影響漁民作業。而當 BLM 越大時，保護區規劃逐漸凝聚，並在 $BLM=10^{-1}$ 後，收斂於研究範圍第三象限(圖 13)。對漁業影響程度以 $BLM=10^{-3}$ 最低，對延繩釣影響 10%，刺網 12%(圖 14)。

綜合模式

綜合模式與最佳模式最大差異在於保護區規劃有順序之分，網格顏色較深代表被選取到保護區規劃的頻率較大，意即該網格較具代表性。與最佳模式相同，當 $BLM=0$ 時，發現保護區規劃最為零散，因為此結果可最大程度避免影響漁民作業。而當 BLM 越大時，保護區規劃逐漸凝聚，並在 $BLM=10^{-1}$ 後，收斂於研究範圍第三象限(圖 15)，但可發現其顏色較深之位置有逐漸減少的趨勢。對漁業影響程度以 $BLM=10^{-2}$ 最低，對延繩釣影響 11%，刺網 15%(圖 16)。

最終劃設範圍選定

不論是最佳選擇或是綜合選擇，當 $BLM=10^{-2}$ 時，劃設面積都最小，但綜合選擇對漁民作業影響程度最小，刺網 15%，延繩釣 11%，因此在單純考慮成本及效

益時，傾向選擇 $BLM=10^{-2}$ 之綜合結果。當 $BLM=10^{-1}$ 或更大時，保護區最凝聚，較符合保護區劃設原則(Williams et al., 2005)，但是其最佳選擇或綜合選擇，兩者皆很大程度影響漁民作業，刺網 29%、延繩釣 16%。但本研究檢視綜合選擇部分之高頻率地區，主要與其最佳選擇重疊，且具有區分不同網格效益，辨認出熱點網格及其相對管理效益之功能，因此本研究選擇綜合結果 $BLM=10^{-1}$ 時之結果做為保護區劃設範圍及漁業管理之依據，其中高頻率選擇地區作為核心區域，中頻率則作為緩衝區。並且考慮劃設範圍完整性及漁民遵守方便性等因素，略為調整核心及緩衝區範圍(如圖 17)。其中核心區禁止所有漁法作業；緩衝區延繩釣可作業，影響延繩釣漁民作業面積 10%；刺網漁民 32%。

第四章 討論



結果闡述

保護區劃設範圍位在富基漁港西北方 3 海里外，漁民經常作業海域的西南方，也就是位於主要研究範圍的第三象限，該區域為黑喉資源豐度的熱點，也是延繩釣與流刺網漁業主要作業區域之一；其海域礁岩區佔保護區約一半面積、沙泥區亦佔約一半面積；保護區位於 $25^{\circ}19.8'-24.6'N$ ， $121^{\circ}24.0'-27.6'E$ ，長約 8km、寬約 6km，總計約 48km^2 ；核心區 $25^{\circ}20.4'-24.0'N$ ， $121^{\circ}24.6'-27.0'E$ ，長 6km、寬 4km，約 24km^2 ，佔一半保護區面積，而介於核心區與保護區界線之間為緩衝區，面積與核心區相同，為 24km^2 (圖 18)。

最終保護區規劃主要是根據綜合結果再進行微調所得出，其用意是區分不同網格效益，辨認出熱點網格及其相對管理效益，藉此作分區管理規劃，此作法與前人研究結果一致(Loos, 2006; Stewart et al., 2007)。且本研究將最終劃設結果與最佳結果比較，可發現其主要覆蓋區域及形狀皆類似，反映出這組資料利用不同方法得到近似結果(圖 19)。

Marxan 參數設置

綜觀來說，劃設海洋保護區時，經常影響漁民作業並招致反對(Barrios-Garrido et al., 2019)，假如保護區內的努力量越大，表示漁業受影響程度就越大，因此本研究將漁業投入努力量設為成本，其目的就是在儘可能減小對漁業的衝擊，此作法與 Klein et al. (2008)相同，其整合休閒漁業及商業漁捕之努力量分配，藉此在海洋保護區劃設後，儘可能減少對當地漁業的影響，並達到保護資源的目的。此外，亦有研究因資料取得受限，乃以半開放式問卷進行訪談，藉此得到漁業努力量的大概分布(Weeks et al., 2010)；除以漁業努力量為成本外，亦有研究在澳洲南部海域使用 CPUE 為成本，藉此減少挑選 CPUE 較高之區域作為海洋保留區(no-take zone)，降低對漁民所造成之影響(Stewart and Possingham, 2005)。

設置保護標的種類，反映出海洋保護區所欲達成效益，在保護漁業資源之前提下，棲地與資源密度(CPUE)經常被做為保育標的。過去曾有學者在加拿大研究鱈魚資源，研究顯示若無相關漁業管理規範，至少需保護 80%的漁場，才能防止系群

崩壞，若有相關漁業規範，則僅需保護 20%棲地即可(Goodyear, 1993)，且亦有文獻支持此結論(Boersma and Parrish, 1999; Franklin et al., 2003)。惟有學者認為前述結論是建構在單一魚種棲地前提下，無法一體適用(Agardy et al., 2003)。此外，亦有學者藉由系群成長方程式(Ricker equation)推導，為了應對環境之不確定性，如要使漁業資源重新回到最佳可持續利用的階段，建議應保護 50%棲地(Lauck et al., 1998)。另外值得注意的是，保育水準高低亦有針對政治性因素進行考量，諸如國家為配合國際趨勢，隨著聯合國永續發展指標(Sustainable Development Goals; SDGs)或是 IUCN 等倡議，應於 2020 年前於國家管轄水域內至少劃設 10%水準的海洋保護區。

本研究依據前人研究，設置集中型海洋保護區，主要係有助漁民遵守規範、執法效果與保育成效，而形狀以正方形或長方形較理想，因為可以使用經緯度描述，較容易被使用者理解及接受(Meester et al., 2004; Williams et al., 2005)。然而亦有研究指出，在菲律賓地區因為社會經濟限制，且漁民的流動性較低，比起較為大型的海洋保護區(菲律賓禁捕區中位數為 0.12km^2)，小型且分散的海洋保護區較易管理(Weeks et al., 2010)。

通常 Marxan 軟體運算中，BLM 由小到大的設定範圍並無一定標準(Loos, 2006)，隨著 BLM 設定值逐漸增大，保護區將越來越集中，之後保護區總面積會些微變大(圖 14、16)，這種保護區集中現象也在前述研究出現(Gonzalez-Mirelis et al., 2014; Henriques et al., 2017b; Leslie et al., 2003)。

通常 Marxan 軟體運算中，提供多種小網格形狀的運算單位面積，本研究採用最常使用的方形面積來劃設海洋保護區，這種方法也曾在美國加州海峽群島(Airamé et al., 2003)、美國佛羅里達 Looe Key 國家海洋庇護區(Leslie et al., 2003)所使用，然而六角形網格亦常見於過去研究，著名例子如澳洲大堡礁國家公園(Lewis et al., 2003)及與不規則形狀的單位面積，如斐濟 Kubulau 區之海洋保護區(Adams et al., 2011)。其中使用六角形的文獻主要係因更加“自然”(Geselbracht et al., 2005)，因為更接近於圓形，使得邊界長度比同面積的方形還低(Miller et al., 2003)。但不論是方形還是六角形，比起不規則形狀，規律網格更適合複雜的海洋保護區規劃(Groves et al., 2003)。

與前人研究相比(Henriques et al., 2017a; IanR et al., 2011; Weeks et al., 2010)，

本研究使用 1km^2 做為網格面積大小，是屬於較細緻的劃設單位。網格面積大小的選擇主要是根據資料蒐集的精密度而定(Meerman, 2005; Miller *et al.*, 2003)，基本上使用較細緻的網格進行劃設時，其保護區外型會與初始使用網格單位的劃設結果相似，但使用較大面積網格資料進行劃設時，保護區外型可能因資訊模糊化，而產生較大變異(Ardron, 2005b)。

管理方式

本篇研究結果，保護區核心區禁止任何漁法作業，並於緩衝區允許延繩釣作業，此概念跟傳統捕魚權及保留區(TURF-reserves)類似(Afflerbach *et al.*, 2014)，也就是給予在地漁民專屬的漁業權並結合海洋保留區(no-take)的漁業管理方式，藉此強化漁民守護漁業資源動機，進行永續漁業管理，提升生態系韌性。此作法與我國刻正發展的里海(satoumi)的概念不謀而合；此種管理方式優點係可與我國專用漁業權的特性相結合，藉漁民的主動自發行為，明智使用海洋漁業資源。

本篇研究使用前述核心區禁止捕撈，緩衝區多功能利用的概念進行規劃，將影響延繩釣漁業作業面積 10%，刺網漁業 32%，對於刺網船作業造成較大影響。因此，本篇研究另以核心區禁止刺網作業，緩衝區皆可作業之管理方式進行檢視，可發現此方式對於延繩釣無影響，影響刺網船作業面積 24%。惟此規劃結果尚待權益相關者溝通協調後，才能夠決定。

此外，鑒於各種類型海洋保護區、法源分散且權責不一，雖具有海洋保護區專責機關海洋保育署，但如何評估規劃使其有效連結，整合海洋保護區整體系統，例如美國海洋庇護區系統(Marine Sanctuary)及 IUCN Green List，仍具挑戰。本研究建議可採用以管理為基礎的海洋保護區分類決策樹系統的概念，如附錄 2(Horta e Costa *et al.*, 2016)，惟相關標準的訂定及分類樹的節點(node)仍待後續研究。

本研究旨在解決雙方漁業衝突，同時保護黑喉棲地及產卵區，同時注重生態面及社會經濟層面，並引入權益相關者意見的方式，與一般海洋保留區(no-take zone)旨在保護海洋生態系有其區別。在過去數十年，有非常多的文獻在探討海洋保護區對於漁業資源的正面影響(Edgar *et al.*, 2014)。相比之下，卻較少著重在如何藉由良好的海洋保護區確保當地漁民的生計、增加收益、及資源永續利用。本研究認為，海洋保護區，護魚也護民，重視當地權益相關者意見，強化漁村發展、提升當地漁

民收益，同時達到海洋保育、資源永續目的，此種方式與 Di Franco et al. (2016)研究結果，歐洲地中海周圍小規模漁業的管理方式不謀而合。

本研究結合由上而下(top-down)與由下而上(bottom-up)的方式來劃設海洋保護區，藉此增進對於海洋保護區的支持與法規遵守的意願，此種作法與前人研究一致(Kelleher and Kenchington, 1991)。雖然在與權益相關者溝通協調的過程中，可能會花費較久時間，但是此種在保育及利用上達到共識的過程非常重要(Davis and Tisdell, 1995)。此外，在溝通協調的過程中，提供了將更多之前缺少的額外資訊納入 Marxan 資料庫的機會。因此，如同前人研究顯示，初步的 Marxan 結果不應該當作是最終的海洋保護區規劃，而是應該透過逐步的溝通與協調才能修正(Fernandes et al., 2005)。此外，不同權益相關者之間，亦應具意見交流之管道，藉此減緩不同資源使用者之間的衝突，如同 Stamieszkin et al. (2009)研究，藉由定期舉辦交流論壇，供商業捕漁、休閒垂釣、當地管理者等群體進行意見交換，可減少衝突並提高法規遵守意願。

未來研究方向

本篇研究雖是要解決金山及淡水漁會之間延繩釣與刺網船於黑喉漁業管理問題，但經多次努力，淡水區漁民仍不願意協助填寫，僅能暫以金山區延繩釣及刺網船所得資料，進行初步的分析，惟可想見此資料將稀釋刺網船樣本所帶來的影響。因此未來仍應透過權益相關者協商，試圖取得相關資料或該區漁民意見，藉此完善保護區的劃設。

現今環境受到越來越多的人為壓力，已有相當多的文獻顯示應關注「積累效應」所帶來的影響(Trew et al., 2019)，不僅關注活動所造成的各別影響，更著重在相關活動彼此之間的交感及共同效應。因此未來研究可朝結合「人為活動影響評估」與「周遭海域基本資料庫」，藉由模式演算各種不同人為活動的空間、時間、密度及頻率所帶來的影響等，與當地棲地、物種及生態環境相結合，得出優先保育標的，並尋求最有效益的保育地點及順序。

鑒於環境持續變化，為能達到良好管理目的，保護區計畫應定期更新，如同「佛羅里達永續計畫」，每半年重新更新保護區規劃(Oetting et al., 2006)。本篇研究僅使用靜態資料，未來應納入族群動態評估資料與積累效應所可能帶來的影響，藉此尋

求更完善的保護區規劃；並建議納入「適應性共同管理」的概念，減低諸如氣候變遷等所帶來之影響，同時持續與權益相關者持續討論如何達到更好的海洋保護區規劃與管理方式。

本篇研究所建議之海洋保護區規劃，並無針對臺灣海洋保護區相關法制面進行探討，爰後續仍需針對法制面的適用性及相容性進行探討，此外，該區域之生態系食物鏈、物種產卵場等，亦須儘速進行研究，藉此完善海洋保護區的劃設。

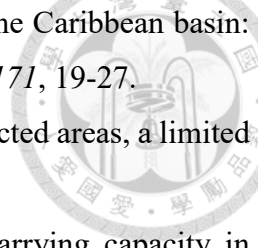
第五章 結論

本篇研究主要藉由海洋保護區的劃設，解決金山區及淡水區延繩釣及刺網於捕捉黑喉漁業資源的紛爭，運用 Marxan 軟體運算，以漁業別努力量反應成本、CPUE 反應黑喉資源豐度，並搭配國際間保護區劃設準則，保護區宜集中、連續、邊界明確，來規劃該資源保護區，顯示海洋保護區宜劃設在 $25^{\circ}19.8'-24.6'N$ ， $121^{\circ}24.0'-27.6'E$ 之間。

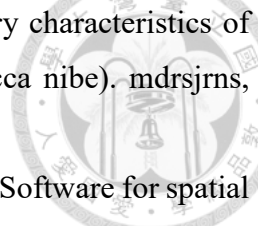
參考資料



- 李宏泰(2002)。黑口發音肌生殖適應之季節變化。國立海洋大學漁業科學學系碩士論文，基隆市，61 頁。
- 黃貴民(2000)。台灣龜山島附近海域產黑口之漁業生物學研究。國立海洋大學漁業科學研究所碩士論文，基隆市，53 頁。
- 張晉嘉(2008)。漁業開發對台灣東北龜山島海域產黑鰻 *Atrobucca nibe* 生活史參數之影響評估。國立臺灣海洋大學碩士論文，89 頁。
- 邵廣昭。臺灣魚類資料庫 網路電子版 <http://fishdb.sinica.edu.tw>, (2019-4-21)。
- 新北市政府(2014)。103 年度新北市水產動植物繁殖保育區及網具類漁具禁漁區整體規劃期末報告書，新北市政府，130 頁。
- 蕭琍婷、陳朝清、吳春基、陳羿惠、何珈欣。(2017)。臺灣西南海域黑魚或之生殖生物學研究。 *Journal of Taiwan Fisheries Research*, 25 (1) :15-25 頁。
- 戴昌鳳、俞何興、喬凌雲、王胃、陳慶生、詹森、楊穎堅、邱銘達、郭家榆、郭天俠、溫良碩、陳守愚、李佑青、蕭仁傑、謝志豪、張妮娜、林先詠、林佩諭。(2014)。臺灣區域海洋學。國立台灣大學出版中心，456 頁。
- Adams, V. M., Mills, M., Jupiter, S. D., & Pressey, R. L. (2011). Improving social acceptability of marine protected area networks: A method for estimating opportunity costs to multiple gear types in both fished and currently unfished areas. *Biological Conservation*, 144(1), 350-361.
- Afflerbach, J. C., Lester, S. E., Dougherty, D. T., & Poon, S. E. (2014). A global survey of “TURF-reserves”, Territorial Use Rights for Fisheries coupled with marine reserves. *Global Ecology and Conservation*, 2, 97-106.
- Agardy, T., Bridgewater, P., Crosby, M. P., Day, J., Dayton, P. K., Kenchington, R., . . . Parks, J. E. (2003). Dangerous targets? Unresolved issues and ideological clashes around marine protected areas. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(4), 353-367.
- Airamé, S., Dugan, J. E., Lafferty, K. D., Leslie, H., McArdle, D. A., & Warner, R. R. (2003). Applying Ecological Criteria to Marine Reserve Design: A Case Study from the California Channel Islands. *Ecological Applications*, 13(1), S170-S184.
- Barrios-Garrido, H., Wildermann, N., Diedrich, A., & Hamann, M. (2019). Conflicts and

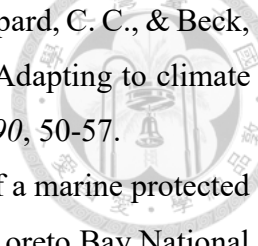
- 
- solutions related to marine turtle conservation initiatives in the Caribbean basin: Identifying new challenges. *Ocean & Coastal Management*, 171, 19-27.
- Boersma, P. D., & Parrish, J. K. (1999). Limiting abuse: marine protected areas, a limited solution. *Ecological Economics*, 31(2), 287-304.
- Davis, D., & Tisdell, C. (1995). Recreational scuba-diving and carrying capacity in marine protected areas. *Ocean & Coastal Management*, 26(1), 19-40.
- Day, J. (2016). The great barrier reef marine park: The grandfather of modern MPAs. *Big Bold Blue: Lessons from Australia's Marine Protected Areas*, 65-97.
- Di Franco, A., Thiriet, P., Di Carlo, G., Dimitriadis, C., Francour, P., Gutiérrez, N. L., Guidetti, P. (2016). Five key attributes can increase marine protected areas performance for small-scale fisheries management. *Scientific Reports*, 6(1), 38135.
- Dudley, N. (Editor) (2008). Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. Gland, Switzerland: IUCN, 8-9.
- Dudley, N., Shadie, P., & Stolton, S. (2013). Guidelines for applying protected area management categories including IUCN WCPA best practice guidance on Recognising Protected Areas and Assigning Management Categories and Governance Types. *Best Practice Protected Area Guidelines Series*(21).
- Eadie, L., & Hoisington, C. (2011). *Stocking up: securing our marine economy*: Centre for Policy Development Sydney.
- Edgar, G. J., & Stuart-Smith, R. D. (2009). Ecological effects of marine protected areas on rocky reef communities—a continental-scale analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 388, 51-62.
- Edgar, G. J., Stuart-Smith, R. D., Willis, T. J., Kininmonth, S., Baker, S. C., Banks, S., Thomson, R. J. (2014). Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature*, 506(7487), 216-220.
- FAO. (2018). The state of world fisheries and aquaculture 2018.
- Fernandes, L., Day, J., Lewis, A., Slegers, S., Kerrigan, B., Breen, D., Lowe, D. (2005). Establishing representative no-take areas in the Great Barrier Reef: large-scale implementation of theory on marine protected areas. *Conservation Biology*, 19(6), 1733-1744.
- Franklin, E. C., Ault, J. S., Smith, S. G., Luo, J., Meester, G. A., Diaz, G. A., Bohnsack, J. A. (2003). Benthic habitat mapping in the Tortugas region, Florida. *Marine*

- Geodesy*, 26(1-2), 19-34.
- Giakoumi, S., McGowan, J., Mills, M., Beger, M., Bustamante, R., Charles, A., . . . Gelcich, S. (2018). Revisiting “success” and “failure” of marine protected areas: a conservation scientist perspective. *Frontiers in Marine Science*, 5, 223.
- Gonzalez-Mirelis, G., Lindegarth, M., & Sköld, M. (2014). Using vessel monitoring system data to improve systematic conservation planning of a multiple-use marine protected area, the Kosterhavet National Park (Sweden). *Ambio*, 43(2), 162-174.
- Goodyear, C. P. (1993). Spawning stock biomass per recruit in fisheries management: foundation and current use. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 120, 67-81.
- Groves, C., Beck, M. W., & Higgins, J. V. (2003). *Drafting a conservation blueprint: a practitioner's guide to planning for biodiversity*: Island Press.
- Halpern, B. S., Lester, S. E., & McLeod, K. L. (2010). Placing marine protected areas onto the ecosystem-based management seascape. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(43), 18312-18317.
- Halpern, B. S., Longo, C., Hardy, D., McLeod, K. L., Samhouri, J. F., Katona, S. K., . . . Zeller, D. (2012). An index to assess the health and benefits of the global ocean. *Nature*, 488(7413), 615-620.
- Henriques, N. S., Monteiro, P., Bentes, L., Oliveira, F., Afonso, C. M., & Gonçalves, J. M. (2017a). Marxan as a zoning tool for development and economic purposed areas-Aquaculture Management Areas (AMAs). *Ocean & Coastal Management*, 141, 90-97.
- Henriques, N. S., Monteiro, P., Bentes, L., Oliveira, F., Afonso, C. M. L., & Gonçalves, J. M. S. (2017b). Marxan as a zoning tool for development and economic purposed areas - Aquaculture Management Areas (AMAs). *Ocean & Coastal Management*, 141, 90-97.
- Hockings, M., Stolton, S., & Dudley, N. (2004). Management effectiveness: assessing management of protected areas? *Journal of Environmental Policy & Planning*, 6(2), 157-174.
- Horta e Costa, B., Claudet, J., Franco, G., Erzini, K., Caro, A., & Gonçalves, E. J. (2016). A regulation-based classification system for Marine Protected Areas (MPAs). *Marine Policy*, 72, 192-198.
- Hosseini-Shekarabi, S. P., Hosseini, S. E., Soltani, M., Kamali, A., and Valinassab, T.

- 
- (2014). A comparative study on physicochemical and sensory characteristics of minced fish and surimi from black mouth croaker (*Atrubucca nibe*). *mdrsjrn*s, 16(6): 1289-1300.
- IanR, B., Possingham, H., & Watts, M. (2011). Marxan and relatives: Software for spatial conservation prioritization. *Spatial Conservation Prioritisation: Quantitative Methods and Computational Tools*.
- IUCN, & WCPA. (2016). IUCN green list of protected and conserved areas: Standard, version 1.1.
- Jones, P. J. (2014). Governing marine protected areas: resilience through diversity: Routledge.
- Juffe-Bignoli, D., Brooks, T. M., Butchart, S. H. M., Jenkins, R. B., Boe, K., Hoffmann, M., . . . Kingston, N. (2016). Assessing the cost of global biodiversity and conservation knowledge. *PLOS ONE*, 11(8).
- Kelleher, G., Bleakley, C., & Wells, S. (1995). A global representative system of marine protected areas.
- Kelleher, G., & Kenchington, R. A. (1991). Guidelines for establishing marine protected areas (Vol. 3): IUCN.
- Klein, C., Chan, A., Kircher, L., Cundiff, A., Gardner, N., Hrovat, Y., Airame, S. (2008). Striking a balance between biodiversity conservation and socioeconomic viability in the design of marine protected areas. *Conservation Biology*, 22(3), 691-700.
- Langlois, T. J., & Ballantine, W. J. (2005). Marine ecological research in New Zealand: developing predictive models through the study of no-take marine reserves. *Conservation Biology*, 19(6), 1763-1770.
- Lauck, T., Clark, C. W., Mangel, M., & Munro, G. R. (1998). Implementing the precautionary principle in fisheries management through marine reserves. *Ecological Applications*, 8(1), 72-78.
- Leslie, H., Ruckelshaus, M., Ball, I. R., Andelman, S., & Possingham, H. P. (2003). Using siting algorithms in design of marine reserve networks. *Ecological Applications*, 13(1), 185-198.
- Lester, S. E., Halpern, B. S., Grorud-Colvert, K., Lubchenco, J., Ruttenberg, B. I., Gaines, S. D., Warner, R. R. (2009). Biological effects within no-take marine reserves: a global synthesis. *Marine Ecology Progress Series*, 384, 33-46.
- Lewis, A., Slegers, S., Lowe, D., Muller, L., Fernandes, L., & Day, J. (2003). Use of

spatial analysis and GIS techniques to rezone the Great Barrier Reef Marine Park. Paper presented at the Coastal GIS workshop. University of Wollongong, Australia.

- Loos, S. A. (2006). Exploration of marxan for utility in marine protected area zoning (Doctoral dissertation).
- Matsui, Isao and Takai, T. (1951). Ecological Studies on the Valuable Fish in the East China Sea and the Yellow Sea. II Ecological Studies on Black Croaker, *Nibea nibe* (JORDAN and THOMPSON). 日本水産学会誌, 第十六卷第十二号。
- McDonnell, M. D., Possingham, H. P., Ball, I. R., & Cousins, E. A. (2002). Mathematical methods for spatially cohesive reserve design. *Environmental Modeling & Assessment*, 7(2), 107-114.
- Meester, G. A., Mehrotra, A., Ault, J. S., & Baker, E. K. (2004). Designing marine reserves for fishery management. *Management Science*, 50(8), 1031-1043.
- Oetting, J. B., Knight, A. L., & Knight, G. R. (2006). Systematic reserve design as a dynamic process: F-TRAC and the Florida Forever program. *Biological Conservation*, 128(1), 37-46.
- Olds, A. D., Connolly, R. M., Pitt, K. A., & Maxwell, P. S. (2012). Habitat connectivity improves reserve performance. *Conservation Letters*, 5(1), 56-63.
- Petrosillo, I., Zurlini, G., Corliano, M., Zaccarelli, N., & Dadamo, M. (2007). Tourist perception of recreational environment and management in a marine protected area. *Landscape and urban planning*, 79(1), 29-37.
- Pomeroy, R. S., Watson, L. M., Parks, J. E., & Cid, G. A. (2005). How is your MPA doing? A methodology for evaluating the management effectiveness of marine protected areas. *Ocean & Coastal Management*, 48(7), 485-502.
- Portman, M. (2016). Decision Support Tools for Coastal and Ocean Planning and Management (pp. 179-190).
- Sayce, K., Shuman, C., Connor, D., Reisewitz, A., Pope, E., Miller-Henson, M., Owens, B. (2013). Beyond traditional stakeholder engagement: public participation roles in California's statewide marine protected area planning process. *Ocean & Coastal Management*, 74, 57-66.
- Solandt, J. L., Jones, P., Duval-Diop, D., Kleiven, A. R., & Frangoudes, K. (2014). Governance challenges in scaling up from individual MPAs to MPA networks. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24(S2), 145-152.

- 
- Spalding, M. D., Ruffo, S., Lacambra, C., Meliane, I., Hale, L. Z., Shepard, C. C., & Beck, M. W. (2014). The role of ecosystems in coastal protection: Adapting to climate change and coastal hazards. *Ocean & Coastal Management*, 90, 50-57.
- Stamieszkin, K., Wielgus, J., & Gerber, L. R. (2009). Management of a marine protected area for sustainability and conflict resolution: Lessons from Loreto Bay National Park (Baja California Sur, Mexico). *Ocean & Coastal Management*, 52(9), 449-458.
- Stewart, R. R., Ball, I. R., & Possingham, H. P. (2007). The effect of incremental reserve design and changing reservation goals on the long-term efficiency of reserve systems. *Conservation Biology*, 21(2), 346-354.
- Stewart, R. R., & Possingham, H. P. (2005). Efficiency, costs and trade-offs in marine reserve system design. *Environmental Modeling & Assessment*, 10(3), 203-213.
- Taylor, C. N., & Buckenham, B. (2003). Social impacts of marine reserves in New Zealand (Vol. 217): Department of Conservation.
- Trew, B. T., Grantham, H. S., Barrientos, C., Collins, T., Doherty, P. D., Formia, A., Metcalfe, K. (2019). Using Cumulative Impact Mapping to Prioritize Marine Conservation Efforts in Equatorial Guinea. *Frontiers in Marine Science*, 6(717).
- Vega, C. (2011). Criterios que guiaron las declaración de las áreas áreas marinas protegidas en las regiones de atacama y Coquimbo. Tesis de Biología Marina, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.
- Weeks, R., Russ, G. R., Bucol, A. A., & Alcala, A. C. (2010). Shortcuts for marine conservation planning: The effectiveness of socioeconomic data surrogates. *Biological Conservation*, 143(5), 1236-1244.
- Williams, J. C., ReVelle, C. S., & Levin, S. A. (2005). Spatial attributes and reserve design models: a review. *Environmental Modeling & Assessment*, 10(3), 163-181.

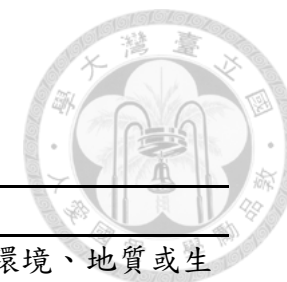


表 1 國際自然資源保育聯盟(IUCN)海洋保護區類型

編號	類型	主要目的	定義
IA	嚴格的自然保護區	科學研究	在陸域或海域的部分區域，擁有傑出或是具有代表性的生態環境、地質或生理上的特色或/和物種，可優先提供科學研究或/和環境監測。
IB	荒野區	保護自然的原始狀態	在大範圍未經變更或是稍有變更的土地或海域，維持其自然的特色，並長期不允許居住，保護並管理使之維持自然的狀態。
II	國家公園	生態系統的保護與管理	(1) 保護一個或多個生態系的整體生態； (2) 排除開發或不當占有所選定的區域； (3) 提供一個精神、教育、科學、娛樂與參觀機會，並與文化共存
III	國家紀念區	保護特殊的自然特色	區域因為其本身的稀有性、代表性或具有文化的重要性，造成其自然/文化的特徵或有獨特價值。
IV	棲地/物種管理區	透過積極管理達到棲地/物種保護	在容易遭受人為活動干擾地區，採用符合特殊物種需要的棲地環境之管理方式。
V	海景保護區	保護與恢復地貌與海景	此區域內自然與人類長期交互作用產生了有別於其他區域的特色，具有有意義的美學景觀、生態環境或文化價值，並常具有高生物多樣性，需要受到保護、保持與發展。
VI	資源永續利用區	永續利用自然生態	為了確保長期的保護並維持生物多樣性，並且提供永續的自然產品與服務以供應社群的需求。



表 2 我國海洋保護區相關法令規範

法令	目的	主管機關	執法機關(單位)	例子
漁業法 (1071226 修正)	為永續利用水產資源，促進漁業健全發展	漁業署	海巡署 ¹	基隆市水產動植物保育區
國家公園法 (991208 修正)	為保護國家特有之自然風景、野生動物及史蹟，供國民之育樂及研究	營建署	國家公園警察 ²	東沙環礁國家公園
野生動物保育法 (1020123 修正)	為保育野生動物，維護物種多樣性	農委會/海保署 ³	得設置野生動物保育或檢查人員；必要時，得商請轄區內之警察協助保育工作。	棉花嶼花瓶嶼野生動物保護區
文化資產保存法 (1050727 修正)	為保存及活用文化資產	文化部/農委會		旭海觀音鼻自然保留區
水下文化資產 保存法 (1041209 修正)	為保護水下文化資產。	文化部	海巡署 ⁴	水下文化資產保護區
濕地保育法 (1020703 修正)	為確保濕地環境及生物多樣性保育及利用。	內政部		高美濕地
發展觀光條例 (1080619 修正)	為保護當地供觀光遊憩之生態資源。	交通部	必要時得會同警察機關執行檢查	東北角暨宜蘭海岸國家風景區

1 依據 91 年 1 月 16 日海巡署與行政院農業委員會協調聯繫辦法

2 依據 104 年 12 月 16 日內政部警政署國家公園警察大隊組織條例

3 108 年 4 月 28 日，海洋野生動物部分由農業委員會林務局移交海洋保育署辦理

4 依據文號行政院院臺規字第 1070172574 號公告辦理

表 3 海洋保護區定義



單位	定義	保護標的	來源
FAO ^{*1}	有較高生物多樣性保護或漁業管理之水域 Any marine geographical area that is afforded greater protection than the surrounding waters for biodiversity conservation or fisheries management purposes will be considered an MPA.	生物資源	FAO, 2011
IUCN ^{*2}	藉由法律或有效手段來保護潮間帶與亞潮帶之水體、動植物、歷史及文化。A clearly defined geographical space, recognised, dedicated and managed, through legal or other effective means, to achieve the long-term conservation of nature with associated ecosystem services and cultural values.	生態系統服務 及文化特徵	Dudley et al., 2008
CBD ^{*3}	藉由法律或其他手段來保護海洋生物多樣性 Any defined area within or adjacent to the marine environment, together with its overlying waters and associated flora, fauna and historical and cultural features, which has been reserved by legislation or other effective means, including custom, with the effect that its marine and/or coastal biodiversity enjoys a higher level of protection than its surroundings.	生物多樣性	CBD, 2004
美國	藉由聯邦，州，地區，部落或地方法律或法規保留的任何海洋環境區域，為部分或全部自然和文化資源提供保護。Any area of the marine environment that has been reserved by Federal, State, territorial, tribal or local laws or regulations to provide lasting protection for part or all of the natural and cultural resources therein.	生物資源及文 化特徵	https://marineprotectedareas.noaa.gov
中國	以海洋自然環境和資源保護為目的，依法把包括保護物件在內的一定面積的海岸、河口、島嶼、濕地或海域劃分出來，進行特殊保護和管理的區域。	生物資源及環 境	海洋自然保護區 管理辦法
中華民國	平均高潮線往海洋延伸之一定範圍內，具有特殊自然景觀、重要文化遺產及永續利用之生態資源等，需由法律或其他有效方式進行保護管理之區域。	生物資源及文 化特徵	https://www.fao.gov.tw

*1 聯合國糧食及農業組織；*2 國際自然資源保育聯盟；*3 生物多樣性公約

表 4 劃設海洋保護區電腦程式

軟體	特點	地理資訊系統 連接	付費	時間	來源
DEFINITE	簡單透過排序評比的方式選擇不同保護區劃設	否	是	1996	RON JANSSEN, 1996
Marxan	在達到保育目標情況下，尋求最小劃設面積	是	否	2000	Ball, 2000
ZONATION	在既有預算下尋求最大保護成果	是	否	2003	A quick introduction to Zonation, 2014

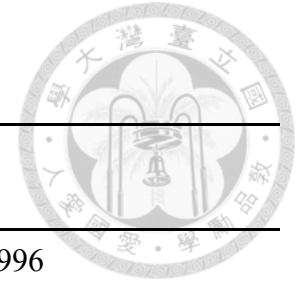




表 5 新北市金山區漁業別樣本船艘數, 2017- 2018。

年份	漁業別		
	延繩釣(艘)	刺網(艘)	合計(艘)
2017	8	1	9
2018	6	1	7



表 6 新北市金山區漁業別樣本船作業天數, 2017- 2018。

年份	漁業別		
	延繩釣(天)	刺網(天)	合計
2017	493	147	640
2018	512	82	594

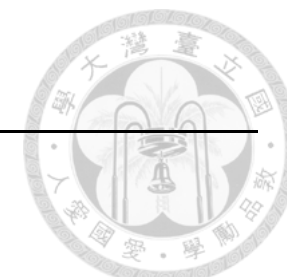


表 7 最佳結果對漁業的影響程度百分比及其優缺點

BLM	保護區面積 (格數)	漁業別影響程度		優點	缺點
		延繩釣(%)	刺網 (%)		
0	101	15	9	影響漁民作業程度幾乎為最小	保護區劃設最為分散，不利漁民遵守，且不符合保護區應集中、相連之準則。
10^{-4}	43	16	12	所有情境中影響刺網漁民作業程度最小	保護區劃設較為分散，不利漁民遵守，且不符合保護區應集中、相連之準則。
10^{-3}	30	10	12	劃設面積較小，對延繩釣作業影響最小	保護區範圍逐漸縮小，但仍分散
10^{-2}	27	16	29	保護區較為集中，利於漁民遵守	對漁民作業影響大
10^{-1}	36	16	29	保護區最集中，符合保護區劃設準則，利於漁民遵守	對漁民作業影響大
10^0	36	16	29	保護區最集中，符合保護區劃設準則，利於漁民遵守	對漁民作業影響大

*因 BLM 大於 0 後保護區主要收斂於研究區域第三象限，本表僅以差異較大者進行分析。



表 8 綜合結果對漁業的影響程度百分比及其優缺點

BLM	保護區面積 (格數)	影響程度		優點	缺點
		延繩釣(%)	刺網(%)		
0	184	18	15%	影響漁民作業程度幾乎為最小	保護區劃設最為分散，不利漁民遵守，且不符合保護區應集中、相連之準則。
10^{-4}	51	21	18	所有情境中影響刺網漁民作業程度最小	保護區劃設較為分散，不利漁民遵守，且不符合保護區應集中、相連之準則。
10^{-3}	50	15	15	劃設面積較小，對延繩釣作業影響最小	保護區範圍逐漸縮小，但仍分散
10^{-2}	32	11	15	保護區較為集中，利於漁民遵守	對漁民作業影響大
10^{-1}	37	16	29	保護區最集中，符合保護區劃設準則，利於漁民遵守	對漁民作業影響大
10^0	49	22	35	保護區最集中，符合保護區劃設準則，利於漁民遵守	對漁民作業影響大

*因 BLM 大於 0 後保護區主要收斂於研究區域第三象限，本表僅以差異較大者進行分析。



表 9 調整後海洋保護區管理方式對漁業的影響程度百分比

影響程度	A 方案 ¹	B 方案 ²
延繩釣(%)	0	10
刺網(%)	24	32

1 核心區延繩釣可作業

2 核心區禁止所有漁法作業；緩衝區延繩釣可作業

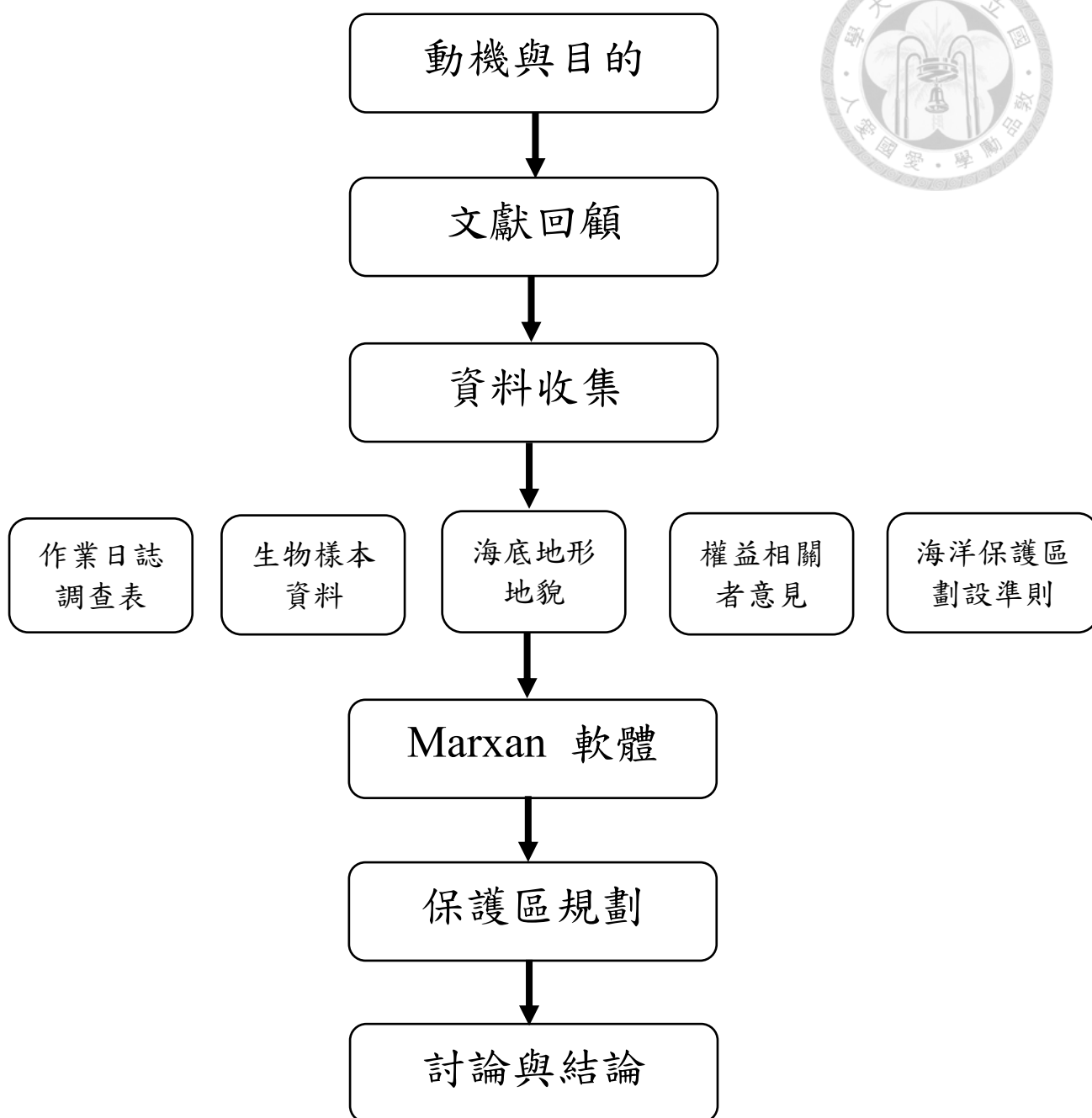


圖 1 研究流程圖

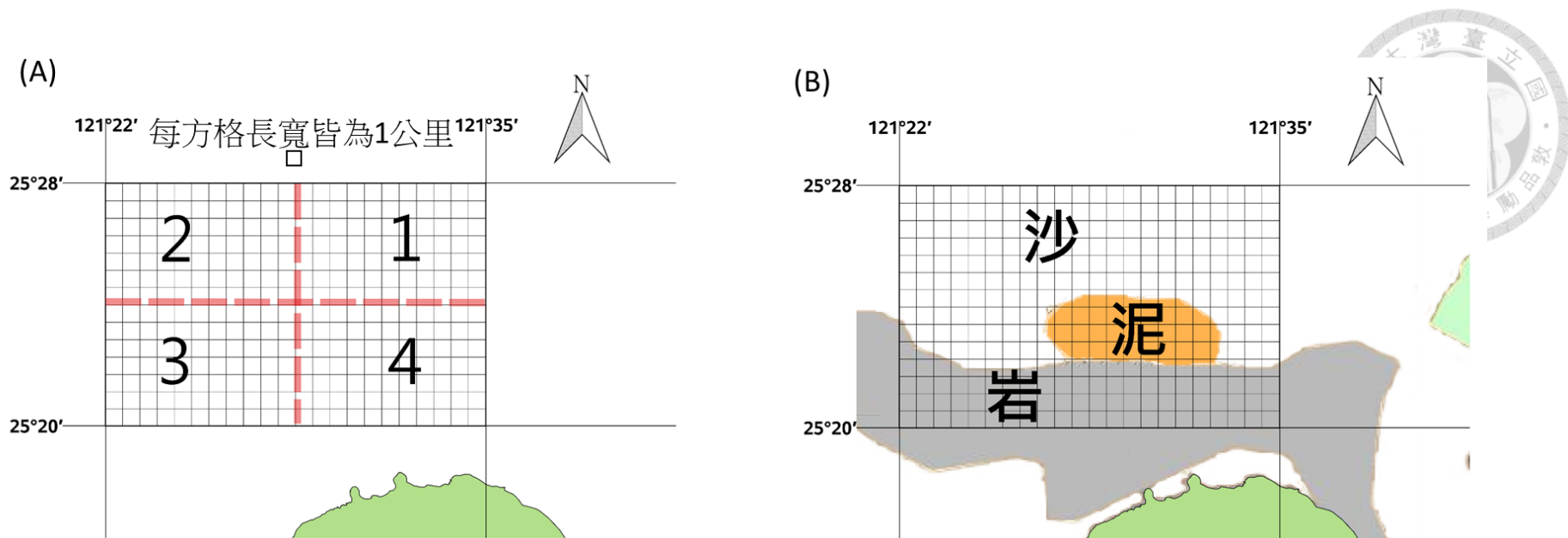
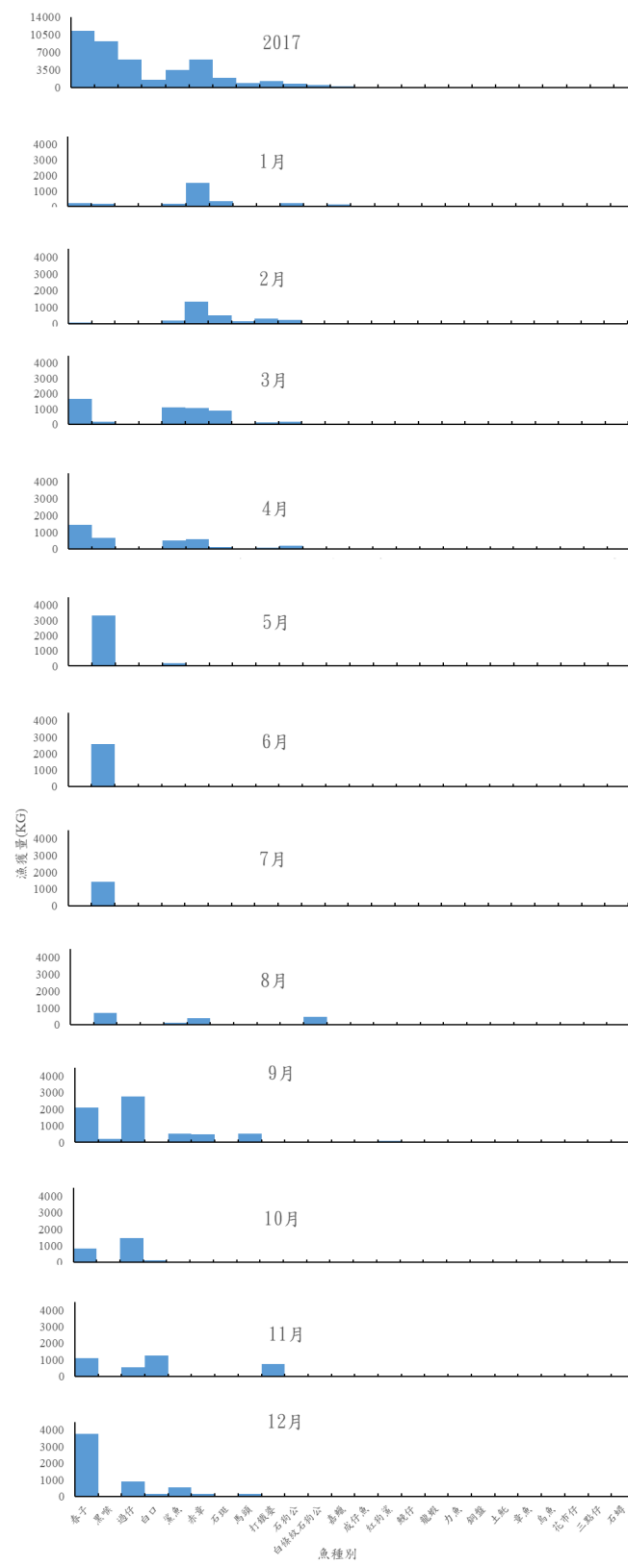


圖 2 研究海域(A)四象限編號 (B)海底底質



doi:10.6342/NTU202000330

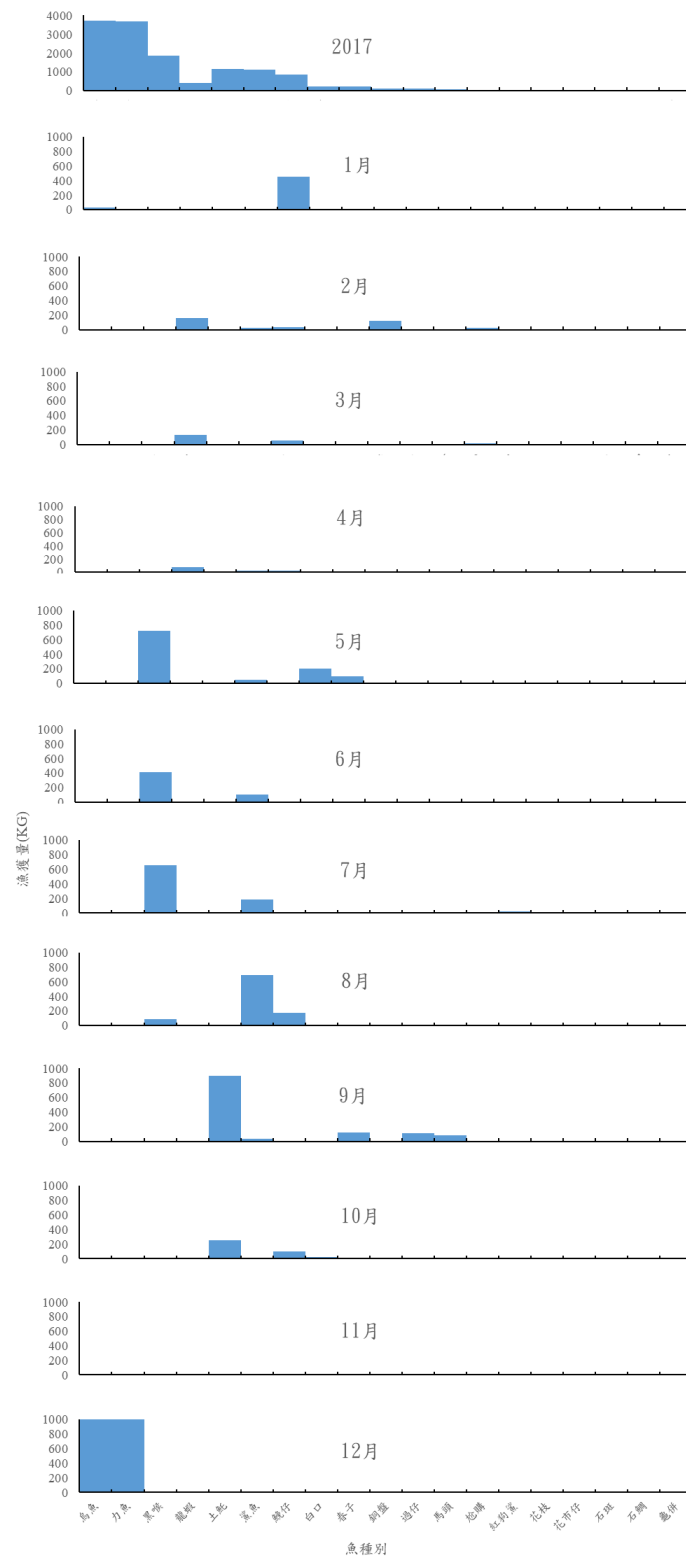
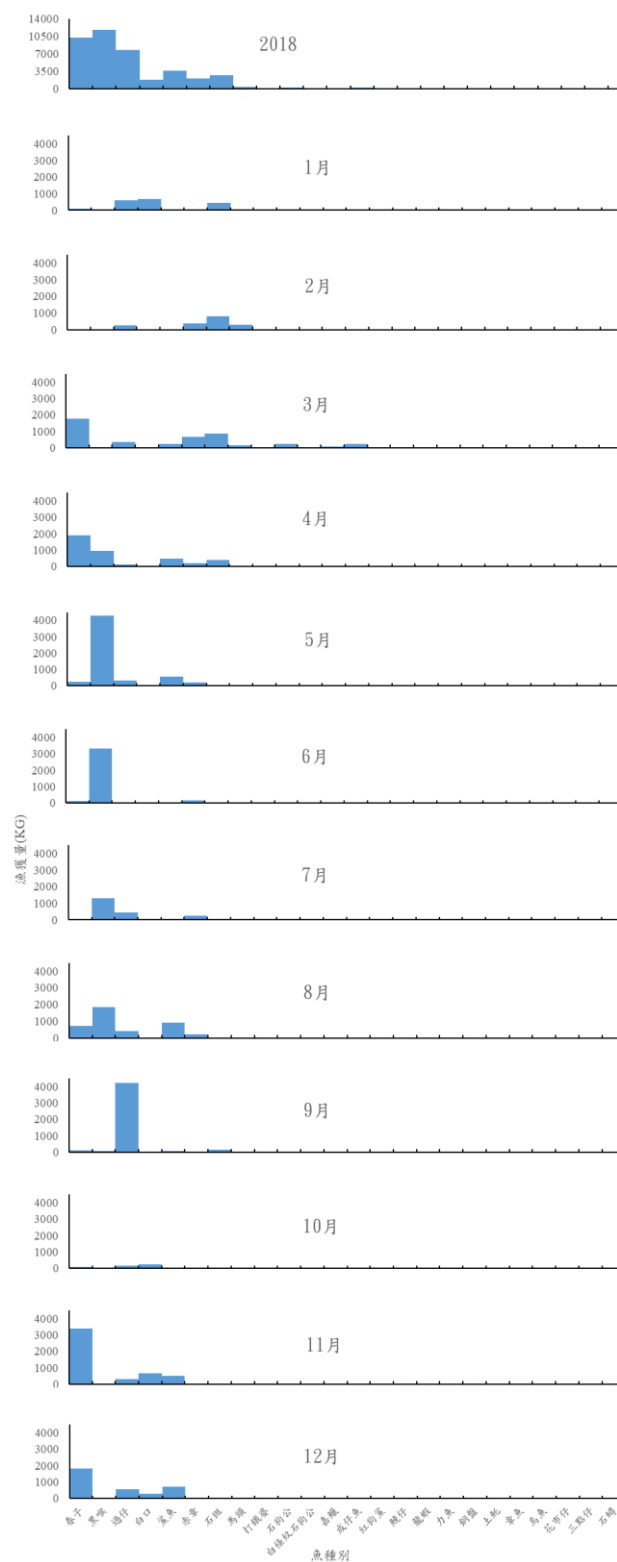


圖 4 刺網月別，魚種別漁獲量，2017 年



40

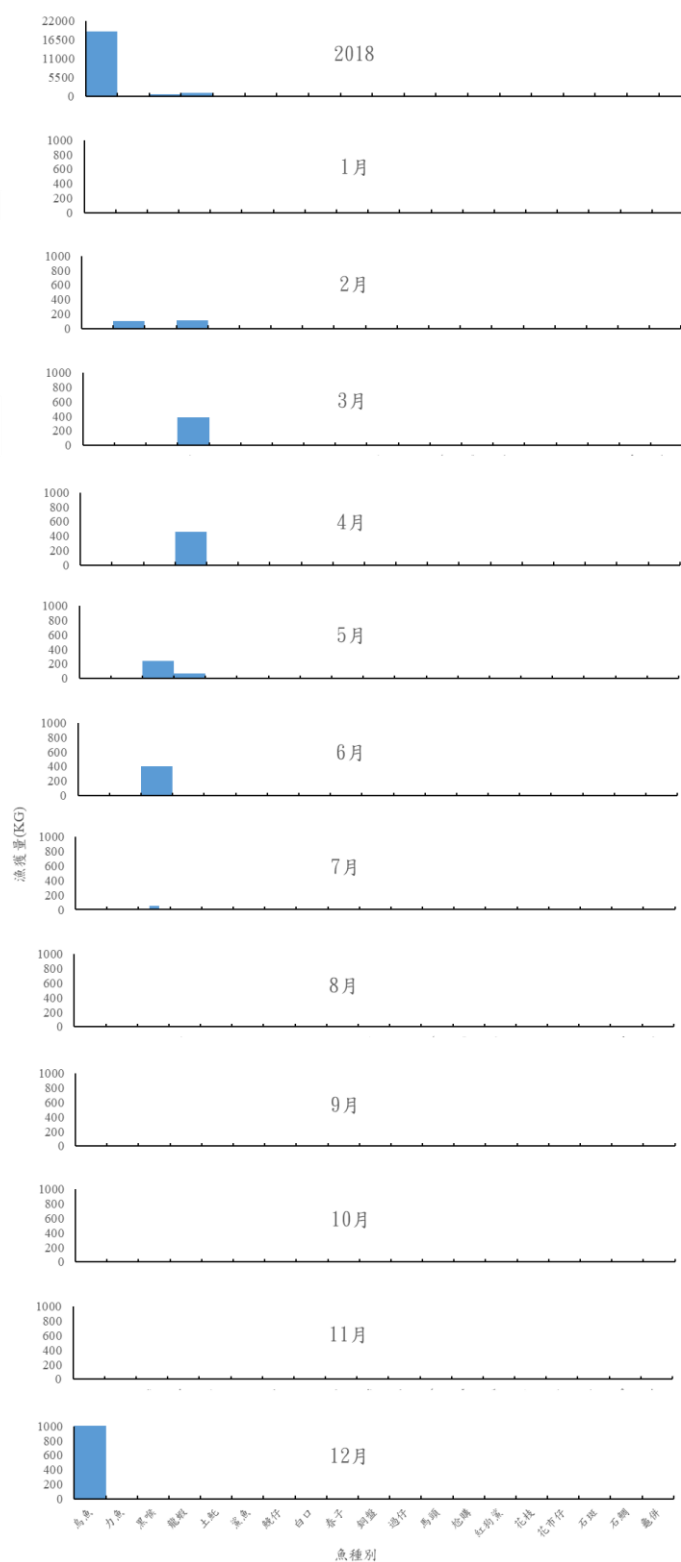


圖 6 刺網月別，魚種別漁獲量，2018 年

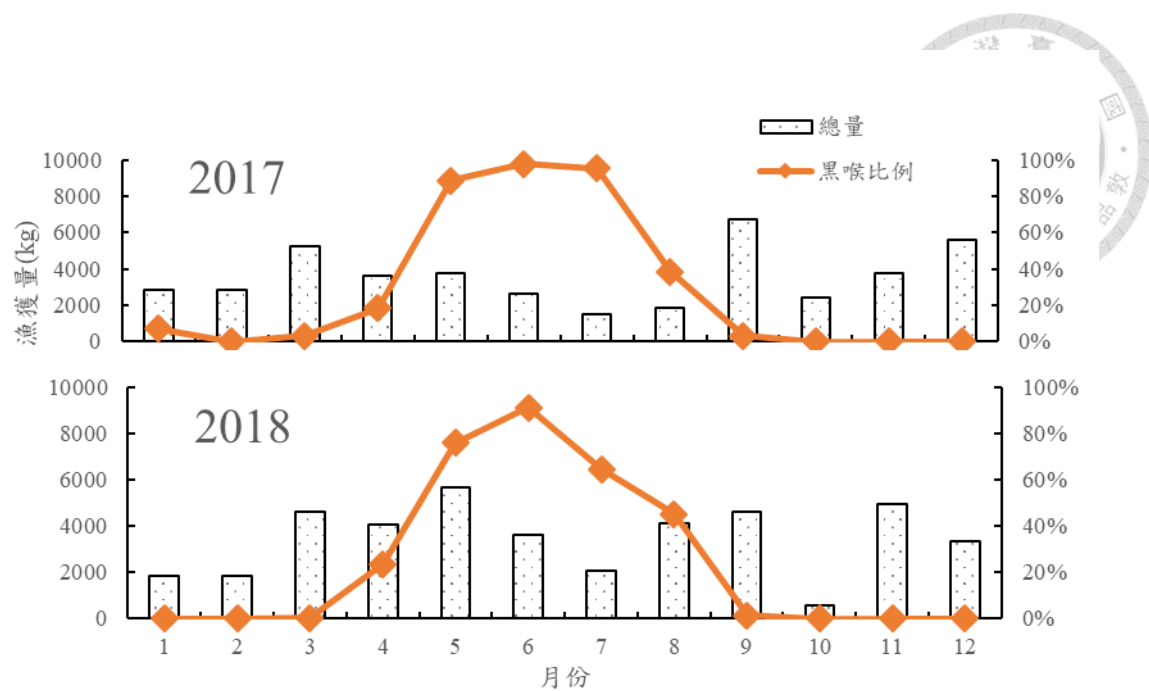


圖 7 延繩釣黑喉漁業佔總漁業比例

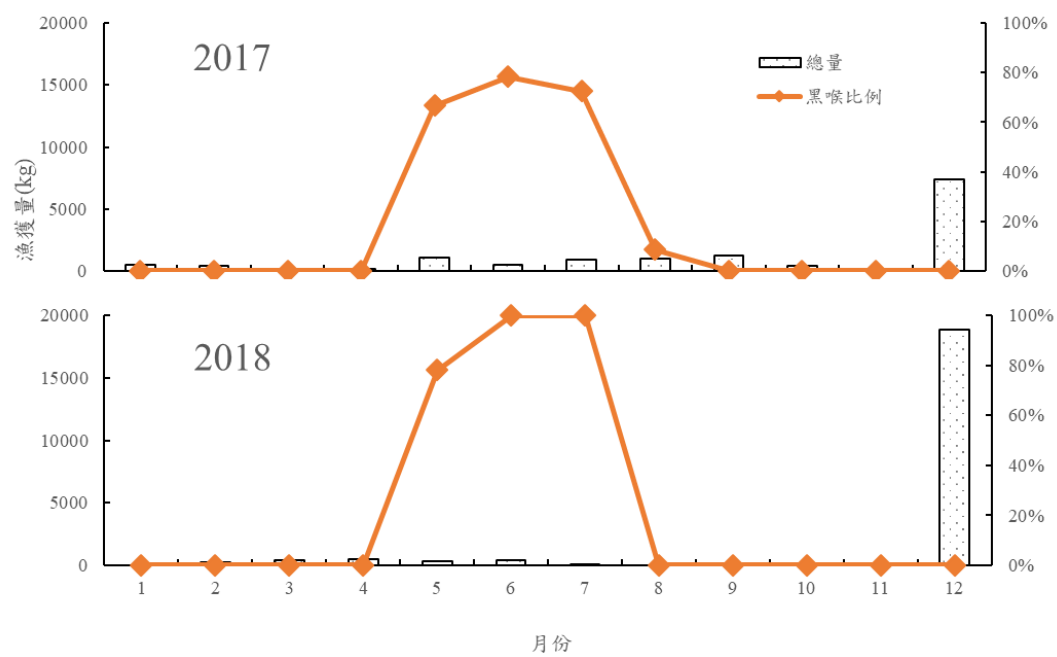


圖 8 刺網黑喉漁業佔總漁業比例

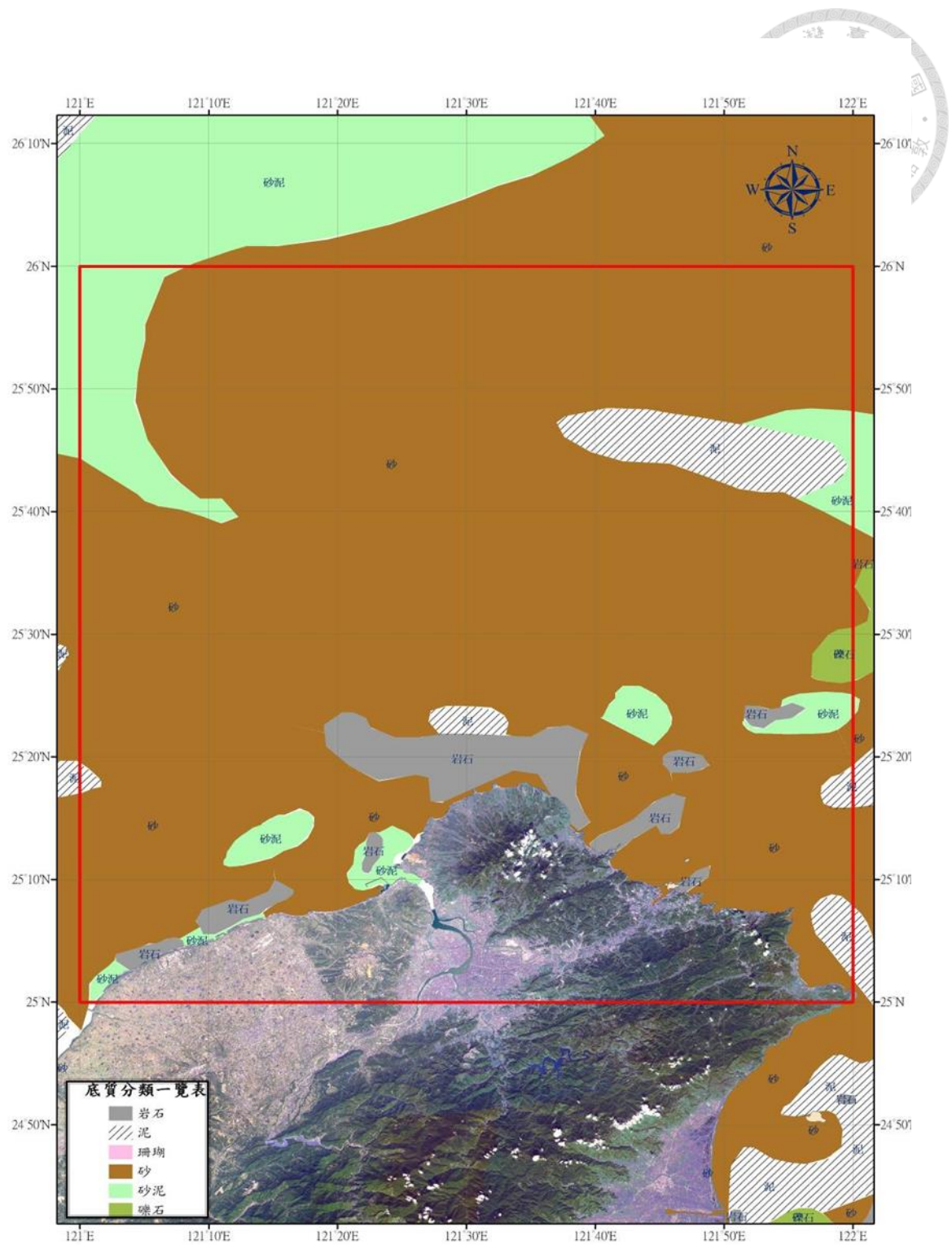


圖 9 北部海域海底底質圖(海軍大氣測量局提供，2017/8/15)

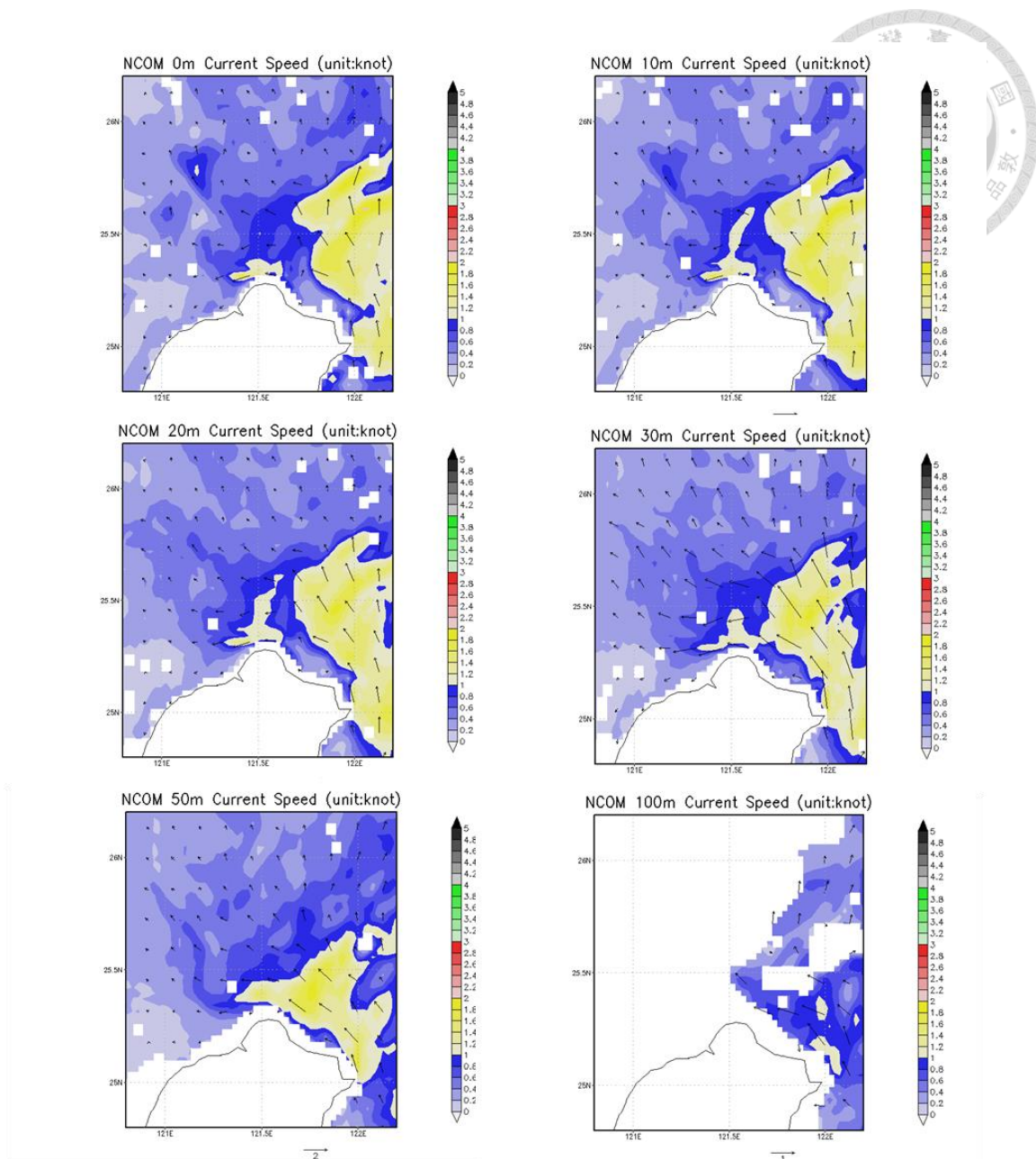


圖 10 北部海域春夏季深度別海流圖(海軍大氣測量局提供，2017/8/15)

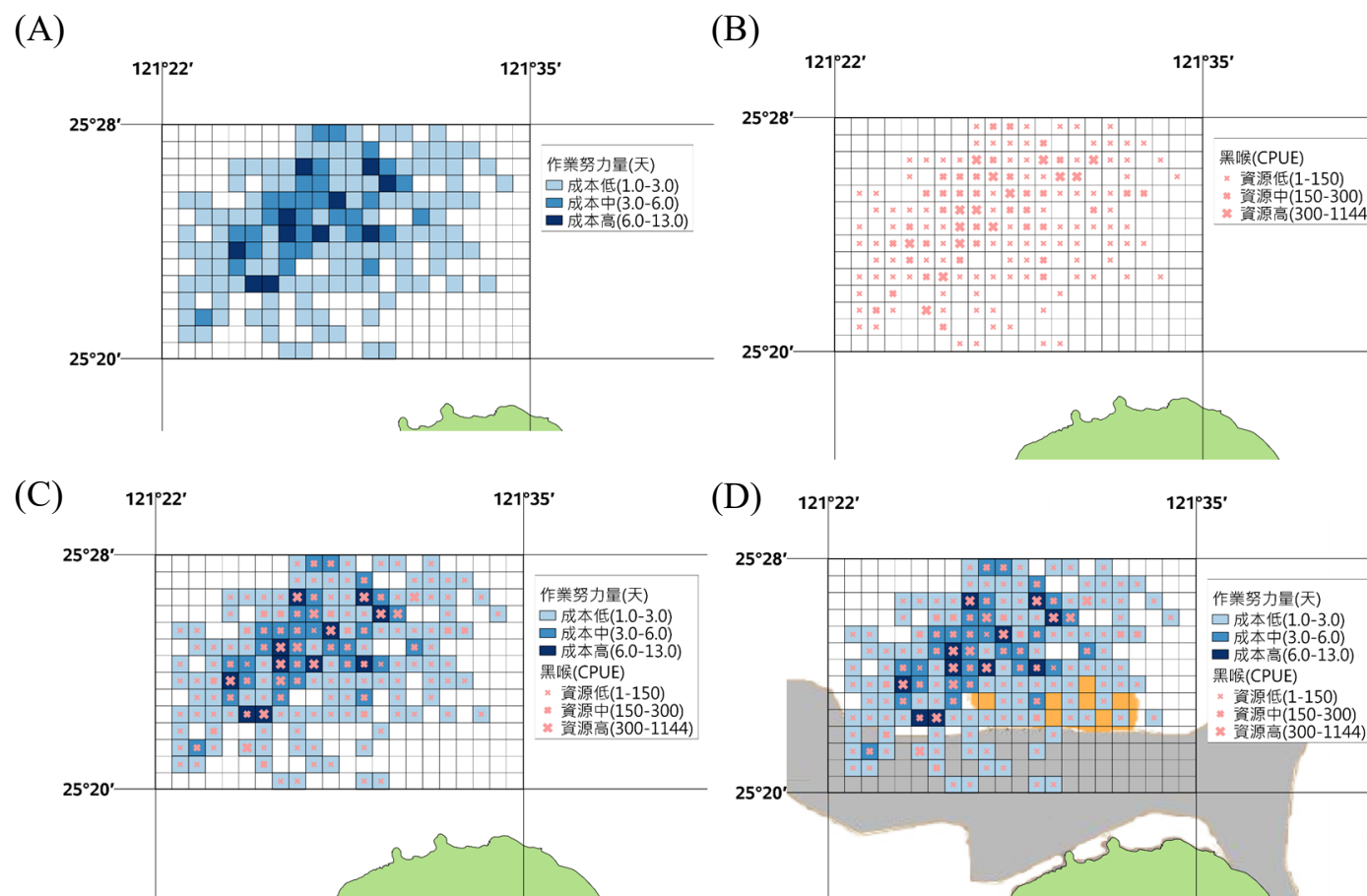


圖 11 延繩釣漁業之努力量、資源密度及底質疊圖。
 (A)努力量圖(B)資源密度圖(C)努力量與資源密度疊圖(D)努力量、資源密度與底質疊圖

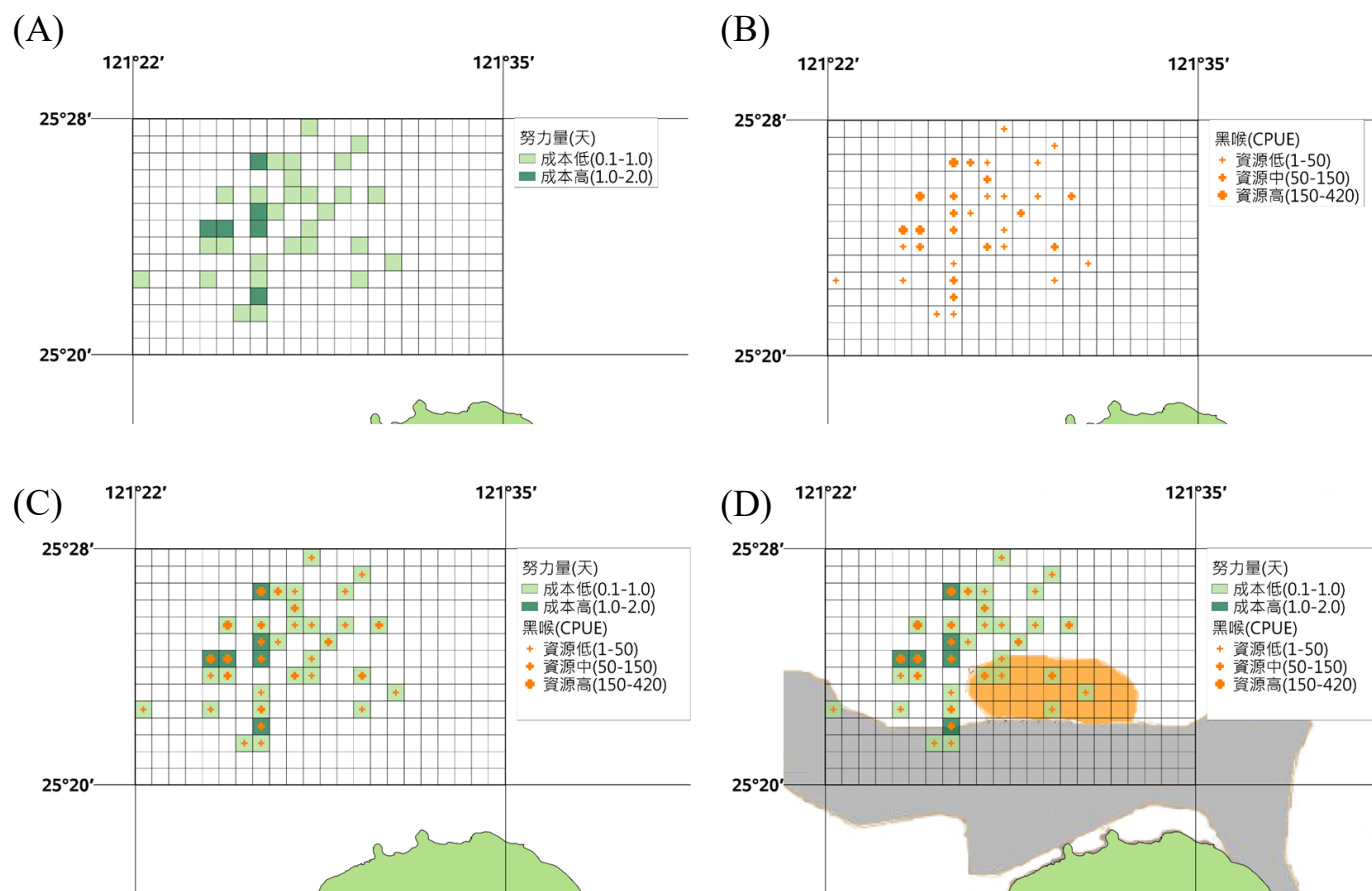


圖 12 刺網漁業之努力量、資源密度及底質疊圖。
 (A)努力量圖(B)資源密度圖(C)努力量與資源密度疊圖(D)努力量、資源密度與底質疊圖

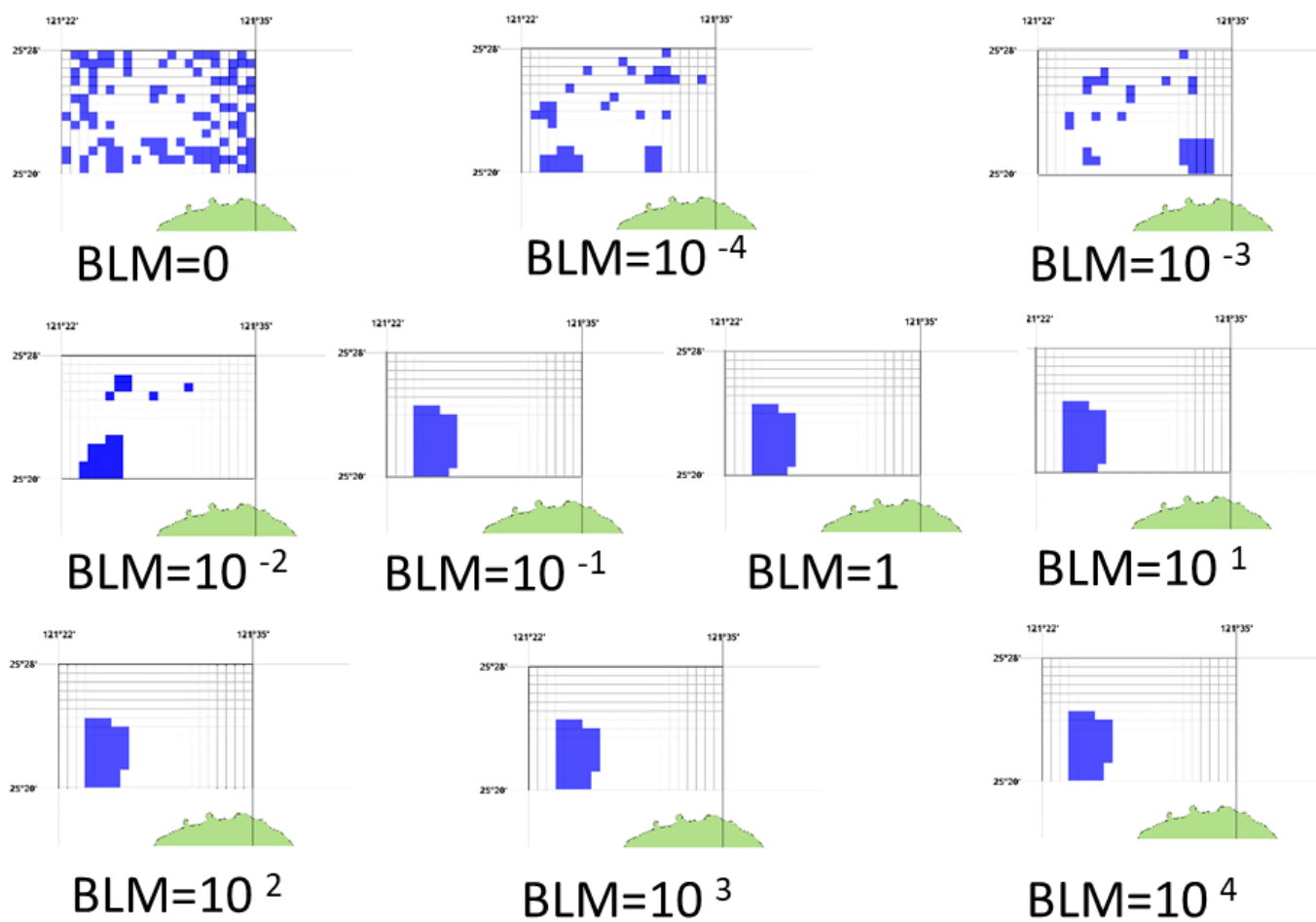


圖 13 Marxan 軟體依據邊界參數所估計之最佳模式，邊界參數 $BLM=0-10^4$

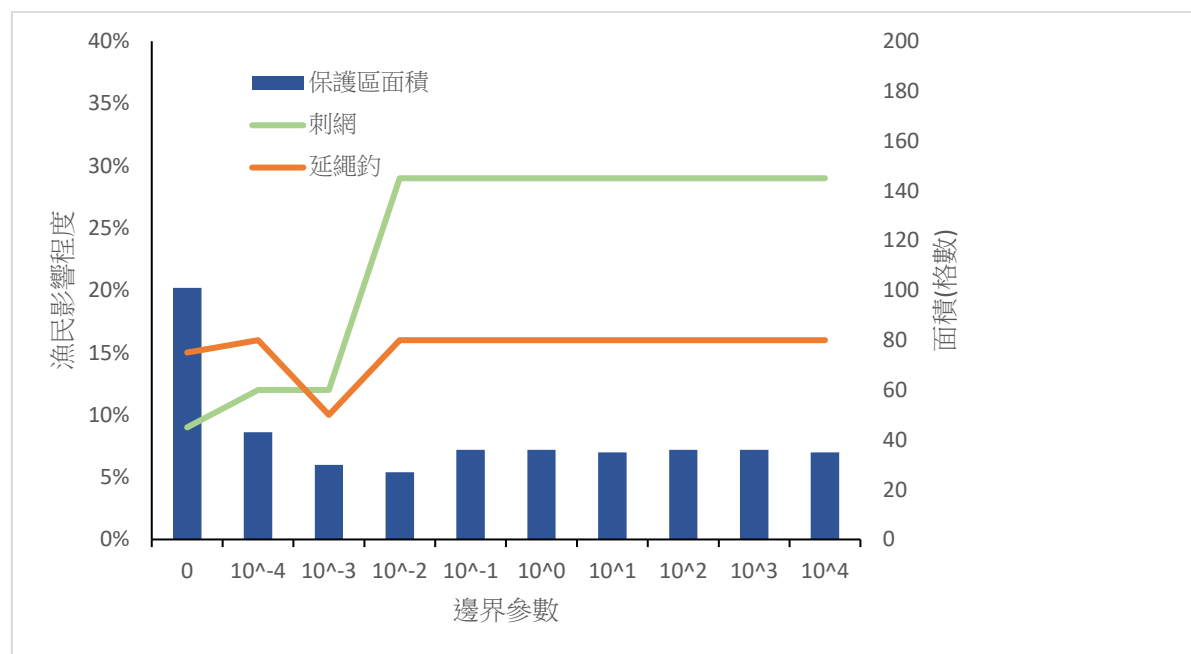


圖 14 最佳結果對漁業的影響程度百分比，邊界參數 $BLM = 0 - 10^4$

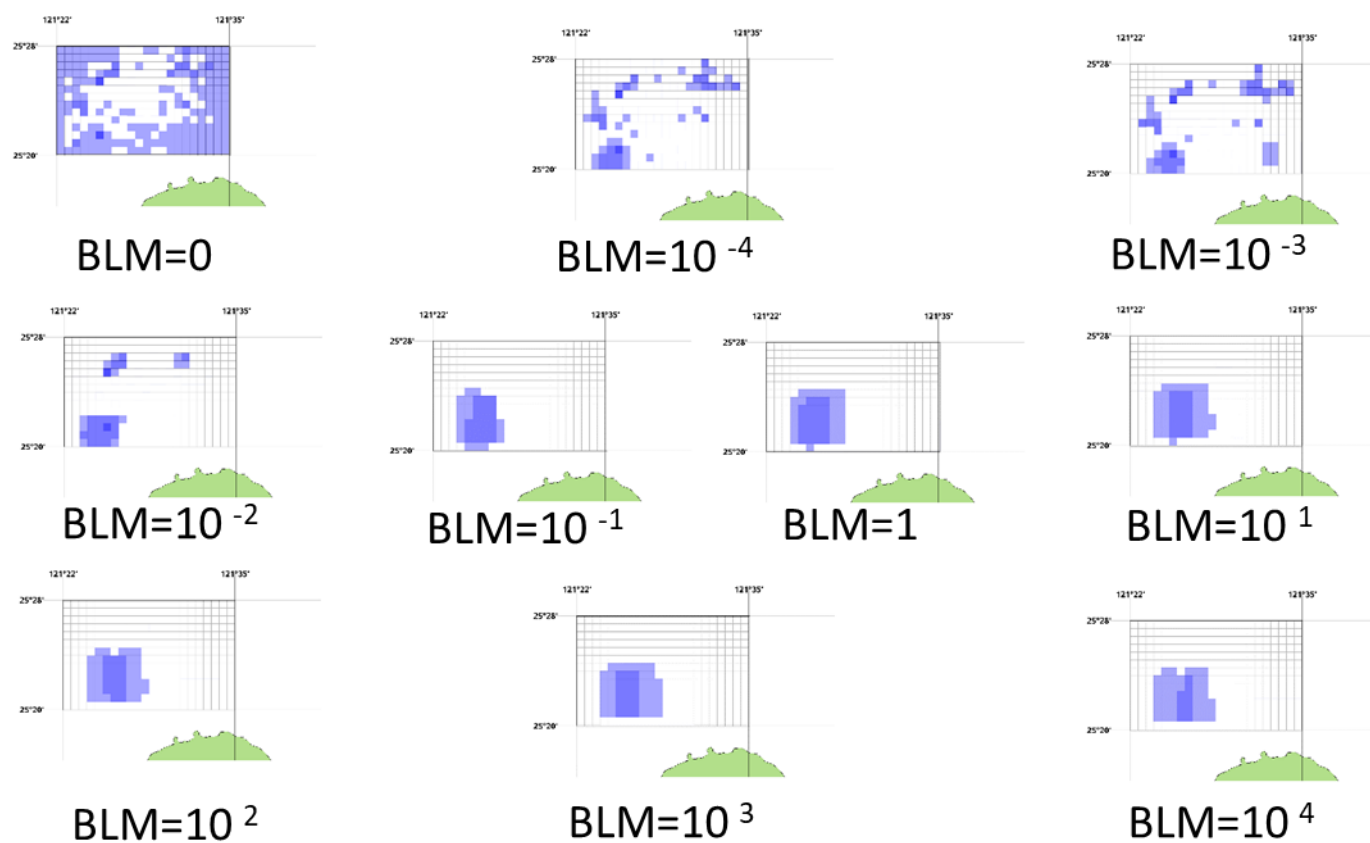


圖 15 Marxan 軟體依據邊界參數所估計之綜合頻率模式，邊界參數 $BLM=0-10^4$

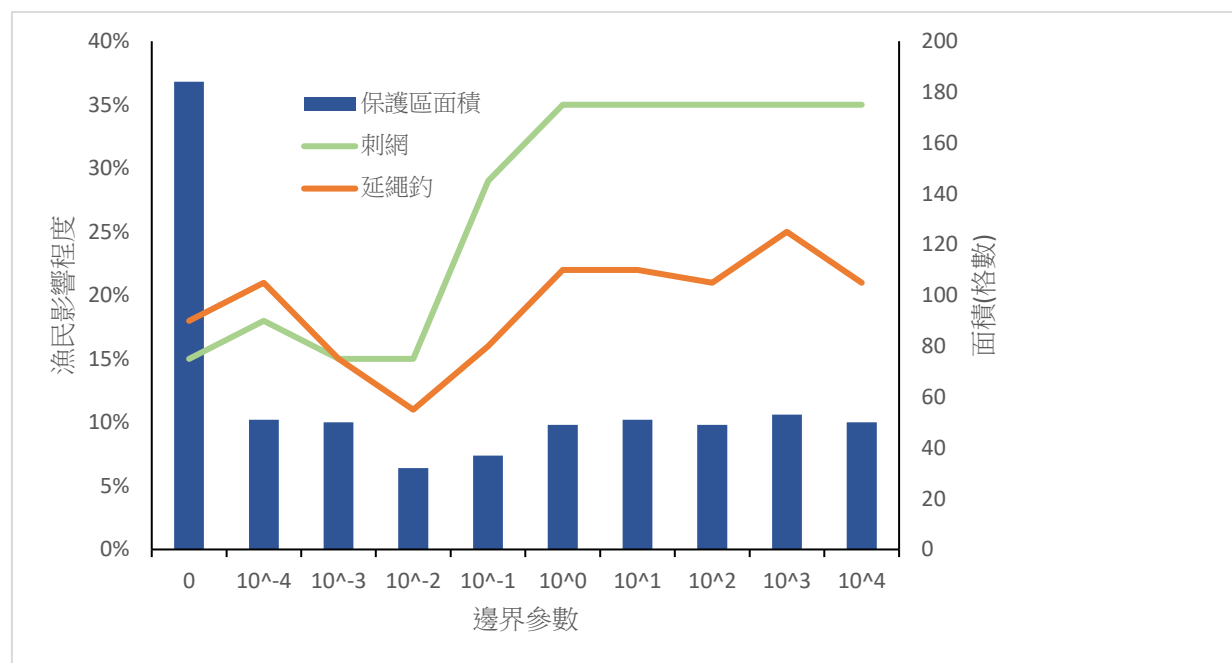


圖 16 綜合結果對漁業的影響程度百分比，邊界參數 $BLM=0-10^4$

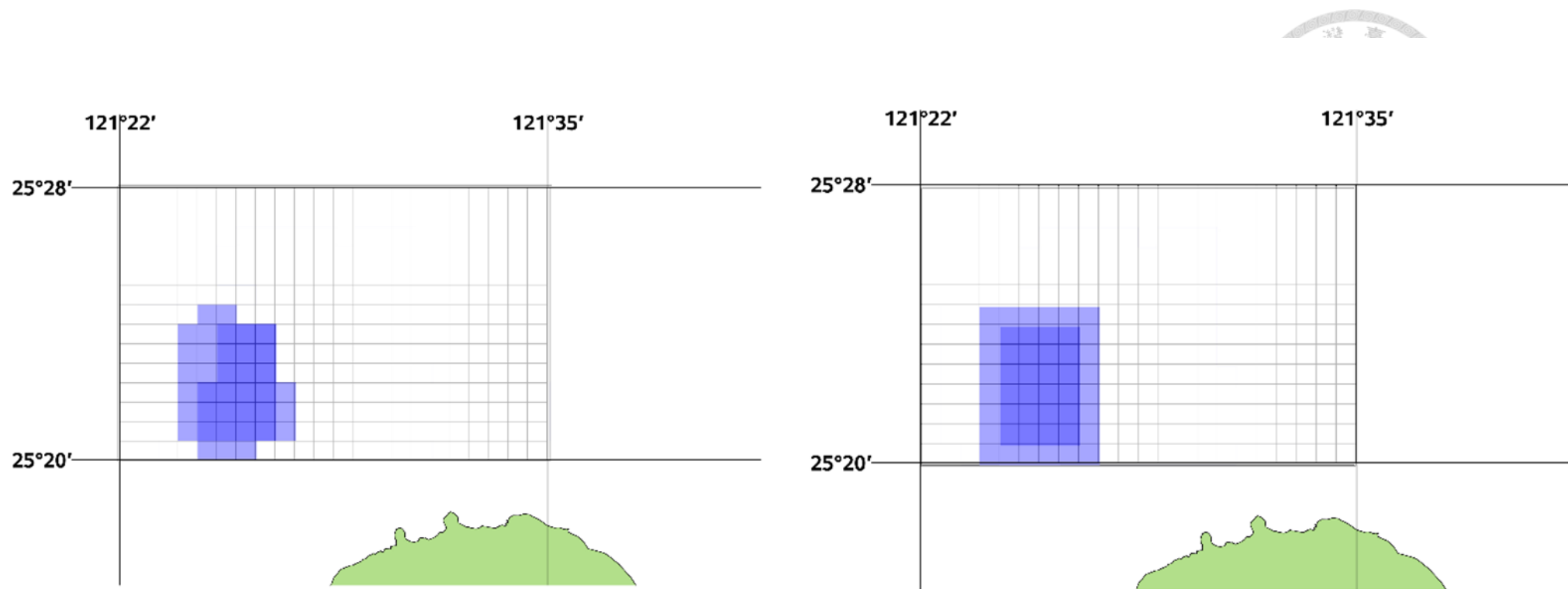


圖 17 綜合模式結果微調 (A)微調前 (B)微調後

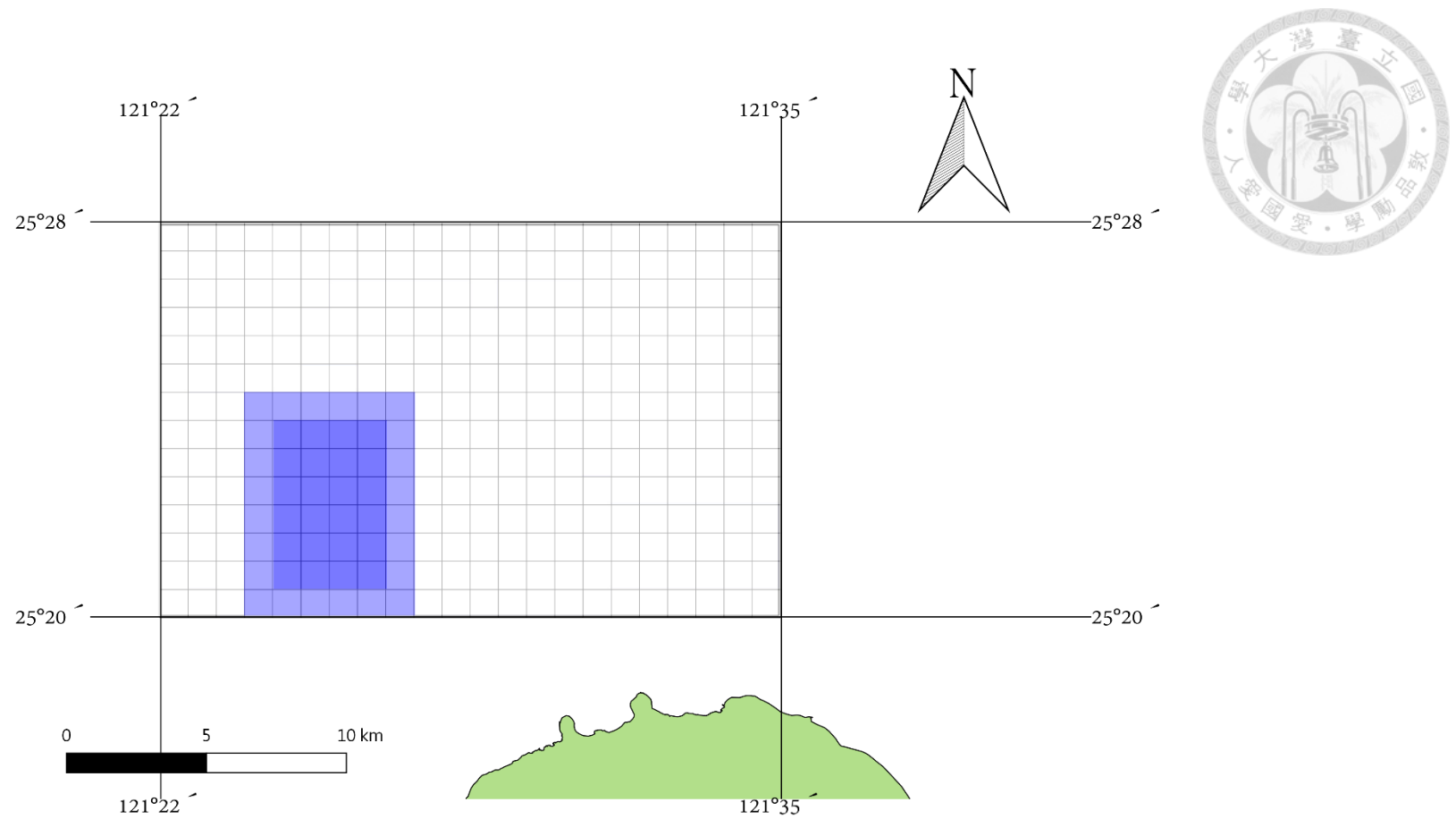


圖 18 最終劃設海洋保護區區域

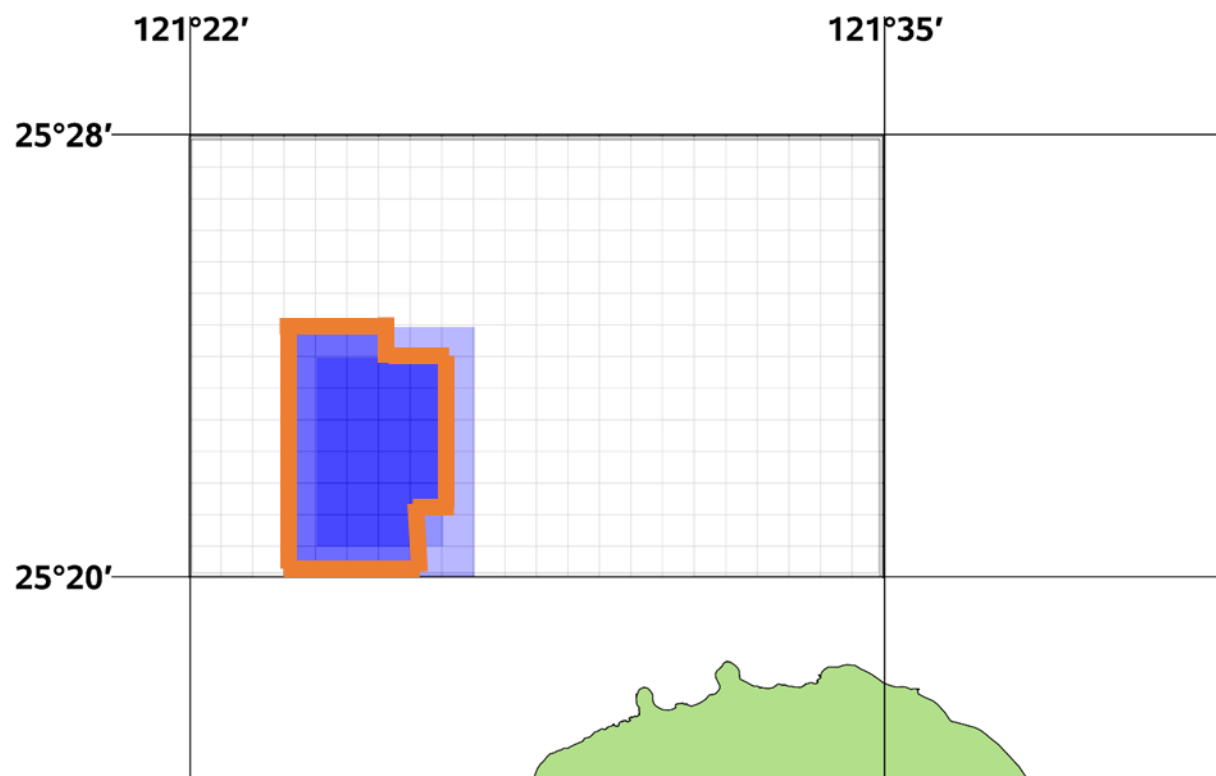







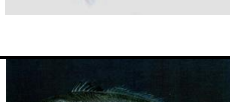
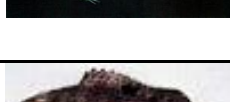



圖 19 最佳選擇結果與本研究微調結果疊圖







附錄

附錄 1、漁獲物俗名與學名對照表



俗名	中文名	學名	照片	資料來源
黑喉	黑鰾	<i>Atrobucca nibe</i>		台灣魚類資料庫
魷購	日本鬚鯊	<i>Orectolobus japonicus</i>		台灣魚類資料庫
打鐵婆	臀斑髭鯛	<i>Hapalogenys analis</i>		台灣魚類資料庫
白口	白姑魚	<i>Pennahia argentata</i>		台灣魚類資料庫
石狗公	白條紋石狗公	<i>Sebastiscus albofasciatus</i>		台灣魚類資料庫
石狗公	褐菖鮠	<i>Sebastiscus marmoratus</i>		台灣魚類資料庫
赤章	黃背牙鯛	<i>Dentex hypselosomus</i>		台灣魚類資料庫
春子	斑鰭白姑魚	<i>Pennahia pawak</i>		台灣魚類資料庫
石斑	鮨科	<i>Epinephelus</i>		台灣魚類資料庫
過仔	鮨科	<i>Epinephelus awoara</i>		台灣魚類資料庫

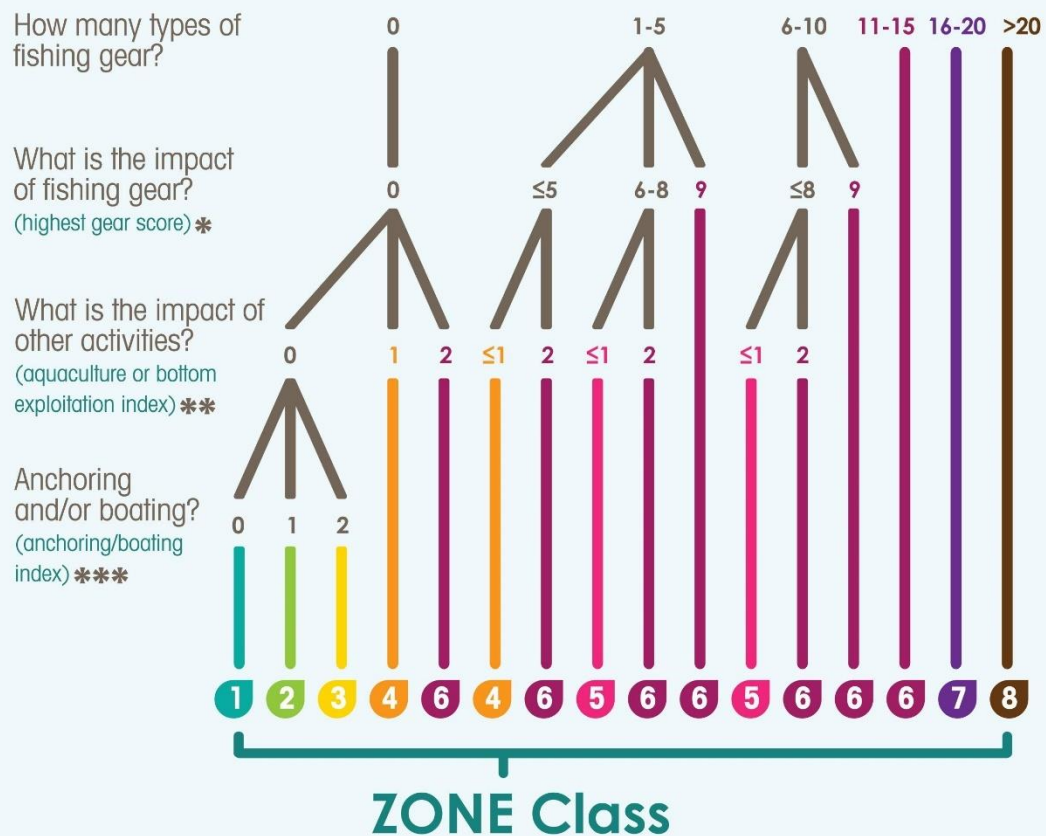
力魚	鰯	<i>Ilisha elongata</i>		台灣魚類資料庫
土魷	康氏馬加鰭	<i>Scomberomorus commerson</i>		台灣魚類資料庫
紅狗鯊	條紋狗鯊	<i>Chiloscyllium plagiosum</i>		台灣魚類資料庫
成仔魚	斑海鯰	<i>Arius maculatus</i>		台灣魚類資料庫
鯊條	灰貂鯊	<i>Mustelus griseus</i>		台灣魚類資料庫
花枝	墨魚	<i>Sepiida</i>		維基百科 https://zh.wikipedia.org/wiki/
嘉鱾	真鯛	<i>Pagrus major</i>		台灣魚類資料庫
馬頭	馬頭魚	<i>Branchiostegus sp.</i>		台灣魚類資料庫
透抽	真鎖管	<i>Loligo edulis</i>		典藏台灣 http://digitalarchives.tw/
銅盤	斑點雞籠鰨	<i>Drepane punctata</i>		台灣魚類資料庫

鯪仔	鯪	<i>Miichthys miiuy</i>		台灣魚類資料庫
龜併	大口逆鈎鯪	<i>Scomberoides commersonnianus</i>		台灣魚類資料庫
龍蝦	龍蝦科	<i>Palinuridae</i>		典藏台灣 http://digitalarchives.tw/
烏魚	鰱	<i>Mugil cephalus</i>		台灣魚類資料庫
龍蝦	日本龍蝦	<i>Panulirus japonicus</i>		典藏台灣 http://digitalarchives.tw/
花市仔	鑄斑蟊	<i>Charybdis feriatus</i>		典藏台灣 http://digitalarchives.tw/

A Regulation-Based Classification System for Marine Protected Areas (MPAs)

Horta e Costa et al. Marine Policy. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2016.06.021>

Classification System of Zones within MPAs (a decision tree)



ZONE Classification

- | | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 1 No-take/No-go | 5 Moderately regulated extraction |
| 2 No-take/Regulated access | 6 Weakly regulated extraction |
| 3 No-take/Unregulated access | 7 Very weakly regulated extraction |
| 4 Highly regulated extraction | 8 Unregulated extraction |

A Regulation-Based Classification System for Marine Protected Areas (MPAs)

Horta e Costa et al. Marine Policy, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2016.06.021>

Classification System of MPAs

ZONE Class **1** **2** **3** **4** **6** **4** **6** **5** **6** **6** **5** **6** **6** **6** **7** **8**

Next stage: how to classify MPAs

An MPA index is calculated based on the area each ZONE Class occupies within the MPA

$$\text{MPA index} = \text{SUM} \left(\text{ZONE}_i \text{ Class} \times \frac{\text{Area ZONE}_i}{\text{Area MPA}} \right)$$

Example of a multiple-use MPA with 3 zones (and corresponding zone classes) occupying different areas



EXAMPLE

MPA with 100 ha of total area

15ha class 1 + 35ha class 5 + 50ha class 8

$$\text{MPA index} = \left(1 \times \frac{15}{100}\right) + \left(5 \times \frac{35}{100}\right) + \left(8 \times \frac{50}{100}\right) = 5.9$$

MPA index

MPA Classification

1 to 3 *incl.*



FULLY PROTECTED AREA

3 to 5 *incl.*



HIGHLY PROTECTED AREA

5 to 6 *incl.*



MODERATELY PROTECTED AREA

6 to 7 *incl.*



POORLY PROTECTED AREA

7 to 8



UNPROTECTED AREA

A Regulation-Based Classification System for Marine Protected Areas (MPAs)

Horta e Costa et al. Marine Policy, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2016.06.021>

Indices of Activities (supporting information for the decision tree)

* Highest fishing gear score

Fishing gear (commercial or recreational)	Gear score
Beach seines	8
Cast nets	3
Dredges (bivalves)	7
Drift nets	5
Fish traps	6
Fixed fish traps "madrague"	6
Gillnets	6
Hand dredges (bivalves)	5
Hand harvesting	4
Intertidal hand captures	3
Lines (jigs, hook and line, rod, troll)	5
Longlines (bottom)	5
Longlines (pelagic)	4
Purse seining (bottom)	9
Purse seining (pelagic)	5
Spearfishing/diving	3
Surrounding nets near shore	8
Trammel nets	8
Traps (lobster/octopus/crab)	4
Trawl (bottom)	9
Trawl (pelagic)	5

≤ 5 corresponds to highly selective and low impact gears (e.g. lines, octopus traps);

6-8 medium impacting gears (e.g. fish traps, bottom longlines, pelagic towed gears);

9 to the most destructive gears affecting biodiversity and ecosystems (e.g. bottom trawling, bottom purse seining)

** Aquaculture or bottom exploitation index

Activities allowed	Index
Aquaculture and bottom exploitation not allowed	0
Aquaculture OR bottom exploitation allowed, but not mining/oil platforms/sand extraction/detonations	1
Both aquaculture AND bottom exploitation allowed with no restrictions (or if aquaculture is not allowed but mining/oil platforms/sand extraction/detonations are)	2

*** Anchoring/boating index

Activities allowed	Index
No anchoring	0
Boating and/or anchoring allowed but anchoring is fully regulated: restricted to particular areas or mooring buoys	1
Boating and/or anchoring allowed but anchoring is only partially regulated or unregulated	2

more info: barbarahcosta@gmail.com & emanuel@ispa.pt

design: vascoguladeabreu@gmail.com

附錄 3、漁獲日誌調查表



台灣北部海域刺網漁船作業調查表

聯絡人：蔡曉豪 研究生
台灣大學漁業科學所
電話：0931-717-035
傳真：02-2363-3171

船名：_____

CTNo.：_____

日期：_____年_____月_____日

地點	北緯：_____度_____分_____秒		東經：_____度_____分_____秒	
作業情形	<input type="checkbox"/> 單層刺網 <input type="checkbox"/> 雙層刺網 <input type="checkbox"/> 三層刺網			
	投放網片：_____片		浮標繩長度：_____公尺	
	網片大小	長：_____公分	寬：_____公分	網目大小：_____公分
	投網時間：_____時_____分		收網時間：_____時_____分	

主要漁獲	魚種	尾數	公斤	備註 (黑喉請拍照)

填表人：_____

電話：_____

台灣北部海域延繩釣漁船作業調查表

聯絡人：蔡駿豪 研究生
台灣大學漁業科學所
電話：0931-717-035
傳真：02-2363-3171

船名：_____ CTNo.：_____

作業地點	北緯：
	東經：

作業情形	作業日期：	年	月	日
	投繩時間：	時	分	
	揚繩時間：	時	分	
	投放鈎數：	鈎（或筐）		
	使用魚餌：			

主要漁獲魚種	魚種	尾數	公斤	備註

填表人：_____ 電話：_____