

「澎湖重要物種保育與經營計畫」
《期末修正報告》

委託機關：澎湖縣政府農漁局
執行單位：國立高雄科技大學

中 華 民 國 1 0 9 年 9 月

目錄

計畫檢核表.....	1
壹、 前言	3
一、澎湖地理環境、海岸特色	3
二、澎湖漁業重要性與危機	3
三、潮間帶的生物經濟利用性	4
貳、 工作項目與內容	9
一、澎湖重要保育物種現有資源調查	9
二、白棘三列海膽(<i>Tripneustes gratilla</i> ，俗名：馬糞海膽)之產業價值鏈分析。	9
三、辦理澎湖海域保育物種教育推廣活動暨成果發表會一場。	9
四、整合國際上常使用之管理方法、本次資源調查和過往資料蒐整與產業價值鏈分析結果，進行管理策略研擬並提出可行建議。	9
參、 團隊成員與工作執掌	11
肆、 具體作法	13
一、澎湖重要保育物種現有資源調查	13
二、白棘三列海膽產業價值鏈分析	22
三、潮間帶保育推廣活動暨成果發表會	23
四、回顧國際常見之管理方式	26
五、創意與創新作為	26
伍、 結果	28
一、澎湖重要保育物種文獻調查結果	28

二、澎湖重要保育物種現有資源調查結果	30
三、澎湖重要保育物種國際常見管理方式	82
四、白棘三列海膽產業價值鏈分析結果	109
五、潮間帶保育推廣活動暨成果發表會	144
六、宣導短片拍攝企劃	147
陸、 討論與建議	163
一、澎湖重要保育物種資源調查結果之意涵	163
二、澎湖重要保育物種國際常見管理方式整理	169
三、白棘三列海膽價值鏈研究結果之管理意涵	173
四、綜合建議	175
柒、 執行效益	178
一、質化效益	178
二、量化效益	178
捌、 參考文獻	179
附件一、審查意見回覆	190
(一) 評選審查意見回覆	191
(二) 期中報告審查意見回覆	193
(三) 第一次影片審查意見回覆	197
(四) 期末報告審查意見回覆	200
附件二、馬糞海膽產業價值鏈問卷	207
附件三、宣導影片拍攝腳本	212
附件四、山羊海菊蛤及孔雀殼菜蛤定序樣本	219
附件五、澎湖保育物種大搜查教案	235

表目錄

表 1 澎湖近年來漁業產量及產值變化	4
表 2 澎湖縣禁漁相關法規表	5
表 3 計畫團隊成員之工作執掌	12
表 4 澎湖周邊海域之二枚貝與棘皮動物之族群量調查採樣地點編號、 英文編碼、經緯度、水深、採樣日期與說明	14
表 5 宣導影片拍攝架構	24
表 6 2019 - 2020 澎湖周邊海域重要物種採樣點之海水環境參數測量 結果	58
表 7 海菊蛤 COI gene 序列來源	74
表 8 海菊蛤 COI gene 序列平均遺傳距離之比較	77
表 9 海菊蛤 COI gene 序列遺傳距離 (Pairwise Distance)	78
表 10 殼菜蛤 COI gene 序列來源	79
表 11 殼菜蛤 COI gene 序列平均遺傳距離之比較	81
表 12 殼菜蛤 COI gene 序列遺傳距離 (Pairwise Distance)	81
表 13 採捕者性別統計	110
表 14 採捕者年齡統計	111
表 15 採捕者最高教育程度統計	112
表 16 採捕者採捕馬糞海膽年資統計	113
表 17 採捕者從事其他漁業年資統計	114
表 18 採捕者作業時間統計	117
表 19 採捕者作業天數統計	118
表 20 採捕者作業方法統計	119
表 21 採捕者採捕量統計	120

表 22 採捕者產值統計	121
表 23 採捕者冰鹽支出統計	122
表 24 採捕者漁船油料支出統計	123
表 25 採捕者馬糞海膽處理方式統計	125
表 26 採捕者馬糞海膽保存方式統計	126
表 27 採捕者販售對象統計	127
表 28 採捕者薪資支出統計	128
表 29 採捕者包裝費用統計	129
表 30 採捕者運輸費用統計	130
表 31 販售者性別統計	132
表 32 販售者年齡統計	133
表 33 販售者最高教育程度統計	134
表 34 販售者販售年資統計	135
表 35 販售者收購管道統計	136
表 36 販售者收購數量統計	137
表 37 販售者販售價格統計	138
表 38 販售者販售總量統計	139
表 39 販售者販售形式統計	140
表 40 販售者販售對象統計	141
表 41 販售者保存設備統計	142
表 42 販售者包裝設備統計	142
表 43 販售者保存設備成本統計	143
表 44 校園推廣課程行程表	144
表 45 校園推廣課程架構	146
表 46 宣導影片成果說明表	148

表 47 國際海膽常見管理方式整理表	169
表 48 國際海參常見管理方式整理表	171
表 49 國際貝類常見管理方式整理表	172

圖目錄

圖 1 計畫人力配置圖	11
圖 2 澎湖周邊海域之二枚貝與棘皮動物族群量調查採樣地點分布圖	17
圖 3 小門漁業資源保護區 (XM) 採樣點照片	30
圖 4 大倉島西側 (DC) 採樣點照片	31
圖 5 井垵 (JA) 採樣點照片	31
圖 6 望安西北(WANW)採樣點照片	32
圖 7 望安北(WAN)採樣點照片	32
圖 8 望安東(WAE)採樣點照片	33
圖 9 烏坎(WK)採樣點照片	33
圖 10 鎖港(SG)採樣點照片	34
圖 11 山水(SS)採樣點照片	34
圖 12 井垵北(NJA)採樣點照片	35
圖 13 五德(WD)採樣點照片	35
圖 14 嵵裡 (SL) 採樣點照片	36
圖 15 青灣 (CW) 採樣點照片	36
圖 16 七美西 (CMW) 採樣點照片	37
圖 17 七美南 (CMS) 採樣點照片	37
圖 18 月鯉灣 (ULW) 採樣點照片	38
圖 19 大獅龍埕 (DSLCL) 採樣點照片	38
圖 20 姑婆嶼西南 (GPSE) 採樣點照片	39
圖 21 姑婆嶼東北 (GPNE) 採樣點照片	39
圖 22 姑婆嶼西北 (GPNW) 採樣點照片	40
圖 23 貓嶼北 (MYN) 採樣點照片	40

圖 24 草嶼東南 (CYSE) 採樣點照片	41
圖 25 貓嶼南 (MYS) 採樣點照片	41
圖 26 西嶼鯨魚洞 (JYD) 採樣點照片	42
圖 27 西嶼小門 (XM) 採樣點照片	42
圖 28 西嶼小池角(XCJ)採樣點照片	43
圖 29 蛇頭山 (STS) 採樣點照片	43
圖 30 前寮 (NB) 採樣點照片	44
圖 31 嵵裡港 (SLH) 採樣點照片	44
圖 32 觀音亭 (GYT) 採樣點照片	45
圖 33 虎井南 A (HJSA) 採樣點照片	45
圖 34 虎井南 B (HJSB) 採樣點照片	46
圖 35 虎井港西 (HJHW) 採樣點照片	46
圖 36 虎井港東 (HJHE) 採樣點照片	47
圖 37 將軍澳北 (JGAN) 採樣點照片	47
圖 38 將軍澳西北 (JGANW) 採樣點照片	48
圖 39 將軍澳南 (JGAS) 採樣點照片	48
圖 40 將軍澳東南 (JGASE) 採樣點照片	49
圖 41 望安南 (WAS) 採樣點照片	49
圖 42 山水斷崖 (SSC) 採樣點照片	50
圖 43 杭灣 (HW) 採樣點照片	50
圖 44 青灣 PIDC (PIDC) 採樣點照片	51
圖 45 風櫃洞 (FG) 採樣點照片	51
圖 46 後寮 (HL) 採樣點照片	52
圖 47 赤崁航道西 (CKCW) 採樣點照片	52
圖 48 赤崁航道東 (CKCE) 採樣點照片	53

圖 49 小白沙島東南 (BSSE) 採樣點照片	53
圖 50 雞善嶼 (JSY) 採樣點照片	54
圖 51 錠鉤嶼 (DGY) 採樣點照片	54
圖 52 龍門 (LM) 採樣點照片	55
圖 53 七美東北角 (CMNE) 採樣點照片	55
圖 54 七美北側 (CMN) 採樣點照片	56
圖 55 潭子港 (TZH) 採樣點照片	56
圖 56 花嶼 (HY) 採樣點照片	57
圖 57 澎湖馬公本島澎南內海孔雀殼菜蛤之族群密度 (個體數量/m ²) 與樣點分布	61
圖 58 澎湖群島周邊海域山羊海菊蛤之族群密度分布	62
圖 59 澎湖群島周邊海域大白狐蛤之族群密度分布	62
圖 60 澎湖群島周邊海域馬糞海膽之族群密度分布	63
圖 61 澎湖群島周邊海域黑海參之族群密度分布	64
圖 62 澎湖群島周邊海域蕩皮參之族群密度分布	65
圖 63 區域 I 各採樣點之重要物種數量組成百分比	66
圖 64 區域 II 各採樣點之重要物種數量組成百分比	67
圖 65 區域 III 各採樣點之重要物種數量組成百分比	68
圖 66 區域 IV 各採樣點之重要物種數量組成百分比	69
圖 67 澎湖周邊海域重要物種二枚貝與棘皮動物之族群數量光譜分布 圖 (Spectrum shade plot)	70
圖 68 澎湖周邊海域重要物種二枚貝與棘皮動物之族群數量表面立體 圖 (3D Surface plot)	71
圖 69 澎湖重要物種調查各樣點測線 (n = 1 - 4) 之標的物種族群密度 (個體數/200 m ²)與組成之 MDS 分析圖	72

圖 70 澎湖重要物種調查各樣點測線 (n = 1—4) 之標的物種族群密度 (個體數/200 m ²) 與組成之 Bray—Curtis 相似度枝狀圖	73
圖 71 海菊蛤親緣關係樹	76
圖 72 殼菜蛤親緣關係樹	80
圖 73 海膽漁業之產業價值鏈	109
圖 74 採捕者性別統計圖	110
圖 75 採捕者年齡統計圖	111
圖 76 採捕者最高教育程度統計圖	112
圖 77 採捕者採捕馬糞海膽年資統計圖	113
圖 78 採捕者從事其他漁業年資統計圖	114
圖 79 馬糞海膽採捕地點分布圖	116
圖 80 採捕者作業時間(小時/次)統計圖	117
圖 81 採捕者作業天數統計圖	118
圖 82 採捕者作業方法統計圖	119
圖 83 採捕者採捕量統計圖	120
圖 84 採捕者產值統計圖	121
圖 85 採捕者冰鹽支出統計圖	123
圖 86 採捕者漁船油料支出統計圖	124
圖 87 馬糞海膽之分級包裝	124
圖 88 採捕者馬糞海膽處理方式統計圖	125
圖 89 採捕者馬糞海膽保存方式統計圖	126
圖 90 採捕者販售對象統計圖	127
圖 91 採捕者薪資支出 (元/小時) 統計圖	128
圖 92 採捕者包裝費用統計圖	129
圖 93 採捕者運輸費用統計圖	130

圖 94 採捕者平均支出費用統計圖	131
圖 95 海膽漁業之商業流程	132
圖 96 販售者性別統計圖	132
圖 97 販售者年齡統計圖	133
圖 98 販售者最高教育程度統計圖	134
圖 99 販售者販售年資統計圖	135
圖 100 販售者收購管道統計圖	136
圖 101 販售者收購數量統計圖	137
圖 102 販售者販售價格（元/台斤）統計圖	138
圖 103 販售者販售總量統計圖	139
圖 104 販售者販售形式統計圖	140
圖 105 販售者販售對象統計圖	141
圖 106 販售者保存設備統計圖	142
圖 107 販售者包裝設備統計圖	142
圖 108 販售者保存設備成本統計圖	143
圖 109 校園推廣課程活動紀實	145

計畫檢核表

說明：本計畫自 108 年 9 月 4 日決標後生效，簽約後 30 日曆天內（108 年 10 月 3 日）提送工作計畫書，其內容為評選後服務建議書之修訂。工作計畫書經機關核定後於 108 年 12 月 5 日前提送期中報告，其工作進度包括物種現有資源調查前期規劃與首次調查情況、回顧及分析現有之國際間相關管理案例與方法、蒐集過去澎湖保育物種資源評估資料、和白棘三列海膽產業價值鏈問卷。期末報告於 109 年 7 月 31 日前提送，其工作進度為持續調查目標物種之資源量現況並完成數據分析、統整本次重要保育物種現有資源量調查結果、提出白棘三列海膽產業價值鏈分析結果與國際上常使用之管理方法，並提出可行之管理方式與策略之建議、辦理 4 場次保育推廣活動和完成宣導影片。

工作項目	108 年						109 年						執行情形	實際 進度 (%)
	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月		
	執行甘特圖													
澎湖重要保育物種 現有資源調查													調查地點安排以潮 下帶潛水調查為 主，且盡量擴大調 查區域，期能了解 目標物種的分布現 況，共調查 53 個採 樣點，191 條穿越 線。調查結果於 「伍、結果」。(P.28)	100
蒐集過去澎湖保育 物種資源評估資料													已於期中報告整理 過去澎湖調查資 料。(P.28)	100

工作項目	108 年						109 年						執行情形	實際進度 (%)
	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月		
	執行甘特圖													
回顧國際案例與管理方法													已於期中報告整理國際管理案例。 (P.82)	100
白棘三列海膽之產業價值鏈分析													問卷訪談採捕者 40 位和販售者與店家共 20 名，分析結果於「伍、結果」。 (P.109)	100
期中報告													已於 108 年 12 月 5 日前繳交書面報告，同年 12 月 12 日辦理期中審查。	100
教育推廣活動暨成果發表會													已於 109 年 6 月 4 日和 5 日辦理 4 場校園宣導活動。 (P.144)	100
宣導品製作													109 年 6 月份完成宣導品—手機防水袋之驗收。	100
拍攝調查短片													拍攝內容說明於「伍、結果」。 (P.147)	100
資源管理策略建議													於「陸、討論與建議」論述。(P.163)	100
期末報告													已於 109 年 7 月 31 日前繳交書面報告。	100

壹、前言

一、澎湖地理環境、海岸特色

澎湖位於台灣本島西南方，由 90 個大小不同之島嶼及岩礁所組成，四面環海，橫跨熱帶及亞熱帶的交界，擁有面積寬廣的潮間帶。整個澎湖群島是典型的方山地形，係海底火山噴發出玄武岩流，在海底經過多次緩慢活動後形成較為平坦的海底地形，再經過多次海水面升降侵蝕作用的結果。氣候屬熱帶與亞熱帶交界，雨季分布不均，雨量少且蒸發旺盛，土壤鹽份偏高，加上強勁東北季風影響，不利於植物的生長，農業發展受限。

澎湖群島擁有全台最長的海岸線，全長共 448.974 公里¹，水深多數隨海岸線向外漸增，淺海域全年日照充足，有黑潮支流、中國沿岸流通過，形成寒暖流交會，及北臨北淺漁場，南臨台灣淺堆漁場，使澎湖周邊海域蘊藏著豐富的海洋生物資源。亦因此一水文特徵，讓澎湖水域即使在最冷之冬季的平均表水溫也有 22 度左右，孕育台灣西部水域特有之珊瑚礁生態系。其海底地形與底質蘊含天然岩礁、珊瑚礁、碎珊瑚、沙泥及巨石礫等，適合多樣性的魚、介貝類與藻類之繁衍滋長，以及幼魚、成魚棲息與庇護，生態機能特性可謂相當的高(李，2017)。

二、澎湖漁業重要性與危機

受限於澎湖氣候環境不利農耕與海洋資源優勢，漁業是澎湖群島最重要的經濟來源，截至目前約有 2 萬人左右從事漁業與養殖業維持

¹ 此數據引用自澎湖縣政府網站資訊 (<https://www.penghu.gov.tw/ch/home.jsp?id=10008>)，而其乃依據民國 94 年「澎湖群島島嶼數量委託清查計畫」清查結果所述。

生計(李，2017)。民國 96 年近海漁業產量 10,177 公噸，產值高達新台幣 12 億餘元(表 1)，大批昂貴的水產漁獲在經由海、空運下，被送往台灣本島或日本等地，不但餵飽老饕的口腹之慾，亦使漁民在短時間獲得相當大的利潤。

然而，海洋資源雖具「再生」與「持續」特性，但並非取之不盡、用之不竭，漁撈技術的快速發展與不完善的經營管理策略，漸使漁業資源利用達飽和甚至呈現過漁現象，漁業產量逐年降低(表 1)，漁業由興而衰，發展受限，漁民生活由普遍獲利再趨困境(蔡，2002)。

表 1 澎湖近年來漁業產量及產值變化

年份 (民國)	近海漁業		沿岸漁業	
	產量(公噸)	產值(千元)	產量(公噸)	產值(千元)
96	10,177	1,252,013	3,357	325,815
97	5,007	761,390	1,312	112,495
98	6,229	898,798	522	37,985
99	5,127	743,414	777	67,163
100	4,155	768,909	883	115,893
101	3,117	615,915	730	104,938
102	3,521	517,651	903	91,998
103	9,455	544,225	1,424	136,445
104	4,936	486,040	3,122	131,896
105	5,703	407,089	838	78,681
106	2,783	489,552	955	243,034
107	2,485	463,993	1,075	155,728

資料來源：整理自澎湖縣政府主計處漁業生產量值（最後檢閱日期：2020 年 9 月 9 日）

三、 潮間帶的生物經濟利用性

海洋生態系中，如潮間帶及淺海等沿岸地區，由於受到洋流及地形的影響，有豐富的營養鹽及有機物，使生產力旺盛，是許多水生生物棲息、繁衍的重要場所，但也因容易受到溫度、鹽度等環境因子影

響，而限制了生物的出現與活動(邵，1998；Horn et al.,1999)。澎湖沿岸資源豐富，居民生活與海洋息息相關，澎湖岩礁潮間帶孕育許多經濟性海藻及魚蝦貝介類，是沿岸採捕漁業的重要對象。澎湖先民利用潮間帶進行漁業活動，如挽紫菜、採蛤、定置網、抱墩、石滬、採石蚵等；有些潮間帶漁法因對環境破壞性高而停用，如槓灘、槓生蛤。由於潮間帶採集所需設備門檻低，雖是人們最容易親近和直接觀察海洋生物的地方，但也是最易受到人為活動干擾的區域，受到過度利用與破壞也是最為嚴重，特別是過度捕撈潮間帶生物、非法捕撈行為、海岸進行各項人為工程及結構物的破壞、水污染、人造垃圾污染和遊客的踩踏等行為，都使潮間帶的生物資源大量減少（邵，2017;李和李，2012），潮間帶中生物相逐漸改變，甚至有部分物種消失。澎湖海岸地區因缺乏環境資源的整體規劃及有效的經營管理，加上不合理與不適當的人為利用，使得資源的過度開發，也破壞自然海岸景觀，這樣的問題不加以改善，在未來生態的環境只會繼續惡化，也將喪失優美海岸線所賦予的海岸遊憩品質。

為保護澎湖的珊瑚礁和潮間帶免於繼續遭受破壞，保育沿岸水產資源，除規定距岸十二浬內禁止採捕珊瑚礁，未經許可不得公開陳列買賣、運入或運出澎湖縣外。同時，針對白棘三列海膽（馬糞海膽）、珊瑚礁保育貝類（黑石蜆、山羊海菊蛤、大白狐蛤）、海參（黑海參、蕩皮參、糙刺參）等澎湖珍貴漁業資源制定禁漁期及相關禁捕規定，如有違反即依漁業法第 60 條第 2 項規定，處 3 年以下有期徒刑、拘役或科或併科新臺幣 15 萬元以下罰金（表 2）。

表 2 澎湖縣禁漁相關法規表

禁漁物種	管制水域	禁漁期間	禁捕規定	公告日期/文號
澎湖小章魚	澎湖縣海域	每年 3/29~4/12	禁止採捕、處理、販賣、 持有	105年2月1日 府授農漁字第

禁漁物種	管制水域	禁漁期間	禁捕規定	公告日期/文號
				10500059222 號公告
馬糞海膽	澎湖縣海域	每年 9/1 至 翌年 6/30	禁止採捕、處理、販賣、 持有	107 年 6 月 5 日 府授農漁字第 10700320672 號 公告
		每年 7/1~8/31	禁止採捕、處理、販賣、 持有殼徑未滿 8 公分之馬 糞海膽。販賣殼徑 8 公分 以上白棘三列海膽(馬糞 海膽)應向本府農漁局申 請核准後，始得輸出本 縣。	
珊瑚礁保育 貝類(黑石 蜊、山羊海 菊蛤、大白 狐蛤)	澎湖縣海域	全年禁止	禁止採捕、處理、販賣、 持有	109 年 2 月 10 日 府授農漁字第 1090057712 號 公告
碑礫貝	澎湖縣海域	全年禁止	禁止採捕、處理、販賣、 持有	105 年 12 月 23 日府授農漁字 第 10500694442 號公告
大法螺	澎湖縣距岸 12 哩以內海域	全年禁止	距岸 12 哩內禁止採捕、 處理、販賣及持有(不含製 品)	99 年 8 月 27 日 府授農漁字第 09900430332 號 公告
16 種縣府放 流之魚苗及 較高經濟性 之魚種(老鼠 斑、密點石 斑、褐石 斑、白點石 斑、橫紋	澎湖縣海域	全年禁止	禁止採捕、販賣及持有體 長未滿 9 公分之 16 種魚 種	93 年 4 月 8 日起

禁漁物種	管制水域	禁漁期間	禁捕規定	公告日期/文號
鱸、黃鰭 鯛、奧奈鑽 嘴魚、嘉臘 魚、擬青石 斑、玳瑁石 斑、七星 斑、黑鯛、 黃錫鯛、馬 拉巴石斑、 臭都魚、青 嘴龍占)				
丁香魚	澎湖縣海域	每年 5/1~6/1	禁止採捕、處理、販賣、 持有	88年7月1日澎 府農漁字第 35997號
黑海參、蕩 皮參、糙刺 參	澎湖縣距岸3 哩內海域(含潮 間帶海域)	全年禁止	禁止黑海參、蕩皮參、糙 刺參等三種海參之採捕 或處理	99年1月26日 0993500076號 公告

資料來源：澎湖縣政府農漁局，2018

緣此，了解澎湖各區域中各重要物種組成狀態是目前的重要工作，本研究擬對於澎湖周遭海域，在現有資料的基礎下持續調查，特別針對以澎湖漁業重要保育物種白棘三列海膽、孔雀殼菜蛤、山羊海菊蛤、黑石蜆、大白狐蛤、黑海參、糙刺參、蕩皮參、棘輻肛參等物種進行分析，以掌握海域中生物相的現況，了解重要保育物種的資源量變動情況和目前的保育成效，達成生態復育及資源永續利用的重要使命。另外，白棘三列海膽是上述澎湖重要保育物種中能在每年7月1日至8月31日採捕殼徑8公分以上的資源，透過分析其產業價值鏈之基本組成構面及範圍，描述價值鏈各環節的附加價值，並進行漁業價值鏈基本分析資料之補充資料蒐集，以了解白棘三列海膽相關上下游產業之發展現況。最後，透過教育推廣活動，喚起在地社區與社會民眾

重視海洋保育意識，讓澎湖漁業朝向永續經營管理目標邁進。

貳、工作項目與內容

一、澎湖重要保育物種現有資源調查

(一)調查範圍：為澎湖縣轄群島距岸 12 哩以內海域（含潮間帶）

(二)調查物種

1. 白棘三列海膽(*Tripneustes gratilla*, 俗名：馬糞海膽)
2. 孔雀殼菜蛤(*Septifer bilocularis*, 俗名：掃帚仔)
3. 山羊海菊蛤(*Spondylus barbatus*, 俗名：粉蚵或燈火蚵)
4. 黑石蜊(*Lithophaga teres*, 俗名：灘)
5. 大白狐蛤(*Lima vulgaris*, 俗名：撬仔)
6. 黑海參(*Holothuria atra*)
7. 糙刺參(*Stichopus horrens*)
8. 蕩皮參(*Holothuria leucospilota*)
9. 棘輻肛參(*Actinopyga echinites*)

二、白棘三列海膽(*Tripneustes gratilla*，俗名：馬糞海膽)之產業價值鏈分析。

三、辦理澎湖海域保育物種教育推廣活動暨成果發表會一場。

四、整合國際上常使用之管理方法、本次資源調查和過往資料蒐整與產業價值鏈分析結果，進行管理策略研擬並提出可行建議。

另外，依據議約補充意見仍需注意以下幾點工作事項：

- 細分不同物種之調查位置，如珊瑚礁貝類於內海海域(前寮、鐵線、五德等)、海參(後寮、赤崁等)、馬糞海膽(七美、小門、

烏炭、赤炭等)。

- 重於分析馬糞海膽於本縣之分布量及可能之管理措施，如以輪區採捕，以何種區分方式為宜。
- 請分析馬糞海膽生殖腺成熟與水溫之關係，現行開放採捕之月份(每年7月1日至8月31日)是否有調整必要，或有其他管理措施之建議。
- 補充馬糞海膽價值產業鏈問卷之內容與形式。
- 禁採珊瑚礁貝類係因採捕行為會造成珊瑚礁棲地破壞，故於調查過程中如有發現其他內棲息性貝類，或採捕行為明顯會影響珊瑚礁之貝類亦可提出禁採或其他管理建議。
- 近年「山羊海菊蛤」之文獻似有「同種異名」之情形，請協助鑑定本縣之「山羊海菊蛤」與台灣本島(或其他地區)之「山羊海菊蛤」是否為同種(定性調查)。
- 分析目前禁捕之三種海參若開放採捕，是否有其市場價值，另調查海參資源量過程中，如有生物量過低之種類也可提出禁捕建議(如棘輻肛參)。

參、 團隊成員與工作執掌

本計畫工作團隊由多位學有專精的人才所組成，其專業背景涵蓋漁業政策、漁業管理、漁業資源、軟體動物多樣性、潮間帶及濕地生態學、海岸帶管理和海洋環境教育等領域。主要由國立高雄科技大學海洋事務研究中心劉文宏主任擔任計畫主持人，負責計畫總體規劃、統籌、進度管考等各項策略研擬；國立澎湖科技大學黃俞升副教授、國立海洋科技博物館展示教育組陳麗淑主任、國立高雄科技大學海洋事務與產業管理研究所詹昊棠助理教授擔任協同主持人，分別針對澎湖縣群島潮間帶之保育物種現有資源情況和白棘三列海膽之產業價值鏈進行調查，並研擬澎湖重要保育物種永續經營管理策略；高瑩懿助理擔任計畫經理，負責統整報告及行政事務處理。計畫人力配置圖如圖 1 所示，工作執掌如表 3 所示。

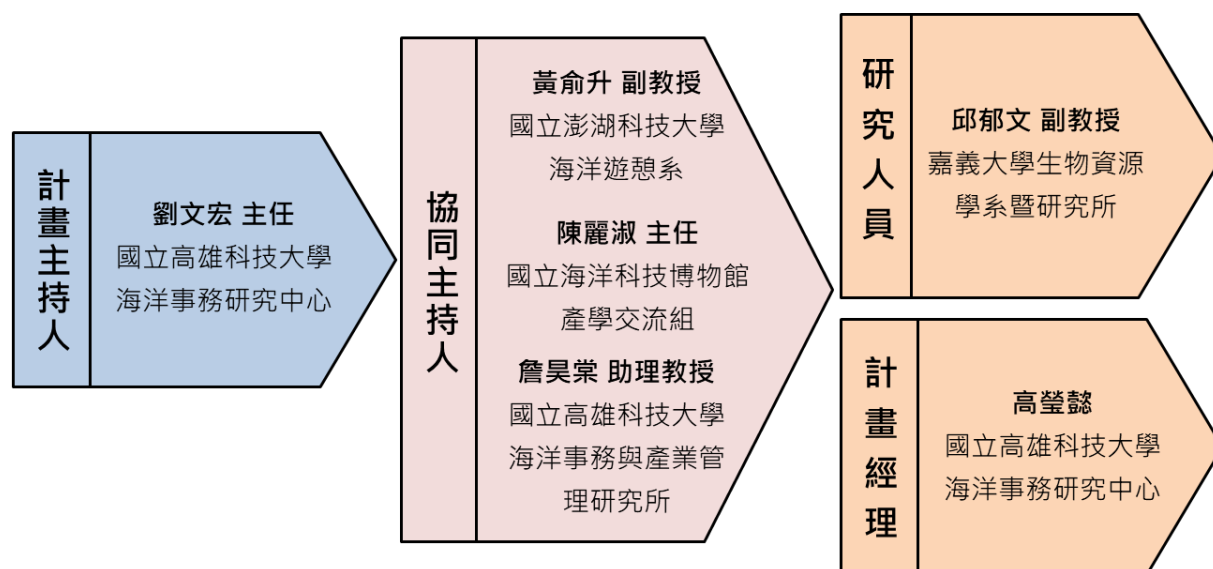


圖 1 計畫人力配置圖

表 3 計畫團隊成員之工作執掌

單位/職稱	姓名	專長領域	具體工作性質、項目及範圍
國立高雄科技大學 海洋事務研究中心主任	劉文宏	漁業政策與管理、箱網養殖、海洋環境教育	計畫主持人 計畫執行策略之研擬、進度督導及提出工作報告、出席計畫相關之各項會議與簡報、計畫執行
國立澎湖科技大學 海洋遊憩系副教授	黃俞升	海洋底棲無脊椎動物群聚生態學，南極底棲生物生態學，海綿動物分類學、生物多樣性與生態保育學	協同主持人 重要保育物種現有資源調查、重要保育物種鑑定、出席計畫相關之各項會議與簡報。
國立海洋科技博物館 產學交流組組主任	陳麗淑	魚類生活史、漁業資源、海洋環境教育	協同主持人 重要保育物種現有資源調查、重要保育物種鑑定、重要保育物種管理策略研擬、出席計畫相關之各項會議與簡報。
國立高雄科技大學 海洋事務與產業管理研究所助理教授	詹昊棠	海岸帶管理、氣候變遷調適與脆弱度、漁業管理與政策	協同主持人 管理方法文獻匯整、產業價值鏈分析、教育推廣活動執行、重要保育物種管理策略研擬、出席計畫相關之各項會議與簡
嘉義大學 生物資源學系暨研究所 副教授	邱郁文	台灣軟體動物多樣性、亞洲軟體動物及親緣地理、濕地生態	研究人員 重要保育物種現有資源調查、重要保育物種鑑定。
國立高雄科技大學 海洋事務研究中心計畫 經理	高瑩懿	海洋教育、環境教育	計畫經理 協助計畫規劃、協調與執行、報告撰寫、行政庶務相關事宜。

肆、 具體作法

一、 澎湖重要保育物種現有資源調查

本研究於澎湖縣後寮、赤崁、烏崁、小門漁業資源保育區、七美漁業資源保育區、前寮、鐵線、五德等海域中進行生物相(白棘三列海膽、孔雀殼菜蛤、山羊海菊蛤、黑石蜆、大白狐蛤、黑海參、糙刺參、蕩皮參、棘輻肛參)調查，其中孔雀殼菜蛤、山羊海菊蛤、黑石蜆目前在分類上仍然有許多的疑慮，因此本計畫物種調查分為「定性」和「定量」兩部份，「定性調查」為釐清目前澎湖有鑑定問題的種類(孔雀殼菜蛤、山羊海菊蛤、黑石蜆)，並對照漁民常撿拾的種類，有了物種依據才能進行後續的資源量調查，讓未來的資源管理標的可以更明確，定性調查依實際作業可以達到的規模來進行；「定量調查」以沒有物種鑑定問題的種類為主，評估其資源量。調查規劃、調查方法、數據分析方式如下列所述：

(一) 調查時間

參考 2019-2020 年中央氣象局海象測報中心公布之「澎湖潮汐預報表」，配合潮汐變化，自 2020 年 1 月至 2020 年 6 月，選定調查測站進行 1 次調查，故每測站只調查 1 次，由於冬季(1-2 月)因為東北季風盛行，受氣候及風浪之影響，為顧及安全，有些區域無法調查，將會因天候狀況調整調查區域。另外實際的調查頻度依低潮時間的海況可作業性而有所增減，以維護調查人員之安全。因為包括許多藏在礁石中的內棲息性種類，所以調查所需的時間會增加，調查頻度及規模將依第一次作業的狀況做修正。

(二)調查地點

調查團隊於 108 年計畫前期先進行重要保育物種澎湖內海潮間帶和潮下帶普查，發現目標物種大多棲息於潮下帶，因此本次計畫調查地點安排以潮下帶潛水調查為主，且盡量擴大調查區域，期能了解目標物種的分布現況。

由於本計畫調查的主要標的物種的分布棲地有顯著的差異，故分別規劃採樣區域。標的物種可分為(1)二枚貝：主要分布在馬公市的內海前寮，菜園，興仁，鐵線，五德，井垵與嵵裡沿岸潮間帶至亞潮帶。

(2)棘皮動物：主要分布在澎湖群島近岸的亞潮帶水深 25 公尺內。為了解標的物種在澎湖周邊海域的族群密度，調查原則以增加調查採樣點，擴大調查範圍，釐清調查物種分布情形為主要目標。除了北海吉貝島以北因海況與作業時間因素，無法在計畫時間內前往作業，本次計畫共執行了 54 個不同的採樣點，遍佈澎湖馬公本島、西嶼與周邊各大小島嶼，採樣地點、經緯度位置，深度與簡單說明如表 4 和圖 2。

表 4 澎湖周邊海域之二枚貝與棘皮動物之族群量調查採樣地點編號、英文編碼、經緯度、水深、採樣日期與說明

編號	英文代號	名稱	緯度 (N)	經度 (E)	水深 (M)	說明	採樣日期
1	XM	小門漁業資源保護區	23° 39.124'	119° 30.865'	3 - 6	漁業資源保護區內(岸潛)	20200110
2	DC	大倉島西側	23° 36.997'	119° 33.608'	9 - 15	大倉港西側約 900 公尺處	20200211
3	JA	井垵	23° 31.645'	119° 34.732'	6 - 12	雞母塢港堤防外側	20200211
4	WANW	望安西北	23° 23.195'	119° 29.438'	12 - 13	水垵港外側砂底	20200212
5	WAN	望安北	23° 23.678'	119° 30.178'	9 - 10	水垵宮北側	20200212
6	WAE	望安東	23° 22.592'	119° 30.648'	5 - 7	敝崎港東側	20200212
7	WK	烏坎	23° 32.656'	119° 37.914'	4 - 6	烏坎港堤防東側	20200213

編號	英文代號	名稱	緯度 (N)	經度 (E)	水深 (M)	說明	採樣日期
8	SG	鎖港	23° 31.323'	119° 36.770'	6 - 8	鎖港南堤防東側	20200213
9	SS	山水	23° 30.517'	119° 34.851'	5 - 7	山水沙灘西側約 1000 公尺處	20200213
10	NJA	井垵北	23° 31.918'	119° 34.707'	7 - 9	雞母塢港堤防北側	20200307
11	WD	五德	23° 32.404'	119° 34.954'	8 - 10	五德港西北側	20200307
12	SL	嵵裡	23° 32.194'	119° 34.099'	3 - 4	嵵裡港西北側	20200307
13	CW	青灣	23° 32.373'	119° 33.509'	3 - 6	風櫃東漁港東側約 800 公尺處	20200307
14	CMW	七美西	23° 12.304'	119° 25.061'	2 - 5	距離岸邊約 80 公尺處	20200308
15	CMS	七美南	23° 11.410'	119° 25.496'	3 - 6	距離岸邊約 100 公尺處	20200308
16	ULW	月鯉灣	23° 11.722'	119° 25.932'	7 - 10	距離岸邊約 250 公尺處	20200308
17	DSL	大獅龍埕	23° 12.030'	119° 26.211'	11 - 13	距離岸邊約 155 公尺處	20200308
18	GPSW	姑婆嶼西南	23° 42.635'	119° 33.141'	5 - 8	西南岸與外礁中間	20200308
19	GPNE	姑婆嶼東北	23° 43.195'	119° 33.478'	4 - 6	碗內	20200318
20	GPNW	姑婆嶼西北	23° 43.261'	119° 33.245'	9 - 10	退潮時碗內	20200318
21	MYN	貓嶼北	23° 19.485'	119° 19.397'	8 - 11	小貓嶼，大貓嶼之間	20200318
22	CYSE	草嶼東南	23° 19.067'	119° 20.318'	6 - 15	距岸邊約 90 公尺處	20200321
23	MYS	貓嶼南	23° 19.419'	119° 19.227'	3 - 17	大貓嶼南側彎口	20200321
24	JYD	西嶼鯨魚洞	23° 39.372'	119° 31.216'	2 - 5	距岸邊約 120 公尺處	20200321
25	XM	西嶼小門	23° 39.114'	119° 30.821'	1 - 5	小門漁業資源保護區	20200415
26	XCJ	西嶼小池角	23° 36.045'	119° 29.948'	2 - 5	虎目石滬西北側	20200415
27	STS	蛇頭山	23° 33.048'	119° 32.984'	3 - 12	遊憩區外約 100 公尺	20200415
28	NB	前寮	23° 32.073'	119° 34.563'	1 - 5	前寮東堤防東側	20200417
29	SLH	嵵裡港	23° 31.973'	119° 34.403'	3 - 12	嵵裡港北側	20200417
30	GYT	觀音亭	23° 34.174'	119° 33.483'	4 - 9	觀音亭北堤外側	20200417
31	HJSA	虎井南 A	23° 29.161'	119° 31.747'	4 - 7	距離岸邊約 100 公尺處	20200417
32	HJSB	虎井南 B	23° 29.077'	119° 31.059'	6 - 9	距離岸邊約 100 公尺處	20200420
33	HJHW	虎井港西	23° 29.413'	119° 30.864'	2 - 5	距離岸邊約 100 公尺處	20200420
34	HJHE	虎井港東	23° 29.462'	119° 31.164'	3 - 6	距離岸邊約 150 公尺處	20200420
35	JGAN	將軍澳北	23° 22.561'	119° 31.977'	9 - 12	距離岸邊約 100 公尺處	20200607
36	JGANW	將軍澳西北	23° 22.077'	119° 31.330'	5 - 7	距離岸邊約 100 公尺處	20200607
37	JGAS	將軍澳南	23° 21.676'	119° 31.900'	10 - 12	距離岸邊約 100 公尺處	20200607

編號	英文代號	名稱	緯度 (N)	經度 (E)	水深 (M)	說明	採樣日期
38	JGASE	將軍澳東南	23° 21.830'	119° 32.483'	7 - 11	距離岸邊約 100 公尺處	20200607
39	WAS	望安南	23° 21.007'	119° 30.272'	7 - 10	距離岸邊約 100 公尺處	20200607
40	SSC	山水斷崖	23° 30.5316'	119° 36.5371'	5 - 8	距離岸邊約 100 公尺處	20200609
41	HW	杭灣	23° 30.9728'	119° 36.4728'	4 - 6	距離岸邊約 100 公尺處	20200609
42	PIDC	青灣 PIDC	23° 31.9303'	119° 33.0052'	3 - 6	距離岸邊約 100 公尺處	20200609
43	FG	風櫃洞	23° 32.2238'	119° 32.6625'	6 - 10	距離岸邊約 100 公尺處	20200609
44	HL	後寮	23° 40.586'	119° 33.409'	3 - 6	後寮遊客中心北側	20200621
45	CKCW	赤崁航道西	23° 41.438'	119° 35.958'	3 - 6	赤崁航道西側信號標	20200621
46	CKCE	赤崁航道東	23° 40.646'	119° 36.684'	3 - 5	赤崁航道東側	20200621
47	BSSE	小白沙島東南	23° 40.592'	119° 40.148'	4 - 7	距離岸邊約 50 公尺	20200621
48	JSY	雞善嶼	23° 37.536'	119° 41.189'	6 - 8	雞善嶼東南側	20200621
49	DGY	錠鉤嶼	23° 37.054'	119° 42.061'	7 - 11	錠鉤嶼東南側	20200621
50	LM	龍門	23° 32.971'	119° 40.481'	8 - 10	龍門港南方約 750 公尺	20200621
51	CMNE	七美東北角	23° 13.323'	119° 26.712'	4 - 9	雙心石滬外側	20200622
52	CMN	七美北側	23° 13.269'	119° 25.974'	6 - 11	西北灣外側約 150 公尺	20200622
53	TZH	潭子港	23° 13.034'	119° 24.810'	6 - 10	潭子港北堤防外側	20200622
54	HY	花嶼	23° 24.137'	119° 19.757'	11 - 15	花嶼東側	20200622

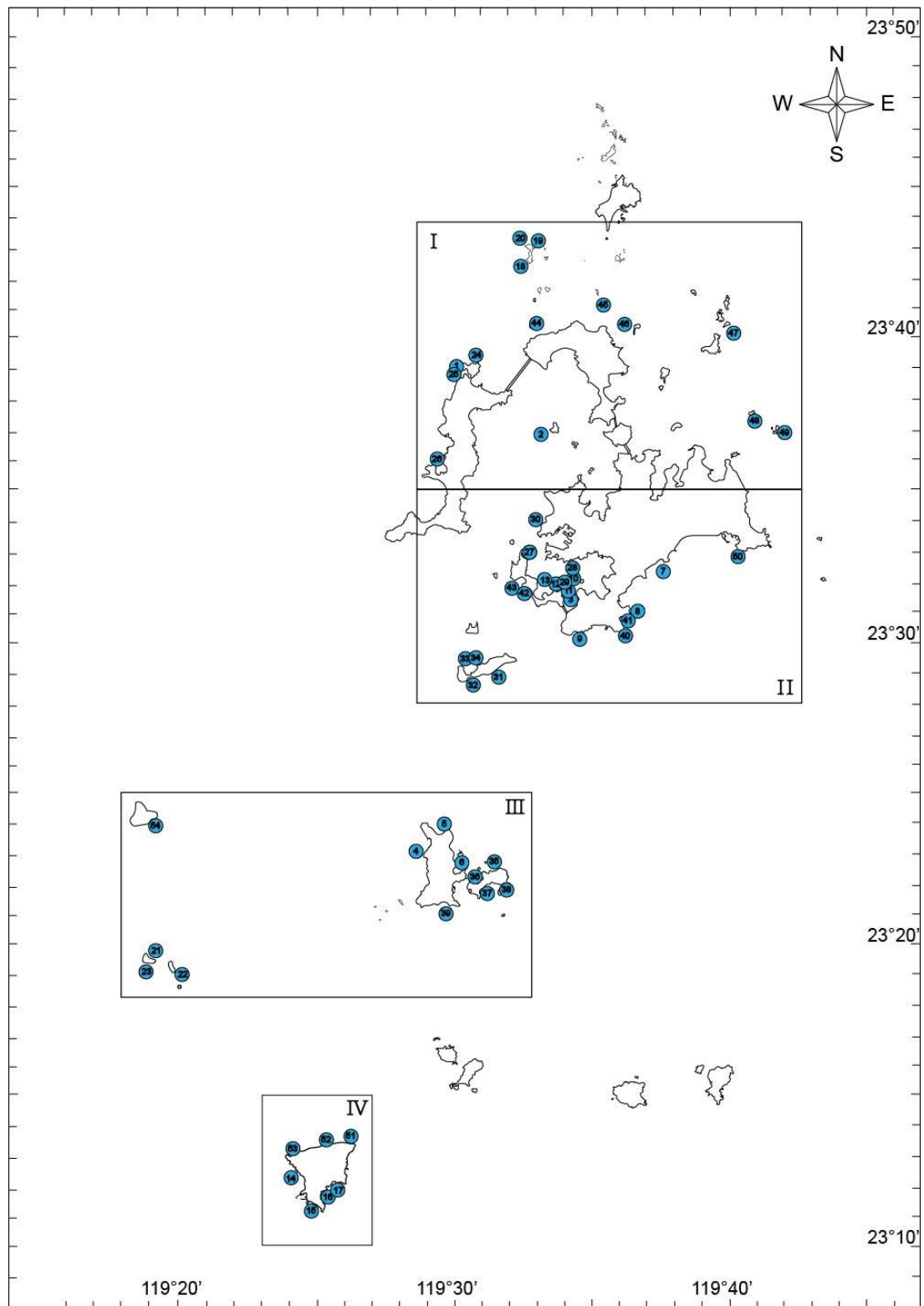


圖 2 澎湖周邊海域之二枚貝與棘皮動物族群量調查採樣地點分布圖
 數字代表採樣點編號與採樣順序（編號與採樣點對照請參閱表 4）。依照採樣點地緣關係由北至南分成 I：西嶼，澎湖北海與東海；II：澎南沿海，內海與虎井嶼；III：望安，將軍澳，花嶼，貓嶼及草嶼；IV：七美周邊，四個區域。

(三)研究方法

1. 水文環境資料蒐集

以手持多參數水質檢測儀 (YSI Professional Plus) 記錄各採樣點之海水溫度(°C)、溶氧飽和百分比(%)、溶氧量(mg/L)、鹽度(ppt)、酸鹼值以及氧化還原電位 (mV)。

2. 調查地點之底質組成

每月調查時觀察潮間帶底質組成狀況。

3. 調查方式：低潮線以深區之調查

由於孔雀殼菜蛤的生態分布與其他標的物種不同，為叢聚型且高密度之分布，採樣方法為各採樣點設置一條 50 公尺穿越線，於穿越線的兩側隨機放置 30 個 0.5 x 0.5 公尺的不鏽鋼調查方框，並以數位相機 (Olympus TG-6) 拍照方框內的孔雀殼菜蛤，然後回實驗室計算數量。

其他標的物種之調查，以潛水方式觀察，各地點設置長 50 公尺穿越線進行調查，於測線上左右 1 公尺以水中攝相機觀察此範圍內出現之標的物種，若於範圍中發現標的物種，則以攝相機(Olympus TG-6) 拍照並紀錄。此外，由於冬季 (1-2 月) 東北季風盛行，受氣候及風浪之影響，為顧及安全，有些區域無法調查，直至 3 月才會開始進行大部分樣點調查。

4. 樣本處理

(1) 樣本保存

潮間帶及低潮線以深區採得物種皆以拍照紀錄後，再放回原棲地；部分孔雀殼菜蛤、山羊海菊蛤、黑石蜆帶回實驗室冰凍或以酒精保存，以利後續根據形態特徵鑑種或是取樣進行分子定序分析。

(2) 物種鑑定、個體計數及測量

參考臺灣常見經濟性水產動植物圖鑑(邵等, 2015)、東沙珊瑚生態圖鑑(戴等, 2013)、澎湖潮間帶無脊椎動物圖鑑(施等, 2010)、臺灣貝類圖鑑(賴, 2005)等資料加以鑑定。對於低潮線以深區中觀察到之二枚貝、海膽、海參之主要標的物種, 則以水下相機對單獨個體進行攝影, 回到實驗室之後依照採樣點各測線整理檔案, 並依照片記錄各採樣穿越線出現之生物及計算其個體數。

(3) 核酸萃取

取適量(<20 mg)海菊蛤和殼菜蛤樣本之閉殼肌或外套膜組織, 利用商用套組 DNeasy Blood & Tissue Kit (QIAGEN)進行核酸之萃取與純化。本萃取方式是透過管柱萃取純化法(Silica column purification), 首先以溶劑(Lysis buffer)及蛋白分解酶 K (Proteinase K) 將細胞及組織蛋白溶解, 將溶解後之組織溶液加入含矽濾膜之管柱中, 透過離心過濾方法以去除多餘的溶解雜質並將核酸吸附在含矽濾膜上, 接著以含酒精之 Wash buffer 將吸附在膜上的核酸清洗乾淨, 最後藉由不同鹽類及 pH 值等溶液改變濾膜對核酸的吸附能力, 將核酸由濾膜濾出, 以得到萃取純化之核酸, 詳細萃取流程及步驟請參考操作手冊 (QIAGEN, 2006)。萃取出來之核酸以 Invitrogen Qubit 4 Fluorometer (Thermo Fisher Scientific)核酸濃度測定儀檢測其濃度。

(4) 標的基因之增幅

本實驗以粒線體 DNA 的 COI 基因 (Cytochrome c oxidase subunit I gene)部分片段作為聚合酶連鎖反應(Polymerase chain reaction, PCR)之標的基因, 採用無脊椎動物通用之 COI 引子 (Folmer et al, 1994) LCO 1490 (5' GGT CAA CAA ATC ATA AAG ATA TTG G -3') 及 HCO 2198 (5'- TAA ACT TCA GGG TGA CCA AAA AAT CA -3'), 預計增

幅產物為 658bp。PCR 反應以 2X Platinum™ II Hot-Start PCR Master Mix、MiniAmp Thermal Cyclers (Thermo Fisher Scientific)來進行，首先以 94°C 加熱 2 分鐘 (Predenaturation)後進行 35 次增幅反應循環—包括 94°C 15 秒 DNA 變性反應 (denaturation)、40°C 15 秒接合反應 (annealing) 使引子與模板結合、68°C 15 秒之延伸反應 (extension) 進行 DNA 複製延伸，35 次循環結束後，再進行 68°C 5 分鐘最後延伸反應 (final extension)。反應完成後，取 5ul PCR 產物以含 DNA 結合染劑之 1.5 % 的瓊膠 (agarose gel) 進行電泳分析(100V)，再以藍光檢驗產物是否座落於 DNA marker 相對應之片段位置，以判斷是否成功增幅所需之 DNA 片段。

(四)標的物種之調查數據分析

本研究在完成各物種鑑定及計數後，依據標的物種：白棘三列海膽、孔雀殼菜蛤、山羊海菊蛤、黑石蛎、大白狐蛤、黑海參、糙刺參、蕩皮參和棘輻肛參於潮間帶之調查數據進行分析。

1. 標的物種於調查期間出現的族群密度

為採樣面積中觀察到之標的物種個別出現密度，其計算公式如下：

$$D = \frac{N}{S}$$

D：密度(indivs./ 200 m²)

N：物種個體數

S：每條採樣穿越線面積

2. 各樣點間生物組成之比較

為了了解各樣點間標的物種之組成與物種族群豐富度的空間分布與時間序列的差異，我們會用 Bray-Curtis 相似度指數比較各個樣

點之間的相似度(PRIMER-E ver. 7, PRIMER-E ltd., Plymouth, UK)。為了瞭解保育標的物種群聚在空間上的相似度的差異，我們會用非介量多尺度量法 (nMDS; nonparametric multidimensional scaling) 進行計算 Stress 係數與圖示，以了解各個樣點之間主要保育標的物種群聚的相似度 (Similarity) 在空間分布上是否有明顯的區別。

3. COI 基因序列之取得與遺傳資料比對及分析

成功增幅 COI 基因的 PCR 產物委託源資國際生物科技股份有限公司進行產物雙向定序，所取得之兩端單股 DNA 片段，以 MEGA X 套裝軟體進行雙股序列之比對校正 (alignment) 以得出完整及正確的 COI 基因序列，再將此 DNA 片段傳送至 NCBI 網站 (National Center for Biotechnology Information, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) 利用 BLAST 進行基因資料庫之物種比對。

由於樣本 mtDNA 之 COI 基因序列與 NCBI 網站的基因資料庫無比對出相符合之物種，因此收集 NCBI 中相近物種之 COI 基因片段及鄰近類群之序列，另包含 2016 年澎湖以及東沙和後灣之海菊蛤序列，進行親緣分析。利用套裝軟體 Mega X，先以 Model test 找出最適合之演化模式後，再以最大似然率法 (Maximum-likelihood method, Bootstrap 500, Hasegawa-Kishino-Yano Model G+I) 進行親緣關係樹之建構，最後再配合遺傳距離 (Genetic distance) 分析，估算並了解樣本類群之階層距離，以期釐清該樣本物種之分類定位。

(五) 白棘三列海膽生殖週期之研究

為了解馬糞海膽的一年之間的生殖週期，研究團隊將於澎湖周邊海域 (分為北海、內海和南海) 進行每個月的採樣，分別採集體型大小 9 公分以上的海膽個體約 15-20 隻。每一個體帶回實驗室進行濕重 (Test wet weight; T)、最大殼直徑 (Test diameter; D) 與殼高 (Test high;

H) 測量。海膽的體積 $Volume = \frac{4}{3}\pi \times \left(\frac{1}{2} \times Diameter\right)^2 \times \frac{1}{2}Height$ 。解剖取出生殖腺後測量其濕重 (Gonad wet weight; G) 並以排水法測量體積 (Gonad volume; GV)。該數據可用來分別計算重量生殖腺指數 (Weight Gonadal Indices; WGI) 與體積生殖腺指數 (Volume Gonadal Indices; VGI)：

$$WGI = G/T \times 100\%$$

$$VGI = GV/V \times 100\%$$

除此以外，每一個海膽生殖腺最靠近肛門的部分會用解剖刀取下一小部分 (約 $0.5 \times 0.5 \times 0.5 \text{ cm}^3$) 立刻以 Baker 固定液 (4% 海水福馬林與 2% 醋酸鈣) 固定 24 小時，然後移入 30% 蔗糖加 1% 阿拉伯膠 (Gum arabic) 溶液並放入 4 度 C 冷藏保存，待後續組織切片研究來了解海膽生殖腺成熟的週期。

本次調查自 2020 年 1 月至 2020 年 6 月，共 6 個月皆有觀測馬糞海膽之族群量。然而，因調查之 54 個採樣點所發現的馬糞海膽數量極為稀少，故選擇不採樣，期望馬糞海膽可以留在海洋繼續繁殖。

二、 白棘三列海膽產業價值鏈分析

漁業公司要發展其獨特競爭優勢，或是為股東創造更高附加價值，策略即是將企業的經營模式解構成一系列的價值創造過程，而此過程的連結即是漁業價值鏈 (Porter, 1985)。漁業企業的共通價值鏈主要分成主要活動與支援活動。前者為企業主要的生產與銷售程序，包括：進貨運籌、製造營運、出貨運籌、市場行銷與售後服務等。而支援活動可視為一漁業公司支援主要營運活動的其他企業運作環節，或是所謂的共同運作環節，包括企業基礎建設、人力資源管理、技術發展與採購等。上述價值鏈是站在個別企業的角度來考量，如將不同漁業公

司所處的產業環節連結起來，如供應商價值鏈、企業價值鏈、通路價值鏈與消費者價值鏈連結即成為漁業價值鏈系統(value system)或產業鏈(industry chain)。

本研究團隊針對白棘三列海膽產業進行產業價值鏈問卷調查，透過產業價值鏈分析，了解我國漁業部門產業結構之關聯性。此工作項首先參考相關研究設計產業價值鏈問卷之基本組成構面及範圍，其次以普查或立意抽樣（採捕者和販售者）方式進行直接訪談問卷調查。由於馬糞海膽在開放採捕期間，人人皆可進行採捕作業且容易進行，因此本研究透過訪談過程由當地漁民介紹實際進行採捕作業之漁民做為訪談對象，並以滾雪球方式接觸更多的受訪者，以確保所訪談之受訪者皆符合本次目標對象之選擇。

問卷內容包括馬糞海膽產業價值鏈基本組成、管理制度(財務、人事、作業、訓練、維護等)、產銷通路(現場拍賣、魚市場、魚販、宅配、加工廠、活魚運銷等)、固定成本、變動成本等項目，進而進行計算馬糞海膽價值鏈基本分析資料之補充資料蒐集，了解相關上下游產業之發展現況，例如：馬糞海膽在漁船、漁具、岸上設施、漁撈機械、運銷、漁獲行銷、相關生技、保健品之國內民間消費、漁業休閒遊憩及主題旅遊收支等，統整分析相關資料並提出產業調整及優化適當措施與策略建議，作為管理單位政策參考。

考量到馬糞海膽產業的特殊性，研究團隊於 108 年 11 月 4 日和 27 日訪談白棘三列海膽的採捕者和販賣者，初探該產業的面貌，並依訪談內容再次修改和調整產業價值鏈問卷，其問卷內容請參考附件二。

三、 潮間帶保育推廣活動暨成果發表會

本計畫藉由潮間帶保育推廣活動和拍攝宣導短片做為計畫成果展現及對外宣傳的方式。

受嚴重特殊傳染性肺炎（COVID-19）²影響，經 109 年 3 月 6 日與機關工作會議討論確定採小規模多點式的方向辦理活動，因此本團隊於 4 月 8 日與澎湖縣海洋教育資源中心洽談合作事宜且獲得青睞，規劃以西嶼鄉、白沙鄉、湖西鄉和馬公市各辦理 1 場入班教學，以一堂課 40 分鐘設計教案（課程教案詳述如後），對國小中、高年級學生宣傳潮間帶及重要物種保育等相關議題。本次活動提供防水觸控手機袋加吊帶贈送給上課師、生，讓學生在教室進行完課程後，能到海洋場域實地觀察和紀錄，防水觸控手機袋能讓學生在潮間帶進行生態觀察時，能使用手機拍照並紀錄，不必擔心手機進水損壞，增加學習成效。

而宣導短片以介紹潮間帶的重要性為主題，並帶出此計畫保育物種調查的過程且說明科學調查的背後意義，其拍攝架構如表 5。影片觀看對象鎖定善於接受快速資訊的年輕族群，適當保留影片的想像空間，引起觀影者對議題的興趣，故影片長度設計在 4 分鐘內，讓觀影者利用網路上多元的資訊並以自身角度去探索相關議題。宣導短片除了利用網路平台播放外，同時也於教育推廣活動中播放。宣導影片拍攝腳本於 109 年 3 月 6 日與機關工作會議中討論確認，拍攝腳本詳如附件三，後續依此規劃完成製作。

表 5 宣導影片拍攝架構

拍攝架構	段落說明
以澎湖著名的潮間帶大景開場，帶領大家進入潮間帶的世界	潮汐的節奏，潮起潮落，帶來了充沛的養分，也留下旺盛的生命。

² 遵照衛生福利部疾病管制署 2020 年 1 月 15 日起公告嚴重特殊傳染性肺炎「(COVID-19) 為第五類法定傳染病，因此依此正式名稱稱之。

拍攝架構	段落說明
	人們在潮間帶來來去去，我們得到了什麼？又失去了什麼？
潮間帶不同層面的功能和對澎湖的重要性： 環境 作為海岸侵蝕的緩衝，提供幼魚成長的庇護所 經濟 描述潮間帶漁業及觀光業的發展	潮間帶，是海岸的守護者，緩衝著海浪的侵蝕，為海岸線承受日復一日拍打。
	潮間帶，是小魚寶寶的家，提供小生命安全的避風港和成長所需的食物。真正游向大海前他們在這裡安心長大。
	潮間帶也是海島子民最容易接近的地方，更是澎湖人生活中與海最親密的連結。
	潮間帶是澎湖先民最早捕撈海洋生物的地點，捕撈方式很傳統且以自給自足為主，不會產生過度捕撈的問題，如：巡滬、拾螺、採貝、損生蚶、抱墩、破蚵、照海、巡蟹等活動。
	隨著漁業快速變遷，傳統漁法逐漸消失，商業捕撈崛起，還有多少海子記得大海最親人的模樣？
	隨著海洋遊憩活動發展、漁村的轉型、休閒漁業取代傳統漁撈產業，潮間帶多了許多人們在此駐足停留的痕跡，人們靠近它卻不見得認識它。
敘述潮間帶生態面臨的威脅 自然威脅 颱風造成的棲地破壞 人為威脅 人為活動的影響	珊瑚礁仍然抵不過颱風強大的風浪，造成珊瑚碎屑堆積。
	人口的快速成長，大海還能容納多少民生污水？
	海岸的開發利用：填海、築堤、建港、投放消波塊等工程，嚴重破壞潮間帶的生態系。

拍攝架構	段落說明
	潮間帶還能否承受觀光壓力？
	像山羊海菊蛤和黑石蜆都要敲破珊瑚以取得（漁民以自身口吻闡述）。
（過場）以緩慢節奏以及不同時間點的空拍或海岸大景漸暗引導觀眾反思	日出日落，與大海相互依存的海子不該再沈默。
敘述政府和民間可以一起攜手保育的作為	政府可先透過科學調查和實驗了解受保護的物種生物資源量和成長情形。
政府 潮間帶物種調查 育種與棲地復育 民間 使用環保成分清潔劑 使用海洋友善防曬 藉由海鮮選擇指南挑選永續海鮮	也可以透過人為的育種和棲地復育，提供環境恢復的能量。

四、回顧國際常見之管理方式

回顧世界主要捕撈海膽、海參和珊瑚礁貝類國家與管理組織提出之相關文獻與實際案例，匯整相關管理制度和技術以供日後提出澎湖重要保育物種永續經營管理策略之方向。根據目前文獻回顧整理結果發現，現行國際間常見的海膽、海參和貝類捕撈漁業主要的管理措施包含以下方式，各物種詳細管理方式，如許可證制度、捕撈限制（體長、捕撈工具）、暫時或區域輪流禁止捕撈、禁漁區或禁漁期、捕撈配額管理制度、供應鏈許可證制度、回報制度、專用漁業權和共同管理於「肆、結果與討論」詳細描述。

五、創意與創新作為

澎湖的物種豐富，尚有許多目標種類其實是一群物種的俗名，裡

面包含許多的物種，又因為本次計畫標的有些是屬於內棲息性的貝類種類，大大地增加調查的困難性，所以本次計畫初步希望能夠建立分類的基礎資料的定性調查做為未來物種釐清的依據是重要目標，有了物種依據才能進行後續的資源量調查，至於本次資源量的定量調查以沒有物種鑑定問題的種為主，有鑑定問題的物種(孔雀殼菜蛤、山羊海菊蛤、黑石蜆)依實際作業可以達到的規模來進行。

伍、 結果

一、澎湖重要保育物種文獻調查結果

澎湖縣政府為了保育、維護珊瑚礁淺坪生態環境，於 2019 年 8 月公告黑石蜆(*Lithophaga teres*)、山羊海菊蛤(*Spondylus barbatus*)、大白狐蛤(*Lima vulgaris*)等 3 種貝類禁止採捕，因其在採捕過程中會踩踏珊瑚礁，尤其黑石蜆是鑽孔性的二枚貝，會鑽進團塊狀的石珊瑚中，必須破壞珊瑚礁主體才能採集得到。因此，為保育澎湖海域珊瑚礁生態環境，促使資源永續利用，特公告禁止採捕上列二枚貝。

關於本研究中重要保育物種的基礎族群生物學與生態學的研究數量並不豐富，尤其是二枚貝的部分。黑石蜆(*Lithophaga teres*)是屬於鑽孔性貝類，分布於熱帶的珊瑚礁生態系，經常可以在大型團塊狀的微孔珊瑚(*Porites* spp.)裡面發現而且數量頗豐($50 \pm 39.68 \text{ m}^{-2}$)。研究顯示黑石蜆殼長的變異度，顯著地高於其他鑽孔性貝類的殼長變異度。鑽孔性二枚貝的研究對於珊瑚礁的健康狀態、生物侵蝕作用、珊瑚礁生態系營養鹽的循環有著關鍵性的角色(Shulkin and Kavun, 2018)。早期研究發現二枚貝的生殖和環境的溫度有很大的關係，也就是與緯度有關(Wilson and Hodgkin, 1967)，所以了解黑石蜆的族群量以及分布有其重要性。

菜蛤屬(*Septifer* spp.)，例如孔雀殼菜蛤，其二枚貝著苗之後成長一年即可達性成熟，體長約 15 mm。自然界中雌性個體的比率偏高，平均可存活 4~5 年，有些個體可以長到 12 年，殼長可達 65 mm。夏季的大量死亡可能是因為低潮位時的高溫曝曬所導致(Morton, 1995)。菜蛤除了食用以外，其軟組織會吸附微量重金屬例如鐵，錳，鋅，銅，

鉛，鎘，鎳等，所以可以用來做為環境監測的生物指標(Shulkin and Kavun, 2018)。

棘皮動物方面，本次研究的目標物種黑海參 (*Holothuria atra*)，蕩皮參 (*Holothuria leucospilota*)，糙刺參 (*Stichopus horrens*) 以及棘輻肛參 (*Actinopyga echinites*)，一般當地居民是很少採捕食用這些物種。2008 年前後，因為中國寒害造成海參欠收，轉而向澎湖收購。為增加家庭收入，許多澎湖民眾加入海參的捕撈行為，導致後來整個澎湖周遭海域海參的族群密度銳減。澎湖縣政府有鑒於維護海參族群量與其生態功能，於 2010 年公告距離岸邊 3 哩以內之海域（含潮間帶）禁止黑海參，蕩皮參及糙刺參等三種海參之採捕或處理。

白棘三列海膽 (*Tripneustes gratilla*) 以海藻和海草為主食。由於進食速度快，可以有效地控制海藻的數量，避免珊瑚礁被過量的海藻覆蓋而死亡。海膽也會吃沉積物，可能是為了幫助消化或增加重量來避免被海流帶走，如果處於飢餓狀態，也會轉為肉食性，進而攝食珊瑚蟲，貝類，苔蘚蟲以及小型海鞘等。白棘三列海膽為雌雄異體，繁殖季主要在夏季 8 至 9 月，成熟的個體會分別把精子、卵子排出於水層中行體外受精，受精卵孵化，發展成八腕幼苗進行數天至數週的浮游期，待有適合的棲地時再行著苗與攝食轉換。此外，海膽個體會利用吸附力極佳的管足將海藻、碎珊瑚、貝殼或垃圾覆蓋在表面偽裝保護，減少被天敵發現的機會(Byrne et al., 2008)。由於海膽在珊瑚礁生態系扮演重要的角色，墾丁國家公園的後壁湖於 2005 年率先成立海洋資源保護示範區，除放流幼小的馬糞海膽之外，更全面禁捕，至 2017 年馬糞海膽最高密度為 168 顆/10 m²，幾乎恢復到 1984 年最高密度為 170 顆/10 m²（陳瑞谷、劉培東，2017）。澎湖縣政府為了避免海膽漁業資源耗竭，也於 2007 年開始管制開放採捕時段與大小。

二、 澎湖重要保育物種現有資源調查結果

本次研究於澎湖群島周邊海域一共調查 54 個採樣點，佈置了 191 條 4 x 50 公尺的穿越線，總調查面積超過 38,200 平方公尺。其中 148 條穿越線至少有一個標的物種被記錄到，沒有發現標的物種的穿越線則不列入以下資料統計與圖表呈現。

(一)採樣點描述

1. 小門漁業資源保護區 (XM)

該採樣點位於西嶼小門漁業資源保護區內，深度約 3 至 6 公尺，記錄水溫為攝氏 19.3℃，底質多為大型玄武岩塊以及附著於岩塊上的石珊瑚、砂地及許多藻類叢生交錯，目測珊瑚覆蓋率約 30%，如圖 3。

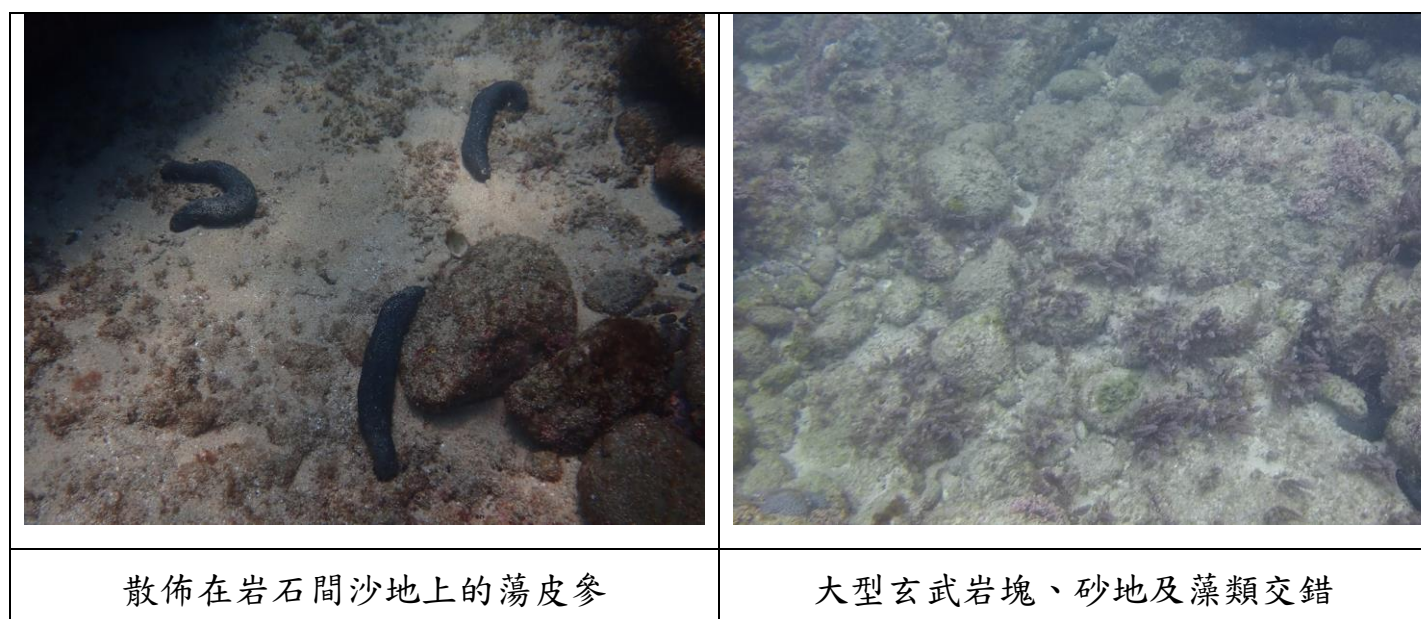


圖 3 小門漁業資源保護區 (XM) 採樣點照片

2. 大倉島西側 (DC)

該採樣點位於大倉港西側約 900 公尺處，深度約 9 至 15 公尺，記錄水溫為攝氏 18.1℃，最深處為沙泥底質，沿斜坡往北越來越淺，深度 9 公尺處有覆蓋率極高的枝狀軸孔珊瑚，底質多為枝狀軸孔珊瑚礁及少量團塊狀珊瑚，目測珊瑚覆蓋率約 85%，如圖 4。

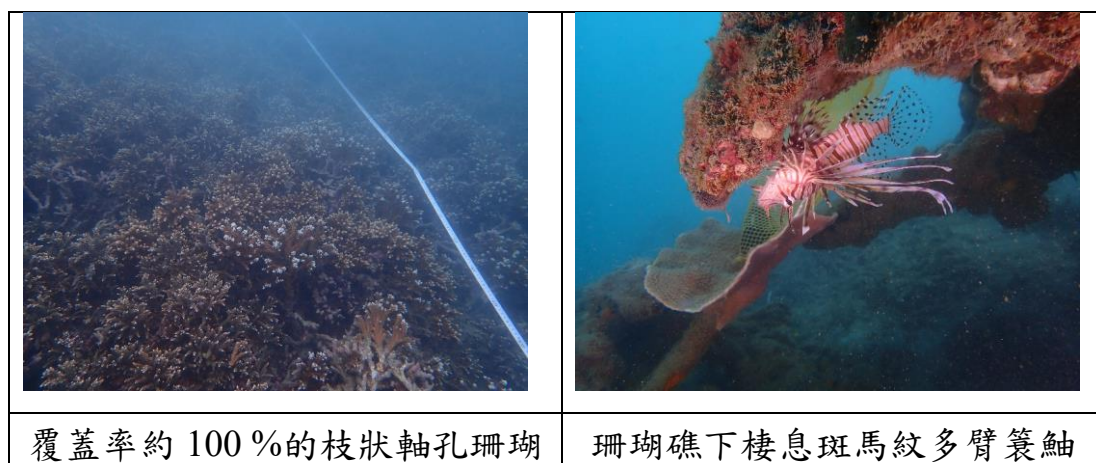


圖 4 大倉島西側 (DC) 採樣點照片

3. 井垵 (JA)

該採樣點位於馬公港南方之內海，雞母塢港堤防外側，深度大約 6 至 12 公尺，記錄水溫為攝氏 22.4℃，底質多為石珊瑚及少量泥沙，目測珊瑚覆蓋率大約為 80%，有密度很高的孔雀殼菜蛤聚生於此，如圖 5。

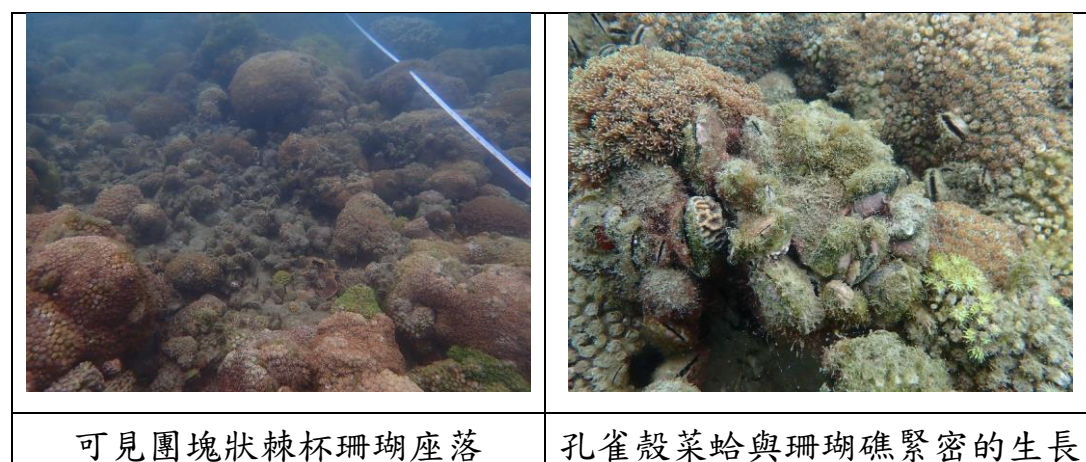


圖 5 井垵 (JA) 採樣點照片

4. 望安西北(WANW)

該採樣點位於水垵港外側砂底，深度約 12 至 13 公尺，記錄水溫為攝氏 22.6℃，底質為沙地及少量石塊，目測珊瑚覆蓋率 0%，沙底覆蓋率約 80 - 100%，石頭覆蓋率約為 40 - 50%，此點的生態較單一，如圖 6。

	
底質多為石塊與沙地	沙地覆蓋率 100%，海浪的沙紋清晰可見

圖 6 望安西北(WANW)採樣點照片

5. 望安北(WAN)

該採樣點位於水垵宮北側，該地點深度約 9 至 12 公尺，記錄水溫為攝氏 22.5℃，最深處底質多為沙地及少量石珊瑚與石塊，目測沙子覆蓋率約 30%左右，珊瑚覆蓋率大約 50%，物種較多元，如圖 7。

	
底質有軟珊瑚與硬珊瑚，生態較為豐富	魔鬼（刺冠）海膽藏在珊瑚與石塊間

圖 7 望安北(WAN)採樣點照片

6. 望安東(WAE)

該採樣點位於水垵宮北側，該地點深度約 5 至 7 公尺，記錄水溫為攝氏 22.8℃，最深處底質多為沙地及少量石珊瑚與石塊，底質為沙地及珊瑚礁。目測珊瑚覆蓋率大約 75%，沙子覆蓋率約 30%左右，物種較多元，如圖 8。

	
珊瑚礁覆蓋率極高，魚群相對較多	珊瑚礁與沙地目測各佔 50%

圖 8 望安東(WAE)採樣點照片

7. 烏炭(WK)

該採樣點位於水垵宮北側，該地點深度約 4 至 6 公尺，記錄水溫為攝氏 23.2℃，底質為沙地及少數石塊，此點有較多的目標物種黑海參，目測沙地覆蓋率約 95%至 100%，如圖 9。

	
樣線周圍有目標物種黑海參與少量石塊	沙地上有四散的黑海參

圖 9 烏炭(WK)採樣點照片

8. 鎖港(SG)

該採樣點位於鎖港南堤防東側，該地點深度約 6 至 8 公尺，記錄水溫為攝氏 23.7℃，底質多珊瑚礁及石塊，此點目標物種中以馬糞海膽居多，珊瑚覆蓋率約 40%，玄武岩石塊占據約 60%，如圖 10。

	
於石塊上的馬糞海膽	底質以大量的石塊與各種類珊瑚為主

圖 10 鎖港(SG)採樣點照片

9. 山水(SS)

該採樣點位於山水沙灘西側約 1000 公尺處，深度 5 至 7 公尺，記錄水溫為攝氏 23.4℃，底質為少數沙地與各種類珊瑚為主，目測珊瑚覆蓋率大約為 70%。此點目標物種主要為黑海參與蕩皮參(圖 11)。

	
停留在海綿上的海蛞蝓	珊瑚種類豐富，包含葉型軟珊瑚與肉質軟珊瑚等

圖 11 山水(SS)採樣點照片

10. 井垵北(NJA)

該採樣點位於雞母塢港堤防北側，該地點深度大約 7 至 9 公尺，記錄水溫為攝氏 23.9℃，底質多為石珊瑚及少量泥沙，目測珊瑚覆蓋率大約為 80%。此點有大量的孔雀殼菜蛤分布在各處，如圖 12。

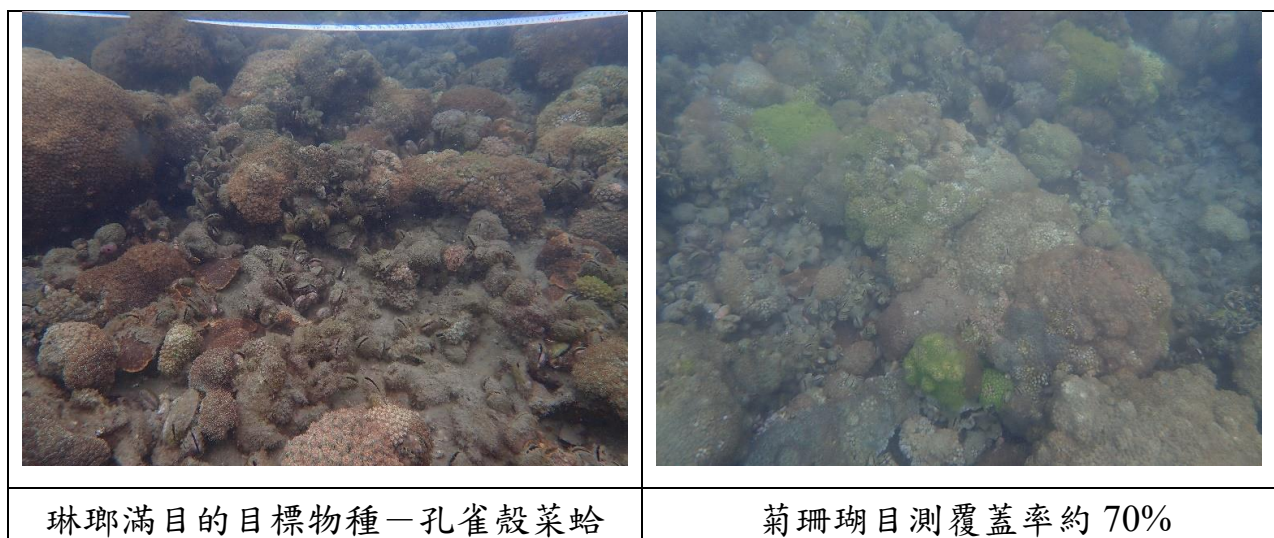


圖 12 井垵北(NJA)採樣點照片

11. 五德(WD)

該採樣點位於五德港西北側，該地點深度大約 8 至 10 公尺，記錄水溫為攝氏 21.2℃，底質多為珊瑚及泥沙，珊瑚覆蓋率目測約為 50%，泥沙覆蓋率約為 30%。此點有少量的山羊海菊蛤，如圖 13。

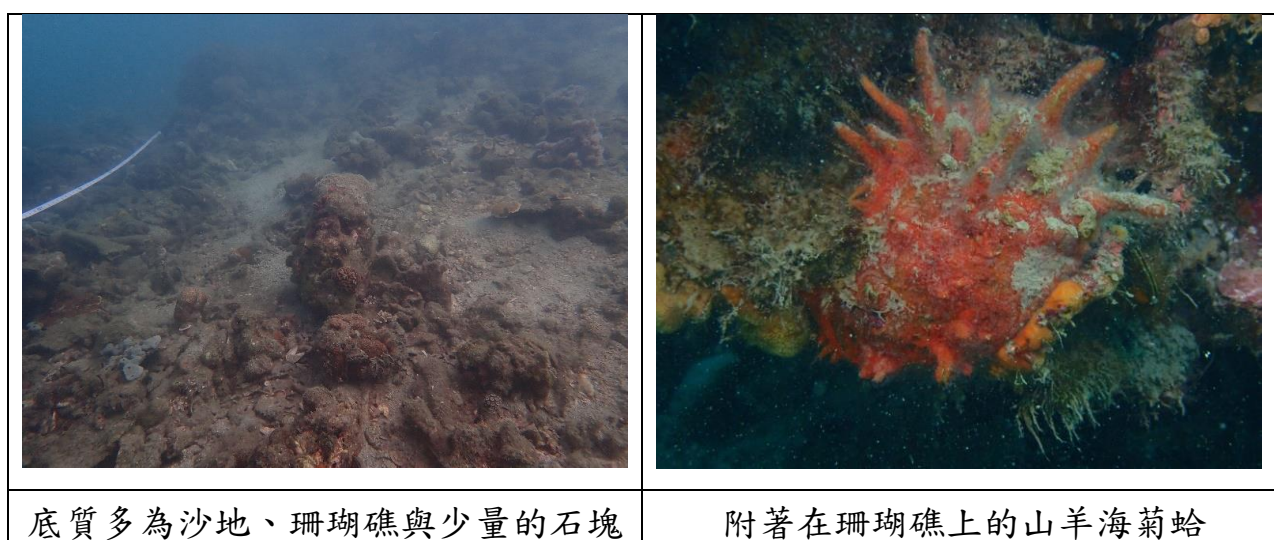


圖 13 五德(WD)採樣點照片

12. 嵵裡 (SL)

該採樣點於嵵裡港北側內，深度約 3 至 4 公尺，記錄水溫為攝氏 22.7°C，底質主要以軸孔珊瑚為主，珊瑚覆蓋率約 85%，如圖 14。

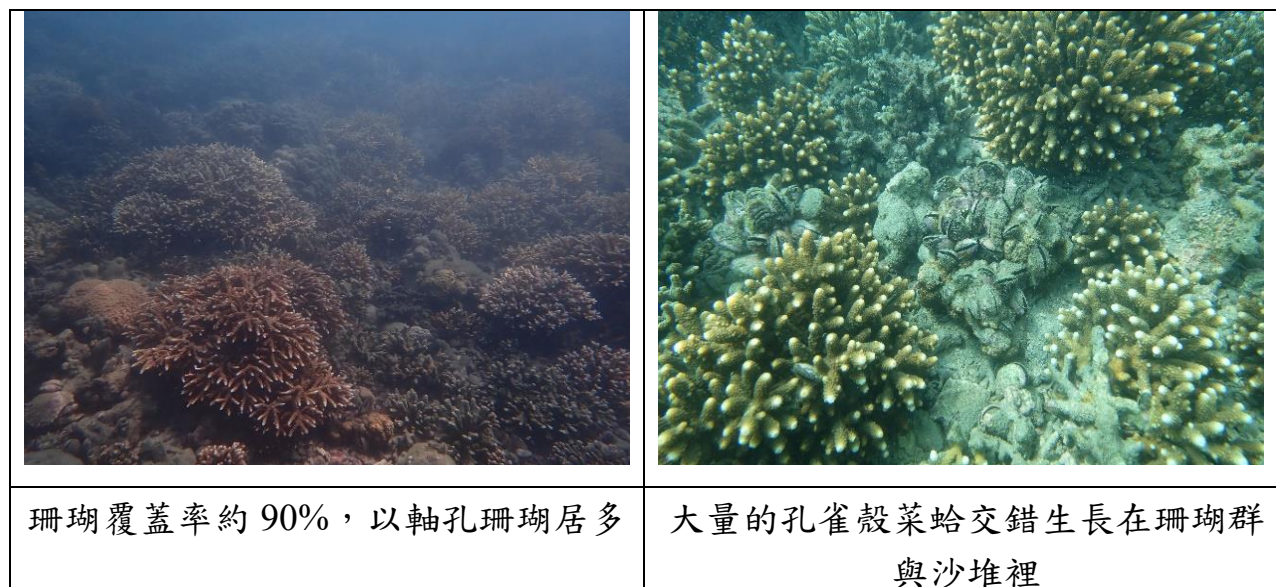


圖 14 嵵裡 (SL) 採樣點照片

13. 青灣 (CW)

該採樣點位於風櫃東漁港東側約 800 公尺，深度約 3 至 6 公尺，記錄水溫為攝氏 22.5°C，底質以石珊瑚為主，珊瑚覆蓋率約 45%，發現海綿、玄武岩與碎珊瑚骨骼等，此點有許多孔雀殼菜蛤，如圖 15。

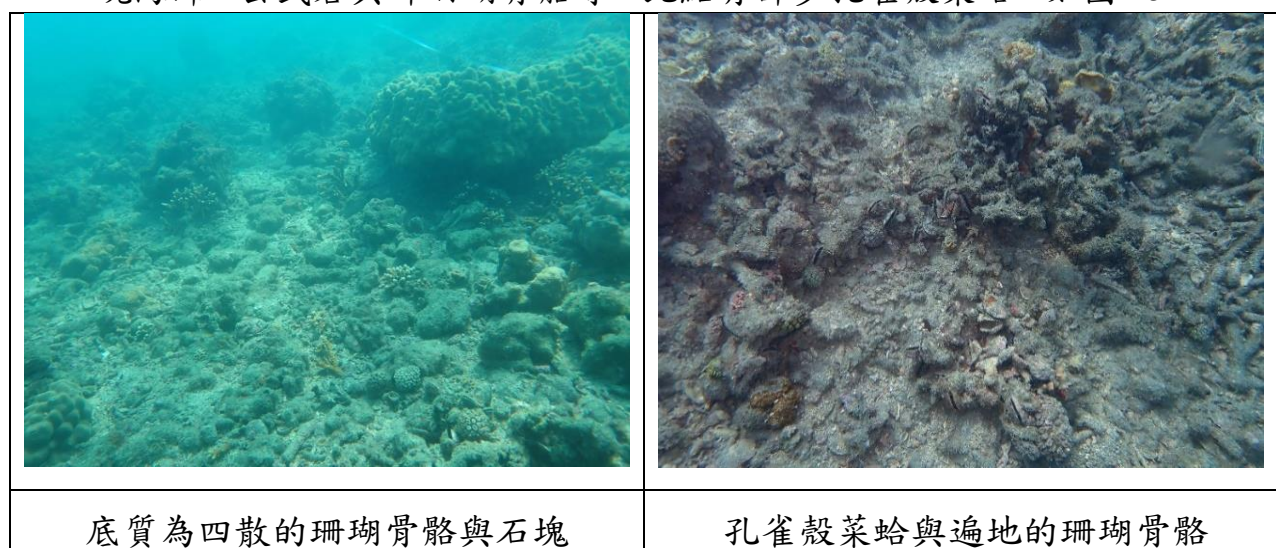


圖 15 青灣 (CW) 採樣點照片

14. 七美西 (CMW)

該採樣點距離岸邊約 80 公尺處，深度約 2 至 5 公尺，記錄水溫為攝氏 26.5°C，大概約 2 - 3 公尺處皆為沙底，沙地延伸至約 100 公尺外的底質，為珊瑚骨骼與玄武岩交錯，珊瑚覆蓋率約 65%，如圖 16。

	
沙地往外延伸至 100 公尺，底質多為珊瑚礁與石塊	離岸邊 80 公尺處，底質皆為沙地與少量石塊

圖 16 七美西 (CMW) 採樣點照片

15. 七美南 (CMS)

採樣點距離岸邊約 100 公尺處，深度約 3 至 6 公尺，記錄水溫為攝氏 25.1°C，底質主要以大型玄武岩塊及附著於岩塊上的石珊瑚與軟珊瑚交錯。珊瑚礁覆蓋率偏高，約佔 85%，如圖 17。

	
各種類珊瑚包含肉質軟珊瑚和腦珊瑚	玄武岩塊與各式珊瑚交錯生長在一起

圖 17 七美南 (CMS) 採樣點照片

16. 月鯉灣 (ULW)

採樣點距岸邊約 250 公尺處，深度約 7 至 10 公尺，記錄水溫為攝氏 25.3°C，底質大多以軸孔珊瑚、桌形珊瑚與玄武岩等。這裡是著名的浮潛聖地，生態與環境相對穩定，珊瑚覆蓋率約 85%，如圖 18。

	
底質以軸孔珊瑚以及石塊為主	由軸孔珊瑚與葉型珊瑚等組成大型珊瑚礁

圖 18 月鯉灣 (ULW) 採樣點照片

17. 大獅龍埕 (DSLCL)

採樣點位於距離岸邊約 155 公尺處，深度約 11 至 13 公尺，記錄水溫為攝氏 25.7°C，底質主要以珊瑚礁為主。這裡的深度較深，地形起伏也比較大。約在 9 m 處有一大顆石塊上面佈滿了珊瑚礁。也有一大片平鋪在底面的珊瑚礁。珊瑚覆蓋率約 75%，如圖 19。

	
大石塊上遍布著各類珊瑚	遍布的珊瑚與霓虹雀鯛

圖 19 大獅龍埕 (DSLCL) 採樣點照片

18. 姑婆嶼西南 (GPSE)

採樣點位於西南岸與外礁中間，深度約 5 至 8 公尺，記錄水溫為攝氏 22.9°C，底質主要為大型玄武岩塊及附著於岩塊上的石珊瑚與軟珊瑚，其中有大片桌形珊瑚，珊瑚覆蓋率約 65%，如圖 20。

	
底質為各類珊瑚與玄武岩	珊瑚覆蓋率約 65%，包含大片的桌形珊瑚

圖 20 姑婆嶼西南 (GPSE) 採樣點照片

19. 姑婆嶼東北 (GPNE)

採樣點位於東北的碗內，深度約 4 至 6 公尺。記錄水溫為攝氏 22.2°C，底質主要為沙地、玄武岩與珊瑚礁。沙地的區域不多，以玄武岩塊以及附著於岩塊上的石珊瑚與軟珊瑚。這裡的珊瑚覆蓋率不差，珊瑚種類也很多，覆蓋率約 75%，如圖 21。

	
底質為少量的沙地以及各式珊瑚礁	玄武岩塊上附著於岩塊上的石珊瑚與軟珊瑚

圖 21 姑婆嶼東北 (GPNE) 採樣點照片

20. 姑婆嶼西北 (GPNW)

採樣點位於西北碗內，深度約 9 至 10 公尺。記錄水溫為攝氏 22.6℃，底質多為珊瑚礁與玄武岩。這裡的珊瑚礁的體型都不大，主要都一小區一小區的分布在這個樣點附近。珊瑚覆蓋率約 45%，如圖 22。

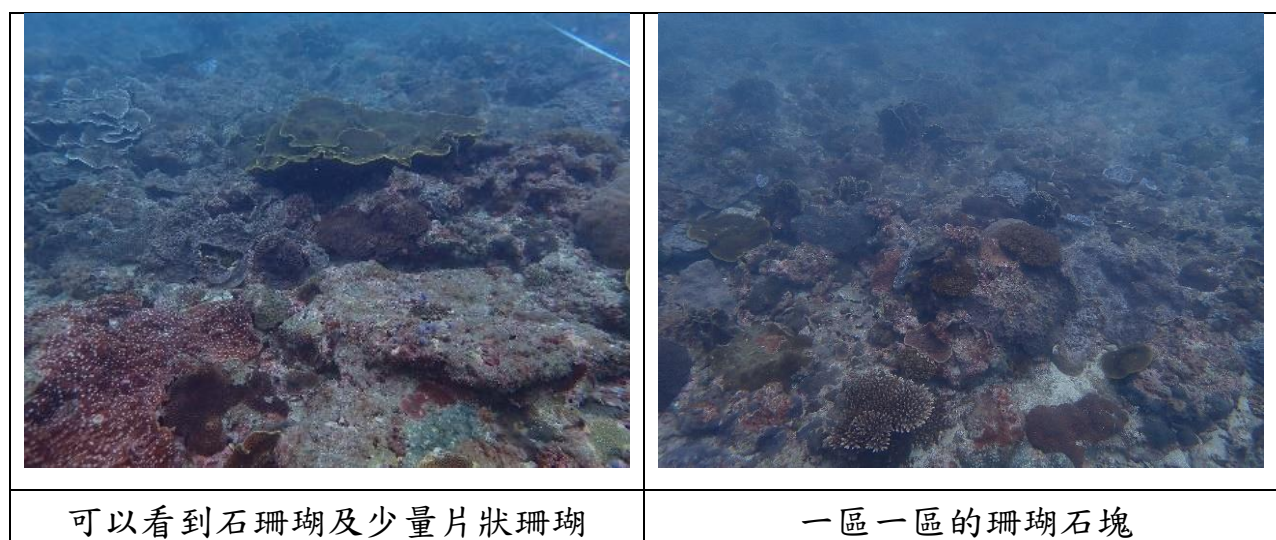


圖 22 姑婆嶼西北 (GPNW) 採樣點照片

21. 貓嶼北 (MYN)

採樣點位於小貓嶼和大貓嶼之間，深度約 8 至 11 公尺，記錄水溫為攝氏 24.7℃，底質多為石珊瑚與岩盤，大多都是岩石塊散落在各處，有幾片的桌形珊瑚。也有少許的魚類在附近游動。珊瑚覆蓋率約 35%，如圖 23。

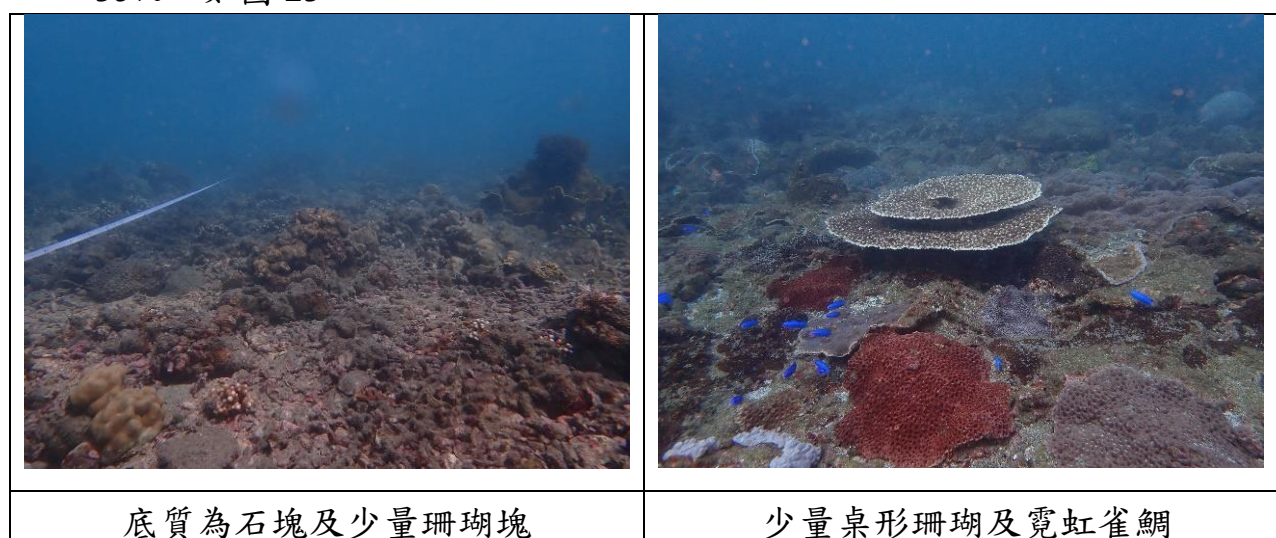


圖 23 貓嶼北 (MYN) 採樣點照片

22. 草嶼東南 (CYSE)

採樣點位於距岸邊約 90 公尺處，深度約 6 至 15 公尺，記錄水溫為攝氏 23.4°C，底質包含珊瑚、玄武岩塊，部分地區會有小沙地。大型玄武岩塊有附著於岩塊上的石珊瑚與軟珊瑚，珊瑚覆蓋率約 25%，如圖 24。

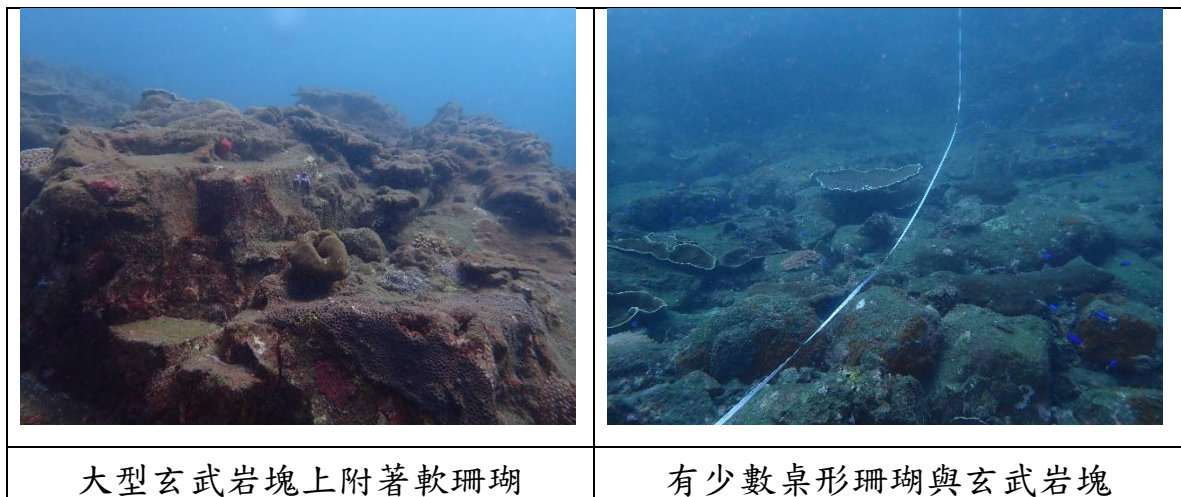


圖 24 草嶼東南 (CYSE) 採樣點照片

23. 貓嶼南 (MYS)

採樣點位於大貓嶼南側彎口，約 3 至 17 公尺，記錄水溫為攝氏 23.8°C，底質以玄武岩塊、石珊瑚為主。珊瑚礁覆蓋率低，多為玄武岩塊分布，珊瑚覆蓋率約 10%，如圖 25。

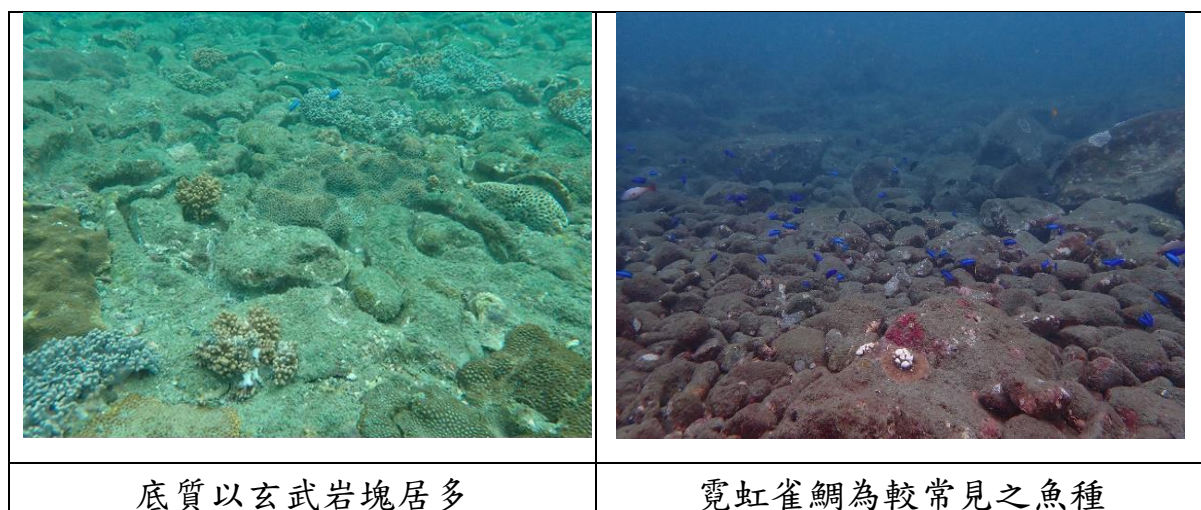


圖 25 貓嶼南 (MYS) 採樣點照片

24. 西嶼鯨魚洞 (JYD)

採樣點位於距岸邊約 120 公尺處，深度大約 2 至 5 公尺，記錄水溫為攝氏 22.9℃，底質為玄武岩及各式珊瑚為主，其中包含菊珊瑚與石珊瑚等，生態上較為豐富，珊瑚覆蓋率約 80%。此點有目標物種—孔雀殼菜蛤，如圖 26。

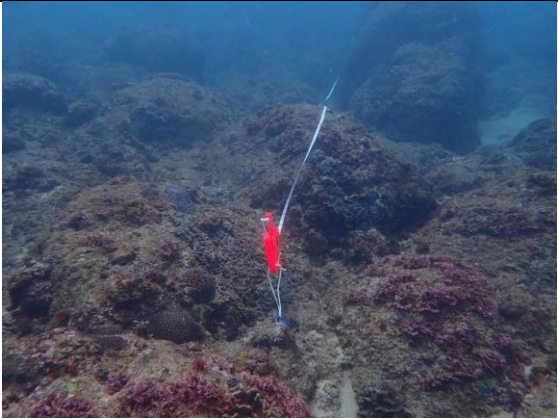
	
珊瑚與石塊覆蓋率高，生態較為豐富	附著在石塊上的銀塔鐘螺與珊瑚藻

圖 26 西嶼鯨魚洞 (JYD) 採樣點照片

25. 西嶼小門 (XM)

採樣點位於小門漁業資源保護區，深度大約 1 至 5 公尺，記錄水溫為攝氏 22℃，底質為玄武岩、沙地、藻類以及石珊瑚為主，珊瑚覆蓋率約 40%。此點有目標物種黑海參與蕩皮參，如圖 27。

	
主要目標物種為黑海參與蕩皮參	底質為玄武岩、沙地、藻類以及石珊瑚為主

圖 27 西嶼小門 (XM) 採樣點照片

26. 西嶼小池角(XCJ)

採樣點位於虎目石滬西北側，深度大約 2 至 5 公尺，記錄水溫為攝氏 22.6°C，底質主要為沙地及大石塊，沙地覆蓋率約 60%，石塊覆蓋率約 40%。此點有目標物種黑海參與蕩皮參，如圖 28。

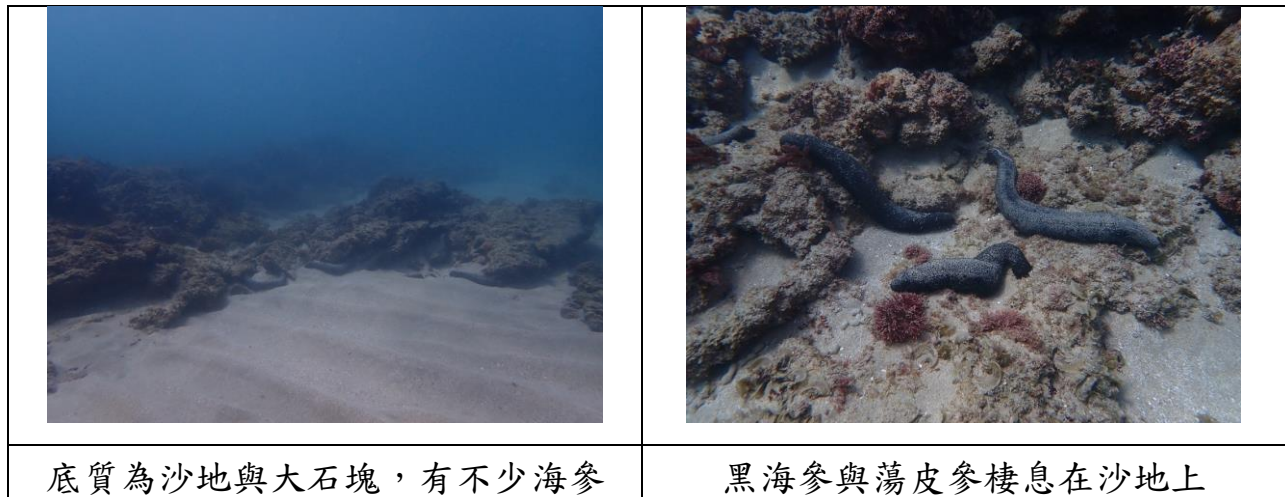


圖 28 西嶼小池角(XCJ)採樣點照片

27. 蛇頭山 (STS)

採樣點位於遊憩區外約 100 公尺，約 3 至 12 公尺，記錄水溫為攝氏 23.6°C。主要以軸孔珊瑚為主，這裡水深 4 公尺內之珊瑚覆蓋的程度相當不錯，向北深度漸深，底質轉為沙泥。軸孔珊瑚的分布較廣。珊瑚覆蓋率約 65%，如圖 29。

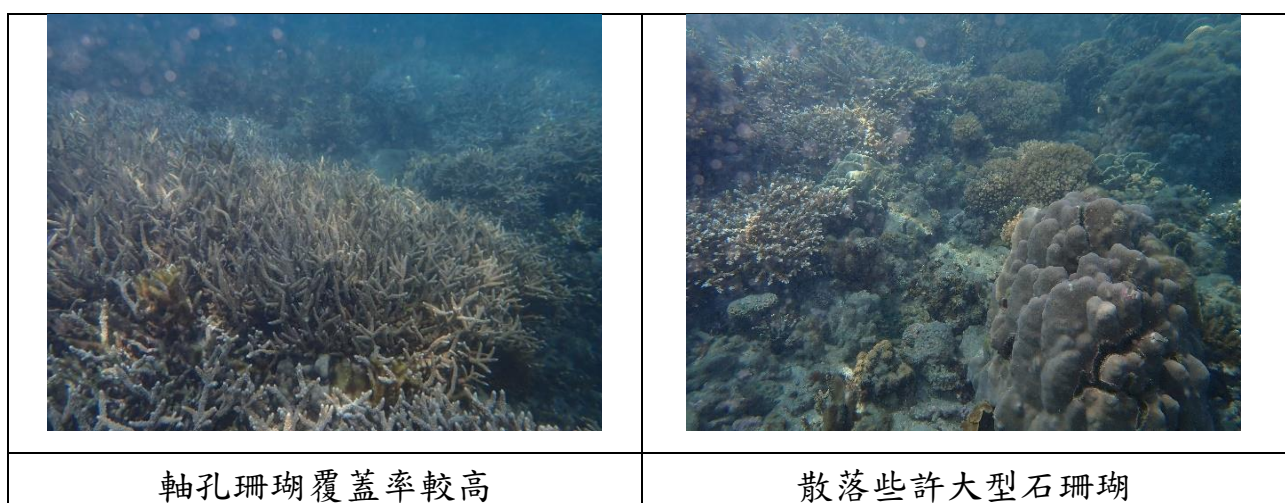


圖 29 蛇頭山 (STS) 採樣點照片

28. 前寮 (NB)

採樣點位於前寮東堤防東側，深度約 1 至 5 公尺，記錄水溫為攝氏 23.7℃，底質主要以軸孔珊瑚為主，珊瑚覆蓋率約 60%。當天採樣時能見度清晰，水質特別清澈。如圖 30。

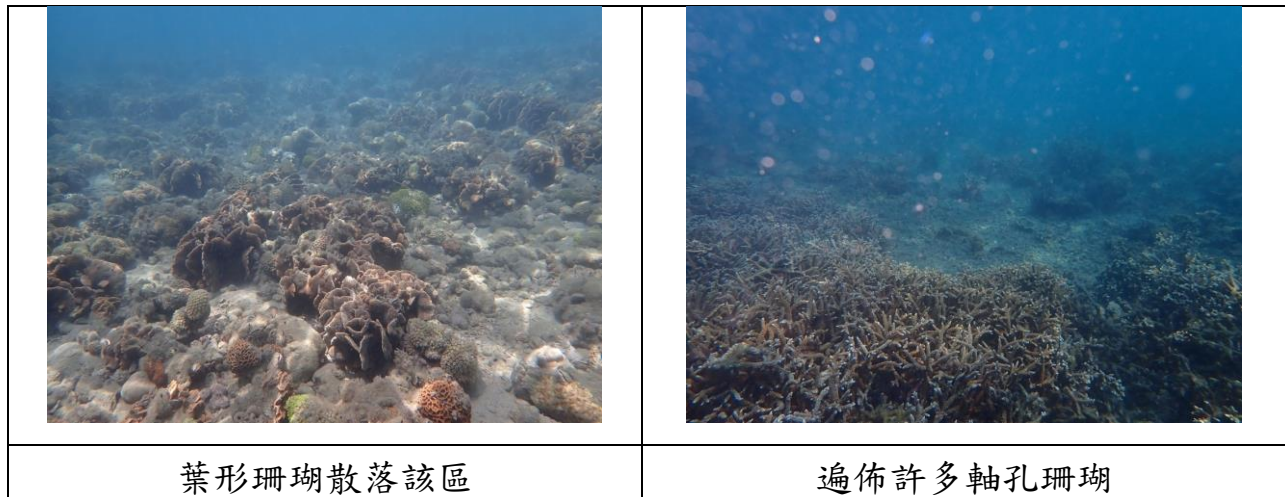


圖 30 前寮 (NB) 採樣點照片

29. 嵵裡港 (SLH)

採樣點位於嵵裡港北側，深度約 3 至 12 公尺，記錄水溫為攝氏 24.7℃，底質多為珊瑚礁，部分地區會有沙地。珊瑚礁較少。採樣時有發現小丑魚棲息。珊瑚覆蓋率約 10%，如圖 31。

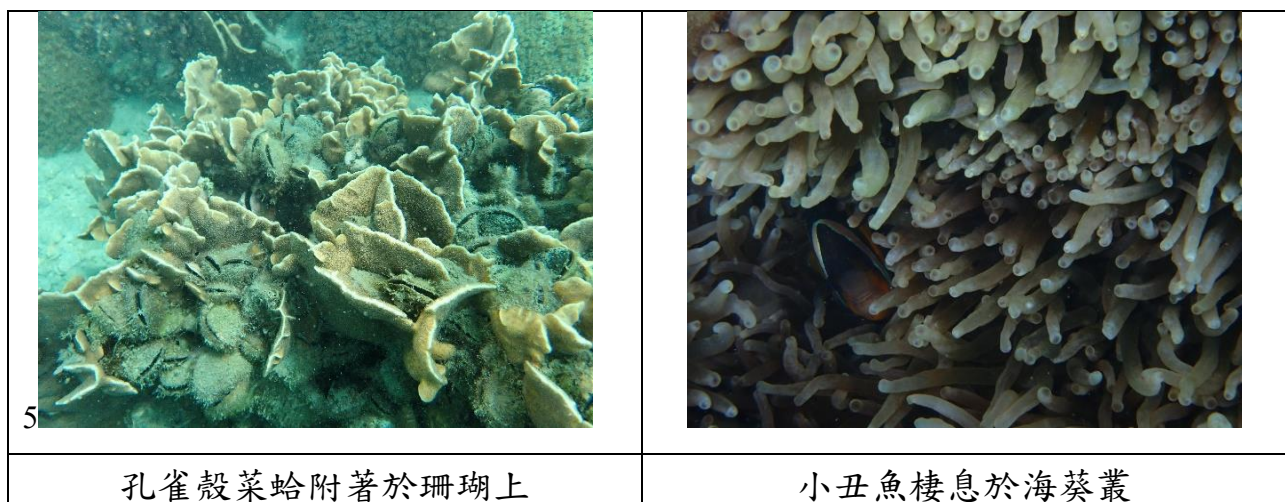


圖 31 嵵裡港 (SLH) 採樣點照片

30. 觀音亭 (GYT)

採樣點位於觀音亭北堤外側，深度約 4 至 9 公尺，記錄水溫為攝氏 23.6℃，底質主要以珊瑚、玄武岩塊與泥沙，珊瑚以桌形珊瑚居多，珊瑚覆蓋率約 15%，可算是一處入門的浮潛場域。如圖 32。

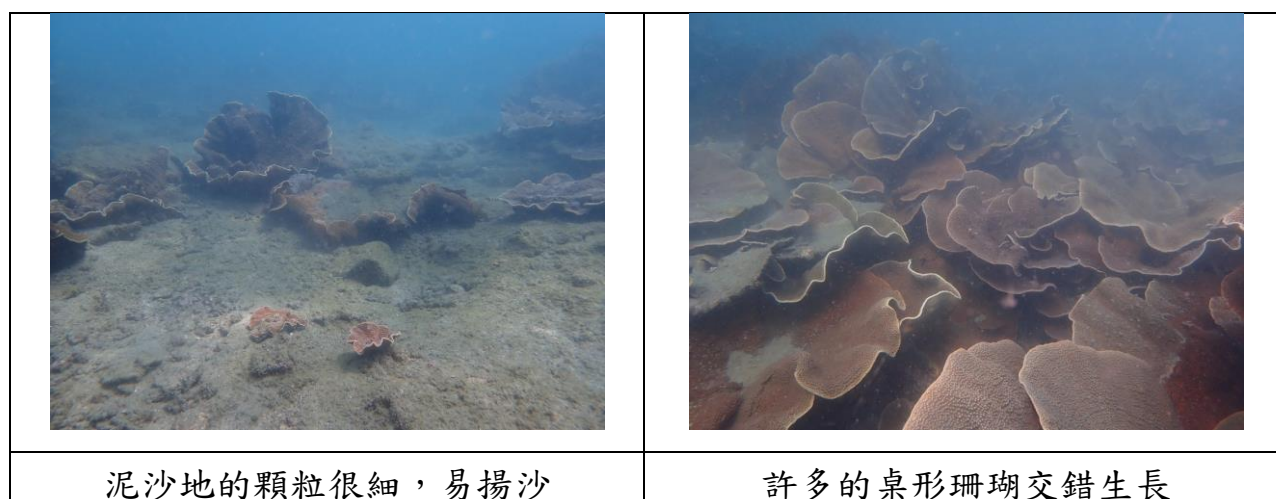


圖 32 觀音亭 (GYT) 採樣點照片

31. 虎井南 A (HJSA)

採樣點距離岸邊約 100 公尺處，深度約 4 至 7 公尺，記錄水溫為攝氏 26.1℃，底質多為桌形珊瑚、玄武岩塊，以及幾株小海扇。珊瑚礁分布區域不大，都是一叢叢的石珊瑚，珊瑚覆蓋率約 60%，如圖 33。

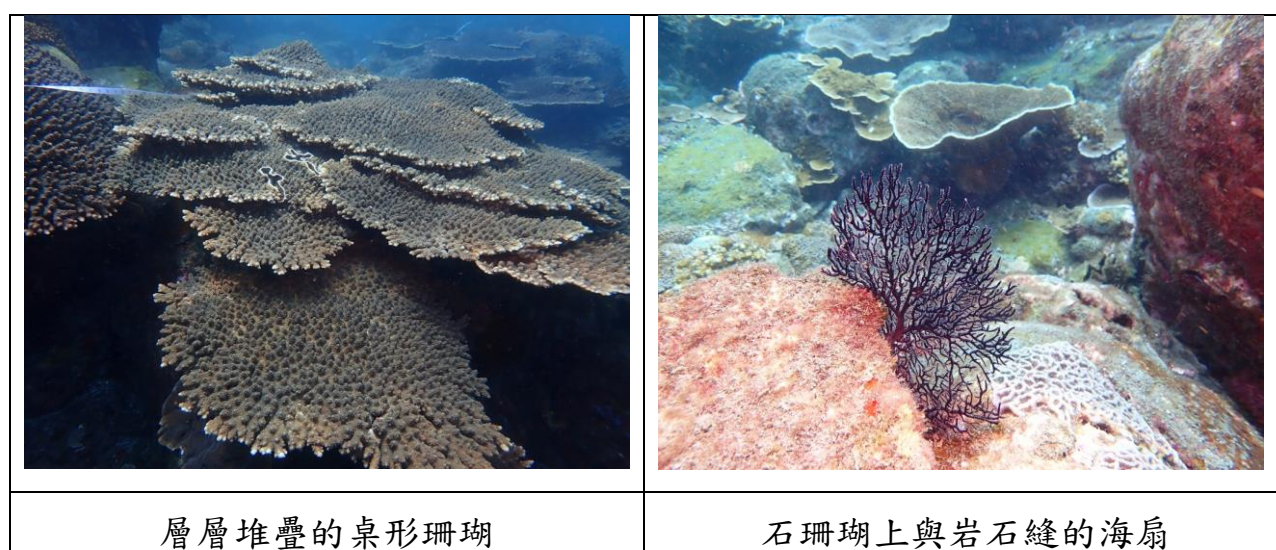


圖 33 虎井南 A (HJSA) 採樣點照片

32. 虎井南 B (HJSB)

採樣點距離岸邊約 100 公尺處，約 6 至 9 公尺，記錄水溫為攝氏 26.2℃，底質主要為珊瑚礁，並有大片的沙地，珊瑚覆蓋率約 50%。此採樣點最常見的海參為黑海參與蕩皮參，數量都很龐大，如圖 34。



圖 34 虎井南 B (HJSB) 採樣點照片

33. 虎井港西 (HJHW)

採樣點距離岸邊約 100 公尺處，深度約 2 至 5 公尺，記錄水溫為攝氏 24.9℃，底質主要以沙地為主，珊瑚或礁石散落成區塊，魔鬼海膽數量很多。這裡珊瑚數量較低，珊瑚覆蓋率約 10%，如圖 35。

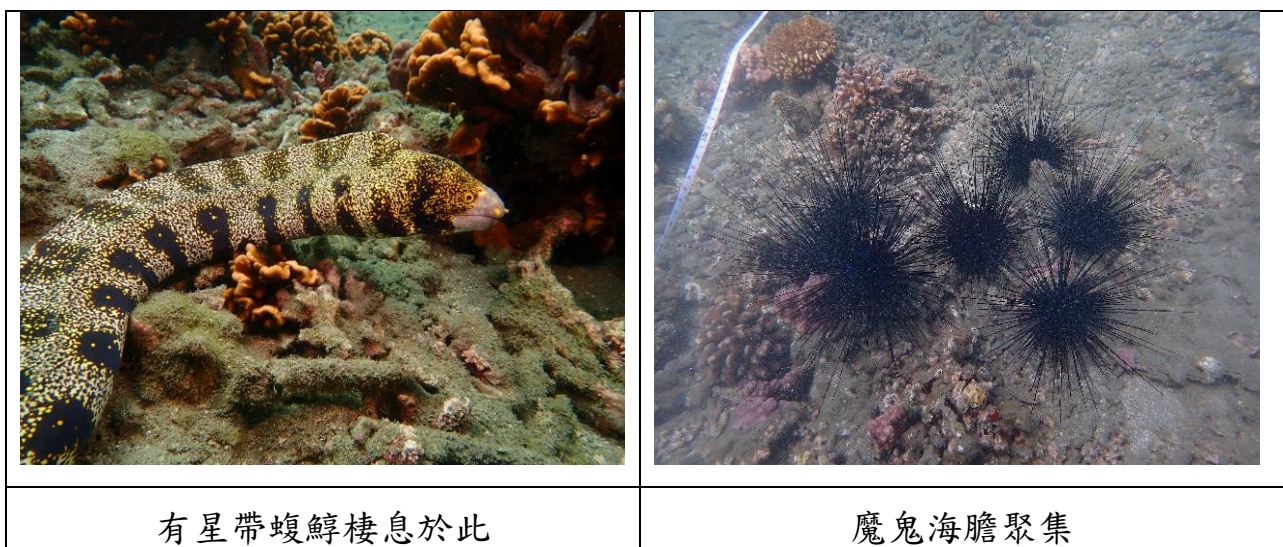


圖 35 虎井港西 (HJHW) 採樣點照片

34. 虎井港東 (HJHE)

距離岸邊大概 150 公尺處，深度 3 至 6 公尺，記錄水溫為攝氏 24.8℃，底質多為泥沙、石礫、碎珊瑚及少量珊瑚，目測珊瑚覆蓋率大約 15%，此處魔鬼海膽居多，如圖 36。

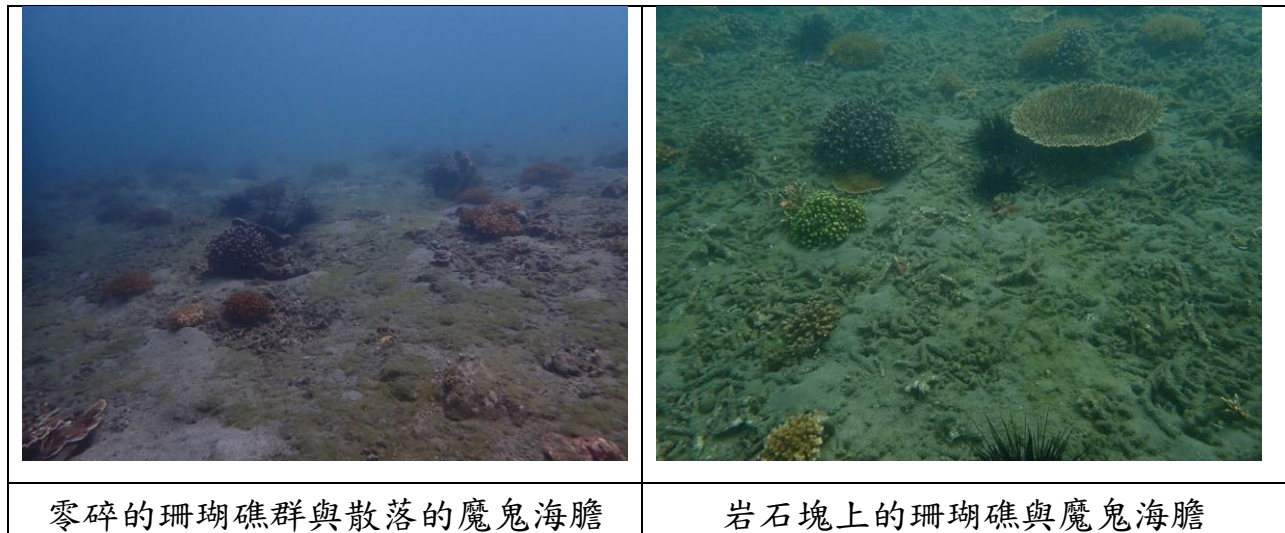


圖 36 虎井港東 (HJHE) 採樣點照片

35. 將軍澳北 (JGAN)

距離岸邊約 100 公尺處，深度約 9 至 12 公尺，記錄水溫為攝氏 24.5℃，底質多為珊瑚礁及少量沙地，目測珊瑚覆蓋率約為 90%，如圖 37。

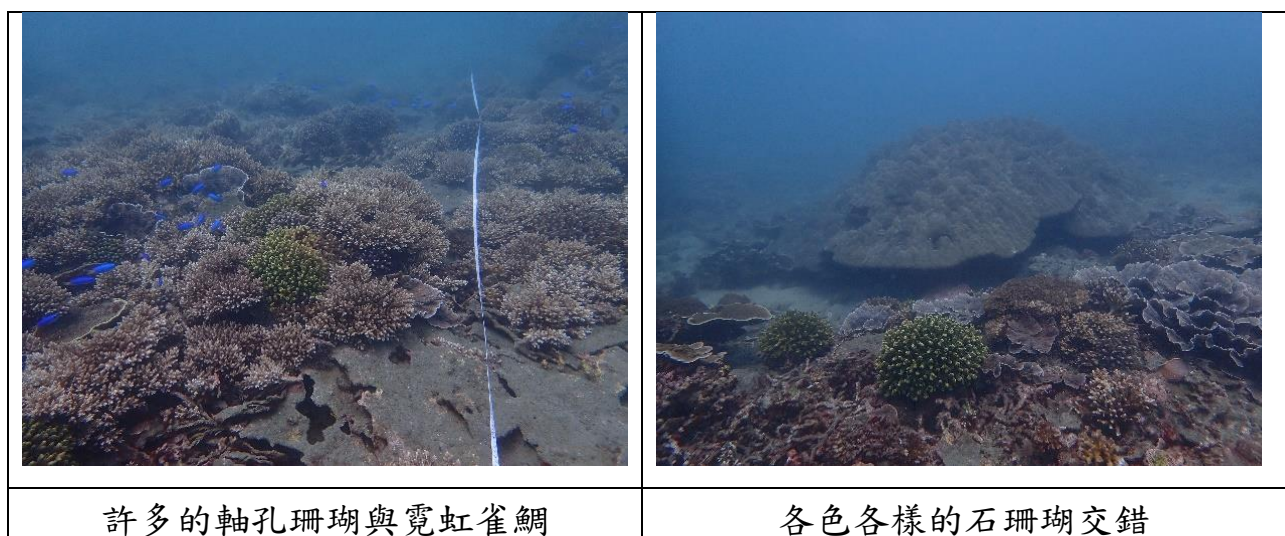


圖 37 將軍澳北 (JGAN) 採樣點照片

36. 將軍澳西北 (JGANW)

距離岸邊約 100 公尺處，深度約 5 至 7 公尺，記錄水溫為攝氏 24.8℃，底質多為石塊、碎珊瑚及珊瑚礁，目測珊瑚覆蓋率約為 70%，此處有眾多魔鬼海膽，如圖 38。

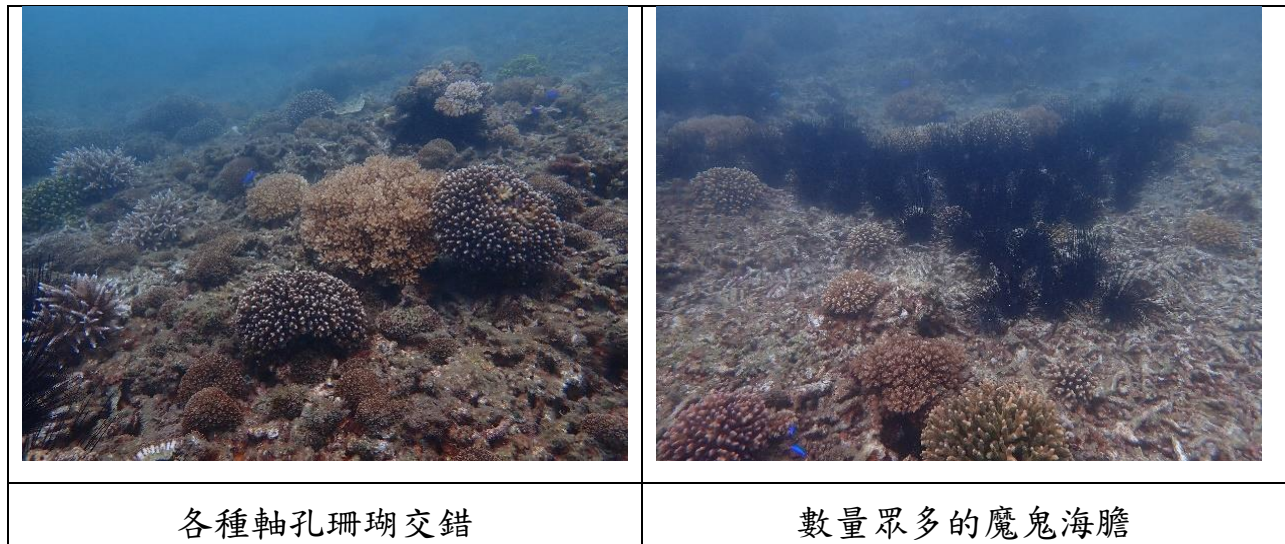


圖 38 將軍澳西北 (JGANW) 採樣點照片

37. 將軍澳南 (JGAS)

距離岸邊約 100 公尺處，深度約 10 至 12 公尺，記錄水溫為攝氏 25.2℃，底質為軸孔珊瑚，目測珊瑚覆蓋率 95%，如圖 39。

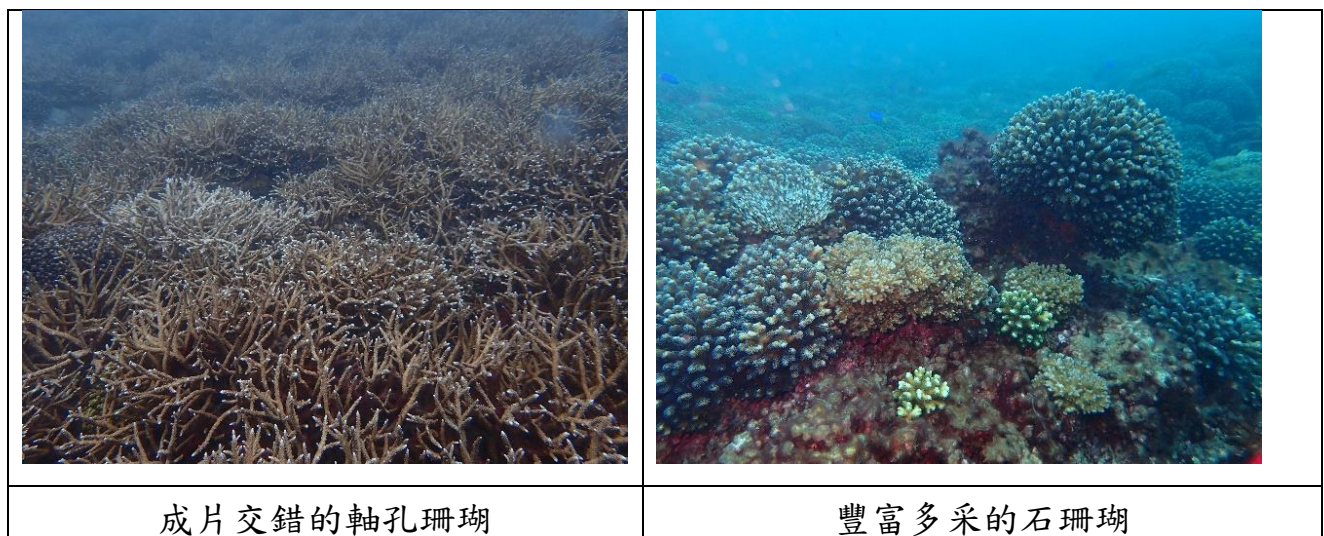


圖 39 將軍澳南 (JGAS) 採樣點照片

38. 將軍澳東南 (JGASE)

距離岸邊約 100 公尺處，深度約 7 至 11 公尺，記錄水溫為攝氏 25°C，底質為沙地及石塊，目測珊瑚覆蓋率約為 10%，如圖 40。

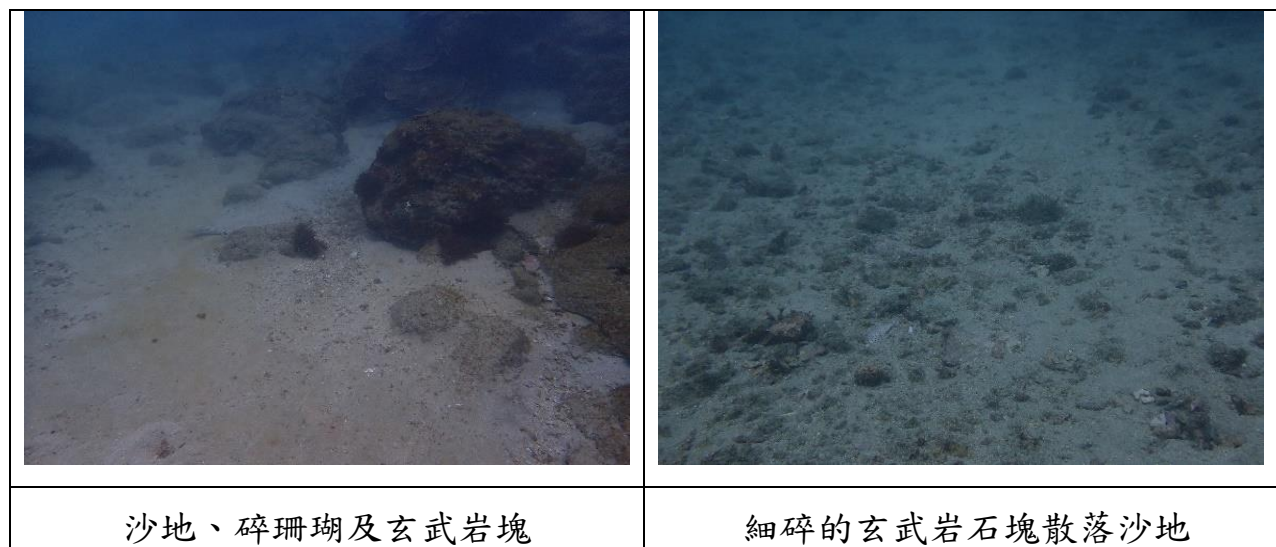


圖 40 將軍澳東南 (JGASE) 採樣點照片

39. 望安南 (WAS)

距離岸邊約 100 公尺處，深度約 7 至 10 公尺，記錄水溫為攝氏 25.4°C，底質為石塊、珊瑚及沙地，目測珊瑚覆蓋率約為 30%，如圖 41。

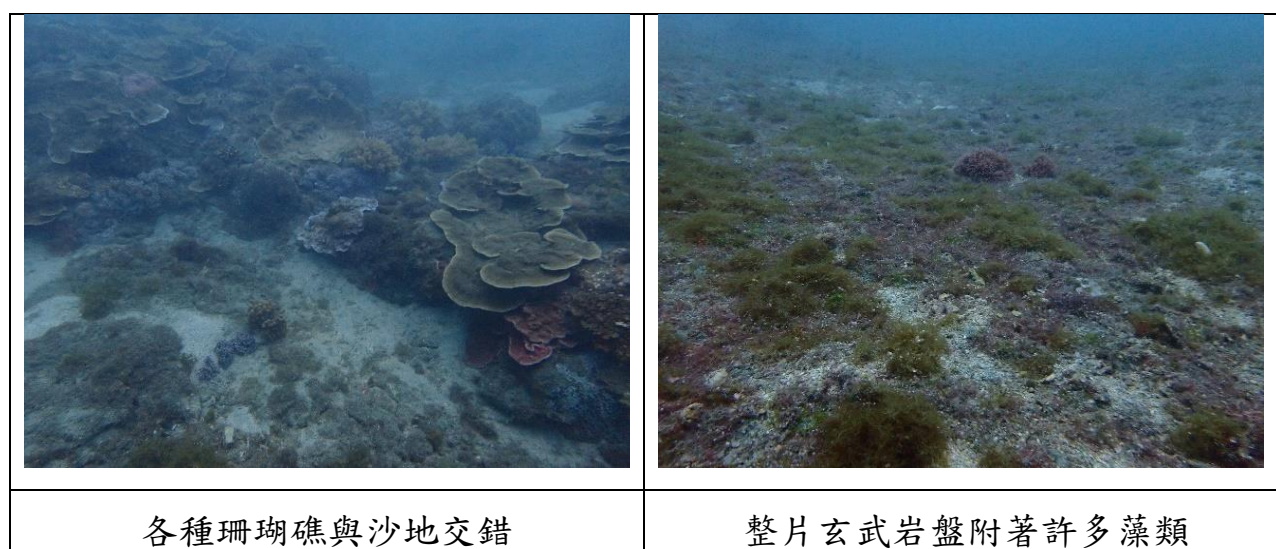


圖 41 望安南 (WAS) 採樣點照片

40. 山水斷崖 (SSC)

採樣點距離岸邊約 100 公尺處，深度約 5 至 8 公尺，記錄水溫為攝氏 26.3°C，底質主要以珊瑚礁與大型岩塊。大型玄武岩塊以及附著於岩塊上的石珊瑚與軟珊瑚。目測珊瑚覆蓋率約為 60%，如圖 42。

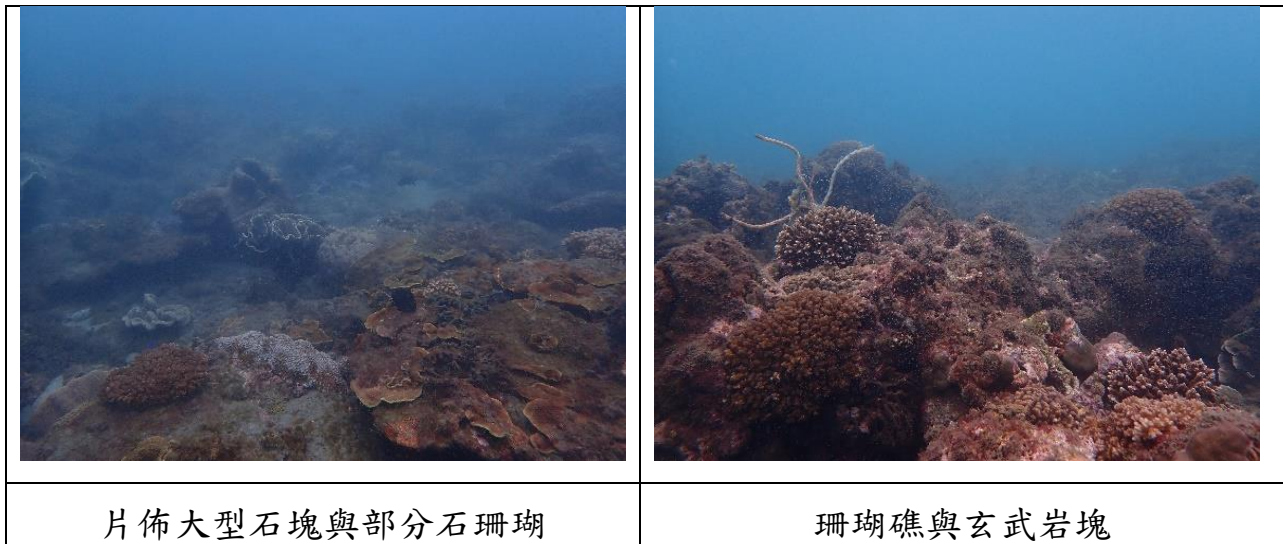


圖 42 山水斷崖 (SSC) 採樣點照片

41. 杭灣 (HW)

採樣點距離岸邊約 100 公尺處，約 4 至 6 公尺，記錄水溫為攝氏 27.5°C，底質主要都以沙地為主。但珊瑚礁的生態很豐富。有人工種植的珊瑚礁培育。這裡海參居多。珊瑚礁覆蓋率約 50%，如圖 43。

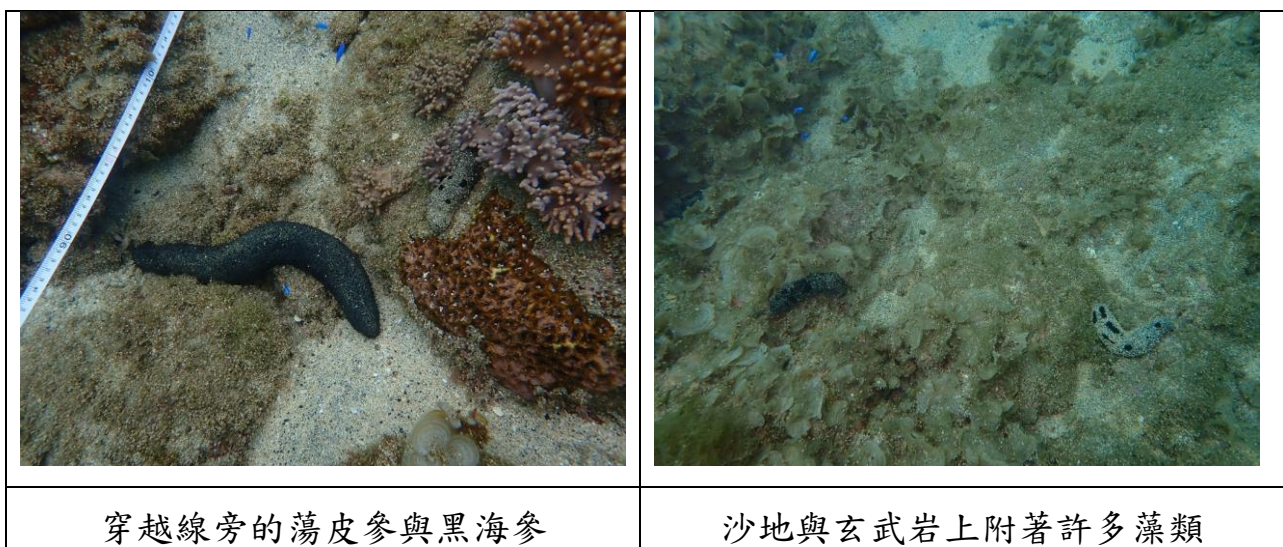


圖 43 杭灣 (HW) 採樣點照片

42. 青灣 PIDC (PIDC)

採樣點位於岸邊約 100 公尺處，約 3 至 6 公尺，記錄水溫為攝氏 26.7°C，底質多為沙地及大量石塊。當天能見度低，導致照片不清晰。

珊瑚礁的種類不多，珊瑚覆蓋率大約為 30%，如圖 44。

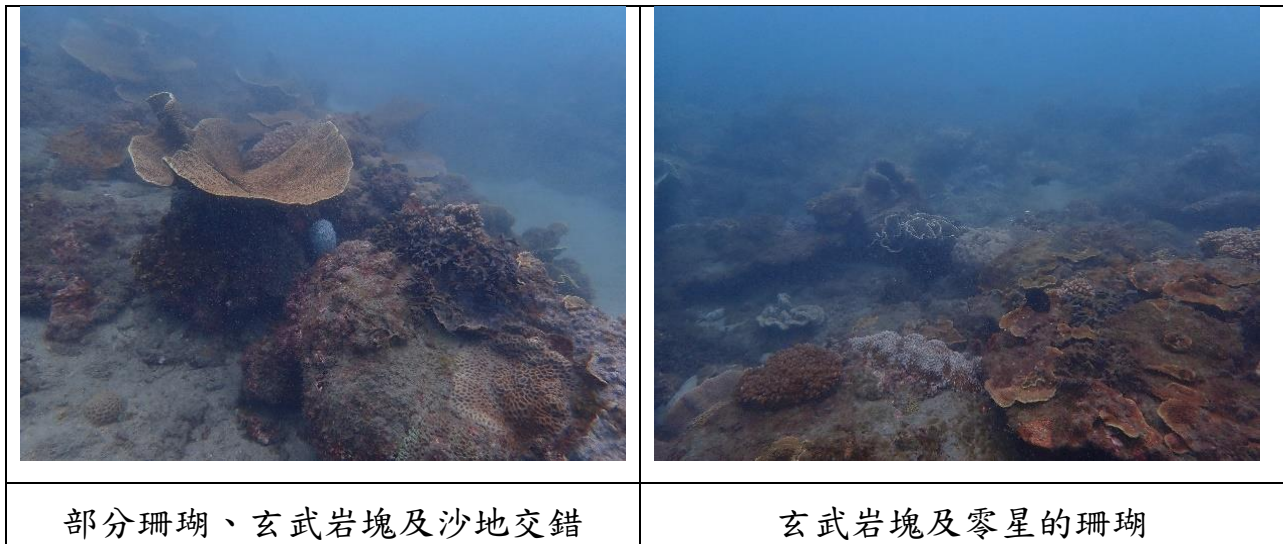


圖 44 青灣 PIDC (PIDC) 採樣點照片

43. 風櫃洞 (FG)

採樣點距離岸邊約 100 公尺處，深度約 6 至 10 公尺，記錄水溫為攝氏 27.9°C，底質多為沙地、玄武岩塊及珊瑚。珊瑚礁大多是桌形珊瑚，且都滿大一片的。目測珊瑚覆蓋率大約為 65%，如圖 45。

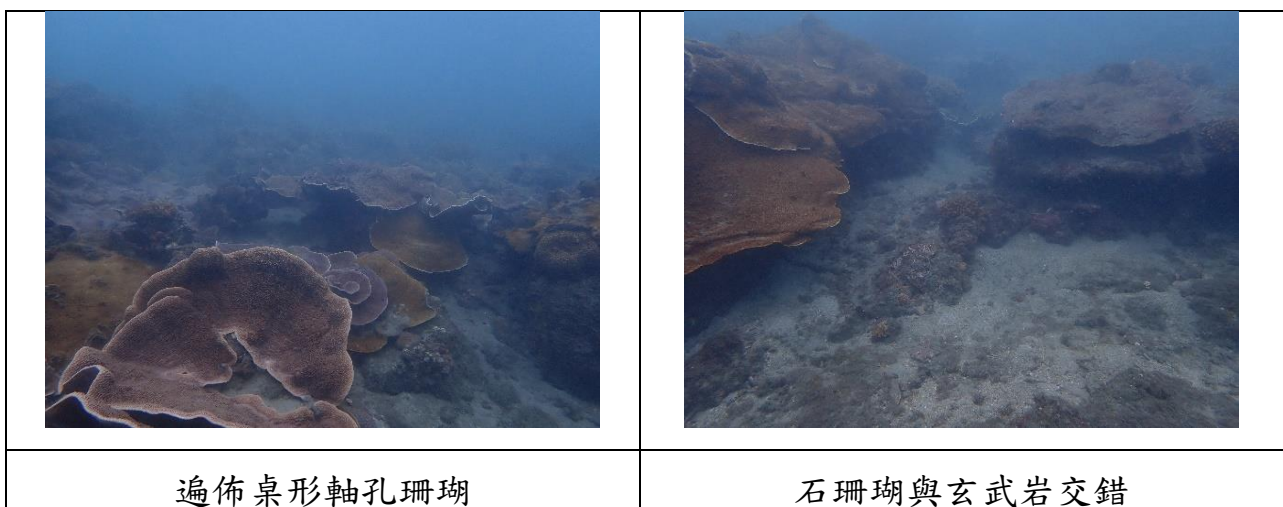


圖 45 風櫃洞 (FG) 採樣點照片

44. 後寮 (HL)

採樣點位於後寮遊客中心北側，深度約 3 至 6 公尺。記錄水溫為攝氏 28.1℃，底質主要以碎石、碎珊瑚及軸孔珊瑚為主，海參非常多，目測珊瑚覆蓋率大約為 45%，如圖 46。

	
目標物種—蕩皮參	軸孔珊瑚及碎珊瑚

圖 46 後寮 (HL) 採樣點照片

45. 赤崁航道西 (CKCW)

採樣點位於赤崁航道西側信號標處，深度約 3 至 6 公尺，記錄水溫為攝氏 28.3℃，底質主要為碎石與岩塊。生物多為黑海參、蕩皮參、海膽，這個點位海膽數量多。目測珊瑚覆蓋率大約為 25%，如圖 47。

	
目標物種—馬糞海膽	目標物種—蕩皮參

圖 47 赤崁航道西 (CKCW) 採樣點照片

46. 赤崁航道東 (CKCE)

採樣點位於赤崁航道東側，深度約 3 至 5 公尺，記錄水溫為攝氏 26.5°C，底質為石塊，海膽數量非常多，這是採樣點以來，海膽數量最多的一個點位。目測珊瑚覆蓋率大約為 15%，如圖 48。

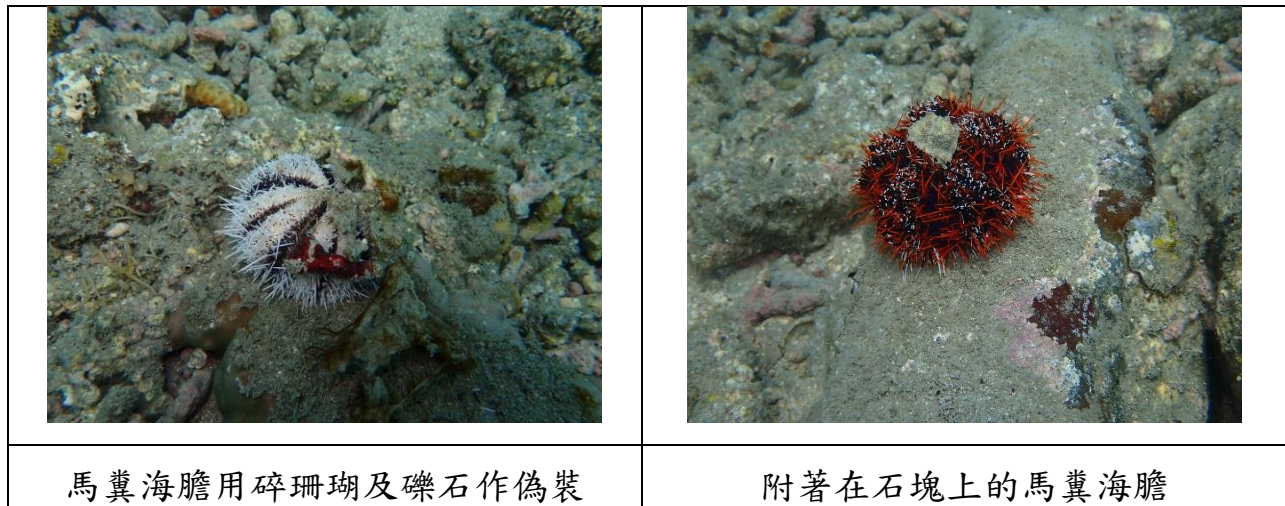


圖 48 赤崁航道東 (CKCE) 採樣點照片

47. 小白沙島東南 (BSSE)

採樣點距離岸邊約 50 公尺，深度約 4 至 7 公尺，記錄水溫為攝氏 25.7°C。底質多為沙地、碎石、珊瑚。此樣點有非常多本次研究之目標物種—海膽。目測珊瑚覆蓋率大約為 20%，如圖 49。

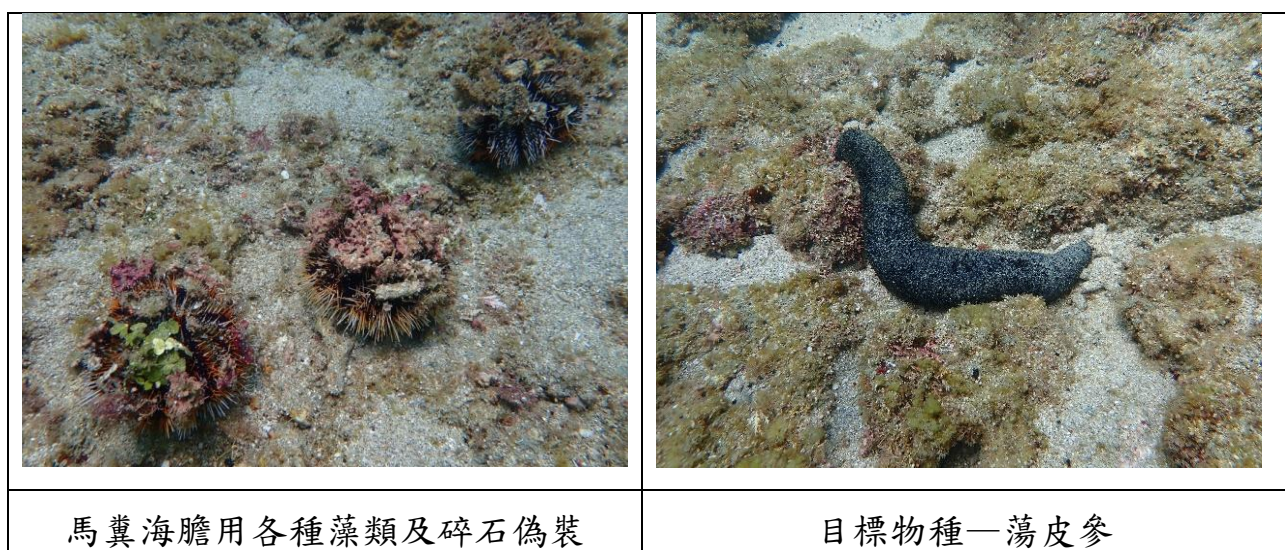


圖 49 小白沙島東南 (BSSE) 採樣點照片

48. 雞善嶼 (JSY)

採樣點位於雞善嶼東南側，深度約 4 至 7 公尺，記錄水溫為攝氏 25.9℃，底質為珊瑚礁與碎石灘。雖然珊瑚礁覆蓋率不高，種類也不多，但是海參的數量還不少。珊瑚礁的覆蓋率約 25%，如圖 50。

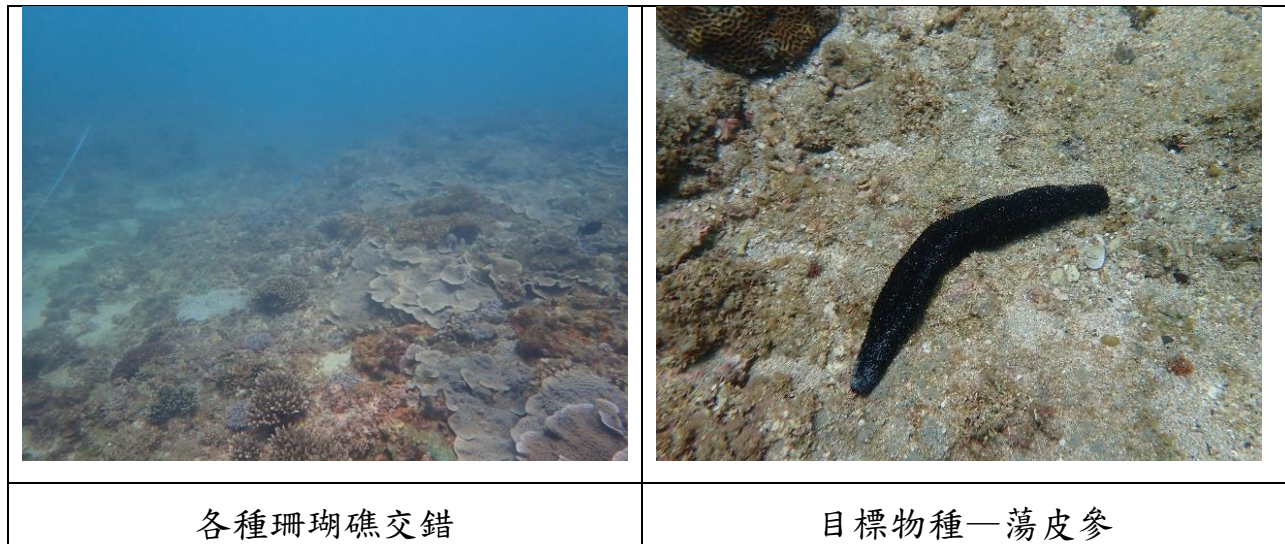


圖 50 雞善嶼 (JSY) 採樣點照片

49. 錠鉤嶼 (DGY)

採樣點位於錠鉤嶼東南側，深度約 7 至 11 公尺，記錄水溫為攝氏 25.2℃，底質以玄武岩塊以及附著於岩塊上的石珊瑚為主。生物為海膽居多。珊瑚礁的覆蓋率約 20%，如圖 51。

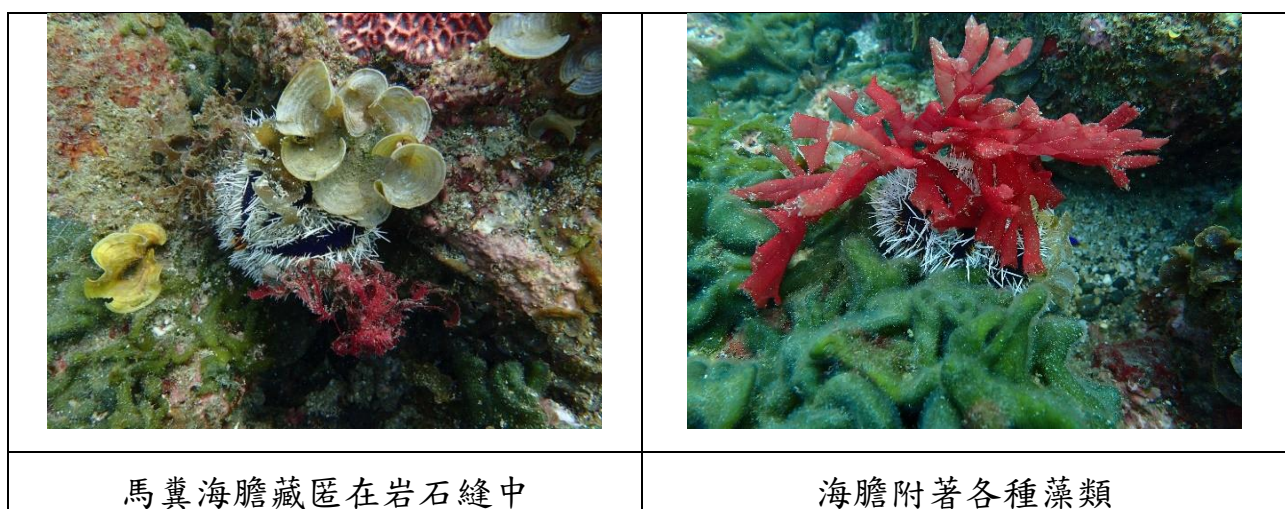


圖 51 錠鉤嶼 (DGY) 採樣點照片

50. 龍門 (LM)

採樣點位於龍門港南方約 750 公尺，深度約 8 至 10 公尺，記錄水溫為攝氏 27.4°C，底質大多是泥沙地、珊瑚礁。這裡的珊瑚礁非常少，種類也不多，都是沙地與岩塊的地形。珊瑚礁覆蓋率約 5%，如圖 52。

	
此樣點較少珊瑚	太平洋巨型桶狀海綿 (<i>Xestospongia testudinaria</i>)

圖 52 龍門 (LM) 採樣點照片

51. 七美東北角 (CMNE)

採樣點位於雙心石滬外側，深度約 4 至 9 公尺，記錄水溫為攝氏 27.6°C，底質主要以珊瑚礁為主，珊瑚礁生態非常豐富，因珊瑚層層疊疊，因此珊瑚礁覆蓋率超過 100%，如圖 53。

	
豐富的珊瑚礁生態	大片的桌形軸孔珊瑚

圖 53 七美東北角 (CMNE) 採樣點照片

52. 七美北側 (CMN)

採樣點位於西北灣外側約 150 公尺，深度約 6 至 11 公尺，記錄水溫為攝氏 27.8°C，底質主要是珊瑚礁。珊瑚礁種類大多是桌形珊瑚，有部分軸孔珊瑚，珊瑚礁覆蓋率約 80%，如圖 54。

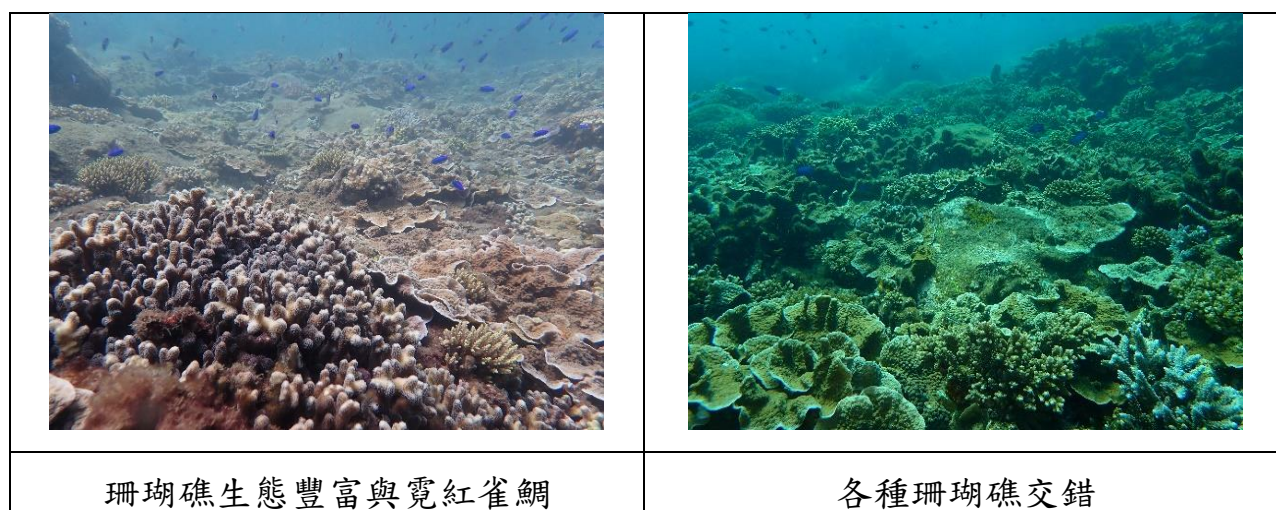


圖 54 七美北側 (CMN) 採樣點照片

53. 潭子港 (TZH)

採樣點位於潭子港北堤防外側，深度約 6 至 10 公尺，記錄水溫為攝氏 27°C，底質主要以珊瑚礁與岩塊。雖然該樣點離港口很近。但生態也滿豐富的，珊瑚礁的覆蓋率也不差。目測珊瑚礁覆蓋率約 45%，如圖 55。

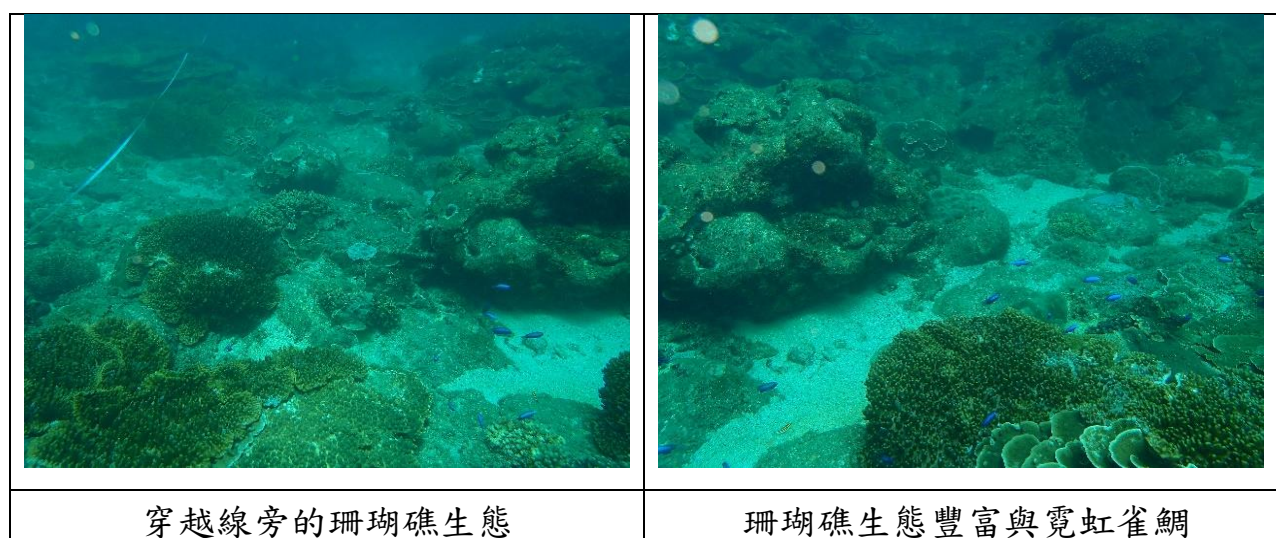


圖 55 潭子港 (TZH) 採樣點照片

54. 花嶼 (HY)

採樣點位於花嶼東側，深度約 11 至 15 公尺，記錄水溫為攝氏 27.7℃，底質為大型岩塊與珊瑚礁，這裡的地形特別，大片的沙地左右兩邊皆為石塊堆，珊瑚礁覆蓋率約 25%，如圖 56。

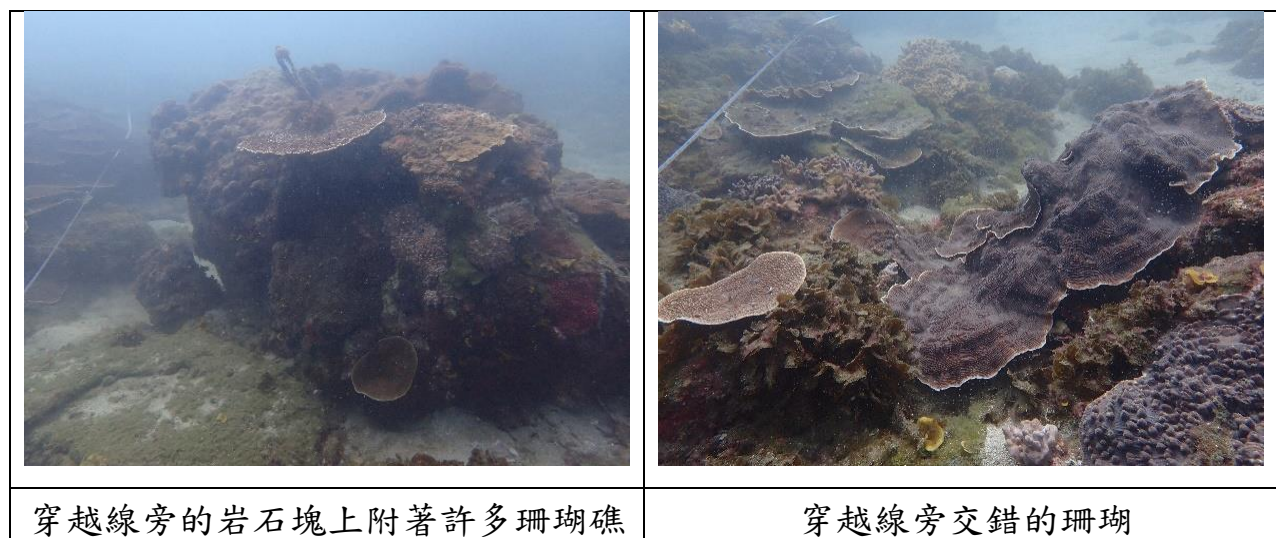


圖 56 花嶼 (HY) 採樣點照片

(二) 採樣點水質特性

所有採樣點的水質檢測結果顯示於表 6，其中包含採樣當天各個採樣點的海水溫度 (°C)、溶氧飽和百分比 (%)、溶氧量 (mg/L)、鹽度 (ppt)、酸鹼值 (pH) 以及氧化還原電位 (mV)。調查時間從冬季 (1 月) 一直延續到夏季 (6 月)，所以水溫最低出現在 2020 年 1 月 11 日的大倉島西側樣點，為 18 度，最高溫 28.1 度出現在 6 月 21 日的後寮樣點，平均海水溫度為 24.6 ± 2.2 °C。溶氧飽和百分比最高 93 % (赤崁航道西側樣點)，最低 77 % (大倉島西側樣點)，平均 87 ± 3.4 %。溶氧量最高 6.4 mg/L (赤崁航道西側樣點)，最低 5.3 mg/L (大倉島西側樣點)，平均 6.0 ± 0.2 mg/L。海水鹽度和酸鹼值皆在正常範圍內，平均分別為鹽度千分之 34.46 ± 0.2 和 pH 8.15 ± 0.03 。氧化還原電位最高 256.3 mV (杭灣樣點)，最低 118.2 mV (將軍澳北側樣點)，平均 194.3 ± 38.7 mV。

表 6 2019 - 2020 澎湖周邊海域重要物種採樣點之海水環境參數測量
結果

Temp.：水溫，DO (%)：溶氧飽和百分比，DO (mg/L)：溶氧量，
SAL(ppt)：鹽度，pH：酸鹼值，ORP(mV)：氧化還原電位差

樣點 編號	英文代號	名稱	Temp. (°C)	DO (%)	DO (mg/L)	SAL (ppt)	pH	ORP (mV)	採樣日期
1	XM	小門漁業資源保護區	19.3	79	5.4	34.32	8.12	171.8	20200110
2	DC	大倉島西側	18.1	77	5.3	34.18	8.19	134.2	20200211
3	JA	井垵	22.4	84	5.7	34.55	8.16	176.4	20200211
4	WANW	望安西北	22.6	84	5.8	34.85	8.17	129.6	20200212
5	WAN	望安北	22.5	84	5.7	34.56	8.17	133.4	20200212
6	WAE	望安東	22.8	84	5.8	34.17	8.14	149.8	20200212
7	WK	烏坎	23.2	85	5.8	34.77	8.11	199.4	20200213
8	SG	鎖港	23.7	86	5.9	34.46	8.16	208.5	20200213
9	SS	山水	23.4	85	5.8	34.24	8.14	235.1	20200213
10	NJA	北井垵	23.9	86	5.9	34.26	8.16	180.5	20200307
11	WD	五德	21.2	82	5.6	34.36	8.13	195.9	20200307
12	SL	嵵裡	22.7	84	5.8	34.76	8.12	249.6	20200307
13	CW	青灣	22.5	84	5.7	34.68	8.13	218.5	20200307
14	CMW	七美西	26.5	90	6.2	34.21	8.19	223.5	20200308
15	CMS	七美南	25.1	88	6.0	34.86	8.17	249.1	20200308
16	ULW	月鯉灣	25.3	88	6.0	34.16	8.13	222.3	20200308
17	DSL	大獅龍埕	25.7	89	6.1	34.63	8.15	184.7	20200308
18	GPSW	姑婆嶼西南	22.9	85	5.8	34.88	8.15	147.9	20200308
19	GPNE	姑婆嶼東北	22.2	84	5.7	34.91	8.16	258.1	20200318
20	GPNW	姑婆嶼西北	22.6	84	5.8	34.82	8.11	228.6	20200318
21	MYN	貓嶼北	24.7	87	6.0	34.33	8.14	198.3	20200318
22	CYSE	草嶼東南	23.4	85	5.8	34.22	8.19	188.4	20200321
23	MYS	貓嶼南	23.8	86	5.9	34.55	8.17	231.3	20200321
24	JYD	西嶼鯨魚洞	22.9	85	5.8	34.11	8.14	232.3	20200321
25	XM	西嶼小門	22.4	84	5.7	34.21	8.15	189.6	20200415
26	XCJ	西嶼小池角	22.6	84	5.8	34.34	8.13	245.1	20200415
27	STS	蛇頭山	23.6	81	5.6	34.24	8.19	184.4	20200417

樣點 編號	英文代號	名稱	Temp. (°C)	DO (%)	DO (mg/L)	SAL (ppt)	pH	ORP (mV)	採樣日期
28	NB	前寮	23.7	87	6	34.52	8.15	219	20200417
29	SLH	嵵裡港	24.7	86	5.9	34.62	8.16	235.1	20200417
30	GYT	觀音亭	23.6	87	6.1	34.39	8.15	224.4	20200417
31	HJSA	虎井南 A	26.1	89	6.1	34.64	8.11	227.3	20200420
32	HJSB	虎井南 B	26.2	89	6.1	34.56	8.11	147.6	20200420
33	HJHW	虎井港西	24.9	87	5.9	34.55	8.17	177.4	20200420
34	HJHE	虎井港東	24.8	89	6.1	34.46	8.16	177.2	20200607
35	JGAN	將軍澳北	24.5	84	5.7	34.19	8.18	118.2	20200607
36	JGANW	將軍澳西北	24.8	89	6.1	34.12	8.17	130.6	20200607
37	JGAS	將軍澳南	25.2	90	6.1	34.15	8.17	139.6	20200607
38	JGASE	將軍澳東南	25	88	6.0	34.62	8.18	133.8	20200607
39	WAS	望安南	25.4	88	6.1	34.61	8.13	148.4	20200609
40	SSC	山水斷崖	26.3	90	6.2	34.21	8.18	231.5	20200609
41	HW	杭灣	27.5	91	6.3	34.43	8.17	256.3	20200609
42	PIDC	青灣 PIDC	26.7	90	6.2	34.32	8.18	224.8	20200609
43	FG	風櫃洞	27.9	92	6.3	34.51	8.15	139.5	20200621
44	HL	後寮	28.1	92	6.3	34.69	8.14	166.3	20200621
45	CKCW	赤崁航道西	28.3	93	6.4	34.12	8.11	174.8	20200621
46	CKCE	赤崁航道東	26.5	90	6.2	34.98	8.11	228.1	20200621
47	BSSE	小白沙島東 南	25.7	89	6.1	34.22	8.14	238.5	20200110
48	JSY	雞善嶼	25.9	89	6.1	34.76	8.14	196.3	20200211
49	DGY	錠鉤嶼	25.2	88	6.0	34.21	8.13	164.8	20200211
50	LM	龍門	27.4	91	6.3	34.76	8.12	198.8	20200212
51	CMNE	七美東北角	27.6	92	6.3	34.09	8.13	184.3	20200212
52	CMN	七美北側	27.8	92	6.3	34.43	8.13	198.3	20200212
53	TZH	潭子港	27	91	6.2	34.33	8.19	219.6	20200213
54	HY	花嶼	27.7	92	6.3	34.66	8.17	223.8	20200213
Mean			24.6	87	6.0	34.46	8.15	194.3	
S. E.			2.2	3.4	0.2	0.2	0.025	38.7	

(三)重要物種族群密度

本計畫調查結果中，沒有觀察黑石蜆到任何個體，一方面由於黑石蜆的習性是鑽入團塊狀的珊瑚中棲息，不易被發現；另一方面可能是在族群分佈於潮間帶居多，導致低潮線以深的潛水調查作業時可能被忽略。由於孔雀殼菜蛤的族群群聚型態與數量與其他各重要標的物種不同，所以分別以平均族群密度（個體數/m²）和測線內族群密度（個體數/200m²）不同形式呈現。本次調查一共記錄到山羊海菊蛤 243 個體，大白狐蛤 11 個體，馬糞海膽 226 個體，棘幅肛參 3 個體，黑海參 2375 個體，蕩皮參 1597 個體，以及糙刺參 2 個體。其個別族群密度與採樣點分布之結果呈現以每一條測線為主，依照族群密度高低排列。

1. 孔雀殼菜蛤

由於孔雀殼菜蛤的生物個體分布是屬於叢聚性，所以其族群密度是以穿越線兩側隨機 50 x 50 公分之調查方框計算。孔雀殼菜蛤主要分布於馬公本島南方內海一帶，所以選定前寮東側堤防外側：青灣、嵵裡、嵵裡港、井垵、北井垵與五德附近海域進行調查。結果顯示井垵的平均族群密度（個體數/m²）最高（ 379 ± 125 ），依序為嵵裡（ 377 ± 106 ）、嵵裡港（ 373 ± 203 ）、前寮（ 339 ± 216 ）、井垵北（ 327 ± 118 ）、青灣（ 318 ± 207 ），五德最低（ 196 ± 72 ）（圖 57）。One-Way ANOVA 檢測結果發現各採樣點間之孔雀殼菜蛤族群密度有顯著差異（ $F = 4.9$; $P = 0.0001$ ）。Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) 檢測結果顯示只有五德的族群密度顯著小於其他樣點；其他各樣點間則沒有顯著差異（圖 56）。各樣點標準差（S.E.）最高是前寮，因為該點的隨意重複採樣裡有三個方框沒有孔雀殼菜蛤個體的存在。

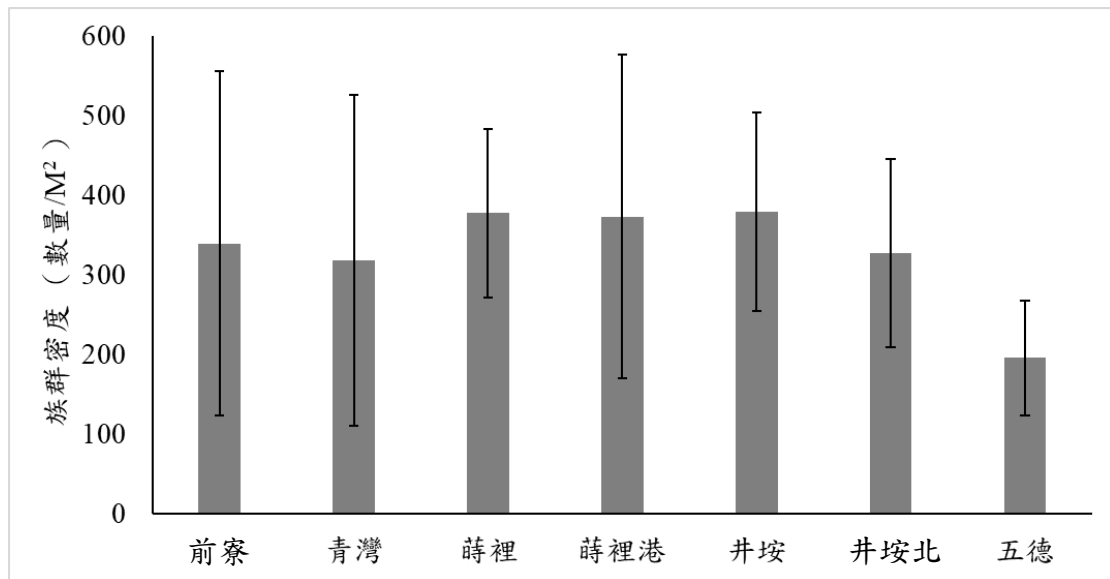


圖 57 澎湖馬公本島澎湖南內海孔雀殼菜蛤之族群密度 (個體數量/m²) 與樣點分布
長條代表平均及標準誤差 (Mean ± S.E.; n = 30; F = 4.9; P = 0.001)

2. 山羊海菊蛤

山羊海菊蛤族群密度最高的位於蒔裡樣點，測線內 200 平方公尺有 5 - 23 顆，依序是青灣樣點(21 - 22 顆)，虎井南側樣點(7 - 13 顆)，蒔裡港 (4 - 9 顆)，其餘各測線只有零星出現 (圖 58)。除了固定測線以外，根據有經驗的漁民訪談指出，在內海港口堤防設施的水下柱樁表面也附生大量的山羊海菊蛤，研究團隊在金龍頭(23° 33.697' N 119° 33.595' E) 港內調查採樣，發現很高的族群密度，該樣點因有異於其他樣點的量化調查方法，所以沒有列入數據結果分析，僅描述現象。

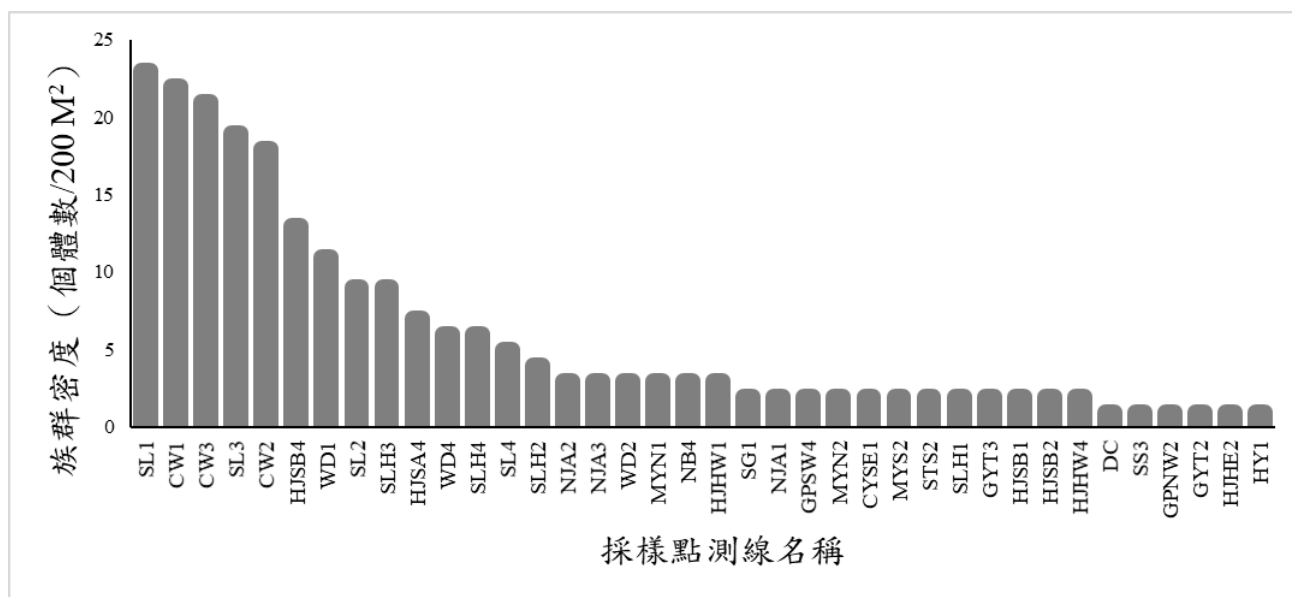


圖 58 澎湖群島周邊海域山羊海菊蛤之族群密度分布

依數量多寡排列，沒有記錄到的樣點不列入。採樣點英文代碼請參閱表 4。

3. 大白狐蛤

大白狐蛤總共記錄到 11 個體，以總調查面積而言，族群密度(個體數/200 m²)相當的稀少。嵵裡港最多(1-3 顆)，依序是大倉(2)、觀音亭(2)、虎井港西側(1-2)(圖 59)。

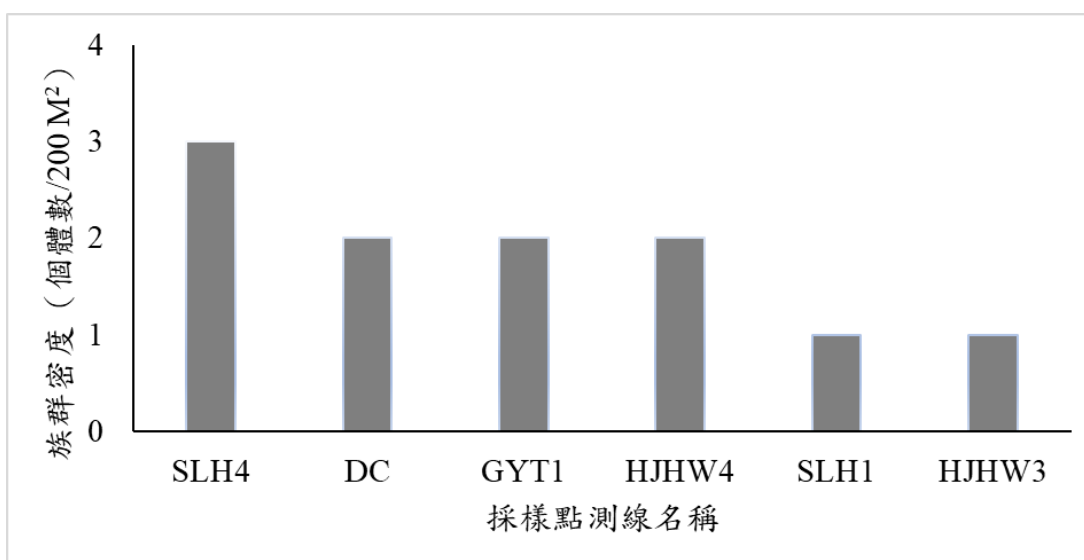


圖 59 澎湖群島周邊海域大白狐蛤之族群密度分布

依數量多寡排列，沒有記錄到的樣點不列入。採樣點英文代碼請參閱表 4。

4. 白棘三列海膽（馬糞海膽）

馬糞海膽的族群密度最高是在小白沙島東南樣點（4 - 46 個體數/200 m²），依序為赤坎航道東側樣點（5- 38 個體數/200 m²），赤坎航道西側（2- 14 個體數/200 m²），其餘樣點的數量都是零星可見（圖 60）。在總調查面積中，馬糞海膽的平均密度約每平方公尺只有 0.006 顆，如果以這個密度，每 200 平方公尺 1.2 顆當基準，調查測線中有 80 % 的測線族群量是低於平均密度的。

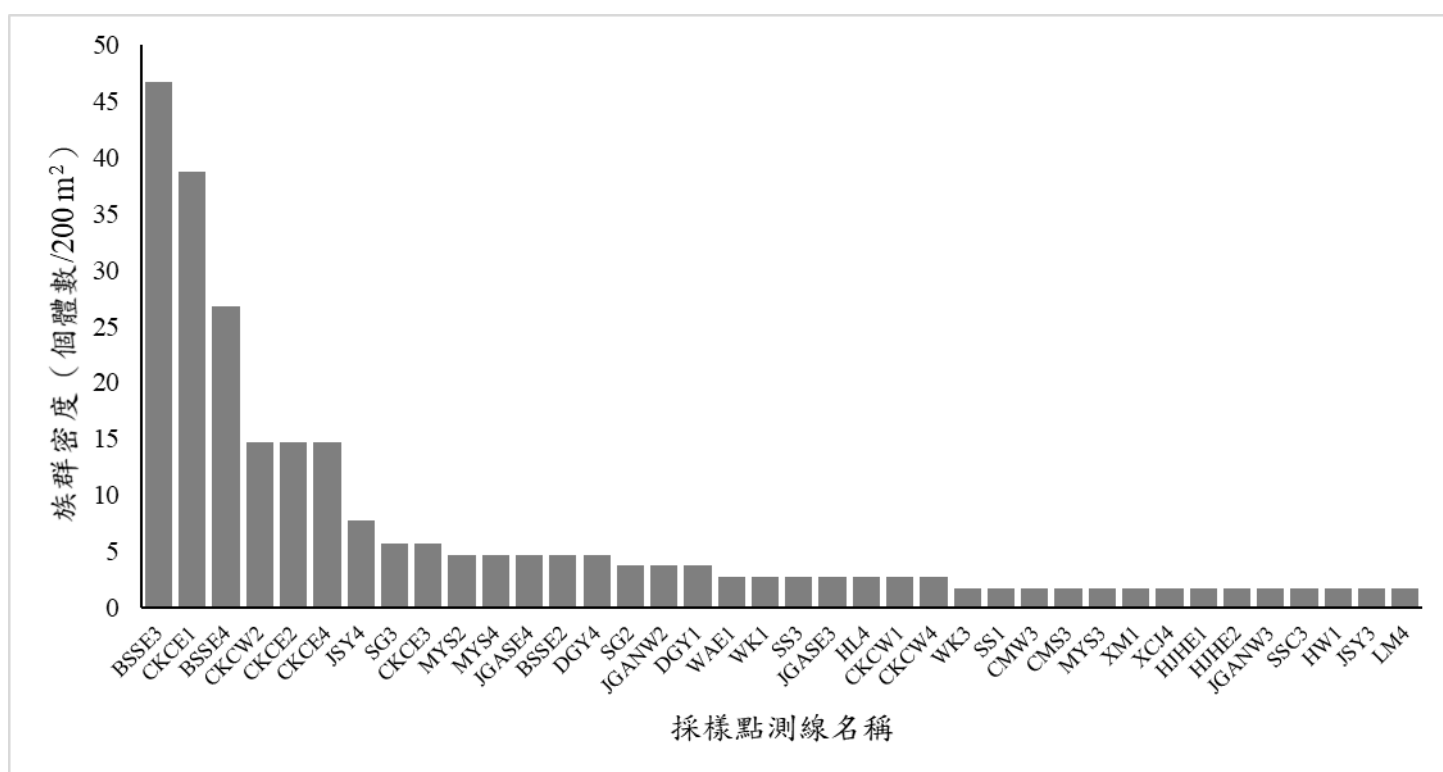


圖 60 澎湖群島周邊海域馬糞海膽之族群密度分布

依數量多寡排列，沒有記錄到的樣點不列入。採樣點英文代碼請參閱表 4。

5. 棘幅肛參

棘幅肛參這次調查只記錄到 3 個體，分別出現在貓嶼南側（2）及小門漁業資源保護區（1）。

6. 黑海參

黑海參的族群量是這次調查的物種中最豐富的，一共記錄到 2375 個體，其組群密度與採樣點測線的分布如圖 61。族群密度(個體數/200 m²)最高的是杭灣樣點(116 - 243)，依序是將軍澳東南樣點(69 - 158)、七美西側樣點(61 - 142)、烏坎樣點(41 - 97)、七美潭子港(2 - 79)、山水(36 - 70)、七美北側(5 - 44)、望安東側(1 - 29)、西嶼小池角(10 - 21)、後寮(1 - 13)及花嶼(12)。

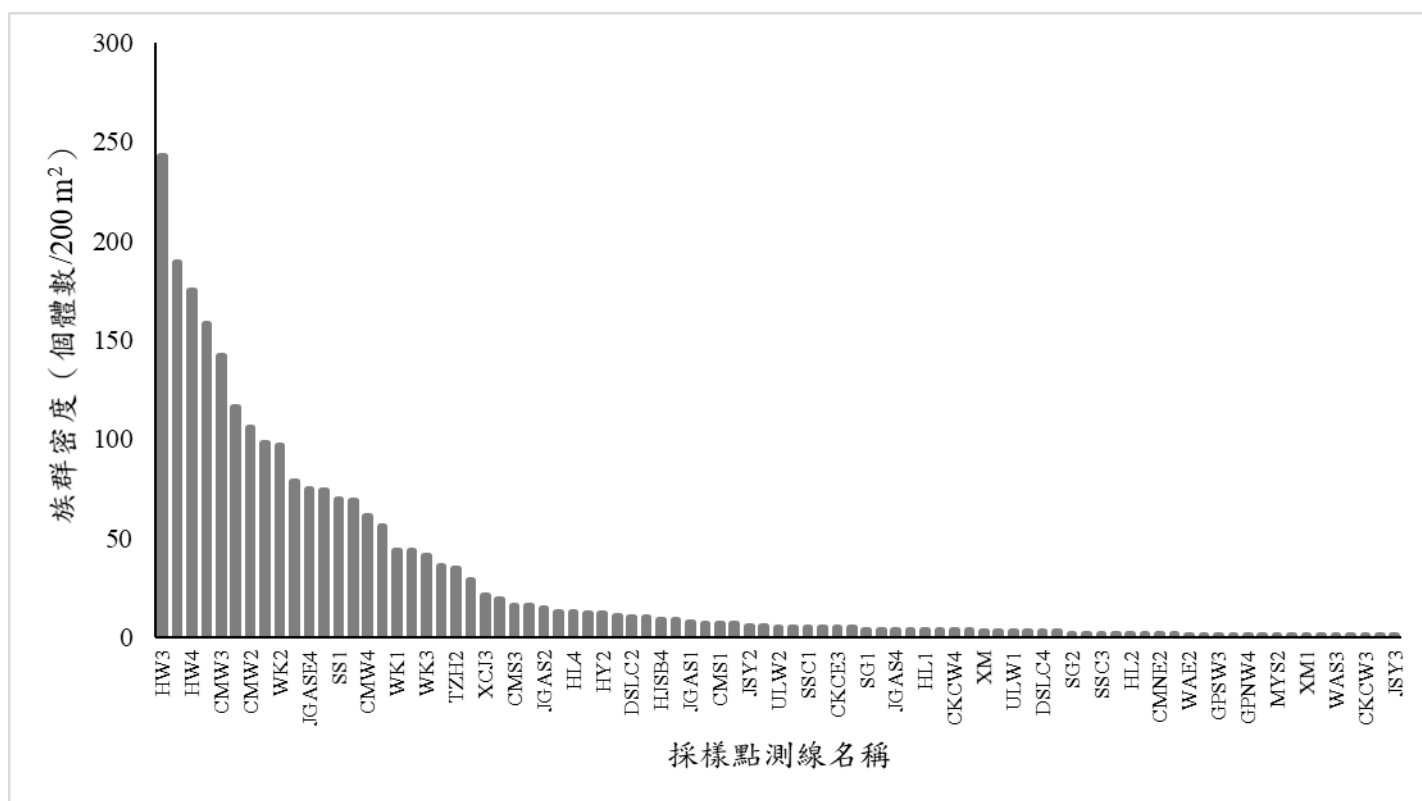


圖 61 澎湖群島周邊海域黑海參之族群密度分布

依數量多寡排列，沒有記錄到的樣點不列入。採樣點英文代碼請參閱表 4。

7. 蕩皮參

蕩皮參的族群數量是這次調查第二高的物種，一共記錄了 1597 個體但卻是分布範圍最廣的，有將近二分之一(47%)的測線都有記錄到至少一個蕩皮參個體。密度(個體數/200 m²)最高的是杭灣(45

- 89)，依序遞減為西嶼小池角（21 - 90）、七美西側樣點（16 - 90）、望安東側樣點（7 - 55）、山水（30 - 50）、虎井南 B 樣點（82）、小白沙島東南（2 - 44）、西嶼鯨魚洞（4 - 33）、七美南側（11 - 27）及將軍澳東南（4 - 27），其餘樣點測線皆只有零星個體被發現（圖 62）。

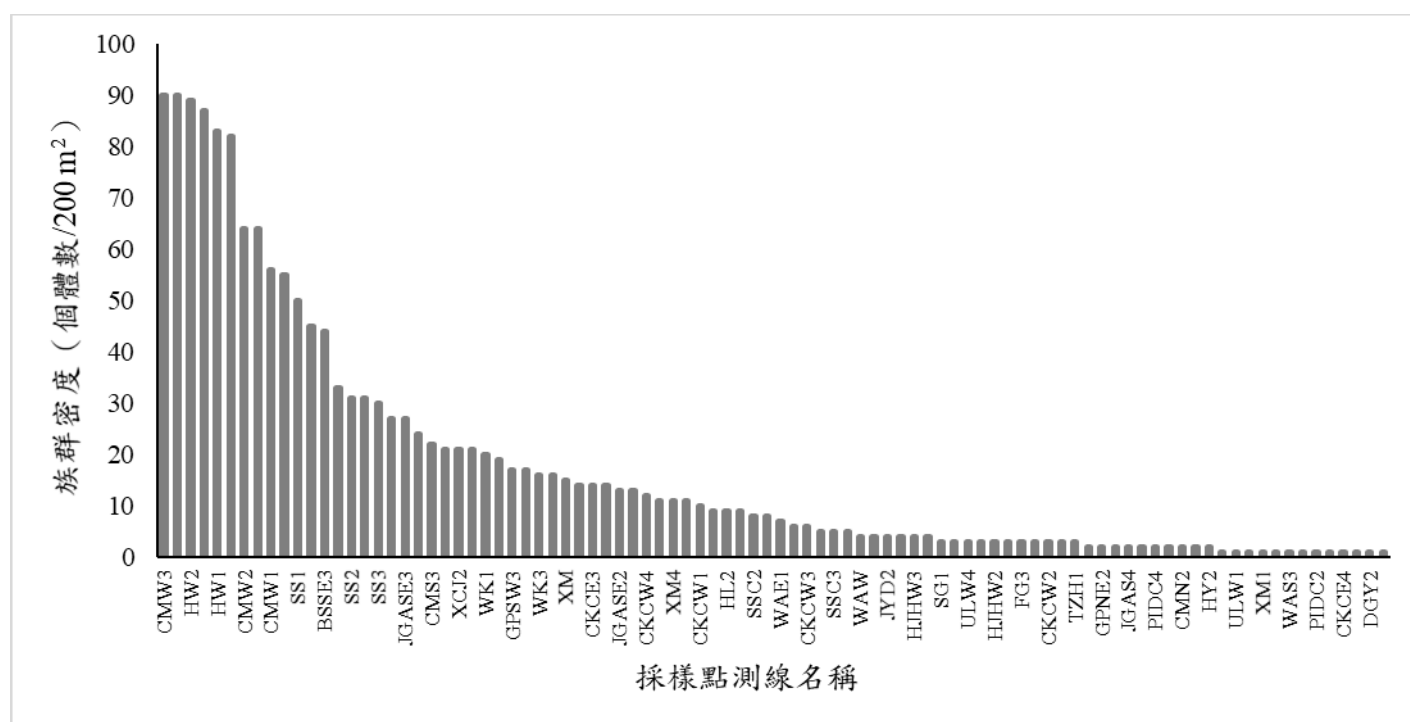


圖 62 澎湖群島周邊海域蕩皮參之族群密度分布

依數量多寡排列，沒有記錄到的樣點不列入。採樣點英文代碼請參閱表 4。

(四)調查樣點重要物種的組成

為了解各個樣點重要物種的組成，整個澎湖周邊涵蓋樣點的海域依照採樣點地緣關係由北至南分成 I：西嶼、澎湖北海與東海；II：澎南沿海，內海與虎井嶼；III：望安，將軍澳，花嶼，貓嶼及草嶼；IV：七美周邊，四個區域（圖 2）。調查結果之重要標地物種組成分區介紹如下：

區域 I 涵蓋澎湖西嶼、北海岸、東海岸沿岸及離島。在這區域中

(圖 63)，山羊海菊蛤僅出現在大倉樣點(33%)，姑婆嶼西南(8%)與姑婆嶼西北(50%)。大白狐蛤僅出現在大倉，雖然數量少但是佔百分比很高。馬糞海膽在西嶼、北海岸和東海岸樣點出現的比率較高，組成百分比最高的依序為赤崁港航道東側(>75%)、小白沙島東南側(~50%)、赤崁港航道西側(~30%)、錠鉤嶼(25%)、雞善嶼(~23%)、後寮及小門漁業資源保護區。黑海參和蕩皮參除了大倉和姑婆嶼西北側樣點沒有發現以外，其他樣點皆有發現。較罕見的棘幅肛參僅出現一個體於小門漁業資源保護區樣點。

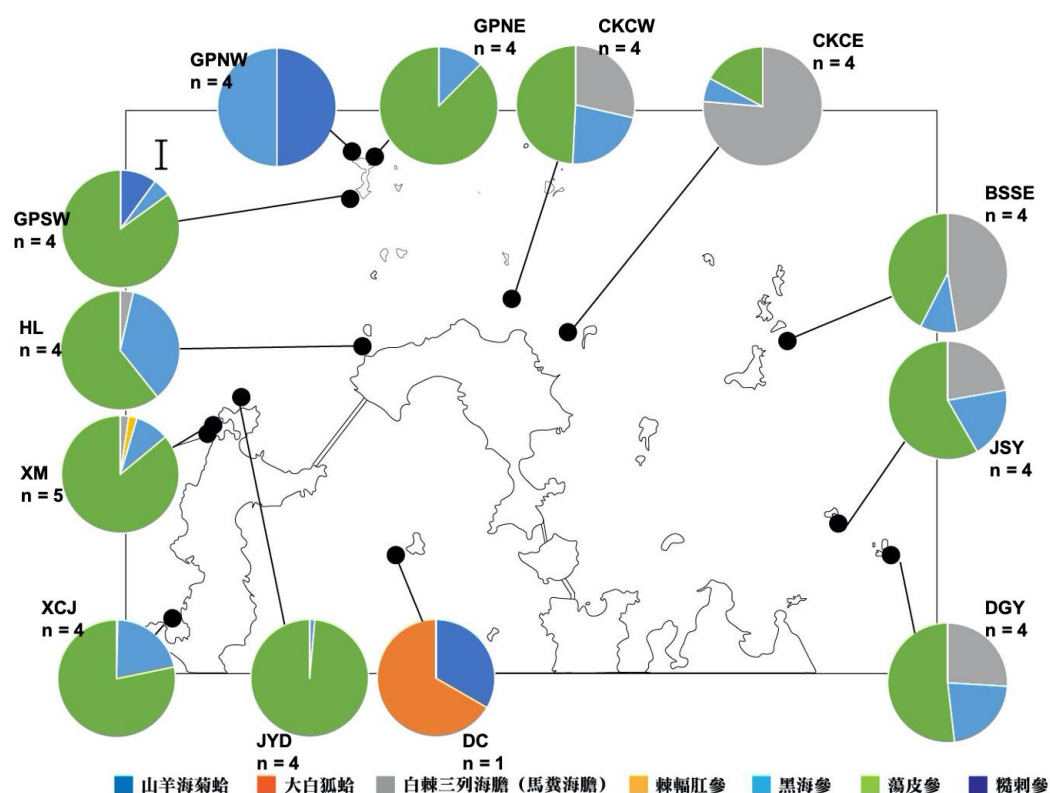


圖 63 區域 I 各採樣點之重要物種數量組成百分比

DC = 大倉島港西側, JYD = 西嶼鯨魚洞, XCJ = 西嶼小池角, XM = 小門漁業資源保護區, HL = 後寮, GPSW = 姑婆嶼西南, GPNW = 姑婆嶼西北, GPNE = 姑婆嶼東北, CKCW = 赤崁航道西側, CKCE = 赤崁航道東側, BSSE = 小白沙島東南, JSY = 雞善嶼, DGY = 錠鉤嶼。每個採樣點的重複採樣測線數量 n 則顯示於英文編碼下方。

區域 II 涵蓋了澎南沿海，內海與虎井嶼。在這區域中（圖 64），山羊海菊蛤在內海出現率極高，除此以外，虎井嶼的幾個樣點也有山羊海菊蛤的蹤跡。大白狐蛤僅出現在觀音亭、嵵裡港及虎井港航道西側，雖然數量少但是佔百分比很高。馬糞海膽在龍門、鎖港和虎井港航道東側樣點出現的比率較高。黑海參和蕩皮參主要是出現在澎南沿海（從烏坎，鎖港，杭灣，山水斷崖，山水，PIDC，風櫃洞）及虎井（南 B 與港西）樣點。較罕見的糙刺參僅出現一隻於虎井南 A 樣點。

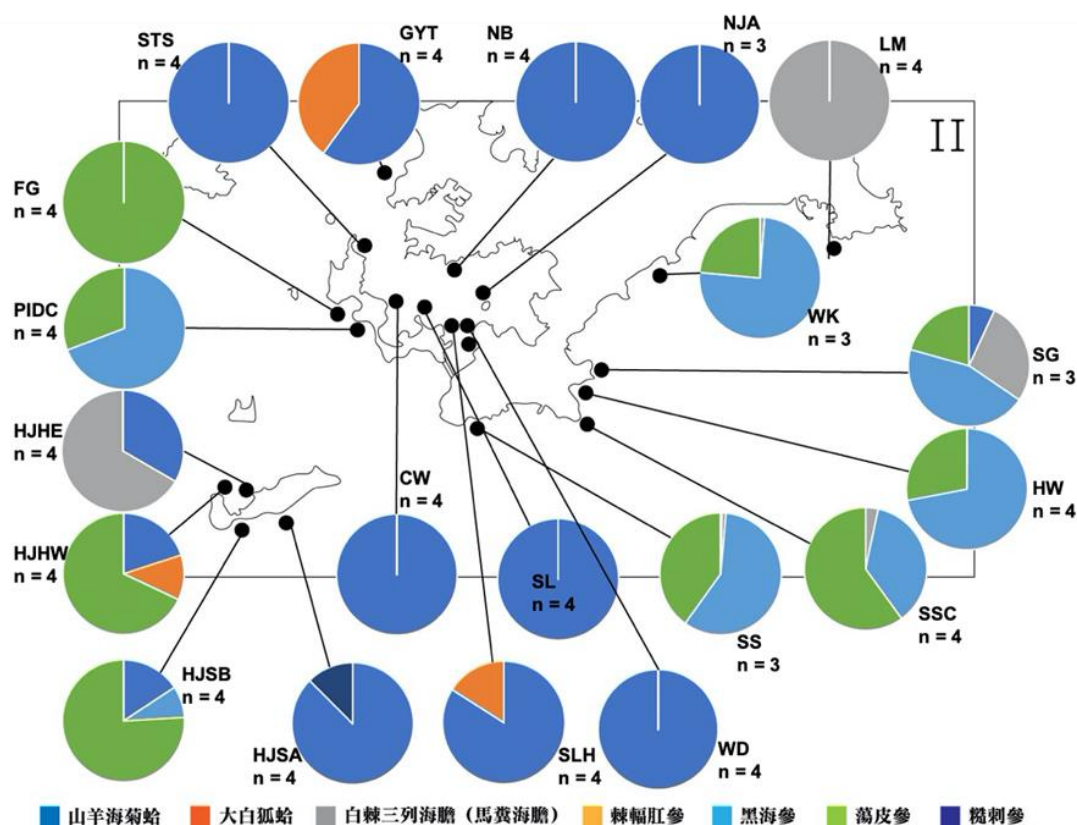


圖 64 區域 II 各採樣點之重要物種數量組成百分比

LM = 龍門，WK = 烏坎，SG = 鎖港，HW = 杭灣，SSC = 山水斷崖，SS = 山水，PIDC = 青灣 PIDC，FG = 風櫃洞，STS = 蛇頭山，GYT = 觀音亭，NB = 前寮，NJA = 井垵北，WD = 五德，SLH = 嵵裡港，SL = 嵵裡，CW = 青灣，HJHE = 虎井港東，HJHW = 虎井港西，HJSA = 虎井南 A，HJSB = 虎井南 B。每個採樣點的重複採樣測線數量 n 則顯示於英文編碼下方。

區域 III 主要涵蓋望安、將軍澳、花嶼、貓嶼及草嶼。在這區域中（圖 65），山羊海菊蛤出現在草嶼、貓嶼與花嶼一帶。大白狐蛤並沒有被記錄到。馬糞海膽主要出現在在貓嶼南側樣點與將軍澳西北側樣點，該樣點除了標的物種以外，還發現大量的喇叭毒棘海膽（*Toxopneustes pileolus*）以及刺冠海膽（*Diadema setosum*）。黑海參和蕩皮參也是這個區域最常見，分布最廣的物種。較罕見的棘幅肛參僅出現於貓嶼南側樣點。

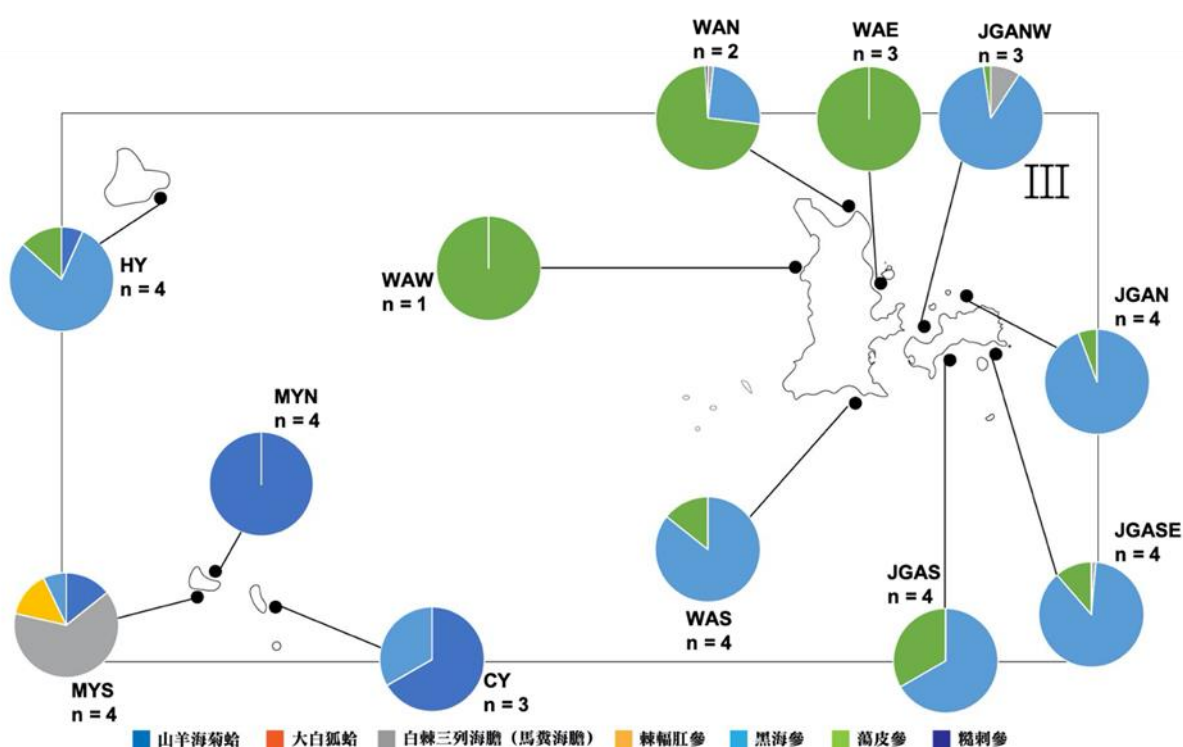


圖 65 區域 III 各採樣點之重要物種數量組成百分比

WAW = 望安西，WAN = 望安北，WAE = 望安東，WAS = 望安南，JGANW = 將軍澳西北，JGAN = 將軍澳北側，JGASE = 將軍澳東南，JGAS = 將軍澳南，HY = 花嶼，MYN = 貓嶼北側，MYS = 貓嶼南側，CY = 草嶼。每個採樣點的重複採樣測線數量 n 則顯示於英文編碼下方。

區域 IV 包含了七美周邊七個樣點。在這區域中，所有樣點主要是由黑海參和蕩皮參所組成，但是組成百分比每個樣點皆不同（圖 66）。

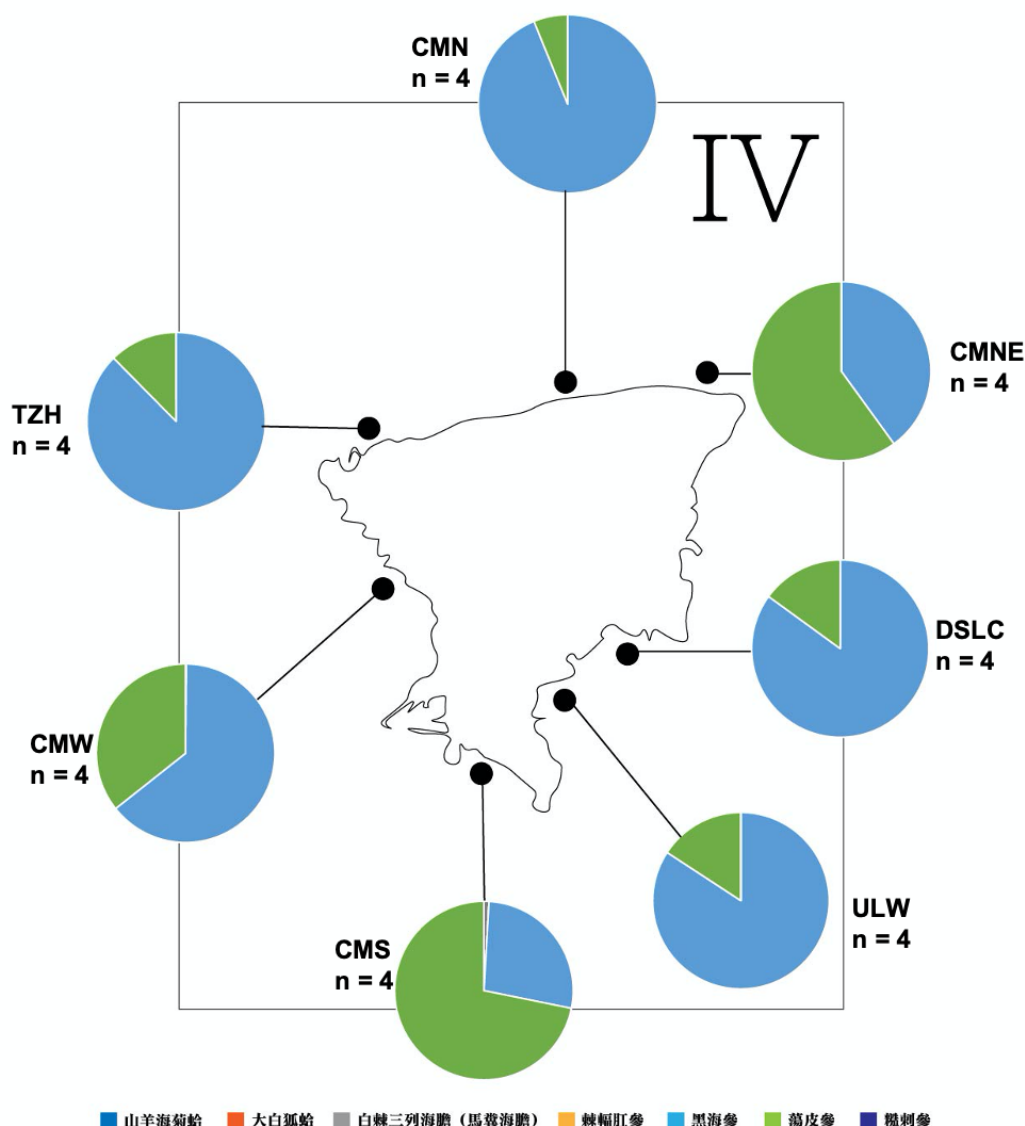


圖 66 區域 IV 各採樣點之重要物種數量組成百分比

CMNE = 七美東北側，DSLC = 大獅龍埕，ULW = 月鯉灣，
 CMS = 七美南側，CMW = 七美西側，TZH = 潭子港，CMN = 七美北側。每個採樣點的重複採樣測線數量 n 則顯示於英文編碼下方。

原始族群密度的數據經過 $\text{Log}(x+1)$ 轉換之後，以重要物種的種類與採樣點測線的光譜分布圖呈現可以讓我們了解各物種的分布情況（圖 67 和圖 68）。山羊海菊蛤與大白孤蛤主要都是出現在澎南內海。馬糞海膽呈現跳躍式分布，數量偏低，族群密度較高的區域在北海岸和東海岸。黑海參和蕩皮參的分布較連續。有山羊海菊蛤分布的

樣點處，則沒有海參的分布，可見兩種物種的棲地有區隔。

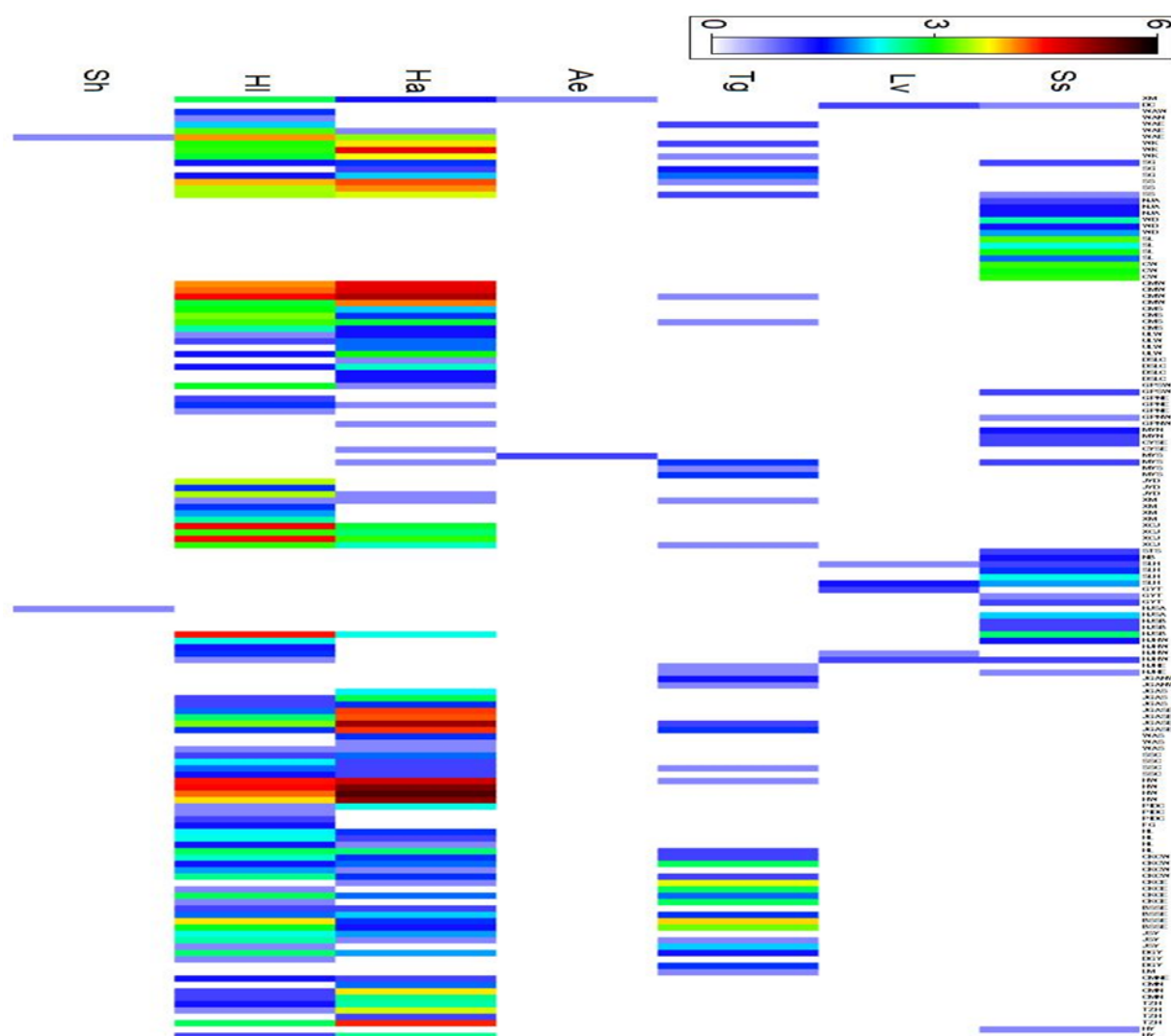


圖 67 澎湖周邊海域重要物種二枚貝與棘皮動物之族群數量光譜分布圖 (Spectrum shade plot)

族群密度原始數據經過 $\text{Log}(x+1)$ 轉換。Y 軸採樣點英文編碼對照請參閱表 4。Ss：山羊海菊蛤，Lv：大白狐蛤，Tg：白棘三列海膽，Ae：棘輻肛參，Ha：黑海參，Hl：蕩皮參，Sh：糙刺參。

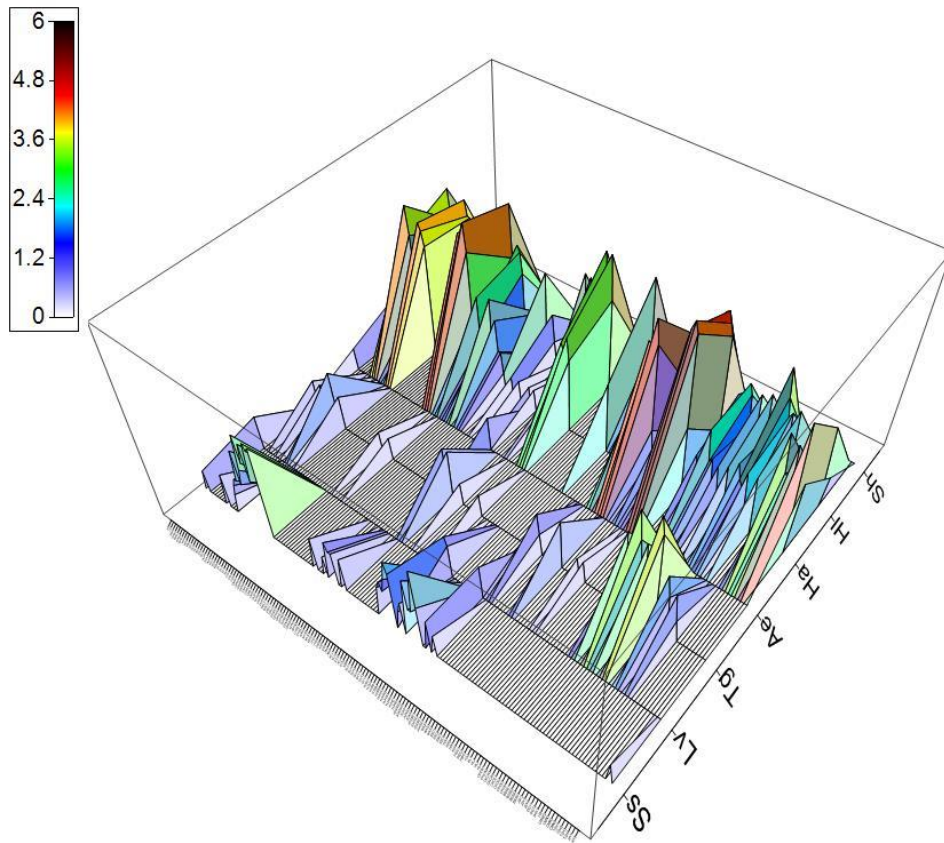


圖 68 澎湖周邊海域重要物種二枚貝與棘皮動物之族群數量表面立體圖（3D Surface plot）

族群密度原始數據經過 $\text{Log}(x+1)$ 轉換。Y 軸採樣點英文編碼對照請參閱表 4。Ss: 山羊海菊蛤，Lv: 大白狐蛤，Tg: 白棘三列海膽，Ae: 棘輻肛參，Ha: 黑海參，Hl: 蕩皮參，Sh: 糙刺參。

（五）調查物種組成與族群密度 MDS 分析

由各測線的物種組成與族群密度的 MDS 分析結果(圖 69)可知，只有貓嶼南側（MYS）與虎井南 A（HJSA）的兩條樣點測線跟其他的測線的物種組成與族群密度不同，其他測線則無法在 2D 分布圖中看出分群的結果。

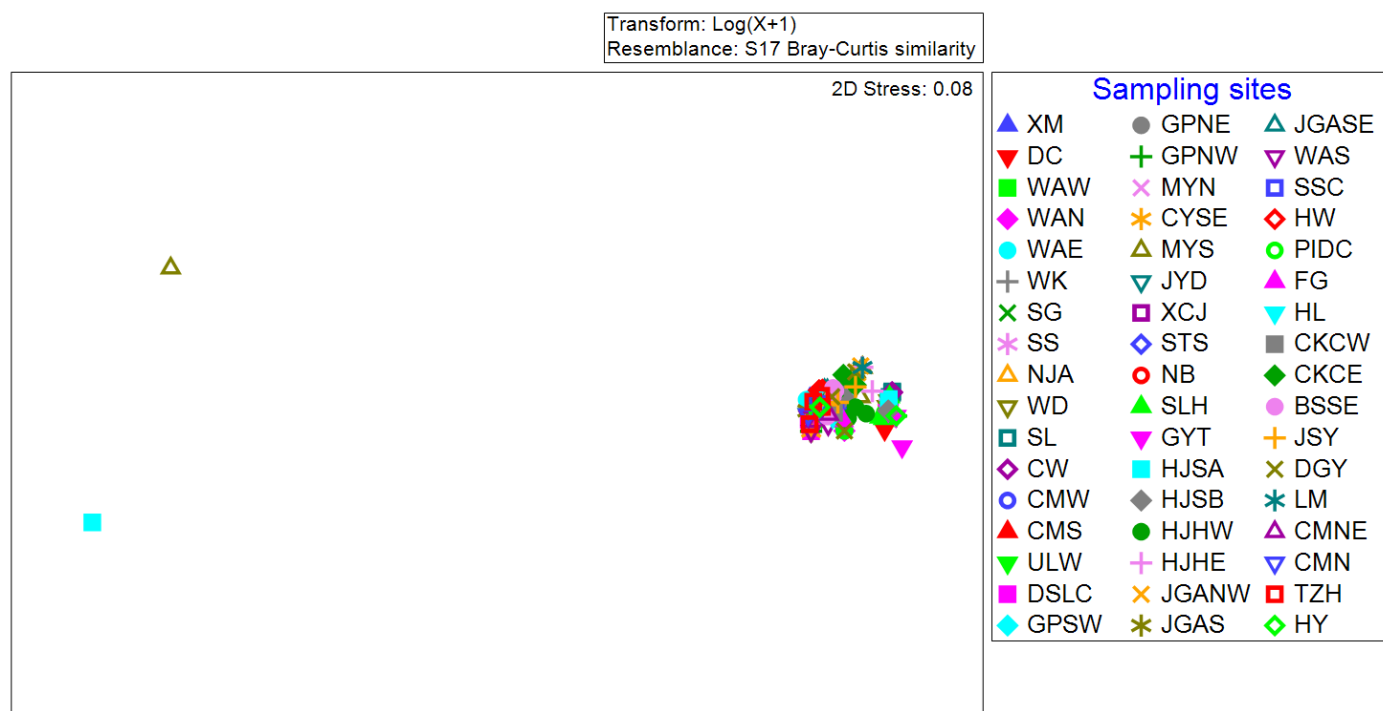


圖 69 澎湖重要物種調查各樣點測線 (n = 1 - 4) 之標的物種族群密度
(個體數/200 m²)與組成之 MDS 分析圖
數據經過 Log(x+1)轉換。

(六)調查物種組成與族群密度相似度分析

由各測線的物種組成與族群密度的相似度分析發現，相同樣點中每個測線的相似度不盡相同。地緣相近的樣點其重要物種群聚的相似度也是不盡相同，如圖 70。

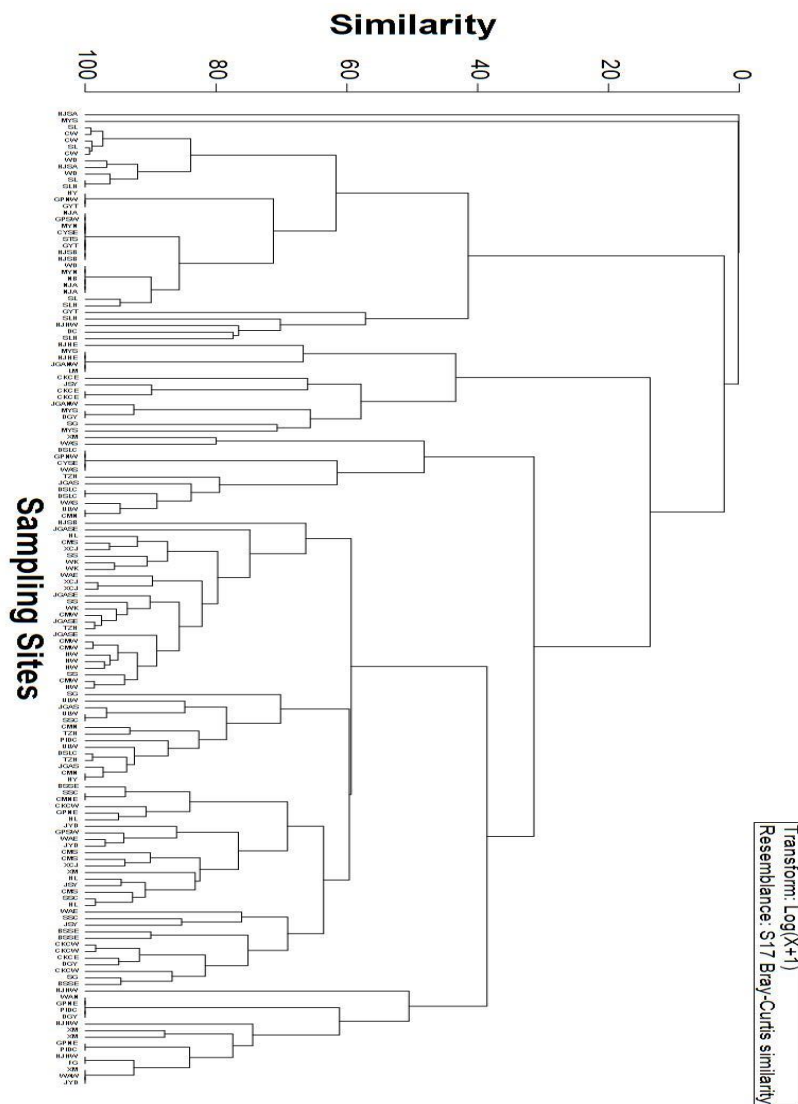


圖 70 澎湖重要物種調查各樣點測線（ $n = 1-4$ ）之標的物種族群密度（個體數/200 m^2 ）與組成之 Bray—Curtis 相似度枝狀圖數據經過 $\text{Log}(x+1)$ 轉換。

(七)孔雀殼菜蛤及山羊海菊蛤分子定序分析

本次實驗共對澎湖採集之海菊蛤 15 個樣本以及殼菜蛤 16 個樣本進行 mtDNA COI gene 部分片段之 PCR 增幅以及基因序列之定序，以期藉此釐清此兩物種之分類定位（樣本請參考附件四）。

由於海菊蛤樣本 mtDNA 之 COI 基因序列與 NCBI 網站的基因資料庫無比對出相符合之物種，因此利用目前的澎湖海菊蛤樣本 15 個、2016 年來自澎湖之海菊蛤樣本 6 個和採集自東沙及墾丁後灣之海菊

蛤樣本各 2 個之 COI gene 序列，與 NCBI GenBank 資料庫之 9 個海菊蛤 COI gene 序列、再加上 2 個外群 COI gene 序列(海扇 *Parvamussium intuscostatum* 及光芒海扇蛤 *Parvamussium arabicum*)共 36 個序列(表 7)，製作出親緣關係樹 (Maximum Likelihood Bootstrap 500, Hasegawa – Kishino – Yano Model G+I) (圖 71)。

表 7 海菊蛤 COI gene 序列來源

編號 Accession no.	物種 Species	採集地	來源
KP691176	<i>Propeamussium arabicum</i>	India Kerala coast	NCBI 資料庫
AB033682	<i>Parvamussium intuscostatum</i>	Japan Central Honshu (Misaki)	NCBI 資料庫
KX713501	<i>Spondylus gaederopus</i>	Spain, Balaeric Islands	NCBI 資料庫
JF496776	<i>Spondylus gaederopus</i>	Krk, Croatia	NCBI 資料庫
KX344890	<i>Spondylus sp.</i>	China, Pinghai Bay	NCBI 資料庫
MH012205	<i>Spondylus ictericus</i>	USA, Florida Bay	NCBI 資料庫
AB076909	<i>Spondylus varius</i>	Japan, Okinawa Irabu Island	NCBI 資料庫
AB033686	<i>Eltopera sanguinea</i>	Japan Okinawa (Kyota)	NCBI 資料庫
AB033685	<i>Spondylus nicobaricus</i>	Japan Okinawa (Seragaki)	NCBI 資料庫
AB033683	<i>Spondylus sinensis</i>	Japan Okinawa (Seragaki)	NCBI 資料庫
AB033684	<i>Spondylus squamosus</i>	Japan Okinawa (Seragaki)	NCBI 資料庫
DS01	<i>Spondylus squamosus</i>	東沙	Chiu, 未發表
DS02	<i>Spondylus squamosus</i>	東沙	Chiu, 未發表
HW01	<i>Spondylus squamosus</i>	後灣	Chiu, 未發表

編號 Accession no.	物種 Species	採集地	來源
HW02	<i>Spondylus squamosus</i>	後灣	Chiu, 未發表
A1		澎湖	Chiu, 未發表
B1		澎湖	Chiu, 未發表
AB524		澎湖	Chiu, 未發表
AB525		澎湖	Chiu, 未發表
AB526		澎湖	Chiu, 未發表
1202P		澎湖	Chiu, 未發表
KUE507	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE509	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE510	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE511	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE515	本次待鑑定樣本	澎湖嵵裡 (23° 32.194'/119° 34.099')	本計畫
KUE516	本次待鑑定樣本	澎湖嵵裡 (23° 32.194'/119° 34.099')	本計畫
KUE517	本次待鑑定樣本	澎湖嵵裡 (23° 32.194'/119° 34.099')	本計畫
KUE518	本次待鑑定樣本	金龍頭 (23°33'42.0"N/119°33'37.0"E)	本計畫
KUE519	本次待鑑定樣本	金龍頭 (23°33'42.0"N 119°33'37.0"E)	本計畫
KUE520	本次待鑑定樣本	金龍頭 (23°33'42.0"N 119°33'37.0"E)	本計畫
KUE521	本次待鑑定樣本	金龍頭 (23°33'42.0"N 119°33'37.0"E)	本計畫
KUE522	本次待鑑定樣本	金龍頭 (23°33'42.0"N 119°33'37.0"E)	本計畫

編號 Accession no.	物種 Species	採集地	來源
KUE523	本次待鑑定樣本	金龍頭 (23°33'42.0"N 119°33'37.0"E)	本計畫
KUE524	本次待鑑定樣本	金龍頭 (23°33'42.0"N 119°33'37.0"E)	本計畫
KUE525	本次待鑑定樣本	金龍頭 (23°33'42.0"N 119°33'37.0"E)	本計畫

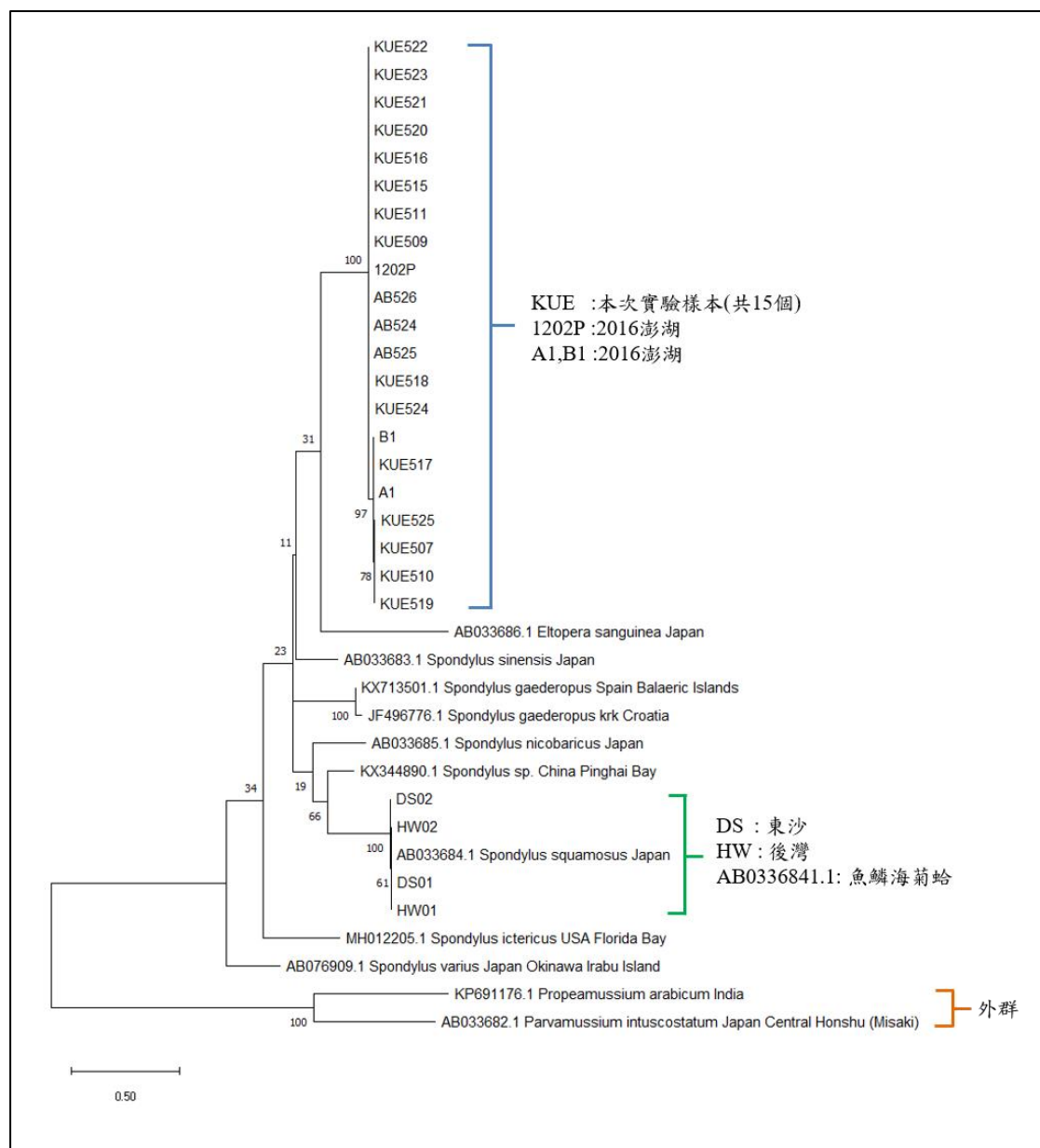


圖 71 海菊蛤親緣關係樹

結果顯示，來自澎湖的 21 個海菊蛤樣本皆被歸類在單系群。由於目前 NCBI GenBank 資料庫中並無山羊海菊蛤 *Spondylus barbatus* (Reeve, 1856) 之序列資料，而根據 WoRMS (World Register of Marine Species) 之最新更新資料，山羊海菊蛤 *S. barbatus* 目前已為無效學名，為魚鱗海菊蛤 *Spondylus squamosus* (Schreibers, 1793) 之同種異名物種。本研究訂定出之親緣關係樹，屬內的種間平均距離為 0.2233 ± 0.019 ($0.1678 - 0.2605$)，魚鱗海菊蛤 *S. squamosus* 的種內平均距離為 0.0042 ± 0.003 ($0.0000 - 0.0088$)，澎湖 21 個海菊蛤樣本的種內平均距離為 0.0110 ± 0.011 ($0.0000 - 0.0265$)，但其與魚鱗海菊蛤 *S. squamosus* 之平均距離達 0.2300 ± 0.006 ($0.2252 - 0.2406$) (表 8 和表 9)，由此可確認此 21 個海菊蛤樣本並非魚鱗海菊蛤 *S. squamosus*，而是屬於一個獨立的有效種。由於目前海菊蛤科物種之分類鑑定仍然待釐清，本次所採集的海菊蛤是否為先前所認定的山羊海菊蛤 *S. barbatus*，還需要更多更廣的資訊補充以及更嚴謹的實驗才能得到較明確的結果，因此本次分子鑑定實驗仍無法確認澎湖海菊蛤之確實物種。

表 8 海菊蛤 COI gene 序列平均遺傳距離之比較

	遺傳距離			
	<i>Spondylus</i> 屬內種間	澎湖海菊蛤與魚 鱗海菊蛤種間	魚鱗海菊蛤種內	澎湖海菊蛤種 內
Mean $\pm$ SD	0.2233 ± 0.019	0.2300 ± 0.006	0.0042 ± 0.003	0.0110 ± 0.011
Min - Max	$0.1678 - 0.2605$	$0.2252 - 0.2406$	$0.0000 - 0.0088$	$0.0000 - 0.0265$

表 9 海菊蛤 COI gene 序列遺傳距離 (Pairwise Distance)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
1 <i>P. arabicum</i>																																					
2 <i>P. intuscostatum</i>	0.2617																																				
3 <i>S. goeeleropus</i>	0.3468	0.3468																																			
4 <i>S. goeeleropus</i>	0.3468	0.3512	0.0265																																		
5 <i>Spondylus</i> sp.	0.3266	0.3333	0.2163	0.2185																																	
6 <i>S. ictericus</i>	0.3445	0.3647	0.2296	0.2230	0.2274																																
7 <i>S. varius</i>	0.3445	0.3266	0.2472	0.2450	0.2362	0.2340																															
8 <i>E. sanguinea</i>	0.3423	0.3378	0.2406	0.2384	0.2384	0.2781	0.2472																														
9 <i>S. nicobaricus</i>	0.3244	0.3445	0.2009	0.2053	0.1854	0.2274	0.2141	0.2406																													
10 <i>S. sinensis</i>	0.2908	0.3221	0.1921	0.1987	0.1678	0.2185	0.2230	0.2318	0.2009																												
11 <i>S. squamosus</i>	0.3266	0.3736	0.2340	0.2318	0.1854	0.2605	0.2472	0.2539	0.2097	0.1854																											
12 DS01	0.3266	0.3736	0.2318	0.2340	0.1876	0.2583	0.2494	0.2561	0.2075	0.1876	0.0022																										
13 DS02	0.3266	0.3714	0.2252	0.2274	0.1832	0.2539	0.2494	0.2539	0.2075	0.1854	0.0088	0.0066																									
14 HW01	0.3266	0.3736	0.2318	0.2340	0.1876	0.2583	0.2494	0.2561	0.2075	0.1876	0.0022	0.0000	0.0066																								
15 HW02	0.3244	0.3714	0.2296	0.2318	0.1854	0.2561	0.2472	0.2539	0.2097	0.1854	0.0044	0.0022	0.0044	0.0022																							
16 A1	0.3445	0.3378	0.2075	0.2097	0.2053	0.2406	0.2539	0.2296	0.2097	0.1854	0.2384	0.2406	0.2384	0.2406	0.2384	0.0000																					
17 B1	0.3445	0.3378	0.2075	0.2097	0.2053	0.2406	0.2539	0.2296	0.2097	0.1854	0.2384	0.2406	0.2384	0.2406	0.2384	0.0000																					
18 AB524	0.3378	0.3378	0.2163	0.2163	0.2053	0.2362	0.2561	0.2274	0.2075	0.1832	0.2252	0.2274	0.2252	0.2274	0.2252	0.0199	0.0199																				
19 AB525	0.3378	0.3378	0.2163	0.2163	0.2053	0.2362	0.2561	0.2274	0.2075	0.1832	0.2252	0.2274	0.2252	0.2274	0.2252	0.0199	0.0199	0.0000																			
20 AB526	0.3378	0.3378	0.2163	0.2163	0.2053	0.2362	0.2561	0.2274	0.2075	0.1832	0.2252	0.2274	0.2252	0.2274	0.2252	0.0199	0.0199	0.0000	0.0000																		
21 1202P	0.3378	0.3378	0.2163	0.2163	0.2053	0.2362	0.2561	0.2274	0.2075	0.1832	0.2252	0.2274	0.2252	0.2274	0.2252	0.0199	0.0199	0.0000	0.0000	0.0000																	
22 KUE509	0.3378	0.3378	0.2163	0.2163	0.2053	0.2362	0.2561	0.2274	0.2075	0.1832	0.2252	0.2274	0.2252	0.2274	0.2252	0.0199	0.0199	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000																
23 KUE511	0.3378	0.3378	0.2163	0.2163	0.2053	0.2362	0.2561	0.2274	0.2075	0.1832	0.2252	0.2274	0.2252	0.2274	0.2252	0.0199	0.0199	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000														
24 KUE515	0.3378	0.3378	0.2163	0.2163	0.2053	0.2362	0.2561	0.2274	0.2075	0.1832	0.2252	0.2274	0.2252	0.2274	0.2252	0.0199	0.0199	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000													
25 KUE516	0.3378	0.3378	0.2163	0.2163	0.2053	0.2362	0.2561	0.2274	0.2075	0.1832	0.2252	0.2274	0.2252	0.2274	0.2252	0.0199	0.0199	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000												
26 KUE518	0.3400	0.3400	0.2185	0.2185	0.2053	0.2384	0.2583	0.2296	0.2097	0.1854	0.2384	0.2406	0.2384	0.2406	0.2384	0.0221	0.0221	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022											
27 KUE520	0.3378	0.3378	0.2163	0.2163	0.2053	0.2362	0.2561	0.2274	0.2075	0.1832	0.2252	0.2274	0.2252	0.2274	0.2252	0.0199	0.0199	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0022									
28 KUE521	0.3378	0.3378	0.2163	0.2163	0.2053	0.2362	0.2561	0.2274	0.2075	0.1832	0.2252	0.2274	0.2252	0.2274	0.2252	0.0199	0.0199	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000								
29 KUE522	0.3378	0.3378	0.2163	0.2163	0.2053	0.2362	0.2561	0.2274	0.2075	0.1832	0.2252	0.2274	0.2252	0.2274	0.2252	0.0199	0.0199	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000							
30 KUE523	0.3378	0.3378	0.2163	0.2163	0.2053	0.2362	0.2561	0.2274	0.2075	0.1832	0.2252	0.2274	0.2252	0.2274	0.2252	0.0199	0.0199	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
31 KUE524	0.3356	0.3400	0.2163	0.2163	0.2053	0.2362	0.2561	0.2252	0.2075	0.1832	0.2274	0.2296	0.2274	0.2296	0.2274	0.0221	0.0221	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0044	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022		
32 KUE507	0.3423	0.3356	0.2097	0.2119	0.2031	0.2428	0.2561	0.2318	0.2119	0.1832	0.2362	0.2384	0.2362	0.2384	0.2362	0.0044	0.0044	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0265	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0265	0.0000		
33 KUE510	0.3423	0.3356	0.2097	0.2119	0.2031	0.2428	0.2561	0.2318	0.2119	0.1832	0.2362	0.2384	0.2362	0.2384	0.2362	0.0044	0.0044	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0265	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0265	0.0000		
34 KUE517	0.3445	0.3378	0.2075	0.2097	0.2053	0.2406	0.2539	0.2296	0.2097	0.1854	0.2384	0.2406	0.2384	0.2406	0.2384	0.0000	0.0000	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0221	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0221	0.0044	0.0044
35 KUE519	0.3423	0.3356	0.2097	0.2119	0.2031	0.2428	0.2561	0.2318	0.2119	0.1832	0.2362	0.2384	0.2362	0.2384	0.2362	0.0044	0.0044	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0265	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0243	0.0265	0.0000	0.0000	0.0044	
36 KUE525	0.3423	0.3356	0.2119	0.2141	0.2009	0.2406	0.2539	0.2296	0.2097	0.1810	0.2340	0.2362	0.2340	0.2362	0.2340	0.0066	0.0066	0.0221	0.0221	0.0221	0.0221	0.0221	0.0221	0.0221	0.0221	0.0243	0.0221	0.0221	0.0221	0.0221	0.0221	0.0221	0.0221	0.0221	0.0066	0.0022	

殼菜蛤方面，16 個樣本 mtDNA 之 COI 基因序列與 NCBI 網站的基因資料庫比對結果與孔雀殼菜蛤 *Septifer bilocularis* (Linnaeus, 1758) (Accession no. NC044131) 最相近，然而其 COI 基因相似度 (Identity) 僅達 87.5 - 87.67 %，不足以判定為孔雀殼菜蛤 *S. bilocularis*。利用本次澎湖採集的 16 個殼菜蛤樣本 COI gene 序列，與 NCBI GenBank 資料庫之 5 個 *Septifer* 屬殼菜蛤 COI gene 序列、再加上 2 個外群 COI gene 序列 (*Modiolus nipponicus* 及 *Modiolus metcalfei*) 共 23 個序列 (表 10)，製作出親緣關係樹 (Maximum Likelihood Bootstrap 500, Hasegawa—Kishino—Yano Model G+I) (圖 72)。

表 10 殼菜蛤 COI gene 序列來源

編號 Accession no.	物種 Species	採集地	來源
AB076912	<i>Modiolus nipponicus</i>	Japan Kanagawa, manazuru, siraiso	NCBI 資料庫
AB076940	<i>Modiolus metcalfei</i>	Japan Kanagawa, Misaki	NCBI 資料庫
MG203951	<i>Septifer virgatus</i>	China Zhejiang	NCBI 資料庫
KY081306	<i>Septifer excisus</i>	China	NCBI 資料庫
AB076922	<i>Septifer excisus</i>	Japan Okinawa le Island	NCBI 資料庫
MK721549	<i>Septifer bilocularis</i>	Korea Jejudo	NCBI 資料庫
NC044131	<i>Septifer bilocularis</i>	Korea	NCBI 資料庫
KUE512-1	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE512-2	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE512-3	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE512-4	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE512-5	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE512-6	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE512-7	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE512-8	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE512-9	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE512-10	本次待鑑定樣本	澎湖井垵	本計畫

編號 Accession no.	物種 Species	採集地	來源
		(23° 31.645'/119° 34.732')	
KUE512-11	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE512-12	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE512-13	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE512-14	本次待鑑定樣本	澎湖井垵 (23° 31.645'/119° 34.732')	本計畫
KUE526-1	本次待鑑定樣本	金龍頭 (23°33'42.0"N/119°33'37.0"E)	本計畫
KUE526-2	本次待鑑定樣本	金龍頭 (23°33'42.0"N/119°33'37.0"E)	本計畫

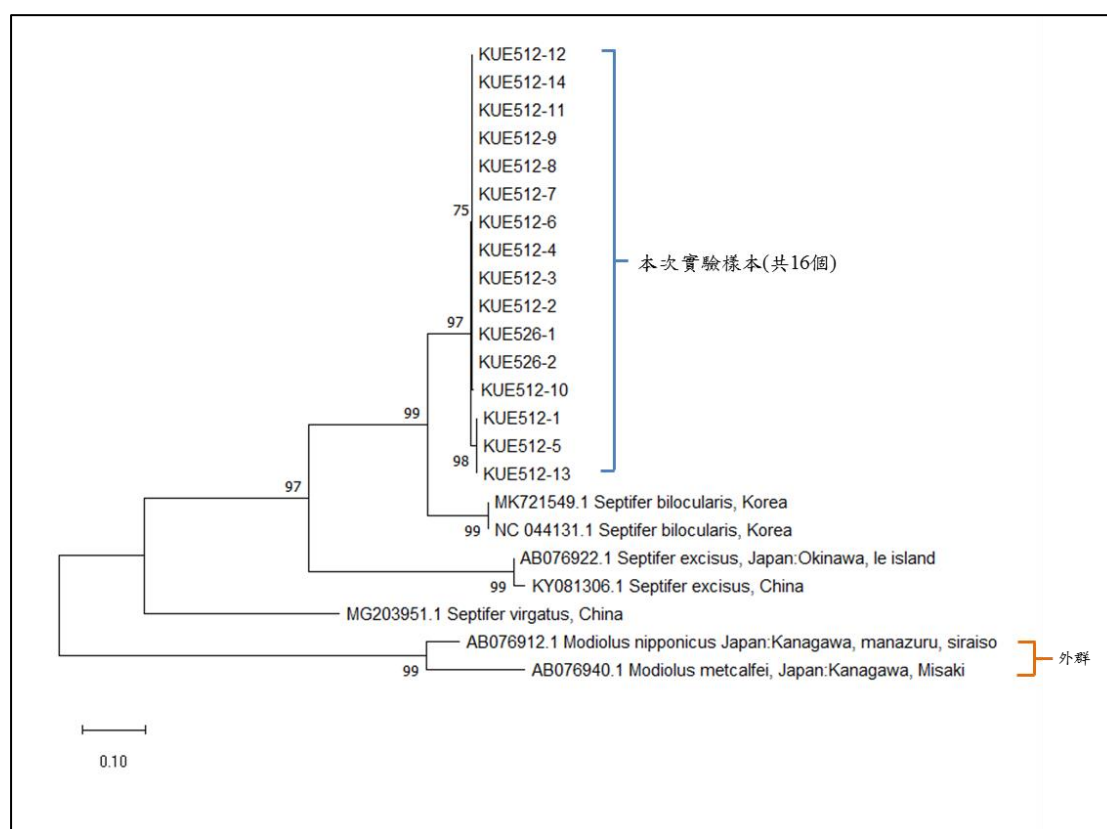


圖 72 殼菜蛤親緣關係樹

結果顯示(表 11、表 12)，*Septifer* 屬內的種間平均距離為 0.3707 ± 0.047 (0.1234 - 0.1255)，本次實驗採集的 16 個殼菜蛤樣本皆被歸類在單系群，其種內的平均距離為 0.0041 ± 0.005 (0.0000 - 0.0152)，在演化距離上確實與孔雀殼菜蛤 *S. bilocularis* 最相近，平均距離為 0.1238 ± 0.001 (0.1234 - 0.1255)，但因分別為 2 個不同分支，因此並非屬相同物種。然而，因其與孔雀殼菜蛤之演化距離相對較小於其他殼菜蛤物種(*S. excisus*, *S. virgatus*)，其外觀型態與孔雀殼菜蛤也相符合，因此判斷可能為澎湖地區獨特的孔雀殼菜蛤族群。

表 11 殼菜蛤 COI gene 序列平均遺傳距離之比較

	遺傳距離		
	<i>Septifer</i> 屬內種間	澎湖殼菜蛤與 <i>S. bilocularis</i> 種間	澎湖殼菜蛤種內
Mean $\pm$ SD	0.3707 ± 0.047	0.1238 ± 0.001	0.0041 ± 0.005
Min—Max	0.1234—0.1255	0.1234—0.1255	0.0000—0.0152

表 12 殼菜蛤 COI gene 序列遺傳距離 (Pairwise Distance)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1 <i>M. nipponicus</i>																							
2 <i>M. metcalfei</i>	0.1558																						
3 <i>S. virgatus</i>	0.3463	0.3636																					
4 <i>S. excisus</i>	0.3831	0.3788	0.3182																				
5 <i>S. excisus</i>	0.3831	0.3810	0.3203	0.0173																			
6 <i>S. bilocularis</i>	0.3788	0.3788	0.3095	0.2814	0.2771																		
7 <i>S. bilocularis</i>	0.3788	0.3788	0.3095	0.2814	0.2771	0.0000																	
8 KUE512-1	0.3788	0.3961	0.3074	0.2706	0.2749	0.1255	0.1255																
9 KUE512-5	0.3788	0.3961	0.3074	0.2706	0.2749	0.1255	0.1255	0.0000															
10 KUE512-13	0.3788	0.3961	0.3074	0.2706	0.2749	0.1255	0.1255	0.0000	0.0000														
11 KUE512-2	0.3831	0.4026	0.3074	0.2662	0.2706	0.1234	0.1234	0.0108	0.0108	0.0108													
12 KUE512-3	0.3831	0.4026	0.3074	0.2662	0.2706	0.1234	0.1234	0.0108	0.0108	0.0108	0.0000												
13 KUE512-4	0.3831	0.4026	0.3074	0.2662	0.2706	0.1234	0.1234	0.0108	0.0108	0.0108	0.0000	0.0000											
14 KUE512-6	0.3831	0.4026	0.3074	0.2662	0.2706	0.1234	0.1234	0.0108	0.0108	0.0108	0.0000	0.0000	0.0000										
15 KUE512-7	0.3831	0.4026	0.3074	0.2662	0.2706	0.1234	0.1234	0.0108	0.0108	0.0108	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000									
16 KUE512-8	0.3831	0.4026	0.3074	0.2662	0.2706	0.1234	0.1234	0.0108	0.0108	0.0108	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000								
17 KUE512-9	0.3831	0.4026	0.3074	0.2662	0.2706	0.1234	0.1234	0.0108	0.0108	0.0108	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000							
18 KUE512-10	0.3874	0.4069	0.3117	0.2706	0.2749	0.1234	0.1234	0.0152	0.0152	0.0152	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043						
19 KUE512-11	0.3831	0.4026	0.3074	0.2662	0.2706	0.1234	0.1234	0.0108	0.0108	0.0108	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0043					
20 KUE512-12	0.3831	0.4026	0.3074	0.2662	0.2706	0.1234	0.1234	0.0108	0.0108	0.0108	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0043	0.0000				
21 KUE512-14	0.3831	0.4026	0.3074	0.2662	0.2706	0.1234	0.1234	0.0108	0.0108	0.0108	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0043	0.0000	0.0000			
22 KUE526-1	0.3831	0.4026	0.3074	0.2662	0.2706	0.1234	0.1234	0.0108	0.0108	0.0108	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0043	0.0000	0.0000	0.0000		
23 KUE526-2	0.3831	0.4026	0.3074	0.2662	0.2706	0.1234	0.1234	0.0108	0.0108	0.0108	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0043	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

三、 澎湖重要保育物種國際常見管理方式

(一) 海膽

世界主要海膽捕撈漁業國家包含：智利、日本、美國（緬因州、加州、阿拉斯加、華盛頓、奧勒岡）、加拿大、墨西哥、俄羅斯、南韓、菲律賓、紐西蘭、西班牙、斐濟、中國、澳洲、北韓、秘魯、愛爾蘭、冰島、臺灣。這些國家和地區皆有各種海膽捕撈管理措施，主要的管理措施為（Andrews *et al.*, 2002；Miller and Nolan, 2000; Philip *et al.*, 2016）：許可證制度、捕撈限制（季節、體長等）、配額管理系統。各主要海膽捕撈國家的管理制度和技術如下段落敘述。

1. 日本

日本海膽捕撈漁業在 16 個地區以 6 種海膽為主要捕撈對象。所有的海膽捕撈漁業在產卵期和卵的品質不如預期時，皆被禁止再作業。根據不同地區各海膽的產卵模式和已知的再生產模式設定禁漁期。漁民團體也有特定漁業權，並在各自分配到的海底作業範圍內進行捕撈，該特定漁業權不可進行交易轉讓，但可被繼承。日本政府設置各區域海膽捕撈漁業的管理政策包含：最小漁獲體長、禁漁區、禁漁期和捕撈方法限制。日本海膽捕撈漁業已經管理超過 50 年且海膽資源量利用已呈永續。然而，日本逐漸依靠國外海膽的進口量以滿足國內需求（Andrews *et al.*, 2002）。

2. 美國

美國緬因州的海膽捕撈漁業初期因認為海膽資源取之不盡，因此在 1992 年之前並未設置任何管理政策。緬因州以法律和規範限制漁撈努力量，主要以捕撈許可證和限制捕撈技術為管理措施，但並未設置個人捕撈量或總捕撈量的限制。然而因為持續過漁，捕撈許可證的

數量仍被限制並希望逐漸減少捕撈許可證的發放數量，其他的管理措施包含：拖網寬度限制、取締夜間捕撈、建立捕撈區和捕撈期，以及最小漁獲體長，另挑選特定六個地區做為未經人為捕撈的海膽資源量參考地點(Andrews et al., 2002；Johnson et al., 2013)。

加州的海膽捕撈漁業都以潛水捕撈的方式進行，漁民皆被動地受監管且缺乏漁業管理計畫，當地紅海膽漁業從南加州地區於 1970 年代初期開始，在 1980 年達到最高產量（近 10,000 噸）並維持到 1990 年後開始減少。而後，紅海膽漁業開始轉移到北加州地區進行，在 1980 年代中期產量上升至 14,000 噸後開始下降至每年少於 2,000 噸。自 1987 年開始停止發放新的潛水捕撈許可證，並在 1988 年建立最小漁撈體長制度(89mm)、限制捕撈天數（南加州 240 天、北加州 233 天）和許可證減少方案。當地政府認為漁撈努力量的管理是透過限制捕撈可利用性，而非管理限制(Andrews et al., 2002)。

阿拉斯加海膽漁業開始於 1980 年代，但當時僅零星和小規模的捕撈。1990 年代阿拉斯加海膽漁業管理為經評估後的海膽生物量 2% 做為總允許捕撈量（TAC）。但由於海獺入侵該區域導致 TAC 管理並未如預期的恢復海膽資源量，1994 年又選定一處沒有海獺的區域進行 TAC 管理，各捕撈區皆設置各自的 TAC，而漁業競賽開始於每年的 10 月 1 號，當捕撈量達到各自的 TAC 標準時，禁止任何捕撈行為，但缺乏可捕撈體長限制(Botsford et al., 2004)。

華盛頓海膽捕撈漁業在 1977 年建立許多管理措施，包含：輪流捕撈方案、禁漁期和最小漁獲體長等限制。因為捕撈船隻尺寸大量增加，導致該地區的海膽資源量開始崩潰，因此在 1988 年開始實施限制進入捕撈方案，直到 1993 年建立配額系統進行管理(Botsford et al., 2004)。

奧勒岡州的紅海膽漁業開始於 1986 年並在 1990 年達到捕撈量的高峰(4,220 噸)，然後開始快速減少。因此，1988 年建立最小漁獲體長(89mm)和強制性的漁獲查報日誌登錄作業，禁漁區和捕撈人數限制也是主要的管理方式(Botsford *et al.*, 2004)。

3. 智利

智利北方海域的海膽捕撈漁業由 Caletto 系統進行管理，該管理方式係為小規模的共同管理系統並和當地漁民一起進行，主要目的是保護當地的家計型海膽漁業 (Moreno *et al.*, 2006)。智利南方海域的海膽捕撈漁業因缺乏有效的管理 (2002 年之前)，導致海膽資源量的過度利用。政府試圖執行管理措施，包括：(1)1983-1987 年間關閉部份漁場；(2)建立國家型的漁民註冊系統；(3)在產卵季時實施夏季禁漁期；(4)1974 年建立最小漁獲體長 (100mm)，並逐漸降低最小漁獲體長值。由於海膽捕撈漁業許多管理措施缺乏監管和規範，智利海域的海膽資源量持續耗盡，智利政府在 2000 年感受到海膽漁業正面臨立即性的災難，在 2002 年，政府致力與利益相關者共同討論海膽漁業的未來並建立參與式的論壇，與漁民、加工者、管理者和科學家代表共同合作，建立短、中、長期目標的管理計畫。

4. 紐西蘭

目前紐西蘭海膽捕撈漁業的管理措施為：1992 年開始暫停發放新的捕撈許可證、限制漁撈方法 (僅允許閉氣潛水)、競爭式的 TAC 和每日捕撈量限制、禁漁區等。紐西蘭海膽捕撈漁業可區分為 10 個捕撈區，海膽的商業捕撈活動多集中在其中 4 個區域，自 1988 年開始，紐西蘭政府針對 4 個商業捕撈集中區建立 TAC 制度，漁夫需獲得捕撈許可證或做為捕撈許可證的代表人後，方可進行漁撈作業。2002 年開始利用配額管理系統 (QMS) 進行管理，並以資源永續性

的評估結果進行 TAC 和配額分額。然而，因缺乏可信的資源量評估資料，1993-2002 年間的 TAC 是以每年平均捕撈量做為基準。

5. 加拿大

太平洋地區的海膽漁業沿著溫哥華島東岸作業，共有 4 個管理區域：12 區、13 區、18 區和 19 區。每個區域皆有配額管理，並將配額平均分配給擁有捕撈許可證的漁民。因為擔心漁撈努力量的持續增加，商業捕撈許可證自 1991 年開始限制發放，目前有 49 張的合格商業捕撈許可證，漁民必須在捕撈作業開始前、捕撈作業後和卸魚前，回報捕撈時間、地點等資訊。為了追蹤漁獲量和確保區域配額捕撈量未超過，所有漁獲必須稱重且在第一個卸魚點獲得加拿大漁業和海洋部的合法觀察員認證，捕撈日誌和圖表數據必須準確記載並提交給加拿大漁業和海洋部的貝類資料庫。

魁北克地區海膽漁業的管理措施的主要目的是為控制捕撈努力量和保護海膽的繁殖潛力。該地區並無 TAC，但每個漁場的捕撈許可證的數量、潛水人員數量和陷阱的數量是有限的，最小漁獲體長為 50mm，開放潛水捕撈的時間為 3 月 26 至 12 月 31 日，禁止使用陷阱的時間為 4 月 1 日至 9 月 23 日。強制規定並執行漁撈日誌記載，內容應包含：作業時間和漁獲量、捕撈方法、捕撈地點；如果可行的話，潛水員和陷阱的數量及下水時間、作業時間、深度、海底組成等資訊。

海洋省份中的新不倫瑞克西南地區有兩處海膽漁業的管理區：36 區和 38 區，且各區的管理措施皆各具特色。36 區主要為潛水捕撈，共有 14 張潛水捕撈許可證和 4 張拖網捕撈許可證，TAC 為 900 公噸且捕撈期為 10 月 1 日至隔年的 5 月 15 日，拖網捕撈許可證可轉換為潛水捕撈許可證，但不可再換回拖網捕撈許可證，主要是為逐漸將海膽漁業轉變為全潛水捕撈，潛水捕撈作業由最多 4 位潛水人員和兩艘

最長為 7.3 公尺的小船組成，拖網作業需使用海膽拖網且最大網口寬度為 3 公尺。其他管理措施包含：最小漁獲體長 51mm、捕撈的海膽需要經過分類、未達最小漁獲體長的海膽在經測量後需馬上放回海底、禁止夜間捕撈、強制繳交漁撈日誌、所有卸魚量的 50% 需在碼頭驗證。38 區共有 13 張拖網捕撈許可證，若漁民要求時可暫時轉換為潛水捕撈許可證，TAC 約為 176 公噸並平均分配配額給 13 張捕撈許可證的持有漁民。管理措施主要有：最小漁獲體長 51 mm、海膽只能在海裡分類和測量、禁止夜間捕撈、強制繳交漁撈日誌、所有卸魚量需在碼頭驗證(Botsford et al., 2004)。

加拿大的紐芬蘭和拉布拉多地區的海膽漁業未訂定 TAC 管制，主要是依據加拿大漁業及海洋部設置的管理措施進行管理，例如：特定區域的捕撈許可證發放、以水肺潛水進行捕撈且每張捕撈許可證僅允許 4 位潛水員、船舶尺寸小於 19.8 公尺且註冊在加拿大漁業及海洋部、最小保留尺寸為 48 mm、特定捕撈區域限制捕撈期。

6. 墨西哥

1987 年為避免海膽漁業過漁，政府開始以許可證制度和在特定地區進行捕撈的專屬漁業權方式進行管理，為長期的永續漁業提供安全保障和承諾，建立之機制如最小漁獲體長、禁漁期和捕撈回報。1996 年暫停發放新的捕撈許可證、建立每日捕撈量限制和每週只能捕撈 5 天(Andrews et al., 2002)，其作法雖類似 TAC 制度，但僅被做為預防性工具並未被嚴格遵守（例如：當漁獲努力量高時，TAC 是能超過的）。

7. 巴貝多

巴貝多政府在 1879 年通過白海膽保護法，且因 4-8 月為白海膽產卵高峰期，為達到資源保護之目標，特將 4-8 月設置為禁止採捕期，

在此期間所有白海膽的採捕、販售和購買等行為將會受到嚴厲裁罰(罰款和監禁)。然而，由於執法能力的不足，許多違法採捕事件仍經常發生。1986 年，當地白海膽資源因過度採捕而發生資源量崩潰，政府為使白海膽資源量能迅速恢復，自 1987 年的 9 月 1 日開始至 1989 年 8 月 31 日止完全禁止任何海膽採捕作業的進行。該禁令於 1989 年 9 月解除開放，並將禁漁期延長為每年的 1 月 1 日至 8 月 31 日。但執法能量不足且漁民仍不遵守相關法規，海膽資源量再度快速下降，政府再度進行為期三年的禁止採捕限制(1998 年 8 月 1 日至 2001 年 7 月 31 日)並延長至 2009 年 9 月底。

由於禁漁期的管理效益不彰，由漁民和政府共同管理制度開始建立，並由漁民和漁業管理部門共同合作進行每年資源量的調查工作。該調查工作的成果已應用在確定白海膽開放採捕的時間與期間(2 星期至 2 個月)。除禁漁期外，也禁止使用潛水設備進行採捕，且除獲得漁業管理部門同意外，在禁漁期間所有公開擁有、販售和購買白海膽的行為皆視為非法。共同管理的方式將當地漁民對白海膽資源的生物與生態資訊納入管理中，透過此方法將漁民的角色從過去的資源使用者轉變為資源保護者，並讓漁民體認到其在漁業資源管理的重要性(Pena et al., 2010；Mahon et al., 2003)。

8. 聖露西亞

聖露西亞雖未針對白海膽漁業設置相關管理法規，但當地海膽漁業仍可長期且永續經營。在 1960 年代初期，由於國內經濟發展，過度的商業貿易和觀光需求導致白海膽資源被大量開發並崩潰。在 1960 年代初期，國內經濟發展快速後為滿足商業貿易和觀光需求，導致白海膽資源量被大量開發而產生資源崩潰的現象。漁業管理部門於 1987 年底正式禁止白海膽採捕漁業活動並與加勒比自然資源研究院

(Caribbean Natural Resources Institute, CANARI)合作執行白海膽資源監控行動，如：評估資源量豐度、成長和補充量等，以確定白海膽資源量的恢復狀況和建立管理制度。

評估結果發現聖露西亞白海膽漁業可透過以社區為基礎管理 (community-based management) 方式進行。因此，政府於 1989 年重新開放白海膽採捕漁業，但有許多採捕限制條件以控制採捕量，如：體型限制、許可證制度、強制採捕者參與採捕前調查以確定禁漁期等。在漁業管理制度建立期間，管理機關讓關心白海膽資源量的採捕者能參與立法的討論過程。另外，該參與制度也具有地域特性讓社區管理制度更靈活，在可採捕人數、體型、禁漁期和採捕方法限制等在各區域皆有所不同。儘管該管理制度嚴格且漁民高度配合，當地白海膽資源量仍大規模減少致使 1993-1994 年完全禁止採捕作業。海洋環境退化、洗衣廠的污水和廢棄物污染才是白海膽資源崩潰的主要原因而非過度捕撈。雖聖露西亞的白海膽共同管理制度已終止，該管理經驗顯示資源使用者能主動成為資源管理的核心以確保資源永續使用 (Pena et al., 2010)。

9. 西班牙

西班牙加利西亞省 (Galicia) 的海膽漁業年產量約 700 噸，主要採捕方法係利用水肺潛水進行，約有 174 艘小型漁船 (船長 < 5 公尺)，由一位船長搭配 1-2 位潛水員。1986 年制定海膽漁業管理規則後，透過禁漁期 (5-9 月)、每日配額 (每人 100 公斤，最多每船 300 公斤)、每日可作業時間 (9-15 小時)、最小可漁獲體長 (55 mm)、和最深可作業水深 (< 12 公尺)。1992 年漁業管理單位將漁業權轉移至當地漁民組織並由地方政府進行管理。因此，加利西亞海膽漁業管理尺度可分為兩種。地方管理制度致力於控制漁獲努力量和採捕量，包括：限制每日作業

時間和採捕作業深度、每日配額量和最小漁獲體長。

國家管理則以共同管理為主，由漁業管理機關和漁民組織共同合作。漁民可根據每年採捕計畫(含前一個採捕期的評估、下一期的採捕量與銷售計畫和財務計畫等)建議更多樣的管理規定。漁業管理機關需評估其提案，並有權進行修改。因為當地海膽資源量缺乏科學評估，採捕計畫係根據產量資料和漁民經驗進行推估。該過程雖是非正式和不完善的調適性管理系統，其中社會經濟目標比生物目標扮演相同或更重要的角色(Ouréns et al., 2015)。

10. 南韓

南韓的淺岸潛水漁業(水深 10 公尺內)主要由女性潛水員進行，且該漁業由當地村落經營。南韓海膽捕撈漁業並未設置最小漁獲體長或其他捕撈的限制，但由當地村落決定可下水捕撈的人數和時間，深度超過 10 公尺以上的海膽捕撈作業僅擁有捕撈許可證的船隻可進行，擁有捕撈許可證的船隻數量仍受到管理機關的限制。

11. 菲律賓

菲律賓的海膽捕撈漁業並未設置 TAC，也沒有體型限制或禁漁期，閉氣潛水是常見的捕撈方式，潛水者須有許可證才能進行捕撈作業。

12. 中國

中國海膽捕撈漁業僅有少數的正式統計數據可利用，主要的管理措施是在不同地區建立禁漁期和體長限制。

(二)海參

海參為海洋無脊椎底棲動物，常見於全球的淺岸和深海區。海參除食用外還有藥用功能，具高商業價值，因此在全球產量和貿易量逐

年增加 (Rahman et al., 2015)。全世界目前已知有 14,000 種海參 (Pawson, 2007)，分布於溫帶和熱帶海洋地區，從潮間帶到深海海底皆可發現其蹤跡 (Hickman et al., 2006)。常見的海參捕撈方式為用手、矛、鈎、網具、浮潛或水肺潛水等工具進行採集，在某些捕撈低商業價值海參的地區，會使用拖網的方式進行捕撈 (Kumara et al., 2005；Choo, 2008)。

海參漁業已擴展到全世界，產量和產值已超過過去 20-30 年，全球海參生產量從 1995 年的 130,000 公噸大幅增加至 2012 年的 411,878 公噸 (Conand, 2004；FAO, 2008)。然而，亞洲國家 (中國、日本、印度、菲律賓、印尼、馬來西亞) 的海參漁業資源量因過度利用和缺乏有效管理和保育策略已經耗盡 (Rahman et al., 2015)。亞洲國家除了日本以外，大部份國家都缺乏海參漁業保育與永續管理措施，尤其是兩個海參主要出口國 (印尼、菲律賓) 皆沒有設置海參資源保育的特定管理規範 (Choo, 2008)。過漁是造成海參資源大量減少的主要原因，因為 (1) 在淺灘處的海參能被容易且快速地捕撈 (Uthicke and Benzie, 2002；Bruckner et al., 2003)；(2) 海參性成熟晚、成長緩慢和資源量的補充率低等特性，導致資源量補充緩慢 (Uthicke et al., 2004；Bruckner, 2005)；(3) 海參棲地的退化與破壞 (Hamel and Mercier, 2008)。目前已知對海參資源量造成威脅的主要原因為：非法捕撈、過漁、棲地破壞、缺乏準確的資源統計資料、不準確的交易統計資料和混亂的商品代碼、新的商業使用方式、全球暖化和氣候變遷的威脅 (Choo, 2008)。

由於海參漁業捕撈對象多樣且不同海參所居住的底棲環境和地理特性皆不同，因此需要比單一物種漁業更為複雜的管理方式 (Kinch et al., 2008)。海參漁業常見的管理方式有：

1. 體長限制

海參漁業進行漁獲體長限制的目的是為保護未達性成熟和剛達到性成熟的個體在被捕撈前能儘可能增加其產卵的時間，建立海參最小捕撈個體長度或重量的標準，符合標準長度或重量的海參才能進行捕撈或交易。體長限制是根據個別物種制定且是以活體生物的體長為標準，或加工流程中不同階段的體長限制，例如：刺參，但不同海參種類和不同區域的海參的首次達到性成熟的體型皆有所差異。

厄瓜多的加拉帕戈斯群島自 1999 年開始重新開放刺參漁業，並建立最小捕撈體長，對活體(20 公分)和加工(7 公分)的刺參進行捕撈管理 (Torales-Granda, 2008)。漁民普遍認為捕撈體長限制並非有效的管理工具，因為海參體長很容易改變。管理機關和科學家也同意，相較其他管理限制，捕撈體長限制並非有效的管理措施。

法國的新喀里多尼亞島上，只有北部省的海參捕撈漁業建立最小捕撈體長的管理措施，其他兩個省份並未利用最小捕撈體長進行海參漁業管理。最小捕撈體長限制僅針對活體海參，而乾燥後的海參則有另外的規定。北部省的最小捕撈體長是根據個體首次達到性成熟的體型，加上加工過程中會導致海參長度變化的相關因素進行分析設定，但當地部分漁民認為活體海參的最小捕撈體長在實際執行上非常困難，因為大部份的海參能縮短和延伸其體長。雖大多數的漁民也同意應針對活體海參利用捕撈體長限制進行管理，但有些海參加工業者認為乾燥海參的相對體長限制才是最適合的。因此，海參利用捕撈體長限制的設定已經根據前述意見進行改善並被捕撈漁民和加工業者接受。

加拿大的 Nova Scotia 省、New Brunswick 省和 Newfoundland 皆針對海參漁業管理設置最小可捕撈體長限制(10 公分)，所有捕撈到的

海參其體內皆保留水份並在碼頭旁進行體長測量(Hamel and Mercier, 2008)。密克羅尼西亞的雅浦群島海參漁業管理計畫是根據體重而非體長。商業捕撈的主要海參種類皆被包括在管理計畫中，並分為高級組和標準組兩種，該計畫對標準物種組建立各自的捕撈配額限制，對高級物種組進行更全面的品質控制。為了對高級物種的出口量進行控制，刺參以每 10 公斤為單位進行裝運和檢查，每包裝僅能含有刺參並貼上標籤讓查核單位容易進行檢查。

2. 捕撈工具的限制

以禁止或限制捕撈海參的作業漁法為主，如捕撈漁具的體積和數量、禁止使用潛水設備、特定漁具的大小限制(拖網的網目大小、允許潛水捕撈時每船的供氣式潛水設備數量上限制)等方法。漁具限制的主要原則是透過禁止使用高效能或工業化的捕撈系統減少海參被捕撈的數量和地點，例如：網具、水肺潛水或供氣式潛水設備、在鉛塊上嵌入尖刺、以魚叉、拖網和在夜間以燈光協助捕撈作業、禁止自由潛水者進入可捕撈區。加拿大的 Nova Scotia 和 Brunswick 兩省皆禁止夜間進行海參捕撈作業並僅允許使用簡易工具進行捕撈。

中西太平洋的海參漁業中約有半數以上皆有漁具限制，在溫帶地區的海參漁業更為常見(Kich et al., 2008；Hamel and Mercier, 2008)。禁止使用供氣式潛水設備或水肺潛水等方式進行捕撈是海參漁業中最常見的漁具限制，但該法令並未保護在淺灘區的海參(Bruckner, 2006)。阿曼王國(Oman)除了禁止各種漁業使用水肺潛水捕撈外，海參捕撈僅開放漁民在低潮時以步行的方式進行撿拾或以不攜帶水下供氧設備在海水深度 2 公尺內進行採捕(Conand, 2008)。

漁具限制也能減少對環境和漁業傷害的風險。FAO 負責任漁業行為守則建議漁業管理機關應確保漁民使用具選擇性和環境友善的

漁具和捕撈行為，如禁止使用拖網捕撈海參的法規，因為拖網會破壞海草床和傷害其他底棲生物(海綿和海筆)，若拖網網具設計合乎法規規範，則能將對海床和海參在捕撈過程所造成的傷害減至最低，海參漁業也許能允許使用。對使用水肺潛水或供氣式潛水設備的漁具限制也有助於減少潛水捕撈海參時意外事件的發生率，這些意外事件在開發中和低收入國家中很常見，因為這些國家的潛水員訓練課程較不嚴格、缺乏完整的訓練、醫療能力和設施不足來因應潛水夫病。某些情況下，漁具限制能幫助執行漁獲體長限制。例如：拖網網目大小可以規定必須大於 50mm 方能使用拖網進行海參捕撈作業。

在加拿大的紐芬蘭和拉布拉多的海參捕撈漁業得到加拿大漁業和海洋局(Fisheries and Oceans Canada, DFO)的允許，可以使用捕撈扇貝的拖網漁具做為漁撈方法。該方法經 DFO 的修改和批准後也應用在美國緬因州，其捕撈率和混獲量皆會與其他兩種扇貝商業漁船捕撈方式進行比較，結果顯示由 DFO 批准的紐芬蘭海參拖網的設計是有效的。根據水下攝影觀測證實紐芬蘭海參拖網的捕撈效益，同時也被用在商業捕撈和科學調查儀器以觀測海參族群豐度和分布。本例顯示漁具設計可以與漁業管理機構共同合作開發和管理，並可用在族群研究中。

新喀里多尼亞有三種海參漁業，主要是由該國三個省政府的漁業部門進行管理。在北部和南部兩省，禁止使用供氣式潛水設備進行海參捕撈，漁民只能以自由潛水的方式進行捕撈或在潮間帶採集海參。而也禁止夜間捕撈，讓海參資源有喘息的機會，但漁民表示使用火把在夜間捕撈海參仍持續發生中。對主管機關而言，無法強力執法的原因是當地缺乏夜間的海上巡查作為。另外，尚未禁止其他漁具的捕撈，如拖網，是因為這些漁法尚未被使用。

西印度洋的海參漁業有兩種截然不同的實例，塞席爾共和國的海參捕撈屬於大規模商業捕撈活動，包含水肺潛水捕撈；馬達加斯加的海參捕撈業大部份是由當地村民進行的小規模漁業行為。塞席爾共和國的水肺潛水捕撈有特定的法令規範，如：潛水員必須受過專業訓練。馬達加斯加則是禁止潛水捕撈海參，但仍有許多漁民進行潛水捕撈，也造成許多潛水意外事件。

3. 捕撈能力控制

捕撈能力控制目的為限制漁船的總規模，努力量控制則是限制漁撈活動(FAO, 2003)，上述兩種投入量控制皆有具體的管理措施，例如：捕撈能力控制屬於漁船最大容許規模或最大允許數量，管理規範的目的為管理努力量和捕撈能力能達到生物性和經濟性永續。努力量和捕撈能力控制是透過限制開發率以避免魚類資源發生過漁的情況。過度的捕撈能力和努力量是常見導致過漁發生的因素，因此各國應避免過度的捕撈能力和確保漁撈努力量能與資源生產能力協調一致。透過控制捕撈壓力來操控捕獲量做為管理手段主要係因為努力量的設定可根據當地的社會經濟和可利用族群資源量的變化進行修正。

常見的努力量控制是限制可進行海參捕撈作業的漁民數量，更具體的做法是限制每艘可作業漁船的漁民數量或在可作業區域內的獲得作業許可證的漁民數量。塞席爾共和國的海參漁業在 2001 年前並未進行管理，目前各種海參商業捕撈漁業透過限制捕撈能力投入和產出控制來達到管理目的。在限制捕撈能力方面，每年僅發放 25 張許可證給作業漁船，每艘漁船最多只能容許 4 位註冊的潛水人員進行捕撈作業(Aumeeruddy and Conand, 2008)。努力量控制也能限制漁民的每日捕撈時間或每年捕撈日數等。另一方面，捕撈能力控制也可限制使用的漁船長度，能有效保護離海岸較遠的珊瑚礁海參資源族群、族

群數量和棲地、維持生物多樣性，對漁船尺寸和漁具進行限制能預防漁民在資源枯竭的情況下仍持續捕撈。在產出控制方面，各種海參商業捕撈漁業根據最大永續產量(MSY)計算其總允許漁獲量(TAC)，所有海參的 TAC 為 1,707 噸(Conand, 2008)。

4. 捕撈配額

特別針對海參漁業設置捕撈限額，一般為每年或採捕期的捕撈量限制，配額或總允許漁獲量(TAC)通常以淨重(公噸)來表示，如澳洲的托雷斯海峽以乾燥後的海參重量計算，實施競爭性 TAC 的管理方法、昆士蘭地區的 TAC 制度以各種海參採捕量以乾燥後重量計算達 380 噸為基準(Kinch et al., 2008)。

但有時會以捕撈個體的數量作為限制。總配額量或允許漁獲量可用於整體漁業或分配到每位漁民或每艘漁船的個別基本標準，如：個人可轉讓配額(ITQ)。當漁撈活動遍佈於大面積海域時和漁民不一定與捕撈魚種有密切的地理關聯時，捕撈配額制度是很適合的管理方法(Hilborn et al., 2005)。捕撈配額的主要目標是控制每年被捕撈的物種數量，個別捕撈配額的目的是針對整體漁業設定相對較低的配額，以避免漁撈競賽發生。這兩種方法為可搭配的管理措施和配合其他管理規定，如：體型限制。加拿大海參配額計算時考量許多可能因素(海岸線長度、海參密度、個體重量和採捕率)，因此當發現調查地點內的海參族群密度比預期海參族群密度基準高時，總允許漁獲量則有可能會提高(Hamel and Mercier, 2008)。

捕撈配額能適用於整體漁業，全體漁民皆能捕撈海參，但捕撈量達到年度捕撈量限額時則停止捕撈作業。然而，這種模式並無法防止海參捕撈競賽的情況發生。為避免上述情況，可將總捕撈量配額各別分配到各區域並分發許可證給作業漁民做為配額分配制度。ITQ 可提

供相對安全的使用權，創造激勵機制來達到魚價最大化和節約使用資源。個人配額能分配到每位漁民或擁有作業許可證的團體，可做為平均分配漁獲潛在收益給所有漁民的方法，透過提供漁民總資源量的特定比例，個人配額能提高整體漁業產值的最大化。例如：漁民可捕撈大型或高價值的海參，因為個人配額能鼓勵漁民捕撈優質的目標魚種以滿足其配額。個人配額制減緩漁撈壓力，從而提高漁民作業安全性，因為選擇作業時間並非以短期漁撈競爭做為決定因素。有些實施個人配額制的漁業，漁民更樂意將提供部份漁撈收益投入研究中，這些漁民變得更投入資源管理和共同合作中(Parma et al., 2006)。

5. 供應鏈的許可證制度和回報制度

主要目的是為要求漁民、加工業者和貿易商公告和報告其漁業相關活動，監測國內漁民的捕撈量和出口情況作為了解捕撈物種開發率的方法。例如：漁業管理機關收集和密切監控漁撈日誌填寫的數據能發現特定物種的年度漁獲量是否增加或減少。負責任漁業行為守則(FAO, 1995)促使國家漁業管理機關持續收集捕撈作業的統計數據並定期更新，這些統計數據可做為監控漁業現狀的指標，特別是缺乏嚴謹數據的海洋族群數量調查時。這些數據可顯示出海參資源減少量、作業漁場、海參的加工過程和價格。美國華盛頓州和緬因州皆結合許可證和回報制度以控管當地海參資源量，所有取得海參捕撈許可證的漁民和公司皆需繳納費用，且每個月填寫漁撈日誌以提供捕撈量、捕撈時間、捕撈地點、深度和產值等重要資訊，以利科學家監控和評估當地海參資源量(Hamel and Mercier, 2008)。

漁撈許可證可做為限制買家或出口商的數量在可管理的範圍內，而讓資源管理者收集交易統計數字是容易的，還能提高出口商對海參交易的管理責任，因其需遵守漁業法規且同時獲得利益，也能利用許

可證每年申請時的更新條件，限制非法和未報告的交易，特別在零星小規模的漁業中，非法購買和運輸是主要的問題(Kinch et al., 2007)。坦尚尼亞海參漁業分別由經銷商和出口商每年支付許可證費用，許可證共可分為三種：(1)擁有合格陸上加工設施的當地個體戶或公司；(2)缺乏合格陸上加工設施的當地個體戶或公司；(3)擁有合格陸上加工設施的外國個體戶或公司。缺乏合格陸上加工設施的外國個體戶或公司無法獲得漁撈許可證(Conand, 2008)。出口商的許可證制度也有助於發展貿易標籤以提高聲譽和海參的價格，例如：生態海參標籤，生態標籤讓民眾優先購買由永續漁業捕撈的海參，亞洲的海參漁業已經證實這種市場策略的利益性。

針對各利益相關團體有不同的行動方式：

- (1) 漁獲量紀錄：漁民所捕撈的各種類海參的量化數據(數量/重量)，由漁民和盤商進行資料收集和回報。
- (2) 交易量紀錄和統計：每個國家進出口的海參總量(重量)、加工狀態和銷售量，由政府的貿易部門進行資料匯整。
- (3) 漁獲量和交易量的監控：透過比對每年的平均值或總漁獲量來評估漁獲量和交易量的變化，由資源管理者進行。

6. 暫時性的禁止捕撈

(1) 季節性和短期的關閉

短期停止或禁止漁撈作業一般指少於一年或僅在產卵季節時禁止捕撈行為，有季節性或周期性關閉、短期的一次性關閉等種類。季節性關閉已在部份的海參漁業中開始實施(Toral-Granda et al., 2008)。兩種季節性關閉的主要用途為：(i)避免在海參容易被捕捉的期間(特別當海參聚集和容易發現時)進行捕撈作業，如：交配期；和(ii)減少每年捕撈作業天數。當物種的行為讓他們更容易被捕捉時，季節性關

閉就有生物學基礎的支持。暫時性關閉的最大好處是減少每年的漁獲努力量，利用減少每年的總允許作業天數限制每年漁撈努力量，例如：日本某些地區的海參漁業可捕撈時間每年僅開放兩個月(Choo, 2008a)，經現場資源量的評估證據指出，暫時性關閉搭配其他法規能有效增加野外族群的密度。另一方面，加拉巴哥群島的海參漁業僅能在 3 月到 8 月間的其中兩個月進行作業，但資源量仍持續下降(Toral-Granda, 2008)。同樣地，厄立特里亞的海參漁業也只有 5 個月的暫時性關閉但明顯地無法避免資源枯竭的情況發生(Conand, 2008)。阿曼王國雖無訂定明確的海參禁漁期，但當地海參採捕期間約為 6 個月，主要採捕期為 1 月至 3 月(Conand, 2008)。

暫時性關閉可視為在每年某些關鍵時期中進行保護海參資源量的措施，例如：產卵期，因此不會在生物脆弱時期干擾到海參族群。美國阿拉斯加在海參產卵期間便禁止當地海參的採捕作業。但當季節性關閉造成更嚴重的捕撈壓力時，就無法達到預期目的。以季節性關閉做為管理規範可能產生和預期情況完全相反的結果，尤其是當開放捕撈期在產卵期之前，導致可產卵個體的密度會比之前還低。暫時性或季節性關閉能對海參的出口市場產生利益，例如：當海參的品質不利於加工處理期間(夏季)時，禁止捕撈作業。加拿大的卑詩省的海參捕撈活動進行每年長時間封閉，僅允許開放三星期的捕撈時間，在這段期間是海參體重最重的時候。Nova Scotia、Newfoundland 和 New Brunswick 皆根據當地海參的科學調查結果訂定禁漁期。Nova Scotia 和 New Brunswick 的禁漁期為 4 月到 12 月，Newfoundland 是由漁民和加工業者共同決議，通常以當每位漁民皆捕獲 76,500 公斤的配額(總重量為 612,000)後，即達到停止捕撈的標準(Hamel and Mercier, 2008)。

(2) 禁止和暫禁

長期的停止或禁止漁撈作業，如：禁漁期超過 1 年，讓海參族群量恢復到性成熟族群密度，足夠讓整體族群量持續擴大的水平，一般會設定適當的範圍，確認資源量是否已過度開發且其他管理措施不足。因此，當先前的管理規範並不足夠時，完全禁止捕撈是必要的，以使族群量在適當的時間尺度內恢復至正常水準。馬達加斯加曾在 1997、2000 和 2007 年分別在主要海參採捕區進行長期禁漁措施，該禁漁措施已在海參漁業管理措施完成後於 2008 年完全取消。波利尼西亞由於在 1990 年代初期發現海參資源量因過度捕撈而嚴重減少後，1994 年實施海參禁漁措施，並於 1996 開始進行海參資源量調查。

暫時禁止捕撈可在發展中漁業開始時或資源量狀態(豐度和體長頻度)不確定時實施，暫禁措施讓管理者有時間制訂管理計畫或評估資源量目前的狀態，為開發管理計畫過渡時期中常見的預防性管理。

7. 以區域為主的保育措施

(1) 海洋保護區(含禁漁區)

海洋保護區(MPA)是一部份的海底和海水及其相關的生物，以保護封閉的環境內部份或全部生物(Kelleher, 1999)。海洋保護區內為管理區以增進海洋資源保育，也有許多海洋保護區的類型在良好控制下允許在保護區內進行捕撈。海洋保護區有許多次分類，主要根據保護水平和主要保育目標來定義。海洋保護區被做為管理工具透過補充周邊地區的被捕撈資源量(Sale et al., 2005)。兩種方法可達到此目的：

- i. 透過「溢出效應」，如增加海洋保護區內仔稚魚和成魚的豐度能使部份魚群移動到保護區外圍而被捕撈利用。
- ii. 透過「幼體供給」，如增加保護區內的可產卵的成魚以大量產卵和產生受精卵，這些卵可被海流帶往其他漁場增加其他漁場資源

豐度。

海洋保護區對海參資源特別有效，因為能聚集個體，營造高密度產卵族群，但在開放捕撈漁場很難達到此條件(Bell et al., 2008)。因此，海洋保護區旨在為未來漁業資源補充並提供「保險」，透過提升可產卵族群密度讓物種成功繁衍。對於定棲物種，如：海參，以海洋保護區的方式進行空間管理也許能達到更大的生殖產量，因為很難透過捕撈配額或體型限制來達到單一物種捕撈量控制，例如：菲律賓有超過 1000 名漁民在各個區域捕撈超過 30 種海參，配額和輪流捕撈策略可能無法完全規範，但該國有超過 500 處海洋保護區能保護某些海域的海參產卵族群。菲律賓缺乏海參漁業管理措施，如：配額制度、最小漁獲體型等，以避免海參資源崩潰。因此，海洋保護區可保護區域內各種海洋資源避免因非法捕撈而導致資源減少(Choo, 2008)。在某些案例中，海洋保護區的設計或建置目的是為提升生態系統保育，保護區提供大型或稀有海參避難所，也能增加保護區對觀光客的吸引力，獲得的經濟利益遠超過從事漁業捕撈。

為了科學和管理之目的，禁漁區可提供未開發利用資源量的基礎參考值與捕撈使用的資源量進行比較，透過比較產量、年齡、體型和族群內性結構的變化趨勢，了解漁業行為對棲地和漁場的影響(Schroeter et al., 2001；Hilborn et al., 2004)。同樣地，該方法也提供研究的機會以了解在作業區外資源的真實情況。

(2) 輪流捕撈和關閉

輪流捕撈是在劃定的漁場範圍，透過漁獲努力量時間和空間上的變化，讓不同區域的族群能有數年的時間可以恢復，同時漁撈作業轉移到其他區域進行。例如：漁場被劃分為 4 個區塊且漁民每年僅能在某一區塊進行作業，與其他區塊每年輪流作業。輪流捕撈是假設停止

捕撈後，資源量能快速恢復且能承受在較短的時間間隔(2-3 年)再進行捕撈。輪流關閉漁場讓停止作業區域內海參的體型和豐度再度恢復到捕撈前的水準，還能減少現場資源評估的成本，因為可捕撈區域只佔整體漁業的一小部份。輪流關閉漁場是海參漁業管理中的新方法且已證明是成功的管理工具(Purcell, 2010)。

美國阿拉斯加分設 16 個海參採捕區供漁民以潛水的方式進行採捕，部份區域更細分為超過 20 個子區域以維持海參資源的永續性。每個漁場以三年為一期輪流開放，預估約有 18%的資源量被利用。在每年 10 月的第一個星期一開放漁場前，會先進行潛水調查該地區的海參資源量(Hamel and Mercier, 2008)。澳洲昆士蘭地區在 2004 年實施海參輪捕措施，每三年會輪流開放一區進行海參採捕(Kinch et al., 2008)。

8. 漁業權管理

針對特定使用者的規定，如：漁民或海洋牧場支持者，提供專用權以開發利用特定資源和進入特定區域。雖然漁業科學家已提出多種管理措施以改變漁業資源持續消耗的現狀，但仍需要管理者和漁業管理機關給予漁民可預期和專有的漁業資源使用權，不論是以特定比例的允許捕撈量(ITQ)或漁場的使用權利(Hilborn, 2004；Pauly, 2008)。專用漁業權是獨占使用劃定的部份海床區域，框以明確地點或空間，這類所有權制度適用於固著、缺乏活動能力或底棲的生物管理措施中，海參即符合這些特徵，一般授予漁民或漁業公司(Hilborn et al., 2005)。許多案例發現專用漁業權可做為海參族群永續管理的有力激勵措施。專用權可以是地方、國家、區域、或國際層級，在地方層級，美拉尼西亞島國的傳統海洋保留區是一種傳統制度，僅給予某些部落、家庭團體或家庭專屬使用權。日本漁業資源管理以漁業權或漁業許可證進

行。海參漁業係採用漁業權制度並由海域漁業調適委員會授予(Sea-area Fishery Adjustment Commission, SFAC)。任何人皆需付費取得漁業權後，才能進行海參採捕作業，並遵守相關規定(Choo, 2008)。透過漁業權管理制度讓當地漁業合作社獲得管理能力，例如：位於北海道北端的利尻區當地漁業合作社禁止在海參產卵期間(5月1日至6月15日)進行採捕作業；在獲得更全面的科學資料後，將禁漁期改為7月20日至9月底；最小漁獲體型為130克(濕重)；和每年該地區總允許漁獲量不得超過50噸(Choo, 2008)。

漁業權管理的其他效益是漁業資源能被最佳化地分配到需要的人或合理分配以符合管理規範。漁業資源使用權也能讓漁民或漁業公司對漁撈作業和漁業資源開發進行規劃(Pauly, 2008)。漁民和漁業公司被授予更多漁業資源的管理責任和所有權，透過漁業權分配的方式讓漁業管理法規的執行也會更加容易，進而讓漁業資源永續性比開放捕撈的方式更佳，因為所有權人會更相信在不同時間的漁業資源豐度的變化情況。以地點為主的漁業權可以將漁民因競漁而大量捕撈同一地點的所有生物及捕撈仔稚魚等問題造成的影響降到最低，減少公有物悲劇的發生(Hardin, 1968)。

(三) 貝類

貝類資源在海洋潮間帶和淺灘區的環境扮演著關鍵的功能性角色，如水質濾淨；貝類也是生態系統中的工程師(Jones et al., 1994)，其產生的結構體能持續很長的時間並提供多樣的生態系統服務(Norling and Kautsky, 2007)。由貝類製造出的棲地類型可分為三種：礁體(由活體和死亡的貝類在物體表面構成)、集合體(由活體和死亡的貝類組成)、堆積(統稱貝殼灰岩層)。堅硬底層、垂直結構物和食物供應是貝類建構出的棲地環境在生態特徵中最重要的(Thomas and

Nygard, 2007)。因此貝類資源在局部或區域尺度上，對當地物種豐度的影響可能很高。歐洲國家(德國、荷蘭、丹麥)皆發現大部份海岸天然潮間帶的貽貝床大量消失，特別是瓦登海周遭海域國家(德國、荷蘭)和英國的紫殼菜蛤的資源量已大量減少(Wolff, 2005)。南非也有貽貝資源過度開發的問題，並已提出許多管理和保育措施(Lasiak and Dye, 1989)。研究證據顯示，人類捕撈強度與捕撈地點的易進入性是影響貽貝在海底的覆蓋率和個體平均體長的主要因素(Rius and Cabral, 2004)。另外，貽貝的族群密度也與海岸人工結構物有關。

南美洲貽貝資源持續衰退並對部份海岸生態系統造成劇烈的改變，主要的壓力來源就是長期開發利用造成的衝擊(Defeo, 2003)。除此之外，不論是自給性漁業、技能性漁業或商業性捕撈等漁業，皆對數種貽貝資源造成過度開發的影響。南美洲利用拖網捕撈各種貝類資源的行為中，對貽貝床破壞也對其他海洋生物資源造成災難性的結果，因為貽貝床也是其他物種的棲地和產卵場。常見的貝類資源管理和保育議題如下說明：

1. 南美洲南部地區(太平洋和大西洋沿岸)

太平洋沿岸潮間帶的部份貝類資源已有過度開發的現象。秘魯的貝類養殖產業的興盛和管理方案的實施已減緩對天然海床的開發壓力。智利南部的捕撈壓力對當地的貝類資源量和天然棲地造成過度的破壞，因此，刺激當地貝類養殖產業的發展，並試圖透過天然棲地的恢復後，建立海洋保護區和針對特定物種設計管理措施，例如：所有已開發利用的貝類資源皆有最小捕撈體長限制(渣魯殼菜蛤需達到殼徑 5 公分以上；根據不同區域，羅紋貽貝的最小捕撈殼徑為 5.5-7 公分；智利殼菜蛤為 10.5 公分)。智利殼菜蛤是體型最大的貝類資源，目前在某些區域以禁捕的方式進行復育。同樣地，北部海域的渣魯殼

菜蛤族群分布也因為過度捕撈而大量減少，因此開始利用其他地區的貝類資源做為養殖的天然種苗重要來源進行資源復育。但以人工培育方式也許會影響到許多北方物種的遺傳變異性(Toro et al., 2004)。

大西洋區域貽貝床的空間分布和結構相關研究，已發現有劇烈的改變。阿根廷的丘布特省海岸是由小型貽貝(殼菜蛤)所組成的帶狀結構，該物種曾在 1960 年代大量減少，但現在是中潮帶地區的第二重要的物種。兩種商業捕撈貝類(羅紋貽貝和紫殼菜蛤)在 1960 年代是以低中潮帶地區為主要棲地，但現在只能在遠潮帶地區才能發現。雖然貝類的最小捕撈體長限制已建立，但當地漁民並未完全遵守，導致大部份的未達捕撈體長限制的小型貝類仍被捕撈(Morsan, 2003)。

2. 西南大西洋溫帶海域地區

過去在巴西亞熱帶地區的海域未對菜蛤的天然海床棲地開發進行任何管理，但近年來逐漸關心貝類採捕漁業的永續性。研究證據顯示渣魯殼菜蛤的個體體型和分布在近十年來已大量減少。此外，族群數量的高度變化性和不常發生的雨季帶來高死亡率，增加當地物種滅絕的可能性(Oliveira and Kjerfve, 1993)。該地區還有外來種入侵問題並直接對部份貝類造成直接威脅，外來種族群豐度增加會對本土貝類族群造成生存空間的競爭，並取代當地的原生物種。1990 年代，外來種的紅皺岩螺被引進烏拉圭並開始在紫殼菜蛤的棲地大量繁殖，在短時間內對貽貝床造成強烈的負面衝擊。另一個實例是在 1980 年代侵入巴西的哥倫比亞泥蛤，目前廣泛分布於北里奧格蘭德州至聖卡塔琳娜州的海底表層，對巴西南部的貽貝物種造成生存上的威脅。另外，烏拉圭缺乏對商業捕撈貝類資源的監控和管理計畫導致過度開發的風險持續增加。

3. 西南大西洋熱帶海域地區

巴西的東北海岸地區的貝類資源量已有明確的下降，主要原因包含：過度開發(直接因素)和紅樹林棲地損失(間接因素)。因此，這些地區已經找不到任何貽貝資源且大部份區域被粗泥沙覆蓋 (Marques-Silva *et al.*, 2006)，也造成許多河口區域內以貝類為食的魚類資源量耗盡。雖然巴西北部的聯邦法律禁止任何的人為干擾，並期望紅樹林的科學、教育和生態系統等恢復工作的執行，但非法採捕行為仍持續威脅這些脆弱的生態系統，造成立法目標與現實證據間的明顯差異。紅樹林漁業經常是低收入農村社區的經濟來源，在某些地區，貽貝採集是最重要的經濟活動之一，因其具有重要的社會經濟功能，所以紅樹林管理因考量到自給性捕撈活動。

傳統上來說，巴西的貽貝漁業管理是依由上而下的方式進行(如：政府制訂管理規範)，但近年來，巴西模式的天然資源共同管理方法已經由漁民和政府機關合作發展完成。然而，根據 RESEX 共同管理概念分配給當地使用者新的使用權會與現行的環境法規相抵觸，因而產生尚未解決的衝擊。

4. 西北大西洋熱帶海域地區

雖然家計型貝類採捕漁業需對當地貝類資源減少問題負起部份責任，但外來種入侵可能是該區域最嚴重的問題，外來種入侵可能會讓人們忽略原生種資源量減少的問題。外來的綠貽貝在 1993 年已在委內瑞拉的帕里亞灣被發現並造成沿岸底棲生態系統的巨大衝擊，如：取代當地原生貽貝。雖然委國針對牡蠣和貽貝資源制訂漁業管理措施，但管理執行不力導致部份地區資源量仍有過度開發的情況發生。

5. 東南太平洋溫帶海域地區

該地區的羅紋貽貝特別容易受到氣候變遷的影響。1983 年中的聖嬰現象造成秘魯中部沿岸 88%的羅紋貽貝和其他相關生物完全消

失。極端氣候事件加上缺乏控制漁獲努力量的管理措施，可能是造成秘魯貽貝產量波動或減少的可能原因。高採捕壓力使資源量銳減，迫使漁民到更遠和更深的大海底找尋新的採捕地點。由於羅紋貽貝的市場價格低，透過養殖的羅紋貽貝來供應市場需求的方式仍尚未成功。

6. 貝類漁業管理與資源保育

專用漁業權(Territorial User Rights for Fishing ; TURFs)和共同管理(Co-management)是有效的管理工具，這兩種方法能同時考量到經濟發展、減貧和提升南美洲貝類採捕漁業的永續性(Defeo and Castilla, 2005)。智利是南美洲國家中主要的貝類生產國，也是目前執行上述管理方案最完整的國家，當地漁民根據漁業管理機關制訂的總允許漁獲量(TAC)，依當地漁民數量自行進行個人不可轉讓配額分配(Individual Non-Transferable Quotas, INTQ)。此外，由漁民訂制捕撈規定和自我監督策略，政府則保留修改管理計畫的權利，透過制定或修改捕撈管理措施，如：合法捕撈體型、禁漁期或禁漁區、捕撈工具限制(Castilla and Defeo, 2001)。以共同管理和漁民參與做為管理底棲生物資源開發已被納入智利漁業和養殖法(Chilean Fisheries and Aquaculture Law)內，該法案包含專用漁業權和總允許漁獲量的執行並透過底棲資源開發區和管理(Management and Exploitation Areas for Benthic Resources)相關規定，指定小規模底棲貝類的家計型漁民參與。

貝類捕撈漁業的物理特性、生物和經濟環境特徵導致無法只用單一管理工具以確保貝類捕撈漁業的永續性，但以權利為主的方法已逐漸被成功應用在各種漁業管理實例中，大部份皆包含不同程度的共同管理和明確的專用漁業權分配(Carranza et al., 2009)。對南美洲的家計型漁業而言，針對商業性捕撈漁業所設計的管理措施並不實用，主要

原因是大量的社會和經濟成本及缺乏當地生態系統功能的相關資訊。新的共同管理範例中強調所有參與管理的利益相關者，必須要體認到天然資源保育的必需性以確保資源永續開發利用。南美洲的貝類採捕漁民在制定管理計畫以確保資源永續開發利用的過程中，扮演著重要角色。最後，開發商業性重要本土貝類在養殖業的發展潛力，可以做為另一個資源不足的解決方案，貝類養殖生產可以減輕對野生族群的捕撈壓力。天然海床的復育也是另一個重要管理措施，以維持從天然海床的永續開發能力(Carranza et al., 2009)。

歐洲國家中，丹麥在瓦登海域內禁止進行貽貝養殖，因此漁民皆採捕野生貽貝(最小捕撈體長>5 公分)，該區域內不依賴其他地區的種苗進行復育，也禁止任何貝類種苗採捕行為，主要的採捕量皆來自潮下帶，大部份的潮間帶地區為永久禁止採捕區，且其他可進行採捕的潮間帶地區已根據資源量設定總可捕量限制。在禁捕區(50%潮間帶)內已達到預訂的保育目標，潮間帶的貽貝資源幾乎不曾被採捕，只有在潮下帶貝類資源量不足時才會開放，但過去十年來仍從未發生過該情況(Burton et al., 2001)。

德國什勒斯維希-霍爾斯坦的瓦登海域已被規劃為國家公園，各地域內有不同的保育制度。在最高等級的保育區域內禁止進行養殖行為，且大部份的潮下帶核心區也禁止貝類種苗採捕。體長大於 4 公分的野生貽貝禁止採捕，貝類種苗採捕只能在保護區外的潮下帶區域內進行，但僅限做為養殖場資源補充使用。所有的潮間帶貽貝床皆受到保護以避免受到任何漁業的影響。德國下薩克森州的貽貝採捕和養殖受到藍貽貝管理計畫的規範，根據資源調查結果區分出三種貽貝床區域，在區域 I 和 II 內的 37 個貽貝床中，共有 17 個貽貝床被設為禁漁區(Burton et al., 2001)。

荷蘭境內的瓦登海域貝類漁業在埃斯比協議(Esbjerg agreement)的規範下，25%的潮間帶地區被設為禁漁區。一般情況下，貝類採捕是被允許的，除非當貝類資源量不足時才會禁止採捕。在部門管理計畫的基礎上，漁業管理組織表示在開放區域有少量潛在的貽貝床需要加以保護，1999 年制訂新的管理政策，根據潛在貽貝棲地地圖(Potential Mussel Habitat Map)資料將 10%最適合貽貝養殖場開發的區域劃設為禁漁區。潮下帶地區內的捕撈仍可持續進行，包含以補充貝類養殖資源量的種苗採捕行為，當該地區的貽貝量少於 40,000 公噸時，約有 65%的潮間帶區域會開放採捕作業，但成長中或已成熟的貽貝床仍禁止採捕。開放潮間帶區域進行採捕作業時，總允許漁獲量(潮下帶+潮間帶地區)不得超過 40,000 公噸(Burton et al., 2001)。

西班牙西北部的加利西亞區(Galicia)的貝類資源採集已有數世紀的歷史，主要是家計型漁業的型式進行並在當地的社會經濟發展中扮演重要角色。然而，在缺乏有效管理規範的情況下，當地許多貝類物種仍面臨過度捕撈的威脅。自 1960 年代開始，利用特定作業許可證的方式限制並減少貝類採捕人數，人數自 1990-1991 年間的 16,355 人下降至 3,800 人，並同時實施採捕天數與數量的限制。1992 年，加利西亞區也應用專用漁業權制度以管理貝類資源，貝類漁業建立其專屬組織(The Galician Federation of Fishermen's Guilds)以進行漁業管理，組織規定所有貝類採捕漁民必須成為該組織的會員才能進行作業、強制要求所有會員必須在當地漁市場每日的拍賣會中進行販售、每月支付費用以因應相關行政成本。最重要的是，該組織能有效控制和管理其會員，以嚴格的法律限制每日的貝類產量、漁具、採捕季節、和最小可採捕體型等。該漁民組織的各項管理規定皆由生物學家和當地漁民共同擬訂。因此，透過漁民組織達到社區共同管理的目的和由下而

上的決策過程，讓各資源使用者能協助解決貝類資源過度開發的問題和改進其保育行動(Alló and Loureiro, 2017)。

四、白棘三列海膽產業價值鏈分析結果

白棘三列海膽為澎湖季節性開放採捕的熱門的漁業(本計畫將之稱為海膽漁業)，澎湖海膽漁業具有低技術性、低採捕裝備需求、也未有採捕人資格限制之漁業特色，在開放時間(108 年度開放時間為 7 月 1 日至 8 月 31 日)為澎湖當地的暑期「外快」，任何人皆可採捕符合規定大小(體長 8 公分以上)之海膽。因其海膽漁業特色，在開放採捕時間開始時，從採捕到販售皆為人民自由之商業行為，不需要任何許可證申請作業，也未經過當地漁業產銷班或漁會的管理機制，因此無法實際掌握澎湖本島採捕者名單與數量，僅能透過普查或滾雪球抽樣方式進行半結構式訪談。訪談問卷如附件二。

本研究共訪談採捕者 40 位和販售者與店家共 20 名，初探得知白棘三列海膽產業價值鏈如圖 73，以下針對每一元素各別說明敘述。

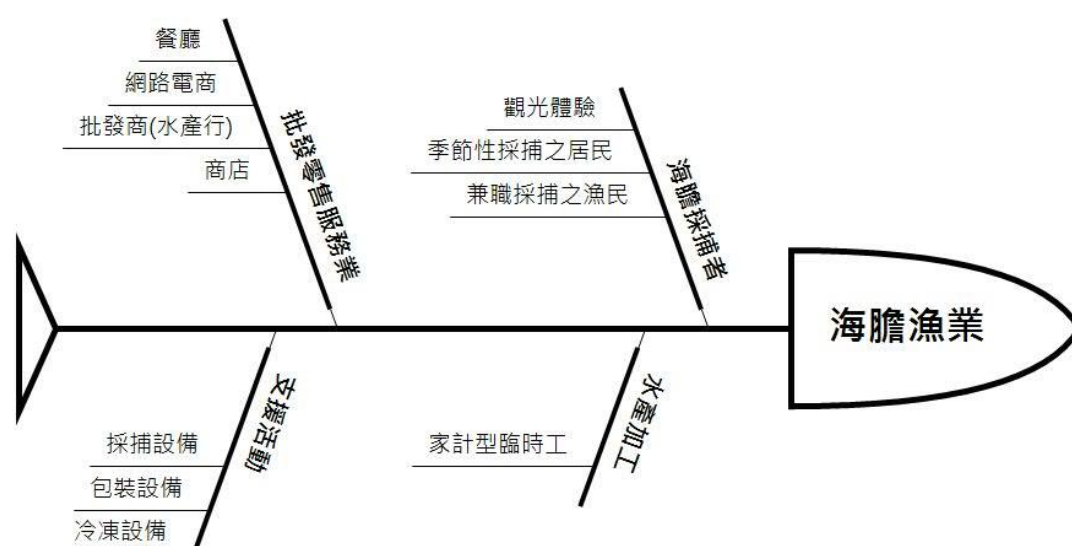


圖 73 海膽漁業之產業價值鏈

(一)採捕者基本資料分析

根據訪談結果和受訪者之參與經驗，在海膽採捕開放時間（108年度為7月1日至8月31日）採捕海膽者之族群大概可分3大類：觀光體驗、季節性採捕之居民、兼職採捕之漁民。

- 觀光體驗：為此段時間到澎湖觀光之遊客，或以潮間帶導覽—現剖海膽體驗為賣點的觀光業者。
- 季節性採捕海膽之居民：於海膽採捕季節才從事此項漁業，如隨著季節撿拾潮間帶生物，大部分為自家食用，少數者會從事販售海膽之經濟活動。
- 兼職採捕海膽之漁民：主要從事沿近海漁業隨著漁汛抓魚，如土魷魚，在海膽開放季節才兼職採捕海膽。

1. 性別分析

如表 13 所示，在 40 份有效樣本中，男性受訪者有 35 位，佔 87%；女性受訪者有 5 位，佔 13%。本項分布情形如圖 74 所示。

表 13 採捕者性別統計

	選項	人數	百分比(%)
性別	男性	35	87%
	女性	5	13%

(資料來源：本研究整理)

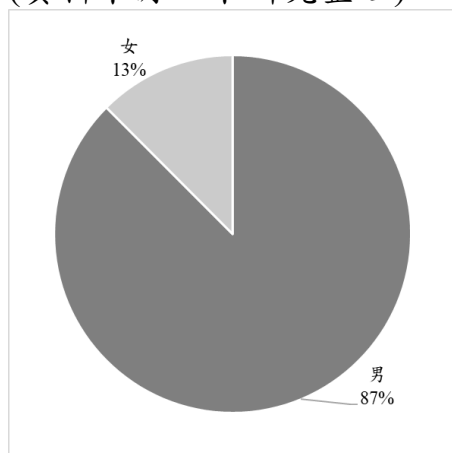


圖 74 採捕者性別統計圖

2. 年齡分析

如表 14 所示，40 份有效樣本中，20-29 歲有 1 位，佔 2%；30 - 39 歲有 23 位，佔 57%；40 - 49 歲有 6 位，佔 15%；50 - 59 歲有 5 位，佔 13%；60 - 69 歲有 4 位，佔 10%；70 歲以上有 1 位，佔 3%。本項分布情形如圖 75 所示。

表 14 採捕者年齡統計

	選項	人數	百分比(%)
年齡	20 - 29 歲	1	2%
	30 - 39 歲	23	57%
	40 - 49 歲	6	15%
	50 - 59 歲	5	13%
	60 - 69 歲	4	10%
	70 歲以上	1	3%

(資料來源：本研究整理)

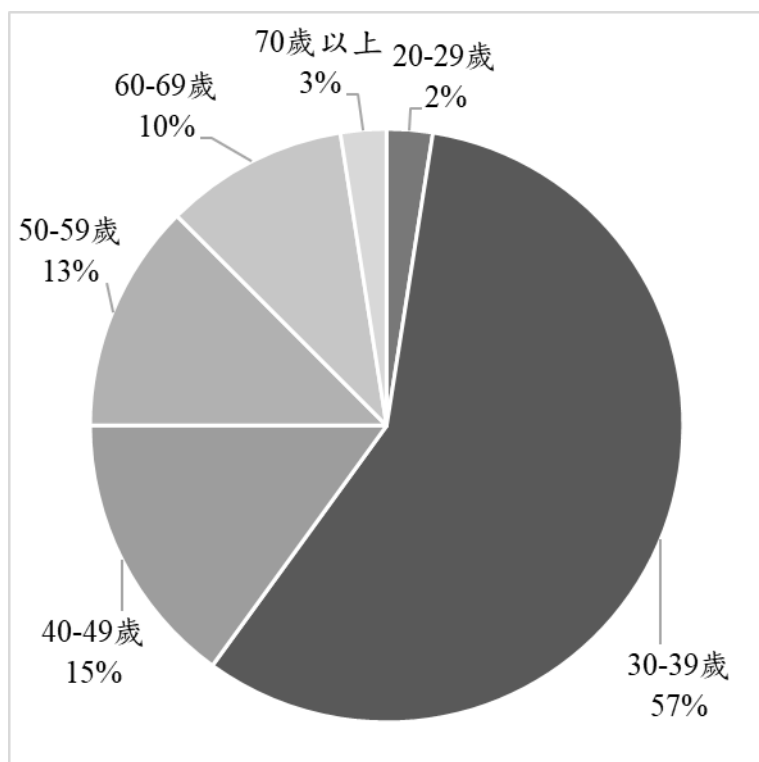


圖 75 採捕者年齡統計圖

3. 最高教育程度分析

40 份有效樣本中，小學或自學有 6 位，佔 15%；國中學歷有 7 位，佔 17%；高中職學歷有 15 位，佔 37%；大學與專科畢業有 11 位，佔 28%；研究所或以上有 1 位，佔 3%(表 15)。本項分布情形如圖 76 所示。

表 15 採捕者最高教育程度統計

	選項	人數	百分比(%)
最高教育程度	小學或自學	6	15%
	國中	7	17%
	高中職	15	37%
	大學專科	11	28%
	研究所或以上	1	3%

(資料來源：本研究整理)

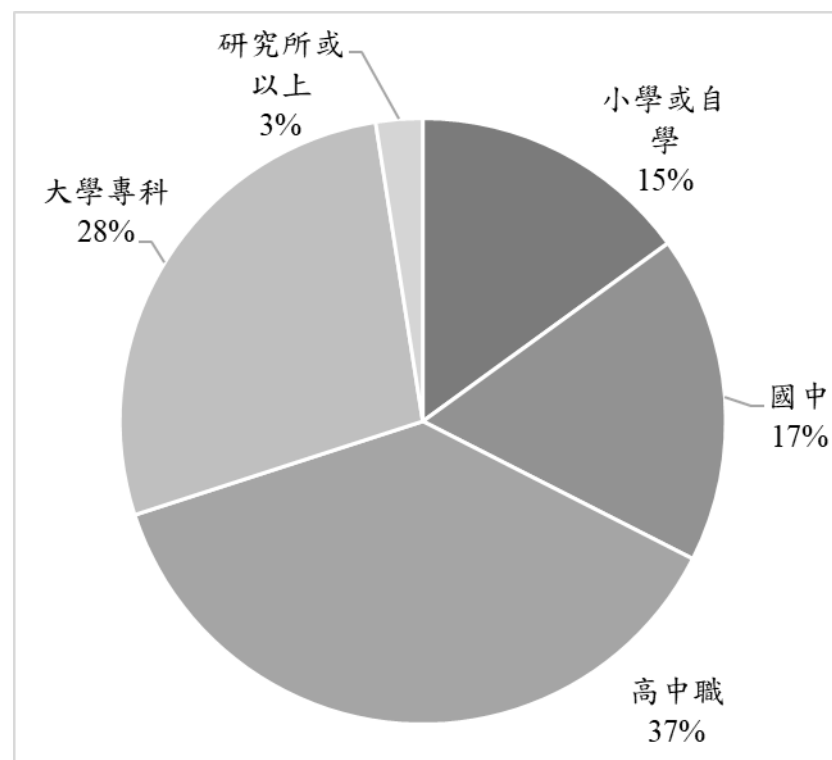


圖 76 採捕者最高教育程度統計圖

4. 採捕馬糞海膽年資

表 16 可看出 40 位受訪者中，採捕馬糞海膽年資未滿 5 年的有 5 位，佔 13%；5 年以上-未滿 10 年的有 11 位，佔 28%；10 年以上-未滿 15 年的有 15 位，佔 38%；15 年以上-未滿 20 年有 1 位，佔 2%；20 年以上-未滿 25 年者有 1 位，佔 3%；25 年以上-未滿 30 年者有 1 位，佔 3%；5 位受訪者則不作答(表 16)。本項分布情形如圖 77 所示。

表 16 採捕者採捕馬糞海膽年資統計

	選項	人數	百分比(%)
採捕馬糞海膽年資 (年)	未滿 5 年	5	13%
	5 年以上-未滿 10 年	11	28%
	10 年以上-未滿 15 年	15	38%
	15 年以上-未滿 20 年	1	2%
	20 年以上-未滿 25 年	1	3%
	25 年以上-未滿 30 年	1	3%
	未作答	5	13%

(資料來源：本研究整理)

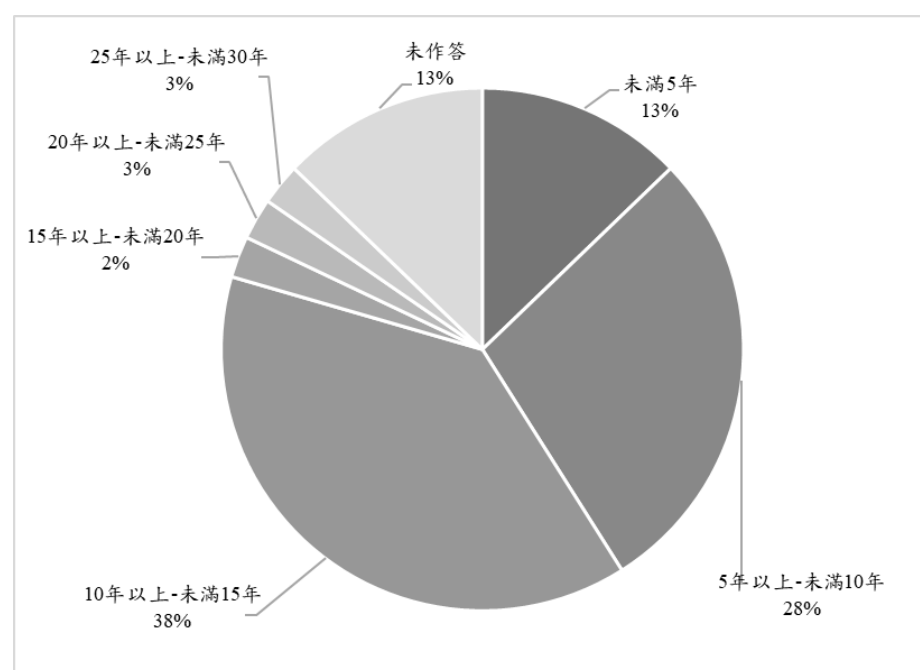


圖 77 採捕者採捕馬糞海膽年資統計圖

5. 從事其他漁業年資

表 17 顯示 40 位馬糞海膽採捕者中，無從事其他漁業的有 27 位，佔 67%；從事其他漁業年資 1 年以上-未滿 10 年有 2 位，佔 5%；10 年以上-未滿 20 年有 5 位，佔 12%；20 年以上-未滿 30 年有 3 位，佔 8%；30 年以上-未滿 40 年者有 2 位，佔 5%；50 年以上-未滿 60 年者有 1 位，佔 3%。本項分布情形如圖 78 所示。

表 17 採捕者從事其他漁業年資統計

	選項	人數	百分比(%)
從事其他漁業年資 (年)	無從事其他漁業	27	67%
	1 年以上-未滿 10 年	2	5%
	10 年以上-未滿 20 年	5	12%
	20 年以上-未滿 30 年	3	8%
	30 年以上-未滿 40 年	2	5%
	40 年以上-未滿 50 年	0	0%
	50 年以上-未滿 60 年	1	3%

(資料來源：本研究整理)

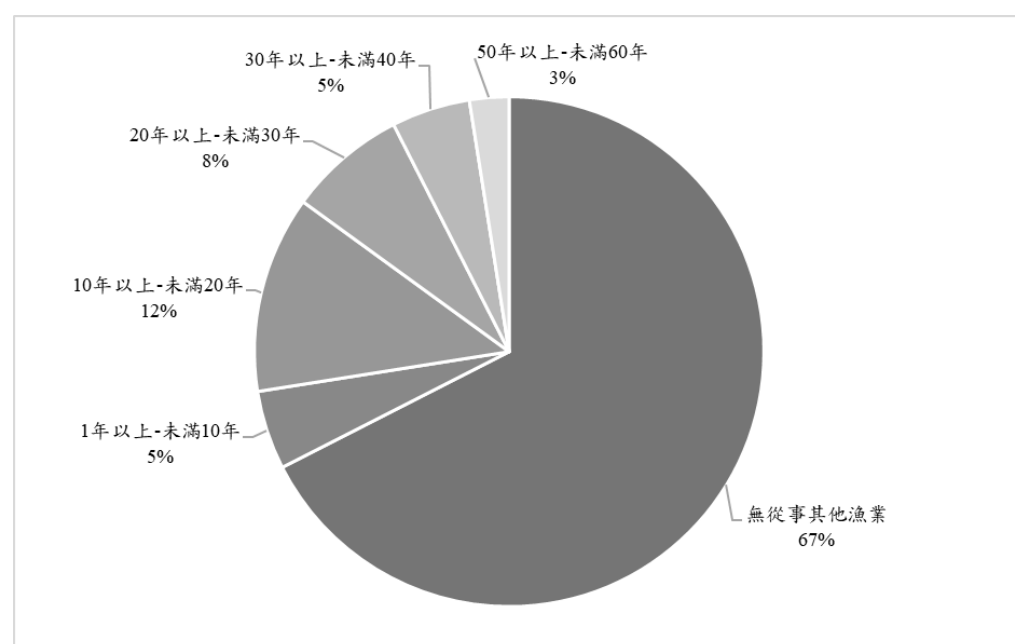


圖 78 採捕者從事其他漁業年資統計圖

(二)採捕者作業內容分析（第一級產業）

1. 捕撈地點分析

如圖 79 所示，大多數海膽採捕者以距岸 0.5 海浬的潮間帶範圍內採捕馬糞海膽，少數採捕者會移動到較遠的漁場進行採捕，由採捕地點調查結果可知，澎湖群島周圍海域內馬糞海膽採捕地點分布廣泛。

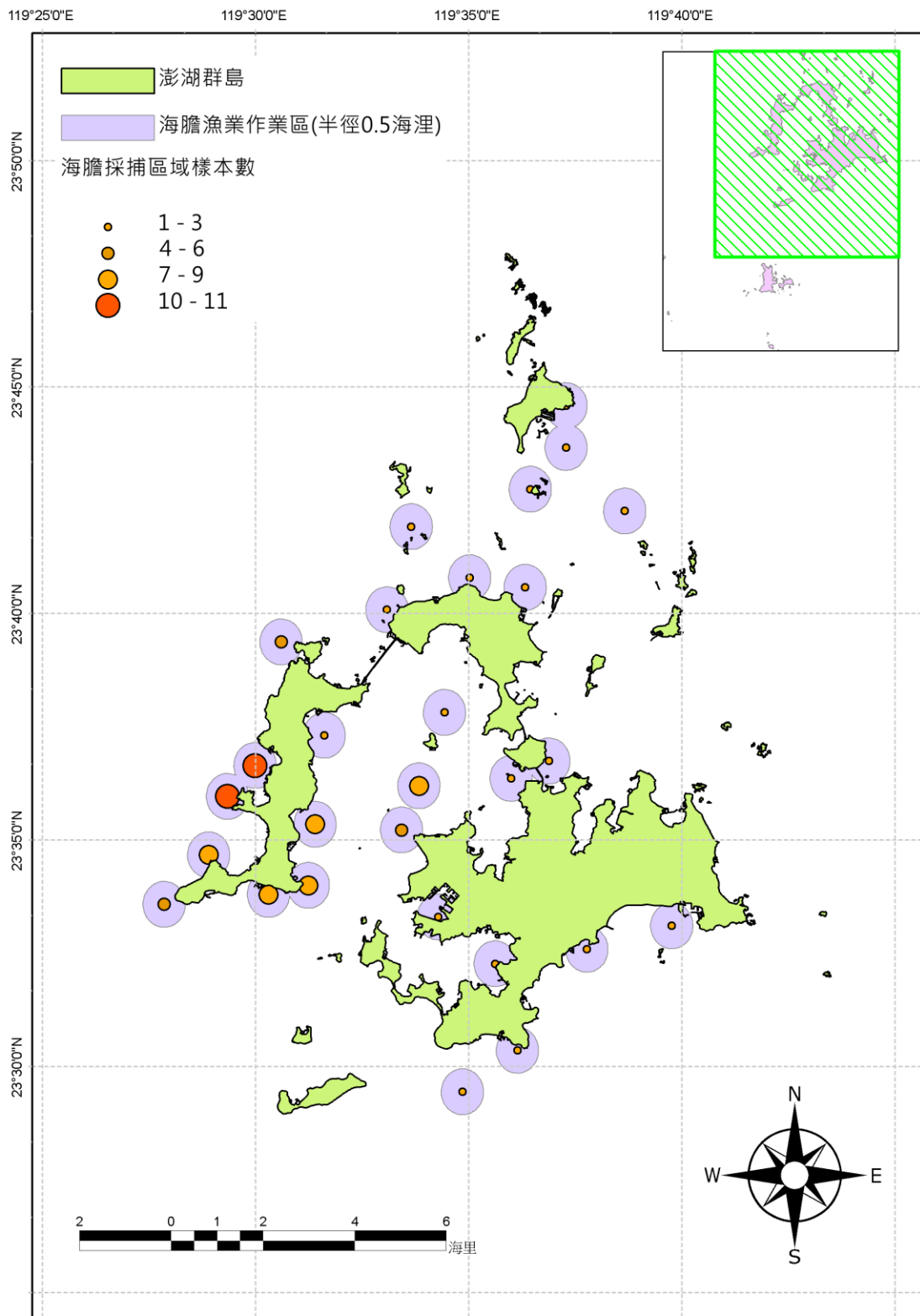


圖 79 馬糞海膽採捕地點分布圖
(資料來源：本研究繪製)

2. 採捕作業時間分析

受訪者表示馬糞海膽採捕作業時間大多會配合當地潮汐變化。其中，有 15 位受訪者表示每次採捕馬糞海膽作業時間為 1-3 小時，25 位受訪者表示每次採捕馬糞海膽作業時間為 3-6 小時(表 18)。樣本分布情形如圖 80 所示。

表 18 採捕者作業時間統計

	選項	人數	百分比(%)
採捕作業時間 (小時/次)	未滿 3 小時	15	37%
	3 小時以上-未滿 6 小時	25	63%

(資料來源：本研究整理)

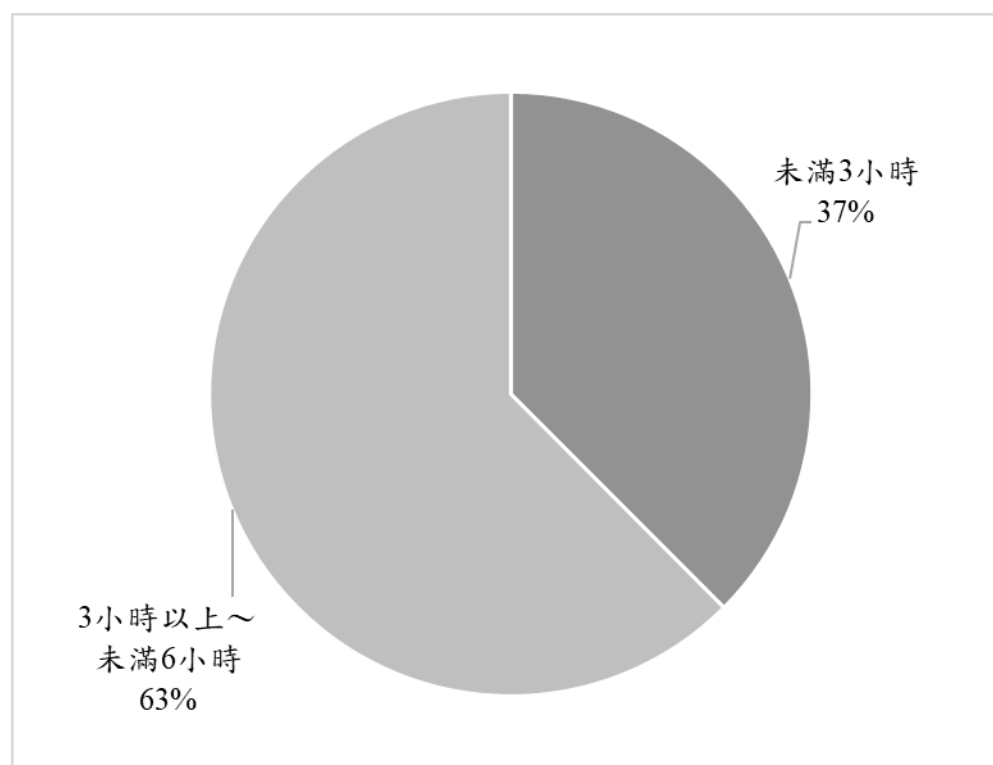


圖 80 採捕者作業時間(小時/次)統計圖

3. 採捕作業天數分析

表 19 顯示馬糞海膽開放採捕時，作業天數未滿 15 天的有 6 位，佔 15%；作業天數 15 天以上～未滿 30 天者有 11 位，佔 27%；30 天以上～未滿 45 天有 16 位，佔 40%；45 天以上～未滿 60 天者有 7 位，佔 18%。樣本分布情形如圖 81 所示。

表 19 採捕者作業天數統計

	選項	人數	百分比(%)
採捕作業天數 (天)	未滿 15 天	6	15%
	15 天以上～未滿 30 天	11	27%
	30 天以上～未滿 45 天	16	40%
	45 天以上～未滿 60 天	7	18%

(資料來源：本研究整理)

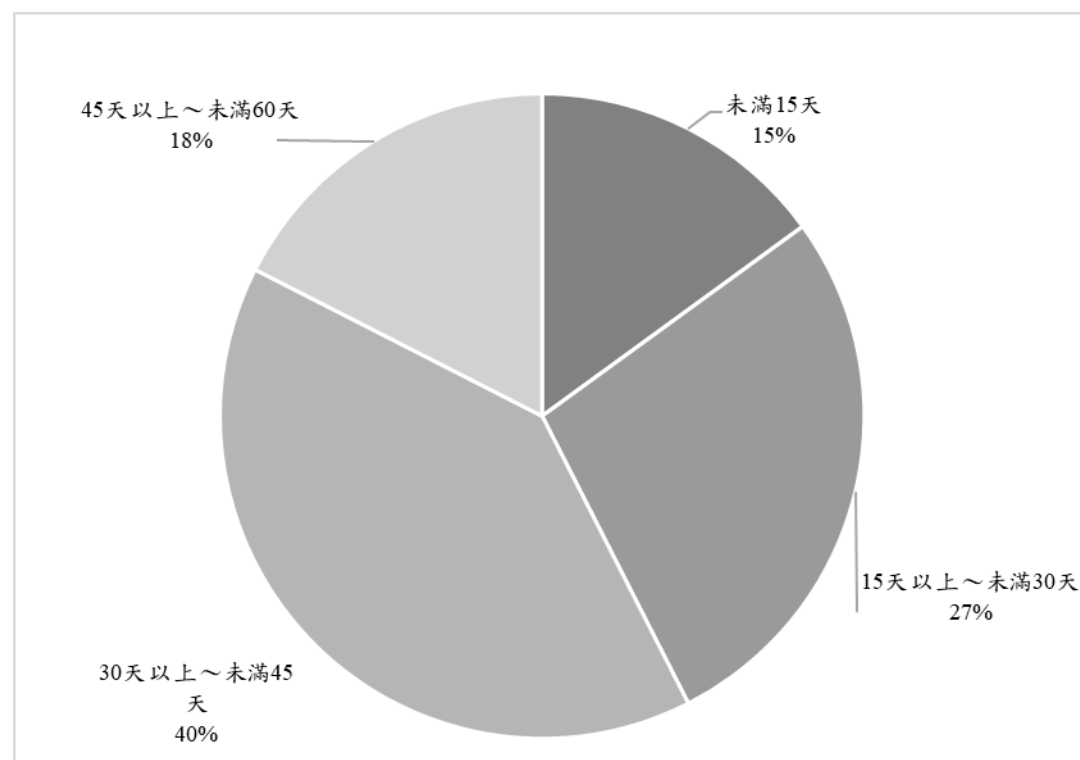


圖 81 採捕者作業天數統計圖

4. 採捕作業方法分析

表 20 顯示澎湖馬糞海膽採捕作業的方法為潛水、籠具、耙具和人力撿拾等方式進行。其中，以潛水採捕為大宗(33 位)，佔 72%；徒手撿拾有 10 位，佔 22%；籠具有 2 位，佔 4%；耙具有 1 位，佔 2%。樣本分布情形如圖 82。

表 20 採捕者作業方法統計

	選項	人數	百分比(%)
採捕作業方法	潛水	33	72%
	籠具	2	4%
	耙具	1	2%
	徒手撿拾	10	22%

(資料來源：本研究整理)

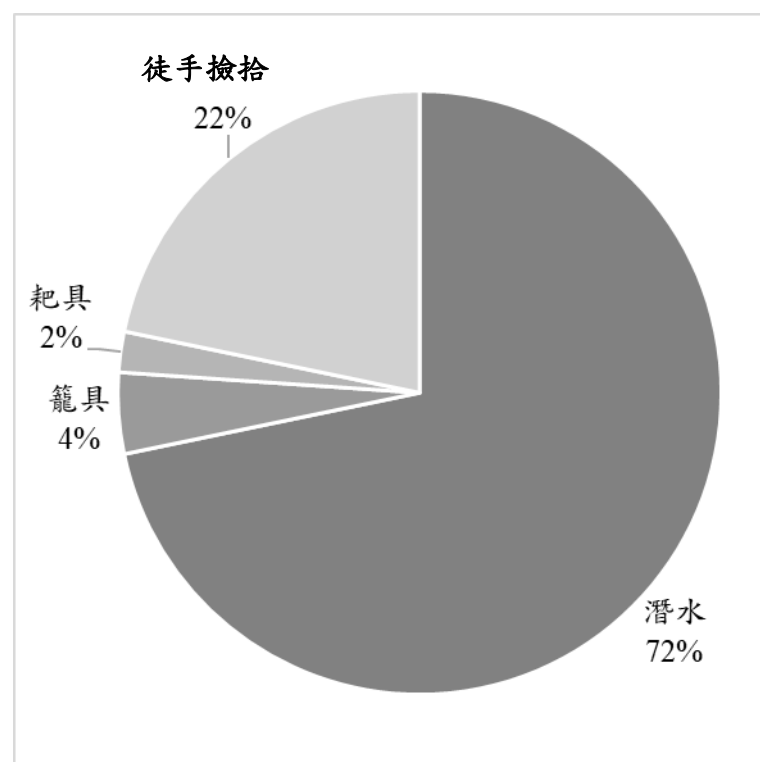


圖 82 採捕者作業方法統計圖

5. 採捕量分析

表 21 顯示澎湖馬糞海膽採捕量未滿 50 公斤者有 10 名，佔 25%；50 公斤以上～未滿 100 公斤者有 1 名，佔 2%；100 公斤以上～未滿 500 公斤者有 11 名，佔 27%；500 公斤以上～未滿 1000 公斤者有 7 名，佔 18%；1000 公斤以上者有 10 名，佔 25%。樣本分布情形如圖 83。

表 21 採捕者採捕量統計

	選項	人數	百分比(%)
採捕量 (公斤)	未滿 50 公斤	10	25%
	50 公斤以上～未滿 100 公斤	1	2%
	100 公斤以上～未滿 500 公斤	11	27%
	500 公斤以上～未滿 1000 公斤	7	18%
	1000 公斤以上	10	25%
	未作答	1	3%

(資料來源：本研究整理)

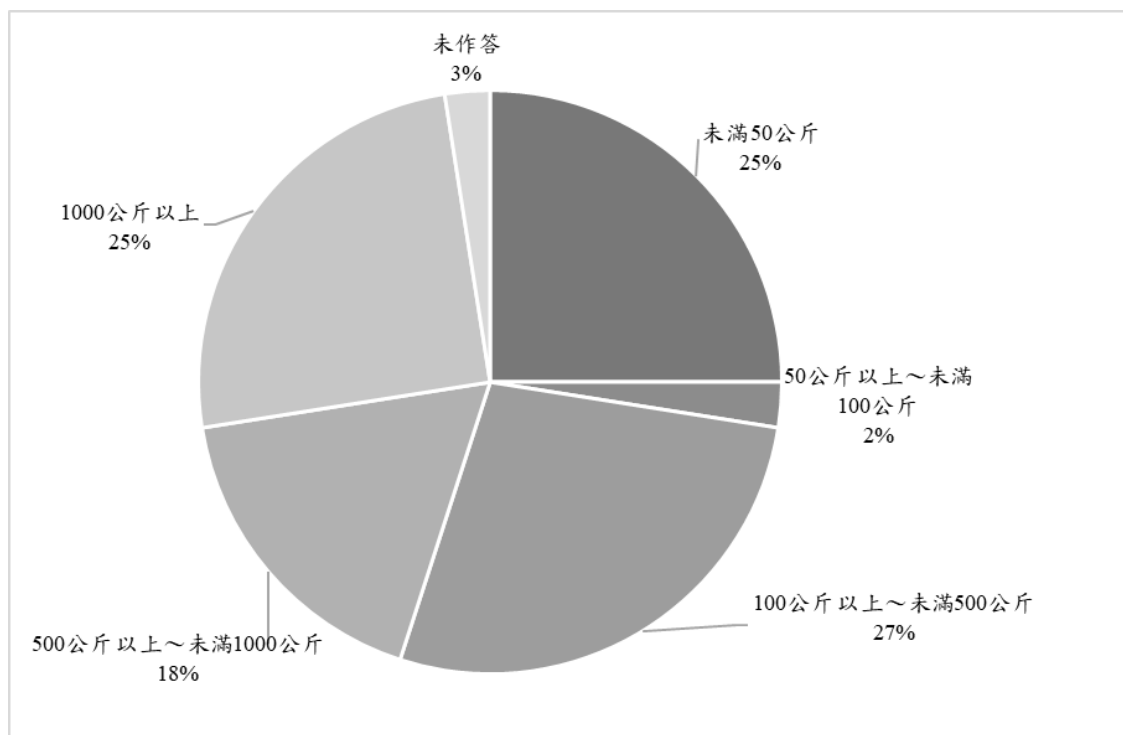


圖 83 採捕者採捕量統計圖

6. 產值分析

產值分析結果中(表 22)，以 30,000 元以上～未滿 40,000 元者最多，共有 13 名，佔 33%；其次為 50,000 元以上～未滿 60,000 元者有 8 名，佔 20%；10,000 元以上～未滿 20,000 元者有 6 名，佔 15%；5,000 元以上～未滿 10,000 元和 20,000 元以上～未滿 30,000 元者各有 5 名，分別佔 12%；未滿 5000 元者有 2 名，佔 5%。樣本分布情形如圖 84。

表 22 採捕者產值統計

	選項	人數	百分比(%)
產值	未滿 5000 元	2	5%
	5,000 元以上～未滿 10,000 元	5	12%
	10,000 元以上～未滿 20,000 元	6	15%
	20,000 元以上～未滿 30,000 元	5	12%
	30,000 元以上～未滿 40,000 元	13	33%
	40,000 元以上～未滿 50,000 元	0	0%
	50,000 元以上～未滿 60,000 元	8	20%
	自己吃	1	3%

(資料來源：本研究整理)

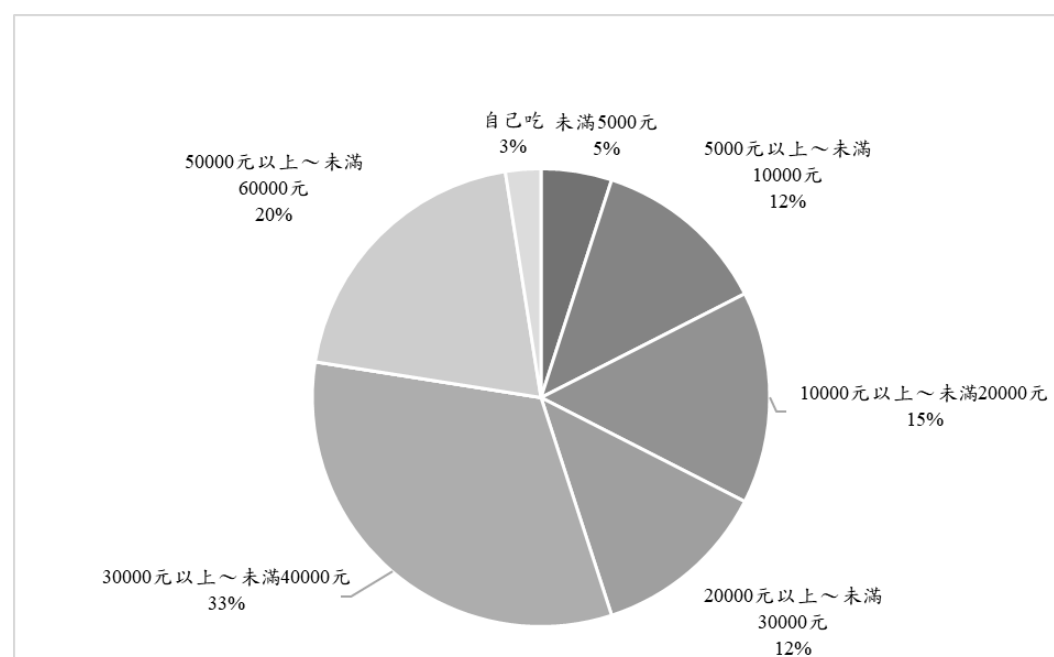


圖 84 採捕者產值統計圖

7. 採捕成本分析

本次調查結果發現，馬糞海膽採捕成本包含冰鹽、漁船油料等費用。冰鹽支出中，以每次 100 元內最多(14 名)，佔 35%；100 元以上～未滿 200 元有 13 名，佔 32%；200 元以上～未滿 300 元有 4 名，佔 10%；300 元以上～未滿 400 元有 1 名，佔 3%；400 元以上有 4 名，佔 10%；作業時無冰鹽支出者有 3 名，佔 7%(表 23)。本項分布情形如圖 85。表 24 顯示漁船油料支出中，無漁船油料支出者有 5 名，佔 12%；未滿 500 元者有 6 名，佔 15%；500 元以上～未滿 1000 元有 14 名，佔 35%；1000 元以上～未滿 1500 元者有 10 名，佔 25%；1500 元以上～未滿 2000 元者有 1 名，佔 3%；2000 元以上者有 2 名，佔 5%。本項分布情形如圖 86。

表 23 採捕者冰鹽支出統計

	選項	人數	百分比(%)
冰鹽支出費用	無	3	7%
	未滿 100 元	14	35%
	100 元以上～未滿 200 元	13	32%
	200 元以上～未滿 300 元	4	10%
	300 元以上～未滿 400 元	1	3%
	400 元以上	4	10%
	未作答	1	3%

(資料來源：本研究整理)

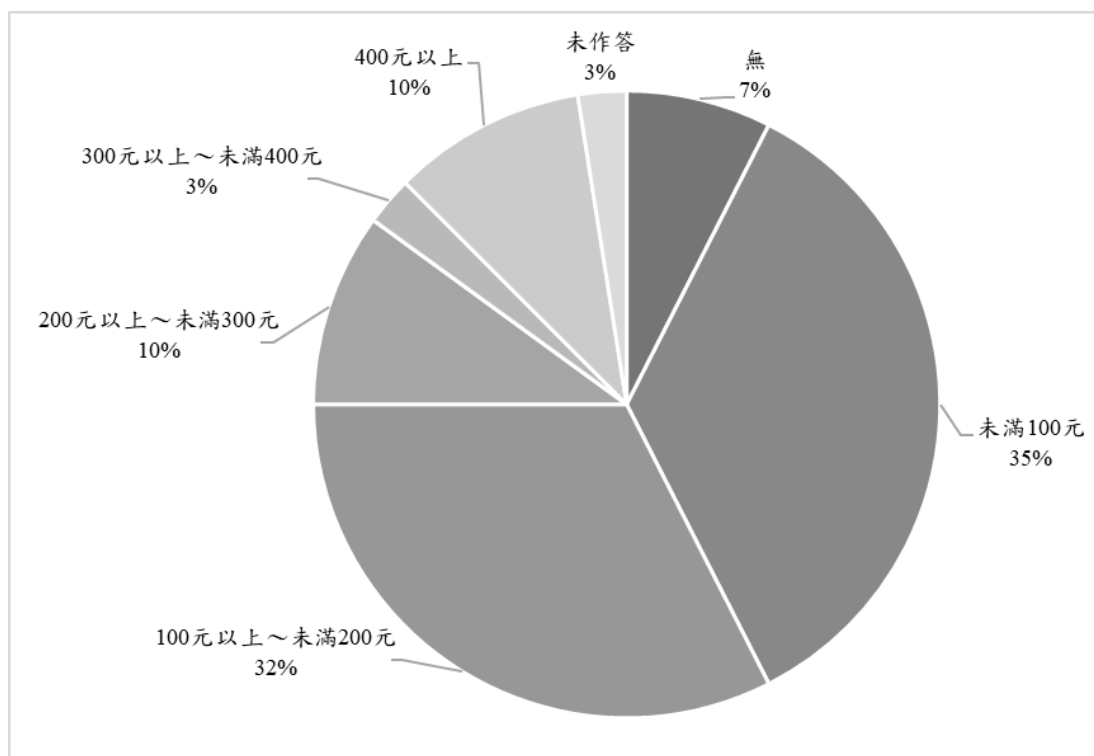


圖 85 採捕者冰鹽支出統計圖

表 24 採捕者漁船油料支出統計

	選項	人數	百分比(%)
漁船油料費用	無	5	12%
	未滿 500 元	6	15%
	500 元以上～未滿 1000 元	14	35%
	1000 元以上～未滿 1500 元	10	25%
	1500 元以上～未滿 2000 元	1	3%
	2000 元以上	2	5%
	未作答	2	5%

(資料來源：本研究整理)

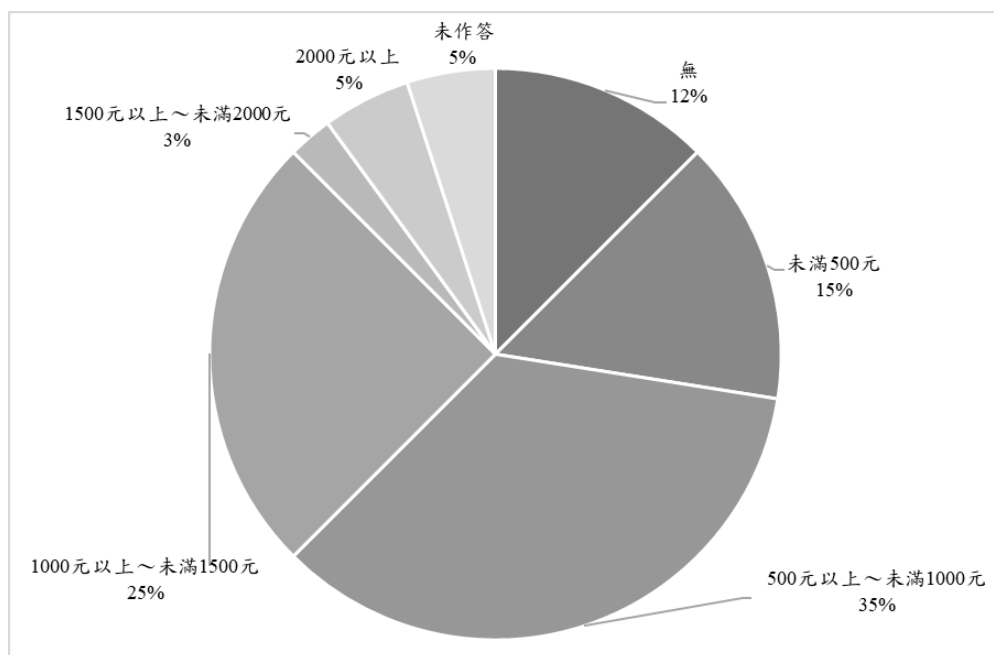


圖 86 採捕者漁船油料支出統計圖

(三)水產加工（第二級產業）

海膽被捕撈上岸後有兩種處理方式，一種是以活體販賣，一種是剖開取出生殖腺包裝販賣。活體販賣直接提供給餐廳以海水缸暫置販售，約能保持鮮度 1~2 天；而需剖開之個體會由漁家找當地居民在適當的廣場作業，以每小時計價之臨時工資協助取出生殖腺後，同時進行人工分級作業，成熟度和鮮度佳的個體以生食盤包裝，其餘則一般包裝（如圖 87），經由店家收購後封膜、包裝、冷凍保存販售。



圖 87 馬糞海膽之分級包裝

1. 馬糞海膽處理方式分析

受訪者表示馬糞海膽捕撈上岸後，常見的處理方式有三種：活體、挖肉和活凍，經由上述不同的處理過程後再進行販售。表 25 顯示以活體販賣者有 22 名，佔 34%；大部份受訪者仍以取生殖腺後販賣居多，有 37 名，佔 58%；活凍後進行販賣者有 5 名，佔 8%。樣本分布情形如圖 88。

表 25 採捕者馬糞海膽處理方式統計

	選項	人次數	百分比(%)
處理方式	活體	22	34%
	挖肉(取生殖腺)	37	58%
	活凍	5	8%

(資料來源：本研究整理)

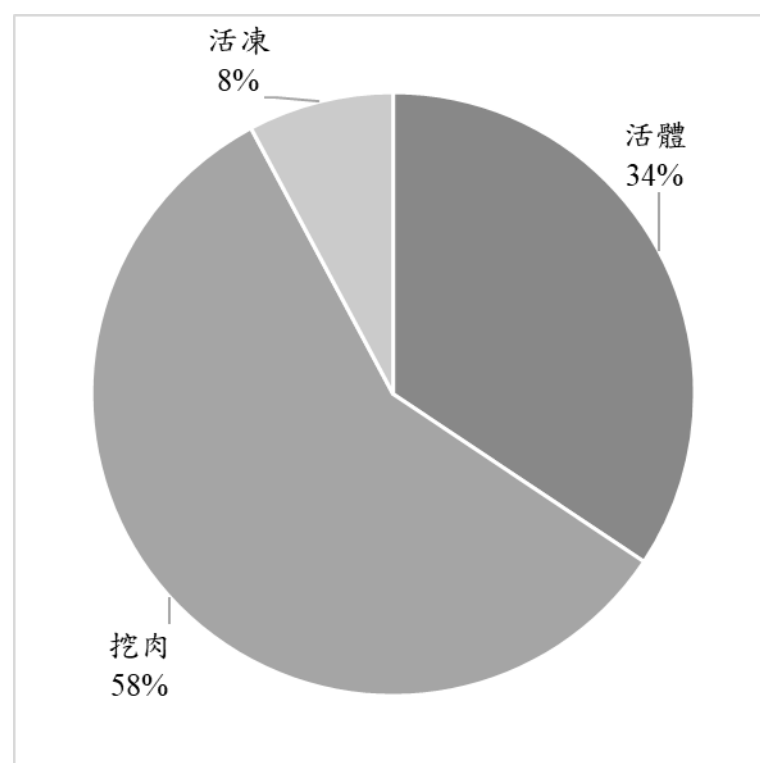


圖 88 採捕者馬糞海膽處理方式統計圖

2. 馬糞海膽保存方式分析

表 26 顯示馬糞海膽的保存分式仍以冷凍保存為主，共有 29 名，佔 57%；另有 13 名受訪者表示會以活體養殖方式進行保存，佔 25%；有少部份受訪者以冰水方式進行保存，共有 9 名，佔 18%。樣本分布情形如圖 89。

表 26 採捕者馬糞海膽保存方式統計

	選項	人次數	百分比(%)
保存方式	養殖	13	25%
	冷凍	29	57%
	冰水	9	18%

(資料來源：本研究整理)

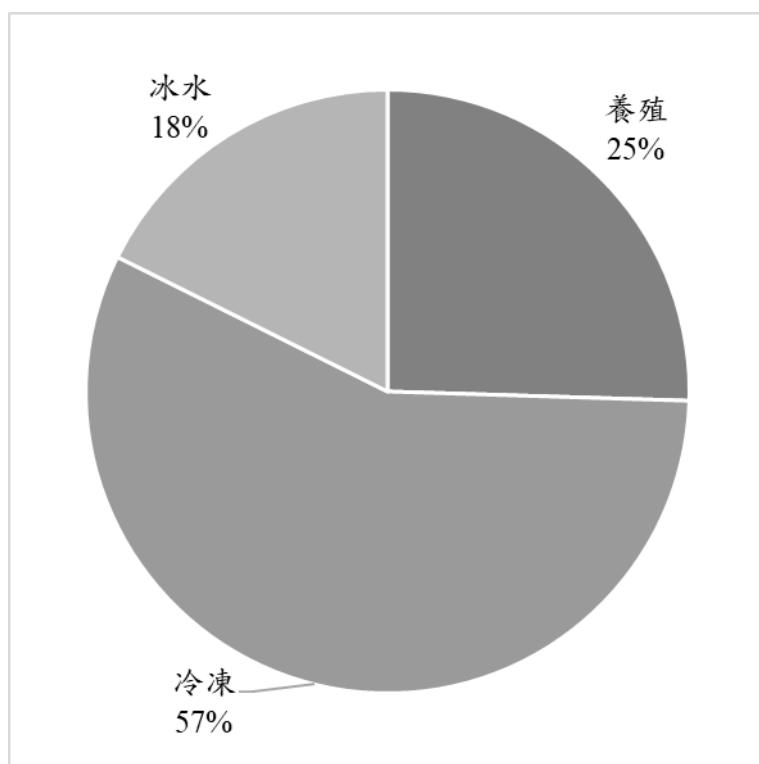


圖 89 採捕者馬糞海膽保存方式統計圖

3. 販售對象分析

表 27 顯示 27 名採捕者的販售對象以店家或攤販為主，佔 44%；以一般消費者為主的有 17 名，佔 27%；以餐廳為主者有 18 名，佔 29%。樣本分布情形如圖 90。

表 27 採捕者販售對象統計

	選項	人次數	百分比(%)
販售對象	店家或攤販	27	44%
	一般消費者	17	27%
	餐廳	18	29%

(資料來源：本研究整理)

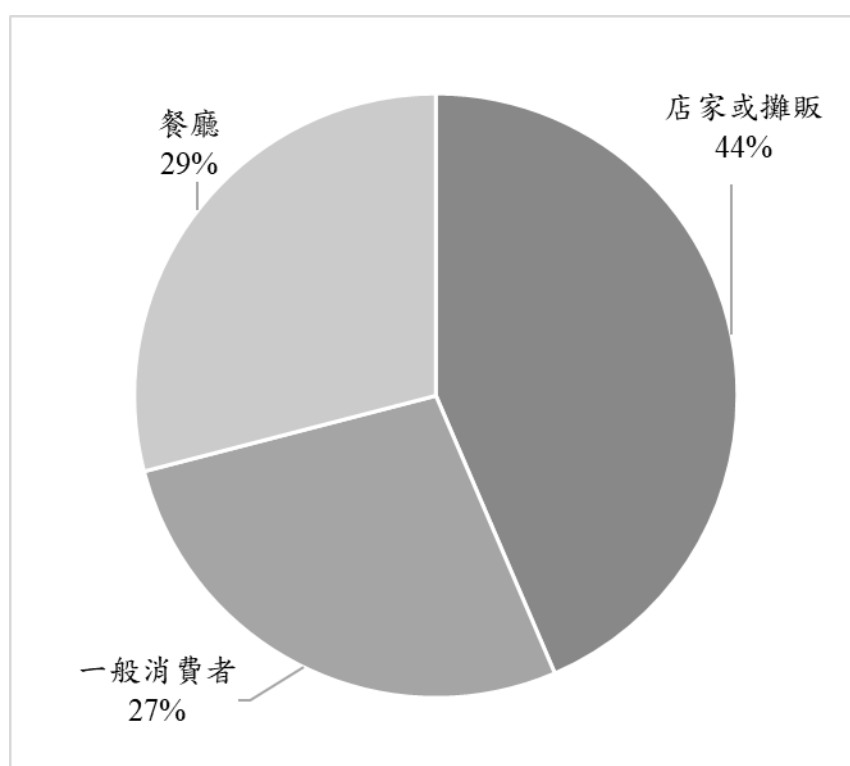


圖 90 採捕者販售對象統計圖

4. 薪資支出分析

採捕上岸的馬糞海膽需聘請臨時工進行挖取生殖腺的工作。表 28 顯示有 3 名受訪者(為自用或販賣活體者)無臨時薪資支出,佔 7%;未滿 300 元者有 20 名,佔 50%;300 元以上~未滿 500 元者有 17 名,佔 43%。樣本分布情形如圖 91。

表 28 採捕者薪資支出統計

	選項	人數	百分比(%)
薪資支出 (元/小時)	無	3	7%
	未滿 300 元	20	50%
	300 元以上~未滿 500 元	17	43%

(資料來源：本研究整理)

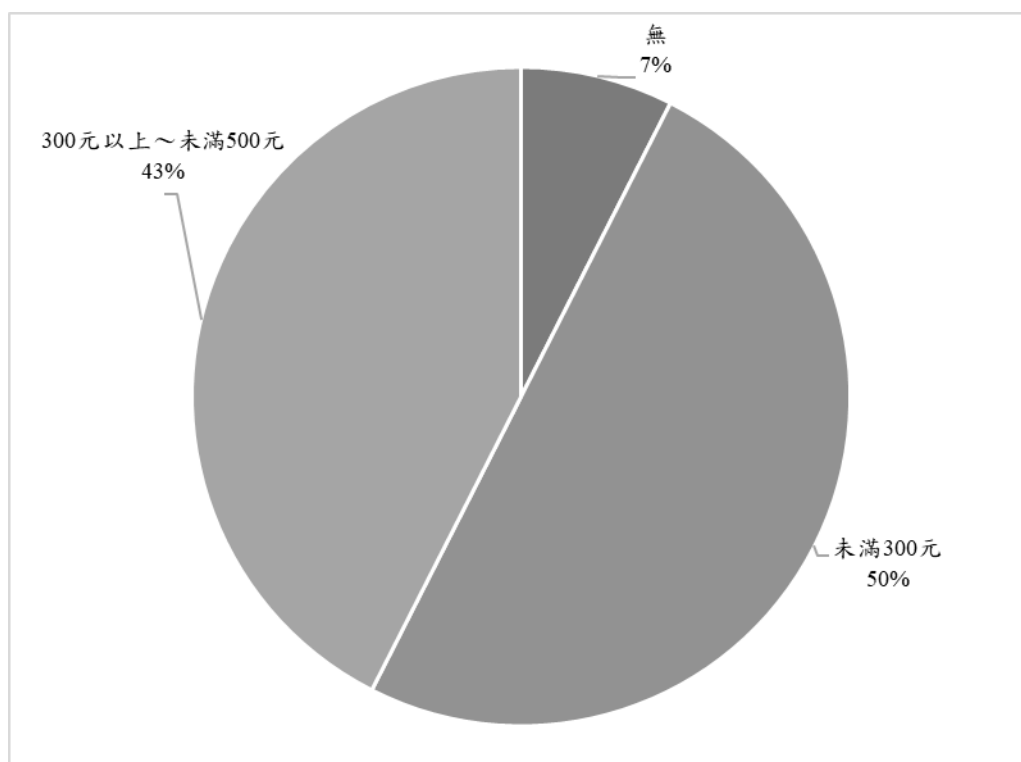


圖 91 採捕者薪資支出 (元/小時) 統計圖

5. 包裝費用分析

馬糞海膽經加工後需經過包裝後販售給購買對象，表 29 顯示有 26 名受訪者其包裝費用未滿 100 元，佔 65%，100 元以上者有 3 名，佔 8%；另有 11 名受訪者無包裝費用的支出，佔 27%。樣本分布情形如圖 92。

表 29 採捕者包裝費用統計

	選項	人數	百分比(%)
包裝費用(元)	無	11	27%
	未滿 100 元	26	65%
	100 元以上	3	8%

(資料來源：本研究整理)

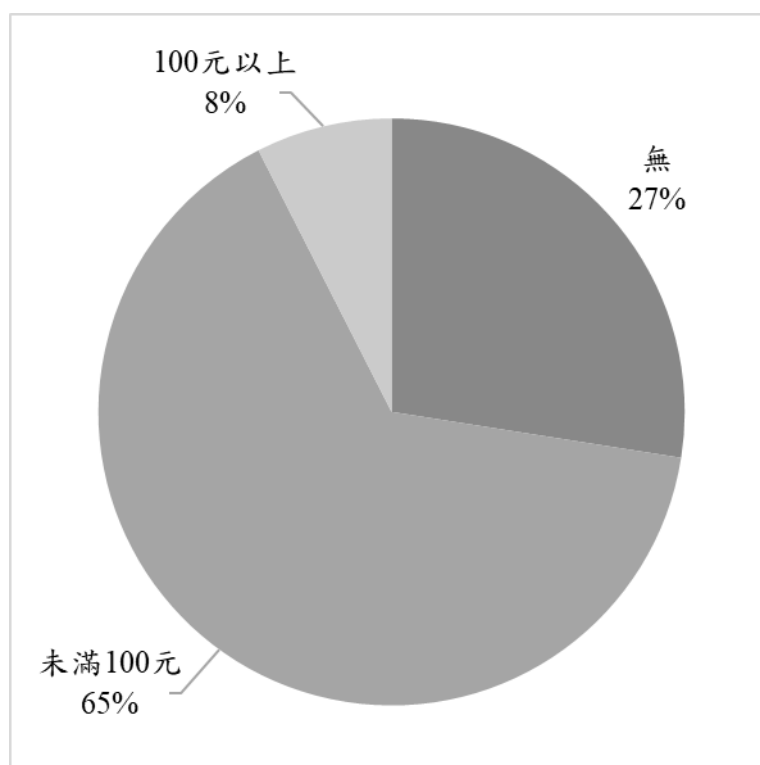


圖 92 採捕者包裝費用統計圖

6. 運輸費用分析

為滿足台灣本島餐廳與消費者對馬糞海膽的需求，採捕者也會將活體或加工後的馬糞海膽以寄送的方式進行配送，故會產生運輸費用。由表 30 可知，每次運輸費用未滿 300 元者有 9 名，佔 22%；300 元以上~500 元以下者有 17 名，佔 43%；無運輸費用支出者有 14 名，佔 35%。樣本分布情形如圖 93。

表 30 採捕者運輸費用統計

	選項	人數	百分比(%)
運輸費用 (元/次)	無	14	35%
	未滿 300 元	9	22%
	300 元以上~500 元以下	17	43%

(資料來源：本研究整理)

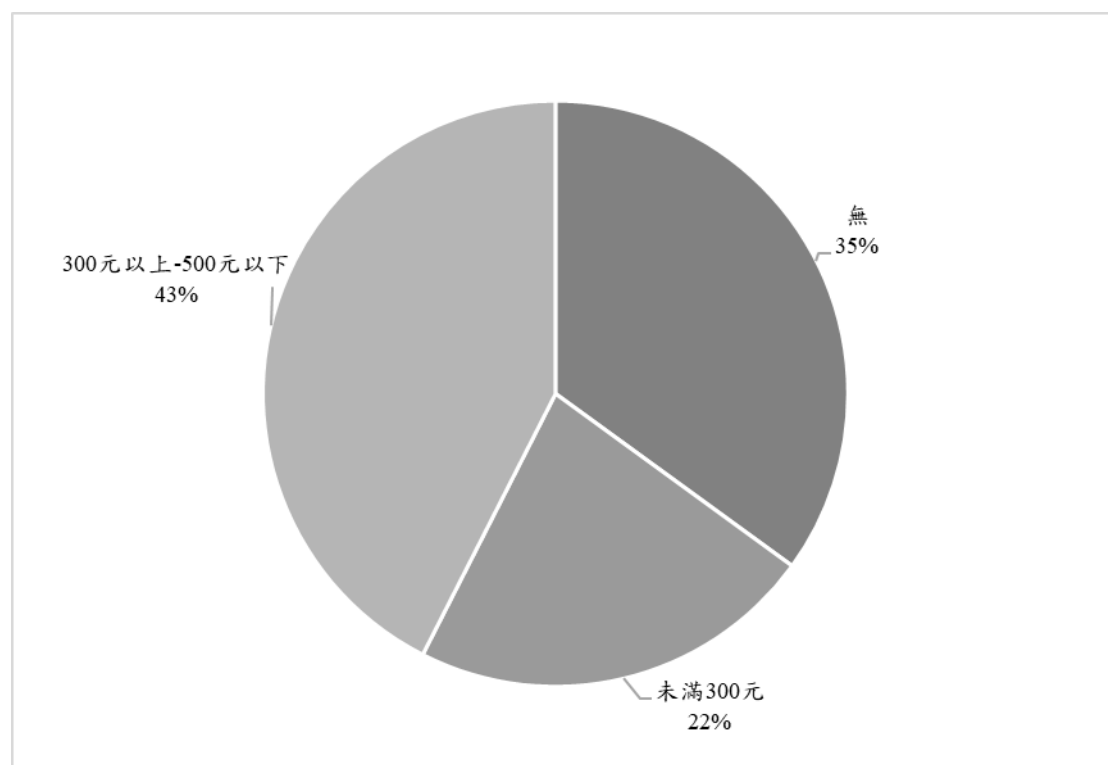


圖 93 採捕者運輸費用統計圖

7. 平均支出分析

由本次問卷調查結果（圖 94）發現，馬糞海膽採捕和加工過程中，仍以漁船油料費用為最高，佔總支出成本 44%，其次為臨時工薪資佔總支出成本 29%；運輸費用佔總支出成本 16%；冰鹽費用佔總支出成本 8%；最後為包裝費用，佔總支出成本 3%。

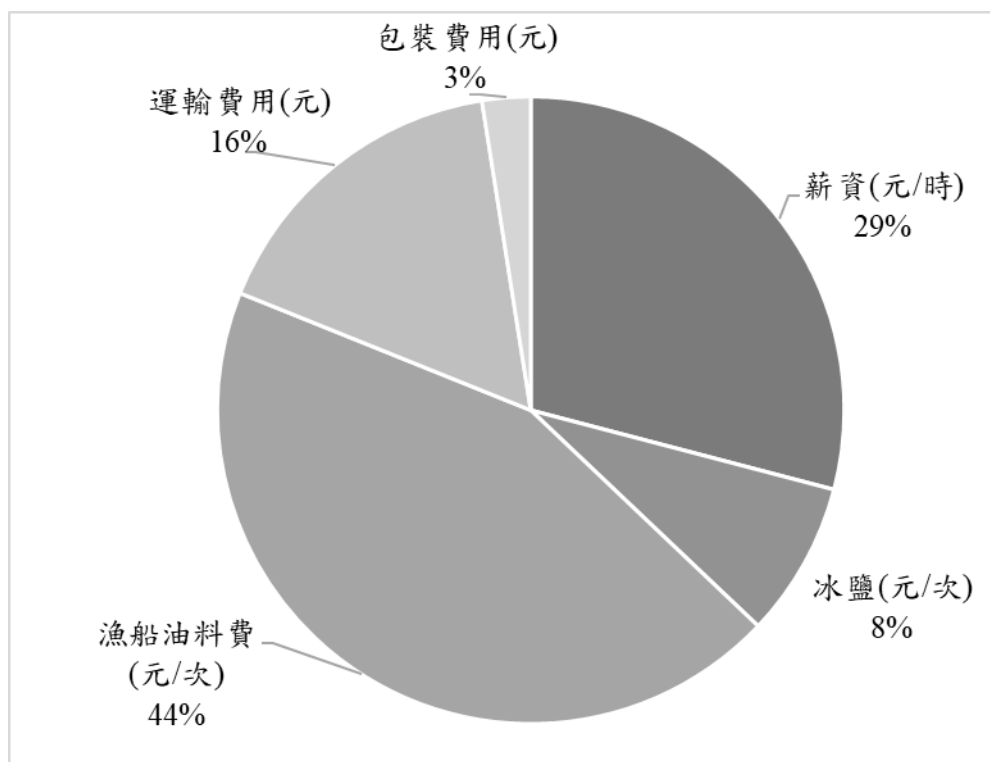


圖 94 採捕者平均支出費用統計圖

（四）批發零售服務業及支援活動（第三級產業）

透過訪談和問卷結果得知，白棘三列海膽之販售管道有餐廳、路邊攤、網路商店、批發商和實體商店，通常批發商也兼營實體商店。漁民可自售海膽活體或直接銷售海膽活體給餐廳，或者採捕後透過家計型臨時工剝殼後，由批發商或店家提供包裝盒，將剝取之生殖腺擺放整齊後統一收購，再封膜真空包裝、冷凍保存販售，所有的包裝設備和冷凍設備由批發或零售業者負擔。批發商或店家可販售給餐廳、遊客或透過網路販賣，海膽產銷流程如圖 95。若批發商或店家存量足夠則足以支撐一整年的販售量。

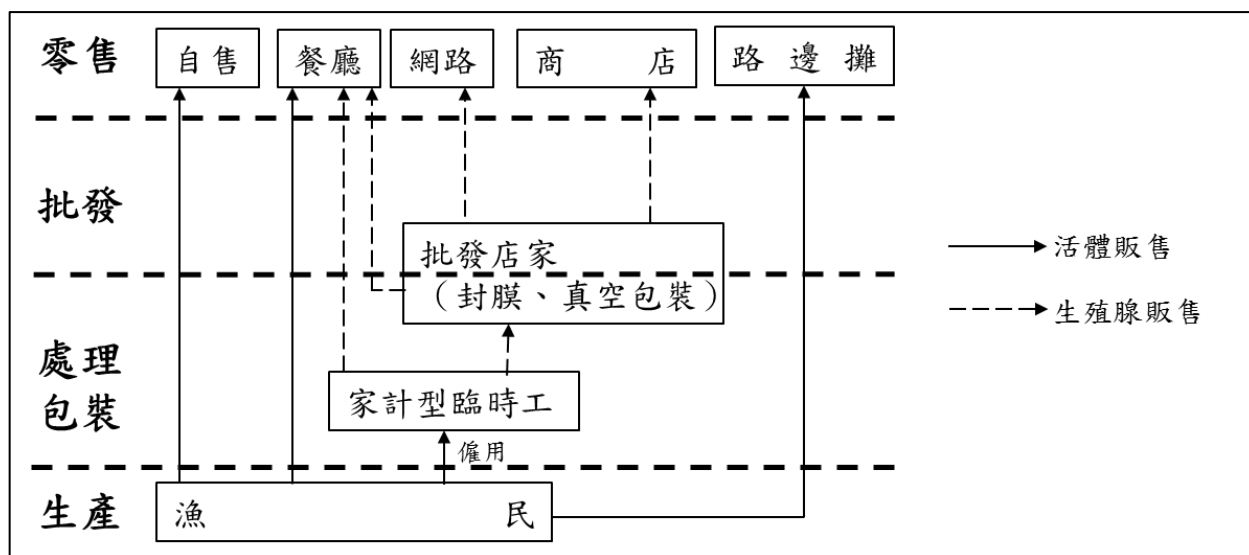


圖 95 海膽漁業之商業流程

1. 性別分析

如表 31 所示，在 20 份馬糞海膽販售者有效樣本中，男性受訪者有 14 位，佔 70%；女性受訪者有 6 位，佔 30%。本項分布情形如圖 96 所示。

表 31 販售者性別統計

	選項	人數	百分比(%)
性別	男性	14	70%
	女性	6	30%

(資料來源：本研究整理)

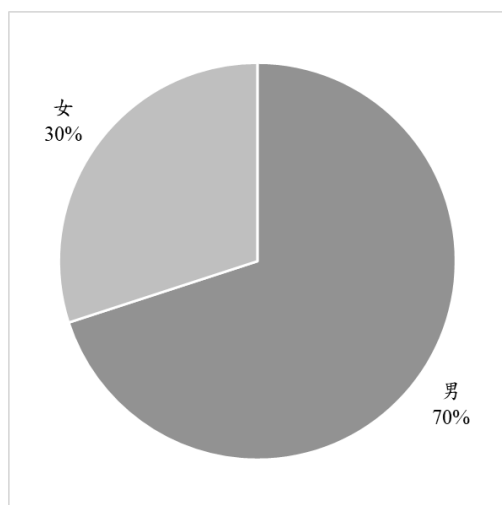


圖 96 販售者性別統計圖

2. 年齡分析

如表 32 所示，20 份馬糞海膽販售者有效樣本中，30 - 39 歲有 9 位，佔 45%；40 - 49 歲有 7 位，佔 35%；50 - 59 歲有 1 位，佔 5%；60 - 69 歲有 3 位，佔 15%。樣本分布情形如圖 97。

表 32 販售者年齡統計

	選項	人數	百分比(%)
年齡	30 - 39 歲	9	45%
	40 - 49 歲	7	35%
	50 - 59 歲	1	5%
	60 - 69 歲	3	15%

(資料來源：本研究整理)

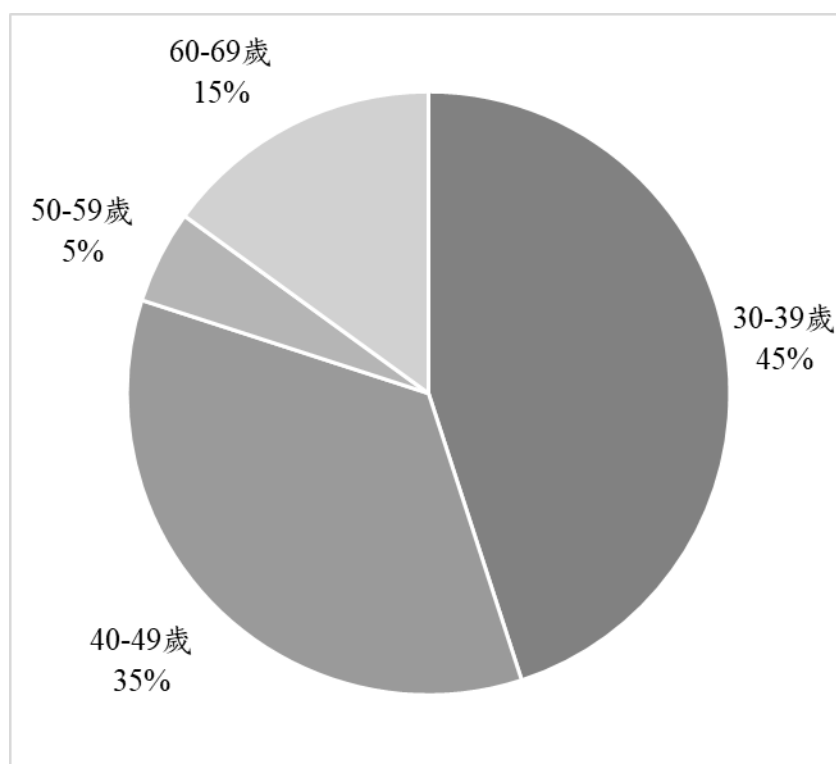


圖 97 販售者年齡統計圖

3. 最高教育程度分析

表 33 顯示，20 份馬糞海膽販售者有效樣本中，小學或自學有 2 位，佔 10%；國中學歷有 2 位，佔 10%；高中職學歷有 8 位，佔 40%；大學與專科畢業有 8 位，佔 40%。本項樣本分布情形如圖 98。

表 33 販售者最高教育程度統計

	選項	人數	百分比(%)
最高教育程度	小學或自學	2	10%
	國中	2	10%
	高中職	8	40%
	大學專科	8	40%

(資料來源：本研究整理)

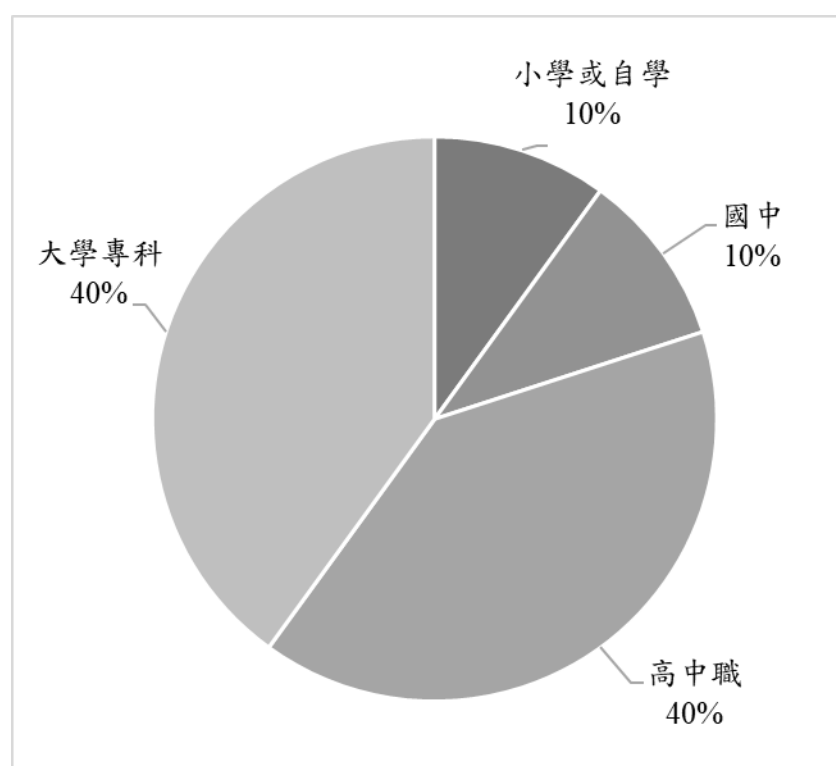


圖 98 販售者最高教育程度統計圖

4. 販售年資分析

表 34 顯示，販售年資以 5 年以上～未滿 10 年為最多，共有 9 位，佔 45%；10 年以上～未滿 15 年有 4 位，佔 20%；15 年以上～未滿 20 年有 1 位，佔 5%；20 年以上～未滿 30 年有 1 位，佔 5%；共有 5 位未作答。樣本分布情形如圖 99。

表 34 販售者販售年資統計

	選項	人數	百分比(%)
販售年資(年)	5 年以上～未滿 10 年	9	45%
	10 年以上～未滿 15 年	4	20%
	15 年以上～未滿 20 年	1	5%
	20 年以上～未滿 30 年	1	5%
	未作答	5	25%

(資料來源：本研究整理)

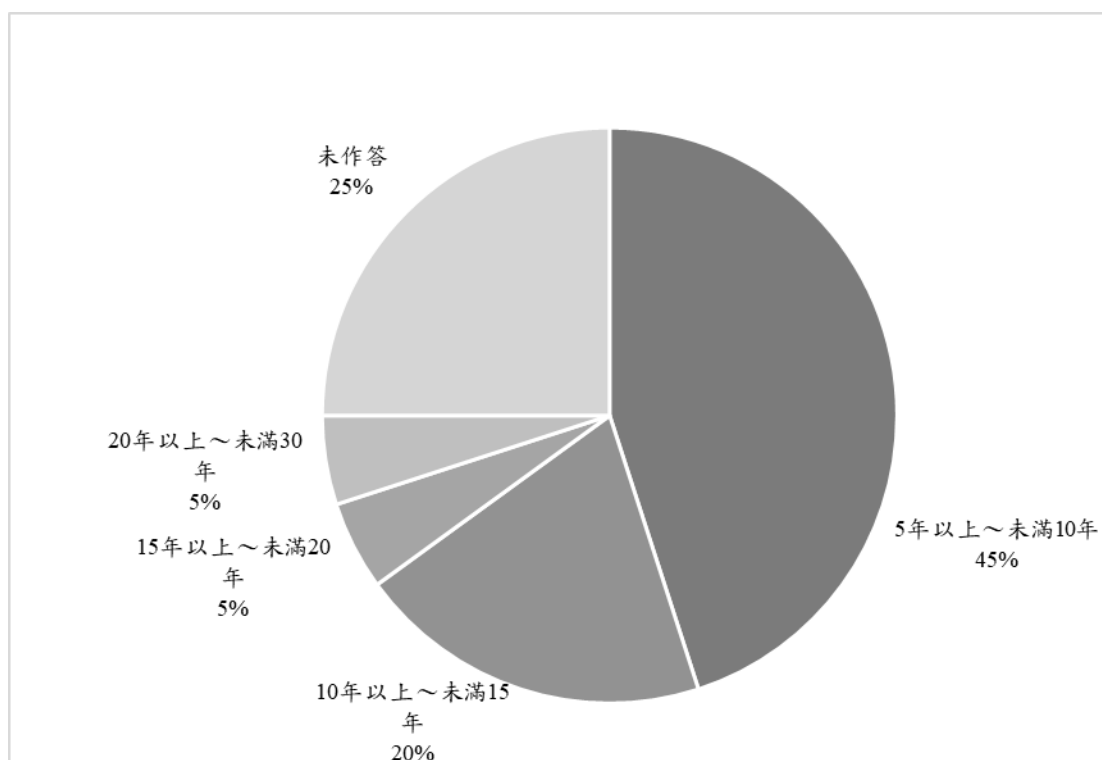


圖 99 販售者販售年資統計圖

5. 收購管道分析

表 35 顯示，馬糞海膽販售者的收購管道以漁民最多(47%)，其次依序為朋友(32%)、鄰居(12%)、漁市場(3%)、親友(3%)、釣友(3%)等。本項樣本分布情形如圖 100。

表 35 販售者收購管道統計

	選項	人次數	百分比(%)
收購管道	漁民	16	47%
	朋友	11	32%
	鄰居	4	12%
	漁市場	1	3%
	親友	1	3%
	釣友	1	3%

(資料來源：本研究整理)

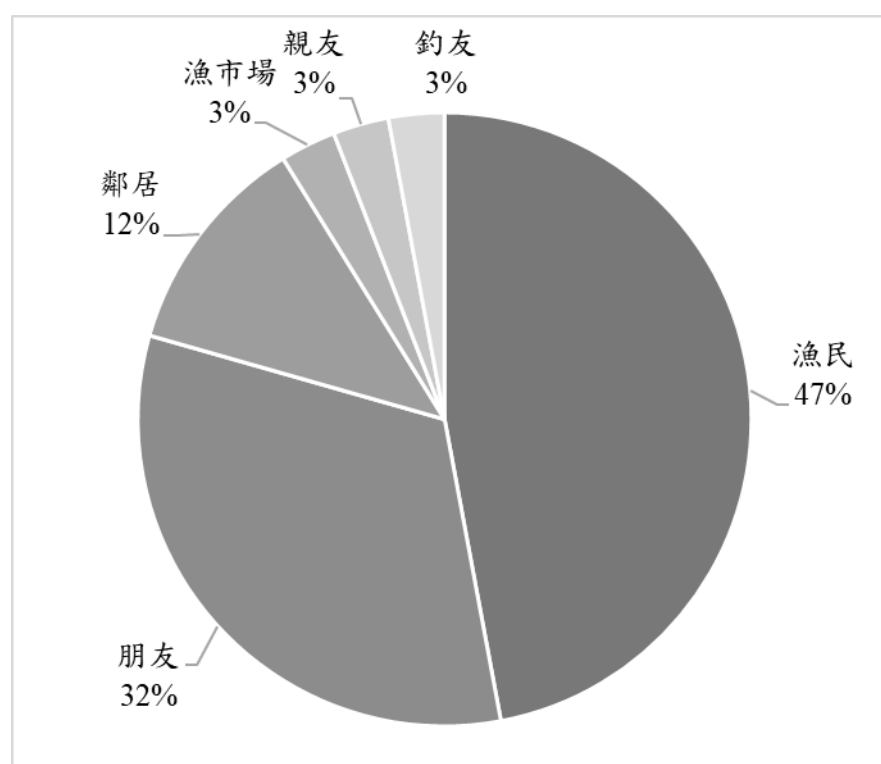


圖 100 販售者收購管道統計圖

6. 收購數量分析

表 36 顯示馬糞海膽販售者的收購數量未滿 500 公斤有 3 位，約佔 15%；500 公斤以上～未滿 1000 公斤者有 4 位，約佔 20%；1000 公斤以上～未滿 1500 公斤者最多，共有 8 位，佔 40%；1500 公斤以上～未滿 2000 公斤者有 1 位，佔 5%；2000 公斤以上有 2 位，約佔 10%；收購數量不確定者有 2 位。本項樣本分布情形如圖 101。

表 36 販售者收購數量統計

	選項	人數	百分比(%)
收購數量 (公斤)	未滿 500 公斤	3	15%
	500 公斤以上～未滿 1000 公斤	4	20%
	1000 公斤以上～未滿 1500 公斤	8	40%
	1500 公斤以上～未滿 2000 公斤	1	5%
	2000 公斤以上	2	10%
	不確定	2	10%

(資料來源：本研究整理)

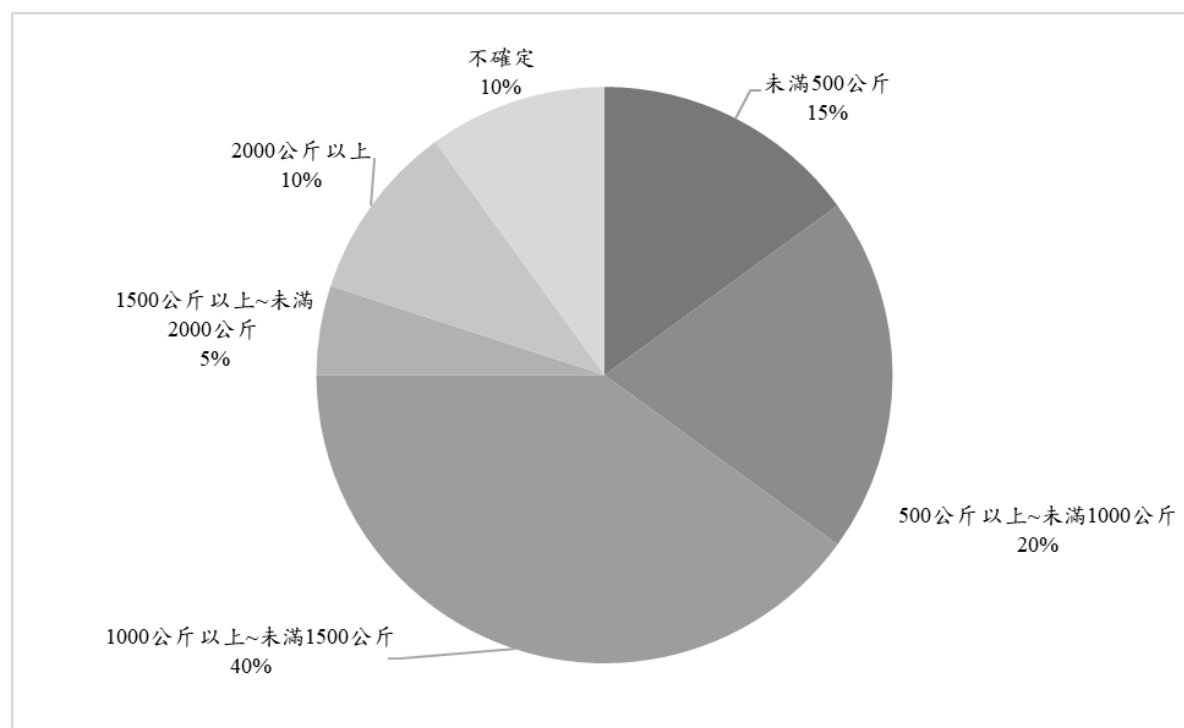


圖 101 販售者收購數量統計圖

7. 販售價格分析

表 37 顯示，馬糞海膽販售者的販售價格未滿 500 元的有 1 位，佔 5%；500 元以上～未滿 1000 元有 5 位，佔 25%；1000 元以上～未滿 1500 元的有 4 位，佔 20%；1500 元以上～未滿 2000 元的有 8 位，佔 40%；不確定者有 2 位，佔 10%。本項樣本分布情形如圖 102。

表 37 販售者販售價格統計

	選項	人數	百分比(%)
販售價格 (元/台斤)	未滿 500 元	1	5%
	500 元以上～未滿 1000 元	5	25%
	1000 元以上～未滿 1500 元	4	20%
	1500 元以上～未滿 2000 元	8	40%
	不確定	2	10%

(資料來源：本研究整理)

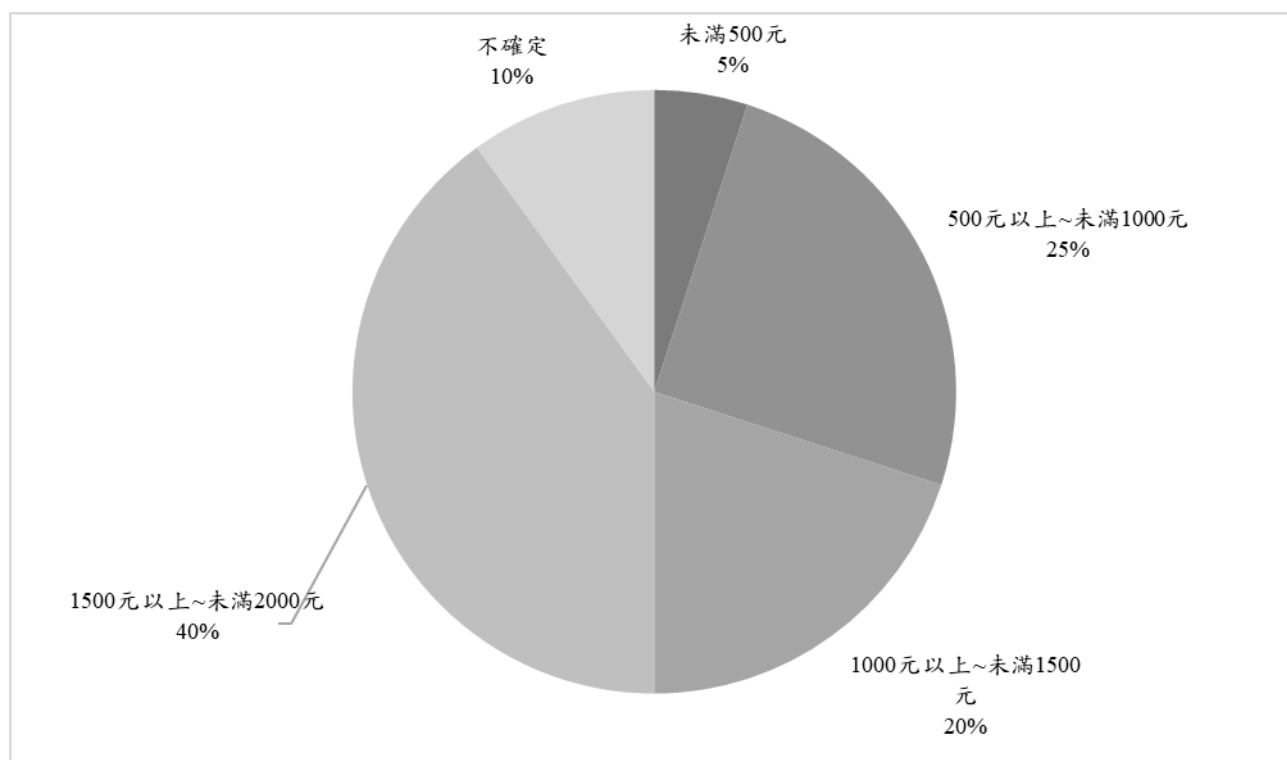


圖 102 販售者販售價格（元/台斤）統計圖

8. 販售總量分析

從馬糞海膽販售者每年販售總量來看，未滿 1000 公斤的有 5 位，佔 25%；1000 公斤以上~未滿 2000 公斤有 8 位，佔 40%；2000 公斤以上~未滿 3000 公斤的有 1 位，佔 5%；3000 公斤以上~未滿 4000 公斤的有 4 位，佔 20%；5000 公斤以上的有 1 位，佔 5%，不確定者有 1 位，佔 5%（表 38）。本項樣本分布情形如圖 103。

表 38 販售者販售總量統計

	選項	人數	百分比(%)
販售總量 (公斤/年)	未滿 1000 公斤	5	25%
	1000 公斤以上~未滿 2000 公斤	8	40%
	2000 公斤以上~未滿 3000 公斤	1	5%
	3000 公斤以上~未滿 4000 公斤	4	20%
	4000 公斤以上	1	5%
	不確定	1	5%

(資料來源：本研究整理)

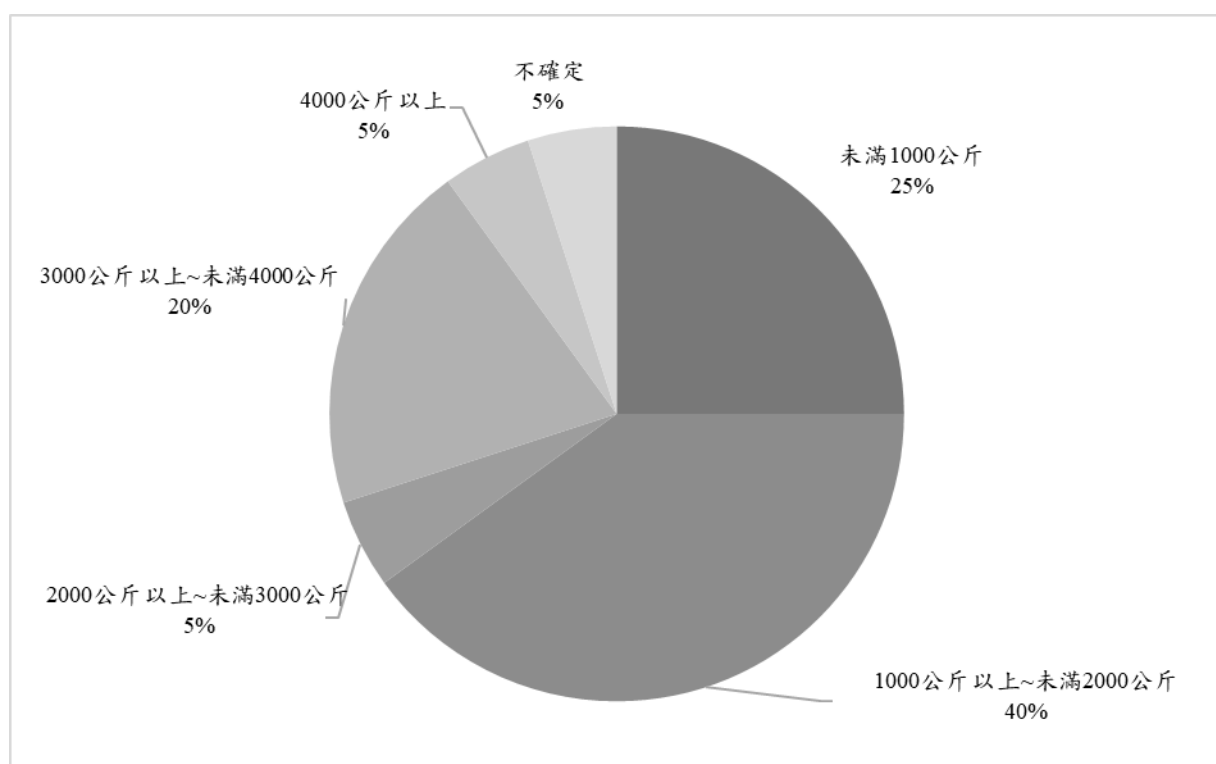


圖 103 販售者販售總量統計圖

9. 販售形式分析

表 39 顯示馬糞海膽販售的形式多樣，20 位販售者中表示會以兩種或兩種以上形式進行販售。以店面形式販售的有 19 位(95%)、網路形式販售的有 18 位(90%)、電話宅配形式販售的有 18 位(90%)。本項樣本統計圖如圖 104。

表 39 販售者販售形式統計

	選項	人次數	百分比(%)
販售形式	店面	19	95%
	網路	18	90%
	電話宅配	18	90%

(資料來源：本研究整理)

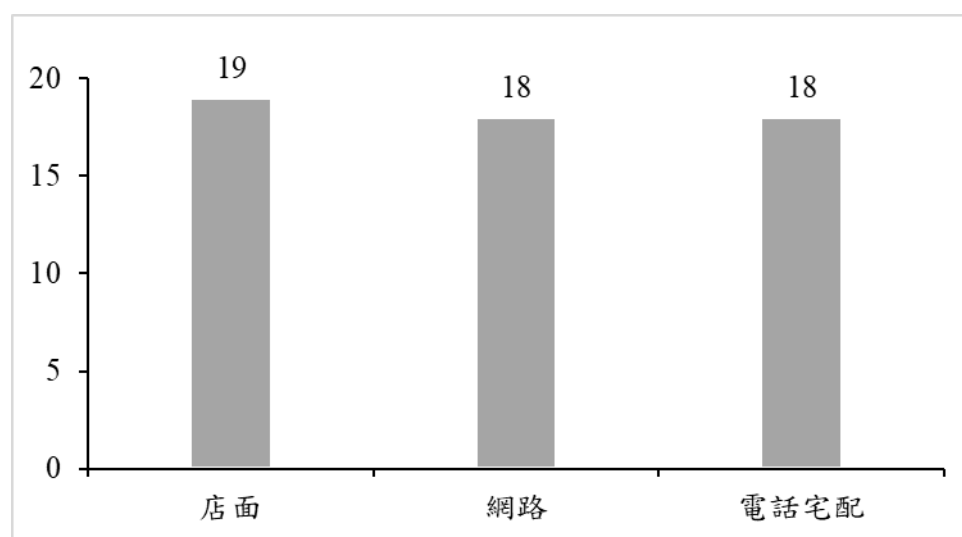


圖 104 販售者販售形式統計圖

10. 販售對象分析

表 40 顯示馬糞海膽為非單一販售，販售給遊客的有 19 位(95%)、販售給在地居民的有 18 位(90%)、販售給餐廳的有 18 位(90%)。本項樣本統計圖如圖 105。

表 40 販售者販售對象統計

	選項	人次數	百分比(%)
販售對象	遊客	19	95%
	在地居民	18	90%
	餐廳	18	90%

(資料來源：本研究整理)

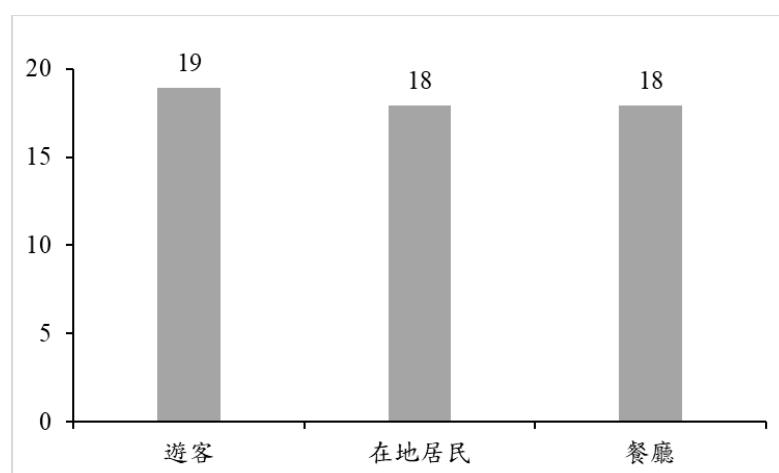


圖 105 販售者販售對象統計圖

11. 販售設備分析

由調查結果可知，馬糞海膽販售者皆需購置保存設備與包裝設備進行產品冷凍保存與加工包裝。表 41 顯示保存設備包含：-20°C 冷凍庫(18 名，佔 90%)、冷藏冰箱(17 名，佔 85%)和水族設備(20 名，100%)，其統計圖如圖 106。表 42 顯示包裝設備包含：封膜裝(17 名，佔 85%)、真空機(17 名，佔 85%)、包裝機(15 名，佔 75%)和裝盒機(12 名，佔 60%)，其統計圖如圖 107。

表 41 販售者保存設備統計

	選項	人次數	百分比(%)
販售設備	冷凍庫	18	90%
	冷藏冰箱	17	85%
	水族設備	20	100%

(資料來源：本研究整理)

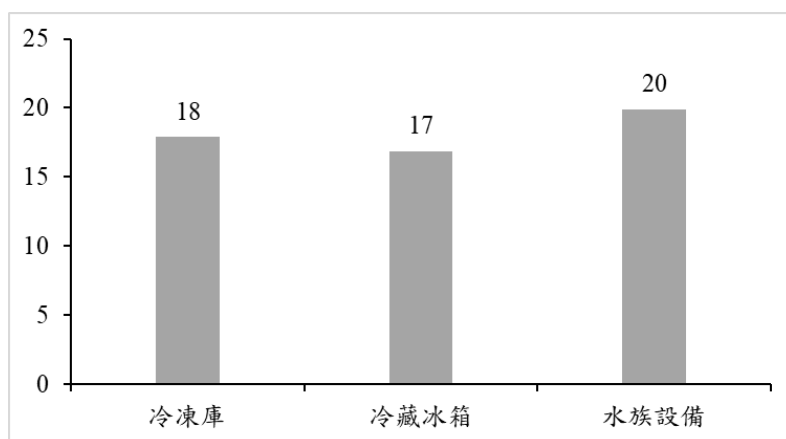


圖 106 販售者保存設備統計圖

表 42 販售者包裝設備統計

	選項	人次數	百分比(%)
包裝設備	封膜機	17	85%
	真空機	17	85%
	包裝機	15	75%
	裝盒機	12	60%

(資料來源：本研究整理)

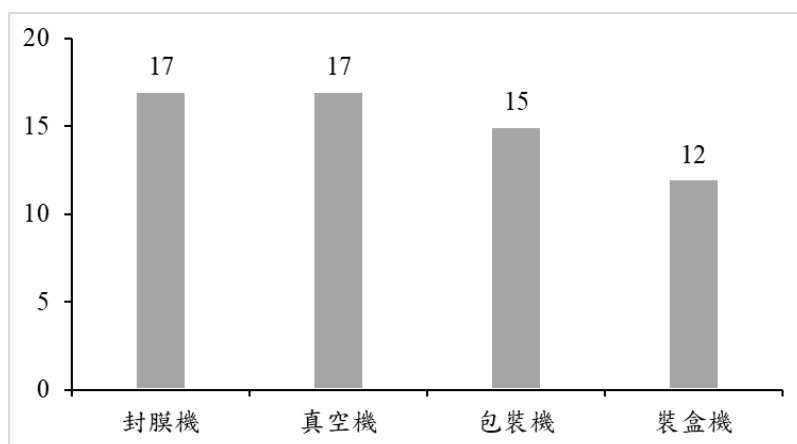


圖 107 販售者包裝設備統計圖

12. 保存設備成本分析

由調查結果可知(表 43)，馬糞海膽販售者購置保存設備中，以冷凍設備的成本最高，平均為 30 萬元(佔 58%)，其次為水族設備，平均為 14 萬元(佔 27%)，最後為冷藏設備，平均為 8 萬元(15%)。本項樣本分布情形如圖 108。

表 43 販售者保存設備成本統計

	選項	平均成本 (萬元)	百分比(%)
包裝設備成本 (萬元)	冷凍設備	30	58%
	水族設備	14	27%
	冷藏設備	8	15%

(資料來源：本研究整理)

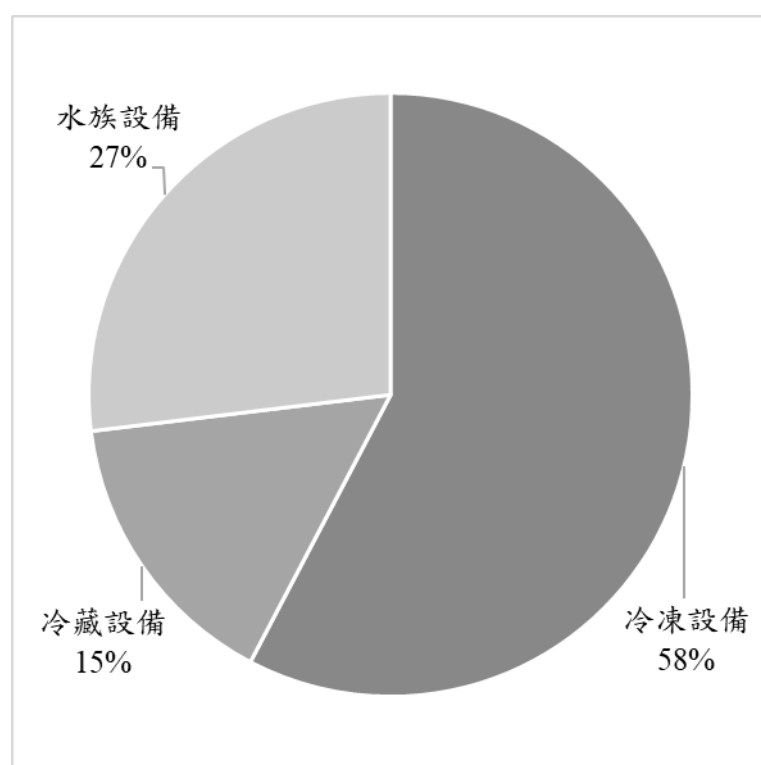


圖 108 販售者保存設備成本統計圖

五、潮間帶保育推廣活動暨成果發表會

此課程推廣活動與澎湖縣海洋教育資源中心合作，邀請其夥伴學校，藉由與海洋課程領域互相搭配，規劃以西嶼鄉—池東國小、白沙鄉—中屯國小、湖西鄉—隘門國小和馬公市—風櫃國小各辦理 1 場「澎湖保育物種大搜查」校園推廣課程，共 59 位學生參與，課程時間安排及授課年級和學生數如表 44，活動照片紀實如圖 109。

表 44 校園推廣課程行程表

上課日期	上課時間	授課學校	授課對象	人數
6 月 4 日(四)	8:00~8:40	風櫃國小	4~6 年級	16 位
	10:20~11:00	隘門國小	6 年級	18 位
	13:30~14:10	中屯國小	4~6 年級	15 位
6 月 5 日(五)	10:30~11:10	池東國小	4、6 年級	10 位



風櫃國小一與講師課程互動



風櫃國小一遊戲進行



隘門國小一樂於進行課外課程



隘門國小一討論物種特徵



中屯國小一校長鼓勵進行海洋課程



中屯國小一學生試用手機防水袋



池東國小一觀看宣導影片



池東國小一課程大合照

圖 109 校園推廣課程活動紀實

「澎湖保育物種大搜查」環境教育課程以國小第三學習階段（國小 5、6 年級）為主要授課對象，此階段的學生在第二學習階段（國小 3、4 年級）對生物的基本型態已有初步的認識，懂得觀察生物的特徵，也初步認識水中生物和水域環境的特殊性。因此，連接第三學習階段和在地學習的概念，國小 5 年級可以搭配「認識動物的章節」共同學習，辨認澎湖保育的貝類、海膽和海參；國小 6 年級可以搭配「生物與環境的章節」共同學習，了解目前保育物種與其棲地環境健康密切相關，各保育物種受保育的原因不同，而人類可做出什麼行動善待地球環境。課程進行方式為三大步驟：（一）引起動機、（二）發展活動及（三）綜合活動，各步驟上課內容說明如表 45。「澎湖保育物種大搜查」環境教育課程教案詳案如附件五。

表 45 校園推廣課程架構

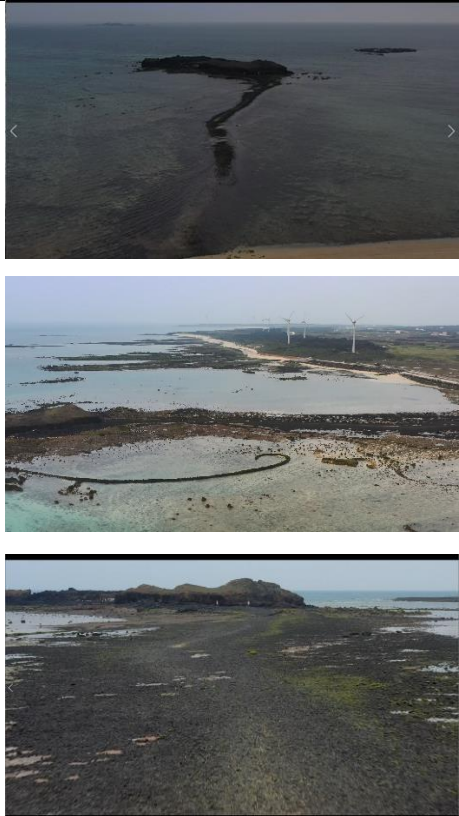
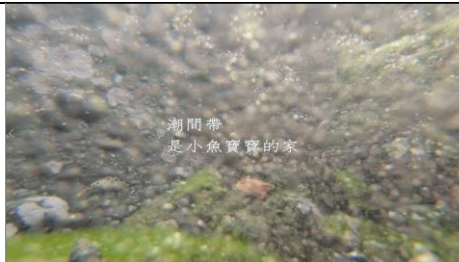
教學 流程	教學內容說明	照片
引起 動機	☑藉由問答的方式詢問學生日常生活與海洋的關係，建立起師、生之間的連結。 ☑利用所拍攝製作之宣導影片提供不同視角來理解海洋。並於影片後詢問學生看到了什麼。	
發展 活動	☑從影片內容衍伸學習，如認識澎湖的漁業資源、介紹各種漁業方法、帶領學生思考資源枯竭議題。 ☑設計「猜猜我是誰遊戲」，利用自然分類二分法的概念設計遊戲，藉由遊戲讓學生自發性的	

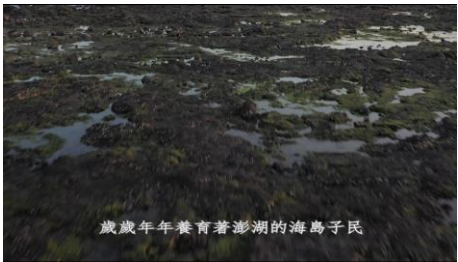
教學 流程	教學內容說明	照片
	觀察白棘三列海膽、山羊海菊蛤、黑石蜆、大白狐蛤、黑海參、糙刺參、蕩皮參、孔雀殼菜蛤和棘輻肛參，共 9 種生物特徵。	
綜合 活動	☒活動結束後詢問學生所觀察到的物種特徵，並一一介紹物種生態地位、生物生存危機、保育資訊等。 ☒邀請學生或老師利用課餘或課程時間進行潮間帶觀察，並提供手機防水袋做為手機的防護工具。	 

六、宣導短片拍攝企劃

依據拍攝架構設定，影片內容分為 4 個主要層次，以潮間帶畫面帶領觀眾進入潮間帶的世界，緊接著敘述潮間帶的功能和重要性，接下來告訴觀眾潮間帶面臨的威脅是什麼？最後引導觀眾思考政府、學術單位和個人可以採取什麼保育作為？實際影片畫面、字幕及表現意涵以表 46 呈現。

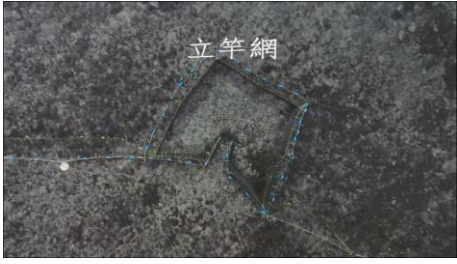
表 46 宣導影片成果說明表

影片畫面	字幕	表現意涵
	潮起・潮落-改變潮間帶的力量 或 潮起・潮落-潮間帶的危機與轉機	影片開場：以海浪拍打為潮汐變化的意向並呈現影片標題。
	潮間帶是漲潮時被海水淹沒，退潮時露出水面的地方，是海陸交接的地帶。 而澎湖潮間帶面積廣闊。 潮間帶是海洋的門戶 是我們親近的起點	簡要說明潮間帶的定義，連結人與潮間帶的關係。
	潮間帶是小魚寶寶的家 游向大海前他們在這裡安心長大	說明潮間帶是孕育生物幼生的場所。
	潮間帶是天然海岸的守護者 能減緩海浪對海岸線的侵蝕	說明潮間帶為海岸線的天然屏障。

影片畫面	字幕	表現意涵
 潮間帶為澎湖孕育了豐沛的大海  歲歲年年養育著澎湖的海島子民		
 	潮間帶為澎湖孕育豐沛的漁業資源	承接上段，有了潮間帶孕育小生命的能量，間接使澎湖成為漁業資源豐富的海域。
鎖港定置網  		

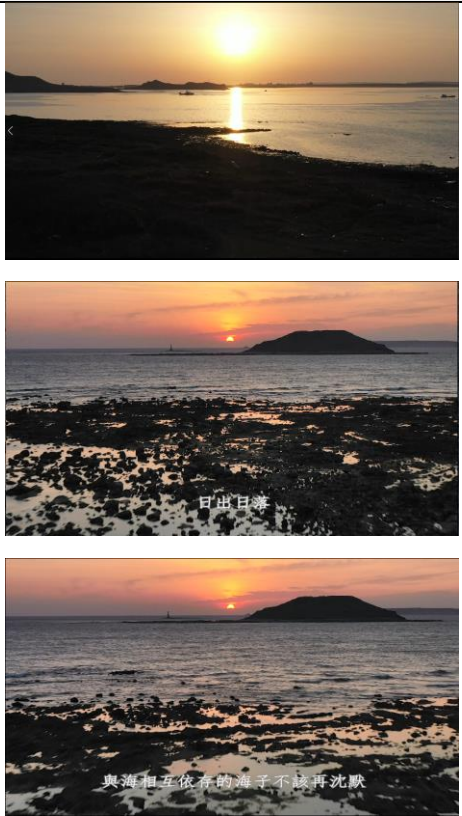
影片畫面	字幕	表現意涵
	與澎湖人的生活息息相關、密不可分	承接上段，漁業資源豐富也造就海鮮成為澎湖人不可或缺的蛋白質來源。
	更是澎湖重要的經濟來源之一	承接上段，漁業資源更使澎湖成為漁業大縣之一，成為人民重要的經濟活動之一。

影片畫面	字幕	表現意涵
    		
	潮間帶更是澎湖先民最早獲取食物的場所 很傳統地就地取材	承接上段，此段描述自古以來靠海吃海的人民，如何運用現地素材發明捕魚的方法。

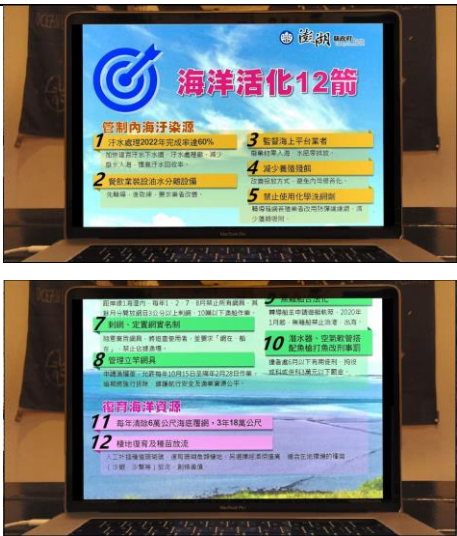
影片畫面	字幕	表現意涵
	蓋石滬	
	架蚵棚	
 	撐立竿網	
	自給自足 資源永續	
	隨著生活形態的改變 漁村、漁業的轉型	此段說明隨著時代的演進，生活形態的改變，潮間帶環境也受到變化。

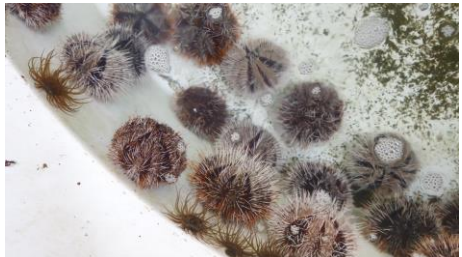
影片畫面	字幕	表現意涵
 然而商業捕撈快速崛起 傳統漁法卻逐漸消失  然而商業捕撈快速崛起 傳統漁法卻逐漸消失		
 然而商業捕撈快速崛起 傳統漁法卻逐漸消失  還有多少海子記得大海最親人的模樣	潮間帶環境面臨了各式各樣的威脅 主要可分為 天然棲地的破壞 人為活動的破壞	
 珊瑚碎屑堆積在潮間帶	珊瑚碎屑堆積在潮間帶 造成棲地消失	
 還有世界各地的海洋廢棄物	海洋廢棄物 造成環境的劣化	承接上段，舉例潮間帶環境受到自然因素影響和人為因素影響。

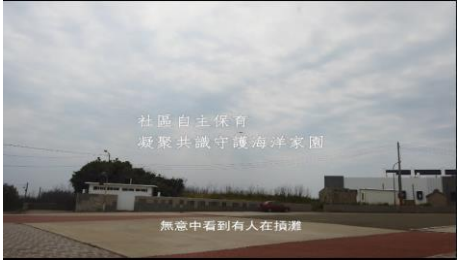
影片畫面	字幕	表現意涵
 	人為踩踏 影響生物的棲息環境	
		
	人口快速成長 造成大量民生污水	
 	海岸的開發利用 嚴重破壞潮間帶的環境	

影片畫面	字幕	表現意涵
	潮間帶環境與生物資源 永續利用 是我們正面臨的挑戰 我們如何透過學界、政府 與個人的力量 保護潮間帶	此段落說明面對威脅，單位、機關或個人如何發揮力量，為地球盡一份心力。 一、學術單位可藉由科學調查了解資源量 二、澎湖縣政府推動海洋活化 12 箭，積極面對現有海洋問題 三、個人可在日常生活中落實海洋友善的小行動。
	澎湖縣政府正透過科學調查 了解重要保育物種的生物資源量和成長情形	
	「我們等一下會沿著錨繩下潛 以錨繩為中心 往東西南北四個方向 各拉一條五十公尺的穿越線 在穿越線的兩側各兩公尺內 進行物種的調查」	

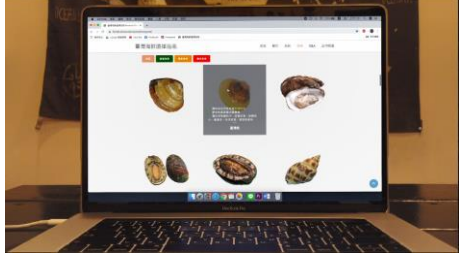
影片畫面	字幕	表現意涵
	白棘三列海膽	
	山羊海菊蛤	
 	孔雀殼菜蛤	
	蕩皮參	

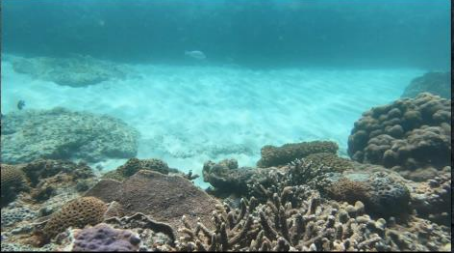
影片畫面	字幕	表現意涵
	採集樣本 帶回實驗室記錄樣本基本資訊 等待進一步分析和研究	
	澎湖縣政府積極推動海洋活化 12 箭	
	海洋活化 12 箭—棲地復育及種苗放流	
	澎湖縣水產種苗繁殖場	
	運用人為科學的力量	

影片畫面	字幕	表現意涵
 透過為育種和繁殖復育 提供環境重生的能量		
  	養殖海膽 復育種苗	
		
	養殖山羊海菊蛤	

影片畫面	字幕	表現意涵
 	養殖珊瑚	
	野外復育珊瑚棲地	
	提供澎湖海洋環境重生的能量	
 	提升個人海洋環境保護意識 建構社區自主保育（烏坎海域禁魚區） 凝聚共識守護海洋家園	

影片畫面	字幕	表現意涵
		
  	「有一次去海邊撿螺 無意中看到有人在損攤 把珊瑚敲的粉碎 看了很心疼」	
		
	每個人 都能對海洋做出友善的 選擇 使用具有環保標章之清 潔劑	

影片畫面	字幕	表現意涵
	使用海洋友善的防曬乳	
 	減少一次性使用餐具	
  	吃對的魚	

影片畫面	字幕	表現意涵
 愛護 所珍惜的一切   大海答應了我們  	愛護 所珍惜的一切 大海答應了我們 如果少一些傷害 生機蓬勃的海洋 會再回來	

陸、 討論與建議

一、澎湖重要保育物種資源調查結果之意涵

(一) 標的物種調查結果討論

1. 孔雀殼菜蛤

孔雀殼菜蛤廣泛分布於印度太平洋與澳洲，是潮間帶與淺亞潮帶（ $< 10\text{ m}$ ）常見的固著、濾食性經濟二枚貝。中國、香港、菲律賓等國家都有具經濟規模的採集與出口漁業。澎湖以前也有採集與販售，但是由於該貝類經常附著於堅硬的底質，例如珊瑚礁和岩石上，所以為了避免在採集時破壞珊瑚礁。這次的調查發現，絕大多數的孔雀殼菜蛤都聚生於澎南內海一帶，特別是南岸，從海軍軍港堤防以東沿著五德、井垵、嵵裡、青灣，一直到蛇頭山。澎南內海北岸可能因沈積物淤積較為嚴重，所以沒有調查到個體。這次調查發現，孔雀殼菜蛤的密度每平方公尺約在 379 ± 125 與 196 ± 72 。澎湖內海的族群密度與 1996 年印尼北蘇拉維西所做的調查研究結果（ 89 ± 115 , 165 ± 267 ）要來得顯著高很多（Ompi, 1996）。

2. 山羊海菊蛤

山羊海菊蛤主要產於澎湖海域。棲息於潮間帶至亞潮帶，最深至水深 20 公尺處，會以下殼附著於珊瑚礁或硬底質，如岩石，水下人工建築或其他二枚貝殼之表面。在水下其殼表面有很多附生生物，例如水螅蟲、苔蘚蟲與海綿，容易因受到覆蓋而不易辨認。從文獻及當地潛水員的訪談中得知，澎湖的大倉島港口西側曾經紀錄到大量的山羊海菊蛤，但是今年卻沒記錄到。澎南內海是目前山羊海菊蛤族群密度最高的地方，特別是嵵裡、青灣和五德一帶，幾乎在珊瑚礁底部或

縫隙中都可以尋獲。除此以外，在人工結構的棲地，例如海港沉箱與固定樁的表面非量化調查中，山羊海菊蛤族群密度最高的棲地。

3. 大白狐蛤

大白狐蛤通常附著在潮間帶和亞潮帶岩石，石頭底部或珊瑚底部的孔隙中。沒有附著物的個體可以藉由粉紅色和放射狀的外套膜觸手的擺動進行自由游泳運動。在這次的調查中，總共才記錄到 11 個個體，主要分布在澎南內海一帶及虎井港的西側有記錄到零星個體。關於大白狐蛤的生態研究相當稀少，所以我們無法比較族群密度的差異。由於該物種都隱藏在珊瑚的孔隙之中，在調查執行有難度，有可能族群數量會被低估。

4. 白棘三列海膽（馬糞海膽）

馬糞海膽是這次調查中，沒有被禁止捕獵的物種之一。研究團隊的調查時間剛好是在採捕季（七月一日）開放前。我們的結果顯示馬糞海膽的族群量相當的低，總調查面積 38,200 平方公尺中才記錄到 226 個體，數量最多的是在東海的無人島附近海域，可能是人煙罕至所以族群數量較多。除此以外，赤崁航道附近也是海膽密度較高的樣點，我們推測是因為進出的船隻頻繁，採集作業不易。雖然調查結果顯示馬糞海膽的數量不多，不過採捕季開始，市面上仍然有海膽的販售。根據與當地環保人士的訪談中了解，違規提前採捕的情形還是很有可能存在。團隊在執行調查中觀察到，望安周遭海域有密度極高的冠刺棘海膽（*Diadema setosum*）與喇叭毒棘海膽（*Toxopneustes pileolus*），這兩種海膽的生態角色和棲地選擇都與馬糞海膽相似，但是該樣點卻完全沒有記錄到馬糞海膽。這個現象值得進一步探討，是不同物種之間競爭的結果還是有其他人為因素的干擾可能需要再釐清。國外的長期研究發現，珊瑚礁馬糞海膽族群密度在兩年間可以從

稀有到大爆發 ($>1.3/\text{m}^2$)，也就是目前澎湖馬糞海膽密度 ($0.006/\text{m}^2$) 的兩百倍以上。這樣的密度除了藻類的生物量有顯著減少外，對珊瑚礁生態系及魚類數量是沒有影響的 (Valentine & Edgar, 2010)。

由於調查中發現的海膽數量太少，如果要用來進行海膽生殖週期的研究，會需要至少 30 個/月 $\times$ 12 個月的海膽數量。目前調查的海膽數量顯然不夠這方面的研究，所以研究團隊著眼在族群量的調查結果上。

5. 黑海參和蕩皮參

黑海參和蕩皮參是這次調查結果中數量最多的物種，密度最高的樣點在澎南沿岸的杭灣。海參的棲地選擇基本上和海膽迥異。海參喜歡在沙地上攝食沈積物中的有機物質，所以只要有沙地的底質，海參出現的頻度是很高的，例如在小池角和烏坎等樣點。有受採捕限制保護的黑海參和蕩皮參其族群密度分別是馬糞海膽的 10 倍和 6 倍，有顯著差異，顯示保育作為對於標的物種的族群量維持是有一定成效的。

6. 棘幅肛參與糙刺參

棘幅肛參與糙刺參的數量在這次的調查中極少。但 2017 年的南方四島底棲生物調查中尚發現不少棘幅肛參 (Huang & Wu, 2017)，然而今年調查團隊也有前往南方四島，仍舊沒有記錄到。於訪談中得知，七美當地居民有捕食棘幅肛參作為蛋白質來源的習慣。糙刺參為底食性，以吞食珊瑚沙中的有機質維生，屬於夜行性。白天會躲在死珊瑚或岩石底下，所以不易調查到，這可能是造成結果中糙刺參族群密度少的原因，有可能低估了該物種的族群量。

(二)分區物種組成討論

由分區物種組成來看，第 I 區的西嶼，北海岸與東海岸主要是蕩皮參分布最廣，其次是黑海參，東海則有較多的馬糞海膽。第 II 區的澎湖南方沿岸、內海與虎井嶼樣點則是多樣性最高，所有的重要標的物種在這個區域都有出現。第 III 區的望安、將軍、花嶼、貓嶼及草嶼一帶則是以蕩皮參和黑海參為主。第 IV 區的七美嶼周邊則主要是黑海參和蕩皮參。我們很少在一個棲地記錄到所有的標的物種，顯示這些物種在生態地位上與棲地選擇上有很大的差異。

各樣點測線的標的物種組成與數量的相似度分析結果發現，即使是同一樣點，其相似度也可能差異很大。所以微棲地才是影響這些物種分布棲息的主要原因。由於我們的調查方法是在同一個樣點進行四個不同方向的 50 公尺測線，所以調查範圍涵蓋該樣點約直徑一百公尺內，其底質種類可以從 100 % 沙泥底變化到 100% 珊瑚礁，例如蛇頭山樣點，也有整個珊瑚礁覆蓋率超過 100% 的七美東北樣點。這可能是造成不同樣點但是相似度高，或相同樣點相似度低的原因。

(三)建議

根據這次的調查結果與分析有以下幾點建議：

1. 二枚貝

二枚貝的保育物種如黑石蜆、大白狐蛤以及山羊海菊蛤都是以活珊瑚或死珊瑚作為附著底質，所以保護這些物種主要目的是避免在採集過程中破壞珊瑚礁，故不論這些標的物種的族群數量多或少，應該繼續維持禁止採捕和販售，且依目前的鑑種結果，澎湖海菊蛤科分類尚需更進一步的研究，因此建議維持禁捕。

2. 海參

本次資源量調查結果以黑海參和蕩皮參的數量最多，其族群密度高顯示現有的保育作為對於物種的族群量維持具有成效。然而，棘幅肛參與糙刺參的數量極少，可能原因為棘幅肛參仍是當地居民的食用海參且為夜行性生物，白天會躲在死珊瑚或岩石底下，增加調查的困難度。根據文獻可知，造成海參資源大量減少的主要原因為：1.捕撈容易且快速；2.資源量補充緩慢；3.棲地的退化與破壞。雖本次調查結果發現海參的族群數量大，但海參為底食性，在沙地上攝食沉積物中的有機物質維生，對海洋環境維護扮演重要角色。若在缺乏有效管理的情況下開放採捕，除了對海參資源量造成衝擊外，也可能會引起當地海洋環境與棲地的退化。因此，本研究建議在目前部份具食用價值的海參的資源量尚未明顯增加的情況下，仍應將黑海參、蕩皮參、棘幅肛參和糙刺參列為重要保育物種。

3. 白棘三列海膽（馬糞海膽）

此物種目前雖有規定和限制採捕時間和大小，但是沒有落實執法，導致族群密度連年遞減。本次調查發現在望安周遭海域發現與馬糞海膽生態角色和棲地選擇皆相近的冠刺棘海膽和喇叭毒棘海膽的大量族群，卻完全沒有記錄到馬糞海膽，推測可能是不同物種間的競爭或是其他人為因素的干擾。本研究在訪談過程中瞭解到，當地仍有居民會違規提前採捕馬糞海膽至較隱秘的場域置放，到開放採捕後才全部捕撈上岸進行販售。由於文獻發現珊瑚礁馬糞海膽族群密度在無人為干擾的情況下可在兩年間快速增加。因此，本研究建議主管機關能先以本次調查點中馬糞海膽族群密度較高之場域(如：白沙島、赤崁航道東西兩側)做為實驗地點，進行完全禁止捕撈馬糞海膽的兩年期的實驗性計畫，透過兩年期的完全禁止採捕讓資源量能恢復至滿足實驗設計的基本需求，以評估禁捕海域內的馬糞海膽資源量恢復情況和進

行澎湖馬糞海膽之生殖週期之研究，，方能確定澎湖馬糞海膽的產卵期和最適採捕體型等資料，以利後續管理方式之制定。

4. 山羊海菊蛤及孔雀殼菜蛤定性調查建議

對於本次實驗所採集的海菊蛤樣本，針對 COI 基因序列分析無法得出明確的結果，未來可以考慮採集更多海菊蛤樣本進行 DNA 分析，以及執行其 16S 基因之序列分析實驗，由基因資料庫中可搜尋到有關海菊蛤 16S 基因序列的資訊較多，因此希望藉由更多基因序列之比較及所製作出來的親緣關係樹，來獲得更明確的結果。

針對殼菜蛤方面，若要釐清是否為澎湖地區獨特的孔雀殼菜蛤族群，則需要有更多的樣本數以及採集澎湖以外之孔雀殼菜蛤樣本來分析，並收集更多資料庫中貽貝類相關資訊一同分析與比較，如果樣本數量足夠，分析結果的可信度就會比較高。

5. 生物族群的長期監測

重要標的物種的長期性監測有其必要性，調查內容應包含樣點的水文、水質、棲地環境變化、生物量及生物量與環境之關聯性。建議縣府能持續支持進行廣泛設置樣點，固定採樣頻率的長期監測計畫。

二、澎湖重要保育物種國際常見管理方式整理

摘要「伍、結果」澎湖重要保育物種國際常見管理方式，針對各物種(海膽、海參和貝類)國際管理方式分別以表格的方式統整如下：

(一)海膽

共整理 13 個國家海膽管理方式，歸納出 13 種管理手段。從表 47 可發現各國搭配其海膽漁業形式，採取多重管理方式，而較多國家使用的管理方式有禁漁期、漁獲體長限制、捕撈方法限制和捕撈許可證管理，而也有部分國家採取與權益關係人共同管理，也就是與資源使用者—漁民，共同訂定管理方式，作為資源量科學數據缺乏時之輔佐資料。

表 47 國際海膽常見管理方式整理表

	日本	美國	智利	紐西蘭	加拿大	巴貝多	墨西哥	聖露西亞	西班牙	南韓	菲律賓	中國	臺灣
漁獲品質限制	O												
關閉漁場			O			O		O					
禁漁期	O	O	O		O	O			O			O	O
禁漁區	O	O		O	O		O						
漁獲體長限制	O	O	O		O		O	O	O			O	O
捕撈方法限制	O	O		O	O	O			O	O			
特定漁業權管理	O						O						
捕撈許可證管理		O	O	O	O		O	O		O	O		

	日本	美國	智利	紐西蘭	加拿大	巴貝多	墨西哥	聖露西亞	西班牙	南韓	菲律賓	中國	臺灣
總允許捕撈量		O		O	O								
配額管理		O		O	O		O		O				
資源調查		O				O		O					
共同管理			O			O		O	O	O			
捕撈日誌回報					O		O						

(二)海參

共整理 9 個國家海參管理方式，歸納出 14 種管理手段，如表 48。

海參漁業的管理方式也是採取多重管理方式，因海參體長具變異性，較難有效管理，因此反而使用海參體重作為管理標準。馬達加斯加在管理措施尚未完全建立以前，採取關閉海參漁場政策，暫禁措施讓管理者有時間制訂管理計畫或評估資源量，為一種預防性管理方式。美國和坦尚尼亞皆是利用申請捕撈許可證、回報捕撈日誌和申請販賣許可證三步驟的管理方式，監控其漁獲量和交易量，有助於評估海參資源量和提高海參價格。菲律賓缺乏海參漁業管理措施，然因其有數量眾多的海洋保護區，反而維護了海參的資源和其產卵族群量。而日本的漁業權管理制度更是讓在地的漁業合作社靈活運用各種管理措施，達到海參漁業永續的目的。

表 48 國際海參常見管理方式整理表

	加拿大	密克羅 尼西亞	菲律賓	賽席爾 共和國	馬達加 斯加	澳洲	美國	坦尚 尼亞	日本
漁獲體長 限制	O								
漁獲體重 限制		O							O
配額管理	O	O				O			
捕撈方法 限制	O				O				
捕撈許可 證管理				O			O	O	
總允許捕 撈量	O			O		O			O
漁船限制				O					
捕撈日誌 回報							O	O	
販賣許可 管理							O	O	
禁漁期	O								O
關閉漁場					O				
海洋保護 區			O						
分區捕撈							O		
漁業權管 理									O

(三) 貝類

共整理 5 個國家海參管理方式，歸納出 12 種管理手段，如表 49。智利和西班牙採取最為積極的管理方針，同時使用各種管理工具。智利為南美洲中主要的貝類生產國，維持資源的永續性至關重要，主要關鍵是採取與漁民共同管理和運用專用漁業權，與資源使用方達成可被遵守且可行之管理規定。西班牙則是歷史幽久的貝類採集國且扮演社會經濟發展的重要角色，因此發展出一套可供資源永續使用的管理方式，其中較特別的是，貝類漁業有其專屬組織，採會員制的作業管理，要求所有貝類漁獲皆須在當地漁市場拍賣會中販售，建立起產銷制度，藉此串起生產者和販售者之產業鏈，讓資源的各使用者能共同協助解決貝類資源過度開發問題。

表 49 國際貝類常見管理方式整理表

	智利	丹麥	德國	荷蘭	西班牙
漁獲體長限制	O	O	O		O
配額管理	O				
捕撈方法限制	O				O
捕撈許可證管理					O
總允許捕撈量	O	O		O	O
漁獲拍賣					O
販賣許可管理					O
禁漁區	O	O	O	O	
禁漁期	O				O
海洋保護區	O		O		
共同管理	O				O
漁業權管理	O				O

三、白棘三列海膽價值鏈研究結果之管理意涵

(一) 白棘三列海膽漁業產業價值鏈的重要性

價值鏈可視為從產品的取得到市場販售的過程，目標是透過價值鏈環節上價值附加或價值創造來增加產品的價值，將淨收益最大化並提供所有利害關係人互利的環境。傳統上對漁業產業僅重視其產量與產值，而忽視其產業價值鏈所延伸之價值，容易造成對漁業產業價值之低估。在本研究調查中可得知白棘三列海膽產業雖屬於季節性且短期的採捕漁業，但其產業價值鏈甚廣，有批發零售服務業(主要為餐廳、網路電商、水產批發行、商店)、水產加工業(以家計型臨時工為主)、及後勤的支援產業(採捕設備、包裝設備、冷凍設備)，廣泛的產業價值鏈涵蓋一級、二級及三級產業(圖 73)。

由本次抽樣調查發現白棘三列海膽產量平均每位採捕者達 400 公斤，平均每公斤約可獲得 718 元。但因白棘三列海膽產業在開放採捕時期所有人皆可進行採捕，且缺乏完整的產量統計資料，對整體產業經營管理評估仍需建立完善的產銷資料。因此，未來白棘三列海膽漁業管理應首重建立產銷資料庫，以了解白棘三列海膽每年產量及產值等基本資料的變化，並根據此資料庫設定總可捕量(TAC)、配額制和每年採捕計畫(含前一個採捕期的評估、下一期的採捕量與銷售計畫和財務計畫等)分析產業競爭力(Ouréns *et al.*, 2015)。

(二) 白棘三列海膽漁業採捕與販售能力管理

根據訪談得知，澎湖白棘三列海膽採捕者族群大概可分 3 大類：觀光體驗、季節性採捕之居民、兼職採捕之漁民；而本次問卷調查結果顯示受訪者採捕白棘三列海膽的年資以 10 年內最多，佔 89%，且受訪者仍從事其他漁業者僅佔 1/3，顯示白棘三列海膽採捕者並非全為漁民身分。由於澎湖海膽漁業具有低技術性、低採捕裝備需求，也

未有採捕資格限制之漁業特色，即使是非漁業從業人員，仍可在開放期間進行採捕，且從採捕到販售皆為自由之商業行為，不需要申請任何作業許可證或有管理機制進行管理，導致白棘三列海膽漁業管理困難。因此，建議透過捕撈許可證制度，如：南韓、加拿大、紐西蘭、美國（緬因州、加州和奧俄勒岡）等，並透過捕撈許可證制度設置個人捕撈量、採捕工具、採捕天數、漁獲查報日誌登錄作業等限制，也可在白棘三列海膽資源量減少時，減少捕撈許可證的發放數量 (Andrews *et al.*, 2002；Johnson *et al.*, 2013; Botsford *et al.*, 2004)。

另依據 107 年公告之「白棘三列海膽（馬糞海膽）漁業資源管理有關限制事宜」公告事項第二條「每年 9 月 1 日至翌年 6 月 30 日禁止採捕、處理、販賣或持有白棘三列海膽（馬糞海膽）」，亦即在非開放期間，不應在市面上販售白棘三列海膽。然而，本研究訪談與問卷調查期間仍有白棘三列海膽販售受訪者以真空包裝和冷凍保存方式販售生食或熟食等級的商品。因此，除透過捕撈許可證的限制從採捕來源方式進行管理之外，利用販售許可證制度設定銷售限制，如：販售期間、販售數量、販售日誌登錄等限制，以達到白棘三列海膽銷售方管理之目的。

（三）共同運銷機制，掌握捕撈科學數據及保障漁民獲利

由研究訪談過程可知，澎湖白棘三列海膽屬於家計型漁業，採捕者將生殖腺取出並包裝後之成品以約 800 元/公斤的價格販售給經銷商與商店，且需負擔採捕與加工過程中的所有費用(油料費：44%、薪資費用：29%、運輸費用：16%、冰鹽費用：8%、包裝費用：3%)。透過實地訪談和問卷調查結果得知，經銷商的販售價格依產品等級(生食、熟食)區分，分別約在 1600 元/台斤和 1200 元/台斤。由於白棘三列海膽易於採捕且價值高，每當採捕期開放時往往吸引大量漁民

和民眾爭先下海採捕，且銷售方式皆為場外交易，缺乏最適生產量評估與供需平衡之運作，容易影響採捕者的銷售價格。

四、綜合建議

綜合資源評估結果、國外文獻作法及國內產業情況，以下針對海膽、海參和貝類提出綜合性資源利用管理建議。

(一)海膽

本研究結果發現海膽資源量偏低，且本研究在訪談過程中瞭解到，當地仍有居民會違規提前採捕馬糞海膽至較隱秘的場域置放，到開放採捕後才全部捕撈上岸進行販售之情況。從各國海膽漁業管理發現，當許多實施中的漁業管理措施(如：禁漁區、禁漁期和採捕工具限制)的管理效益不彰或科學數據不明確時，許多國家(巴貝多、聖露西亞、智利)開始採行由漁業管理機關和漁民組織共同合作建立共同管理制度，以保護當地的家計型海膽漁業(Pena *et al.*, 2010; Mahon *et al.*, 2003; Ouréns *et al.*, 2015; Moreno *et al.*, 2006)。共同運銷的方式是以社會經濟目標為主，讓資源使用者能主動成為資源管理的核心以確保資源永續使用，尤其當資源量缺乏科學評估資料時，可根據採捕計畫紀錄的產量資料和漁民經驗進行推估，並提出更多符合當地採捕現況的管理規定建議。

台灣櫻花蝦產業共同運銷機制係根據自律式資源管理策略建立，白帶魚共同運銷機制則已推出管理辦法草案，澎湖白棘三列海膽可透過當地漁會或成立產銷班的方式進行，以「掌握漁獲數據」和「增加漁民收益」為目標：

1. 掌握漁獲數據：澎湖白棘三列海膽缺乏長期卸魚量和產量紀錄，透過共同運銷機制蒐集採捕者卸魚紀錄簿或聲明書，有助於掌握漁獲

資料及從事科學研究，以利日後研擬白棘三列海膽資源管理措施並評估每年最適捕撈量之依據。

2. 增加漁民收益：由漁會或產銷班整合合法採捕者以共同運銷方式經營，可避免被從中剝削，也可由此機制調節供需，依國內銷售市場之需求量，設定每日總漁獲量，穩定市場行情，增加漁民收益。

另一方面，由於文獻發現珊瑚礁馬糞海膽族群密度在無人為干擾的情況下可快速增加，以墾丁後壁湖海洋資源保護示範區為例，全面禁捕後，至 2017 年馬糞海膽最高密度為 168 顆/10 m²，幾乎恢復到 1984 年最高密度為 170 顆/10 m²（陳瑞谷、劉培東，2017）。但考量到海膽漁業為澎湖之特色漁業，因此，本研究建議主管機關能先以本次調查點中馬糞海膽族群密度較高之場域(如：白沙島、赤崁航道東西兩側)做為實驗地點，進行完全禁止捕撈馬糞海膽的兩年期的實驗性計畫，透過兩年期的完全禁止採捕讓資源量能恢復至滿足海膽生殖實驗設計的基本需求，以評估禁捕海域內的馬糞海膽資源量恢復情況和進行澎湖馬糞海膽之生殖週期之研究，方能確定澎湖馬糞海膽的產卵期和最適採捕體型等資料，以利後續管理方式之制定。

(二)海參

海參之保育在生態有其重要意義。海參為底食性，在沙地上攝食沉積物中的有機物質維生，負責海洋淨化工作，對海洋環境維護扮演重要角色。此次調查結果僅黑海參和蕩皮參的數量較多，棘幅肛參與糙刺參的數量極少，在海參數量尚未全面恢復之前仍建議持續禁捕，且持續進行科學調查，了解其生活史或生殖週期，做為未來管理工具使用之科學數據。另一方面，海參與海膽一樣具有容易採捕的特性，未來當海參資源量恢復至可利用的水準時，應建立產銷制度搭配採捕或販售許可證之申請，掌握「掌握漁獲數據」和「增加漁民收益」為目標，

同時蒐集海參捕撈量和販售量數據，再輔以海參漁獲體重限制、捕撈能力控制、捕撈配額等管理方式，依上述數據分析結果，依時勢逐年調整管理策略。

(三) 貝類

今年度調查結果顯示黑石蜊、大白狐蛤以及山羊海菊蛤資源量不佳，而上述貝類受保育之原因是為保護珊瑚礁不遭受破壞，進而維持海洋生態環境棲地的健全。另一方面，澎湖山羊海菊蛤分類地位尚不明確，具有其調查和研究價值，因此，就上述兩層面之考量，建議黑石蜊、大白狐蛤以及山羊海菊蛤仍應維持禁採，且持續進行科學調查，了解其生活史或生殖週期，做為未來管理工具使用之科學數據。若未來資源量恢復至可利用的水準時，可優先開放附著在人工構造物的個體，如港口的堤防或基樁，在不用破壞珊瑚礁的狀況下可取得漁獲，另一方面也是協助清除港灣設施表面的附著生物，延長使用年限。然而，此作為必須有管理配套措施，如明定採集區域範圍、核發採集(捕)證、管制採捕努力量，以及管考檢核機制等方式。

柒、 執行效益

一、質化效益

- 確認澎湖重要保育物種現有資源量。
- 提升白棘三列海膽產業競爭力與產業結構優化
- 以教育推廣活動型式，喚起在地學生與居民重視海洋保育意識，更能提升國人對於澎湖縣永續海洋的認同。
- 研擬重要保育物種永續經營管理策略，供澎湖縣政府卓參。

二、量化效益

績效指標	單位	目標值	達成值
澎湖重要保育物種現有資源調查	式	1	1
國際相關管理方法回顧	式	1	1
白棘三列海膽產業價值鏈分析	式	1	1
辦理教育推廣活動暨成果發表會	場	1	4
保育物種現場調查宣導影片	部	1	1
澎湖縣重要保育物種永續經營管理策略研擬	式	1	1

捌、參考文獻

- 李國添(2017)。澎湖海洋生態復育與栽培漁業展望。國土及公共治理學刊，5(2): 40—49。
- 蔡萬生(2002)。21 世紀澎湖漁業發展芻議—回顧與前瞻。澎湖研究第一屆學術研討會論文輯。102—115 頁。
- 澎湖縣政府主計處。2018 年 8 月。
<https://ebas1.ebas.gov.tw/pxweb2007P/Dialog/statfile9Y.asp?strCC=16>
- 澎湖縣政府全球資訊網。2018 年 8 月。
<https://www.penghu.gov.tw/ch/home.jsp?id=10008>
- 方力行(1989)。珊瑚學。台北：教育部聯合出版委員會。
- 邵廣昭(2017)。潮間帶的生態系及魚類。海洋講堂系列專書 106 年:邵老師的海洋講堂。台北：行政院農委會漁業署。pp. 28—31。
- 李宗翰、李美慧。2012。遊客踩踏行為對岩岸潮間帶附著生物的影響。戶外遊憩研究，25(1): 1—24。
- 陳瑞谷、劉培東。2017。2010-2017 後壁湖海洋資源保護示範區白棘三列海膽與喇叭毒棘海膽調查報告。台灣生物多樣性研究(TW J. of Biodivers.)，19(4): 271-281。
- 澎湖縣政府農漁局。2018。第 107—2 號 澎湖縣農漁業趨勢及未來重點發展。
<https://www.penghu.gov.tw/farm/home.jsp?id=152&act=view&dataserno=201808300001>。
- Alló, M. and Loureiro, M.L. (2017). The role of social norms on conservation programmes in shellfish fisheries. Marine Policy, 84: 134-141.
- Andrew, N. L., Agatsuma, Y., Ballesteros, E., Bazhin, A. G., Creaser, E. P., Barnes, D. K. A., Botsford, L. W., Bradbury, A., Campbell, A., Dixon, J.

- D., Einarsson, S., Gerring, P., Bebert, K., Hunter, M., Hur, S. B., Johnson, C. R., Juinio – Menez, M. A., Kalvass, P., Miller, R. J., Moreno, C. A., Palleiro, J. S., Rivas, D., Robinson, S. M. L., Schroeter, S. C., Steneck, R. S., Vadas, R. L., Woodby, D. A. and Xiaoqi, Z. (2002). Status and management of world sea urchin fisheries. *Oceanographic Marine Biology Annual Review*, 40: 343 – 425.
- Aumeeruddy, R. and Conand, C. (2008). Seychelles: a hotspot of sea cucumber fisheries in Africa and Indian Ocean 207 – 221. In: Toral – Granda, V.; Lovatelli, A.; Vasconcellos, M. (eds) *Sea cucumbers. A global review on fishery and trade*. FAO Fisheries Technical Paper. No 516. Rome: FAO. pp. 207–221.
- Bell, J. D., Purcell, S. W. and Nash, W. J. (2008). Restoring small – scale fisheries for tropical sea cucumbers. *Ocean and Coastal Management*, 51: 589 – 593.
- Botsford, L.W., Campbell, A. and Miller, R. (2004). Biological reference points in the management of North American sea urchin fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(8): 1325-1337.
- Bruckner, A. W. (2005). The recent status of sea cucumber fisheries in the continental United States of America. *SPC Beche – de – mer Information Bulletin*, 22: 39 – 46.
- Bruckner, A.W. (2006). Management and conservation strategies and practices for sea cucumbers. In: A.W. Bruckner (ed.) *Proceedings of the CITES workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuriidae and Stichopodidae*. NOAA Technical Memorandum NMFS – OPR – 34, USA. pp. 74 – 103.
- Bruckner, A.W., Johnson, K. A. and Field, J. D. (2003). Conservation strategies for sea cucumbers: can a CITES Appendix II listing promote sustainable international trade? *SPC Beche – de – Mer Information Bulletin*, 18: 24 – 33.

- Burton, C.A., MacMillan, J.T., and Learmouth, M.M. (2001). Shellfish ranching in the UK. *Hydrobiologia*, 465: 1 – 5.
- Byrne, M., Sewell, M.A. & Prowse, T.a.A. (2008). Nutritional ecology of sea urchin larvae: influence of endogenous and exogenous nutrition on echinopluteal growth and phenotypic plasticity in *Tripneustes gratilla*. *Functional Ecology* 22: 643 – 648. doi: 10.1111/j.1365 – 2435.2008.01427.x.
- Carranza, A., Defeo, O., Beck, M., and Castilla, J.C. (2009). Linking fisheries management and conservation in bioengineering species: the case of South American mussels (*Mytilidae*). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 19: 349 – 366.
- Castilla, J.C. and Defeo, O. (2001). Latin American benthic shellfisheries: emphasis on co–management and experimental practices. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11: 1 – 30.
- Castilla, J.C., and Defeo, O. (2001). South American benthic shellfisheries: emphasis on co–management and experimental practices. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11: 1 – 30.
- Choo, P. (2008). Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Asia. In: *Sea Cucumbers: A Global Review of Fisheries and Trade*. Fisheries and Aquaculture Technical Paper 516. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 81 – 118.
- Choo, P.S. (2008). Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Asia. In: Toral–Granda V., Lovatelli A., Vasconcellos M. (eds). *Sea cucumbers: a global review on fisheries and trade*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 516. Rome: FAO. pp. 88 – 118.
- Conand, C. (2004). Present status of world sea cucumber resources and utilization: an international overview. In: A. Lovatelli, C. Conand, S. W. Purcell, S. Uthicke, J.F. Hamel and A. Mercier (Eds), *Advance in Sea*

Cucumber Aquaculture and Management, FAO Fisheries Technical Paper 463. Food and Aquaculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Conand, C. (2008). Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Africa and the Indian Ocean. In V. Toral-Granda, A. Lovatelli and M. Vasconcellos (eds). Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 516. Rome, FAO. pp. 143–193.

Conand, C. (2008). Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in the Indian Ocean. In: Toral — Granda V., Lovatelli A., Vasconcellos, M. (eds). Sea cucumbers: a global review on fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 516. Rome: FAO. pp. 153 — 205.

Defeo, O. and Castilla, J.C. (2005). More than on bag for the world fishery crisis and keys for co — management successes in selected artisanal Latin American shellfisheries. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 15: 265 — 283.

Defeo, O., and Castilla, J.C. (2005). More than one bag for the world fishery crisis and key for comanagemnet successes in selected srtisanal Latin American shellfisheries. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 15: 265 — 283.

DNeasy® Blood & Tissue Handbook. QIAGEN, 2006.

<http://www.bea.ki.se/documents/EN — DNeasy%20handbook.pdf>

FAO (2008). Sea cucumbers: A global review of fisheries and trade. Technical Report 516, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

FAO. (1995). Code of conduct for responsible fisheries. FAO: Rome.

FAO. (2003). Fisheries management. 2. The ecosystem approach to fisheries. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 4. FAO: Rome. 112p.

- FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 516. Rome, FAO. pp. 7–55.
- Frangoudes, K., Marugan—Pintos, B. and Pascual—Fernandez, J.J. (2019). From open access to co—governance and conservation: The case of women shellfish collectors in Galicai (Spain). *Marine Policy*, 32: 223—232.
- Hamel, J.F. and Mercier, A. (2008). Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in temperate areas of the Northern Hemisphere. In: Toral—Granda V., Lovatelli A., Vasconcellos M. (eds) *Sea cucumbers: a global review on fisheries and trade*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 516. Rome: FAO. pp. 257—292.
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science*, 162: 1243—1248.
- Hickman, C. P., Roberts, L. S., Larson, A., I’Anson, H. and Eisenhour, D. J. (2006). *Integrated principles of zoology*, 13th Edn. McGraw—Hill: New York.
- Hilborn, R. 2004. Ecosystem—based fisheries management: the carrot or the stick *Marine Ecology Progress Series*, 274: 275—278.
- Hilborn, R., Parrish, J.K. and Litle, K. (2005). Fishing rights or fishing wrongs? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15: 191—199.
- Hilborn, R., Stokes, K., Maguire, J. J., Smith, T., Botsford, L. W., Mangel, M., Orensanz, J., Parma, A., Rice, J., Bell, J., Cochrane, K. L., Garcia, S., Hall, S. J., Kirkwood, G. P., Sainsbury, K., Stefansson, G. and Walters, C. (2004). When can marine reserves improve fisheries management? *Ocean & Coastal Management*, 47: 197—205.
- Hsieh, H.J., Chen, K.—S., Lin, Y.I., Huang, Y.A., Baird, A.H., Tsai, W.—S., Su, W.—C. & Chen, C.A. (2011). Establishment of a No—take Area (NTA) could not guarantee the preservation of coral communities in Chinwan Inner Bay, Penghu, Taiwan. *Zoological Studies* 50: 443—453.

- Huang YM, Wu Y-C (2017) The Benthos of The South Penghu National Park: Macroalgae and Invertebrates. Marine National Park Headquarters, Kaohsiung, Taiwan
- James, P., Noble, C., Hannon, C., Stefánsson, G., Þórarinsdóttir, G., Sloane, R., Ziemer, N. and Lochead, J. (2016). Sea urchin fisheries, management and policy review. Royal Greenland, Fisheries and Oceans Canada.
- Johnson, T.R., Wilson, J.A., Cleaver, C., Morehead, G. and Vadas, R. (2013). Modeling fine scale urchin and kelp dynamics: implications for management of the Maine sea urchin fishery. *Fisheries Research*, 141: 107-117.
- Jones, C.G., Lawton, J.H. and Shachak, M. (1994). Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69: 373 – 386.
- Kelleher, G. (1999). Guidelines for Marine Protected Areas. IUCN: Gland, Switzerland and Cambridge.
- Kinch, J., James, M., Thomas, E., Lauhi, P. and R. Gabiobu. (2007). Socio – economic Assessment of the Beche – de – Mer Fisheries in the Western, Central and Manus Provinces, Papua New Guinea. National Fisheries Authority. 132 pp.
- Kinch, J., Purcell, S., Uthicke, S. and Friedman, K. (2008). Papua New Guinea: a hot spot of sea cucumber fisheries in the Western Pacific. In: Toral – Granda V., Lovatelli A., Vasconcellos M. (eds). *Sea cucumbers: a global review on fisheries and trade*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 516. Rome: FAO. pp. 57 – 77.
- Kumara, P. B. T. P., Cumarathunga, P. R. T. and Linden, O. (2005). Present status of the sea cucumber fishery in Southern Sri Lanka: A resource depleted industry. *SPC Beche – de – mer Information Bulletin*, 22: 24 – 29.

- Lasiak, T.A., Dye, A.H. (1989). The ecology of the brown mussel *Perna perna* in Transkei: implications for the management of a traditional food resource. *Biological Conservation*, 47: 245 – 257.
- Mahon, R., Almerigi, S., McConney, P., Parker, C. and Brewster, L. 2003. Participatory methodology used for sea urchin co-management in Barbados. *Ocean and Coastal Management*, 46: 1-25.
- Marques – Silva, N.S., Beasley, C.R., Paiva Gomes, C., Lima Gardunho, D.C., Tagliaro, C.H., Schories, D., and Mehlig, U. (2006). Settlement dynamics of the encrusting epibenthic macrofauna in two creeks of the Caete mangrove estuary (North Brazil). *Wetlands Ecology and Management*, 14: 67 – 78.
- Miller, R. J. and Nolan, S. C. (2000). Management of the Nova Scotia sea urchin fishery: a nearly successful habitat based management regime. Invertebrate Fisheries Division: Dartmouth.
- Moreno, C. A., Barahona, N., Molinet, C., Orensanz, L., Parma, A. M. and Zuleta, A. (2006). From crisis to institutional sustainability in the Chilean sea urchin fishery. *Fisheries Management: Progress Towards Sustainability*, pp. 43 – 67.
- Morsan, E.M. (2003). Spatial analysis and abundance estimation of the southernmost population of purple clam *Amiantis purpurata* in Patagonia (Argentina). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83: 1073 – 1082.
- Morton, B. (1995). The population dynamics and reproductive cycle of *Septifer virgatus* (Bivalvia: Mytilidae) on an exposed rocky shore in Hong Kong. *Journal of Zoology* 235: 485 – 500.
- Norling, P. and Kautsky, N. (2007). Structural and functional effects of *Mytilus edulis* on diversity of associated species and ecosystem functioning. *Marine Ecology Progress Series*, 351: 163 – 175.

- O. Folmer, M. Black, W. Hoeh, R. Lutz, and R. Vrijenhoek. (1994). DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3(5): 294 – 299.
- Oliveira, A.M., and Kjerfve, B. (1993). Environmental responses of a tropical coastal lagoon system to hydrological variability: Mundau – Manguaba, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 37: 575 – 591.
- Ompi M (1996) Ecology of the intertidal box mussel *Septifer bilocularis* L., north Sulawesi, Indonesia. *Phuket Marine Biological Center Special Publication* 16:249-256.
- Ouréns, R. Naya, I. and Freire, J. (2015). Mismatch between biological, exploitation, and governance scales and ineffective management of sea urchin (*Paracentrotus lividus*) fisheries in Galicia. *Marine Policy*, 51: 13-20.
- Parma, A.M., Hilborn, R. and Orensanz, J.M. (2006). The good, the bad and the ugly: learning from experience to achieve sustainable fisheries. *Bulletin of Marine Science*, 78: 411 – 428.
- Pauly, D. (2008). Global fisheries: a brief review. *Journal of Biological Research*, 9: 3 – 9.
- Pawson, D. L. (2007). Phylum Echinodermata. In: Z. Q. Zhang and W. Shear (Eds), *Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy*, volume 1668 of *Zootaxa*. Magnolia Press, Auckland, New Zealand, pp. 749 – 764.
- Pena, M., Oxenford, H.A. Parker, C. and Johnson, A. (2010). Biology and fishery management of the white sea urchin, *Tripneustes ventricosus*, in the eastern Caribbean. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Porter, M. (1985). The value chain and competitive advantage, *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press, pp.33–61.
- Purcell, S.W. (2010). Managing sea cucumber fisheries with an ecosystem approach. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 520. Rome: FAO.
- Rahman, M. A., Yusoff, F. Md. And Arshad, A. (2015). Sea cucumber fisheries: Global status, culture, management and extinction risks. *Internaional Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences*, 3: 344–348.
- Rius, M., and Cabral, H. (2004). Human harvesting of *Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819, on the central coast of Portugal. *Scientia Marina*, 68: 545–551.
- Sale, P. F., Cowen, R. K, Danilowicz, B. S., Jones, G. P., Kritzer, J. P., Lindeman, K. C., Planes, S., Polunin, N. V. C., Russ, G. R., Sadovy, Y. J. and Steneck, R. S. (2005). Critical science gaps impede use of no – take fishery reserves. *Trends in Ecology and Evolution*, 20: 74 – 80.
- Schroeter, S. C., Reed, D. C, Kushner, D. J., Estes, J. A. and Ono, D. S. (2001). The use of marine reserves in evaluating the dive fishery for the warty sea cucumber (*Parastichopus parvimensis*) in California, U.S.A. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58: 1773 – 1781.
- Schumann, S. (2010). Atenuous triumvirate: The role of independent biologists in Chile’s co – management regime for shellfish. *Marine Policy*, 34: 133 – 138.
- Shulkin, V.M. & Kavun, V.Y. 2018. The concentrations of trace metals in the soft tissues of the Mytilid mollusk *Septifer bilocularia* (Linnaeus, 1758) as a possible indicator of water quality at coastal coral reefs of Vietnam. *Russian Journal of Marine Biology* 44: 75 – 83.

- Toral — Granda, V. (2008). Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Central and South America. In: Toral — Granda V., Lovatelli A., Vasconcellos M. (eds) Sea cucumbers: a global review on fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 516. Rome: FAO. pp. 213 — 229.
- Toro, J.E., Alcapan, A.C., Ojeda, J.A., and Vergara, A.M. (2004). Response to genetic selection for growth rate in juveniles of *Ostrea chilensis* Philippi (Bivalvia: Ostreidae), Maintained under laboratory conditions. *Revista de Biología Marina Y Oceanografía*, 39(2): 53 — 59.
- Thomas, J. and Nygard, J. (2007). The importance of habitat created by molluscan shellfish to managed species along the Atlantic coast of the United States. Washington, D.C., Atlantic States Marine Fisheries Commission.
- Uthicke, S. and Benzie, J. A. H. (2002). A genetic fingerprint recapture technique for measuring growth in “unmarkable” invertebrates: negative growth in commercially fished holothurians (*Holothuria nobilis*). *Marine Ecology Progress Series*, 241: 221 — 226.
- Uthicke, S., Welch, D. and Benzie, J.A.H. (2004). Slow growth and lack of recovery in overfished holothurians on the Great Barrier Reef: evidence from DNA fingerprints and repeated large — scale surveys. *Conservation Biology*, 18: 1395 — 1404.
- Valentine JP, Edgar GJ (2010) Impacts of a population outbreak of the urchin *Triplaneustes gratilla* amongst Lord Howe Island coral communities. *Coral Reefs* 29:399-410.
- Wilson, B.R. & Hodgkin, E.P. (1967). A comparative account of the reproductive cycles of five species of marine mussels (Bivalvia: Mytilidae) in the vicinity of Fremantle, Western Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 18: 175 — 203.

Wolff, W.J. (2005). The exploitation of living resources in the Dutch Wadden Sea: a historical overview. *Helgoland Marine Research*, 59: 31 – 38.

附件一、審查意見回覆

(一) 評選審查意見回覆

審查時間：2019 年 7 月 31 日

議約補充意見	團隊回覆	頁碼
1. 請於工作計畫書中細分不同物種之調查位置，如珊瑚礁貝類於內海海域(前寮、鐵線、五德等)、海參(後寮、赤崁等)、馬糞海膽(七美、小門、烏崁、赤崁等)	依照委員建議，將依第一次作業狀況視調查結果調整不同物種的調查區域。	p.13
2. 依審查委員意見，整體計畫請著重於分析馬糞海膽於本縣之分布量，及可能之管理措施，如以輪區採捕，以何種區分方式為宜。	本計畫團隊全力配合辦理。	p.21
3. 請補充分析馬糞海膽生殖腺成熟與水溫之關係，現行開放採捕之月份(每年 7 月 1 日至 8 月 31 日)是否有調整必要，或其他管理措施之建議。	由於調查發現的海膽數量太少，如要進行海膽生殖週期研究其所需樣本數量會大於實際調查到之數量，因此本次研究團隊著眼在族群量的調查。	p.21
4. 請於工作計畫書補充馬糞海膽價值產業鏈問卷之內容與形式	請參照「白棘三列海膽產業價值鏈分析」之敘述	p.22 附件二
5. 依審查委員意見，禁採珊瑚礁貝類係因採捕行為會造成珊瑚礁棲地破壞，故於調查過程中如有發現其他內棲息性貝類，或採捕行為明顯會影響珊瑚礁之貝類亦可提出禁採或其他管理建議	本計畫團隊全力配合辦理。	—
6. 查近年「山羊海菊蛤」之文獻似有「同種異名」之情形，請協助鑑定本縣之「山羊海菊蛤」	樣本保存後會委請嘉義大學邱郁文博士協助，以外部型態以及分子生物學(DNA 定序)證據對澎湖和台	p.73

議約補充意見	團隊回覆	頁碼
與台灣本島(或其他地區)之「山羊海菊蛤」是否為同種(定性調查)	灣所採集到之山羊海菊蛤個體進行分析，鑑定是否為同種。結果請參照「澎湖重要保育物種現有資源調查結果」。	
7. 請補充分析目前禁捕之三種海參若開放採捕，是否有其市場價值，另調查海參資源量過程中，如有生物量過低之種類也可提出禁捕建議(如棘輻肛參)	相關建議請參考「陸、討論與建議」。	p.163

(二) 期中報告審查意見回覆

審查時間：108 年 12 月 12 日

委員建議事項	團隊回覆	頁碼
蔡萬生委員		
1. 本案委託本縣 3 種重點之保育對象調查，其實皆有不同禁採及合理利用之保育理由：海膽(永續利用)、海參(生態標矢)、二枚貝(家庭生計)，因此請廠商務必針對保育特性及合約內容之規範，研擬不同合宜之保育手段及作法。	謝謝委員建議，謹遵辦理。	p.175
2. 由期中報告具體作法之陳述，本人認為貴團隊目前對計畫之認知與委託機關之期許顯有落差，希能儘速洽計畫主辦及專家探究其詳，方能事半功倍。	謝謝委員建議，計畫執行團隊會在近期約訪洪國雄老師詢問主要保育物種分布豐富度較高的區域並開始進行調查工作。	—
3. 本縣海膽課題的論述，目前仍存在很多的盲點與討論，例如年產量多少？產在哪裡？銷在哪裡？海膽的產卵期？目前開放採收的時間點對不對？國內、外那些管理的手法與措施可以被採行… 其實都需要廠商努力爬梳以解其名，否則如何研議經營管理計畫？	管理策略建議除了參考國外經驗外，也會實質考量國內物種的生態狀況、海膽產業的實際情況和利益相關者之建議，針對現行管理方式與措施不足之處，提供建議和擬定符合需求的管理策略。請參照「陸、討論與建議」。	p.175
4. 澎湖海參種類，可食用價值都不高(除了糙刺參外)，管制採集基本上是基于其生態之位階而保育之，故應回歸生態面，因此如 Focus 於其食用論述，應非本案之要求與目標。	本計畫案海參種類之調查目的為了解其資源量，而其管理文獻回顧是藉由此計畫盤點各國對其管理策略作法。然而，回到此計畫履約標的是針對白棘三列海膽規劃其管理策略建議，其結果請參照「陸、討論與建議」。	p.175
5. 本案宣導短片拍攝橋段之敘述，本人認為缺乏主軸線及深意，究竟拍攝此片何為？你想告訴別人甚麼才	謝謝委員指教，將朝此方向構思影片故事腳本並多方採納相關建議，詳細宣導影片拍攝腳本請參考附件三。	p.212

委員建議事項	團隊回覆	頁碼
能捎到癢處?啟程轉折皆應前後對應，因時間很短，如能感動自己也能撼動別人，故宜請多思維論之。		
林澤民委員		
1. 錯漏字請併期末報告重新瀏覽修正。	已修正。	—
2. 調查海域請增列位置圖(P5、P9)。	已修正。	p.17
3. 經緯度錦標是到度，應標示到分“”，請修正(P9、P20)	已修正。	p.14
4. 平方要移至右上角如 m^2 (P11)、 D^2 、 cm^3 (P13)，請修正	已修正。	—
5. 已調查地點之保育物種很少，請加強辦理(P20~28)	經過先期普查發現目標物種大多棲息於潮下帶，因此本次計畫調查地點安排以潮下帶潛水調查為主，且盡量擴大調查區域，期能了解目標物種的分布現況。	p.14
6. 國際管理方式，因各國地理環境與本縣不同，採捕方式及管理方式亦不盡相同，請依照本縣特性訂定可行管理方式，如最小體長限制、禁漁期、特定(專用)漁業權、捕撈許可證、配額管理、禁止輸出本縣等	管理策略建議除了參考國外經驗外，也會實質考量國內物種的生態狀況、海膽產業的實際情況和利益相關者之建議，針對現行管理方式與措施不足之處，提供建議和擬定符合需求的管理策略，結果請參考「陸、討論與建議」。	p.175
7. 販售管道，如有在魚市場或傳統市場販售，請增列(P50、P51、P73)	謝謝委員提醒，將透過實際調查確認，其結果請參考「白棘三列海膽產業價值鏈分析結果」。	p.109
8. 宣導短片內澎湖潮間帶大景，請將豐富的潮間帶生態生物拍攝入鏡，再導入因過漁造成之稀少保育物種(P52)	將參考委員意見構思拍攝場景和畫面，詳細宣導影片拍攝腳本請參考附件三。	p.212
丁得祿委員		

委員建議事項	團隊回覆	頁碼
1. 計畫標題為「澎湖重要物種保育與經營計畫」，物種包含陸域及海洋，是否改為「澎湖重要漁業物種保育與經營計畫」	遵照業務單位指示辦理。	—
2. p.8「定性」及「定量」2部分，應為兩部分。	已修正	—
3. p.15 表 5 說明:…並「夠」…，應為「透」。	已修正	—
4. p.16 小隊輔為口語敘述，文字敘述應為小隊輔導員較為通順	已修正	—
5. p.48..可能產銷模式如圖 16，對應圖 16 說明應改為海膽漁業之商業流程如圖 16 較能呼應	已修正	p.132
業務單位建議		
1. 澎湖重要保育物種現有資源調查結果，調查地點之底質組合狀況，調查方式未於潮間帶之調查不同的底質中各設置 3 條 50m 垂直海岸線之穿越線，於測線上之高、中、低潮線各取一個面積 1 平方公尺之方框範圍，進行生物調查並拍照紀錄。	潮間帶的物種主要是孔雀殼菜蛤，其餘物種沒有發現。由於孔雀殼菜蛤的分布有群聚性 (Cluster)，不是均勻分布。所以調查的方法如果用逢機穿越線來調查，可能會有偏差(bias)。所以潮間帶的部分會針對有出現的區域做調查，詳細具體作法請參考「澎湖重要保育物種現有資源調查」。	p.13
2. 結果與討論一、於 2019 年 8 月公告黑石蜆…；2010 年公告…請統一用民國(108 年)表示公告時間	已修正	—
3. p.19 第一段棘皮動物方面…盪皮參；禁止黑海參，盪皮參；p.24 在入海…發現盪皮參及圖 1 說明請修正盪皮參	已修正	—
4. 附件二、問卷婚姻狀況等問題無關海膽調查及海膽處理、保存方式，建議刪除，另有關包裝費、運輸費用等建議用選項方式，供民眾勾	考量此問卷未來可作為海膽漁業漁家經濟面向調查之基礎或參考，且此問卷為質性訪談使用，由訪談者撰寫，因此將會參考委員意見再行做適	—

委員建議事項	團隊回覆	頁碼
選，減少填寫問卷時間，增加填問卷意願。	宜的調整。	
5. 針對調查物種，於期末報告時呈現該物種出現之海域，以明確物種存在海域地點。	請參照「澎湖重要保育物種現有資源調查結果」	p.30
6. 請於 109 年 3 月 31 日前函送目前調查地點、情形相關紀錄、影片拍攝腳本等與機關探討是否合宜。	遵照辦理。	—
7. 建議於期末報告前頁先檢附自評表(包含期中期末進度、達成率表等)	請參考計畫檢核表。	p.1
8. 期末報告應加以提供能做為具體政策之管理建議	請參考「陸、討論與建議」	p.163

(三) 第一次影片審查意見回覆

審查時間：109 年 7 月 6 日

委員建議事項	團隊回覆	頁碼
蔡萬生委員		
1. 本案宣導短片缺乏主軸線及深意，雖腳本架構不錯，但影片呈現與內容有所出入，以下列舉： (1) 主軸是潮間帶，影片呈現大多為亞潮帶區，顯模糊焦點。 (2) 魚市場、定置網、種苗場片段要傳達什麼？ (3) 本案託案澎湖重要保育物種，影片呈現的標的物種有限，禁止原因影片無法看出。 (4) 3 分鐘片長影片點出現況問題，片尾卻沒有後續交代，需重點呈現，如片頭我們從潮間帶得到什麼？片尾失去的會再回來，但片尾卻只有茫茫大海做為結束，說服力顯然不足。	依腳本架構，本片主軸線說明潮間帶的功能、利用方式和現今面臨的問題，以及該如何解決。 (1) 影片開始先強調潮間帶的重要性與利用，在點出目前的問題點後，依本計畫所要調查的目標物種分布位置及調查策略說明，僅科學調查畫面為潮下帶敘述。 (2) 各段畫面敘述為： 魚市場等畫面→漁業資源使澎湖成為漁業大縣之一，成為澎湖人民重要的經濟活動和生活的一部份。 定置網→影片修改後已不強調定置網。 種苗場→傳達海洋活化 12 箭——棲地復育及種苗放流需仰賴政府相關單位提供科學力量。 (3) 已補充畫面說明重要保育物種禁止原因。 (4) 調整畫面與文字，使其文字畫面結束在水下繁榮的景象。	—
林澤民委員		
1. 影片些許畫面切換過快，不易詳看字幕內容，是否以口白方式配合，較顯易懂。	已依照建議調整畫面速度，並補充畫面說明文字，讓影片表達意思完整。	—
2. 標題需明確呈現，如片尾失去的會再回來，可以海底覆網清除，珊瑚復育畫面呈現。	調整畫面與文字，使其文字畫面結束在水下繁榮的景象。	—

委員建議事項	團隊回覆	頁碼
3. 與本計畫提列之物種拍攝畫面較少。	已補充畫面說明重要保育物種禁止原因。	—
丁得祿委員		
1. 計畫標題為「澎湖重要物種保育與經營計畫」，影片卻沒有主題，以致後面所述與影片主軸較不易串聯。	增加影片標題，並補充畫面文字敘述，使主軸為說明潮間帶的功能、利用方式和現今面臨的問題，以及該如何解決。	—
2. 字幕用體較顯單薄，且畫面切換過快，觀看影片內容顯為吃力，如海洋活化 12 箭切換太快，尚未突顯表達意旨。	已依建議調整。	—
3. 片段 40 秒，潮間帶為澎湖孕育了豐沛的大海，應為「豐沛的海洋資源」，較顯合宜。	已修正。	—
業務單位建議		
1. 本案為宣導短片，影片以紀錄片方式呈現，受眾族群亦需確立，並要有解決問題點畫面，較為完整。	補充畫面文字敘述，使主軸為說明潮間帶的功能、利用方式和現今面臨的問題，並強調政府、學術界和個人的對潮間帶與生物復育行動。	—
2. 本委託案有 9 種物種，部分物種不易找尋，可以重點物種多加呈現，以符本案調查內容。	已補充畫面說明重要保育物種禁止原因。	—
3. 魚市場、北辰市場、定置網、立竿網及種苗場內拍攝相關內容等無關本計畫執行宣導畫面，請刪除。	利用調整敘述方式，將這些畫面賦予其意義，說明如下： 魚市場→漁業資源使澎湖成為漁業大縣之一，成為人民重要的經濟活動之一。 北辰市場→說明澎湖漁業資源豐富造就海鮮成為澎湖人不可或缺的蛋白質來源。 定置網→影片修改後已不強調定置網。	—

委員建議事項	團隊回覆	頁碼
	立竿網→描述自古以來靠海吃海的人民如何運用現地素材發明捕魚的方法。 種苗場→傳達海洋活化 12 箭一棲地復育及種苗放流需仰賴政府相關單位提供科學力量。	
4. 有關水體採樣及研究畫面過少，難以突顯所需表達澎湖重要保育物種的特性。	已補充畫面說明重要保育物種禁止原因。	—
5. 影片中潮間帶海域等畫面建議補充拍攝地點字卡，另旁白字幕大小一體及統一位置擺放。	字幕已統一調整成固定位置。	—
6. 3 分 44-45 秒相關單位部分，高雄科技大學應放在拍攝剪輯單位，感謝單位中之水產種苗繁殖場請加 LOGO，另增加補助單位漁業署。	依建議修正，但相關單位之 LOGO 需有高解析度之圖檔，才能在畫面中呈現。	—

(四) 期末報告審查意見回覆

審查時間：109 年 8 月 21 日

委員建議事項	團隊回覆	頁碼
蔡萬生委員		
1. 本案委託本縣 9 種物種調查點位從北到南，計畫所做調查工作項目很多，執行效力值得肯定。	感謝委員肯定。	—
2. 針對馬糞海膽的資源調查，以過往經驗吉貝、鳥嶼皆是產量較多的地方，惟調查點位欠缺這兩處，以致調查結論分析與販售情形有落差。	感謝委員之建議。本次調查因為天候和時間的緣故，沒有前往吉貝和鳥嶼。若有機會會在將來調查點位擴大並深入調查。	—
3. 馬糞海膽產卵期於本次報告書中未與說明，故生殖期亦未有相關報告呈現，如最小生殖腺與可採捕體型之生殖腺，應利用計畫符合科學領域達到業務單位真正可執行管理的建議。	因調查之 54 個採樣點所發現的馬糞海膽數量極為稀少，無法滿足海膽生殖週期研究之採樣數量，故選擇不採樣，期望馬糞海膽可以留在海洋繼續繁殖。	p.22
4. 國際管理調查豐富，如海膽也提及可朝向以採捕許可證、輪採等管理方式，執行團隊建議禁捕兩年顯不實際，因海膽為集體產卵性質，如以輪採方式或設定部分禁漁區，以溢出效應做管理，確保產卵數量等方式，應有具體建議才符合業務單位所需。	依目前調查結果顯示海膽之族群密度偏低，但考量到澎湖海膽漁業的特殊性，建議能先以本次調查點中馬糞海膽族群密度較高之場域（如：白沙島、赤崁航道東西兩側）做為實驗地點，評估資源恢復情形。詳細建議請參考「陸、討論與建議」。	p.175
5. 期末報告書內容錯字及相關圖表說明尚有需修改處，請校正。	謝謝委員指教，已依相關建議修正。	—
6. 宣導短片本次審查確有針對前開審查做修正，惟設定 3 分鐘時間，	感謝委員指教，本次宣導短片目的為引起觀看者對澎湖潮間帶保育議題之	p.24

委員建議事項	團隊回覆	頁碼
深意表達較為有限。	共鳴，因此以議題導向做為影片主軸進行拍攝，並考量目前網路影片觀看之習慣，以短時間內點出問題點和實際改善作為的方式，較容易讓觀看者瞭解，故以 4 分鐘內的時間為影片長度設定。	
林澤民委員		
1. 各國海膽、海參及保育貝類管理方式，請整理列表在報告書內。	管理方式整理於表 47、表 48 和表 49。	p.169 p.171 p.172
2. 海膽禁捕二年問題，現階段資源量有無枯竭到必須禁採？須有數據說服。如無，建議訂定「海膽漁業資源管理辦法」，內容涵蓋核發捕撈許可證、採捕工具、漁獲日誌、販賣許可及限制事項等。	依目前調查結果顯示海膽之族群密度偏低，但考量到澎湖海膽漁業的特殊性，建議能先以本次調查點中馬糞海膽族群密度較高之場域（如：白沙島、赤崁航道東西兩側）做為實驗地點，評估資源恢復情形。詳細建議請參考「陸、討論與建議」。	p.175
3. 海參將來資源量達到可開放採捕時，其管理經營方式希能提供意見。	海參經營管理方式請參考「陸、討論與建議」。	p.176
4. 保育貝類因調查量過少，正確名稱尚無法界定，是否有繼續調查之必要，請提供意見。未來有必要開放採捕時，亦請提供管理經營方式。	澎湖海菊蛤科和殼菜蛤科正名尚須更嚴謹的樣本採集規劃，提供更完整的科學證據，建議研擬專一計畫進行研究，釐定澎湖此兩科物種的分類地位的有效性，貢獻科學進展。 保育貝類經營管理方式請參考「陸、討論與建議」	p.177
5. 報告書中多處地名、海域須加以確認，及表列與敘述說明不符如 p.137-p.138 須統整，相關錯別字	報告書中多處地名、海域已統一。海軍基地修正為前寮、澎湖飛彈快艇港修正為金龍頭。	—

委員建議事項	團隊回覆	頁碼
請校正。		
6. 宣導短片若要通順是否以小文章方式導出。	已依建議修改。	—
丁得祿委員		
1. 本報告書 p.170 說明馬糞海膽族群量低，但本人於北海(鳥嶼)等市面上看到販賣數量卻不少，如此落差原因為何?調查點位須審視，減少結論分析誤差。	謝謝委員建議。本研究在訪談過程中瞭解到，當地仍有居民會違規提前採捕馬糞海膽至較隱秘的場域置放，到開放採捕後才全部捕撈上岸進行販售之情況。本研究建議未來應針對馬糞海膽進行長期資源量評估調查，增加研究地點和頻率，方能確定澎湖馬糞海膽資源量。	p.175
2. 建議馬糞海膽禁捕兩年，須補強說法或以更有力數據才得以說服民眾。	依目前調查結果顯示海膽之族群密度偏低，但考量到澎湖海膽漁業的特殊性，建議能先以本次調查點中馬糞海膽族群密度較高之場域(如：白沙島、赤崁航道東西兩側)做為實驗地點，評估資源恢復情形。詳細建議請參考「陸、討論與建議」。	p.175
3. 圖表文字敘述要對應，如 p.2 教育推廣活動暨成果發表會，實際執行為 6 月辦理，及宣導品製作為 6 月完成，執行說明顯與圖文對應有誤差請校對。	此計畫檢核表「月份」為預計執行之甘特圖呈現，「執行情形」為實際執行狀況，作為規劃與實際情形之相互映照。	p.1
4. 相關錯別字及文字表達須再加強以利文章順暢。	已依建議修改。	—
5. 宣導短片字幕已有改善，惟尚有片段切換太快問題。	解決方法為利用文字說明補足片段切換太快之不清楚含意之內容。	—
業務單位建議		
1. 結案報告需以彩色印刷，可挑有	謝謝委員建議，遵照辦理。	—

委員建議事項	團隊回覆	頁碼
圖片之頁面以彩色印刷即可，並以先行傳送電子檔供業務單位確認。		
2. P.4 表一建議補充至 108 年。	依澎湖縣政府主計處最新資料，更新至 107 年。	p.4
3. P.5 第 2 行，「潮間帶是唯一不需要藉助任何器具」...建議稍做修飾，因仍需要有膠鞋或頭燈等，建議調整為所需設備門檻低。	已依建議修改。	p.5
4. P.6 珊瑚礁保育類公告日期及文號，請協助更新為 109 年 2 月 10 日府授農漁字第 1090057712 號公告。	已依建議修改。	p.6
6. P.12(一)調查時間，「2019 年 10 月至 2020 年 6 月，每季於各選定之測站進行 1 次調查」，是否指說每測站總計調查 2~3 次？	已修改內容說明。每季所選的測站不一樣，為了擴大調查範圍，故每測站只調查 1 次。	p.13
7. 表 4 採集點僅列出 45 處，是否應為文中所敘之 53 處？如有漏列情形請補充之，另查 P.16 圖 2，調查點位為 54 點，第 54 點於花嶼，與 P.29-58 之 53 點有所出入(第 53 為花嶼)，請協助檢視修正。	已將表 4 採集點 53 處補充完畢，另調查點位為 54 點，先前遺漏第 25 點西嶼小門 (XM)，已修正。	p.14
8. P.20 海膽每個月採樣，共計採樣幾個月，建議補充說明。	本次調查自 2020 年 1 月至 2020 年 6 月，共 6 個月皆有觀測馬糞海膽之族群量。然而，因調查之 54 個採樣點所發現的馬糞海膽數量極為稀少，故選擇不採樣，期望馬糞海膽可以留在海洋繼續繁殖。	p.22
9. P.21 第 1 行，海膽體積公式是否有	謝謝委員建議，海膽體積計算公式已	p.22

委員建議事項	團隊回覆	頁碼
誤，D 為直徑是否應為半徑，2 應位於次方，且體積公式應有 π ，建議檢視修正。	修正。	
10. P.28 最末段，墾丁國家公園後壁湖 2005 年...2012 年評估，復育成果受到肯定，此處評估是否為學術單位調查之結果？評估依據為何？是否指海膽量數量增加多少才叫有復育成果？或是「受到肯定」一詞係為報章媒體所述而以？建議補充說明。	已修正相關說明。修正後文句為：墾丁國家公園的後壁湖於 2005 年率先成立海洋資源保護示範區，除放流幼小的馬糞海膽之外，更全面禁捕，至 2017 年馬糞海膽最高密度為 168 顆/10 m ² ，幾乎恢復到 1984 年最高密度為 170 顆/10 m ² （陳瑞谷、劉培東，2017）。	p.29
11. P.59 採樣點水質特性，建議酌做分析結果，如此些數值是否代表調查點海域乾淨等。	海水水質特性，依據行政院環保署所公告之水質標準，採樣點的海水各項參數都是屬於優良。	—
12. P.113，40 份有效問卷建議補充分析居住地，以示其是否具代表性與均值化。	因海膽漁業產業特性，可能之採捕者為大眾，因此本次問卷以滾雪球的方式搜尋採捕者，且居住地與採捕地並無相關性。因非系統性抽樣，所以其代表性或均值化討論並無意義。	p.23
13. P.123 表 20，採捕作業方式「人力」建議改成「徒手撿拾」，因籠具、耙具、潛水等亦應屬人力，惟有使用工具。	已依建議修改。	p.119
14. P.146 圖 103 販售形式似僅能呈現販售者以何方式販售，但未能呈現各販售方式之比例(有成交、交易量)，如表 40 之販售對象顯示，幾乎為遊客、在地居民、餐廳，此三種類型消費者似無可能使用「網路」購買，建議酌作分析說	本問卷內容已呈現總交易量及不同的販售方式，惟各販售方式的交易量比例非本問卷調查內容，未來進行相關研究時可再深入相關問題之調查。會採用網路購買者多為遊客在觀光期間曾有購買經驗後，回台若還有需求則會透過網路進行購買。	—

委員建議事項	團隊回覆	頁碼
明。		
15. 問卷樣本請縮影檢附報告書中，彙整部分盡量以圖表呈現。	為了避免報告徒增頁數且符合少紙化政策，實際問卷將以電子檔的方式提供機關留存。	—
16. 目錄排序需統整，如同類型歸納	感謝委員建議，本次目錄依照研究報告撰寫形式，並依照工作項目內容順序編排。	—
17. 產業鏈分析請照一、二、三級產業論述。	已補充說明。	—
18. 初審意見需補充部分請加以說明。	遵照辦理。	—
業務單位內部初審意見		
調查標的物種結果於 p.29~75，無黑石蜆及糙刺參相關調查結果資料，請報告中說明並將調查結果呈現於成果報告，餘物種符合履約標的。	本次調查結果中，沒有發現黑石蜆，糙刺參的數量也極少，已於成果報告中加入黑石蜆與糙刺參的調查結果。	p.60
整合國際上常使用之管理方法 p.85~112，管理策略建議 p.172~173，僅二枚貝、白棘三列海膽建議，其餘物種建議請補充。	已補充相關說明，請參考「陸、討論與建議」。	p.175
物種之調查位置 p.13~16 及 p.29~75，符合履約標的，但物種及調查區域未以表列方式呈現，顯欠缺統整性。	圖 63~圖 66 為調查物種區域分布圖。	p.66 p.67 p.68 p.69
分析馬糞海膽生殖腺成熟與水溫之關係，p.20~21，研究方法提到利用組織切片了解生殖腺成熟週期，於 p.170 記錄 226 個體，卻沒 226 個體組織切片相關紀錄呈現，因無相關生殖腺成熟週期記錄，故無針對開放採捕之月	因調查之 54 個採樣點所發現的馬糞海膽數量極為稀少，故選擇不採樣只記錄數量，期望馬糞海膽可以留在海洋繼續繁殖。	p.22

委員建議事項	團隊回覆	頁碼
份調整建議，請補充。		
本項於 p.172 說明二枚貝保護目的為避免破壞珊瑚礁，針對調查過程中如有發現其他內棲息性貝類，尚未有彙整其他物種出現資料紀錄，請統整補充，以符履約標的。	內棲息性貝類無法透過肉眼觀察發現，需進行破壞性行為才有機會發現其他內棲息性貝類，但根據 CITES(華盛頓公約)，珊瑚是屬於保育物種。不可以任意採補，破壞與販賣。故不論內棲貝類物種為何，均不建議因採捕而破壞珊瑚礁。因此，本研究調查過程中未發現其他內棲息性貝類。	—
分析目前禁捕之三種海參是否有其市場價值，以黑海參及蕩皮參於 p.171 提到本次調查結果數量最多，但無提到是否有其市場價值，請加以補充說明。	澎湖的海參中，目前只有糙刺參具有較高的食用經濟價值，但目前全面禁捕的情況下並無交易行為，故無法正確評估其市場價值。另一方面，海參保育之目標係為其具有平衡珊瑚礁生態系的生態價值，本研究建議海參仍應持續禁捕。	—

附件二、馬糞海膽產業價值鏈問卷

訪談日期/時間		訪談地點	
訪談類別	☐ 採捕者 ☐ 販賣者	訪談者/紀錄者	

馬糞海膽產業價值鏈問卷

親愛的朋友你們好，感謝你在百忙中接受有關馬糞海膽產業價值鏈的訪問。澎湖的馬糞海膽漁業總是在開放的捕撈季節中登上新聞媒體版面，沸沸揚揚，然而我們卻從沒有資訊了解澎湖馬糞海膽的資源量、每年的產量、所產生的經濟效益等相關資訊，作為馬糞海膽永續漁業的管理基礎資訊。

因此本次藉由澎湖縣政府農漁局計畫的支持，委託國立高雄科技大學海洋事務研究中心進行研究，針對澎湖馬糞海膽做資源調查及產業調查，期能勾勒出馬糞海膽產業鏈的架構，進而研擬永續漁業的管理機制。再次感謝你願意接受訪問，每一個人的個別經驗都扮演提供研究的重要資訊，推動著研究順利進行。

敬祝 身體健康 萬事順心

國立高雄科技大學 海洋事務研究中心

計畫主持人：劉文宏 主任 | 計畫協同主持人：詹昊棠 助理教授

計畫助理：高瑩懿（電話：07-3617141#23592）

壹、受訪者基本資料

姓 名	
性 別	☐ 男 ☐ 女
居 住 地	_____村
聯 絡 電 話	
年 齡	
婚 姻 狀 態	☐ 已婚 ☐ 未婚 ☐ 離婚 ☐ 喪偶
教 育 程 度	☐ 小學或自學 ☐ 國中 ☐ 高中職 ☐ 大學專科 ☐ 研究所或以上
從事漁業年資	☐ 從事其他漁業（_____）年資： ☐ 捕抓馬糞海膽年資： ☐ 販賣馬糞海膽年資：

訪談日期/時間		訪談地點	
訪談類別	☐ 採捕者 ☐ 販賣者	訪談者/紀錄者	

貳、馬糞海膽採捕者（以 2019 年實際狀況回答）

海 膽 漁 業 作 業 情 況	作業地點	(可在地圖上註記)
	作業時間	小時/次
	作業天數	天
	作業次數	次
	漁獲量	公斤/產季
	漁獲產值	元/公斤； 元/產季；
	作業器材	
漁 獲 處 理 情 況	海膽處理方式	
	海膽保存方式	
	海膽賣給誰	
支 出	薪資	元/人時
	冰鹽	元/次
	漁船油料費	元/次
	運輸費用	
	包裝費用	

訪談日期/時間		訪談地點	
訪談類別	☐ 採捕者 ☐ 販賣者	訪談者/紀錄者	



訪談日期/時間		訪談地點	
訪談類別	☐ 採捕者 ☐ 販賣者	訪談者/紀錄者	

參、馬糞海膽販賣者（以 2019 年實際狀況回答）

收購情況	收購管道			
	收購數量	公斤/產季		
	收購價錢	活體：元/個 生殖腺：元/公斤		
販賣情況	販賣形式	☐ 店面 ☐ 網路 ☐ 電話宅配 ☐ 其他		
	販賣對象	☐ 遊客 ☐ 在地居民 ☐ 餐廳		
	販賣價錢	元/台斤		
	販賣期間	(約可賣多長的時間)		
	販賣總量	公斤		
支出	海膽保存設備	☐ _____℃冷凍庫	☐ 冷藏冰箱	☐ 水族設備
	設備價格			
	包裝設備			
	包裝設備價格			
	運輸費用			

肆、永續海膽漁業管理機制建議

附件三、宣導影片拍攝腳本

澎湖重要物種保育與經營計畫宣導短片拍攝計畫

拍攝目的： 介紹潮間帶的重要性，以及此計畫物種調查的過程並帶出科學調查的背後意義，同時也作為宣導影片於教育推廣活動中播放。

影片長度： 3 分鐘

影片規格： 1080p

觀看對象： 善於接受快速資訊的年輕族群，要能吸引外地觀光客停留下來認識在地環境，也要能讓在地澎湖人利用影片快速的了解澎湖潮間帶的現況。

拍攝段落：

段落	主軸	旁白或字幕	畫面	拍攝場景
00:00 00:20	以澎湖著名的潮間帶大景開場，帶領大家進入潮間帶的世界	潮汐的節奏，潮起潮落，帶來了充沛的養分，也留下旺盛的生命。 人們在潮間帶來來去去，我們得到了什麼？又失去了什麼？	奎壁山摩西分海退潮縮時 奎壁山摩西分海空拍	奎壁山摩西分海
00:21 00:30	潮間帶不同層面的功能和對澎湖的重要性： 環境 作為海岸侵蝕的緩衝，	潮間帶，是海岸的守護者，緩衝著海浪的侵蝕，為海岸線承受日復一日拍打。 潮間帶，是小魚寶寶的家，提供小生	海浪拍打海岸 退潮後潮池的小魚 潮間帶小魚	海岸 潮間帶

段落	主軸	旁白或字幕	畫面	拍攝場景
	提供幼魚成長的庇護所 經濟 描述潮間帶漁業及觀光業的發展	命安全的避風港和成長所需的食物。真正游向大海前他們在這裡安心長大。	潮間帶空拍	
00:31 00:40		（時光回朔到過去） 潮間帶也是海島子民最容易接近的地方，更是澎湖人生活中與海最親密的連結。	街景倒轉 魚市場倒轉	馬公市街道 北辰市場 第三市場 鎖港
00:41 01:00		潮間帶是澎湖先民最早捕撈海洋生物的地點，捕撈方式很傳統且以自給自足為主，不會產生過度捕撈的問題，如：巡滬、拾螺、採貝、損生蚶、抱墩、破蚵、照海、巡蟹等活動。（漁民以自身口吻闡述）	漁民於潮間帶採集 蚵棚 石滬空拍 立竿空拍	青螺潮間帶 菜園蚵棚 三蓮石滬 虎目石滬 西嶼立竿
		隨著漁業快速變遷，傳統漁法逐漸消失，商業捕撈崛起，還有多少海子記得大海最親人的模樣？	停泊於漁港的漁船 沿岸作業的漁船	

段落	主軸	旁白或字幕	畫面	拍攝場景
		隨著海洋遊憩活動發展、漁村的轉型、休閒漁業取代傳統漁撈產業，潮間帶更多了許多人們在此駐足停留的痕跡，人們靠近它卻不見得認識它？	人們在潮間帶遊玩的畫面	奎壁山摩西分海
01:01 	敘述潮間帶生態面臨的威脅 自然威脅	珊瑚礁仍然抵不過颱風強大的風浪，造成珊瑚碎屑堆積	潮間帶景過渡到沙灘景 大浪場景	青螺沙嘴
01:10	颱風造成的棲地破壞 人為威脅 人為活動的影響	人口的快速成長，大海還能容納多少民生污水？	排污出水口	光榮港排污出水口
		海岸的開發利用：填海、築堤、建港、投放消波塊等工程，嚴重破壞潮間帶的生態系	空拍港口 空拍削波塊	
		潮間帶還能否承受觀光壓力？	踩踏潮間帶 撿拾潮間帶貝殼或星砂	潮間帶
01:11 		像山羊海菊蛤和黑石蜆都要敲破珊瑚以取得……（漁民以自身口吻闡	翻閱《菊島瑰寶生物保育手札》	

段落	主軸	旁白或字幕	畫面	拍攝場景
01:20		述)	借位敲珊瑚	
01:21 01:40	(過場) 以緩慢節奏以及不同時間點的空拍或海岸大景 漸暗引導觀眾反思	日出日落, 與大海相互依存的海子不該再沈默。	空拍大景 海岸大景	
01:40 01:55	敘述政府和民間可以一起攜手保育的作為 政府	政府可先透過科學調查和實驗了解受保護的物種生物資源量和成長情形	潮間帶物種樣點調查實況 側拍	調查之樣點
01:56 02:00	潮間帶物種調查 育種與棲地復育 民間		馬糞海膽生殖腺樣本或初步成果	澎科大實驗室
02:01 02:10	使用環保成分清潔劑 使用海洋友善防曬 藉由海鮮選擇指南挑選永續海鮮	也可以透過人為的育種和棲地復育, 提供環境恢復的能量	種苗繁殖場內的種貝 (包含目標物種的馬糞海膽及山羊海菊蛤) 及其他復育物種 育種和放流等復育流程 海洋保育文宣 (馬糞海膽	種苗繁殖場

段落	主軸	旁白或字幕	畫面	拍攝場景
			採捕大小限制)	
02:11 02:15			翻閱珊瑚復育試驗區照片 (二崁) 杭灣珊瑚復育區	珊瑚復育試驗區 照片 杭灣珊瑚復育區
02:16 02:20		推動不同面向的管理方法	翻閱十二支箭計畫內容 (著重第十二箭)	十二支箭計畫內 容(著重第十二 箭)文件
02:21 02:40		我們個人也可以開始做出對海洋友善的選擇： 使用環保清潔劑； 使用友善海洋的防曬乳； 帶走垃圾； 認識台灣海鮮選擇指南，購買合時宜的海鮮。 加入漁民的保育態度	具有環保標章之清潔劑 海洋友善防曬 淨灘畫面 台灣海鮮選擇指南網頁頁面	
02:41	以夕陽海景、生態豐富的海	大海答應了我們，如果少一些傷害，	夕陽海景	

段落	主軸	旁白或字幕	畫面	拍攝場景
03:00	底畫面或復育成功之珊瑚護育試驗區為結尾	失去的會再回來。	生態豐富的海底畫面 復育成功之珊瑚護育試驗區	

附註：

1. 旁白字幕隨實際能拍攝到的畫面調整。
2. 實際拍攝過程中如遇上不可抗之因素，如潮間帶生態密集度低、能見度差等，導致拍攝成品不盡理想，屬於實際拍攝成果。

附件四、山羊海菊蛤及孔雀殼菜蛤定序樣本

海菊蛤 KUE507



海菊蛤 KUE509



海菊蛤 KUE510



海菊蛤 KUE511



海菊蛤 KUE515



海菊蛤 KUE516



海菊蛤 KUE517



海菊蛤 KUE518



海菊蛤 KUE519



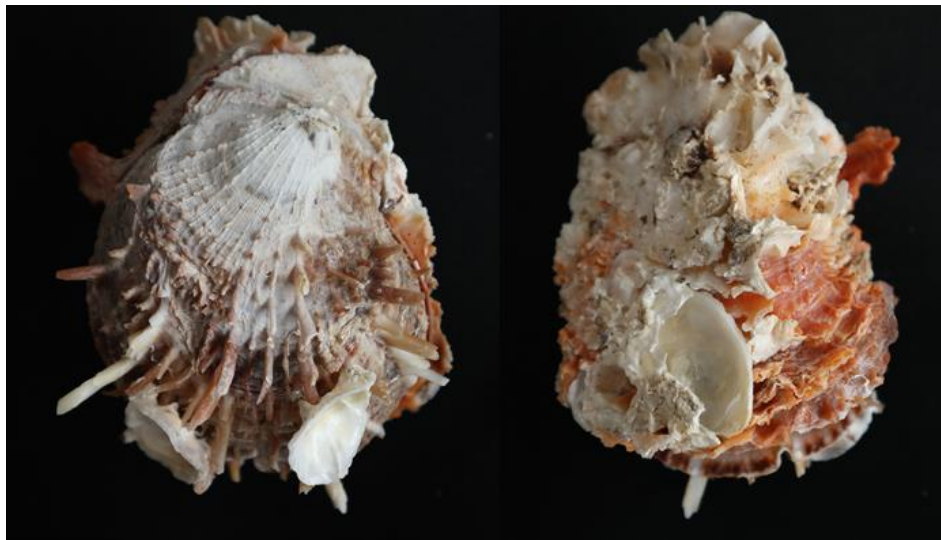
海菊蛤 KUE520



海菊蛤 KUE521



海菊蛤 KUE522



海菊蛤 KUE523



海菊蛤 KUE524



海菊蛤 KUE525



殼菜蛤 KUE512-1



殼菜蛤 KUE512-2



殼菜蛤 KUE512-3



殼菜蛤 KUE512-4



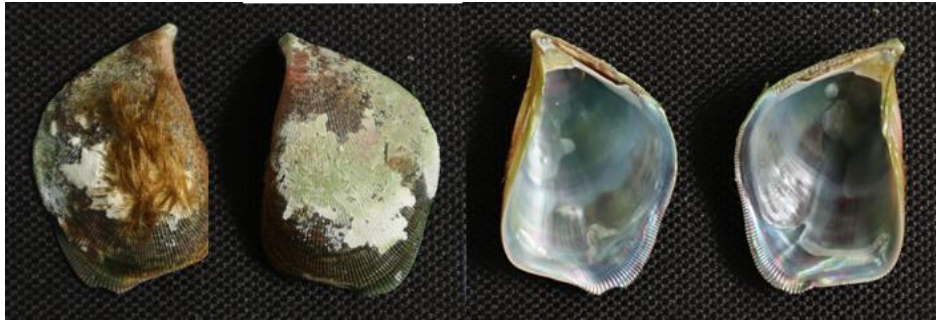
殼菜蛤 KUE512-5



殼菜蛤 KUE512-6



殼菜蛤 KUE512-7



殼菜蛤 KUE512-8



殼菜蛤 KUE512-9



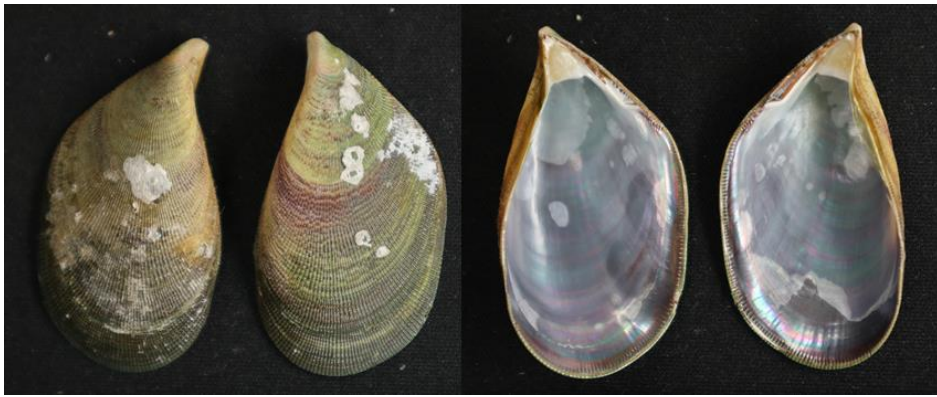
殼菜蛤 KUE512-10



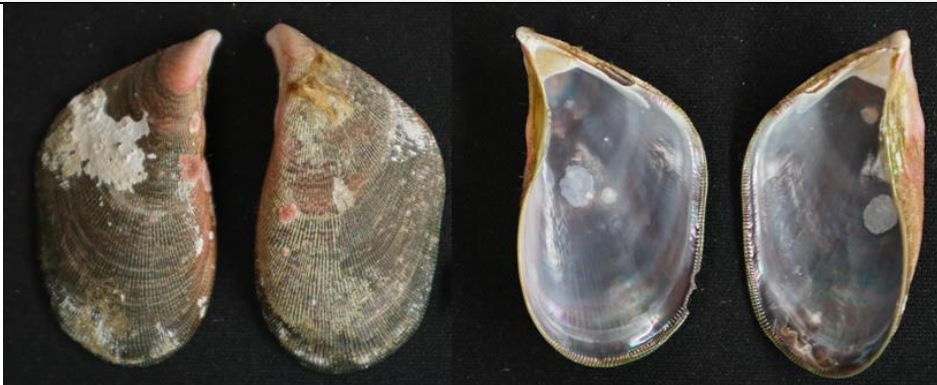
殼菜蛤 KUE512-11



殼菜蛤 KUE512-12



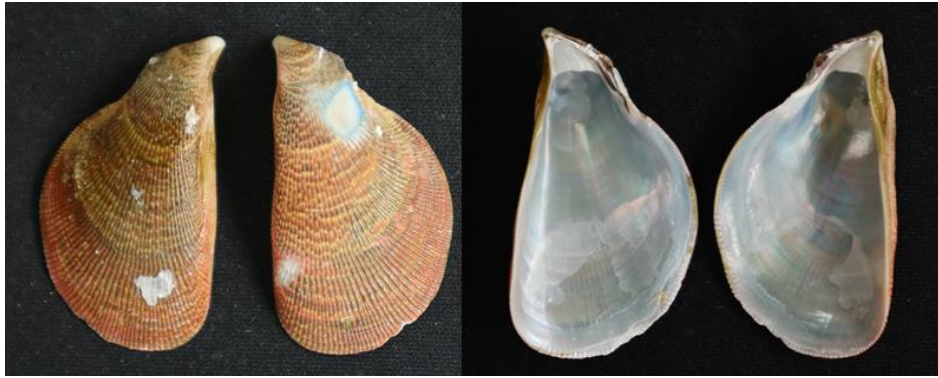
殼菜蛤 KUE512-13



殼菜蛤 KUE512-14



殼菜蛤 KUE526-1



殼菜蛤 KUE526-2



附件五、澎湖保育物種大搜查教案

教案名稱		澎湖保育物種大搜查			
教學設計形式		☑融入式環教活動、□大單元統整、□獨立單元			
學習階段		國小第三學習階段	設計者	國立高雄科技大學 海洋事務研究中心 高瑩懿	
設計理念		本教學以國小第三學習階段為對象，此階段的學生在第二學習階段已經對生物的基本型態有初步的認識，懂得觀察生物的特徵，也初步認識水中生物和水域環境的特殊性。因此，連接第三學習階段和在地學習的概念，國小五年級可以搭配「認識動物的章節」共同學習，辨認澎湖保育的貝類、海膽和海參；國小六年級可以搭配「生物與環境的章節」共同學習，了解目前保育物種與其棲地環境健康密切相關，各保育物種受保育的原因不同，而人類可做出什麼行動善待地球環境。			
學習重點	學習表現/學習內容	tc-III-1 能就所蒐集的數據或資料，進行簡單的記錄與分類，並依據習得的知識，思考資料的正確性及辨別他人資訊與事實的差異。 ai-III-3 參與合作學習並與同儕有良好的互動經驗，享受學習科學的樂趣。 INb-III-8 生物可依其形態特徵進行分類 INd -III-6 生物種類具有多樣性；生物生存的環境亦具有多樣性。	環境教育議題 / 海洋教育議題	學習主題	環境倫理 永續發展 海洋資源與永續
				實質內涵	環 E3 了解與自然和諧共生進而保護重要棲地 海 E4 認識家鄉或鄰近的水域環境與產業。 海 E11 認識海洋生物與生態 海 E15 認識家鄉常見的河流與海洋資源，並珍惜自然資源
學習目標		1. 認識澎湖潮間帶受保育的物種並了解其受到保育的原因。			
教學設備/資源		1. 白棘三列海膽、山羊海菊蛤、黑石蜆、大白狐蛤、黑海參、糙刺參、蕩皮參圖卡卡牌。 2. 生物資訊圖卡			
教學活動					
教學流程			學習重點說明	評量方法	
一、引起動機（10 分鐘）（註記影片內容） 影片播放（4 分鐘）：藉由引起學生對課程主題有全盤性的認知和了解後，接下來的發展			INd -III-6	影片結束後進行互動問答，提問影片出現內容。	

活動再將各別重要內容進行教學。 二、 發展活動（25 分鐘） （一） PPT 教學（15 分鐘） 從影片內容衍伸出的學習，並融入小遊戲的互動。 大綱 1. 認識澎湖的海洋環境和其漁業資源 2. 說明澎湖漁業資源量下降的原因 3. 有什麼措施可以維護漁業資源量？ 4. 介紹澎湖縣政府的保育物種 5. 用「猜猜我是誰遊戲」認識 7 種被禁捕列入保育的生物 6. 7 種保育物種+2 種其他生物（孔雀殼菜蛤和棘輻肛參）之生物資訊介紹。 （二） 猜猜我是誰遊戲（10 分鐘） 1. 以 7 種被禁捕列入保育的生物—白棘三列海膽、山羊海菊蛤、黑石蜆、大白狐蛤、黑海參、糙刺參、蕩皮參為主角，依學生數準備上述物種之圖卡，學生隨機抽牌，但不看自己的牌，將牌貼在額頭上後，隨機找班上同學（不可重複詢問同一人，除非已全部輪過一次）詢問有關自己持有生物的線索，僅能問是或不是的問題，直到猜對自己所持的生物。 2. 猜出自己所持的生物後及完成遊戲。 3. 遊戲結束後教師的可以詢問同學分別問出什麼問題，統整同學觀察到的特徵和思考脈絡，物種的辨識即是從觀察開始。 4. 教師可再藉由投影片，完整的介紹該物種的特徵、生活環境、在澎湖的分布情形和保育原因。 三、 綜合活動（5 分鐘）（分類） 回顧上課內容，與同學約定保護海洋資源的方法，並鼓勵走出戶外觀察潮間帶生物。	tc-III-1 ai-III-3 INb-III-8 tc-III-1	
--	--	--