

目 錄

摘要·····	215
第一章 緒論·····	217
第一節 碑礫貝之分類與資源量調查·····	217
第二節 碑礫貝之經濟價值與產業發展·····	217
第三節 碑礫貝移植放流所遭遇之問題·····	218
第二章 相關文獻之探討·····	218
第一節 碑礫貝之生態與分佈·····	219
第二節 碑礫貝密度調查·····	219
第三節 碑礫貝移植放流與敵害·····	220
第四節 碑礫貝之未來發展·····	220
第三章 研究方法·····	221
第一節 碑礫貝野外放流成效調查·····	221
第二節 千手螺對珊瑚礁區四種二枚貝攻擊實驗·····	222
第三節 千手螺對不同體型碑礫貝攻擊實驗·····	222
第四節 七美鄉社區居民利用月鯉港(灣)漁業資源及碑礫貝資源使用訪問調查·····	223
第四章 結果與討論·····	223
第一節 碑礫貝野外放流成效調查·····	223
第二節 千手螺對珊瑚礁區四種二枚貝攻擊實驗·····	225
第三節 千手螺對不同體型碑礫貝攻擊實驗·····	226
第四節 七美鄉社區居民利用月鯉港(灣)漁業資源及碑礫貝資源使用訪問調查·····	227
第五章 結論與建議·····	229
參考文獻·····	231
附錄·····	233

表目錄

表 1	2006 年碑礫貝放流統計表·····	254
表 2	七美月鯉港（灣）區碑礫貝死亡殼體分析表·····	254
表 3	千手螺攻擊實驗表·····	255
表 4	千手螺對不同體型碑礫貝攻擊實驗表·····	256

圖目錄

圖 1	七美月鯉港（灣）放流地點圖	235
圖 2	通樑石滬區放流地點圖	235
圖 3	五德海域放流地點圖	236
圖 4	七美月鯉港（灣）碑礫貝放流及水下調查面積圖	236
圖 5A	千手螺對碑礫貝之攻擊	237
圖 5B	攻擊碑礫貝之千手螺	237
圖 6	千手螺於碑礫貝殼體上所鑽之孔	238
圖 7	2006 年於七美月鯉港（灣）區採集中置放	238
圖 8	通樑石滬區放流滿一年之碑礫貝體型可達 9 cm 以上	239
圖 9	五德移植區具編號之石塊受泥沙堆積極為嚴重	239
圖 10	七美月鯉港（灣）區採疏散方式放流滿一年之碑礫貝	240
圖 11A	2008 年寒害死亡，移植滿 18 個月之碑礫貝	240
圖 11B	2008 年寒害死亡，移植滿 18 個月之碑礫貝殼體	241
圖 12A	攻擊實驗中對太平洋牡蠣進行攻擊鑽孔之千手螺	241
圖 12B	經千手螺攝食鑽孔之太平洋牡蠣	242
圖 13	經攻擊死亡之碑礫貝，殼表出現二個鑽痕，顯示曾遭受二個千手螺之攻擊	242
圖 14	體型達 21 公分以上之碑礫貝，雖遭千手螺攻擊鑽孔，但未能穿透倖免於難	243
圖 15	七美居民受訪者年齡分佈圓形圖	243
圖 16	七美居民受訪者性別比分佈圓形圖	244
圖 17	七美居民受訪者職業別分佈圓形圖	244
圖 18	七美居民受訪者教育程度分佈圓形圖	244
圖 19	七美居民受訪者對於月鯉港（灣）位置瞭解程度分佈圓形圖	245
圖 20	受訪者是否前往月鯉港（灣）分佈圓形圖	245
圖 21	受訪者前往月鯉港（灣）頻度分佈圓形圖	245
圖 22	受訪者前往月鯉港（灣）目的分析圓形圖	246
圖 23	受訪者前往月鯉港（灣）主要漁業方法分析圓形圖	246
圖 24	受訪者漁獲使用方式分析圓形圖	246

圖 25	七美重要浮潛區分析圓形圖·····	247
圖 26	月鯉港（灣）浮潛遊客人數分析圓形圖·····	247
圖 27	浮潛遊客對月鯉港（灣）海洋生態破壞分析圓形圖·····	247
圖 28	七美月鯉港（灣）海域遭受危害分析圓形圖·····	248
圖 29	受訪者對禁採碑礫貝政令瞭解程度分析圓形圖·····	248
圖 30	受訪者對於碑礫貝相關生態瞭解程度分析圓形圖·····	248
圖 31	月鯉港（灣）浮潛區海中生物瞭解程度分析圓形圖·····	249
圖 32	碑礫貝閉殼肌利用程度分析圓形圖·····	249
圖 33	碑礫貝殼體利用程度分析圓形圖·····	249
圖 34	受訪者支持碑礫貝復育分佈圓形圖·····	250
圖 35	受訪者支持約束漁業行為分佈圓形圖·····	250
圖 36	受訪者支持生殖季暫停漁業行為分佈圓形圖·····	250
圖 37	受訪者支持進行月鯉港（灣）浮潛旅客總量管制分佈圓形圖·····	251
圖 38	受訪者知道保護區比例分佈圓形圖·····	251
圖 39	受訪者瞭解保護區分級比例分佈圓形圖·····	251
圖 40	受訪者支持保護區劃設比例分佈圓形圖·····	252
圖 41	受訪者支持月鯉港（灣）移植碑礫貝發展生態之旅分佈圓形圖·····	252
圖 42	受訪者願意參與維護碑礫貝資源保護與利用分佈圓形圖·····	252
圖 43	受訪者願意支持碑礫貝產業發展分佈圓形圖·····	253

澎湖海域碑礫貝放流成效探討及七美地區居民海洋資源 認知調查分析

摘 要

- (一)、本研究自 2006 年 8 月至 2008 年 8 月止，共計放流人工培育碑礫貝計 3,996 顆，放流方式 2006 年係採編號標示於七美、通樑石滬區及五德等三海域，以集中置放方式共計放流 596 顆碑礫貝，放流滿一年之活存率為七美 1.6%、通樑石滬區 80%、五德海域 0%，平均活存率為 8.2%。
- (二)、2007 年於七美及通樑石滬各以疏散方式於面積 1,800 平方公尺（七美）及 600 平方公尺（通樑石滬）之區域內共計放流碑礫貝計 3,400 顆，放流滿一年之活存率七美為 13.6%，通樑石滬區則因 2008 年寒害導致全數死亡，無法估計其活存率。
- (三)、碑礫貝於澎湖內灣通樑石滬區移植滿一年，個體成長可由移植初期平均殼長 5.27 ± 0.41 cm，成長至 9.30 ± 0.52 cm，滿 18 個月，個體成長可由移植初期平均殼長 5.27 ± 0.41 cm，成長至 11.28 ± 0.67 cm。移植至七美月鯉港（灣）區之碑礫貝滿一年，個體成長可由移植初期平均殼長 4.22 ± 0.66 cm，成長至 6.79 ± 0.73 cm。
- (四)、2006 年放流於七美之碑礫貝經 2007 年之潛水調查發現碑礫貝之死亡與千手螺（*Chicoreus torrefestus*）之攻擊有關，千手螺為目前碑礫貝移植所遭遇之最大敵害，從千手螺對於碑礫貝、黑蝶貝、太平洋牡蠣、江珧蛤等 4 種珊瑚礁區二枚貝之攝食喜好性實驗及千手螺對不同體型碑礫貝攻擊實驗中顯示，千手螺對於太平洋牡蠣及碑礫貝具攻擊性且喜好攻擊殼長 10 公分以下之小型碑礫貝，故將來之碑礫貝野外移植放流可於澎湖內灣適宜地進行中間育成後，再將體型達 10 公分以上之碑礫貝移植入南方各島。
- (五)、在七美鄉社區居民利用月鯉港（灣）漁業資源及碑礫貝資源使用訪問調查結果顯示，七美月鯉港（灣）為七美居民及遊客重要之遊憩地點，該區目前所遭遇之問題為珊瑚死亡與垃圾污染問題，顯示過多之浮潛遊客易造成踩踏珊瑚及造成海域污染，同時有 83% 之受訪者贊成該海域之浮潛旅客應進行每日

總量管制，以維護該區海洋生態。

此外從問卷結果得知，至該區進行漁業行為者僅佔受訪者之 14%，顯示漁業活動並非盛行，同時居民對碑礫貝之生態、利用及經濟價值等之瞭解普遍不足，但對縣政府將於七美進行碑礫貝資源復育則有 96%之受訪者表示贊同，且對於合理的漁業行為約束、保護區劃設、發展碑礫貝產業及參與維護碑礫貝資源保育等皆有 90%以上之受訪者表示贊同。

第一章 緒論

第一節 碑礫貝之分類與資源量調查

碑礫貝屬軟體動物門 (Mollusca) 雙殼綱 (Bivalvia) 真瓣鰓目 (Eulamellibranchia) 碑礫貝科 (Tridacnidae)，目前包含 2 屬 9 種，分別為碑礫蛤屬 (*Tridacna*) 與菱碑礫蛤屬 (*Hippopus*) 2 屬 (Ellis, 2000)。其分類如下：

碑礫蛤屬 *Tridacna*

巨碑礫 *Tridacna gigas* (世界上最大之碑礫貝)

鱗碑礫 *Tridacna squamosa* (肋及鱗片較明顯)

長碑礫 *Tridacna maxima* (分佈最廣且外套膜顏色最多變)

紅番碑礫 *Tridacna crocea* (同心肋低且密，殼邊緣呈紅番色)

無鱗碑礫 *Tridacna derasa* (第二大之碑礫貝，殼面光滑)

魔鬼碑礫 *Tridacna tevoroa* (較稀有之品種主要分佈於北東加島及東斐濟島)

羅氏碑礫 *Tridacna rosewateri* (新品種僅分佈於印度洋)

菱碑礫蛤屬 *Hippopus*

菱碑礫 *Hippopus hippopus* (外套膜不會於殼的邊緣上方延展)

瓷菱碑礫 *Hippopus porcellanus* (外套膜類似菱碑礫，但溝槽較不明顯)

澎湖群島較常見之碑礫貝以長碑礫為主，鱗碑礫次之，澎湖海洋生物研究中心於 2005 年所做的澎湖海域碑礫貝生態調查結果顯示，本縣澎南區之碑礫貝資源量平均密度僅為 1.38 ± 2.32 顆/100 平方公尺，遠低於印度太平洋、法屬玻里尼西亞 Fangatau 環礁、澳洲部分保護區及紅海等海域之平均密度 (許鍾鋼等，民 96)，顯見本縣之碑礫貝資源量已在逐漸銳減中，甚至已有過漁之現象；目前碑礫貝已列為 CITES (華盛頓公約) 附錄 II 之物種，且本縣自 2006 年 6 月 1 日起即公告禁止採捕，澎湖縣水產種苗繁殖場自 2004 年起即針對碑礫貝之人工繁殖進行研究，並自 2006 年起進行碑礫貝人工放流實驗，且於同年先行完成本縣長碑礫貝之陸上人工繁殖實驗確立人工繁殖技術，並完成研究報告「澎湖海域碑礫貝人工繁養殖及發展生態旅遊之運用 (一)」報告撰寫。

第二節 碑礫貝之經濟價值與產業發展

砵磔貝具有多樣性之經濟價值，除其閉殼肌為俗稱之干貝具高經濟市場價值外，5—15 公分之長砵磔貝活體更是水族市場之高價消費品，除此之外在紅番砵磔（*Tridacna crocea*）、鱗砵磔（*Tridacna squamosa*）及菱砵磔（*Hippopus hippopus*）中，市場接受之規格有兩類 5—6 公分及 8 公分以上，每公斤平均批發售價 2.86—10.7 美金，價格決定於大小、季節與品種三因素。砵磔貝之利用除上述之價值外，其殼亦可供工藝品販售，市場之空殼來源主要為馬紹爾群島，唯受 CITES 之管制僅養殖之殼體才可販售（黃貴民，民 93），此外在利用砵磔貝發展生態旅遊之國家則以太平洋島國帛琉為主，該國以巨砵磔為浮潛之要角供各國遊客進行生態旅遊之用。

砵磔貝之放流移植，其目的除欲增加海域內砵磔貝資源量外，更想創造出澎湖的砵磔貝產業，砵磔貝素有「Solar Animal」日光動物之稱，事實上砵磔貝是一種非常環保的物種，其自體營養來源有 90% 以上來自其外套膜共生之共生藻，故養殖時可不用投餌，而其所排出之糞便亦被水中藻類分解吸收，故對環境不產生破壞，可於澎湖廣大之珊瑚礁區進行野外養殖，尤其是內灣區更可養殖與發展生態旅遊雙軌並進，但 2008 年 2 月所遭遇三十年一次的嚴重寒害導致放流於內灣及本島四周之 1—2 齡砵磔貝皆全數死亡，為本研究帶來沉重打擊，唯根據澎湖海洋生物研究中心與中央研究院生物多樣性研究中心所作之珊瑚礁體檢研究報告顯示，澎湖之珊瑚礁受損北起目斗嶼，南至東西嶼坪，僅東、西吉嶼與七美嶼受損較輕微，而砵磔貝具有與珊瑚相同之共生藻，因此其所遭受寒害之影響亦應與珊瑚相同，可見未來之產業發展與放流應以南方四島為主，尤其是七美島可利用砵磔貝多樣性之經濟價值發展該島的生態觀光與產業以嘉惠地方。

第三節 砵磔貝移植放流所遭遇之問題

自 2006 年起，本縣水產種苗繁殖場即陸續進行砵磔貝之幼貝移植入海，並選擇澎湖內灣、離島等各海域進行移植放流實驗，至目前為止計發現不同放流方式、千手螺危害、氣候條件影響及適宜放流地選址等問題皆會影響其活存率，故本篇報告針對海域放流之活存率、砵磔貝之敵害防治及七美鄉民對於砵磔貝產業發展進行調查研究，希望藉由其中所得之結論應用於實際之放流工作上，以達成計畫之目標。

第二章 相關文獻之探討

第一節 砵磔貝之生態與分佈

澎湖群島四面環海廣闊之潮間帶環繞於內外灣，外灣澎南區之砵磔貝資源分佈經調查結果已於國外平均值之下（許鍾鋼等，民 96），內灣之資源量依交通部澎湖國家風景區管理處委託學術單位於 1993 年所作之調查，澎湖內海海域 15 個調查地點中，共有大倉、通樑、後寮、橫礁、四角嶼及雞籠嶼等 6 點發現砵磔貝，其中僅有大倉島為偶而可見，其餘為少見（張崑雄等，民 82）。但近幾年來在澎湖共生藻協會所做的珊瑚礁總體檢報告中內灣皆無砵磔貝之發現紀錄，原探討其原因可能有二，一為內灣漁業強度較強故被捕撈之機率較高，長久時間所得之結果砵磔貝數量銳減，二為內灣東北季風易造成海水混濁，砵磔貝需靠外套膜之共生藻行光合作用，故於內灣不易生存（張國亮等，民 95），但自 2006 年起移植至通樑石滬區之砵磔貝不但活存率達到 80%，且平均殼長由放流前之 5.27 ± 0.41 公分成長至 9.30 ± 0.52 公分，可見於內灣海域中砵磔貝仍可生存。砵磔貝生存之適溫介於 $25-30^{\circ}\text{C}$ 間，適鹽度範圍於 32ppt—35ppt（Ellis，2000），但澎湖內灣冬季水溫常低於 18°C ，而放流之砵磔貝尚可生存，可見澎湖之砵磔貝對溫度之適應應有較大之尺度，不過 2008 年 2 月澎湖寒害澎湖內灣水溫低至 12.8°C ，本場戶外生態池所飼育的種貝、1—2 齡稚貝在水溫低至 13°C 時，經 7 日之低水溫皆全部死亡，而放流於內灣石滬區、外灣時裡沿岸之稚貝、種貝亦一併死亡，可見不常見之寒害水溫可能為限制其生存的原因之一。

第二節 砵磔貝密度調查

砵磔貝目前已列入 CITES（華盛頓公約）附錄 II 之物種，野外族群不准採捕，僅人工養殖具產地證明者才可上市，究其原因乃世界上大部分之地區砵磔貝之族群資源量皆於減少階段，本縣澎南區之砵磔貝資源量調查結果顯示，砵磔貝密度最高者僅為 7.3 顆/100 平方公尺，10 個調查點之平均密度僅為 1.38 ± 2.32 顆/100 平方公尺，遠低於印度太平洋砵磔貝平均密度 11 顆/100 平方公尺（Hodgson，1999）、法屬玻里尼西亞 Fangatau 環礁 583 顆/100 平方公尺、Tatakoto 環礁 770 顆/100 平方公尺、Tubuai 島環礁 291 顆/100 平方公尺、澳洲部分保護區及紅海等海域之平均密度 150—250 顆/100 平方公尺（許鍾鋼等，民 96），可見本縣砵磔貝之過漁程度極其嚴重，有待進行資源復育。

第三節 硨磲貝移植放流與敵害

2007 年 7 月本場於七美月鯉港（灣）以 2006 年採集中置放放流之地點為中心，進行 300 平方公尺之硨磲貝密度調查（30 公尺×10 公尺），結果僅發現 2 顆，該放流地區之野外硨磲貝密度僅為 0.66 顆/100 平方公尺，較世界上硨磲貝之平均密度為低。為此 2007 年本場更於該地點加強放流 1500 顆平均殼長 4.22 ± 0.66 公分之硨磲貝，以復育野外資源。2006 年所放流之硨磲貝在七美月鯉港（灣）之活存率僅為 1.6%，經潛水調查發現硨磲貝之死亡與千手螺（*Chicoreus torrefestus*）之攻擊有關，根據 Ellis 於 1999 所作之研究報告顯示，硨磲貝於野外進行海中養殖時常遭受具強壯口器之鮑科、鸚哥魚及章魚等掠食性海洋生物之攻擊，此外更有二種小型肉食性貝類法螺及塔螺會對硨磲貝產生危害（Ellis，2000），而 Daniel Knop 於 Giant clams 一書中更指出，硨磲貝於海中計有扁蟲、鑽孔海綿、鑽孔藻類、蟹類、魚類及貝類之危害，在貝類中除 Ellis 所指出之法螺及塔螺外，尚有骨螺會對硨磲貝進行攻擊。千手螺係屬骨螺科（Muricidae），其對硨磲貝之攻擊係先行鑽孔後再行攝食，根據報導會鑽孔的軟體動物不少，在腹足綱（Gastropoda）中除骨螺科外，尚有玉螺科、峨螺科、偏蓋螺科、琥珀蝸牛科、穀米螺科，裸鰓目的優美海麒麟科及頭足綱的章魚科等，此類生物大都會鑽孔於各種螺貝，骨螺之鑽孔機制與齒舌及一種鑽孔輔助器官（accessory boring organ；ABO）有關，鑽孔時 ABO 會覆蓋於獵物的殼上，此時藉由上皮分泌細胞分泌出酵素、螯合劑及無機酸共同組成的高張溶液，使獵物殼體周圍 pH 值下降溶解殼中的碳酸鈣，再以齒舌進行機械性刮磨，如此反覆刮磨而鑽透貝殼（許嘉錦，民 90），而千手螺之攻擊亦循此模式，據觀察其鑽孔部位皆於硨磲貝兩肋間殼體較薄之處，且其所鑽之孔如井，亦符合前人研究所描述。因此如何防治千手螺於硨磲貝放流時之攻擊，應是硨磲貝資源復育之重要課題。

第四節 硨磲貝之未來發展

2008 年 2 月之寒害重創本縣海洋生物為三十年來所罕見，根據寒害後來自「澎湖海域寒災後海洋生態及漁業資源調查—珊瑚資源調查」論文集報告顯示，澎湖之珊瑚礁受損情況在澎湖周圍 5 個調查地點中，姑婆嶼、澎澎灣、青灣及嶼坪之活體珊瑚覆蓋率降至 13.1~22.8%，僅南方之七美稍受影響，其活體珊瑚覆蓋率在淺水區及深水區皆仍高於

50%。而硨磲貝具有與珊瑚相同之共生藻，因此其所遭受寒害之影響亦應與珊瑚相同。因此將來放流之地點應選擇以七美為主要之地點，硨磲貝於本縣自 2006 年 6 月 1 日起列為禁採貝類，因此人工復育更易得到保障，但近二年來在七美之觀察結果違規採捕之情形依舊，且七美鄉民對於月鯉港（灣）海域之使用情形亦無相關之資訊，因此對於放流復育地點之民情與民意應加以深入了解，故對於該鄉居民以問卷方式進行訪查，以建立硨磲貝使用管理基礎數據，問卷之設計以澎湖共生藻協會於 92 年 3 月所作之「澎湖青灣內灣海洋資源利用現況調查報告」（謝恆毅，民 92）內所設計之問卷為例，對於七美鄉居民之基本資料、月鯉港（灣）漁業資源使用情形、硨磲貝現況瞭解及對漁業資源保護區設置與發展硨磲貝產業是否支持進行問卷調查，以確定此種可同時作為發展生態旅遊（觀光浮潛）、作為工藝品（伴手禮）、作為海鮮美食（法式干貝料理），甚至可發展水族產業之明星物種得以茁壯成長為小島之重要經濟支柱。

第三章 研究方法

第一節 硨磲貝野外放流成效調查

2006 年係採部分編號標示於七美、通樑石滬區（編號）及五德（編號）等三海域採集中置放方式，七美於月鯉港（灣）（圖 1）水深 4 米之浮潛區共計放流平均殼長 5.26 ± 0.45 公分之硨磲貝計 495 顆；通樑石滬區（圖 2）於跨海大橋流域內，共計放流具編號且平均殼長 5.26 ± 0.41 公分之硨磲貝 51 顆；五德海域（圖 3）則放流具編號且平均殼長 5.61 ± 0.59 公分之硨磲貝 50 顆，各海域以定點固定面積進行硨磲貝野生族群數量水下調查，七美係於水下施放兩邊長度各為 15 公尺之皮尺，以皮尺兩側各 5 公尺為限，潛水人員間隔 1 公尺之距離，左去右回之方式於 300 平方公尺之面積內記錄所發現的野外族群量，以作為族群數背景資料，並於隔年進行水下觀測，了解其活存率與成長速率。通樑石滬區與五德海域則因無野外硨磲貝族群之發現紀錄，故僅紀錄原始放流量以觀察內灣硨磲貝放流成效。

2007 年則以 2006 年之放流成效為依據，檢討放流方式於七美月鯉港（灣）同樣海域，以 2006 年集中置放點為中心，於水下施放兩邊長度各為 30 公尺之皮尺，以皮尺兩側各 15 公尺為限，於此 1800 平方公尺之面積內置放平均殼長 4.22 ± 0.66 公分之硨磲貝計

1,500 顆，並於 2008 年再以 2006 年集中置放區為中心點，於水下施放兩邊長度各為 15 公尺之皮尺，以皮尺兩側各以 5 公尺為限，以潛水人員間隔 1 公尺之距離，左去右回之方式於 300 平方公尺之面積內紀錄所發現的小型（10 cm 以下）碑礫貝數量以計算放流活存率及 1,800 平方公尺之面積內碑礫貝密度（圖 4），其計算式為：

放流活存率： $\% = (300 \text{ 平方公尺發現數}) \times 6 / \text{放流總數} (1500)$

碑礫貝密度： $\text{顆/平方公尺} = 10 \text{ 公分以下碑礫貝發現數} / 300 \text{ 平方公尺}$

第二節 千手螺對珊瑚礁區四種二枚貝攻擊實驗

2006 年移植至七美鄉月鯉港共計 495 顆，採集中置放於一定點，經 2007 年夏季潛水調查發現，該區之活存率僅 1.6%，遠低於同年於通樑石滬區之 80% 活存率，在 2007 年 7 月 6 日潛水調查時發現碑礫貝之死亡係遭骨螺科千手螺攻擊而亡，且在該次調查中所收集之碑礫貝死亡殼體數計 15 個，其中遭貝類鑽孔死亡數為 13 個、碎殼死亡 1 個、殼體完整死亡 1 個，遭貝類攻擊死亡比率高達 86.6%，為最主要死亡類別。為此特經搜尋相關報告及進行陸上攻擊實驗，並於 2007 年於陸上 470 公升水槽進行初步觀察，證實骨螺科千手螺為野放碑礫貝之天敵之一，且在陸上水槽中發現一顆千手螺可於 3—6 日內攝食完畢一顆 7~8 公分之碑礫貝。

千手螺係生活於珊瑚礁區之貝類，為進一步確認千手螺對碑礫貝之攻擊是否具專一性，採用碑礫貝在內之 4 種珊瑚礁區二枚貝，分別為黑蝶貝、太平洋牡蠣、江珧蛤及碑礫貝等四組，每組各為二重複，以本場 470 公升 FRP 桶為容器，各組分別放入千手螺各二枚，黑蝶貝、太平洋牡蠣、江珧蛤及碑礫貝各二枚，於一定時間內觀察千手螺對碑礫貝之攻擊是否具有專一性，並將攻擊結果彙整成表。

第三節 千手螺對不同體型碑礫貝攻擊實驗

千手螺對碑礫貝之攻擊係先行鑽孔後再將其口器伸入碑礫貝殼內吸食其軟組織，且其鑽孔的部位通常位於碑礫貝殼面兩肋之間，該區無鱗片且為碑礫貝外殼最薄處，有利其鑽孔。

此部分之實驗係採碑礫貝體型 5—10 公分、11—20 公分、21 公分以上等三組，每組

各置入碑礫貝一枚及千手螺各二枚，各為二重複，容器亦採本場 470 公升 FRP 桶為實驗水槽，於一定時間內觀察千手螺對不同體型碑礫貝之攻擊是否具有差異性，並將攻擊結果彙整成表資以比較。

第四節 七美鄉社區居民利用月鯉港（灣）漁業資源及碑礫貝資源使用訪問調查

本問卷調查為本研究之重要工作項目之一，問卷之設計如附錄一所示，問卷內容概分為四大部分，第一部分為七美鄉居民受訪者之基本資料；第二部分是居民對於碑礫貝移植地月鯉港（灣）區之漁業資源使用情形調查；第三部分係訪問該鄉居民對於碑礫貝之瞭解程度；第四部份則對於漁業資源保護區設置與該鄉發展碑礫貝產業進行調查；此問卷調查僅以簡單之數據統計希望能夠了解地方居民對於碑礫貝放流與產業發展之意向，以作為計畫施行之參考與依據。

第四章 結果與討論

第一節 碑礫貝野外放流成效調查

2006 年度碑礫貝移植計放流於本縣七美魚月鯉港（灣）、通樑石滬區及五德海域等三個實驗區，各區採集中置放，經一年後之觀察紀錄結果，活存率於七美月鯉港（灣）區為 1.6%、通樑石滬區為 80%、五德海域為 0%，成長率則以通樑海域最佳，放流滿一年由平均殼長 5.27 ± 0.41 公分成長至 9.30 ± 0.52 公分平均殼長。放流數量、放流日期、活存率、平均殼長如表一所示。各放流區之討論如下：

（1）、七美地區活存率為 1.6%，計收集死亡殼體數 15 個，其中遭貝類鑽孔死亡數為 13 個、碎殼死亡 1 個、殼體完整死亡 1 個，遭貝類攻擊死亡率為 86.6%，為最主要死亡類別。根據 Ellis 於 1999 年及 2000 年所作之研究顯示，飼養於海中之小型碑礫貝易遭受具強壯口器之鮑科、鸚哥魚及章魚等掠食性海洋生物之攻擊，此外更有肉食性貝類塔螺（Pyramidellid）及法螺（Cymatium）會對碑礫貝產生危害。而 Daniel Knop 等於 1996 年指出，除數種法螺外，尚有骨螺科之大千手螺（*Chicoreus ramosus*）亦會對碑礫貝產生危害，而其攻擊方式為對幼貝鑽孔侵入。行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研

究中心曾對放流之銀塔鐘螺 (*Tectus pyramis*) 死亡幼體型態進行研究，其中以受甲殼類包括蟹類及蝦蛄類攻擊而致死的比率佔大部分 (80.07%)，而遭受會鑽孔的腹足類攻擊僅佔 2.99%，明顯與碑礫貝之死亡模式不相同，推測此二種珊瑚礁區貝類因銀塔鐘螺之放流體型較小 (螺徑 2.93 ± 0.26 cm、螺高 2.63 ± 4.12 cm)，殼層較薄且其口蓋較脆弱故較易受甲殼類之攻擊而死亡 (冼宜樂等，民 96)，而碑礫貝因具雙殼，當其緊閉時一般甲殼類並不易攻擊，故其死亡大部分皆由會鑽孔之貝類造成。

七美地區死亡之碑礫貝經 96 年 7 月 6 日潛水調查發現係遭骨螺科千手螺所攻擊而亡 (圖 5A、B)，骨螺科之鑽孔形狀如井 (圖 6)，鑽孔後將其口器伸入殼內吸食其肉，據本次實驗結果平均一顆千手螺可於 10 日內攝食完畢一顆殼長 6—8 公分之碑礫貝；因七美 2006 年度碑礫貝放流係採高密度且集中置放 (圖 7)，因此導致遭受千手螺攻擊危害程度嚴重，且根據當地協助管理之業者表示，至 2007 年 4 月時尚有約 80 顆左右之碑礫貝存活，而死亡之碑礫貝其平均殼長亦與存活者相近 (表二)，此表示係接近調查時期才遭受千手螺攻擊致死亦造成該區之放流活存率低下之原因所在。

(2)、通樑石滬區 2006 年之活存率為 80%，為各組最高，且移植滿一年個體成長可由移植初期平均殼長 5.27 ± 0.41 cm，成長至 9.30 ± 0.52 cm (圖 8)。該區位於跨海大橋流域，水質較清澈，漲潮時水深約 2.5 米，退潮時亦保持於 1.2 米左右故受光率極佳，成長速度若與南太平洋飼育 3 年可達 20 公分相比，則速度稍緩；此驗證碑礫貝成長速度受水溫高低影響有關，由該區所收集之死亡殼體數 7 個，分析其死亡之類別僅一個遭鑽孔而亡，顯示該區千手螺族群數量較低，故放流之碑礫貝具較高之活存率。

(3)、五德海域之活存率為 0%，移植初期平均殼長 5.61 ± 0.59 公分，經潛水觀察移植具編號之石塊受泥沙之掩埋極為嚴重 (圖 9)，且經翻開泥沙所尋獲之碑礫貝死亡殼體殼長僅為 4.5~5.6 公分可知，該區之碑礫貝於移植初期即已死亡。根據中研院生物多樣性研究中心所作之「澎湖內灣底泥堆積調查研究」計畫所顯示之結果，馬公澎南內灣養殖區之養殖污染極為嚴重，海上箱網養殖漁業已確實影響到該區下方之底質環境並且有向外擴散 500 公尺的現象出現，且有機物質之沉降速率介於 46.09~582.94 (克/平方公尺，天) (陳昭倫等，民 96)，可見泥沙之沉積極為嚴重，造成碑礫貝死亡亦無法避免；另一個影響碑礫貝生存之因素為光合作用機制，澎湖內灣因箱網養殖等所造成之優氧化，亦會形成內灣光通透度減少，濁度增加，水層底部溶氧降低，碑礫貝亦有可能係受此影響

而造成死亡，故將來若需進行硨磲貝中間育成，則內灣之選址極為重要。

2007 年度硨磲貝移植則以 2006 年之成果為依據，以通樑石滬區及七美月鯉港（灣）區為移植地點，各區為防止千手螺之攻擊採用平均疏散方式移植，七美地區經 300 平方公尺之密度調查計發現 10 公分以下硨磲貝 34 顆（圖 10），硨磲貝密度由原本之 0.007 顆/平方公尺提升至 0.11 顆/平方公尺，放流滿一年之活存率為 13.6%，亦較 2006 年之 1.6 % 為高，顯示疏散式移植較集中式移植可有效防止牽手螺之危害，且平均殼長由移植初期之 4.22 ± 0.66 公分成長至 6.79 ± 0.73 公分，成長較 2006 年移植至通樑石滬區稍低，若以放流地區緯度而言七美區之硨磲貝成長速度應較本島地區為快，其原因可能係因 2008 年寒害水溫低下造成七美地區水溫於 1~3 月亦普遍下降有關。

本研究報告最為可惜之地方在於通樑石滬區原為活存率最高之放流地點，該區之硨磲貝成長極為順利且活存率高達 80%，原以為可作為內灣發展生態旅遊及硨磲貝產業發展之源頭，然因 2008 年寒害導致全數硨磲貝死亡，無法估計其活存率，至為可惜。但由寒害後所收集帶回之殼體分析其死亡時間及體型大小得知，放流滿 18 個月後殼體大小可由移植初期平均殼長 5.27 ± 0.41 cm，成長至 11.28 ± 0.67 cm（圖 11A、B）。

2008 年 2 月寒害由本場所測得之水溫曾低至 $12.8 \sim 13.5^{\circ}\text{C}$ 之間，且時間長達一星期之久，於陸上水槽及水池觀察結果，水溫低至 13.5°C 時，硨磲貝之幼貝（殼長 4~5 公分）即無法有效閉合，經 3 日即發生死亡現象，因此未來之硨磲貝野外移植應可考慮以水溫較高之南方四島為主，以防止嚴重寒害之毀滅性破壞。同時對於本場內所蓄養的種貝及幼貝應依氣象預報資料來因應，若有所需應將硨磲貝移入室內池中，以增溫設備及太陽燈管來進行短期蓄養，以防止嚴重寒害所帶來之威脅。

第二節 千手螺對珊瑚礁區四種二枚貝攻擊實驗

2006 年採集中置放移植於七美月鯉港（灣）的硨磲貝因受千手螺之攻擊而死亡，為進一步確認千手螺對硨磲貝之幼貝攻擊是否具專一性，特以硨磲貝、黑蝶貝、太平洋牡蠣及江珧蛤等四種珊瑚礁區二枚貝為實驗對象，測試千手螺對此四種貝類之攻擊性，由結果可知（表三），千手螺對於硨磲貝及太平洋牡蠣具喜好性（圖 12A、B），可於實驗開始 2 日內對千手螺及太平洋牡蠣進行攻擊，最快 6 日內可攝食完畢一個太平洋牡蠣；

而砵磔貝部份，則可於 9 日內攝食完畢一顆砵磔貝（圖 13）。

實驗中千手螺對黑蝶貝未有攻擊現象，對江珧蛤亦僅對其中一顆進行 2 日之短暫攻擊，但江珧蛤之殼表並未出現鑽孔痕跡，顯示並無實際攻擊。因此千手螺對於上述四種二枚貝中太平洋牡蠣及砵磔貝確具有攻擊性，太平洋牡蠣雖可存於珊瑚礁區，但它常出現之生態區應介於干滿潮間之岩石區，因此在珊瑚礁區中之千手螺真正可攻擊之對象亦僅剩砵磔貝一種。太平洋牡蠣被攻擊致死之時間較砵磔貝為短，且皆為鑽孔吸食致死，以殼長相同之太平洋牡蠣與砵磔貝相比較，其殼之厚度以砵磔貝較厚，太平洋牡蠣較薄，故以鑽孔攝食之千手螺對太平洋牡蠣之致死時間亦較短。

千手螺為骨螺之一種（鄭正綱，民 93），骨螺之鑽孔機制經前人研究與齒舌及一種鑽孔輔助器官（accessory boring organ；ABO）有關，千手螺鑽孔時 ABO 會覆蓋於砵磔貝的殼上，且其鑽孔部位選擇皆於砵磔貝兩肋間殼體較薄之處，此時藉由千手螺上皮分泌細胞分泌出酵素、螯合劑及無機酸共同組成的高張溶液，使獵物殼體周圍 pH 值下降溶解砵磔貝殼中的碳酸鈣，再以齒舌進行機械性刮磨，如此反覆刮磨而鑽透貝殼，且其所鑽之孔如井狀，亦符合前人研究所描述，因此如何防治千手螺於砵磔貝放流時之攻擊，應是砵磔貝資源復育之重要課題。

第三節 千手螺對不同體型砵磔貝攻擊實驗

千手螺對於 3 種不同尺寸之砵磔貝進行攻擊實驗，實驗結果如附表四所示，在 5—10 cm、11—20 cm 及 21 cm 以上等三組實驗中，千手螺仍喜好攻擊 10 公分以下之砵磔貝，且可於 7—9 日內攝食完畢一顆砵磔貝，攻擊過程亦是鑽孔攻擊，而在 11—20 cm 及 21 cm 以上二組雖有攻擊及鑽孔行為，但千手螺未能鑽孔成功而放棄（圖 14），被攻擊之砵磔貝亦倖存。

2006 年移植至七美月鯉港區係採密度較高且集中置放，乃係為日後發展生態旅遊浮潛所需，長砵磔貝漂亮且多變之外套膜，有「海中玫瑰」之稱，因此若以發展生態旅遊之觀點考量應找出活存率較高之移植體型。為此利用千手螺對不同體型之砵磔貝進行攻擊，以試圖找出可避免千手螺攻擊且活存率較高之砵磔貝體型，可於日後於陸上或其他千手螺較少之內灣經中間育成後再移植入遊客浮潛區，以發展生態旅遊。由以上實驗得

知，千手螺對於較大體型之砵磔貝（殼長 10 cm以上）雖會進行攻擊，但卻無法鑽透砵磔貝之殼層而達到其攝食之目的，因此殼長 10 cm以上之砵磔貝應是未來移植入原生地以發展生態之旅之最小體型。

第四節 七美鄉社區居民利用月鯉港（灣）漁業資源及砵磔貝資源使用訪問調查

本次問卷調查計發出問卷 200 份，委由七美鄉公所及地方人士針對七美地方居民及在職於七美之民眾進行問卷調查，總計回收 193 份問卷，有效問卷為 184 份，問卷調查時間自 2008 年 7 月 13 日至 2008 年 8 月 14 日止，問卷調查結果如下：

1、受訪者基本資料

（1）.年齡與性別

受訪者的年齡分佈主要集中於 20 至 40 歲之間，佔所有樣本的 64%，其次為 41 歲至 50 歲佔 19%，51 歲至 60 歲佔 13%，61 歲以上僅為 4%（圖 15）；而性別比則男性佔 55%，女性佔 45%（圖 16）。

（2）.職業別

受訪者之職業別以軍、公、教、警為最高佔所有樣本之 28%，其次漁業從業人員佔 16%、自由業佔 15%、服務業佔 11%、家管佔 9%、旅遊業佔 7%、務農者及工人各佔 5%、商及其他者各佔 2%（圖 17），職業別以軍、公、教、警為最高可能係因鄉公所之公職人員接受進行問卷調查所致。

（3）.教育程度

受訪者之教育程度以大學（專）佔 39%為最高，其次為高中職佔 31%、國（初）中 14%、小學以下 8%、小學 7%及研究所以上 1%（圖 18），受訪者教育程度以大學（專）為最高亦可能與受訪者為鄉公所人員相關。

2、魚月鯉港（灣）漁業資源使用情形調查

問卷調查受訪者知道月鯉港（灣）所在地者佔 95%（圖 19），到過月鯉港（灣）者佔 76%（圖 20），而去月鯉港（灣）之頻率則以偶爾為最高佔 42%（圖 21），此與受訪者回答去月鯉港（灣）的主要目的以遊憩佔 81%（圖 22）為最高相關。而回答去月鯉

港（灣）的主要目的為漁業行為者僅佔 14%，顯示漁業行為於該區並不盛行，在所有漁業行為中又以潛水標射為最高佔 32%，放網與潛水撿拾各為 26%、鏟扒為 11%、垂釣則僅為 5%（圖 23）。而所捕獲之漁獲則大部分供自己使用佔 84%，供販賣則為 16%（圖 24），而捕獲之漁獲可為受訪者帶來之收入則因大部分之受訪者並無回答，無法有效分析。綜上而論，漁業行為於月鯉港（灣）並非盛行，且佔多數之漁業行為係個人獨自進行，對海域生態之破壞應屬有限。有 71%（圖 25）的受訪者指出在七美除月鯉港（灣）外並無其他重要遊客浮潛區，而有 92%（圖 26）的受訪者，並不知道每年大概有多少遊客至月鯉港（灣）浮潛，而此類之數據統計應是評估海域是否會遭受「緊迫」，甚至遭受破壞之重要指標與依據。但須特別注意的是，有 53%（圖 27）的受訪者認為，過多的浮潛遊客可能會對月鯉港（灣）的海洋生態造成蹂躪珊瑚、海域污染等之損害，並在月鯉港（灣）海域正遭受哪些危害問題上，受訪者表示珊瑚死亡為第一佔 29%（圖 28）、其次依序為垃圾 22%、炸魚 12%、盜採碑礫貝 11%、錨害 9%、刺網纏繞 8%及毒魚 8%，顯示該海域之珊瑚礁正存在極大之生存壓力。

3、碑礫貝現況瞭解調查

碑礫貝自 2006 年 6 月 1 日起即公告禁止採捕，但經本次問卷得知仍有 28%（圖 29）之受訪者並不知道此項禁令，因此對於政令之宣導應加強，而對於碑礫貝成長及生態之瞭解有 60%（圖 30）的受訪者仍不明瞭，顯示居民對礁區物種之了解有待加強。此外有 65%（圖 31）的居民不知在月鯉港（灣）有哪些海中生物可作為發展浮潛之主角，此部分應可引進帛琉之經驗，發展碑礫貝為該區之浮潛要角。

其次僅有 54%（圖 32）的受訪者知道碑礫貝之閉殼肌即為俗稱之干貝，且有 73%（圖 33）的受訪者回答在七美並無相關利用碑礫貝之工藝品製作，可見居民對於碑礫貝之經濟價值瞭解程度普遍不足，但對於縣政府於七美進行碑礫貝資源復育則有高達 96%（圖 34）的受訪者表示贊成。

4、漁業資源保護區設置與發展碑礫貝產業調查

如果有助於七美沿岸漁業資源復育與發展海洋生態之旅，受訪者有 90%（圖 35）願意在合理的範圍下約束自己的漁業行為；在魚、蝦、貝、蟹、海膽等之生殖期願意暫停對該生物物種的漁業行為者亦佔 90%（圖 36）；同時有 95%（圖 37）之受訪者認為月鯉港（灣）的浮潛旅客人數應進行每日總量管制。

在對於保護區之認知上，有 83%（圖 38）的受訪者知道什麼是保護區，但對於不知道並不是所有的保護區都是不准進入使用的，僅有 76%（圖 39）表示知道，顯示日後若將進行保護區之設置，則保護區之含意應加以宣導周知；同時若在不影響受訪者之收入下，有 90%（圖 40）之受訪者贊成將月鯉港（灣）劃設為保護區，並有高達 96%（圖 41）的受訪者贊成以帛琉之模式移植放流碑礫貝以發展生態之旅；最後有高達 96%（圖 42）及 98%（圖 43）的受訪者表示如果縣政府於七美沿岸大量放流人工繁殖之碑礫貝，他們願意參與維護與利用之行列，更願意支持此項計畫。

第五章 結論與建議

- （一）為避免日後寒害對碑礫貝移植及產業發生危害，放流地點應以南方四島為基礎，同時水產種苗繁殖場應致力於種貝之培育，為降低寒害侵襲，於寒害來臨時，可考慮將戶外幼貝及種貝移入室內並以增溫設備及太陽燈管進行短期蓄養。
- （二）野外棲地放流體型以 10 公分以上為佳，為增加幼貝移植之活存率，可以選擇內灣合適地區，如通樑石滬區作為中間育成場，於此區進行 18 個月之中間育成後，再將碑礫貝移植放流至南方各島。
- （三）放流方式以疏散方式為佳，在發展生態觀光—浮潛觀賞碑礫貝之地點，可移植較大體型之碑礫貝，以集中置放方式處理，以避免浮潛人潮對海域之生態破壞。
- （四）千手螺對不同體型碑礫貝之攻擊實驗，因受寒害影響，無法有較多體型之碑礫貝來作為實驗對象，為確立最準確之不受侵害體型，往後若有足夠之實驗貝，可細分為 5 公分以下、6~10 公分、11~15 公分、16~20 公分、21 公分以上等組再進行實驗，以確立最適放流體型。
- （五）碑礫貝可同時作為發展生態旅遊（觀光浮潛）、作為工藝品（伴手禮）、作為海鮮美食（法式干貝料理），甚至是可發展為水族產業之明星物種，此種具多樣經濟性之種類，可成為小島之重要經濟支柱，政府應加以推廣發展。
- （六）七美鄉民對於政府之碑礫貝復育及產業發展計畫，有 90% 以上之受訪者表示贊同且願意配合參與維護及保育之行列，但鄉民對碑礫貝之生態及經濟價值瞭解程度普遍不足，政府單位應加強宣導。

- (七) 七美月鯉港(灣)目前有極多之遊客每日進行浮潛，對該海域之珊瑚礁生態產生「緊迫」，在問卷調查中有 95%之受訪者表示該海域之浮潛遊客應進行總量管制，此部分可作為公部門發展觀光與維護海洋生態平衡之參考。
- (八) 在 2006~2008 年間，多次的潛水觀察中顯示，七美地區盜採碑礫貝之情況依舊，本縣之碑礫貝自 2006 年 6 月 1 日起即公告禁止採捕，唯仍有近 3 成之受訪者表示不知道此項禁令，可見政府之政令宣導及公權力執行有待加強。
- (九) 七美鄉目前約有 2,000 位常住居民，若地方政府機關對於保護區之劃設、浮潛遊客總量管制及碑礫貝產業發展具備施行意願，則建議應進行每戶意願普查，再依地方民意進行相關行政措施。
- (十) 建議地方政府或觀光發展部門應先行對七美月鯉港(灣)區進行珊瑚礁總體檢，以確立基本背景資料來因應過多浮潛遊客所產生之珊瑚礁區生態問題。

參考文獻

- (一) 冼宜樂、林金榮、黃文卿、蔡萬生 (民 96)，銀塔鐘螺幼螺放流效益評估初探，水試專訊第 17 期，p10~p13。
- (二) 許嘉錦 (民 90)，自然界的鑽孔機—會鑽孔攝食的軟體動物，自然保育季刊第 36 期，p51~p54。
- (三) 許鐘鋼、陳岳川、蘇勰忠、黃金峰、蔡萬生 (民 96)，澎湖海域碑礫貝生態調查，水試專訊第 20 期，p1~p5。
- (四) 陳昭倫、黃守忠、孟培傑 (民 96)，澎湖內灣底泥堆積調查研究計畫，澎湖縣，澎湖縣政府農漁局。
- (五) 黃貴民 (民 93)，碑礫貝人工養殖及市場現況，水產種苗第 74 期，5 月，p5~p16。
- (六) 張崑雄、楊海寧、陳春暉、詹榮桂、戴昌鳳、鄭明修 (民 82)，澎湖內海海域海洋生態資源調查研究，澎湖縣，交通部觀光局澎湖風景特定區管理籌備處。
- (七) 張國亮、陳銓汶 (民 95)，澎湖海域碑礫貝人工繁養殖及發展生態旅遊之運用 (一)，澎湖縣政府 95 年度研究發展選輯，p98~p109。
- (八) 鄭正綱 (民 93)，澎湖群島貝類圖鑑第二輯，澎湖縣，澎湖縣風櫃國民小學。
- (九) 謝恆毅 (民 92)，澎湖青灣內灣海洋資源利用現況調查報告，澎湖縣，澎湖縣共生藻協會。
- (十) 謝恆毅 (民 94)，澎湖縣澎南區海域碑礫蛤及內垵北港海域白棘三列海膽之族群數量調查，澎湖縣，澎湖縣政府農漁局。
- (十一) 戴昌鳳、陳昭倫、謝恆毅 (民 97)，澎湖海域寒災後海洋生態及漁業資源調查—珊瑚資源調查，澎湖海域寒災後海洋生態及漁業資源調查—珊瑚資源調查論文集，p210~p237。
- (十二) Daniel Knop, Eva Hert, and Sebastian Holzberg. (1996). Giant Clams: A Comprehensive Guide to the Identification and Care of Tridacnid Clams. Dahne Verlag
- (十三) Ellis, S. (1999). Lagoon farming of giant clams (Bivalvia: Tridacnidae). Center for Tropical and Subtropical Aquaculture Publication Number 139 June 1999.
- (十四) Ellis, S. (2000). Nursery and grow-out techniques for giant clams (Bivalvia: Tridacnidae). Center for Tropical and Subtropical Aquaculture

(十五)Hodgson,G.(1999).A global assessment of human effect on coral reefs. Marine Pollution
Bulletin 38 : 345-355.

附錄

七美鄉社區居民利用魚月鯉港（灣）漁業資源及碑礫貝資源使用訪問調查

日期： 年 月 日



人工繁殖移植入海之一年及二年的碑礫貝

一、個人基本資料

1. 年齡 ☐20~30 歲 ☐31~40 歲 ☐41~50 歲 ☐51~60 歲 ☐61 歲以上
2. 性別 ☐男 ☐女
3. 職業 ☐漁 ☐農 ☐軍、公、教、警 ☐商 ☐工 ☐旅遊業 ☐自由業 ☐服務業 ☐家管 ☐其他_____
4. 教育程度 ☐小學以下 ☐小學 ☐國（初）中 ☐高中職 ☐大學（專） ☐研究所以上

二、魚月鯉港（灣）漁業資源使用情形調查

1. 您知道魚月鯉港（灣）海域嗎？位於何處？ ☐知道 ☐不知道
2. 您是否有去魚月鯉港（灣）海域？ ☐是（請續答） ☐否（請跳答第 8 題）
3. 您多久去一次魚月鯉港（灣）？ ☐一日數次 ☐每日 ☐數日一次 ☐每星期一次 ☐每月一次 ☐偶爾
4. 您去魚月鯉港（灣）的主要目的是什麼？ ☐漁業行為 ☐遊憩 ☐研究調查 ☐戶外教學 ☐其他_____（答漁業行為者請續答，答其他答案者請跳答第 8 題）
5. 您在該海域所進行的漁業方法是什麼？ ☐放網 ☐垂釣 ☐潛水標射 ☐鏟扒 ☐潛水撿拾 ☐其他_____
6. 您在魚月鯉港（灣）所捕獲之魚獲如何使用？ ☐自己使用 ☐販賣
7. 您在魚月鯉港（灣）所捕獲之海洋生物平均為您帶來多少收入或省下多少費用？____元
8. 在七美除魚月鯉港（灣）外，是否還有其他重要之遊客浮潛區嗎？ ☐是_____ ☐否

9. 您知道每年大概有多少遊客至魚月鯉港（灣）浮潛嗎？ ☐知道_____人次 ☐不知道
10. 您知道過多的旅客浮潛可能會對魚月鯉港（灣）的海洋生態造成哪些破壞？☐踩踏珊瑚 ☐海域污染 ☐捕抓海洋生物 ☐其他_____
11. 您知道這片海域正遭受哪些危害？ ☐錨害 ☐刺網纏繞 ☐炸魚 ☐毒魚 ☐珊瑚死亡 ☐盜採碑礫貝 ☐垃圾 ☐其他_____

三、碑礫貝現況瞭解調查

1. 您知道碑礫貝目前已是禁採之保育類物種嗎？ ☐知道 ☐不知道
2. 您知道碑礫貝於本縣成長速度約為每年 5 公分，且碑礫貝可利用其外套膜共生藻行光合作用而成長嗎？ ☐知道 ☐不知道
3. 在國外〈帛琉〉碑礫貝已是浮潛區之主角，您認為在魚月鯉港（灣）有哪些海中生物可作為浮潛區之主角嗎？ ☐知道_____ ☐不知道
4. 您知道碑礫貝之閉殼肌即為俗稱之干貝嗎？ ☐知道 ☐不知道
5. 碑礫貝之殼體在國內外已是重要的工藝品製作材料，在七美碑礫貝之殼體有做任何利用嗎？ ☐有_____ ☐無
6. 縣政府水產種苗繁殖場已能進行碑礫貝種苗大量生產與放流，您贊成縣政府於魚月鯉港（灣）及七美其他海域進行碑礫貝資源復育動作嗎？ ☐贊成☐反對

四、漁業資源保護區設置與發展碑礫貝產業調查

1. 如果有助於七美沿岸漁業資源的復育與發展海洋生態之旅，您是否願意支持在合理的範圍之下，約束自己的漁業行為，例如：漁場、漁具、漁法、漁期、漁獲對象、魚類體長等限制及規範？ ☐是 ☐否
2. 您是否會因為魚、蝦、貝、蟹、海膽等之生殖時期暫停針對該物種生物的漁業行為？ ☐是 ☐否
3. 您贊成魚月鯉港（灣）的浮潛旅客人數應進行每日總量管制嗎？☐贊成 ☐反對
4. 您知道什麼是保護區嗎？ ☐是 ☐否
5. 您知不知道並不是所有的保護區都是不准進入使用的嗎？ ☐知道 ☐不知道
6. 假如為維護魚月鯉港（灣）的海洋生態，您贊成在不影響到您的收入之下將魚月鯉港（灣）劃設為保護區嗎？ ☐是 ☐否
7. 您贊成在魚月鯉港（灣）以國外帛琉之模式放流移植碑礫貝稚貝以發展生態之旅嗎？
☐贊成 ☐反對
8. 如果在七美沿岸大量放流人工繁殖之碑礫貝並進行長期培養與監測，以發展七美碑礫貝產業，您是否願意參與維護碑礫貝資源保護與利用之行列？ ☐是 ☐否
9. 您知道澎湖縣政府有意在七美大量放流碑礫貝，假如此計畫有助於增加您收入，您是否願意支持此計畫？ ☐是 ☐否
10. 其他建議： _____

圖表

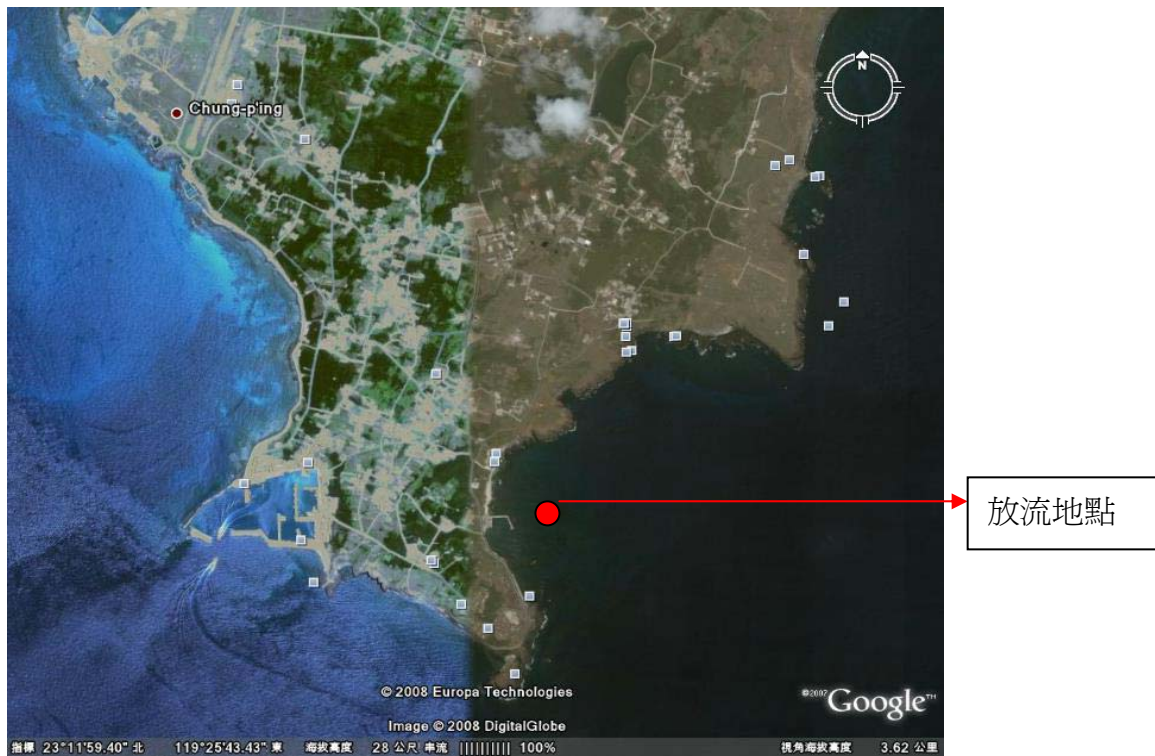


圖 1：七美月鯉港（灣）放流地點圖



圖 2：通樑石滬區放流地點圖



圖 3：五德海域放流地點圖

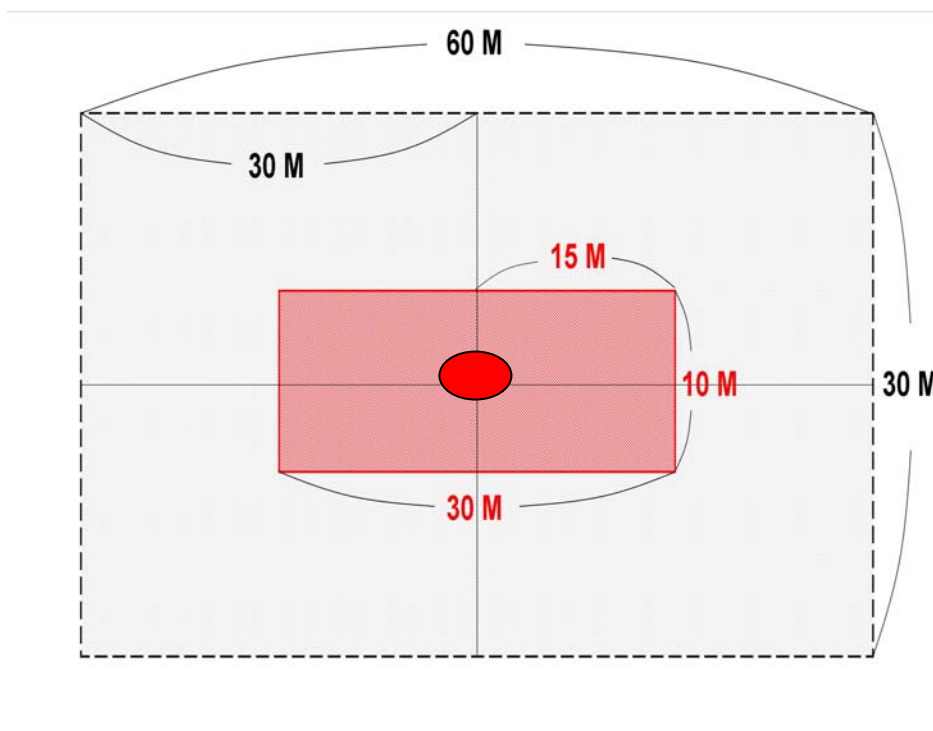


圖 4：七美月鯉港（灣）碑礮貝放流及水下調查面積圖
紅色圓圈區為 95 年集中放流處



圖 5A：千手螺對碑礫貝之攻擊



圖 5B：攻擊碑礫貝之千手螺



圖 6：千手螺於碑礫貝殼體上所鑽之孔



圖 7：2006 年於七美月鯉港（灣）區採集中置放



圖 8：通樑石滬區放流滿一年之碑礫貝體型可達 9 cm 以上



圖 9：五德移植區具編號之石塊受泥沙堆積極為嚴重

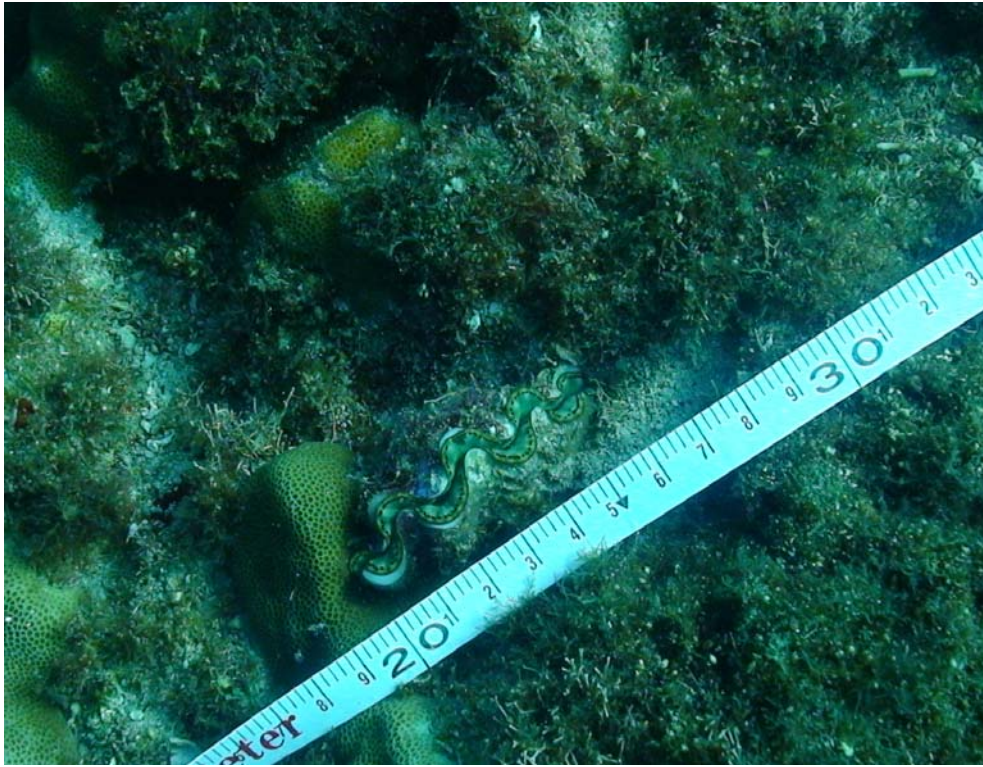


圖 10：七美月鯉港（灣）區採疏散方式放流滿一年之碑礫貝



圖 11 A：2008 年寒害死亡，移植滿 18 個月之碑礫貝



圖 11B：2008 年寒害死亡，移植滿 18 個月之碑礫貝殼體



圖 12A：攻擊實驗中對太平洋牡蠣進行攻擊鑽孔之千手螺



圖 12B：經千手螺攝食鑽孔之太平洋牡蠣



圖 13：經攻擊死亡之碑礫貝，殼表出現二個鑽痕，顯示曾遭受二個千手螺之攻擊



圖 14：體型達 21 公分以上之碑礫貝，雖遭千手螺攻擊鑽孔，但未能穿透倖免於難

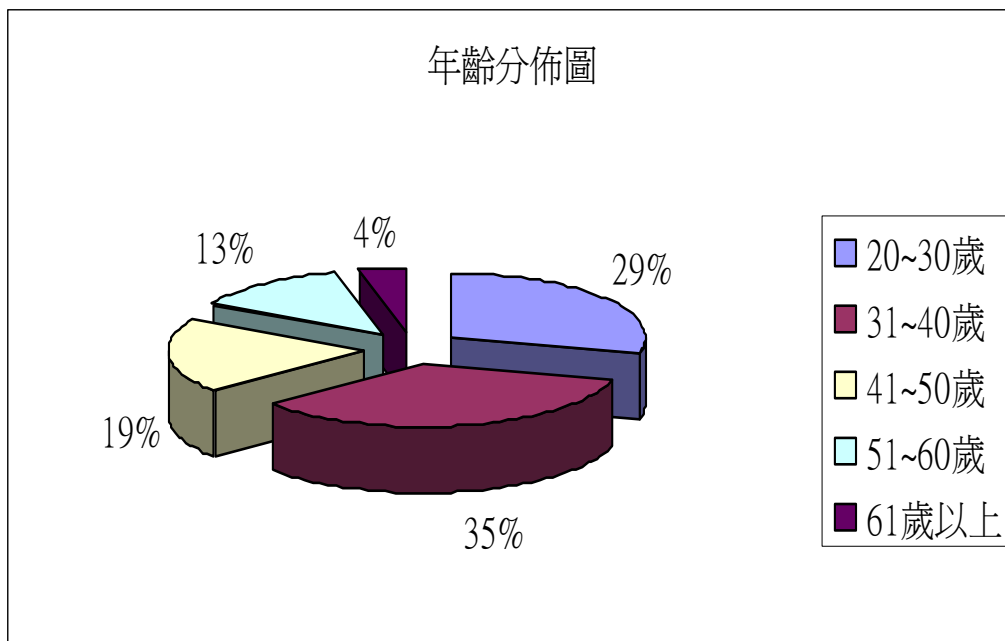


圖 15：七美居民受訪者年齡分佈圓形圖

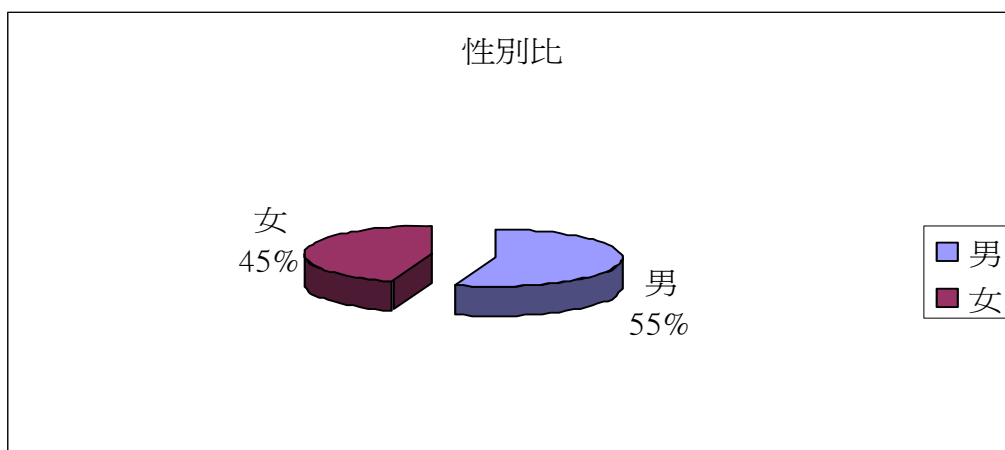


圖 16：七美居民受訪者性別比分佈圓形圖

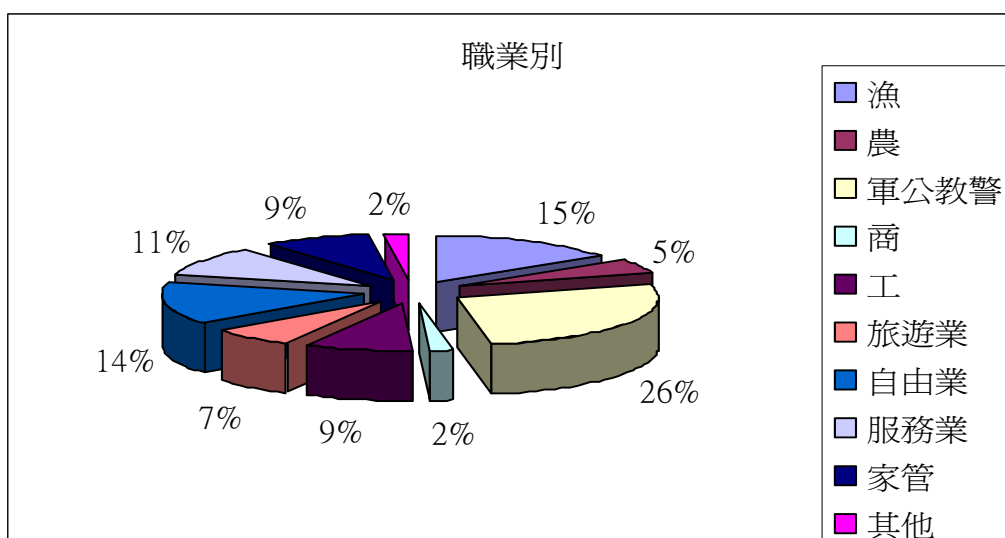


圖 17：七美居民受訪者職業別分佈圓形圖

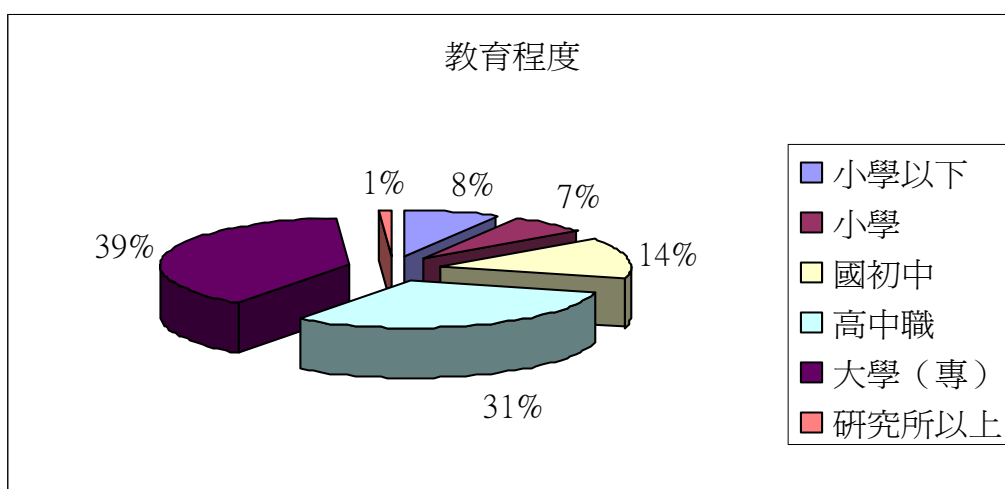


圖 18：七美居民受訪者教育程度分佈圓形圖

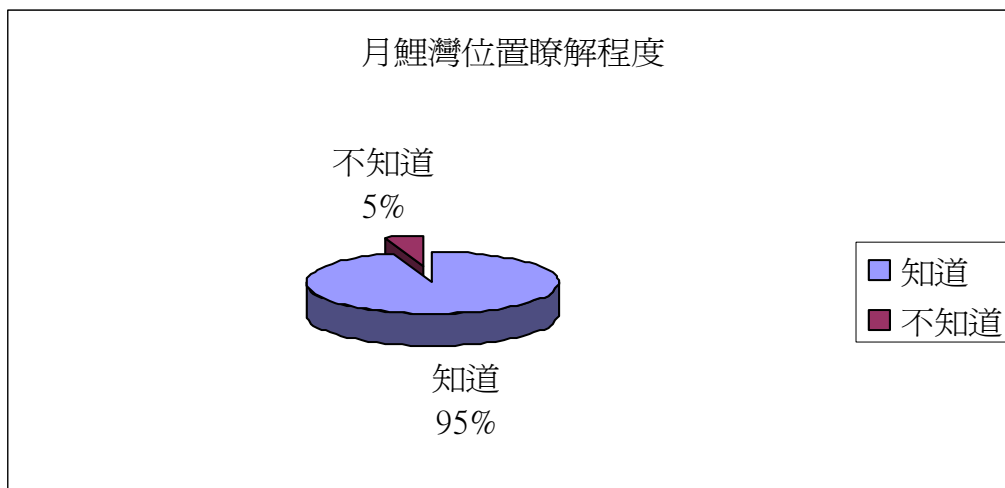


圖 19：七美居民受訪者對於月鯉港（灣）位置瞭解程度分佈圓形圖

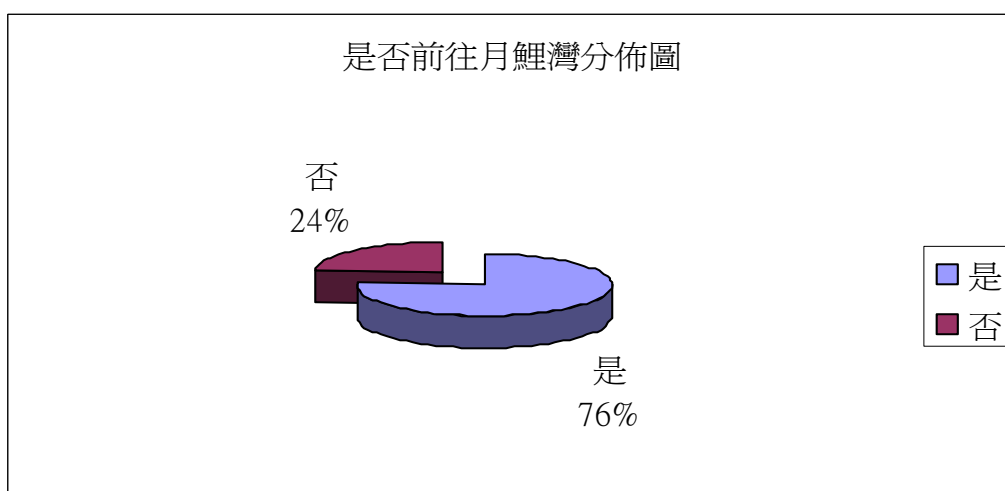


圖 20：受訪者是否前往月鯉港（灣）分佈圓形圖

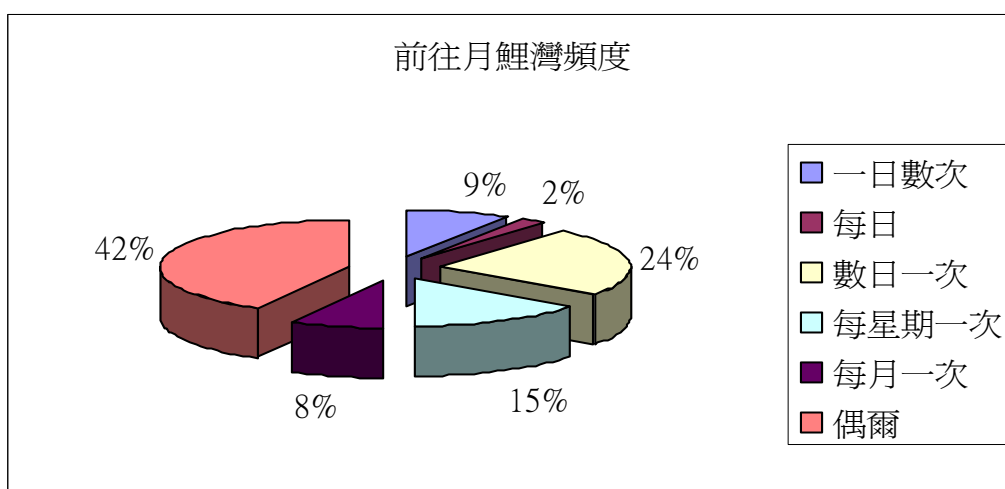


圖 21：受訪者前往月鯉港（灣）頻度分佈圓形圖

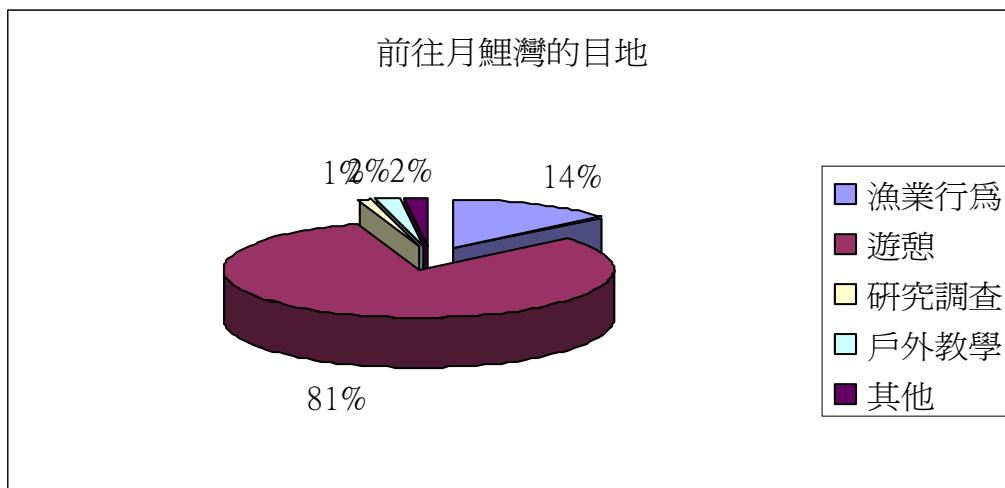


圖 22：受訪者前往月鯉港（灣）目的分析圓形圖

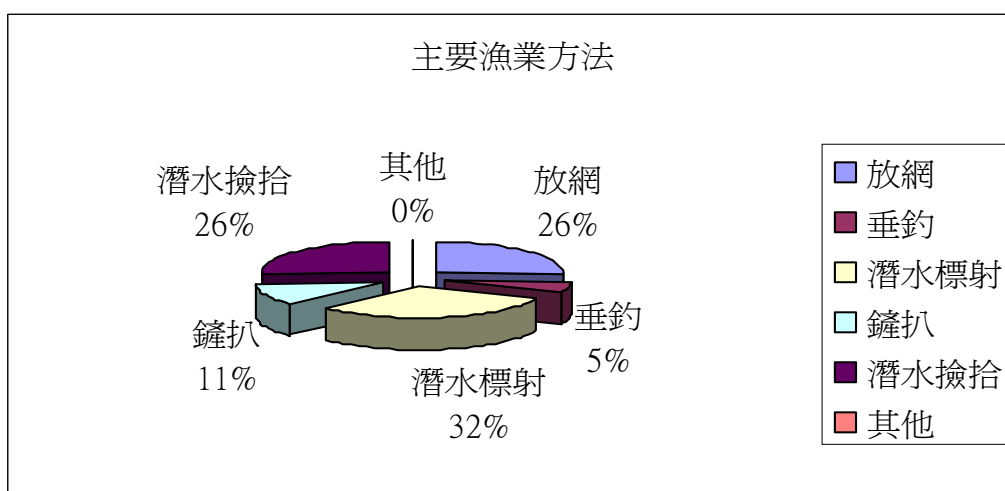


圖 23：受訪者前往月鯉港（灣）主要漁業方法分析圓形圖

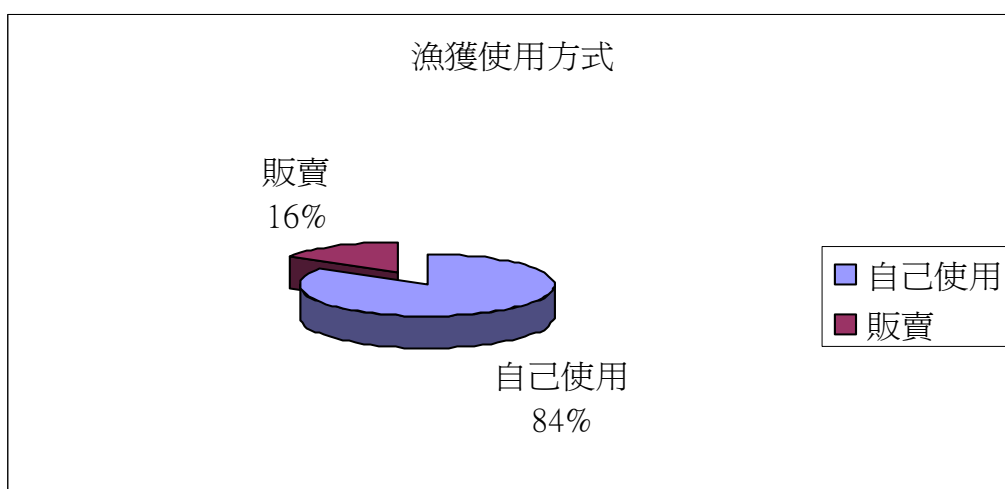


圖 24：受訪者漁獲使用方式分析圓形圖

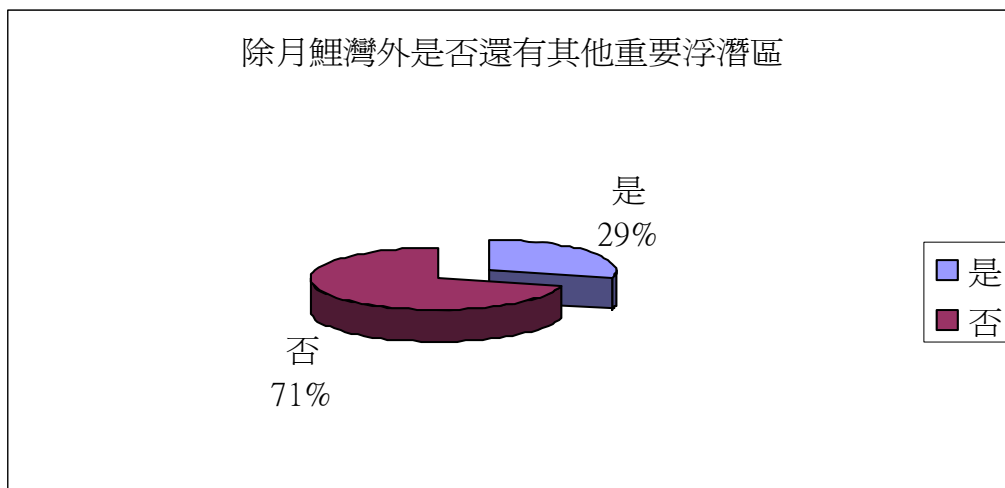


圖 25：七美重要浮潛區分析圓形圖

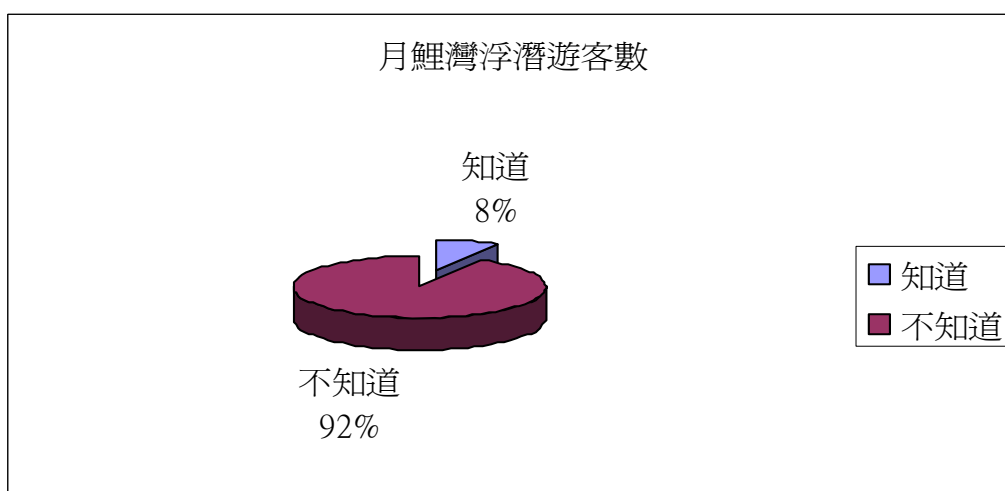


圖 26：月鯉港（灣）浮潛遊客人數分析圓形圖

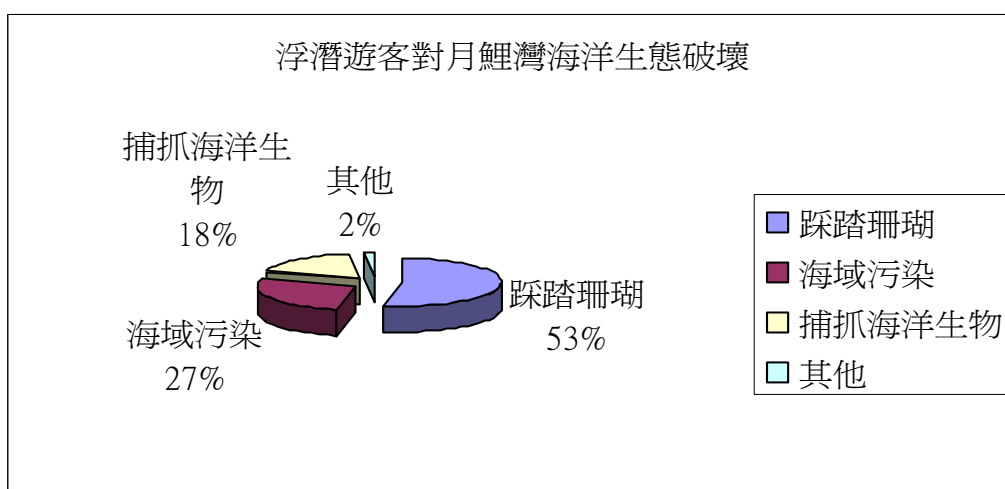


圖 27：浮潛遊客對月鯉港（灣）海洋生態破壞分析圓形圖

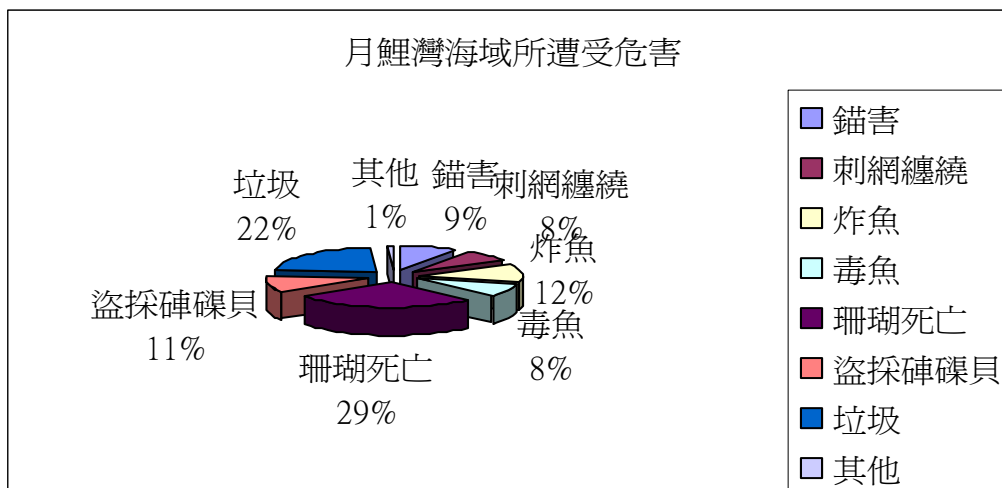


圖 28：七美月鯉港（灣）海域遭受危害分析圓形圖

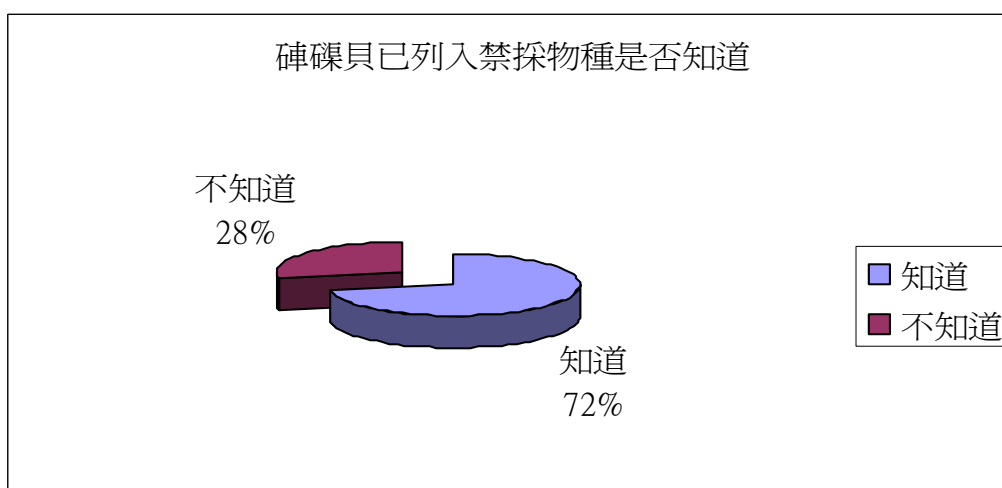


圖 29：受訪者對禁採碑礫貝政令瞭解程度分析圓形圖

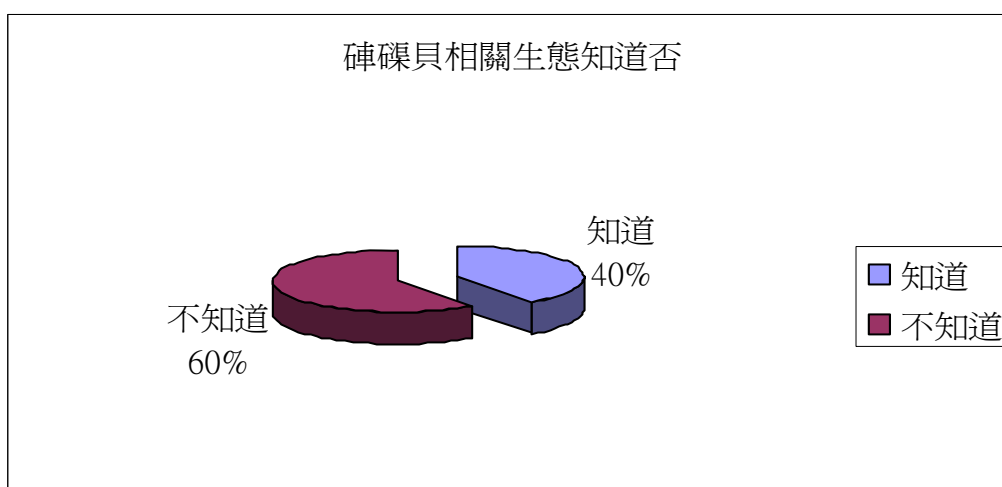


圖 30：受訪者對於碑礫貝相關生態瞭解程度分析圓形圖

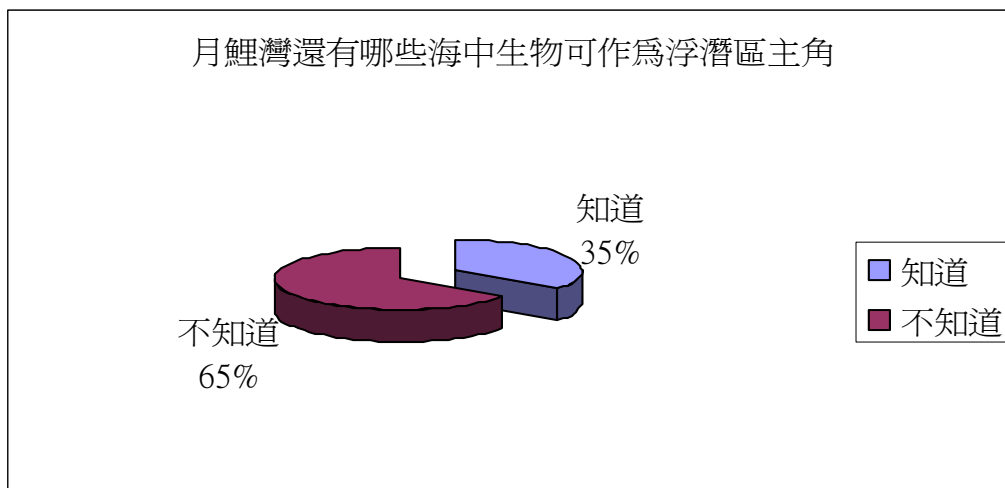


圖 31：月鯉港（灣）浮潛區海中生物瞭解程度分析圓形圖

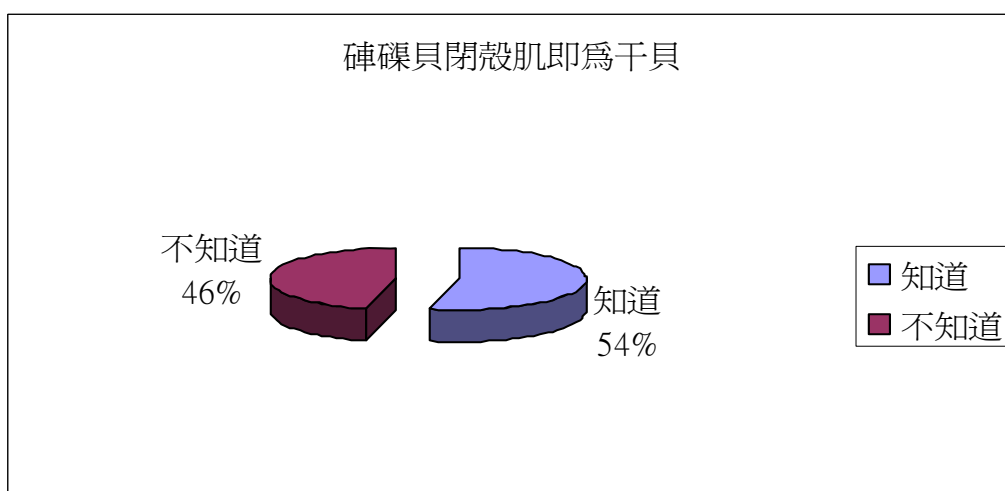


圖 32：碑磔貝閉殼肌利用程度分析圓形圖

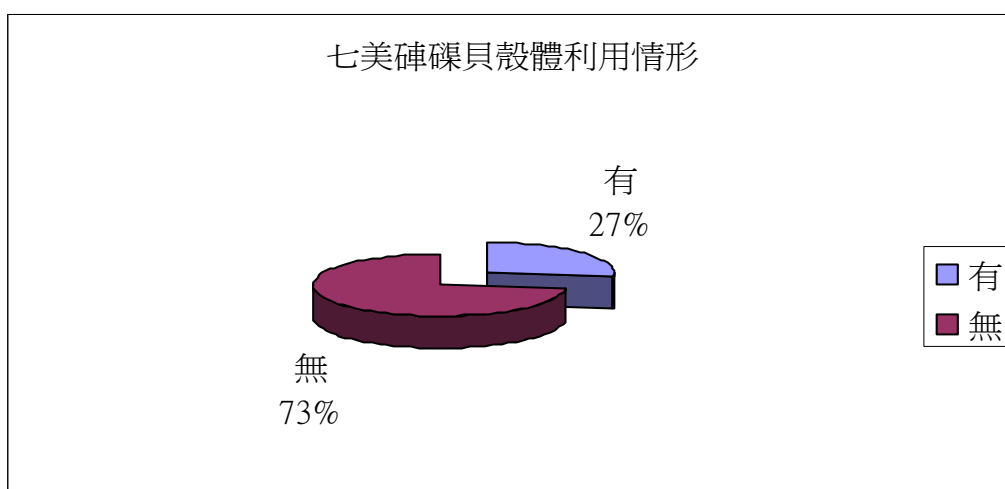


圖 33：碑磔貝殼體利用程度分析圓形圖

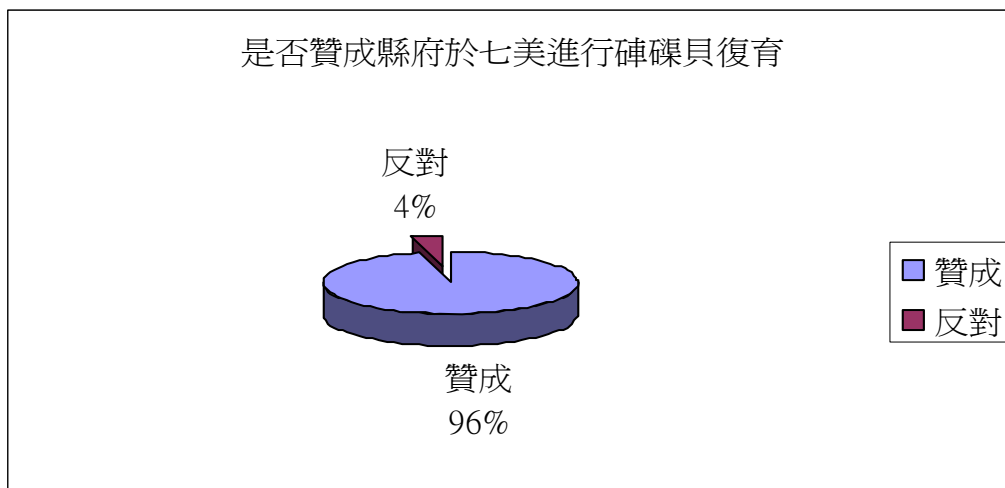


圖 34：受訪者支持碑礫貝復育分佈圓形圖

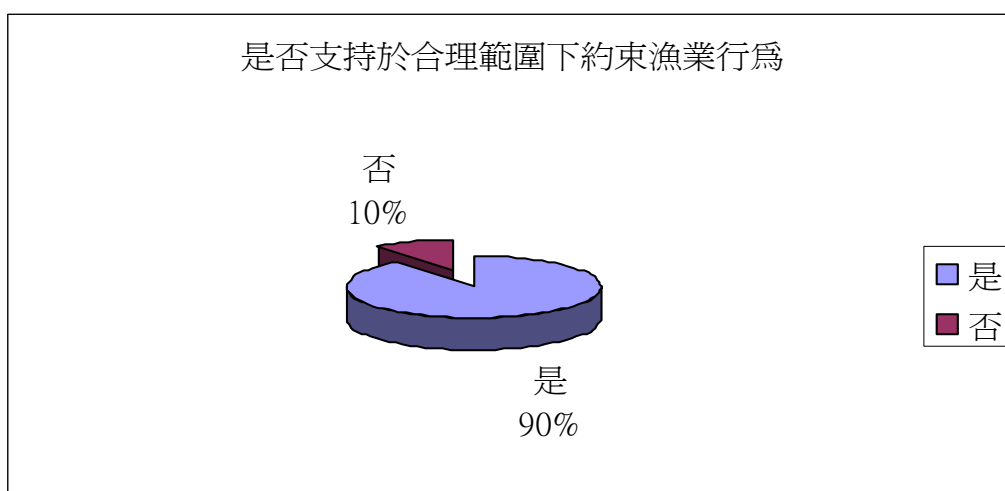


圖 35：受訪者支持約束漁業行為分佈圓形圖

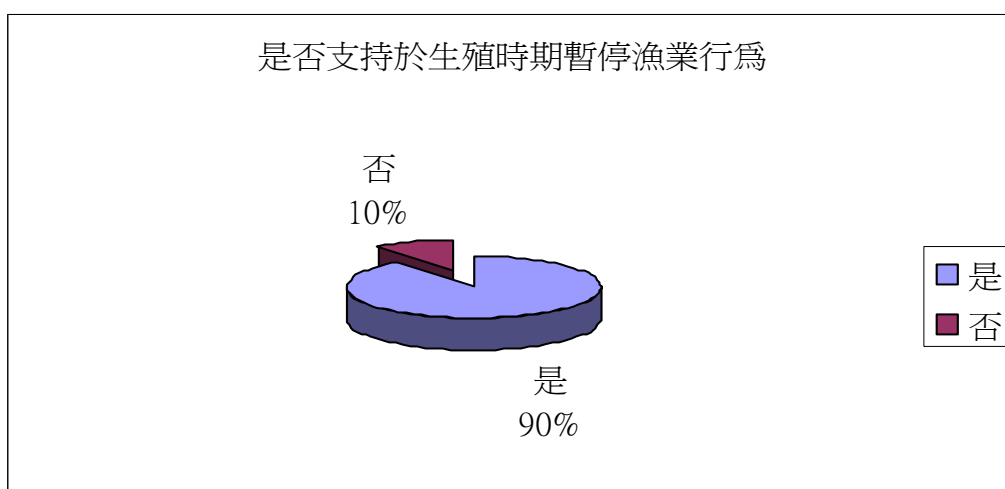


圖 36：受訪者支持生殖季暫停漁業行為分佈圓形圖

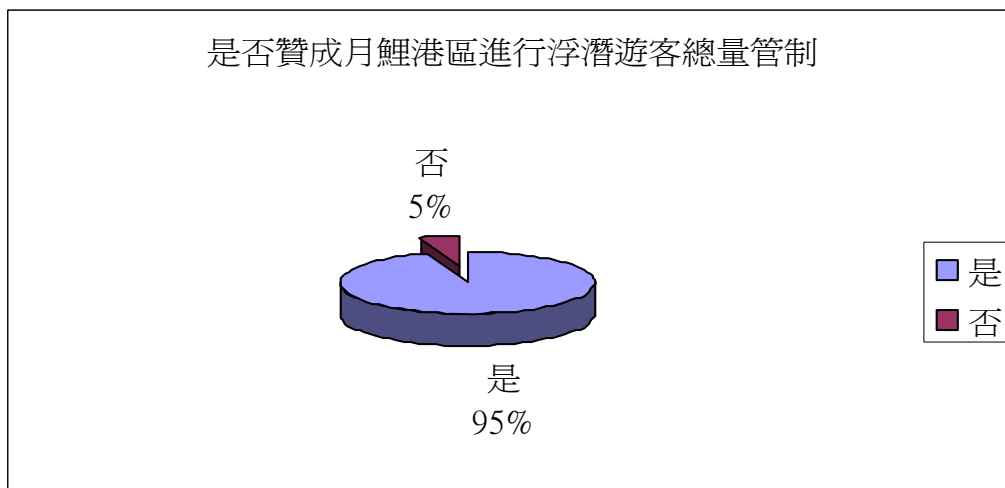


圖 37：受訪者支持進行月鯉港（灣）浮潛旅客總量管制分佈圓形圖

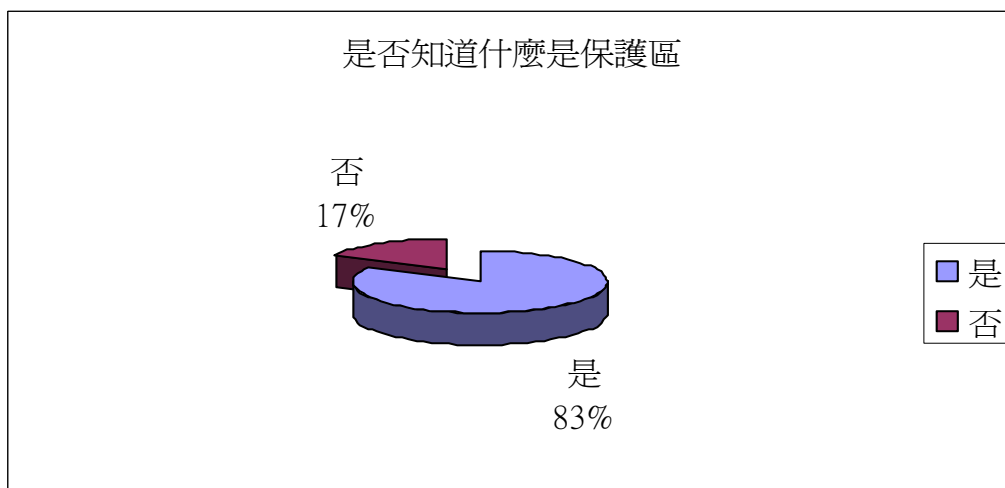


圖 38：受訪者知道保護區比例分佈圓形圖

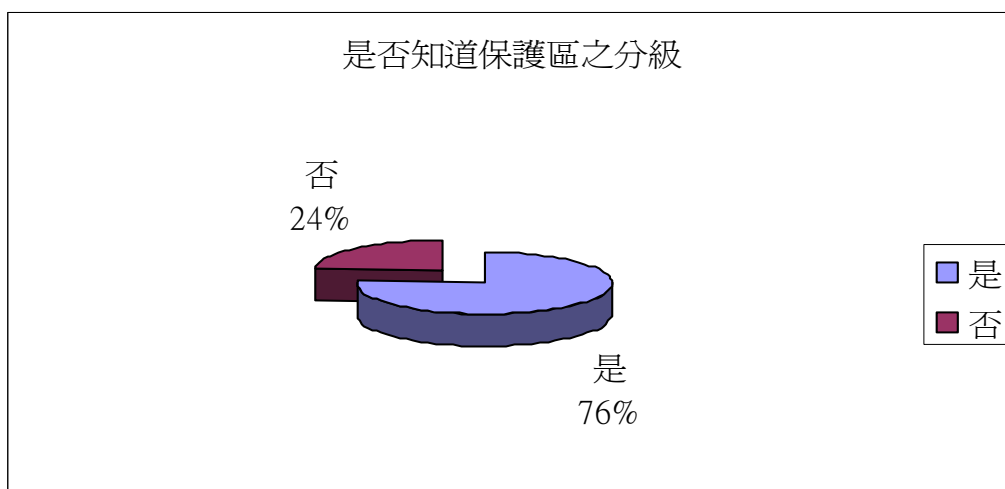


圖 39：受訪者瞭解保護區分級比例分佈圓形圖

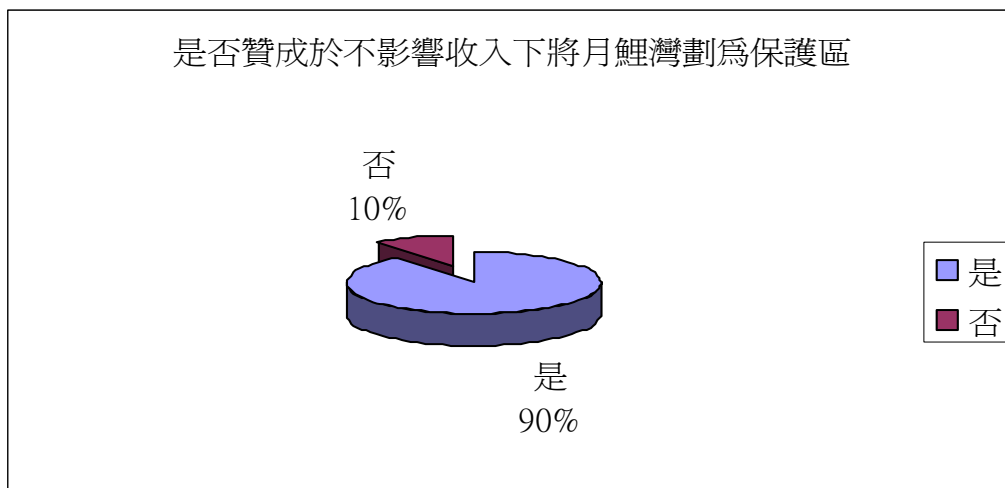


圖 40：受訪者支持保護區劃設比例分佈圓形圖

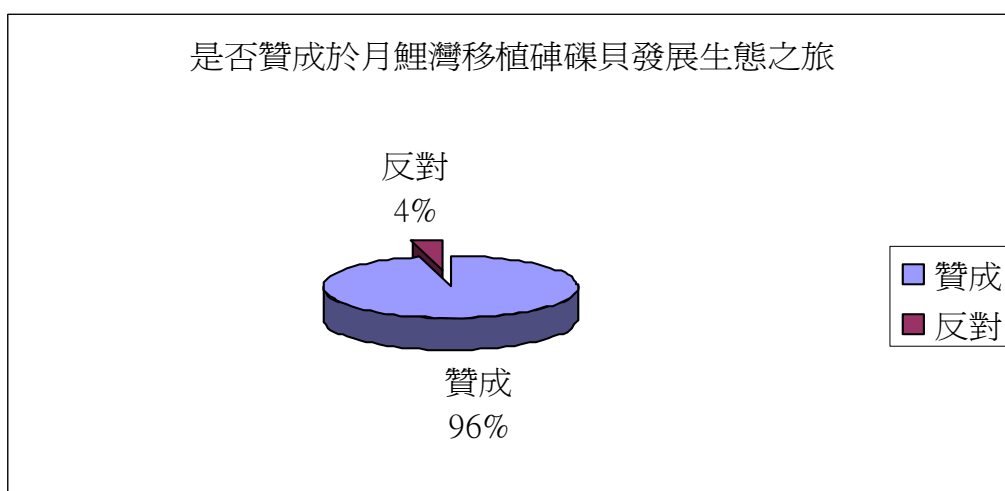


圖 41：受訪者支持月鯉港（灣）移植碑礫貝發展生態之旅分佈圓形圖

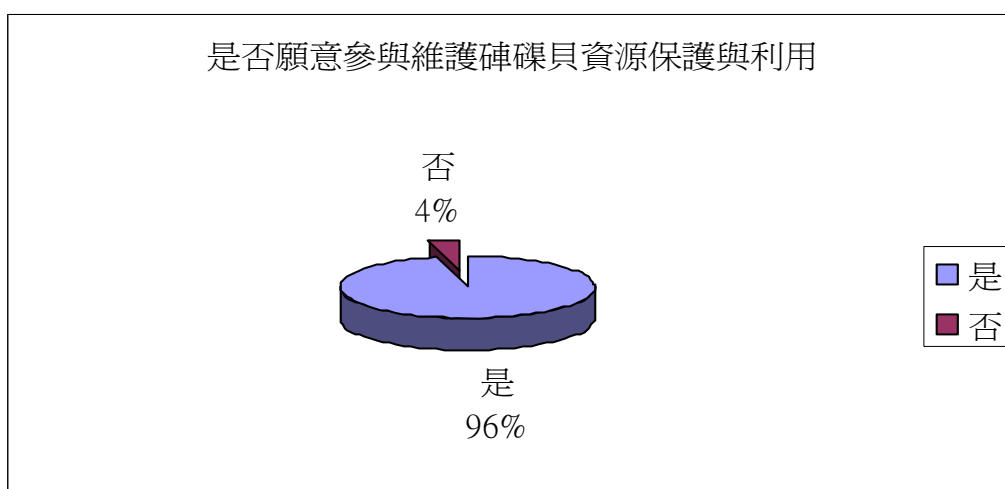


圖 42：受訪者願意參與維護碑礫貝資源保護與利用分佈圓形圖

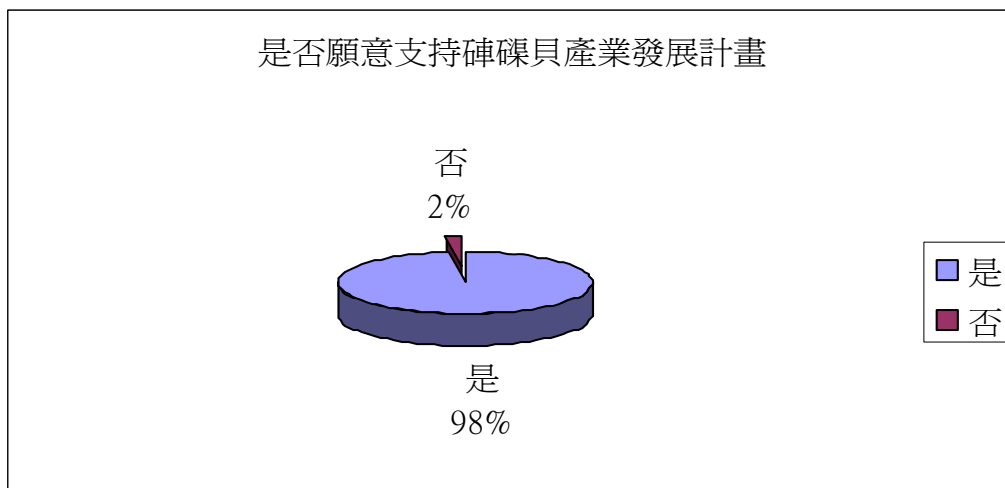


圖 43：受訪者願意支持碑磔貝產業發展分佈圓形圖

表 1：2006 年碑礫貝放流統計表

放流地點	放流數量	放流日期	活存率	平均殼長	放流前平均殼長
七美	495	95.09.27	8/495 1.6%	8.07±0.54 cm (n=8)	5.32±0.45 cm
通樑石滬	51	95.06.28	41/51 80%	9.30±0.52 cm	5.27±0.41 cm
五德海域	50	95.08.01	0	×	5.61±0.59 cm

* 平均活存率為 8.2%

表 2：七美月鯉港（灣）區碑礫貝死亡殼體分析表

體型及類別 編號	體型cm	死亡類別	備註
1	7.0	鑽孔死亡	
2	7.1	鑽孔死亡	
3	7.2	鑽孔死亡	
4	8.7	鑽孔死亡	
5	8.2	鑽孔死亡	
6	6.2	碎殼死亡	
7	7.0	鑽孔死亡	
8	8.5	鑽孔死亡	
9	8.6	鑽孔死亡	
10	6.9	碎殼死亡	
11	7.9	鑽孔死亡	
12	7.2	鑽孔死亡	
13	7.3	鑽孔死亡	
14	6.7	鑽孔死亡	
15	8.5	鑽孔死亡	

* 鑽孔死亡率為 86.6%

表 3：千手螺攻擊實驗表

時間 類別	基礎資料	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
黑蝶貝 A	H：11 cm W：10 cm H：8.5 cm W：8.5 cm	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
黑蝶貝 B	H：10.5 cm W：10 cm H：8 cm W：8.5 cm	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
江珧蛤 A	H：17.5 cm W：13.5 cm H：26.5 cm W：16 cm	○	○	○	○	○	*	*	○	○	○
江珧蛤 B	H：16.5 cm W：12 cm H：22.5 cm W：14 cm	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
太平洋 牡蠣 A	H：6.5 cm W：4.5 cm H：6 cm W：4 cm	*	*	*	*	*	x				
太平洋 牡蠣 B	H：6.5 cm W：4.3 cm H：6 cm W：4 cm	*	*	*	*	*	x				
磚礫貝 A	L：8 cm L：8 cm	○	○	*	*	*	*	*	*	x	
磚礫貝 B	L：7.5 cm L：6 cm	○	*	*	*	*	*	*	*	*	x

實驗日期自 2008 年 8 月 7 日起至 2008 年 8 月 16 日止

D：實驗日期 H：殼高 W：殼寬 L：殼長 ○：正常 *：攻擊 x：死亡

表 4：千手螺對不同體型砵磔貝攻擊實驗表

時間 組別	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
砵磔貝 A 5－10 cm	○	○	*	*	*	*	x			
砵磔貝 B 5－10 cm	○	○	○	*	*	*	*	*	x	
砵磔貝 C 11－20 cm	○	*	*	*	○	○	○	○	○	○
砵磔貝 D 11－20 cm	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
砵磔貝 E 21 cm以 上	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
砵磔貝 F 21 cm以 上	○	○	○	*	*	*	*	○	○	○

實驗日期自 2008 年 8 月 13 日起至 2008 年 8 月 22 日止

D：實驗日期 L：殼長 ○：正常 *：攻擊 x：死亡