

- 公開
- 一年後公開
- 二年後公開
- 密件、不公開

行政院農業委員會 107 年度科技計畫期中研究報告

資訊庫編號：

計畫名稱：臺灣鬼頭刀漁業資源評估研究

(第 1 年 / 全程 1 年)

(英文名稱) Study on the population dynamics of dolphinfish in the
Taiwan waters

計畫編號：107 農科-9.2.2-漁-F1(2)

全程計畫期間：107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 31 日

本年計畫期間：107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 31 日

計畫主持人：王勝平

執行機關：國立台灣海洋大學



目錄

成果中文摘要	VIII
成果英文摘要(ABSTRACT).....	IX
第一章 前言	1
1.1 台灣鬼頭刀漁業與資源概況	1
1.2 前人研究概況.....	2
1.3 計畫目標與最終效益.....	4
第二章 實施方法	6
2.1 鬼頭刀生物生殖生物物學研究	6
2.1.1 樣本測量與採集	6
2.1.2 生殖腺成熟指數	6
2.1.3 肥滿度	6
2.1.4 生殖腺組織切片之製作程序錯誤! 尚未定義書籤。	
2.1.5 生殖腺組織切片之製作	錯誤! 尚未定義書籤。
2.2 太平洋鬼頭刀之系群結構解析	8
2.2.1 樣本採集	8
2.2.2 分子生物學實驗:粒線體 DNA 片段之萃取與增幅.	9
2.3 台灣海域鬼頭刀之資源評估分析	10



2.3.1 漁獲統計資料	10
2.3.3 宜蘭及台東漁獲拍賣資料之漁業別辨識.....	11
2.3.4 CPUE 標準化分析	11
第三章 結果與討論	13
3.1 鬼頭刀生物生殖生物學研究	13
3.1.1 樣本彙整與採集	13
3.1.2 基礎測量資料分析	13
3.1.3 生殖腺成熟度指標分析	13
3.1.4 肥滿度月別變化	14
3.1.5 肝指數月別變化	14
3.2 太平洋鬼頭刀之系群結構解析	14
3.2.1 鬼頭刀肌肉樣本之採集	15
3.2.2 粒線體 DNA 萃取與專一性引子設計	15
3.3 台灣海域鬼頭刀之資源評估分析	16
3.3.1 努力量資料推估	16
3.3.2 漁業別辨識之群集分析	16
3.3.3 CPUE 標準化分析	18
第四章 檢討與建議	21



4.1 正確卸漁資料之重要性.....	21
4.2 生物學研究之重要性.....	21
4.3 努力量資料缺乏之問題.....	21
第五章 成果效益說明及重大突破	23
5.1 學術成就(科技基礎研究).....	23
5.2 技術創新(科技技術創新).....	23
5.3 經濟效益(經濟產業促進).....	23
5.4 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全).....	23
5.5 其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際 合作、推動輔導等).....	24
5.6 國際比較	24
參考文獻	25
附圖	28
附表	50



圖目錄

圖 1. 2006 年至 2016 年台灣東部鬼頭刀漁獲體長頻度。	28
圖 2. 2016 年至 2017 年台灣東部海域鬼頭刀生殖腺樣本之漁獲體長 頻度。	28
圖 3. 台灣東部海域鬼頭刀生殖腺樣本之雌(上圖)與雄(下圖)別體長 與體重關係式。	29
圖 4. 台灣東部海域鬼頭刀雌性生殖腺樣本魚體之生殖腺成熟度指 數。	30
圖 5 台灣東部海域鬼頭刀雄性生殖腺樣本魚體之生殖腺成熟度指 數。	30
圖 6. 台灣東部海域鬼頭刀雌性生殖腺樣本魚體之肥滿度。	31
圖 7. 台灣東部海域鬼頭刀雄性生殖腺樣本魚體之肥滿度。	31
圖 8. 台灣東部海域鬼頭刀雌性生殖腺樣本魚體之肝指數。	32
圖 9. 台灣東部海域鬼頭刀雄性生殖腺樣本魚體之肝指數。	32
圖 10. 彙整 NCBI 基因庫之鬼頭刀粒線體 DNA ND1 基因序列。 ..	33
圖 11. 鬼頭刀粒線體 DNA ND1 之引子設計與基因序列之相對位 置。	33
圖 12. 鬼頭刀 mtDNA ND1 之專一性引子 PCR 產物(約 970bp)電泳 圖。	34



圖 13. 台東縣新港區漁會拍賣資料所屬漁船之相對推估努力量。	.34
圖 14. 宜蘭縣蘇澳區漁會拍賣資料所屬漁船之相對推估努力量。	.35
圖 15. 屏東縣東港區漁會拍賣資料所屬漁船之相對推估努力量。	.35
圖 16. 新港區漁會拍賣資料之群集分析結果。	.....36
圖 17. 新港區漁會拍賣資料各群集之漁獲魚種組成。	.....37
圖 18. 蘇澳區漁會拍賣資料之群集分析結果。	.....38
圖 19. 蘇澳區漁會拍賣資料各群集之漁獲魚種組成。	.....39
圖 20. 東港區漁會拍賣資料之群集分析結果。	.....40
圖 21. 東港區漁會拍賣資料各群集之漁獲魚種組成。	.....41
圖 22. 新港區漁會拍賣資料各群集之鬼頭刀漁獲量。	.....42
圖 23. 蘇澳區漁會拍賣資料各群集之鬼頭刀漁獲量。	.....42
圖 24. 東港區漁會拍賣資料各群集之鬼頭刀漁獲量。	.....43
圖 25. 新港區資料之鬼頭刀年別 CPUE 標準化之殘差分布及常態機 率圖(Quantile-Quantile Plot)。	.....44
圖 26. 新港區資料之鬼頭刀季別 CPUE 標準化之殘差分布及常態機 率圖(Quantile-Quantile Plot)。	.....44
圖 27. 新港區資料之鬼頭刀年別標準化 CPUE(灰色區域為 95%信賴 區間)。	.....45
圖 28. 新港區資料之鬼頭刀季別標準化 CPUE(灰色區域為 95%信賴	



區間)。	45
圖 29. 蘇澳區資料之鬼頭刀年別 CPUE 標準化之殘差分布及常態機 率圖(Quantile-Quantile Plot)。	46
圖 30. 蘇澳區資料之鬼頭刀季別 CPUE 標準化之殘差分布及常態機 率圖(Quantile-Quantile Plot)。	46
圖 31. 蘇澳區資料之鬼頭刀年別標準化 CPUE(灰色區域為 95%信賴 區間)。	47
圖 32. 蘇澳區資料之鬼頭刀季別標準化 CPUE(灰色區域為 95%信賴 區間)。	47
圖 33. 整合新港及蘇澳區資料之鬼頭刀年別 CPUE 標準化之殘差分 布及常態機率圖(Quantile-Quantile Plot)。	48
圖 34. 整合新港及蘇澳區資料之鬼頭刀季別 CPUE 標準化之殘差分 布及常態機率圖(Quantile-Quantile Plot)。	48
圖 35. 整合新港及蘇澳區資料之鬼頭刀年別標準化 CPUE(灰色區域 為 95%信賴區間)。	49
圖 36. 整合新港及蘇澳區資料之鬼頭刀季別標準化 CPUE (灰色區域 為 95%信賴區間)。	49



表目錄

表 1. 2016 年至 2017 年台灣東部海域鬼頭刀生殖腺樣之月別採集資訊及性比檢定。.....	50
表 2. 2016 年至 2017 年台灣東部海域鬼頭刀生殖腺樣之體長別採集資訊及性比檢定。.....	51
表 3. 台東縣新港區漁會、宜蘭縣蘇澳區漁會以及屏東縣東港區漁會主要魚種之漁獲比例。.....	52
表 4. 新港區資料之鬼頭刀 CPUE 標準化 GLM 分析之 ANOVA 表。.....	53
表 5. 蘇澳區資料之鬼頭刀 CPUE 標準化 GLM 分析之 ANOVA 表。.....	53
表 6. 整合新港區及蘇澳區資料之鬼頭刀 CPUE 標準化 GLM 分析之 ANOVA 表。.....	54



成果中文摘要

本研究延續前年度研究持續採集鬼頭刀生樣本包括魚鰭或肌肉組織等，並將各採樣點之生物性樣本組織建立生物資料庫保存，計畫於本年度繼續加入包括東港、蘇澳及新港等地之生物樣本供作後續時間序列分析研究。另外，除了將延續台灣海域以外之鬼頭刀樣本區域採集工作，亦增加東太平洋與日本海域樣本，包含日本長崎及鹿兒島海域樣本之採集，將可有助於與台灣海域之樣本進行比較分析。本研究自採集之肌肉樣本中萃取其粒線體 DNA 保存並歸入資料庫建置基礎，供作後續相關分子生物學實驗之所需。

本研究自 2016 至 2017 年間，於宜蘭縣南方澳市場與臺東縣新港魚市場採集鬼頭刀生殖腺樣本進行臺灣東部海域鬼頭刀之生殖生物學研究。總計採集 442 尾鬼頭刀樣本(雄魚 212 尾，雌魚 230 尾)，雌雄別之生殖腺指數大約於由 2 月後開始增加，至 7 至 9 月後逐漸降低。雌魚肝臟指數在 9 達最高峰，雄魚方面則沒有太大的變動，而雌雄魚之肥滿度則無明顯變動。

本研究採用群集分析法進行拍賣資料作業航次之作業漁法判別，結果顯示群集分析能夠成功區分各地作業航次別之作業漁法。進一步根據篩選出之鬼頭刀延繩釣漁業資料進行台灣東部海域鬼頭刀之 CPUE 標準化，而標準化 CPUE 趨勢顯示於 2000 至 2007 年間呈現逐年增加，之後至 2009 年間則大幅減少，但近年來仍是呈現減少的趨勢。



成果英文摘要(Abstract)

In this year, biological samples such as finclip and muscle of dolphinfish were collected in the main fishing ports for dolphinfish landings including Tungkung, Suao and Shingkang. Currently, additional samples collected from Tungkung, and Suao will be included for the sequencing analysis. Also, the collection of dolphinfish samples from others waters are continued for this study. We desired the samples collection from Manta, Ecuador in the eastern Pacific Ocean and also from the set net located in Nagasaki and Kagoshima, Japan. All the samples collected from Japanese area will be included for the comparison with samples collected in Taiwan. MtDNA are extracted from muscle samples for further molecular experiments and analyses.

To conduct the reproductive biology analysis of dolphinfish, a total of 442 gonad samples (212 were males and 230 were females) were collected in Suao and Shingkang fish markets during 2016 and 2017. The trends of gonadosomatic indices (GSI) of females and males indicated that the GSI generally began to increase since February and gradually decreased after July to September. Hepasomatic index of females reached a peak in September but there was no pattern for males. The values of somatic condition factor did not revealed obvious trends for both females and males.

In this study, the cluster analysis method was used to analyze the fishing method for the trips of the auction data and the results indicated that the cluster analysis can successfully identify the fishing methods for each fishing trip. CPUE standardizations were further conducted based on the selected data from the dolphinfish longline fishery. The standardized CPUE series indicated that it increased during 2000 to 2007, substantially decreased until 2009 and still revealed a decreasing trend in recent years.

第一章 前言

1.1 台灣鬼頭刀漁業與資源概況

鬼頭刀(*Coryphaena hippurus*)為台灣沿近海漁業資源中重要的經濟性魚種之一，根據歷年之漁獲統計資料，近年來台灣沿近海漁業之鬼頭刀產量約佔總產量之 7-10%左右，且呈現逐年增加的趨勢，其中台灣東部海域之鬼頭刀產量即約佔全台灣鬼頭刀產量之 70%左右，而鬼頭刀更是台灣東部海域極為重要之主要目標魚種。台灣東部海域之鬼頭刀主要為延繩釣漁業所漁獲(約佔 96%)，於 1980 年代中期之前台灣東部海域之鬼頭刀漁獲量並不高，然而至 1990 年開始漁獲量大幅增加，自 1980 年代中期之前低於 4,000 公噸大幅增加，漁獲量最高曾達到 13,000 公噸。根據近年來宜蘭及台東之漁獲拍賣統計資料，台灣東部海域鬼頭刀的漁獲量於 2000 年至 2007 年間呈現逐年增加的趨勢，並增加至 2007 年的 8,000 公噸左右，然而至 2008 年漁獲量則開始大幅減少，雖然於 2013 年曾增加至 4,000 多公噸，但於 2016 年則又減少至 2,500 公噸左右。

SPF (2013)指出 Sustainable Fisheries Partnership (SFP)檢視太平洋水域鬼頭刀之漁業與資源狀況，該分析報告指出，雖然以有限的資料顯示目前太平洋鬼頭刀資源處於良好的狀態，且東太平洋與中西太平洋之 CPUE 亦無呈現下降趨勢。然而，目前的資源分析是基於鬼頭刀可能的族群結構以及生活史特徵(如繁殖力高、生長速度快、成熟年齡早、壽命短等)而設定其對過度開發為非常低敏感性之基礎下所進行。此外，根據針對中南美洲鬼頭刀漁業之生態風險評估之結論指出鬼頭刀已處於中等程度風險。因此，針對鬼頭刀資源進行更深入的全球性規模之分析，以期有助於判斷太平洋鬼頭刀資源之變動趨勢。然而，由於目前尚未針對太平洋鬼頭刀進行資源評估，因此導致太平洋鬼頭刀資源狀態存在著高度的不確定性。此外，雖然目前部份分析支持東太平洋與中西太平洋鬼頭刀分屬不同系群，但由於缺乏全面太平洋鬼頭刀之漁業生物學資訊，因此太平洋鬼頭刀資源的系群結構亦尚未達成共識。

SPF (2013) 綜合各項資訊指出，目前太平洋鬼頭刀漁業屬於管理不善之漁業 (poorly managed fisheries) ，且目前僅少數國家參與執行漁業改進計畫(Fishery

Improvement Project, FIP), 而台灣之中西太平洋延繩釣漁業則被列入需要執行 FIP 的國家之一。由於資源狀態與管理資訊的缺乏, SFP 敦促太平洋鬼頭刀漁業之業者進行 FIP 之規劃與執行。

FIP 內容為制訂具有明確可測量指標及相關預算的漁業工作計畫, 參與者需據以逐年改進。工作計畫制定依據及內容須有科學研究之數據, 因此須由科學家執行鬼頭刀族群及資源研究分析, 作為工作計畫之佐證。為順利取得 FIP 認證, 確保美國外銷市場通路, 擬以分區分階段方式, 進行鬼頭刀族群及資源科學研究調查分析工作。本研究之目的在於建立臺灣鬼頭刀資源基礎資料, 以作為日後與其他太平洋水域鬼頭刀資源類緣關係之分析基礎。分析鬼頭刀資源漁業指標。以檢視該資源之變動趨勢, 供漁業改進計畫(FIP)參考。

台灣海域捕獲之鬼頭刀, 以美國為主要外銷市場, 佔出口量 90%以上, 近年來, 環保組織為達到在漁產品穩定供應與保護海洋資源間取得平衡之目標, 向美國販賣漁產品的大型連鎖量販與零售商進行遊說, 使得採購商同意採購若未能具有生態標籤, 但取得進行 FIP 證明之漁產品, 無 FIP 者不予採購。過去因我國鬼頭刀漁業尚未取得 FIP 認證, 使得外銷美國通路嚴重受阻。為達到在漁產品穩定供應與保護海洋資源間取得平衡之保育目標, 台東縣新港區漁會及產業界之利益相關者自 2014 年開始建立台灣之鬼頭刀漁業改進計畫, 發展至今蘇澳及東港區漁會也已加入台灣鬼頭刀漁業改進計畫之行列。

1.2 前人研究概況

國外有關鬼頭刀之研究報告, 由於鬼頭刀屬於混獲魚種(bycatch), 因此相關的資源評估研究並不多見, 大多以生物學研究為主, Beardsley (1967)、Rose and Hassler (1968)、Murray (1985)、Uchiyama et al. (1986)、Bentivoglio (1988)、Massuti and Morales (1997)、Potoschi et al. (1999)等曾進行大西洋、地中海及夏威夷海域鬼頭刀之成長與生物學研究, Oxenford and Hunte (1983、1985、1986a、1986b、1987、1999)則針對中西大西洋海域鬼頭刀進行成長、系群、洄游、食性及資源豐度分析。資源評估方面, Mahon and Oxenford (1999)彙整中西大西洋海域鬼頭刀資

源之初步預警結果，Patterson and Martinez (1991)以年級群解析法分析厄瓜多爾海域之鬼頭刀資源。Sakamoto and Kojima (1999)則彙整日本鄰近海域鬼頭刀之生物學及漁獲趨勢。

雖然鬼頭刀為台灣東部沿近海漁業相當重要的經濟性魚種，但過去有關鬼頭刀資源評估的相關報告並不多，大多也是以生物學研究及生物參數估計為主。針對台灣東部海域鬼頭刀，Lee and Shung (1986)曾進行其漁場調查，陳等(1999；2003；2004；2006)與鄭(2005)曾分析其漁獲量變動趨勢以及估計其成長與死亡率等生物參數，Wu et al. (2001)進行其生殖生物學研究，張(2006)以耳石進行年齡查定，Wu et al. (2005)進行其食性與攝食棲地等相關研究，江等(2005)則分析其雌雄異形及性比。而資源分析方面，王及王(2004)分析其單位努力漁獲量變動並指出自 1989 年起即有持續下降的情形，陳(2007)則嘗試以調整型架年級群解析方法進行台灣東部海域鬼頭刀資源量之調查與評估，吳(2010)則是利用資源整合模式進行台灣東部海域鬼頭刀資源評估分析。

太平洋鬼頭刀遺傳族群結構之解析，雖有多位研究學者運用不同之分子遺傳研究方法，但至今仍未有所定論。其中，Tripp-Valdez et al. (2010) 以微衛星多型性分析加利福尼亞灣區域鬼頭刀族群並無分群現象。另 Diaz-Jaimes et al. (2010) 以粒線體 ND1 基因序列研究結果顯示不同採樣區域的太平洋鬼頭刀並無顯著遺傳差異。而 Rocha-Olivares et al. (2006) 則於夏威夷海域及墨西哥沿岸發現顯著之遺傳差異性。再者，丁(2014) 以粒線體基因序列探討鬼頭刀在台灣海域族群遺傳結構，研究結果顯示台灣所捕獲之鬼頭刀為同一族群，親緣關係分析則顯示台灣的樣本和關島族群及夏威夷族群分屬不同族群。故本研究將聚焦於台灣周邊海域族群結構，同時並加入日本海域(西北太平洋)及其他太平洋區域(東太平洋)樣本進行太平洋鬼頭刀族群結構分析比較之研究。

根據 104 至 106 年度之計畫執行成果指出，鬼頭刀產量於 2008 年產量大幅減少後變動趨勢則較為平緩，雖然近年來產量減少但產值卻是呈現增加的趨勢，此顯示鬼頭刀資源對台灣漁業產業之重要性。根據歷年雌雄別鬼頭刀之體長頻度分布，雌雄別歷年之平均體長並無明顯的變動，但近年來出現較多小體型魚之漁獲。雌雄別之體長頻度呈現明顯的月別變動趨勢，且於 6 及 7 月間具有兩個峰群，根據此分析結果顯示台灣東部海域鬼頭刀資源可能於每年的 6 及 7 月間與 11 及

12 月間具有兩個加入群。此外，於 4 至 6 月第一個盛漁期所漁獲體長皆明顯高於其他月別，而 10 至 12 月第二個盛漁期之漁獲體長則明顯較小。各採樣區域的遺傳結構及分化的程度區具有差異，但族群結構仍須持續採集不同年間與擴大樣本數與地理分布以供作後續相關分子生物學實驗之所需。根據生殖腺分析結果，台灣東部海域應為鬼頭刀產卵場，而鬼頭刀終年產卵並且生殖高峰季節約為 3 到 7 月。根據標準化 CPUE 變動趨勢，於每年第 2 季台灣東部海域鬼頭刀會出現 CPUE 之最高峰，而通常於第 4 季又會出現次高峰，然而近年來 CPUE 呈現逐年減少的趨勢。根據成長參數之估計與分析結果，於 2008 及 2009 年前後成長曲線具有差異，而同時期之雌雄別成長曲線亦有差異，而主要差異在於雄魚極限體長明顯高於雌魚。

1.3 計畫目標與最終效益

配合台灣鬼頭刀 FIP 之推動與執行，有必要針對台灣鬼頭刀資源利用進行評估與分析，作為 FIP 工作計畫之科學佐證。

在進行資源之分析與評估前必須針對該資源的群體有一明確的定義，因此有關資源之系群結構為資源分析中為相當重要的一項研究。雖然目前一般是將東太平洋與中西太平洋之鬼頭刀資源分別進行相關之資源分析，然而目前由於太平洋鬼頭刀資源之系群結構仍在有不確定性，因此在進行資源評估前有必要針對太平洋鬼頭之系群結構進行研究分析。因此本研究將持續進行太平洋鬼頭刀之系群結構分析，確立台灣海域鬼頭刀與其他太平洋水域之鬼頭刀資源之類緣關係，以作為日後進行資源評估分析之基礎。

配合鬼頭刀 FIP 的執行，研究團隊規劃長期之研究計畫，以供作為建立台灣海域鬼頭刀資源評估之基礎與發展：(1)進行鬼頭刀生物樣本之採集，進行生活史參數之分析研究，包括成長及生殖生物學等；(2)利用分子遺傳學方法分析太平洋鬼頭刀之族群結構；(3)彙整歷年之漁獲統計及體長量測資料，以各項漁業指標及體型變動趨勢初步分析鬼頭刀之利用情形與資源可能之動態；(4)進行鬼頭刀之 CPUE 標準化，以分析相對資源豐度指標變動趨勢；(5)根據歷年漁獲

量資料與相對資源豐度指標，以進行初步之資源評估分析；(6)整合生活史參數、漁獲量資料、漁獲物體型組成與相對資源豐度指標，以整合資源評估模式進行鬼頭刀之完整資源評估。藉由此長期研究計畫之執行成果，以期提供未來進行台灣鬼頭刀漁業資源管理之科學參考依據。

在過去 104 至 106 年間配合鬼頭刀 FIP 的進行，本研究團隊已陸續進行了漁獲統計資料彙整、生物樣本採集、族群結構初步分析、生殖與成長初步分析以及資源豐度指標變動分析等各項工作。本年度計畫除了持續進行各項資料的彙整及生物樣本採集外，工作重點在於進行族群結構分析、生殖生物學分析以及整合漁獲量資料與相對資源豐度指標等資訊進行台灣海域鬼頭刀資源評估。

第二章 實施方法

2.1 鬼頭刀生殖生物學研究

2.1.1 樣本測量與採集

本研究於宜蘭縣南方澳魚市場及臺東縣成功鎮新港漁市場進行鬼頭刀生殖腺樣本採集，測量記錄包括尾叉長(精確至 0.1cm)、體重(Round weight, RW) (精確至 0.1g)、生殖腺重和肝臟重(精確至 0.01g)。生殖腺經由電子天秤量測後，再將所有的生殖腺樣本以 10%中性福馬林溶液進行固定組織及保存，以待後續之處理與分析。

2.1.2 生殖腺成熟指數

本研究測量每一個生殖腺樣本之重量，並根據其體型資料進行生殖腺成熟指數分析。生殖腺成熟指數(Gonadosomatic index, GSI)計算公式如下：

$$GSI = \frac{GW}{RW} \times 100$$

GSI 為生殖腺成熟指數；

GW 表示生殖腺重(gonad weight)(g)；

RW 表示魚體全重(g)。

2.1.3 肥滿度

為了瞭解鬼頭刀在生殖季節與非生殖季節的能量變化情況，本研究以肥滿度(somatic condition factor)作為型態指標，其公式如下(Dutil and Lambert, 2000；Silva et al., 2013):

$$CF = \frac{(RW - GW)}{FL^3} \times 100$$

CF 為肥滿度；

RW 表示魚體全重(g)；

GW 表示生殖腺全重(g)；

FL 表示尾叉長(cm)。

2.1.3 肝指數

為反映動物體內儲存能量指標，肝指數(Hepasomatic index, HSI)可作為判斷生殖期之指標。其公式如下：

$$HSI = \frac{LW}{RW} \times 100$$

HIS 為肝指數；

LW 表示肝臟重(g)；

RW 表示魚體全重(g)。

2.1.4 生殖腺組織切片之製作

切取固定於 10%中性福馬林之生殖腺組織（約 1cm³），並放置包埋盒以流水清洗 12 小時以去除殘留之固定液，再經脫水（dehydration）、清洗（clearing）、浸潤（infiltration）包埋（embedding）切片（sectioning）及染色（staining）處理後封蓋（mounting），做成永久組織切片標本以利觀察。組織切片處理程序參考 Sheehan and Hrapchak（1973）及 Bancroft and Stevens（1996）之方法，經試驗後略為修改，其處理程序如下：

- (1) 脫水（dehydration）：分別將組織逐漸浸泡於 70%、80%、90%之酒精中各 1 小時，再放入 100%酒精中 30 分鐘，以去除組織內所含水分及殘留固定液。
- (2) 清洗（clearing）：因酒精與石蠟不能互溶，使用二甲苯（xylene）取代組織中之 100%酒精（連續 2 次，每次 30 分鐘），以脫去組織中所含酒精，二甲苯使生殖腺組織更為透明。
- (3) 浸潤（infiltration）：將組織浸入 52~54°C 石蠟中，浸置時間約 1 小時，讓石蠟充分溶入組織中，填充脫水皺縮的細胞，以利進行組織切片。
- (4) 包埋（embedding）：將經處理後組織取出放置鋼模中，使用 Shandon Histocentre 包埋機，注入 58°C 液狀石蠟，注入過程中為避免氣泡產生造

成爾後切片皺摺，必要時以加熱之鑷子伸入石蠟液中趕走氣泡，然後置於冷卻台迅速冷卻。

- (5) 切片 (sectioning)：由包埋鋼模中取出冷卻之組織蠟塊，修切成適當大小，利用手動切片機，切取 4~6 μ m 之連續切片，將切下之切片置於展蠟水槽中展蠟，水溫溫度約 45°C。將載玻片塗上薄薄一層蛋清（蛋白和甘油比例 1:1）作為黏著劑，將展開之組織切片撈附著於玻片上後，置於烘片台上烘乾。
- (6) 染色 (staining)：以二甲苯溶解已烘乾之組織切片上的石蠟，浸泡於 100%酒精中並經逐次降低酒精濃度，以清水清洗後，再以水溶性 Mayer's 蘇木精 (hematoxylin) 進行染色，再經清水清洗，並以酒精溶性的伊紅 (eosin-B) 進行染色，後以清水清洗，再經逐次增加酒精濃度之脫水過程處理後即完成對比染色 (counter-staining)。
- (7) 封蓋 (mounting)：染色完成後之玻片，連續二次在二甲苯中浸泡各一分鐘，使非水性物質鑲嵌於介質中，最後以粘膠 (permount mounting medium) 將蓋玻片覆蓋於組織上，即完成永久組織切片之製作。

2.2 太平洋鬼頭刀之系群結構解析

2.2.1 樣本採集

本年度計畫持續以台灣海域鬼頭刀樣本之採集、粒線體 DNA(mtDNA) 萃取、PCR 引子設計試驗測試為期中研究目標，分別於台東縣新港、宜蘭縣南方澳、屏東縣東港之鬼頭刀進行生物樣本採集，供作計畫研究建置生物資料庫所需，同時亦進行評估澎湖縣漁市場樣本採集之可行性。樣本生物基本資訊包含：體長、體重、性別、採樣日期、及採樣地點(經緯度)，且所有肌肉組織樣本均以濃度 70%以上酒精浸泡，並於室溫下保存。另外，持續採集太平洋其他區域鬼頭刀生物樣本，並擴增日本海域採樣區進行與台灣海域樣本比較分析，以利後續進行西北太平洋區之鬼頭刀遺傳族群結構初步解析。

2.2.2 分子生物學實驗:粒線體 DNA 片段之萃取與增幅

本研究將採集之生物樣本，進行相關分子生物學實驗包含粒線體 DNA 之純化及 ND1 片段 DNA 之定序等，利用粒線體 DNA 的序列特徵解析不同海域鬼頭刀之遺傳族群結構。

- (1) 萃取粒線體 DNA：以不同部位生物樣本 (例如: 魚鰭及肌肉組織)萃取粒線體 DNA，供作後續相關生物學實驗。本研究萃取 crude mtDNA 的方法，主要參考 Hillis and Moritz (1990) 之步驟為主，再依各個樣本保存狀態與實驗情形加以調整，使用方法包含酚-氯仿法 (phenol-chloroform method) 及商業套組法 (DNeasy Blood & Tissue Kit, Qiagen)，以獲得最佳實驗品質之粒線體 DNA，以利後續相關分子生物實驗進行。
- (2) 專一性引子設計: 彙整已發表於 National Center for Biotechnology Information (NCBI)之鬼頭刀粒線體 DNA 基因序列為主要參考之資料庫，並作為設計專一性引子之重要依據。經初步分析，本研究將以 mitochondrially encoded NADH dehydrogenase 1(mtDNA ND1) 為主要研究基因，進行後續太平洋鬼頭刀遺傳族群結構解析研究。
- (3) 粒線體 DNA 片段之增幅：本實驗利用聚合酶連鎖反應 (polymerase chain reaction; PCR) 增幅製備特定研究目標粒線體 DNA 片段，並用於進行後續特定 DNA 片段定序反應。專一性引子之設計為鎖定粒線體 DNA 中的 mitochondrially encoded NADH dehydrogenase 1 (mtDNA ND1)片段，作為後續序列分析之基本資料。同時考慮專一性引子設計注意事項，設計多組引子進行引子專一性實驗，以定序出的 mtDNA ND1 基因片段，探討此粒線體 DNA 片段之變異性。聚合酶連鎖反應之條件，經測試不同反應溫度並多次反覆實際操作，逐次修改而成。聚合酶連鎖反應溶液總積為 25 μ l，其中包括 10X buffer 反應溶液[50mM KCl、10mM Tris-HCl(pH=8.3) 、1.5mM MgCl₂、0.1% gelatin]，200 μ M dNTP(即分別含有相同 200 μ M 濃度的 dATP、dGTP、dTTP、dCTP) 並加上所需增幅一對引子，10 ng/ μ l crude DNA 作為模板(template)於無菌水中，再加入 Super Taq 聚合酶(Taq: *Thermus aquaticus*, HT Bio-technology LTD)，將整管置於溫度循環控制儀，進行以下的 PCR 程式:

Step1: 94°C, 2 mins。預熱。

Step2: 94°C, 1min。將 DNA 雙股變性解開(denaturation)。

Step3: 50°C, 1min10sec.使互補股片段與引子煉合(annealing)。

Step4: 72°C, 2 mins.此時聚合酶進行反應，在引子 3'端的延伸聚反應(extension)。重覆進行 Step2~4,共 35 個循環。

Step5: 72°C,10 mins。

Step6: 4°C,低溫保存 PCR 產物(特定 DNA 片段)。

PCR 產物可由 1%的瓊脂凝膠片(agarose gel)，在 TAE buffer 中進行電泳，並判斷反應物的片段長度及產量。電泳反應條件為電壓 100V，約半小時後，將瓊脂凝膠片置於 0.005%溴化乙錠(ethidium bromide；EtBr)溶液中染色一小時。將瓊脂凝膠片置紫外光下拍照解析，並與標識 DNA(DNA markers；1kb ladder)比較，確認特定 DNA 片段之長度。

2.3 台灣海域鬼頭刀之資源評估分析

2.3.1 漁獲統計資料

在漁獲統計資料部份，本研究彙整自歷年漁業署之漁業統計年報資料以分析台灣歷年鬼頭刀之漁獲產量與產值變動趨勢。另外，本研究亦彙整台東縣新港區漁會、宜蘭縣蘇澳區漁會以及屏東縣東港區漁會自 2000 年至 2017 年之每日拍賣資料，以針對台灣東部海域鬼頭刀資源變動進行分析。由於東港區漁會之卸售漁獲中包含大量之冷凍漁獲物，然而經洽詢東港於 2011 年後拍賣資料始有區分冷凍或生鮮漁獲記錄。

2.3.2 努力量資料推估

本研究將根據過去畫成果中所建立之作業航次與作業時數推估式進行各月別、噸級各航次之努力量(作業時數)推估。此方法是利用 VDR 資料進行作業時數的推估，由於 VDR 資料僅有最近幾年之資料，因此利用近幾年之 VDR 資訊回推歷年資料中每航次之作業時數。本研究根據月別、噸級、航次數等因子之作業時數以泛線性模式(general linear model, GLM)推估模式以進行相對努力量之推估。

$$\bar{Hour}_{ijk} = \exp \left(\mu + \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} M_1 \\ M_2 \\ \vdots \\ M_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} CT_1 \\ CT_2 \\ \vdots \\ CT_j \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Trip_1 \\ Trip_2 \\ \vdots \\ Trip_k \end{bmatrix} \right)$$

其中 i 、 j 及 k 分別為月別、噸級別及航次別之類別數。

2.3.3 漁獲拍賣資料之漁業別辨識

由於漁獲拍賣資料並無登錄各漁船之作業漁法，因此在進行資料時無法依據不同之漁法別進行分析。本研究依據 2000 年至 2017 年之宜蘭蘇澳漁會、台東新港漁會及東港漁會之漁獲拍賣資料中之主要漁獲組成以群級分析法(cluster analysis)進行分群以判別漁業種類，後續再篩選出鬼頭刀延繩釣漁業之資料進行鬼頭刀之資源豐度指標分析。群集分析是以 R 之 kmeans 及 hclust 函數進行計算(The R Foundation for Statistical Computing Platform, 2018)。本研究首先非階層式群級分析法(non-hierarchical cluster analysis)之 K 組平均法(K-means)將原始作業報表資料區分為 k 個群集以考量混合不同魚種之作業情況(將 n 個主要漁獲魚種任取 2 魚種之排列數)，之後再將 K-means 法所得之 k 個群集以階層式群級分析法(hierarchical cluster analysis)配合華式最小變異(Ward minimum variance method)及歐式距離法(Euclidean distances)進行分群。群集分析是以 R 之 kmeans 及 hclust 函數進行計算(The R Foundation for Statistical Computing Platform, 2018)。

2.3.4 CPUE 標準化分析

本研究根據上述所推估之努力量(作業時數)進行 CPUE 之計算，除了年別、月別及噸級別因子外，本研究亦將彙整台灣東部海域之環境因子資料以納入 CPUE 標準化模式進行分析，包括表水溫(sea surface temperature, SST)、水溫離均差(sea temperature anomaly, STA)、海水表面高度(surface sea surface height relative to geoid, SSH)、海水鹽度(salinity, SAL)及混合層深度(mixed layer metric depth below sea surface, MLD)。其中，SST 及 STA 資源來源為 NOAA SST 資料庫(ERSST & OISST_AVHRR)，而 SSH、SAL 及 MLD 資料來源則為 NCEP Global Ocean Data Assimilation System (GODAS)資料庫。然而，由於上述部份環境因子間呈現高度相關性，因此根據初步相關分析結果本研究僅採用 SST、

SSH 及 STA 納入後續之 CPUE 標準化分析。

本研究利用泛線性模式(general linear model, GLM)進行台灣東部鬼頭刀之 CPUE 標準化分析，然而由於時間及環境因子間通常也具有高度相關性，因此本研究不考量納入交感因子。此外，為考量 CPUE 之年及季節性變動趨勢，本研究將 CPUE 標準化模式建構如下：

(1) 年變動模式

$$\log(CPUE + c) = \mu + Y + M + CT + SST + SSH + STA + \varepsilon$$

其中 CPUE 為名目 CPUE (漁獲量 kg/作業時數)；

c 為常數(名目 CPUE 中位數之 10%)

μ 為截距；

Y 為年效應；

M 為月效應；

CT 為漁船噸級別效應；

SST 為表水溫效應；

SSH 為海水表面高度效應；

STA 為水溫離均差效應；

ε 為誤差項， $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ 。

(2) 季節變動模式

$$\log(CPUE + c) = \mu + YQ + CT + SST + SSH + STA + \varepsilon$$

其中 YQ 為年-季效應；

其中年、月、年季及噸級為類別變數，而各項環境因子則為連續變數。模式選擇乃是根據判定係數(R²)、Akaike information criterion (AIC)及 Bayesian information criterion (BIC)統計值，而標準化結果則是以年別效應之最小平方平均值 (least square means) 做為估值。模式是以 R 之 glm 及 lsmean 函數進行運算，模式選擇則是根據 Akaike information criterion (AIC)統計值以逐步迴歸方法進行(stepwise)，而標準化結果則是以年或年-季效應之最小平方平均值 (least square means) 做為估值。

第三章 結果與討論

3.1 鬼頭刀生物生殖生物學研究

3.1.1 樣本彙整與採集

本研究彙整 2006 至 2016 期間總計測量臺東新港漁市場鬼頭刀樣本 29,165 尾(雌性 18,407 尾、雄性 10,758 尾)之體長資料,雌魚樣本體長為 28.8 至 138.0cm(平均為 73.5cm,標準差為 16.2cm),雄魚樣本體長為 30.0 至 154cm(平均為 80.8cm,標準差為 16.1cm)(圖 1)。

此外,本研究按月採集鬼頭刀 442 尾(南方澳漁市場 121 尾,新港漁市場 321 尾)用於生殖生物學組織切片,其中雄魚 212 尾,雌魚 230 尾。雄魚體長介於 47.2 至 139.5cm,體重介於 0.9kg 至 22.9kg;雌魚體長介於 40.0 至 127.5cm,體重介於 0.56kg 至 16.0kg(圖 2)。

3.1.2 基礎測量資料分析

本研究最大概似法檢定的結果顯示兩地點內的雌雄別體重體長關係式具有差異的($P < 0.05$),而兩地點間雌雄各別檢定則無差異的($P > 0.05$),故將兩地樣本合併檢定雌雄間是否有差異,結果具有顯著差異($P < 0.05$),所以雌雄體重體長關係式各別分開估計,其體重體長關係式如下(圖 3):

雄魚:

$$W = 0.015FL^{2.86}, \quad n = 212, \quad r^2 = 0.9405$$

雌魚:

$$W = 0.02FL^{2.78}, \quad n = 229, \quad r^2 = 0.9435$$

3.1.3 生殖腺成熟度指標分析

將兩個採樣地區的雌魚樣本合併分析後所得到之平均 GSI 值月別變化如圖 4，平均月別 GSI 值最低和最高分別為 12 月和 4 月，範圍從 2.24 到 4.28。有兩個高峯值在 4 月和 7 月(GSI=4.1)。從最低值 12 月到 2 月，GSI 平均值都在 3 以下，過了 2 月(GSI=2.82)開始上升至 4 月最高峰(GSI=4.28)，4 月過後開始下降至 6 月(GSI=3.61)，之後為第二個高峯期 7 月(GSI=4.10)，後續則緩降至最低值 12 月(GSI=2.24)。

雄魚平均 GSI 變化趨勢如圖 5 所示，介於 0.4 到 0.6 之間，變化範圍較雌魚小，平均月別 GSI 最低和最高分別在 12 月和 6 月，數值分別為 0.39 和 0.60。雄魚同樣有兩個高峯期，分別在 6 月和 9 月(GSI=0.59)。雄性月別 GSI 從 2 月(GSI=0.46)開始漸漸上升到最高點 6 月(GSI=0.60)，之後緩降至 8 月(GSI=0.54)，9 月為第二個高峯，之後呈下降趨勢到 12 月最低點。

3.1.4 肥滿度月別變化

合併分析所有雌魚的肥滿度月別變化結果如圖 6 所示，從 5 月到 8 月(生殖季期間)，肥滿度平均值相較其他月份較為低，9 月($K_s=0.75$)開始則有增加的趨勢，至 12 月達最高值之 0.82，並在 1 月下降($K_s=0.74$)，1 月到 4 月($K_s=0.75$)變化幅度不明顯，但與 5 月($K_s=0.68$)到 8 月($K_s=0.67$)的各月平均值相比，明顯較高許多。雄魚部份如圖 7 所示，在 6 月開始上升($K_s=0.77$)，11 月為最高峰，數值為 0.88，之後呈下降趨勢到 5 月之最低點，數值為 0.76。

3.1.5 肝指數月別變化

在肝臟指數方面，雌魚在八、九月達最高峰，遠高於其他月份(圖 8)，雄魚方面則沒有太大的起伏，8 月是最高峰，2 月(HSI=0.83)和 7 月(HSI=0.82)為最低點(圖 9)。

3.2 太平洋鬼頭刀之系群結構解析

3.2.1 鬼頭刀肌肉樣本之採集

本年度研究主要以 2013、2014、2016 及 2017 年之臺灣海域(澎湖、東港及蘇澳等海域)所委託漁船捕獲之鬼頭刀為主要分析樣本，另加入日本長崎及鹿兒島海域樣本，同時加強其他太平洋海域生物樣本之持續採集，以期增進生物樣本資料庫之完整性。生物資訊包含體長、體重、性別、採樣日期、採樣地點(經緯度)，且所有肌肉組織樣本均以濃度 70%以上酒精浸泡，並於室溫下保存。本年度進行粒線體 DNA 分子遺傳之分析樣本包含台灣西部海域—澎湖、台灣南部海域—屏東東港、台灣東北部海域—宜蘭蘇澳以及台灣東部海域—新港。於臺灣海域各採樣點共採得 313 隻魚體之肌肉樣本，其中包括澎湖 13 隻樣本、東港 10 隻樣本、蘇澳 89 隻樣本及新港 201 隻樣本。另外，於其他太平洋海域樣本共得日本海域樣本 68 隻，包含長崎海域樣本 29 隻及鹿兒島海域樣本 39 隻。另於東太平洋海域(Manta, Ecuador) 共採得 23 隻。日後仍將持續擴大樣本數量及採樣區域涵蓋範圍，期結合台灣海域之樣本進行太平洋鬼頭刀遺傳族群結構分析。

3.2.2 粒線體 DNA 萃取與專一性引子設計

自生物肌肉樣本中萃取其 DNA，供作後續相關分子生物學實驗之所需，初步進行 313 尾鬼頭刀肌肉樣本之 DNA 萃取實驗，以設計之專一性引子執行聚合酶連鎖反應，並執行序列分析，供作解析遺傳族群結構各項統計介量之基礎生物資訊。本研究之 mtDNA 萃取方法包含酚-氯仿法 (phenol-chloroform method)及商業套組法 (DNeasy Blood & Tissue Kit, Qiagen)，並分別以不同部位之生物樣本組織進行 mtDNA 粗萃取實驗，供作相關分子生物實驗所需。

本研究彙整前人之鬼頭刀相關遺傳族群結構研究及已發表於 National Center for Biotechnology Information (NCBI)之鬼頭刀粒線體 DNA 基因序列為主要參考資訊，作為設計專一性引子之重要依據。並以 mitochondrially encoded NADH dehydrogenase 1(mtDNA ND1) 為主要研究基因，彙整基因資料庫中 mtDNA ND1 序列(AF256056; AF272054-272061; AF290386-290390) 作為本研究之引子設計參考基因資料庫。此段 mtDNA ND1 基因中，各核苷酸分布百分比約為 A: 23.9%; T: 31.3%; C:27.8%; G:17.1%，基因序列總長度約 973 bp，變異程度約 5.7%。且此段基因前段及後段序列均較為保守，中段之後變異逐漸增多，以此序列特徵為設計引子之重要概念，同時參考前人研究，設計多組引子進行測試，以利成功增幅特定 DNA 片段。將成功經由 PCR 增幅之特定 DNA 片段

PCR 產物以 1%的瓊脂凝膠片(agarose gel)，在 TAE buffer 中進行 PCR 產物電泳，以 PCR 產物電泳膠片圖判斷反應物的片段長度及產量。經由 PCR 增幅定序所得到之可供族群結構研析之特定 DNA 片段序列長度約為 770bp。初步將本片段序列資料與 GenBank 中已知基因序列資料比對並確認其基因界限後，顯示本片段為 mtDNA ND1 之部份基因序列資料，確立設計引子之專一性(圖 10 至 11)。

3.3 台灣海域鬼頭刀之資源評估分析

3.3.1 努力量資料推估

根據本研究過去 GLM 各項因子之參數估計，配合宜蘭縣蘇澳區漁會、台東縣新港區漁會及屏東縣東港區漁會拍賣資料之各漁船之卸售航次數可進一步推估各漁船歷年之月別努力量(作業時數)。但由於近年來配合 VDR 所進行之調查計畫中，CTR 漁船並非調查之採樣對象，因此造成 CTR 漁船並無資料可供推估，因此本研究僅能假設 CTR 之作業時數與 CT0 相同。根據新港區漁會拍賣資料所屬漁船之歷年努力量推估結果顯示於 2008 年開始有減少至低於歷年平均情趨勢，蘇澳區漁會之部份則是於 2007 年後呈現大幅且逐年減少的趨勢，然而由於東港區漁會之資料於 2011 年前無法藉由冷凍漁獲區分外洋或沿近之作業資料，因此努力量變動趨勢於 2011 年前後有相當大的落差(圖 13 至 15)。

3.3.2 漁業別辨識之群集分析

宜蘭蘇澳區漁會及台東縣新港區漁會之漁獲拍賣資料中共計有登錄超過 200 魚種項目，本研究根據歷年漁獲量進行篩選，以根據最為重要之漁獲魚種進行後續之漁業別辨識之群集分析。新港區漁會較為重要的漁獲魚種約為 14 種，約佔 90.9%，其他物種比例皆不到 1%且總量僅約為 9%，故其他魚種之漁獲量累計為一類，因此新港區漁會之漁獲魚種共計區分為 15 類；蘇澳區漁會較為重要的漁獲魚種約為 17 種，約佔 97.6%，其他魚種比例皆不到 1%且總量不到 3%，故其他魚種之漁獲量累計為一類，因此蘇澳區漁會之漁獲魚種共計區分為 18 類；東港區漁會較為重要的漁獲魚種約為 17 種，約佔 98.2%，其他魚種比例皆不到 1%且總量不到 3%，故其他魚種之漁獲量累計為一類，因此東港區漁會之漁獲魚種共計區分為 18 類(表 3)。

本研究根據上述之主要漁獲魚種分別針對蘇澳區漁會及新港區漁會之漁獲拍賣資料進行群集分析，首先非階層式群級分析法之 K 組平均法(K-means)將原始拍賣作業資料區分為 k 個群集以考量混合不同魚種之作業情況(將 21 個魚種任取 2 魚種之排數)，蘇澳區漁會之拍賣作業資料區分 324 群集，新港區漁會之

拍賣作業資料區分 225 群集，之後再將 K-means 法所得之群集以階層式群級分析法進行分群。有關階層式集群數的選擇，本研究參考 He et al. (1997) 之方法選擇需讓某些群集能保有最大的主要對象魚種漁獲，再逐漸群集以納入其他魚種的資訊，但至少仍要有一群集包含 5% 至 10% 以上的資料數。

針對新港區漁會拍賣資料之群集分析，本研究最後選取 6 個群集數(圖 16)，而各群集之歷年漁獲魚種組成如圖 17 所示，根據群集分析及漁獲魚種組成之結果可明顯針對各漁業作業種類進行辨識：

- (1) 第 1 群集：此群集幾乎由鬼頭刀漁獲組成，其他魚種之漁獲量明顯較少，因此該群集可判別為鬼頭刀延繩釣漁業。
- (2) 第 2 群集：漁獲魚種較為多樣，但主要以白皮旗魚、鯊類、鬼頭刀、黃鰭鮪為較多，因此該群集可判別為鮪延繩釣漁業但兼營鏢旗魚。
- (3) 第 3 群集：漁獲魚種中幾乎由其他魚種所組成，因此該群集於此海域應可判別為一支釣或其他雜魚漁業。
- (4) 第 4 群集：漁獲魚種中大多由小串所組成，亦有部份之真鯷、黃鰭鮪、鬼頭刀及黑皮旗魚，因此該群集可判別為鮪延繩釣漁業。
- (5) 第 5 群集：漁獲魚種中大多為其他鯛類及其他魚種所組成，因此該群集應屬於為一支釣漁業。
- (6) 第 6 群集：漁獲魚種中幾乎由雨傘旗魚所組成，因此該群集可判別為刺網漁業。

針對蘇澳區漁會拍賣資料之群集分析，本研究最後亦選取 6 個群集數(圖 18)，而各群集之歷年漁獲魚種組成如圖 19 所示，根據群集分析及漁獲魚種組成之結果可明顯針對各漁業作業種類進行辨識：

- (1) 第 1 群集：此群集幾乎由鬼頭刀漁獲組成，其他魚種之漁獲量明顯較少，因此該群集可判別為鬼頭刀延繩釣漁業。
- (2) 第 2 群集：此群集幾乎由黃鰭鮪漁獲組成，亦有少部份鬼頭刀漁獲，因此該群集可判別為鮪延繩釣漁業。
- (3) 第 3 群集：漁獲魚種較為多樣，但主要以什魚及小蝦等為較多，因此該群集於此海域應可判別為拖網魚漁業。
- (4) 第 4 群集：漁獲魚種中大多由鯖魚漁獲所組成，另外鱆魚亦佔有較大比例，因此該群集可判別為扒網漁業。
- (5) 第 5 群集：漁獲魚種中主要由黑皮旗魚、黑鮪及黃鰭鮪等所組成，因此該群集應屬於為鮪延繩釣漁業。
- (6) 第 6 群集：漁獲魚種中幾乎為其他魚種，因此該群集可判別為其他雜魚漁業。

針對東港區漁會拍賣資料之群集分析，本研究最後亦選取 7 個群集數(圖

20)，而各群集之歷年漁獲魚種組成如圖 21 所示，根據群集分析及漁獲魚種組成之結果可明顯針對各漁業作業種類進行辨識：

- (1) 第 1 群集：此群集幾乎由黃鰭鮪漁獲組成，其他魚種之漁獲量明顯較少，因此該群集可判別為鮪延繩釣漁業。
- (2) 第 2 群集：此群集幾漁獲魚種較為多樣，但主要是以水鯊、鬼頭刀、黃鰭鮪、黑皮旗魚等魚種，因此該群集可判別為鮪延繩釣漁業。
- (3) 第 3 群集：漁獲魚種以大鯊為主，亦有部份黑皮旗魚，因此該群集於此海域應可判別為鯊魚延繩釣漁業。
- (4) 第 4 群集：漁獲魚種中主要是有黑鮪所組成，另外黃鰭鮪及黑皮旗魚亦佔有較大比例，因此該群集可判別為鮪延繩釣漁業。
- (5) 第 5 群集：漁獲魚種中主要由黑皮旗魚所組成，因此該群集應屬於為以旗魚為主之延繩釣漁業。
- (6) 第 6 群集：漁獲魚種中幾乎櫻花蝦，因此該群集可判別為櫻花蝦拖網漁業。
- (7) 第 7 群集：漁獲魚種中幾乎赤尾青蝦，因此該群集可判別為櫻花蝦結束後轉作赤尾青蝦之拖網漁業。

根據新港、蘇澳及東港區漁會拍賣資料之群集分析結果顯示，即使拍賣資料庫中並未登錄作業漁法，但透過統計分析結果仍是可依漁獲魚種組成明確地將作業漁法判別出來。此外，新港、蘇澳及東港區漁會拍賣資料之群集中皆有一群集之鬼頭刀漁獲量為最多，其他群集之鬼頭刀則非常之少(圖 22 至 24)。因此後續進行 CPUE 標準化分析時，本研究將以新港及蘇澳區漁會拍賣資料之集群 1 資料進行分析。

然而，由於東縣東港區漁會冷凍漁獲佔有相當大的比例，而冷凍漁獲大多於外洋漁獲或遠洋返台卸售，並非為台灣水域作業所漁獲。因此，本研究雖嘗試進行西南區之冷凍與生鮮漁獲分析，結果發現於 2011 年後排除冷凍漁獲後鬼頭刀漁獲呈現相當劇幅的減少(圖 24)，且由於可區分資料之時間序列過短，若合併外洋、遠洋及沿近海漁獲進行後續分析並不合適。

3.3.3 CPUE 標準化分析

由於 2017 年整年度部份環境因子資料尚無法取得，因此本研究暫不將環境因子納入於 CPUE 標準化模式之中進行分析。

(1) 新港區資料之鬼頭刀 CPUE 標準化

在年變動模式部份經由逐步迴歸分析結果各項主效應則保留於模式中。表

4 為 GLM 分析之 ANOVA 表，而模式對於 CPUE 變異數之解釋比例(R^2)為 55.2%，其中又以漁船噸級之解釋能力最高。圖 25 為殘差分布圖，結果顯示殘差分布及常態機率圖(Quantile-Quantile Plot)符合常態分布之假設。

在季節變動模式部份，經由逐步迴歸分析結果各項主效應則保留於模式中。表 6 為 GLM 分析之 ANOVA 表，而模式對於 CPUE 變異數之解釋比例(R^2)為 55.3%。在季節變動模式中，漁船噸級對於 CPUE 仍是最具有解釋能力之因子。圖 26 為殘差分布及常態機率圖，結果顯示殘差分布符合常態分布之假設。

根據年別標準化 CPUE 之變動趨勢，於 2000 至 2007 年間呈現逐年增加，之後至 2009 年間則大幅減少，雖然 2013 及 2014 年又有增加，但其後變動趨勢仍是呈現減少的趨勢(圖 27)。

根據季別標準化 CPUE 之變動趨勢，大致上每年第 2 季為鬼頭刀會 CPUE 高峰，另外在第 4 季左右會出現次高峰，但若以大趨勢來看同樣顯示近年來標準化 CPUE 呈現逐年減少的趨勢(圖 28)。

(2) 蘇澳區資料之鬼頭刀 CPUE 標準化

在年變動模式部份經由逐步迴歸分析結果各項主效應則保留於模式中。表 5 為 GLM 分析之 ANOVA 表，而模式對於 CPUE 變異數之解釋比例(R^2)為 34.7%，其中又以漁船噸級之解釋能力最高。圖 29 為殘差分布圖，結果顯示殘差分布及常態機率圖(Quantile-Quantile Plot)符合常態分布之假設。

在季節變動模式部份，經由逐步迴歸分析結果各項主效應則保留於模式中。表 5 為 GLM 分析之 ANOVA 表，而模式對於 CPUE 變異數之解釋比例(R^2)為 34.3%。在季節變動模式中，漁船噸級對於 CPUE 仍是最具有解釋能力之因子。圖 30 為殘差分布及常態機率圖，結果顯示殘差分布符合常態分布之假設。

根據年別標準化 CPUE 之變動趨勢，同樣是於 2000 至 2007 年間呈現逐年增加，之後至 2011 年間則大幅減少，隨後又有增加但近幾年呈現變動的趨勢(圖 31)。

根據季別標準化 CPUE 之變動趨勢，大致上每年第 2 季為鬼頭刀會 CPUE 高峰，但近幾年較無明顯季節變動特徵，歷年來亦無像新港區於第 4 季左右再次出現次高峰，此外於部份季節之估計結果變異相當大，以大趨勢來看 2007 年來標準化 CPUE 呈現逐年減少的趨勢，但近年來變動幅度較大(圖 32)。

(3) 整合新港與蘇澳區資料之鬼頭刀 CPUE 標準化

在年變動模式部份經由逐步迴歸分析結果各項主效應則保留於模式中。表

6 為 GLM 分析之 ANOVA 表，而模式對於 CPUE 變異數之解釋比例(R^2)為 54.5%，其中又以漁船噸級之解釋能力最高。圖 33 為殘差分布圖，結果顯示殘差分布及常態機率圖(Quantile-Quantile Plot)符合常態分布之假設。

在季節變動模式部份，經由逐步迴歸分析結果各項主效應則保留於模式中。表 6 為 GLM 分析之 ANOVA 表，而模式對於 CPUE 變異數之解釋比例(R^2)為 54.3%。在季節變動模式中，漁船噸級對於 CPUE 仍是最具有解釋能力之因子。圖 34 為殘差分布及常態機率圖，結果顯示殘差分布符合常態分布之假設。

根據年別標準化 CPUE 之變動趨勢，非常接近於新港區之結果，同樣於 2000 至 2007 年間呈現逐年增加，之後至 2009 年間則大幅減少，雖然 2013 及 2014 年又有增加，但其後變動趨勢仍是呈現減少的趨勢(圖 35)。

根據季別標準化 CPUE 之變動趨勢，同樣較接近於新港區之結果，大致上每年第 2 季為鬼頭刀會 CPUE 高峰，另外在第 4 季左右會出現次高峰，若以大趨勢來看同樣顯示近年來標準化 CPUE 呈現逐年減少的趨勢(圖 36)。

第四章 檢討與建議

4.1 正確卸漁資料之重要性

在本研究所採用之台東縣新港區漁會、宜蘭縣蘇澳區漁會以及屏東縣東港區漁會之拍賣資料中，皆無漁船於該航次之作業漁法資訊。然而，根據本研究以統計方法進行漁獲魚種組成比例之群集分析後，可以非常成功地進行作業漁法別的辨識。因此，即使在作業漁法資訊不完整的情形下，若能詳實記錄魚種別之漁獲量資料，仍可以透過此資料進行漁法種類的判別。近年來，漁業署極力推廣卸漁聲明書之填寫，未來若能透過此資料的詳實填報，將可以對漁法別之漁業及資源分析具有相當大的助益。

4.2 生物學研究之重要性

在進行資源之分析與評估前必須針對該資源的群體有一明確的定義，因此有關資源之系群結構為資源分析中為相當重要的一項研究。本研究已於台灣南部海域、台灣東北部海域以及台灣東部海域各採樣點進行魚體之肌肉樣本採集，亦於透過學術合作蒐集得東太平洋海域及日本南部海域之肌肉樣。但為了完成整個太平洋海域或其他洋區之鬼頭刀族群結構分析，漁業署業已將鬼頭刀樣本收集納入觀察員之工作項目中，以取得太平洋海域及其他洋區或水域之鬼頭刀肌肉樣本，以利進行不同洋區或水域鬼頭刀系群結構之比較分析。未來持續透過回收樣本之分析將會對太平洋鬼頭刀資源之族群結構能有更為明確的分析。

此外，生物性樣本資料的收集以及生物參數的估計將是未來減少資源評估結果不確定性的重要工作項目，例如及雌雄別之體型資料、系群結構分析、年齡成長分析、生殖生物學研究以及各項生活史參數估計等。鬼頭刀為台灣為東部海域最為重要的經濟性漁獲魚種之一，為改善鬼頭刀 1 之資源評估分析，除了持續改漁業統計資料之收集外，亦應加強各項生物樣本蒐集與研究。

4.3 努力量資料缺乏之問題

鬼頭刀幾乎皆由延繩釣漁業所漁獲，而分析延繩釣漁業之努力量應是以每次作業之投放鈎數為最佳，但在台灣沿近海漁業域長期缺乏實際努力量資料蒐集之情形下，在過去進行鬼頭刀 CPUE 分析時僅能利用航次數作為努力量之代表值。然而，不同規模之作業漁船在海上作業的天數不盡相同，每航次中作業次數與投放鈎數亦不相同，因此若根據航次數以齊頭式方法作為努力量之代表值，可能會造成後續在估計 CPUE 時的偏差。本研究嘗試以樣本船之 VDR 資

料以作業時數之方式推估不同條件下之努力量代表值，然而由於樣本船之數量有限，在進行模式分析時可能於部份類別上因資料點不足而造成估計結果的偏差。因此，未來若能納入更多船漁之 VDR 資料，例如納入港口查報員調查漁船之 VDR 資料，應該能進一步改善估計結果之代表性。

第五章 成果效益說明及重大突破

5.1 學術成就(科技基礎研究)

本研究針對鬼頭刀資源進行了資源豐度指標分析、資源之系群結構分析以及生殖生物學分析，這些成果不僅是瞭解對象魚種之資源結構與變動之重要項目，亦提供了該魚種之生活史資訊，而各項指標及參數估計結果亦是後續進行資源評估時重要之參考依據，而這些參數皆會影響到該魚種之資源評估結果，因此本研究之成果對於未來進行太平洋鬼頭刀資源解析與評估具有重要之參考價值。

5.2 技術創新(科技技術創新)

一般在台灣沿近海漁業之拍賣資料中皆登記無漁船於該航次之作業漁法資訊。本研究以統計方法進行漁獲魚種組成比例之群集分析後，可以非常成功地進行作業漁法別的辨識，因此即使在作業漁法資訊不完整的情形下仍可以透過此資料進行漁法種類的判別。本研究除了以基礎之樣本量測資料進行各項生物指標變動趨勢分析外，亦採用組織學之分析方法進行性成熟與生殖活動判斷。另外，本研究亦採用基因分子生化技術分析太平洋頭鬼頭刀族群結構。

5.3 經濟效益(經濟產業促進)

新港鬼頭刀近 10 年的漁獲平均量約 2,600 公噸左右，平均產值約台幣 1.6 億元，在盛漁期時，一艘船一天最多可捕獲將近上千公斤的魚，對當地漁民來說是相當重要的收入來源。因此，為維護此重要漁業資源，新港區漁會、採購商、加工廠、貿易商及當地漁民共同主動發起 FIP 行動，希望能透過 FIP 使這項漁業資源得以永續發展，讓賴此漁業為生的所有人，能永續經營此漁業。本研究配合鬼頭刀 FIP 的執行，以供作為建立台灣海域鬼頭刀資源評估之基礎與發展，對未來鬼頭刀漁業產業的持續發展具有一定程度的助益。

5.4 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

台灣海域鬼頭刀之漁獲，主要以美國為重要外銷市場，為達到在漁產品穩定供應與保護海洋資源間取得平衡之保育目標，台東縣新港區漁會及產業界之

利益相關者自 2014 年開始建立台灣之鬼頭刀漁業改進計畫，發展至今蘇澳及東港區漁會也已加入台灣鬼頭刀漁業改進計畫之行列。除了改善漁業資料統計系統、加強混獲物種資料收集、提升現有管理策略與決策程序等目標外，同時以最佳可得科學資料為基礎，發展預警策略及漁獲量管控措施，使資源可以在保育基礎下永續利用。本研究配合鬼頭刀改進計畫的執行，研究團隊規劃長期之研究計畫，以供作為建立台灣海域鬼頭刀資源評估之基礎與發展。

5.5 其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)

本研究除了於台灣沿近海域漁獲之鬼頭刀漁獲進行採用分析外，亦於透過學術合作蒐集其他水域之樣本。此外，東太平洋之美洲熱帶鮪類委員會(IATTC)也已極積發展國際合作進行東太平洋鬼頭刀之生物學研究及資源評估分析。為求太平洋海域鬼頭刀資源永續利用，除了進行國際合作研究才能產出更為完整之分析結果，而參與國際合作，無論是對於科學研究、政策管理或法規制度的人才培育皆會具有相當大的助益。

5.6 國際比較

過去有關太平洋鬼頭刀的研究分析大多著重各生物學研究，近年來有台灣與日本亦有多項研究成果，而台灣與日本目前的樣本來源同處於西北太平洋海域，因此仍需要整合太平洋其他水域之樣本或是分析結果才能對於太平洋鬼頭刀生物學研究能有更為完整的瞭解。此外，過去有關鬼頭刀資源評估的研究並不多，台灣過去曾經以傳統資源評估方法以及現今最為流行之系群整合模式進行資源狀態評估。現今 IATTC 也正積極發展東太平洋鬼頭刀資源評估，未來除了在系群結構及生物學上與東太平洋進行比較分析外，資源評估的發展也將會影響未來對於此魚種之管理策略。

參考文獻

- Bancroft, J., Stevens, A., & Turner, D. (1996). Theory and practice of histological techniques 4th Ed Churchill Living Stone, New York Edinburgh. Madrid, Sanfrancisco, 766 pp.
- Beardsley, G.L. Jr. (1967). Age, growth and reproduction of the dolphin, *Coryphaena hippurus*, in the Straits of Florida. *Copeia*, 1967: 441-451.
- Bentivoglio, A. A. (1988). Investigations into the growth, maturity, mortality rates and occurrence of the dolphin (*Coryphaena hippurus*, Linnaeus) in the Gulf of Mexico. M.Sc. thesis, University College of North Wales, Bangor, UK. 37 pp.
- Chiang, W.C., C.L. Sun, S.P. Wang, S.Z. Yeh, Y. Chen, W.C. Su, D.C. Liu, W.Y. Chen (2009). Sex-specific per recruit analysis of the sailfish, *Istiophorus platypterus*, in the waters off eastern Taiwan. *Fish. Bull.* 107: 265-277.
- Chiang, W. C., Sun, C. L., Yeh, S. Z., Su, W. C., & Liu, D. C. (2006). Spawning Frequency and Batch Fecundity of the Sailfish (*Istiophorus platypterus*)(Istiophoridae) in Waters off Eastern Taiwan. *Zoological Studies*, 45(4), 483-491.
- Diaz-Jaimes, P., M. Uribe-Alcocer, A. Rocha-Olivares, F. J. Garcia-de-Leon, P. Nortmoon, and J. D. Durand (2010). Global phylogeography of the dolphinfish (*Coryphaena hippurus*): The influence of large effective population size and recent dispersal on the divergence of a marine pelagic cosmopolitan species. *Molecular phylogenetics and evolution* 57: 1209-1218.
- Lee, C. L., and S. H. Shung. (1986). Survey of fishing ground of dolphinfish in eastern waters of Taiwan. *Bull. Taiwan Fish. Res. Inst.* 40: 61-71.
- Mahon, R. and H.A. Oxenford (1999). Precautionary assessment and management of dolphinfish in the Caribbean. *Sci, Mar.* 63(3-4): 429-438.
- Massutí, E. and B. Morales-Nin (1997). Reproductive biology of dolphin-fish (*Coryphaena hippurus* L.) off the island of Majorca (western Mediterranean). *Fish. Res.* 30:57-65.
- Murray, P.A. (1985). Growth and mortality in the dolphin-fish *Coryphaena hippurus* caught off Saint Lucia, W.I. In: WECAFC (ed.), National reports and selected papers presented at the fourth session of the Working Party on assessment of marine fishery resources, pp. 147-153. Paipa, Department of Boyaca, Colombia, 29 October - 2 November, 1984. *FAO Fish.Rep.* 327, 290 pp.
- Nishida, T., Kitakado, T., Iwasaki, K., Itoh, K. (2014). ADmodel Builder

- implemented age-structured production model (ASPM) software (VERSION 3, 2014) –User' s manual. IOTC-2014-WPTT16-54 REV_1.
- Oxenford, H.A. and W. Hunte. (1983). Age and growth of dolphin, *Coryphaena hippurus*, as determined by growth rings in otoliths. *Fish. Bull.* 81: 906-909.
- Oxenford, H.A., and W. Hunte (1986a). A preliminary investigation of the stock structure of the dolphin, *Coryphaena hippurus*, in the western central Atlantic. *Fish. Bull.* 84: 451-460.
- Oxenford, H.A. and W. Hunte (1986b). Migration of the dolphin (*Coryphaena hippurus*) and its implications for fisheries management in the western central Atlantic. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 37: 95-111.
- Oxenford, H.A. and W. Hunte (1987). Long-term trends in abundance of the dolphin, *Coryphaena hippurus* near Barbados. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 38: 510-527.
- Oxenford, H.A. and W. Hunte (1999). Feeding habits of the dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Caribbean. *Sci.Mar.* 63(3-4): 303-315.
- Patterson, K. E. and J. Martinez (1991). Exploitation of the dolphinfish *Coryphaena hippurus* L. off Ecuador: Analysis by length-based virtual population analysis. *Fishbyte* 9: 21-23.
- Potoschi, A., O. Reñones, and L. Cannizzaro (1999). Sexual development, maturity and reproduction of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the western and central Mediterranean. *Sci. Mar.* 63: 367-372.
- Punt, A. E. 1994. Assessments of the stocks of Cape hakes, *Merluccius* spp. Off South Africa. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 14 : 159-186.
- Restrepo, V. 1997. A stochastic implementation of an Age-structured Production model (ICCAT/ SCRS/97/59), 23pp.
- Rocha-Olivares, A., M. Bobadilla-Jimenez, S. Ortega-Garcia, N. Saavedra-Sotelo and J.R. Sandoval-Castillo (2006). Mitochondrial variability of dolphinfish *Coryphaena hippurus* populations in the Pacific Ocean. *Ciencias Marinas* 32, 569–578.
- Rose, C.D. and W.W. Hassler. (1968). Age and growth of the dolphin, *Coryphaena hippurus* (Linnaeus), in North Carolina waters. *Trans. Am. Fish. Soc.* 97: 271-276.
- Sakamoto, R. and S. Kojima. (1999). Review of dolphinfish biological and fishing data in Japanese waters. *Sci. Mar.* 63: 375-385.
- Sheehan, D. C., & Hrapchak, B. B.(1973). *Theory and practice of histotechnology.* The C.V. Mosby Comp. Toronto, London.
- Uchiyama, J. H., R. K. Burch, and S. Kraul Jr. (1986). Growth of dolphins, *Coryphaena hippurus* and *C. equiselis* in Hawaiian waters, as determined by

- daily increments on otoliths. Fish. Bull. 84: 186-191.
- Wu, C. C., W. C. Su, and T. Kawasaki (2001). Reproductive biology of the dolphinfish *Corphaena hippurus* on the east coast of Taiwan. Fish. Sci. 67: 784-793.
- 丁皎 (2014)。以粒線體 NADH 1 及控制區(D-LOOP)探討鬼頭刀(*Coryphaena hippurus*)在台灣海域族群遺傳結構。國立中山大學生物科學系研究所碩士論文。54 頁。
- 王健雄、王世斌 (2004)。近海鬼頭刀資源潛量評估。九十二年度行政院農業委員會科技計畫研究報告，19 頁。
- 江偉全、林富家、許紅虹、陳文義、蘇偉成 (2005)。臺灣東部海域鬼頭刀雌雄異型與性比。水產試驗所專訊，10:11-15。
- 吳常瑛，2010。以資源整合模式進行台灣東部海域鬼頭刀資源評估之研究。國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學研究所碩士論文，107 頁。
- 張伊坊 (2006)。台灣東部海域鬼頭刀的日齡與成長之研究。國立台灣大學海洋研究所碩士論文。
- 陳文義 (2003)。鬼頭刀資源量之調查與評估。台灣省水產試驗所九十二年度年報。
- 陳文義 (2004)。鬼頭刀資源量之調查與評估。台灣省水產試驗所九十三年度年報。
- 陳文義 (2007)。台灣東部海域鬼頭刀之資源評估與調查。水產試驗所東部海洋生物研究中心。
- 陳文義、江偉全、許紅虹、許儷玉、蘇偉成 (1999)。台灣東部海域鬼頭刀漁獲量變動趨勢與成長參數之研究。水產研究，7(1&2):1-9。
- 陳郁凱、陳文義、江偉全、林富家、許紅虹、蘇偉成 (2006)。以多體長頻度分析法 (MULTIFAN) 估計台灣東部海域鬼頭刀之年齡、成長及死亡率。水產研究，14(1):37-48。
- 鄭羽超 (2006)。臺灣東部海域鬼頭刀年齡與成長及死亡率之估計。國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學研究所碩士論文。

附圖

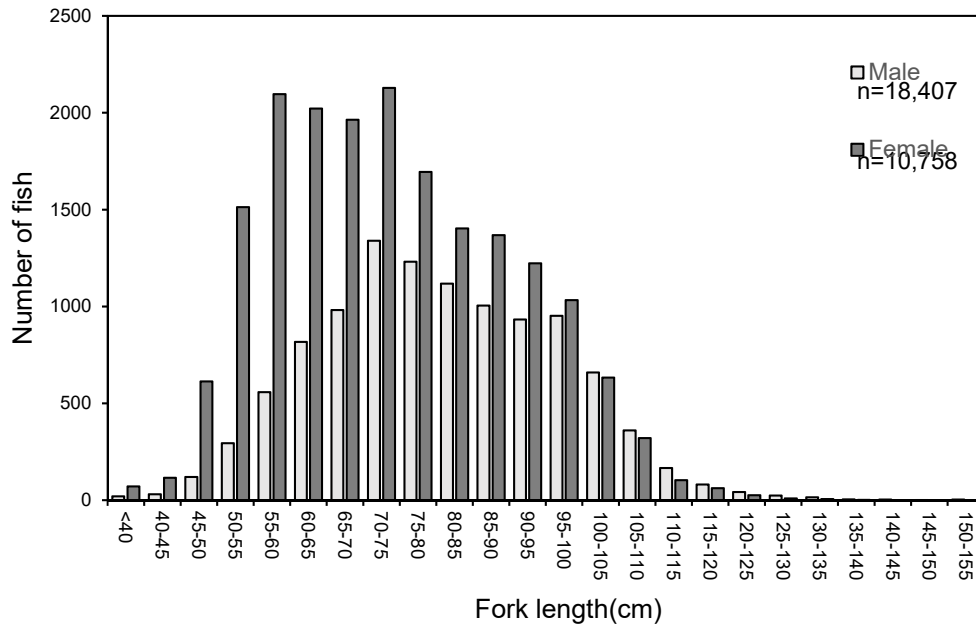


圖 1. 2006 年至 2016 年台灣東部鬼頭刀漁獲體長頻度。

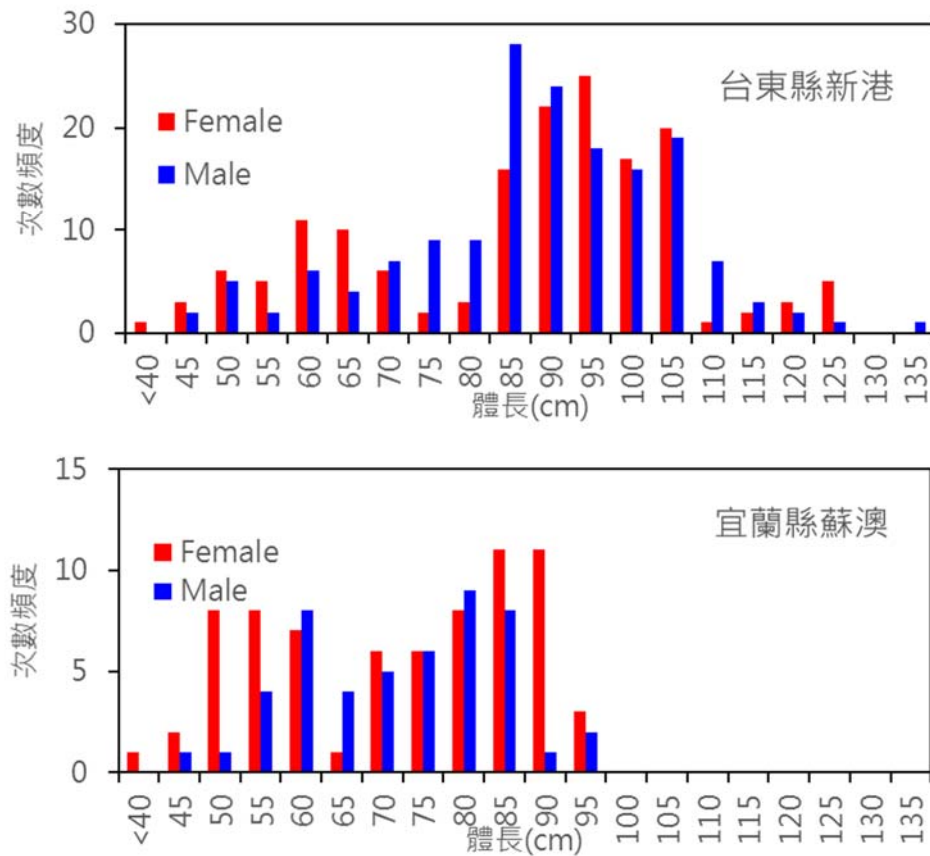


圖 2. 2016 年至 2017 年台灣東部海域鬼頭刀生殖腺樣本之漁獲體長頻度。

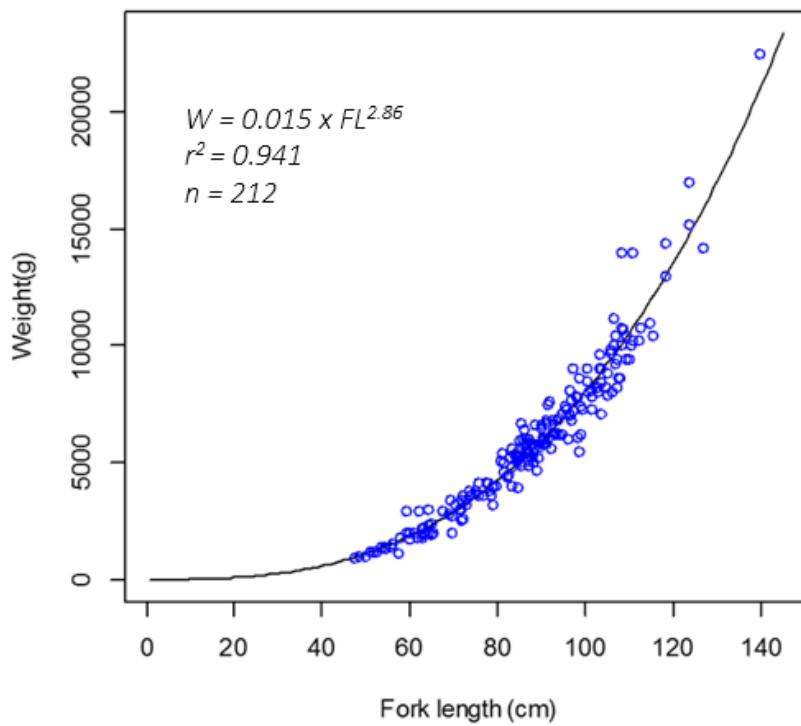
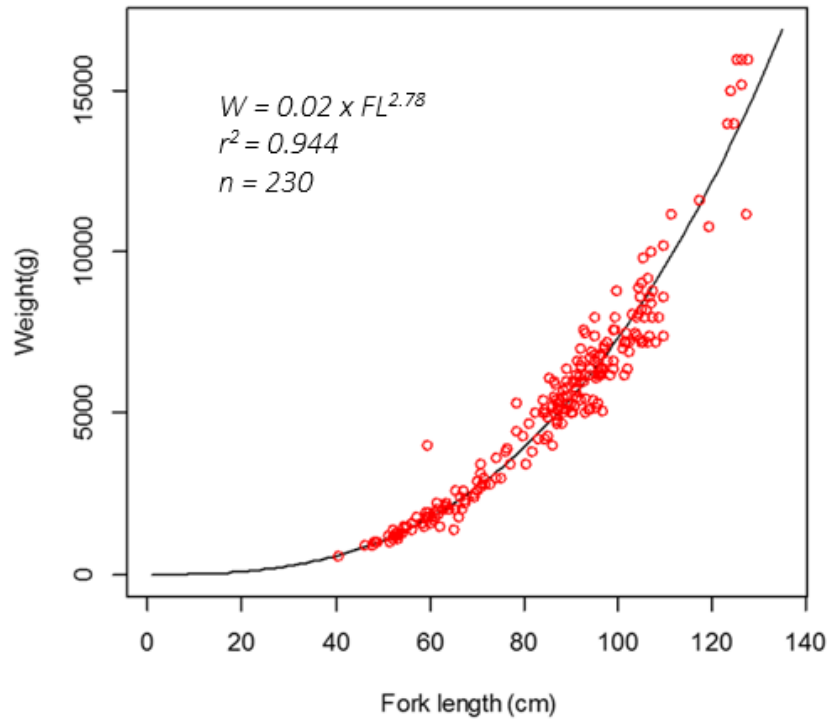


圖 3. 台灣東部海域鬼頭刀生殖腺樣本之雌(上圖)與雄(下圖)別體長與體重關係式。

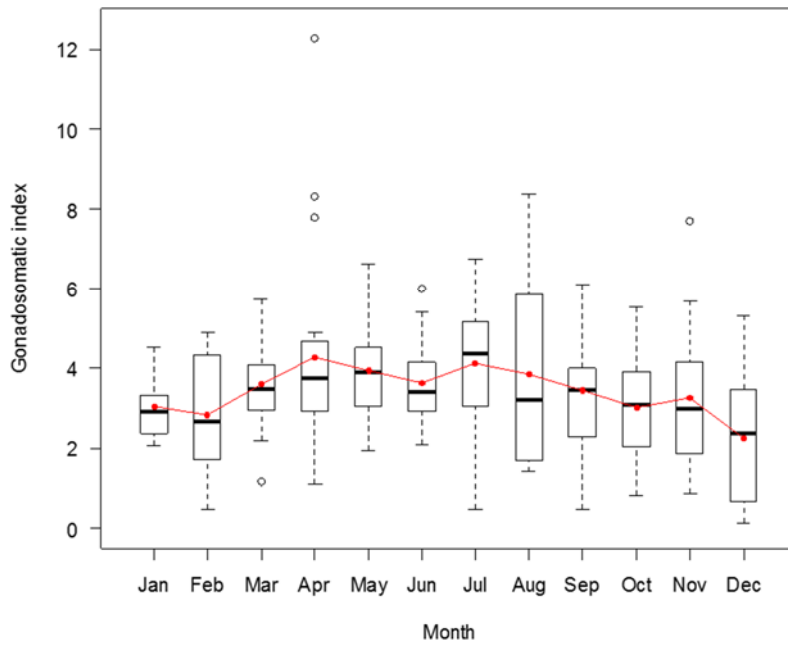


圖 4. 台灣東部海域鬼頭刀雌性生殖腺樣本魚體之生殖腺成熟度指數。

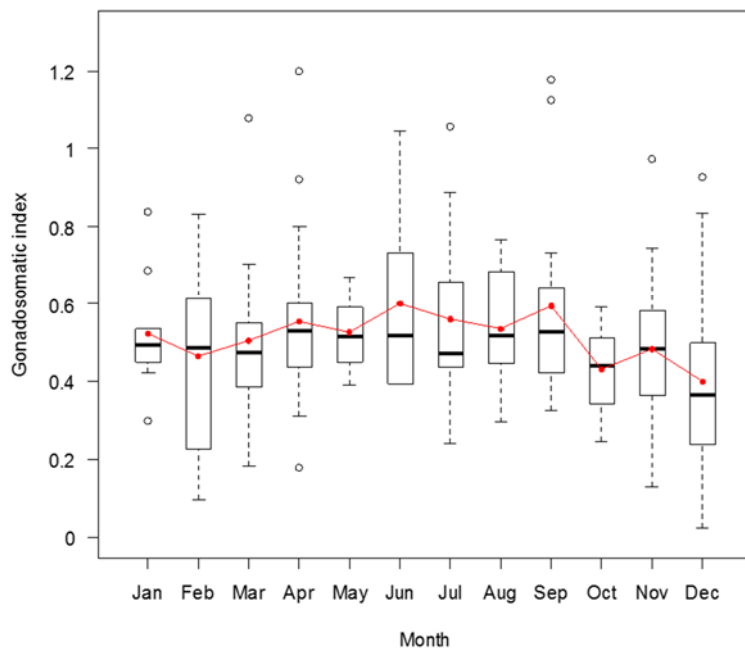


圖 5 台灣東部海域鬼頭刀雄性生殖腺樣本魚體之生殖腺成熟度指數。

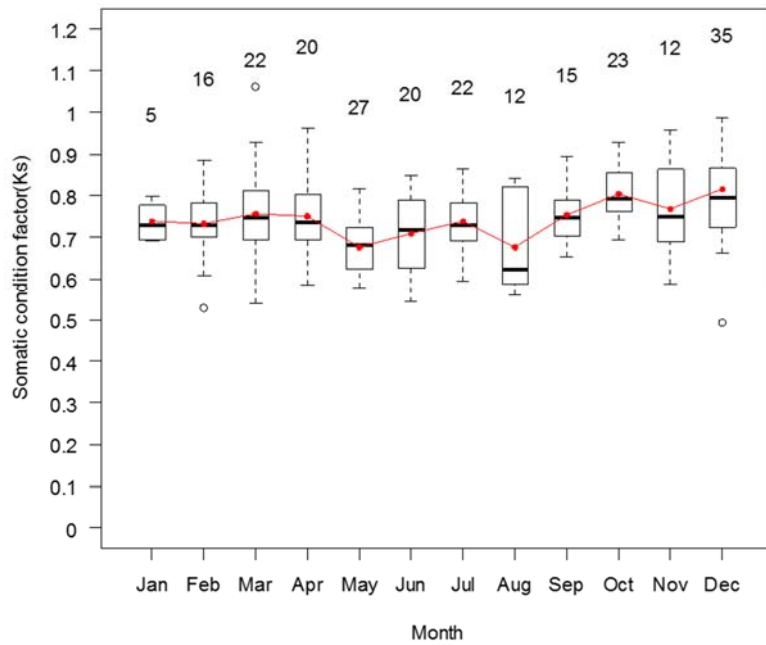


圖 6. 台灣東部海域鬼頭刀雌性生殖腺樣本魚體之肥滿度。

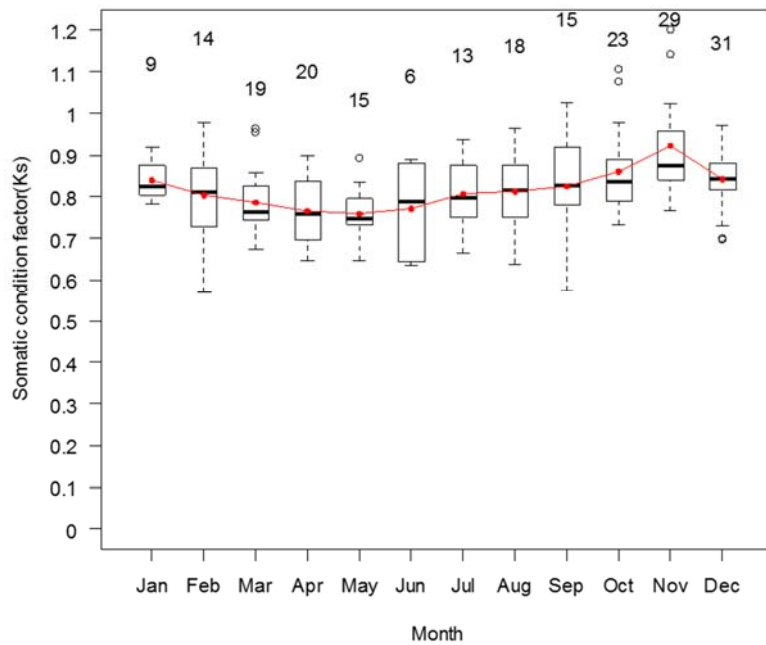


圖 7. 台灣東部海域鬼頭刀雄性生殖腺樣本魚體之肥滿度。

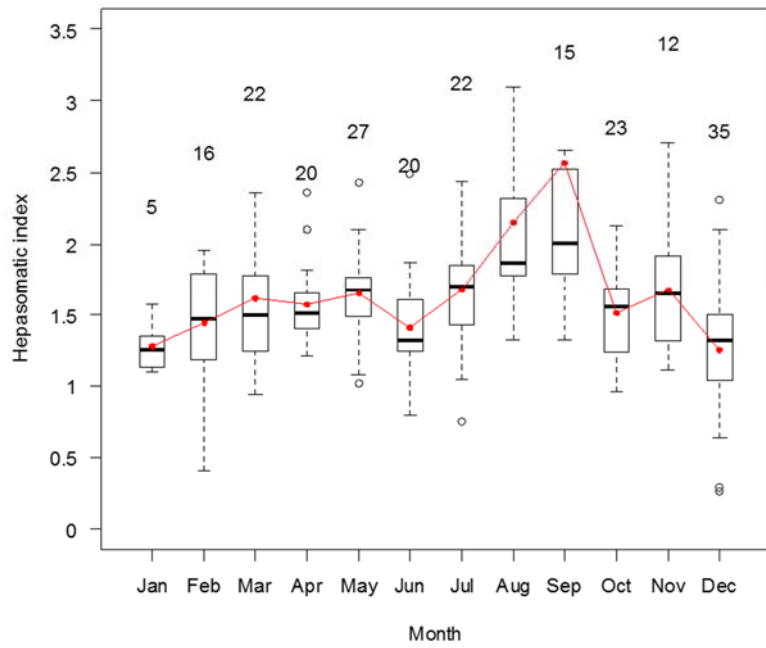


圖 8. 台灣東部海域鬼頭刀雌性生殖腺樣本魚體之肝指數。

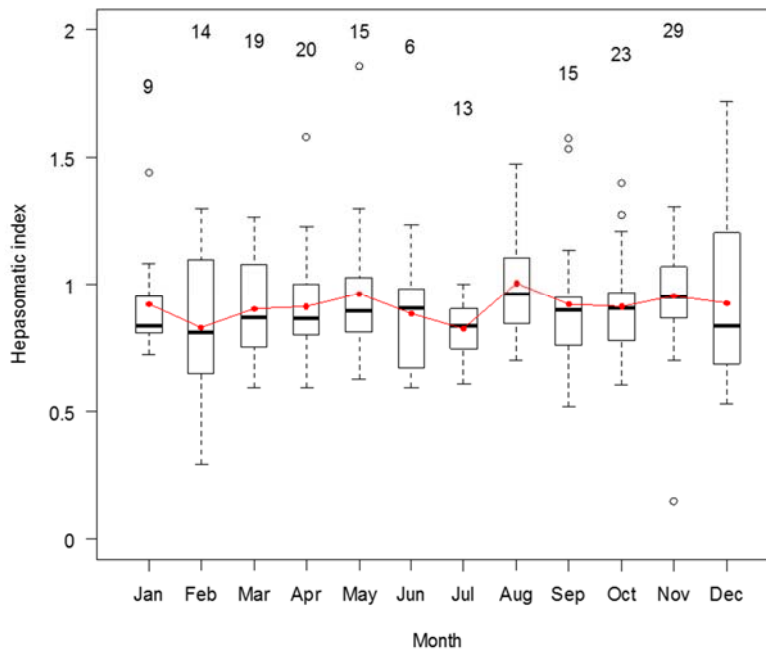


圖 9. 台灣東部海域鬼頭刀雄性生殖腺樣本魚體之肝指數。

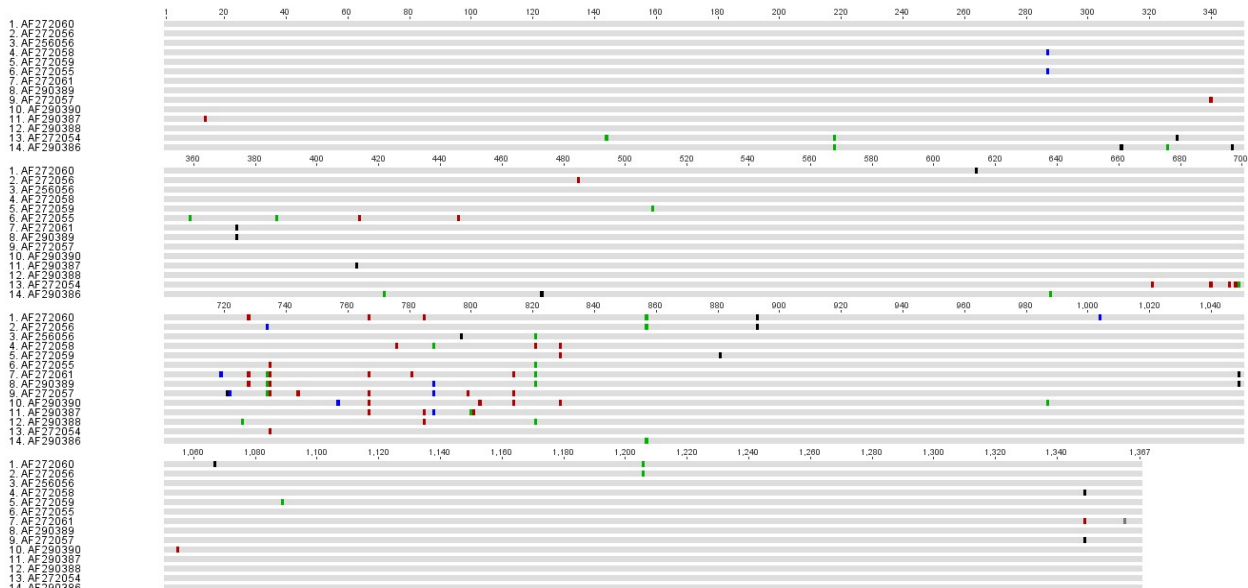


圖 10. 彙整 NCBI 基因庫之鬼頭刀粒線體 DNA ND1 基因序列。



圖 11. 鬼頭刀粒線體 DNA ND1 之引子設計與基因序列之相對位置。

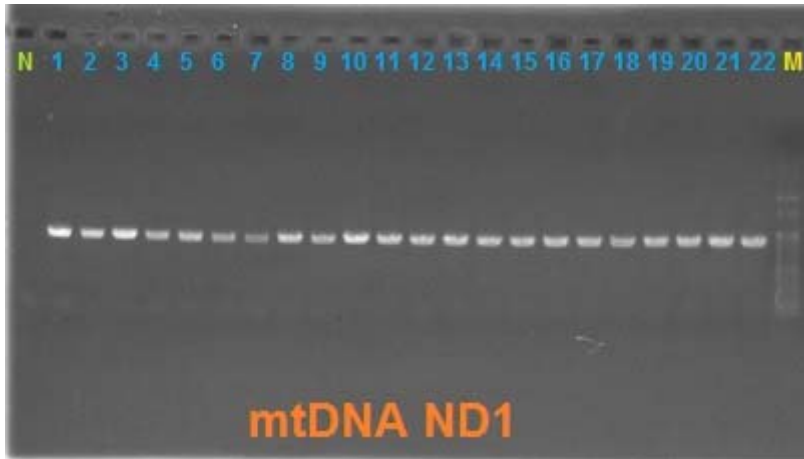


圖 12. 鬼頭刀 mtDNA ND1 之專一性引子 PCR 產物(約 970bp)電泳圖。

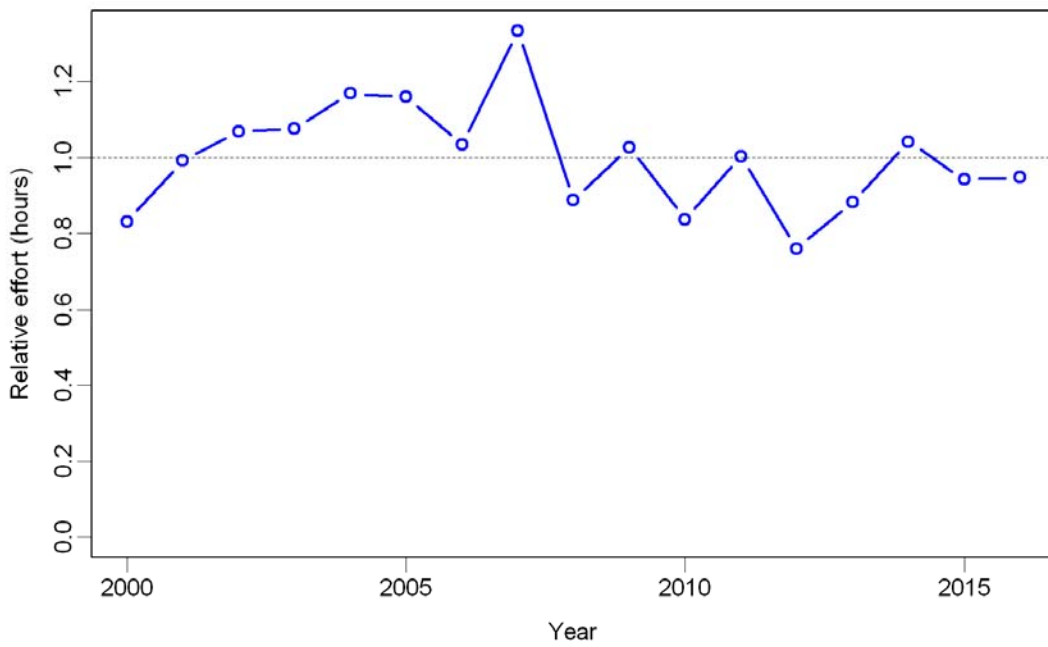


圖 13. 台東縣新港區漁會拍賣資料所屬漁船之相對推估努力量。

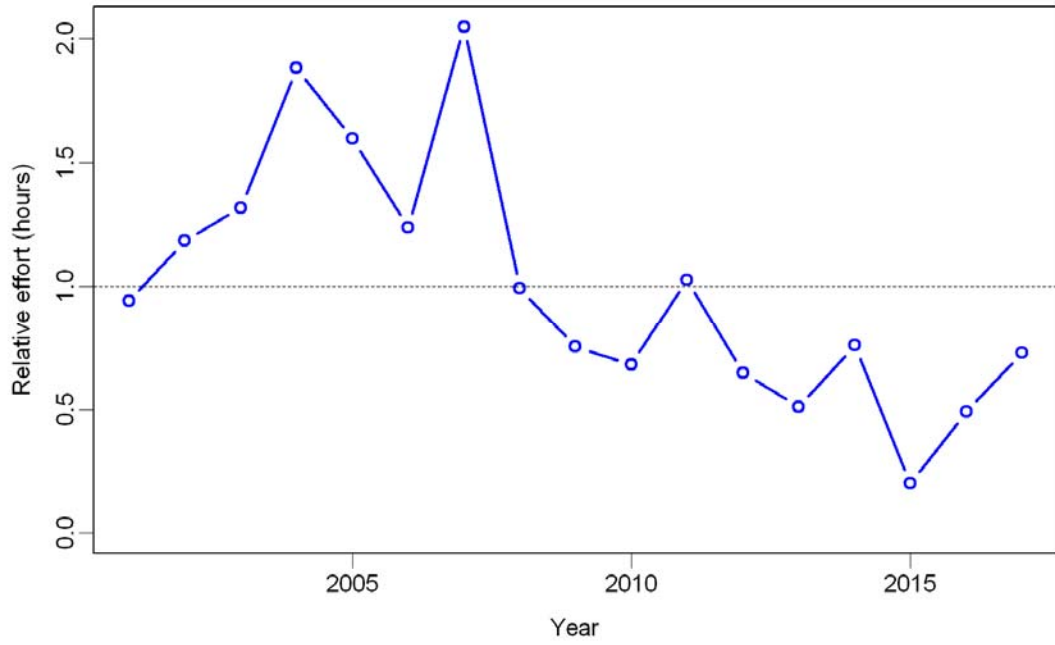


圖 14. 宜蘭縣蘇澳區漁會拍賣資料所屬漁船之相對推估努力量。

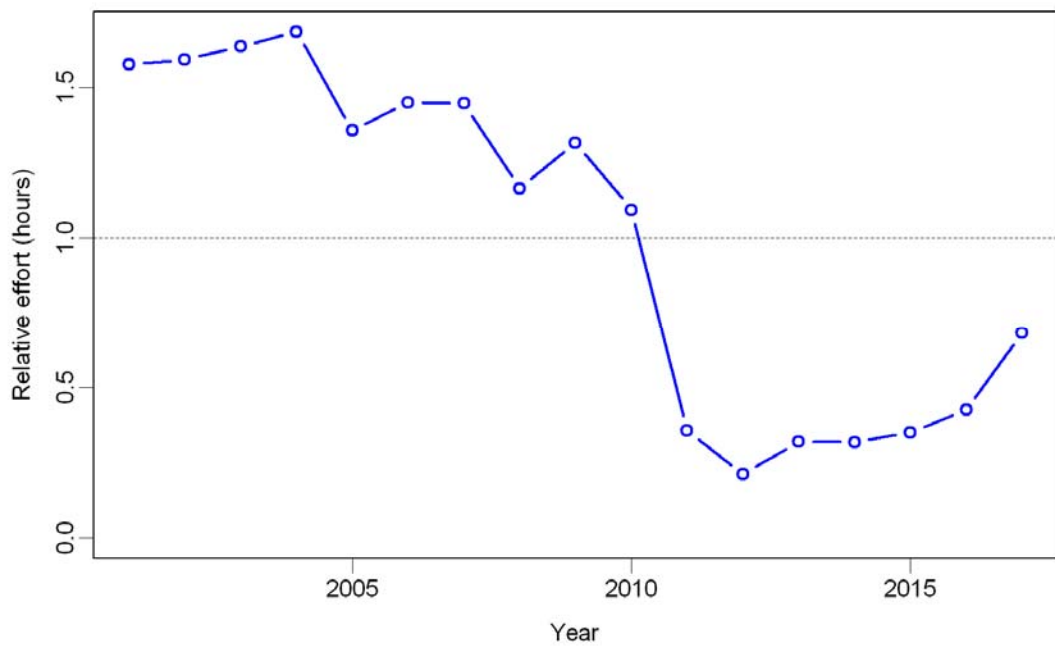


圖 15. 展東縣東港區漁會拍賣資料所屬漁船之相對推估努力量。

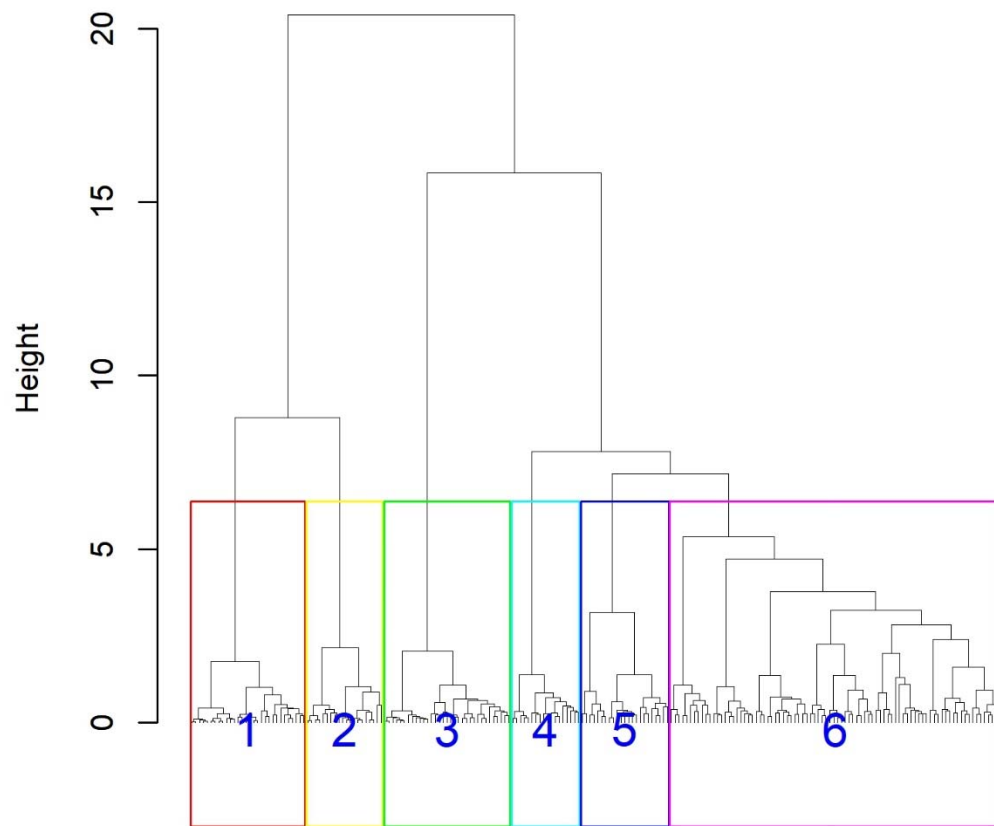


圖 16. 新港區漁會拍賣資料之群集分析結果。

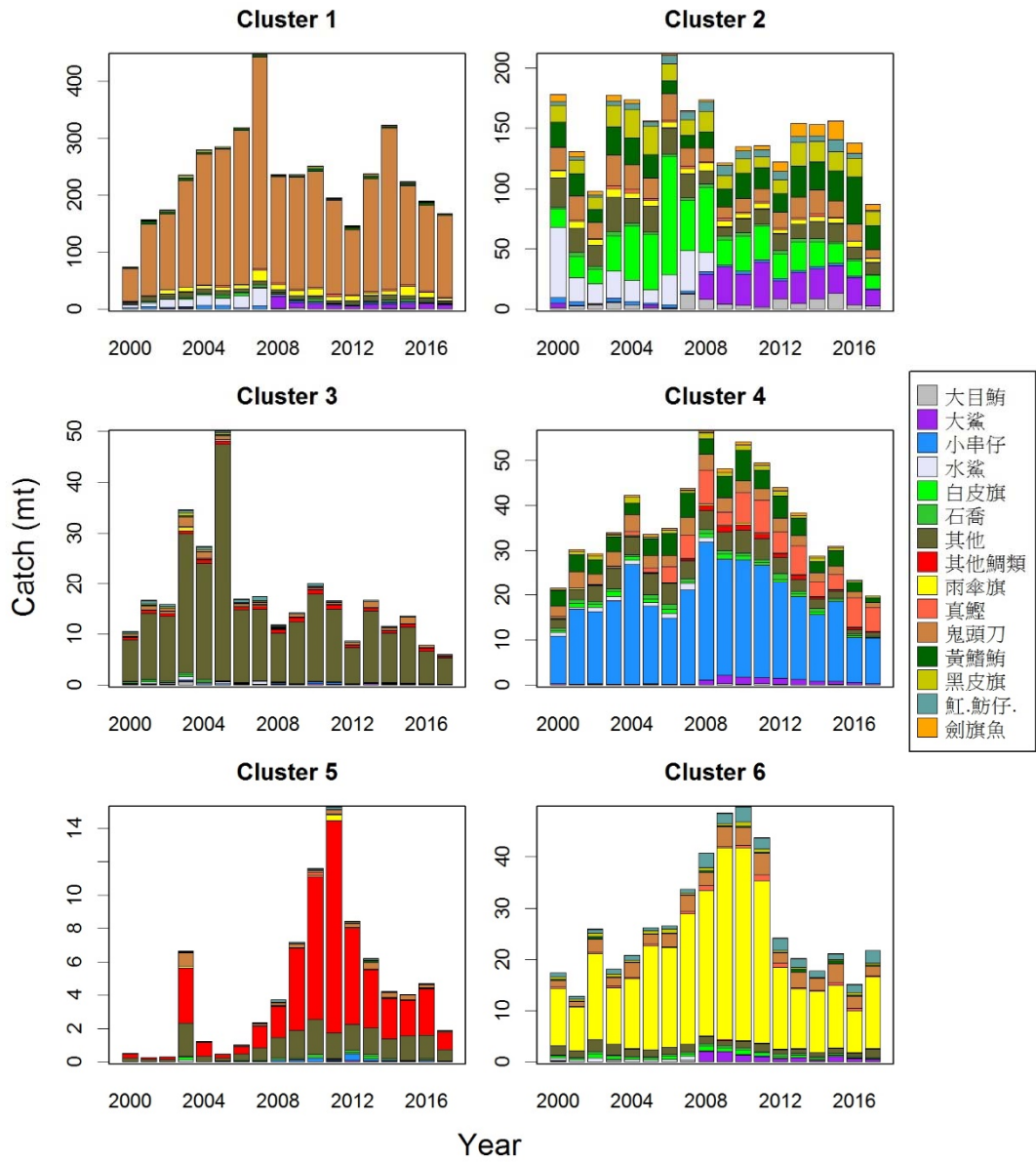


圖 17. 新港區漁會拍賣資料各群集之漁獲魚種組成。

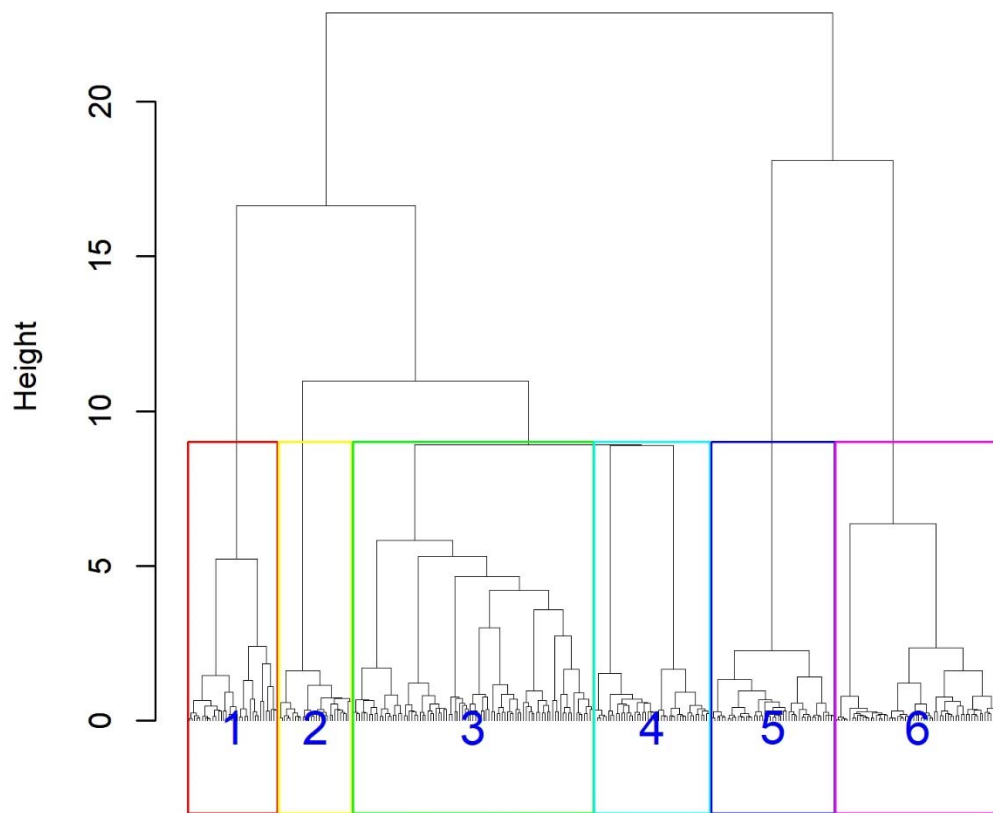


圖 18. 蘇澳區漁會拍賣資料之群集分析結果。

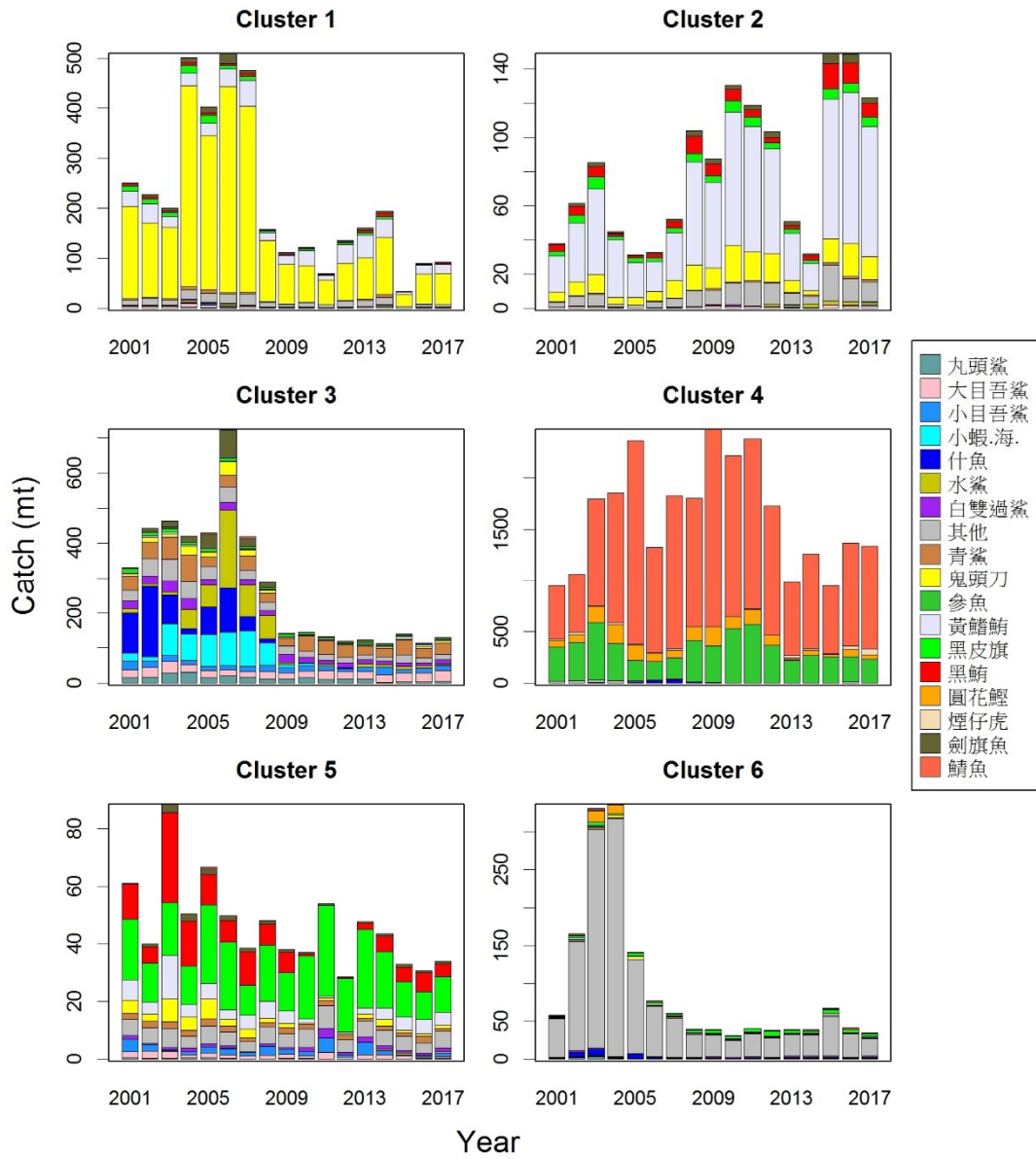


圖 19. 蘇澳區漁會拍賣資料各群集之漁獲魚種組成。

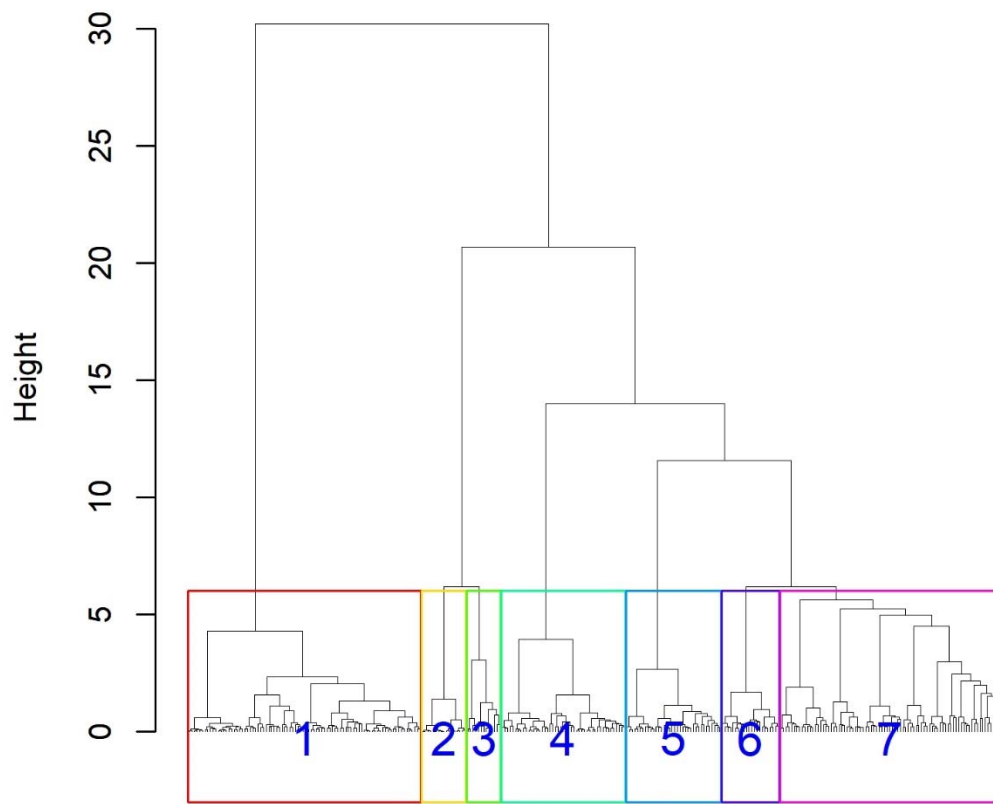


圖 20. 東港區漁會拍賣資料之群集分析結果。

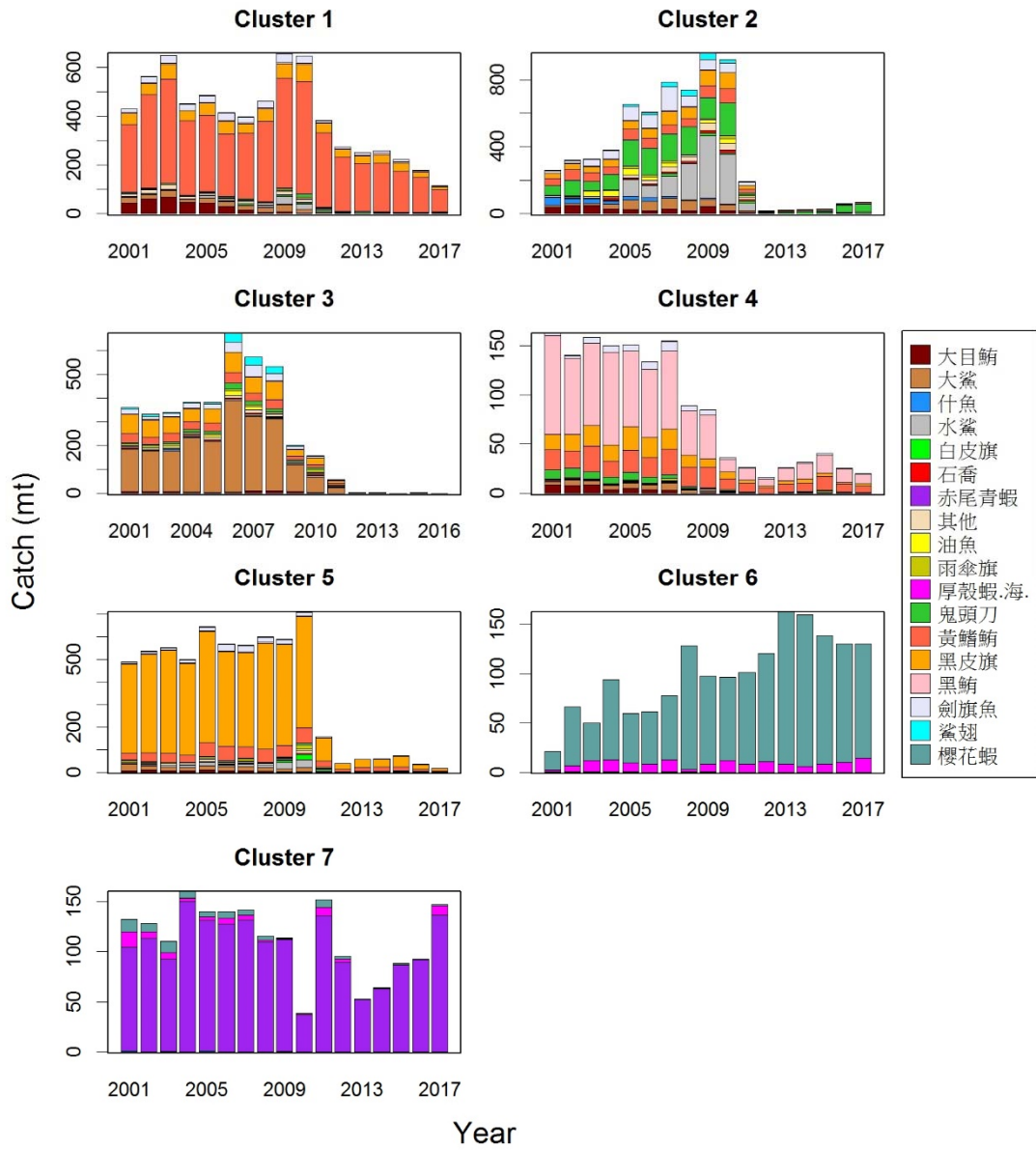


圖 21. 東港區漁會拍賣資料各群集之漁獲魚種組成。

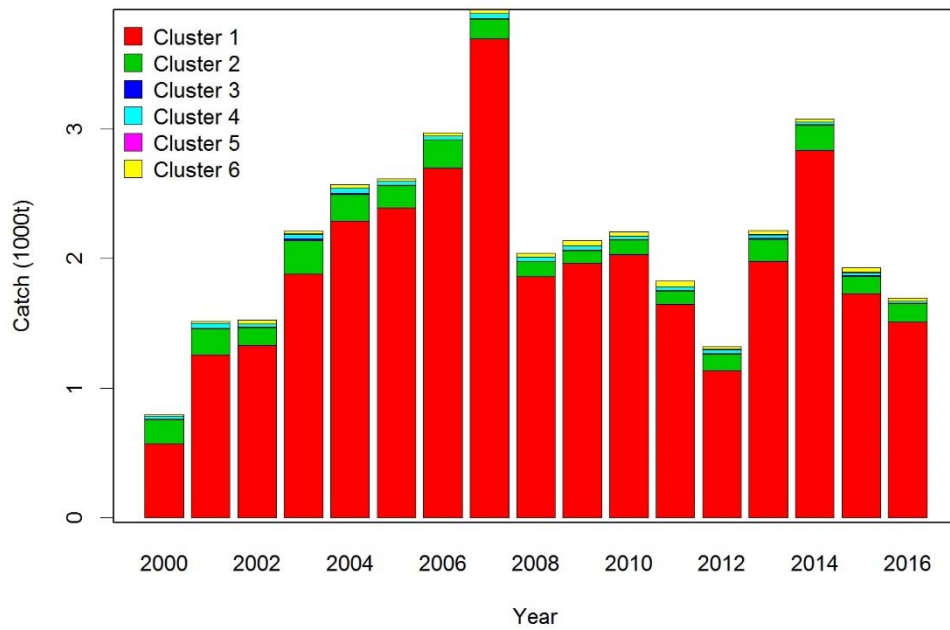


圖 22. 新港區漁會拍賣資料各群集之鬼頭刀魚獲量。

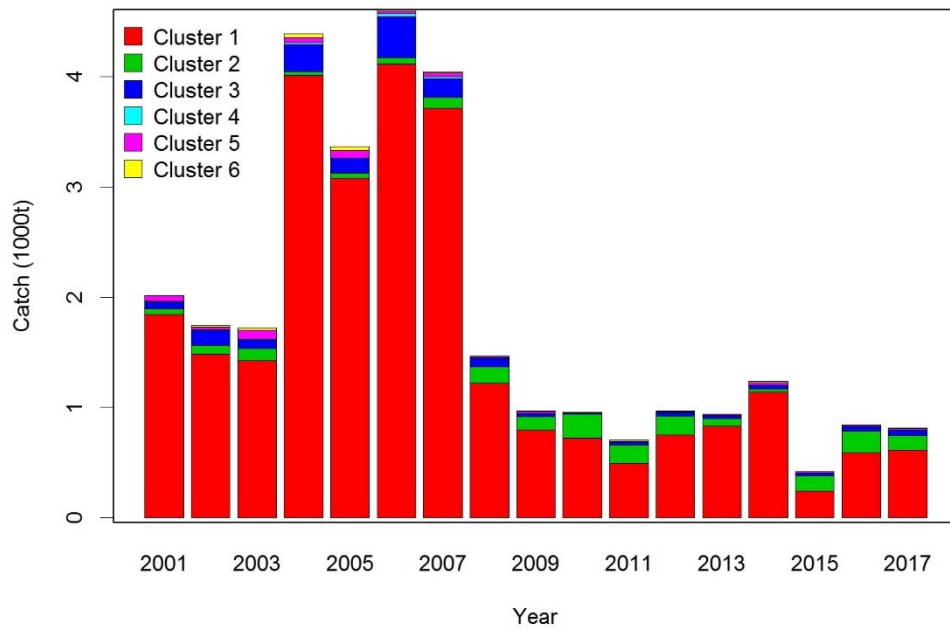


圖 23. 蘇澳區漁會拍賣資料各群集之鬼頭刀魚獲量。

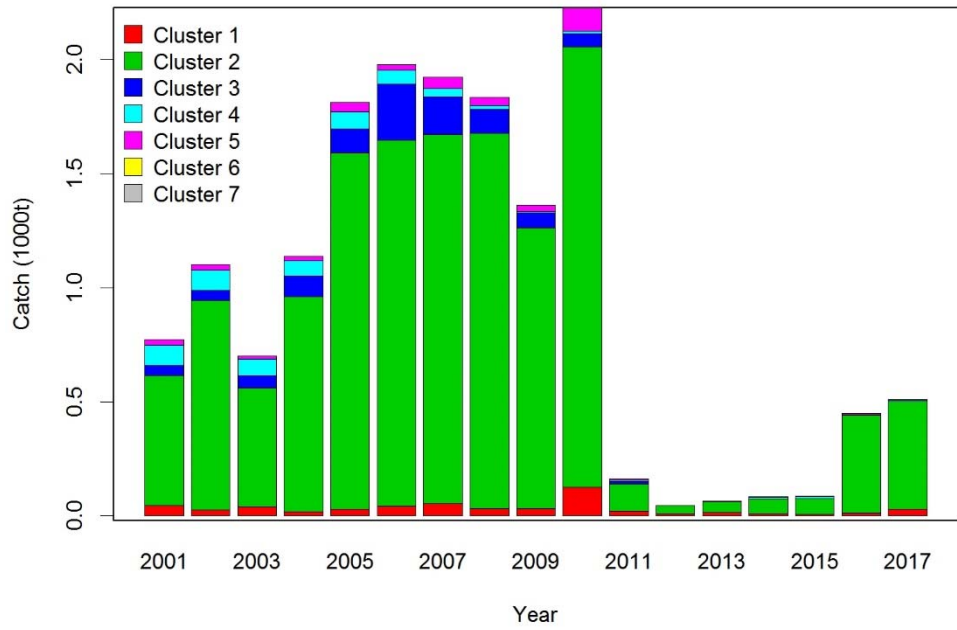


圖 24. 東港區漁會拍賣資料各群集之鬼頭刀魚獲量。

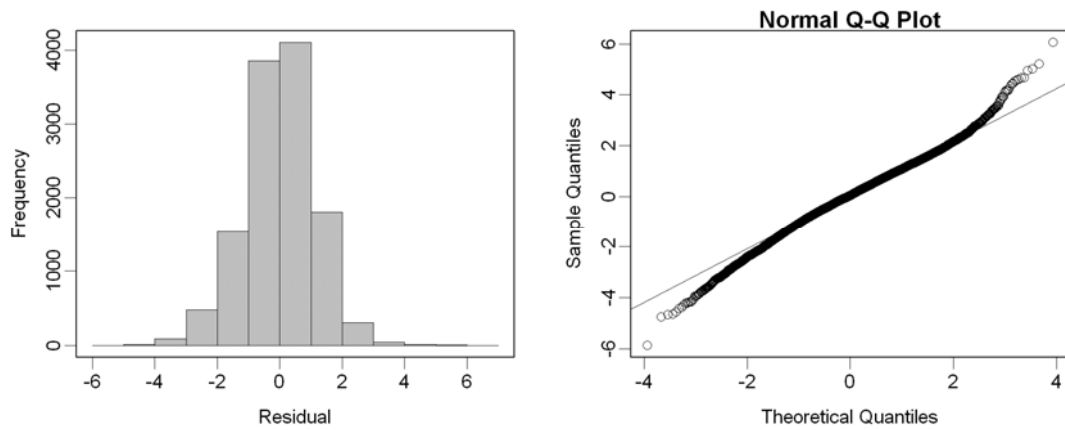


圖 25. 新港區資料之鬼頭刀年別 CPUE 標準化之殘差分布及常態機率圖 (Quantile-Quantile Plot)。

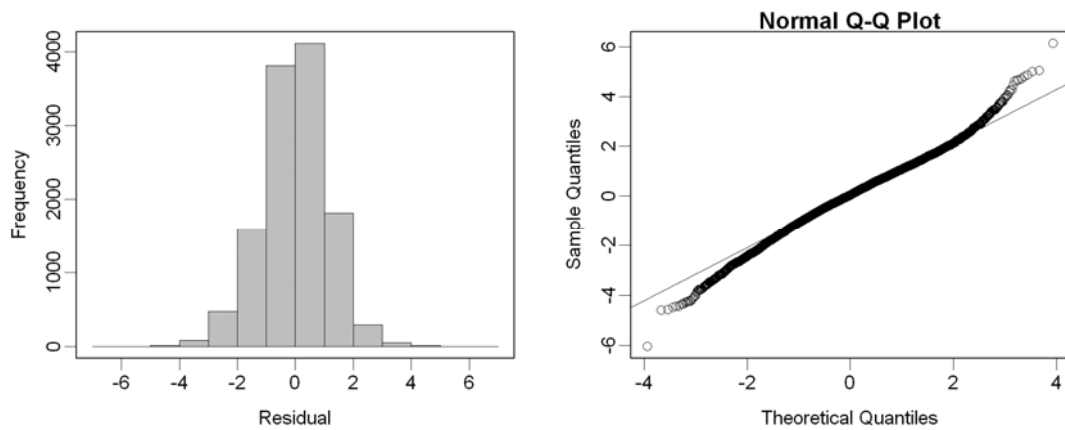


圖 26. 新港區資料之鬼頭刀季別 CPUE 標準化之殘差分布及常態機率圖 (Quantile-Quantile Plot)。

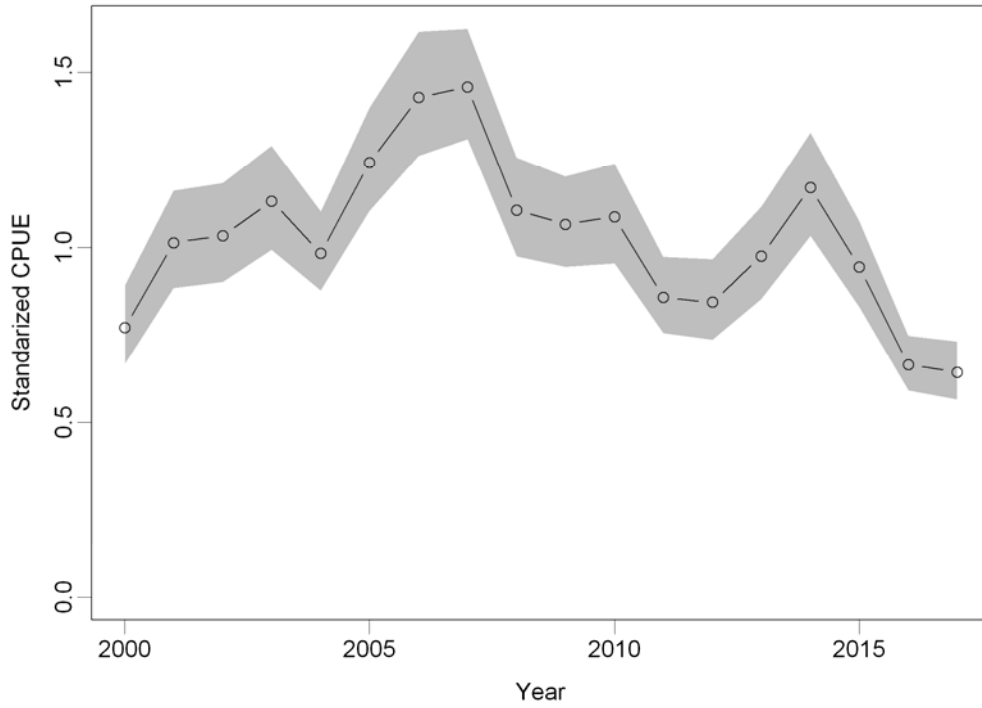


圖 27. 新港區資料之鬼頭刀年別標準化 CPUE(灰色區域為 95%信賴區間)。

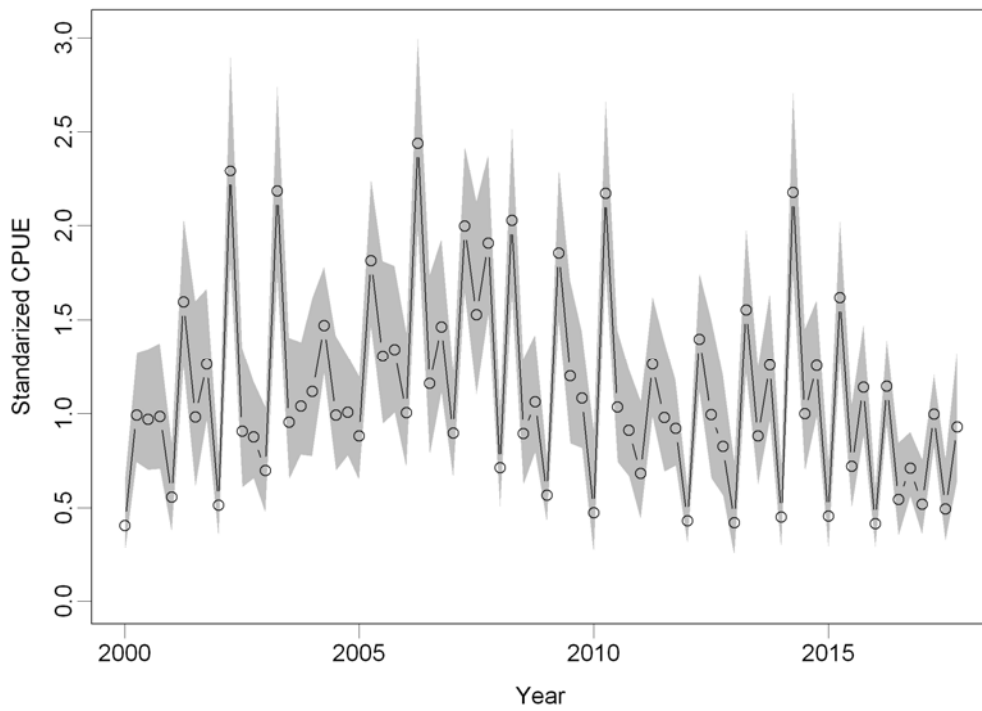


圖 28. 新港區資料之鬼頭刀季別標準化 CPUE(灰色區域為 95%信賴區間)。

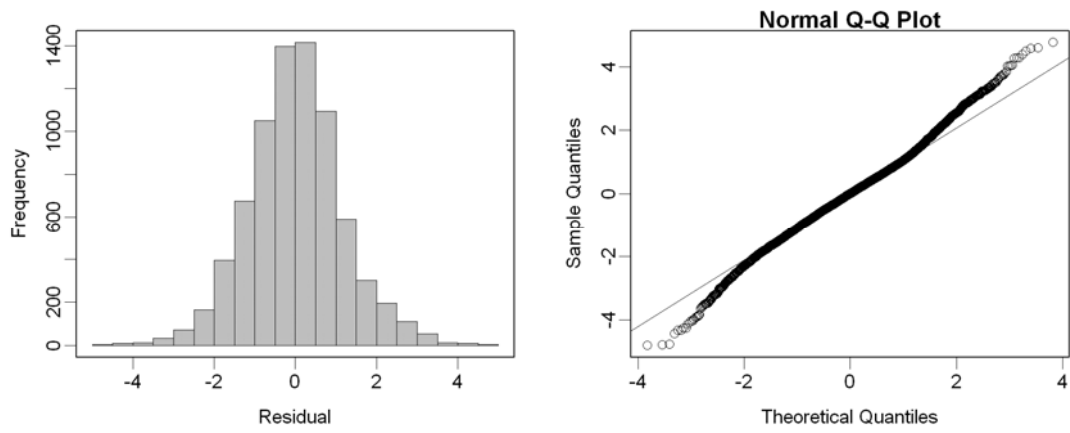


圖 29. 蘇澳區資料之鬼頭刀年別 CPUE 標準化之殘差分布及常態機率圖 (Quantile-Quantile Plot)。

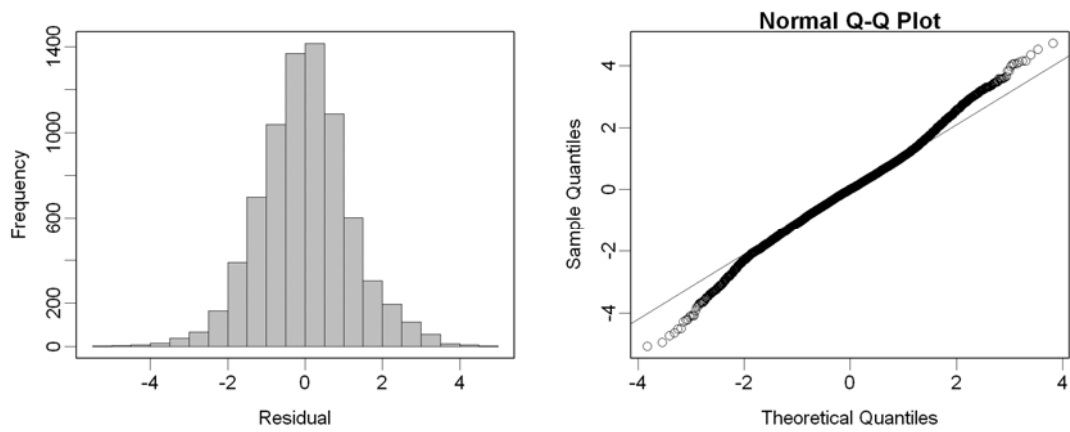


圖 30. 蘇澳區資料之鬼頭刀季別 CPUE 標準化之殘差分布及常態機率圖 (Quantile-Quantile Plot)。

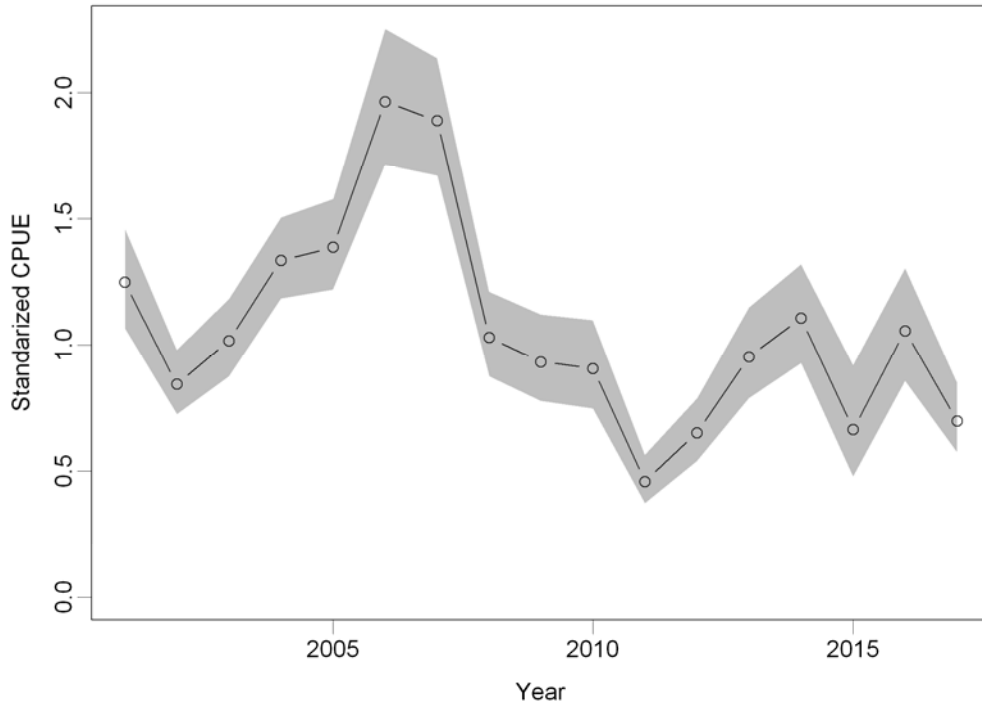


圖 31. 蘇澳區資料之鬼頭刀年別標準化 CPUE(灰色區域為 95%信賴區間)。

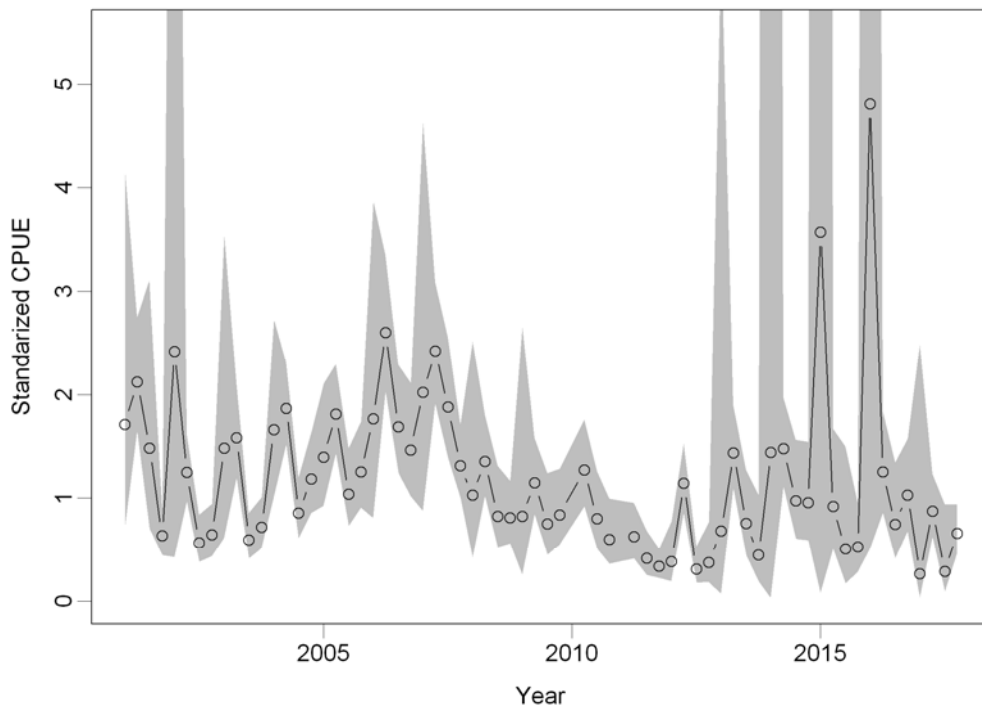


圖 32. 蘇澳區資料之鬼頭刀季別標準化 CPUE(灰色區域為 95%信賴區間)。

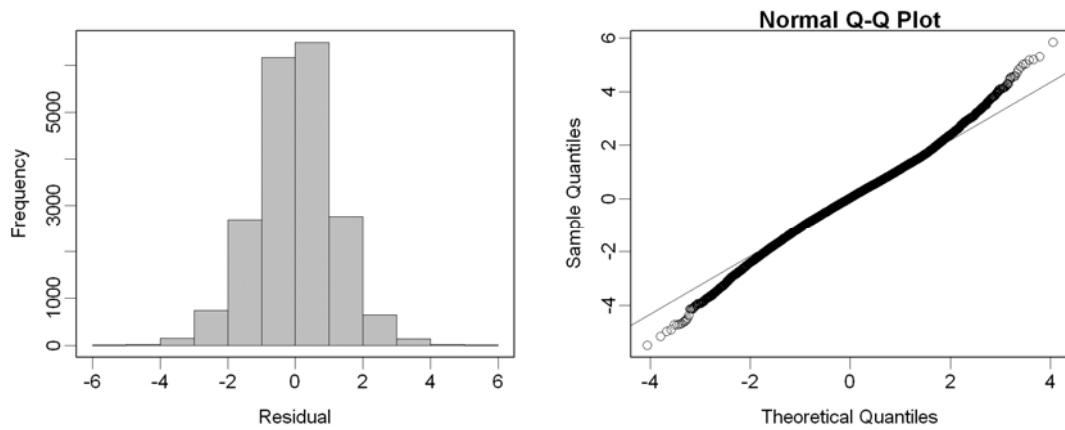


圖 33. 整合新港及蘇澳區資料之鬼頭刀年別 CPUE 標準化之殘差分布及常態機率圖(Quantile-Quantile Plot)。

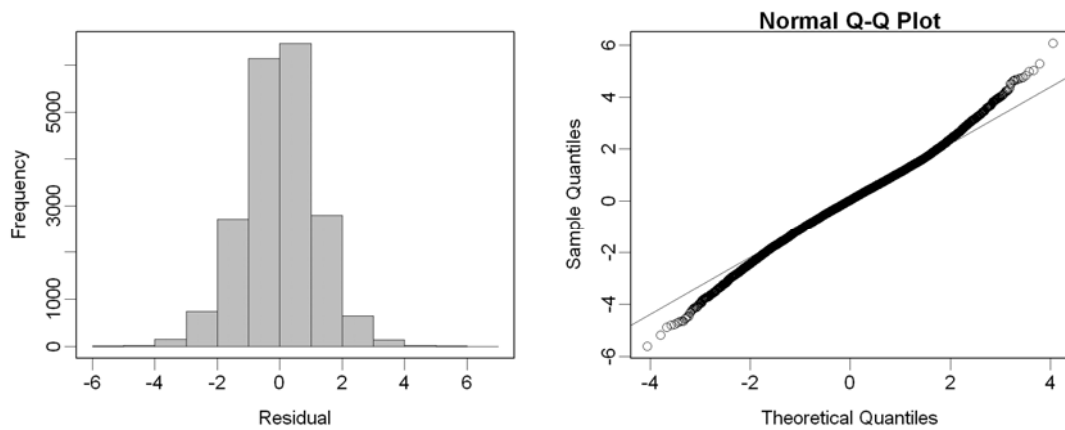


圖 34. 整合新港及蘇澳區資料之鬼頭刀季別 CPUE 標準化之殘差分布及常態機率圖(Quantile-Quantile Plot)。

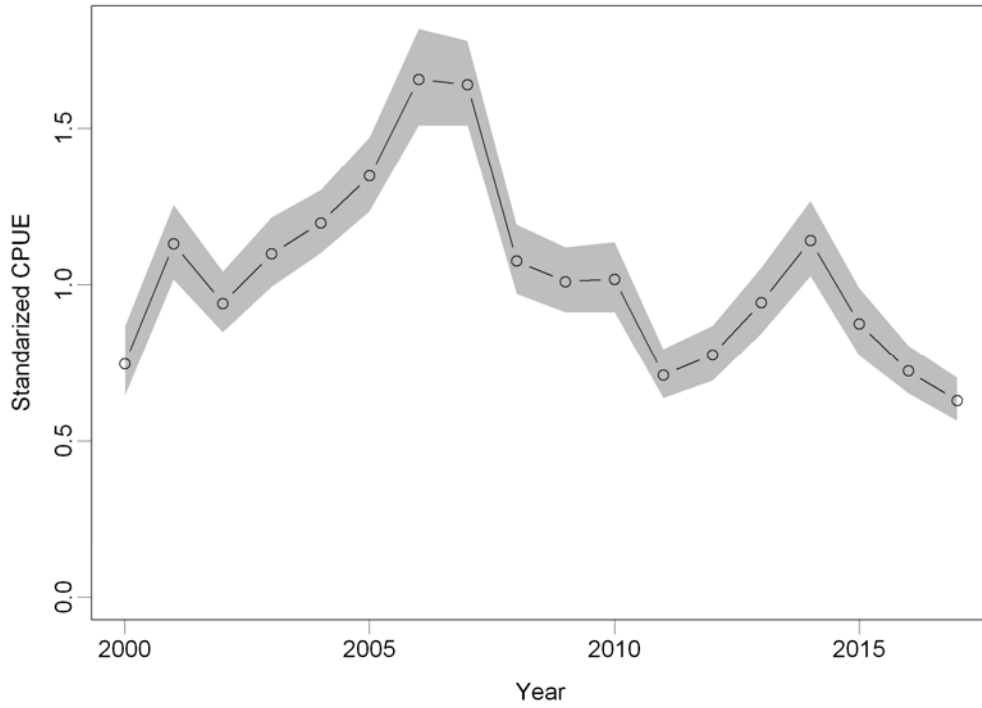


圖 35. 整合新港及蘇澳區資料之鬼頭刀年別標準化 CPUE(灰色區域為 95%信賴區間)。

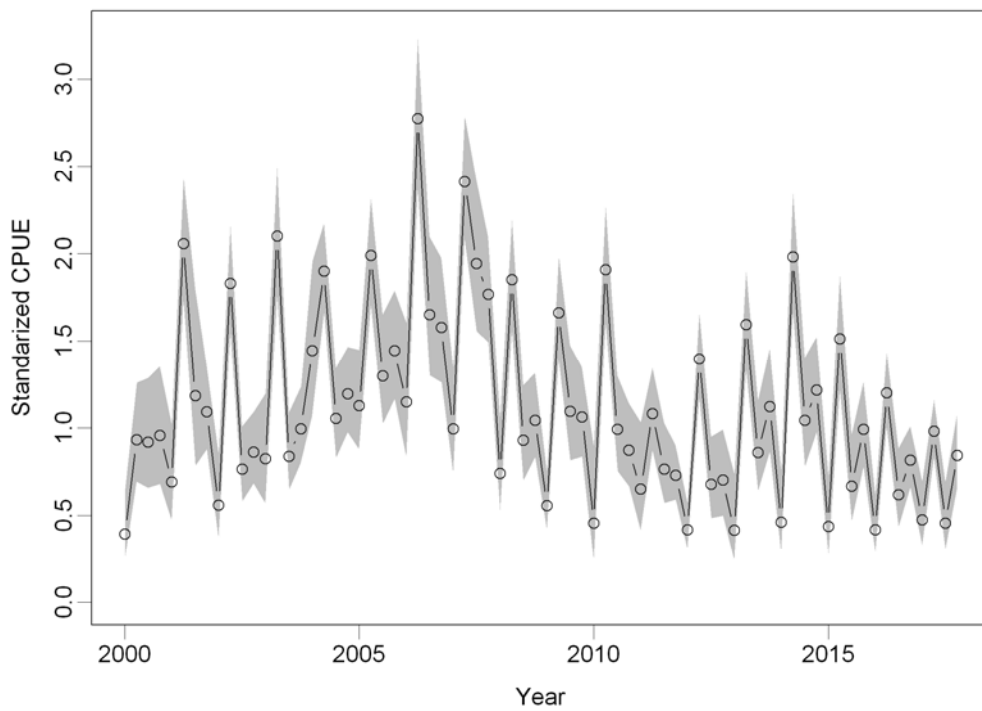


圖 36. 整合新港及蘇澳區資料之鬼頭刀季別標準化 CPUE (灰色區域為 95%信賴區間)。

附表

表 1. 2016 年至 2017 年台灣東部海域鬼頭刀生殖腺樣之月別採集資訊及性比檢定。

Month	Female	Male	Ratio	χ^2	p	df
January	5	9	0.36	1.14	0.285	1
February	16	14	0.53	0.13	0.715	1
March	22	19	0.54	0.22	0.639	1
April	20	20	0.50	0	1	1
May	27	15	0.64	3.43	0.064	1
June	20	6	0.77	7.53	0.006**	1
July	22	13	0.63	2.30	0.128	1
August	12	18	0.40	1.20	0.273	1
September	15	15	0.50	0	1	1
October	23	23	0.50	0	1	1
November	12	29	0.29	7.05	0.007**	1
December	35	311	0.53	0.24	0.623	1
Total	229	212	0.52	0.66	0.418	1
Among intervals				22.65	0.02	11

表 2. 2016 年至 2017 年台灣東部海域鬼頭刀生殖腺樣之體長別採集資訊及性比

Fork Length(cm)	Female	Male	Sex Ratio	χ^2	p	df
40-45	1	0	1	1	0.317	1
45-50	5	3	0.63	0.50	0.480	1
50-55	14	6	0.7	3.20	0.074	1
55-60	13	6	0.68	2.58	0.108	1
60-65	18	14	0.56	0.50	0.480	1
65-70	11	8	0.58	0.47	0.491	1
70-75	12	12	0.5	0	1	1
75-80	8	15	0.35	2.13	0.144	1
80-85	11	18	0.38	1.69	0.194	1
85-90	27	36	0.43	1.29	0.257	1
90-95	33	25	0.57	1.10	0.294	1
95-100	28	20	0.58	1.33	0.248	1
100-105	17	16	0.52	0.03	0.862	1
105-110	20	19	0.51	0.03	0.873	1
110-115	1	7	0.13	4.5	0.034*	1
115-120	2	3	0.4	0.20	0.655	1
120-125	3	2	0.6	0.20	0.655	1
125-130	5	1	0.83	2.67	0.103	1
130-135	0	0	0			
135-140	0	1	0	1	0.317	1
Total	229	212	0.52	0.66	0.418	1
Among intervals				23.80	0.162	18

檢定。

表 3. 台東縣新港區漁會、宜蘭縣蘇澳區漁會以及屏東縣東港區漁會主要魚種之漁獲比例。

魚種	新港		魚種	蘇澳		魚種	東港	
	漁獲比例	累積比例		漁獲比例	累積比例		漁獲比例	累積比例
鬼頭刀	45.4%	45.4%	鯖魚	67.5%	67.5%	黑皮旗	0.242	0.242
其他	9.1%	54.5%	參魚	15.9%	83.4%	黃鰭鮪	0.232	0.474
白皮旗	7.1%	61.6%	圓花鰹	4.6%	87.9%	大鯊	0.104	0.578
雨傘旗	6.8%	68.4%	鬼頭刀	2.9%	90.9%	赤尾青蝦	0.062	0.640
黃鰭鮪	5.8%	74.2%	其他	2.4%	93.3%	櫻花蝦	0.060	0.700
小串仔	5.2%	79.4%	黃鰭鮪	1.3%	94.5%	鬼頭刀	0.057	0.757
大鯊	4.4%	83.8%	什魚	0.9%	95.5%	水鯊	0.052	0.808
水鯊	4.3%	88.1%	青鯊	0.7%	96.1%	劍旗魚	0.050	0.858
黑皮旗	3.9%	91.9%	水鯊	0.6%	96.7%	黑鮪	0.032	0.890
真鯷	1.7%	93.6%	黑皮旗	0.6%	97.3%	大目鮪	0.028	0.918
魷(魴仔)	1.6%	95.2%	小蝦(海)	0.5%	97.8%	其他	0.018	0.936
劍旗魚	1.4%	96.6%	大目吾鯊	0.4%	98.3%	鯊翅	0.012	0.948
石喬	1.2%	97.8%	劍旗魚	0.4%	98.6%	油魚	0.012	0.959
大目鮪	1.2%	99.0%	白雙過鯊	0.3%	98.9%	雨傘旗	0.010	0.970
其他鯛類	1.0%	100.0%	小目吾鯊	0.3%	99.2%	厚殼蝦(海)	0.008	0.978
			煙仔虎	0.3%	99.5%	什魚	0.008	0.986
			黑鮪	0.3%	99.8%	白皮旗	0.007	0.993
			丸頭鯊	0.2%	100.0%	石喬	0.007	1.000

表 4. 新港區資料之鬼頭刀 CPUE 標準化 GLM 分析之 ANOVA 表。
年別模式

	SS	Df	F	Pr(>F)
Y	618.3	17	28.361	< 2.2e-16 ***
M	1601.3	11	113.504	< 2.2e-16 ***
CT	14187.6	6	1843.733	< 2.2e-16 ***
Residuals	15660.7	12211		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

季別模式

	SS	Df	F	Pr(>F)
YQ	2186	71	23.963	< 2.2e-16 ***
CT	14170	6	1838.031	< 2.2e-16 ***
Residuals	15634	12168		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

表 5. 蘇澳區資料之鬼頭刀 CPUE 標準化 GLM 分析之 ANOVA 表。
年別模式

	SS	Df	F	Pr(>F)
Y	949.3	16	43.736	< 2.2e-16 ***
M	846	11	56.69	< 2.2e-16 ***
CT	3099.3	6	380.762	< 2.2e-16 ***
Residuals	10248	7554		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

季別模式

	SS	Df	F	Pr(>F)
YQ	1736.5	65	19.502	< 2.2e-16 ***
CT	3061.7	6	372.513	< 2.2e-16 ***
Residuals	10295.7	7516		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

表 6. 整合新港區及蘇澳區資料之鬼頭刀 CPUE 標準化 GLM 分析之 ANOVA 表。

年別模式

	SS	Df	F	Pr(>F)
Y	1479	17	63.572	< 2.2e-16 ***
M	2341.9	11	155.567	< 2.2e-16 ***
CT	22807.1	6	2777.554	< 2.2e-16 ***
Residuals	27095.6	19799		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

季別模式

	SS	Df	F	Pr(>F)
YQ	3577.2	71	36.538	< 2.2e-16 ***
CT	22931.3	6	2771.601	< 2.2e-16 ***
Residuals	27242.4	19756		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1