

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與 貝類資源量現況調查

受委託者：中央研究院生物多樣性研究中心

研究主持人：中央研究院生物多樣性中心 陳昭倫 博士

研究人員：中央研究院生物多樣性中心 陳昭倫 博士

國立海洋生物博物館 孟培傑 博士

邱郁文 博士

研究助理：中央研究院生物多樣性中心 鍾愛琪

鄭念昀

國立海洋生物博物館 張家銘

蘇俊育

墾丁國家公園管理處委託辦理報告

中華民國 102 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

成果報告基本資料表

一、辦理單位	墾丁國家公園管理處		
二、受託單位	中央研究院生物多樣性研究中心		
三、年 度	102 年度	計畫編號	488-102-01-231
四、計畫性質	委託辦理		
五、計畫期間	102 年 1 月 24 日至 102 年 12 月 31 日		
六、本期期間	102 年 1 月 24 日至 102 年 12 月 31 日		
七、計畫經費	1185 千元		
	資本支出	仟元	經常支出
	土地建築	仟元	人事費
	儀器設備	仟元	業務費
	其 他	仟元	差旅費
			設備使用及維護費租金等
			材料費
			其 他
			雜支費
			行政管理費
八、摘要關鍵詞（中英文各三筆） 水質監測、底棲群聚、珊瑚覆蓋率 Water Quality Monitoring、Benthic community structure、coral coverage			
九、參與計畫人力資料：			
參與計畫人員姓名	工作要項或撰稿章節	現職與簡要學經歷	計畫參與期程
陳昭倫	計畫研提、進度管制報告 撰寫、資料蒐集分析、珊瑚礁底棲群聚監測	中研院生多中心研究員	全程
孟培傑	廢水排放、水中懸浮固體調查	國立海洋生物博物館	全程
邱郁文	珊瑚礁潮下帶螺貝類生態普查	國立海洋生物博物館	全程
鍾愛琪	珊瑚礁底棲群聚監測	中研院生多中心研究助理	102.01-102.07
鄭念昀	珊瑚礁底棲群聚監測	中研院生多中心研究助理	102.07-102.12
張家銘	廢水排放、水中懸浮固體調查	國立海洋生物博物館研究助理	全程
蘇俊育	珊瑚礁潮下帶螺貝類生態普查	國立海洋生物博物館研究助理	全程

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 蒐集之資料、文獻分析	1
第二章 研究方法及工作內容	7
第一節 研究方法	7
第二節 研究工作內容	17
第三章 研究結果	19
第一節 研究結果	19
第二節 整合分析	62
第四章 結論與建議	65
第一節 結論	65
第二節 建議	71
附錄一 2013 年各季水質檢測	77
附錄二 2013 年亞潮帶軟體動物物種清單食性分類	81
附錄三 服務企劃書評選會議記錄	85
附錄四 期中報告審查會議記錄	91
附錄五 期末報告審查會議紀錄	96
參考資料	105

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

表次

表 1-2-1	墾丁軟體動物物種過去紀錄	5
表 2-1-1	監測類別、檢驗項目、監測頻率及檢驗方法表	9
表 2-1-2	墾丁國家公園附近沿岸海域水質測站(TWD67)	9
表 2-1-3	長期生態監測樣點 GPS	12
表 3-1-1	河川水質污染程度分類表	21
表 3-1-1	底棲類別覆蓋率在眺石海葵區、恢復區與軸孔區年間比較	30
表 3-1-2.1	底棲類別覆蓋率在各地點不同時間的比較	31
表 3-1-2.2	底棲類別覆蓋率在各地點不同時間的比較(續)	32
表 3-1-3	萬里桐 1987, 1997, 2003-2005, 2008-2013 最豐富的前十屬珊瑚的平均覆蓋率 (%)	33
表 3-1-4	紅柴 1987, 1997, 2009-2013 最豐富的前十屬珊瑚的平均覆蓋率 (%)	34
表 3-1-5	雷打石 1987, 1997, 2003-2005, 2008-2013 最豐富的前十屬珊瑚的平均覆蓋率 (%)	35
表 3-1-6	香蕉灣 1987, 1997, 2003-2005, 2008-2013 最豐富的前十屬珊瑚的平均覆蓋率 (%)	36
表 3-1-7	龍坑 2004-2005, 2008-2013 最豐富的前十屬珊瑚的平均覆蓋率 (%)	37
表 3-1-8	後壁湖 2011-2013 最豐富的前十屬珊瑚的平均覆蓋率 (%)	38
表 3-1-9	眺石 2010-2013 豐富的前十屬珊瑚的平均覆蓋率 (%)	38
表 3-1-10	各樣點在 2013 年天兔颱風後的底棲類別覆蓋率比較	39
表 3-1-10	各樣點的珊瑚功能群 r-K-S 組成與保育等級	40

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

表 3-1-12	2013 年 4 月及 9 月亞潮帶軟體動物物種清單	51
----------	----------------------------	----

表 3-1-13	4 月及 9 月各樣點相似度分析 (SIMPER)	58
----------	---------------------------	----

圖次

圖 2-1-1	墾丁國家公園附近沿岸海域水質測站圖	10
圖 2-1-2	墾丁國家公園海域長期生態研究計畫的七個樣區	12
圖 2-1-3	螺貝類資源量現況調查樣區	13
圖 2-1-4	底棲軟體動物調查方法	14
圖 2-1-5	軟體動物之物種食性組成	14
圖 2-1-6	優勢物種曲線圖(k-dominance curve)	15
圖 2-1-7	MDS 分析圖範例	16
圖 3-1-1.1	墾丁國家公園沿岸海域水質分析資料	22
圖 3-1-1.2	墾丁國家公園沿岸海域水質分析資料(續)	23
圖 3-1-1.3	墾丁國家公園沿岸海域水質分析資料(續)	24
圖 3-1-1.4	墾丁國家公園沿岸海域水質分析資料(續)	25
圖 3-1-2	沿岸海域測站之 pH 與溶氧量及溶氧飽和度之相關性	25
圖 3-1-3	沿岸海域測站之 NH ₃ -N 與 BOD ₅ 之相關性	26
圖 3-1-4	河川溪流與排放溝渠測站之 NH ₃ -N 與 BOD ₅ 之相關性	26
圖 3-1-5	河川污染程度積分圖	26
圖 3-1-6	長期生態監測，眺石海葵區、恢復區、軸孔區各樣區的底棲類別覆蓋率 (平均值 ± 標準誤差%)	41
圖 3-1-7	長期生態監測，萬里桐、紅柴、雷打石、後壁湖、香蕉灣和龍坑各底棲 類別覆蓋率在八年間的變化(平均值 ± 標準誤差%)	42
圖 3-1-8	2013 年各地點石珊瑚 r-K-S 分佈圖	43
圖 3-1-9	九年不同地點各測線珊瑚種覆蓋率聚類分析的樹狀圖	44

圖 3-1-10	以九年的測線各珊瑚屬平均覆蓋率繪製的 MDS 圖	45
圖 3-1-11	亞潮帶各樣點軟體動物物種數	59
圖 3-1-12	亞潮帶各樣點軟體動物豐度	59
圖 3-1-13	亞潮帶各樣點軟體動物生物量	60
圖 3-1-14	亞潮帶各樣點軟體動物均勻度	60
圖 3-1-15	亞潮帶各樣點軟體動物歧異度	61
圖 3-1-16	4 月亞潮帶各樣點物種個體數量累積圖	61
圖 3-1-17	9 月亞潮帶各樣點物種個體數量累積圖	62
圖 3-1-18	亞潮帶軟體動物群聚多元尺度分析 (MDS)	62
圖 3-1-19	不同科軟體動物與棲息環境之主成分分析	63
圖 3-1-20	亞潮帶各樣點軟體動物食性組成比例	64
圖 3-1-21	歷年潮間帶及亞潮帶軟體動物科數及物種數量累積圖	65
圖 3-2-1	2013 年水質調查多元尺度分析(MDS)	66
圖 3-2-2	2013 年各珊瑚屬平均覆蓋率多元尺度分析(MDS)	66
圖 3-2-3	2013 年亞潮帶軟體動物群聚多元尺度分析(MDS)	67
圖 4-1-1	雷打石樣區颱風前後對照	73
圖 4-1-2	後壁湖樣區颱風前後對照	73
圖 4-1-3	眺石海域軸孔珊瑚區颱風前後對照	73
圖 4-1-4	活珊瑚與大型藻類之相對覆蓋率	74
圖 4-1-5	各樣點活珊瑚相對覆蓋率	74

摘 要

關鍵詞：水質監測、底棲群聚、珊瑚覆蓋率、Water Quality Monitoring、Benthic community structure

本計畫分三個子計畫：海域水質監測、珊瑚礁底棲群聚監測、螺貝類資源量現況調查。

水質監測為調查各測站之溫、鹽分布主要受到潮流漲落、陸上逕流及河川、溪流之淡水影響，結果呈現出季節性及區域性之變化。而酸鹼值與溶氧量及溶氧飽和度，大致呈現正相關之趨勢，且溶氧飽和度有超飽和現象，但其營養鹽及葉綠素甲卻未出現相對高值。此結果表示水體中的強烈光合作用主要由底棲附著藻類進行，而並非以浮游藻為主，此作用增加了水體的酸鹼值及溶氧量。部分測站生化需氧量未合乎環保署公告保護生活環境之甲類海域水質標準(2mg/L 以下)，且與氨氮含量呈現的正相關性，推測可能遭受耗氧性都市家庭污染物質經由排放溝渠輸入與逕流所影響。計畫所屬各河川之污染程度隨季節性而有所變化，而各污染因子相對於河川之污染程度之污染積分貢獻，則以懸浮固體量、氨氮及生化需氧量為主要影響因子。

在珊瑚礁普查方面，石珊瑚、軟珊瑚與大型藻類和 2012 年的結果相比較皆無明顯差異，草皮狀海藻的覆蓋率於部分樣點比起去年略為增加；另外眺石保護區中三區的石珊瑚覆蓋率皆有增加的趨勢，海葵除了恢復區有零星觀察到外，其他兩個區域的覆蓋率接近零。但於 2013 年 9 月台灣受到強烈颱風天兔侵襲，導致雷打石、後壁湖樣區與眺石樣區中的軸孔區受損情況較為嚴重，其他樣區部份石珊瑚亦些微受到颱風影響。

軟體動物之微棲地與群聚分布方面，物種數以萬里桐為最高，後壁湖明顯低於其它各樣點，然而豐度卻是眺石明顯高於其它各樣點。萬里桐記錄到的物種種類數

量多，但除了樂譜芋螺 (*Conus musicus*) 記錄得 8 隻，其餘各物種之數量皆不超過 5。後壁湖種類數少，但有明顯優勢物種。本季無論是物種豐度、均勻度或歧異度皆以萬里桐為最高，香蕉灣為其次，而不同樣點之物種群聚結構相似度主要和各樣點的距離差異有關。綜合所有樣點物種之食性組成，以肉食性物種占 67.9% 為最高，其次為濾食性物種 14.3%，第三為共生藻兼營共生 8.2%，最低為藻食性物種 2.5%。

Abstract

This project conducted 3 subprojects, include water quality monitoring, benthic community monitoring and seashell and land snails survey. Water quality parameter showed spatio-temporal variation on water temperature and salinity which caused by ebb-and-flow structure and freshwater input such as surface runoff and nearby channels and creeks outlets. There were significant positive correlations between pH value, dissolved oxygen (DO) and DO saturation. Although DO over saturate but nutrients and chlorophyll-a value didn't increase revealed that photosynthetic strongly driven by benthic adhere algae but not planktonic algae hence led to increase pH value and DO in water samples. High level of biochemical oxygen demand (BOD) observed at some sites consequently positive correlated with ammonia concentrations suggested that domestic wastewaters discharge and runoff impact KNP. Principle component analysis showed that suspended solids, ammonia concentration and BOD are mainly related to stream pollution. About benthic community survey, both stone corals, soft corals and macroalgae coverage showed no significant different from year 2012 results. However, turf algae coverage increased. Stony corals coverage at Tiaoshi protected area was increased. Sea anemones observed at recover area but not the other sites. However, the typhoon TianTu in Sep, 2013 severely damaged the Acropora area in LDS, HBH and TS and slightly damages other stony corals too. For mollusks microhabitat and community distribution survey, results showed that WLT had the highest abundance, but HBH had the lowest. However, TS had the highest richness than other sites. WLT found the most species diversity. However only *Conus musicus* had recorded 8 individuals, others species were lower than 5 individuals. HBH had found dominant species. WLT had the highest species

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

richness, diversity and evenness, follow by SJW. Community structure differences were correlated to distance among sampling sites. Species feeding behavior investigation results revealed that 67.9% mollusks found in KNP were carnivore, 14.3% were suspension feeder, symbiosis relation showed 8.2% and the lowest was algivore 2.5%.

第一章 緒 論

第一節 研究緣起與背景

為了瞭解墾丁國家公園海域之水質、珊瑚礁生態、螺貝類等軟體生物的最新現況，累積基礎生物資料並追蹤國家公園海域環境在人為與自然擾動下的影響與變化，並探討如何制定相關策略以維繫國家公園海域內底棲群聚的健康，本計劃之三個子計畫，分別持續針對七個已設立的長期監測海域進行水質監測、底棲類別覆蓋率和石珊瑚生長情形以及螺貝類資源量進行研究調查。

第二節 蒐集之資料、文獻分析

一、海域水質監測：

墾丁國家公園海域是台灣海洋生物多樣性最高的區域之一，亦是國內外知名的旅遊勝地。近年來墾丁國家公園近岸，為因應經濟活動需求各項建設不斷增加，同時遊憩活動增加、海岸的開發，導致海域中陸源污染物質日益增多。珊瑚礁區的特性為高基礎生產力、具生物多樣性及水質環境佳，珊瑚的生長條件十分嚴苛，它需要潔淨、貧養、鹽度穩定、水淺、陽光充足、溫度適宜的海洋環境。然而，由於大部份的珊瑚礁都位於近岸的淺水區域，因此容易受到陸上人為活動的影響，而改變珊瑚礁生物間相互依存的關係，破壞其中一環可能整個體系會崩潰。近年來墾丁國家公園附近可能由於山坡土地規化與利用之不當，造成水土保持不良，同時眾多遊客造訪也產生大量的垃圾與有機廢水，經常在雨季時，一場大雨之後，逕流(runoff)即將土壤沖刷，連同垃圾與有機廢水經過溝渠或小溪輸送到海裡，造成黃濁的水質及營養鹽之增加，不但在珊瑚礁覆蓋上大片泥沙，掩埋並窒息棲息於底質內的生物，且對當地之生物群聚造成相當的衝擊。海水中大量懸浮固體對珊瑚礁之影響情況，文獻中已有許多的報導(Bastidas et al., 1999; Riegl et al., 1996)。沉積物影響珊瑚生長的情況，有以幾下幾種程度

的差異：a. 大量的沉積物以至淹沒珊瑚群體；b. 懸浮的沉積物會減少海水的透光度限制了光合作用的效率進而簡造成珊瑚成長變慢；c. 懸浮的沉積物直接碰撞並造成珊瑚組織的傷害(Roger, 1990)。而珊瑚受到沉積物的干擾後會產生以下幾種影響，a. 光合作用效率下降(Weber et al., 2006)；b. 懸浮物覆蓋的時間太久，珊瑚會白化甚至死亡(Gilmour, 2002)，可見沉積物對珊瑚影響傷害甚劇，為充分掌握其影響程度，如何有效監測沉積速率之方法成為學者們追求的目標(Thomas 2003; Thomas and Ridd 2005)。然而沉積物對珊瑚所造成的影響，與珊瑚外型、沉積物種類及環境狀況有關(Rogers, 1990; Fabricius, 2005)，所以珊瑚礁中珊瑚群聚的組成可能受該海域的環境狀況所影響。

往年所搜集雨量、河川流量及污染物濃度之資料，利用三者之相關性，已經初步估算出各主要河川營養鹽及懸浮固體等物質之通量；由計算結果顯示，即使是雨季期間，陸域之排水溝渠及大、小河川所排放之營養鹽、耗氧性有機物及懸浮固體等物質，當其進入南灣海域並經混合均勻稀釋後，對整個南灣海域而言，其影響程度並不大，然而這些污染物質在未混合、稀釋前，其影響程度如何？值得探討且重視。

此外，墾丁海域也曾經遭受到珊瑚白化(Huang et al., 1987; Su et al., 1987; Hung et al., 1989; Su et al., 1989)、冷心渦旋湧升流入侵(李宏仁, 1999; Lee et al., 1997, 1999a, 1999b)、其他如不定期的颱風，以及不明原因的珊瑚傳染疾病等等，使得墾丁珊瑚礁正面臨嚴重的危機，原因複雜亟待研究，才能對症下藥，以便採取緊急措施來防止珊瑚礁環境的持續惡化。由於環境變遷與多種協同作用，使得沿岸珊瑚礁生態系受到的壓力愈來愈大(Hodgson 1990; Riegl et al., 1995; Rosemond et al., 2002; Umar et al., 1998)，此一現象如再不加以遏止，珊瑚礁面積必然會逐年嚴重減損，甚至於有些物種可能會因而絕滅，對海洋生態以及其所結合的景觀資源的衝擊程度，將大到難以預估。

由往年所搜集之資料結果(Meng et al., 2004; Meng et al., 2007a, 2007b; Meng et al., 2008)顯示，南灣近岸海域海水中營養鹽、耗氧性有機物及懸浮固

體等物質，主要來自陸域之排水溝渠及大、小河川，然而這些注入源，每年所輸入各種物質之總量如何？經潮流載運混合、稀釋及其自然沉降之後，實際上其對南灣整個水體影響程度(包括水平及垂直影響範圍)又是如何？過去研究結果發現陸域所排放之各式物質，當其進入南灣海域後，其影響範圍大多限於潮間帶；近年來，南灣海域珊瑚礁生物群聚的消長應與生長環境水質條件的變遷具有密切關係，值得各領域學者注意，以往之資料分析結果發現海水水質因子中氮氮及懸浮固體量對墾丁海域珊瑚之覆蓋率有較顯著之影響(Meng et al., 2008)。近年來，南灣眺石附近珊瑚覆蓋面積大量縮減，而由海葵取而代之，這些生物群聚的消長應與生長環境水質條件的變遷具有密切關係，其他海洋生物群聚在南灣附近海域是否也有類似之情形發生？值得各領域學者注意。綜合文獻之資料結果發現，整體而言墾丁海域環境目前主要受到海水中營養鹽及懸浮固體等污染物質之影響，統計結果顯示珊瑚之生長情形及珊瑚礁生物群聚的消長應與生長環境水質條件的變遷具有密切之關係(Meng et al., 2008; Liu et al., 2012)。

面臨上述種種現象，我們有必要採取緊急措施，防止珊瑚礁的持續惡化，並且訂定符合生態保育的經營管理策略，兼顧保育與觀光，使當地之生態旅遊得以永續發展。因此本子計畫之目的在於收集本區人為活動之廢水排放資料，對環境因子中水文、水質資料之蒐集整理、分析自然與人為干擾對生態系的影響，以營養鹽濃度之測定，期能了解珊瑚礁區藻類繁生是否受營養鹽提高之影響，營養鹽在海中分布是全面性提高，或有顯著的區域性，並能指認營養鹽之來源。預期能了解目前珊瑚礁區生態改變是否與陸源營養鹽過多有直接關係；了解營養鹽輸入方式是全面性或定點式的，進一步提供擬定有效對策。

二、墾丁國家公園海域現生珊瑚礁現況普查：

比較 1979 至 2011 年上半年的珊瑚覆蓋率結果(Yang 1985; Dai 1988; 戴等 1998、1999; 郭 2007; 何等 2008、2009、2010、2011; 陳 2012)，底棲群聚定量調查的結果顯示，在長期生態監測的七個海域，活珊瑚覆蓋率在 2003 至 2009 上半年呈現穩定或些微震盪。2009 年 8 月的莫拉克颱風嚴重影響墾丁國家

公園內西面的珊瑚群聚，導致萬里桐、紅柴、眺石和香蕉灣的珊瑚覆蓋率顯著降低，到 2012 開始才有緩慢回升的趨勢。但是否真的為底棲群聚回復的前兆或只是短期震盪，還需要一段時間的觀察，同時今年 9 月侵襲墾丁海域的天兔颱風引發有史以來最高浪高 14 公尺的巨浪（鵝鑾鼻氣象站測得），是否進一步影響底棲群聚的回復，都需進一步的調查。

從珊瑚群聚結構來看，以萬里桐為例，萬里桐的珊瑚覆蓋率顯著較 10 年前高、與 20 年前相似，但 20 年前的前十種優勢珊瑚中分枝形軸孔珊瑚的數量在 10 年前降低後，至今仍未回復，功能群明顯的改變，表示萬里桐仍持續受到環境影響而使珊瑚群聚受到生存威脅(Kuo et al. 2012)。鄰近萬里桐的紅柴，珊瑚功能群雖然也轉變為抗環境壓迫種類，但珊瑚覆蓋率比十年前略低，至今多年的調查結果並未發現顯著的恢復跡象。2011 年度調查中所發現的萬里桐、紅柴、後壁湖餵魚區、眺石和香蕉灣，在 2012 年度調查中一樣有著藻類繁生現象，但是松藻覆蓋率和去年相比下降，可能和大型藻類的季節性繁生有關係。颱風、水質、珊瑚群聚與藻類間的交互關係，值得更進一步的研究與討論，以釐清其主要消長機制。

另外由 2012 年的 r-K-S 功能群組成分析顯示，萬里桐、紅柴已屬於保育等級 4 的珊瑚群聚，但是逆境忍受者(S)的比例皆超過 50%，顯示兩區遭受嚴重的環境壓力影響；雷打石和龍坑這些位於保育等級 3 與 4 的礁區，由於地形複雜度高，可提供魚類多樣的棲地選擇，且物種多樣性豐富，因此不僅需優先劃為海洋保護區，投入較多的保育資源，在劃設保護區時亦需將這些礁區與已存在的海洋資源保護區，如後壁湖與眺石，相連並劃為禁漁區，使這些礁區成為魚類入添量的輸出區。

綜合過去研究結果，在 2003 至 2012 年間墾丁珊瑚群聚除了因颱風的物理性效應導致珊瑚覆蓋率降低外，其餘時刻珊瑚群聚則呈現穩定。但可能因受壓迫而面臨衰退的臨界點，並失去恢復原來狀態的恢復力。

三、螺貝類資源量現況調查：

墾丁軟體動物過去研究資料包括張崑雄等人(1985)調查墾丁珊瑚礁生物，記錄到 48 科 175 種軟體動物；張崑雄與陳章波(1987)調查墾丁海域底棲無脊椎生物，紀錄到 17 科 91 種軟體動物；張崑雄等人(1989)研究墾丁海域軟體動物生態，記錄到 91 科 573 種；戴昌鳳等人(1990, 1991)調查墾丁有毒生物分布共記錄到 9 科 41 種；Lee & Chao (2004)調查墾丁螺貝類生物相，記錄到 71 科 371 種；王維賢等人(2007)自 2004 年至 2007 年對墾丁漁市場及海產店等業者進行螺貝類漁獲量調查，共記錄到 28 科 59 種，其中有 10 種為非恆春半島物種；趙世民(2007, 2008)調查龍坑潮間帶無脊椎動物生物多樣性，分別記錄到 19 科 58 種及 20 科 60 種軟體動物；趙世民(2010)調查墾丁海域潮間帶無脊椎動物多樣性及物種變遷研究，記錄到 25 科 55 種軟體動物；本研究團隊累積 2005 年、2006 年、2008 年、2009 年、2010 年、2011 年及 2012 年墾丁海域軟體動物群聚資料，共累積記錄到 54 科 248 種，其中 2005 年與 2006 年針對墾丁紅柴坑與海口人工與天然海岸軟體動物的調查另有記錄到 22 科 91 種(表 1-2-1)。

表 1-2-1 墾丁軟體動物物種過去紀錄

	張 等， 1985	張及陳， 1987	張 等， 1989	戴 等， 1990, 1991	Lee & Chao, 2004	邱， 2006	王 等， 2007	趙， 2007	趙， 2008	趙， 2010	邱， 2011
科	48	17	91	9	71	22	28	19	20	25	54
種	175	91	573	41	371	91	59	58	60	55	248

回顧過去國內外沿岸軟體動物研究資料發現，軟體動物之研究多為生物相調查，調查方法主要為定性，有關樣框定量調查方法較少，此外，軟體動物與環境因子之間交互關係之相關研究，缺乏長時間之監測，無法了解軟體動物群聚長期變動。Smith(2005)將 Pearson(1994)提出做為指標生物必須符合之標準略做修改，提出指標生物需符合：(1) 地理分布範圍廣且棲地類型多樣；(2) 容易調查與控制之物種；(3) 指標生物之生物多樣性必須能反映其他相關類群之生物多樣性；(4) 對環境棲地變動敏感；(5) 廣為人知且穩定之生物類群。軟體動物做為指標物種可符合以上標準，然而墾丁亞潮帶之軟體動物缺乏長期的物族群聚及棲地研究資料，無法了解墾丁亞潮帶的軟體動物群聚組成變化與環境變動之影響。

第二章 研究方法及工作內容

第一節 研究方法

一、海域水質監測：

調查墾丁國家公園沿岸珊瑚生長海域、排水溝渠及河川出海口附近，並選定之測站共計 16 個，持續追蹤瞭解沿岸海域海水中各種水質因子與營養鹽及海水中濁度、懸浮固體量之時空分佈變化情形，以評估該海域水質環境品質是否遭受人為活動影響。

採樣頻率以每季為原則，採集墾丁國家公園附近沿岸海域 16 個測站之表層水樣，並立即進行物理儀器(包括溫、鹽、溶氧、酸鹼度、濁度)檢測後，並將水樣分裝成不同之保存瓶，依環保署公告之方法加以保存(NIEA 102.51C)(附錄一)，在規定時限之內送回實驗室，並依規定之時限內進行化學分析，其採樣程序及分析過程皆經由嚴密的品保/品管(QA/QC)流程(包括重複分析、添加回收率、檢量線製作、方法偵測極限之建立、空白實驗、查核樣品分析等步驟)，利用控制圖(Control chart)之方式加以控管分析數據之品質。其監測類別、檢驗項目、監測頻率及檢驗方法如(表 2-1-1)所示。

2013 年已完成四航次的採樣與分析，建立化學營養鹽之詳細定量方法及其偏差率(亞硝酸鹽、硝酸鹽、磷酸鹽及矽酸鹽之準確度標準偏差率分別為 $\pm 0.9\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 4.5\%$ 及 $\pm 2.0\%$)，最低偵測極限值(分別為 $0.03\mu\text{M}$ ($0.4\mu\text{g/L}$)， $0.1\mu\text{M}$ ($1\mu\text{g/L}$)， $0.06\mu\text{M}$ ($2\mu\text{g/L}$) 及 $0.2\mu\text{M}$ ($5\mu\text{g/L}$)。

(一)現場水樣採集與樣品保存：

現場採樣工作以租用之漁船或海洋研究船執行，並使用全球定位系統(GPS)進行測站之定位及船隻之導航。水樣之採取則使用內壁為鐵氟龍被覆之尼斯金(Niskin)採水瓶進行，並施放溫、鹽、深儀(CTD, Sea-Bird 19 plus)，收集現場之溫度及鹽度資料。水樣採集後，立即以溶氧儀進行

測定，同時並進行醃氧 (Pickling) 後攜回實驗室進行溫可勒 (Winkler) 法滴定分析溶氧，以利相互比較不同方法之差異。pH 值則以酸鹼度儀 (Model : Sension 1 HACH/U. S. A) 現場進行分析。濁度以濁度計 (Model 2100P HACH/U. S. A) 使用散射原理 (nephelometric principle) 測得資料 (U. S. EPA method 180.1)。採集之水樣則依不同檢測項目需求之保存與運送方法攜回實驗室，並依規定之時限內加以分析化學營養鹽。

(二) 化學營養鹽之分析方法：

水樣採集後使用流動注入分析儀 (FIA) 搭配分光光度計 (HITACHI Spectrophotometer U-3000) 測定亞硝酸鹽、硝酸鹽、氨氮、磷酸鹽及矽酸鹽等。氨氮係使用流動注入分析法—靛酚法 (NIEA W437.51C, Pai et al., 2001) 亞硝酸鹽係按苯磺胺及奈二胺顯色後測定 (NIEA W436.50C, Pai and Yang, 1990a)；硝酸鹽係使用鎘絲還原為亞硝酸鹽後，按亞硝酸鹽方法測定 (APHA 418F 第 16 版；NIEA W436.50C; Pai and Riley, 1994)。磷酸鹽係與鉬酸銨結合成藍色複合物後測定 (NIEA W443.51C, Pai and Yang, 1990b)。矽酸鹽係與鉬酸鹽生成黃色複合物後，再使用硫酸鉀銨酚還原為藍色之鉬酸鹽化合物測定 (NIEA W450.50B, APHA 425C & 425D 第 16 版)。

(三) 監測位址：

本計畫選定墾丁國家公園附近沿岸海域，規劃設立 16 個測站 (圖 2-1-1)，其經緯度如 (表 2-1-2) 所示。

(四) 品保/品管作業措施概要：

本計畫為達成監測數據品管需求，根據環保署之品保規畫撰寫指引，撰寫品保規畫書，做為整體研究計畫的一部份，並在品保規劃書中敘明品保品管相關作業，俾達成環境檢測的數據品質目標，內容敘明品保規劃書應涵蓋的十六要項。

表 2-1-1 監測類別、檢驗項目、監測頻率及檢驗方法表

檢驗項目	監測頻率	檢驗方法
水溫	每季	NIEA W217.51A
鹽度	每季	NIEA W447.20C
pH	每季	NIEA W424.52A
溶氧	每季	APHA 421F; NIEA W421.57C
濁度	每季	U.S.EPA method 180.1; NIEA W219.52C
水中懸浮固體	每季	NIEA W210.57A
生化需氧量	每季	NIEA W510.54B
氨氮	每季	NIEA W437.51C
硝酸鹽	每季	NIEA W436.50C
亞硝酸鹽	每季	NIEA W436.50C
磷酸鹽	每季	NIEA W443.51C
矽酸鹽	每季	NIEA W450.50B ; APHA 425C & 425D 第 16 版
葉綠素甲	每季	NIEA E507.02B

(資料來源：參閱環檢所公告方法)

表 2-1-2 墾丁國家公園附近沿岸海域水質測站(TWD67)

編號	測站	N°	E°
1	保力溪 Bao-Li Stream	22.05957	120.7027
2	萬里桐 Wan-Li-Tung	21.99820	120.6958
3	紅柴 Hung-Tsai	21.96472	120.7049
4	雷打石 Lei-Da-Shir	21.92435	120.7311
5	後壁湖 Hou-Bi-Hou	21.95091	120.7397
6	南灣 Nan-Wan	21.96085	120.7582
7	眺石 Tiao-Shir	21.96042	120.7586
8	石牛溪 Shir-Neou Stream	21.94791	120.7767
9	墾丁大排 Kenting Outlet	21.94423	120.7902
10	凱撒小排 Caesar outlet	21.94377	120.7956
11	船帆石 Tsuan-Fan-Shir	21.93492	120.8157
12	香蕉灣 Banana Bay	21.92642	120.8243
13	砂島 Sar-Dau	21.91459	120.8395
14	龍坑 Long-Keng	21.90467	120.8548
15	港口溪 Kang-Koi Stream	21.99008	120.8245
16	佳樂水 Gia-Lo-Shuei	22.00831	120.8688

(資料來源：本研究資料)

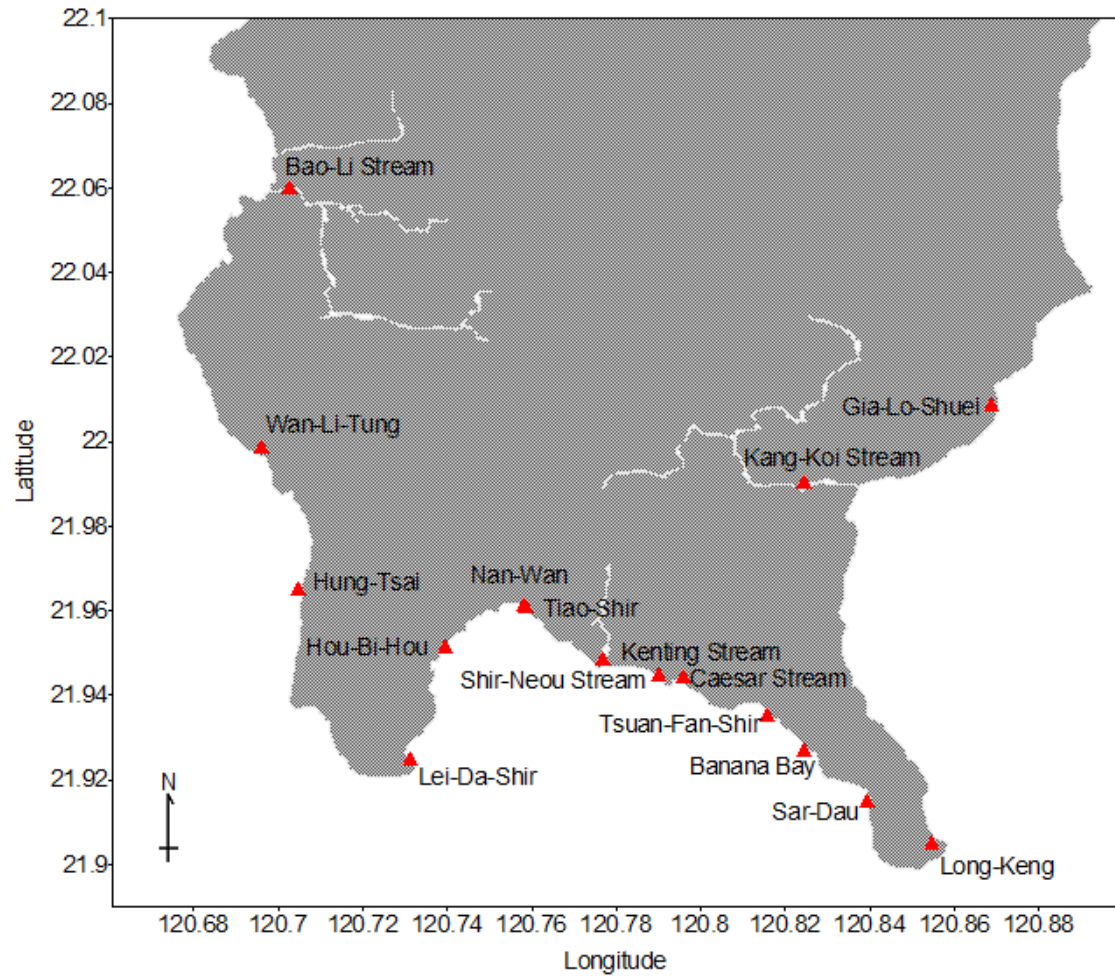


圖 2-1-1 墾丁國家公園附近沿岸海域水質測站圖
(資料來源：本研究資料)

二、墾丁國家公園海域現生珊瑚礁現況普查：

本計畫持續針對墾丁國家公園海域長期生態研究計畫中，五個已設立固定樣區、並從2003年開始進行長期監測資料的測站：萬里桐、雷打石、眺石、香蕉灣和龍坑)；2009年追加，位於恆春半島西岸的紅柴；2011增加的後壁湖（圖2-1-2、表2-1-3），持續調查各樣區水深5-10公尺的底棲類別覆蓋率及石珊瑚生長形。調查時間在春夏季之間，頻率為一年進行一次。如遇特殊事件發生（颱風、船隻擱淺、開發案等），則會機動性增加測站與監測頻率，藉由事件前後珊瑚群聚組成的改變來進一步探討環境因子與群聚變動之間的關係。今年九月強烈颱風天兔侵襲南臺灣，中央氣象局鵝鑾鼻測候站記錄到颱風造成的14公尺歷史紀錄的浪高，顯示天兔颱風可能造成墾丁海域的珊瑚礁擾動，因此，本計劃於十月初進行第二次調查。

底棲類別覆蓋率參考English et al. (1997) 與Tkachenko et al. (2007) 來使用固定橫截線上方塊取樣法 (sample quadrates on transect) 方法進行。取樣時以25*25cm之方框，沿各監測地點穿越線放置前行，並以相機拍攝取樣。將取樣所得之照片資料利用軟體Coral Point Count with Excel extensions (CPCe) (Kohler and Gill, 2006)分析，鑑定取樣方框中底棲生物的組成。首先將底棲生物分為五大類，分別為石珊瑚、死珊瑚、藻類（包含大型藻、草皮狀海藻）、基質（沙及石頭等）與其他（包含海綿、海葵等底棲生物），然後將影像檔案輸入CPCe 軟體，於軟體中設定隨機灑下25個樣點，辨識隨機樣點的底棲生物類別並記錄，以及進行r-K-S分析以瞭解各地點的保育等級。

另外於珊瑚入添量調查部分，於各長期生態監測樣區以穿越線調查方式。調查小珊瑚（<5 cm 直徑）的數量。每個樣點三條10公尺的穿越線。記數線上左右各50公分內所有小珊瑚的種類、大小、數量。

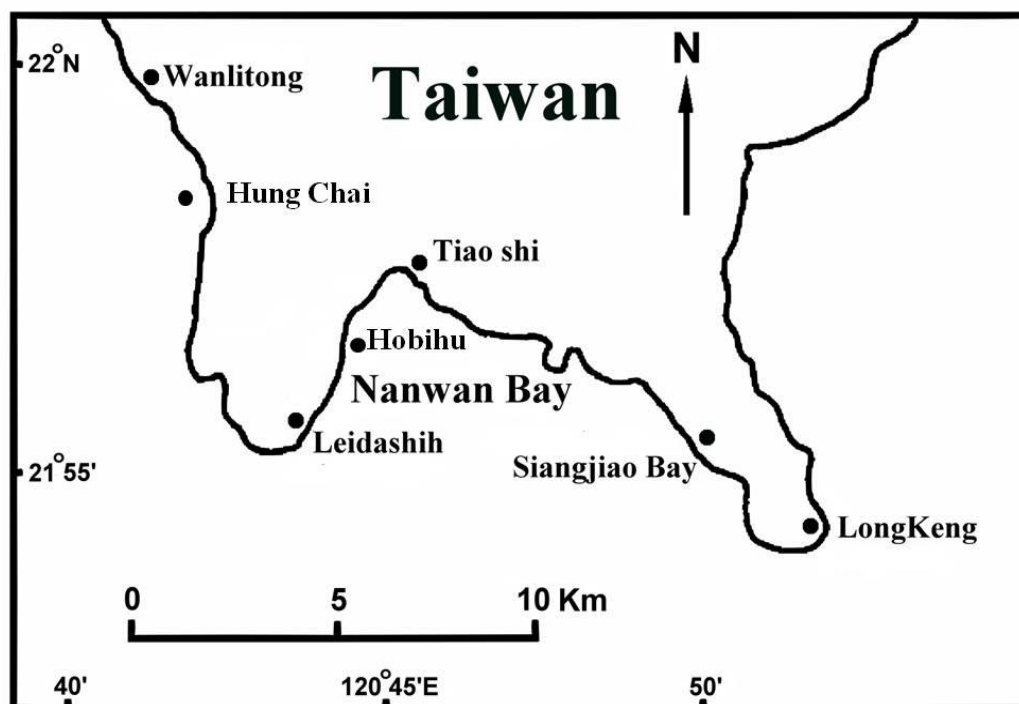


圖 2-1-2 墾丁國家公園海域長期生態研究計畫的七個樣區

萬里桐 Wanlitong；雷打石 Leidashih；跳石 Tiao shi；香蕉灣 Siangjiao Bay；
龍坑 Longkeng；紅柴 Hungchai；後壁湖 Hobihu。

表 2-1-3 長期生態監測樣點 GPS

地點	北緯	東經
萬里桐	21°59.701	120°42.216
紅柴	21°58.352	120°42.910
雷打石	21°55.807	120°44.689
後壁湖	21°56.583	120°45.119
香蕉灣	21°55.413	120°49.760
龍坑	21°54.465	120°51.676
眺石海葵區	21°57.191	120°46.143
眺石恢復區	21°57.087	120°46.112
眺石軸孔區	21°57.075	120°46.127

三、螺貝類資源量現況調查：

(一). 調查地點 (圖2-1-3)：

(1)萬里桐 ($21^{\circ}59' 06.88''$ 、 $120^{\circ}42' 29.08''$)、(2)雷打石 ($21^{\circ}55' 36.04''$ 、 $120^{\circ}44' 36.52''$)、(3)後壁湖 ($21^{\circ}56' 51.30''$ 、 $120^{\circ}44' 58.47''$)、(4)眺石及 ($21^{\circ}57' 18.76''$ 、 $120^{\circ}45' 55.03''$) (5)香蕉灣 ($21^{\circ}54' 57.27''$ 、 $120^{\circ}50' 05.98''$) 等五個樣點，進行兩次潮下帶貝類資源量調查，時間分別為4/4~4/5及9/27~9/28。



圖 2-1-3 螺貝類資源量現況調查樣區

(二)貝類數量及棲地調查方法(圖2-1-4)：

本研究調查方法，因海域測站皆為硬底質區域，因此由具有水下調查能力之調查人員，兩人一組以潛水方式沿著5m和10m等深線，進行50 m線的穿越線調查，記錄樣區左右各1公尺內所有的軟體動物，也記錄各軟體動物個體出現之微棲地。微棲地之分類參考 Reichelt (1982)及Kohn (1983)發表之文獻並略做修改，底質紀錄包括岩礁、礫石、珊瑚礁、活珊瑚、死珊瑚、沙、泥、藻、海草或其它生物如海綿、海鞘等等，軟體動物之位置包括在底質表面、孔洞或底部。記錄結果經過分析計算以後，計算出個種物種的出現率，了解該區域的海底環境特性，並且在水下逐一填入記錄表中。

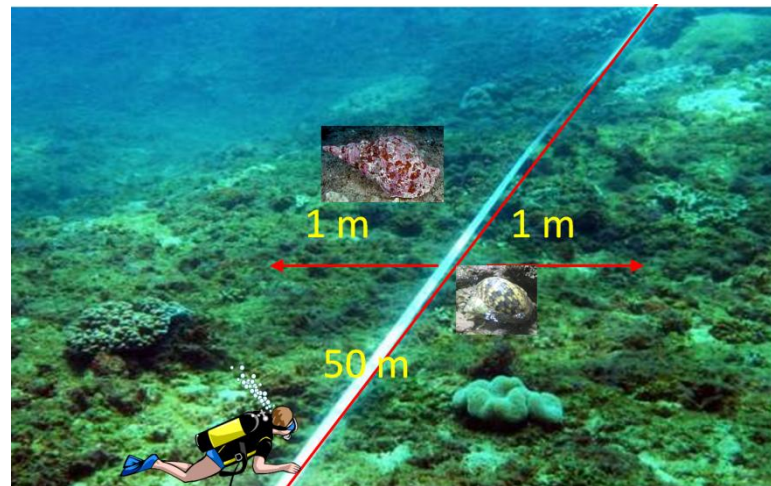


圖2-1-4 底棲軟體動物調查方法

(三)物種鑑定及食性區分：

軟體動物之物種於調查時完成鑑定並當場釋放，配合Nikon D90相機將生物特徵拍照後，於實驗室以貝類(一、二) (賴景陽, 1988, 1998)、日本近海產貝類圖鑑 (奧谷喬司, 2000)、決定版 生物大圖鑑 貝類 (奧谷喬司, 1986)、恆春半島的迷你貝及小型貝類 (陳文德 & 李彥錚, 2007)及Chitons of the world (Slieker, 2000)並輔以網路資源之台灣貝類資料庫、數位典藏聯合目錄與Sea Slug Forum等網站進行更精確之物種鑑定，生物種類盡可能鑑定至種的階級，並列出學名。並將物種一食性區分為肉食、藻食、草食、濾食、碎屑及共生藻兼營共生(圖2-1-5)。

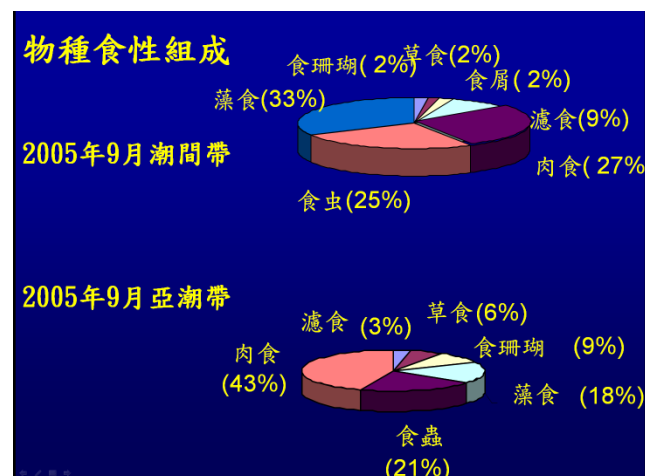


圖2-1-5 軟體動物之物種食性組成

(四)統計分析：

物種數量累積：將本次採樣記錄到過去採樣未記錄到之物種數量與過去物種數量累加，所得曲線若呈上升趨勢，表示可能仍有未記錄到之物種，若呈平緩，表示該樣點之物種可能皆已被記錄過。

豐度(abundance)：指在單位面積中生物之個體數量，豐度越高，個體數量越多。計算公式為： $abundance = S/m^2$ ，S為調查樣框中出現的生物個體數量，m為樣框面積。

歧異度指數(Shannon-Wiener index, H')：指環境的生物多樣性，歧異度指數越高，生物多樣性越高，物種數量多且物種個體數量分布越均勻。計算公式為：

$$H' = -\sum p_i \log(p_i)$$

H' 為歧異度指數，S為在群聚中出現的物種數量， p_i 為第i種物種的個體數量佔總個體數量之比例 ($P_i = n_i / N$) (Margalef, 1969; Pielou, 1969)。

優勢物種曲線圖(k-dominance curve)(圖2-1-6)：將各物種的個體數量佔總個體數量之百分比依優勢程度排序，繪出累積曲線圖進行比較，斜率小且緩慢上升之曲線表示歧異度高(Clarks, 1990)。

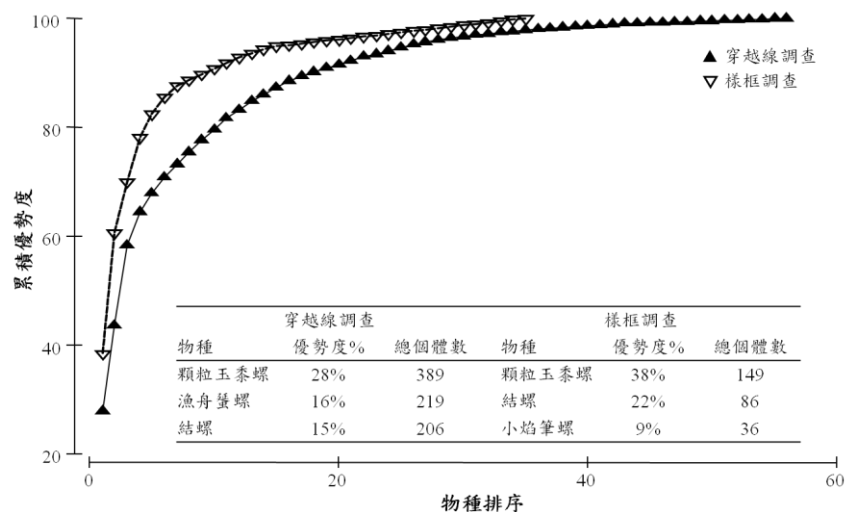


圖2-1-6 優勢物種曲線圖(k-dominance curve)

為了進行各地底棲動物組成聚類分析，利用PRIMER 6 (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) 軟體 (Clarke and Warwick, 2001)，進行聚類分析 (cluster analysis) 及多向度度量分析 (MDS, Multidimensional scaling)，來探討底棲動物組成的分群現象，與彼此的聯結 (圖2-1-7)。

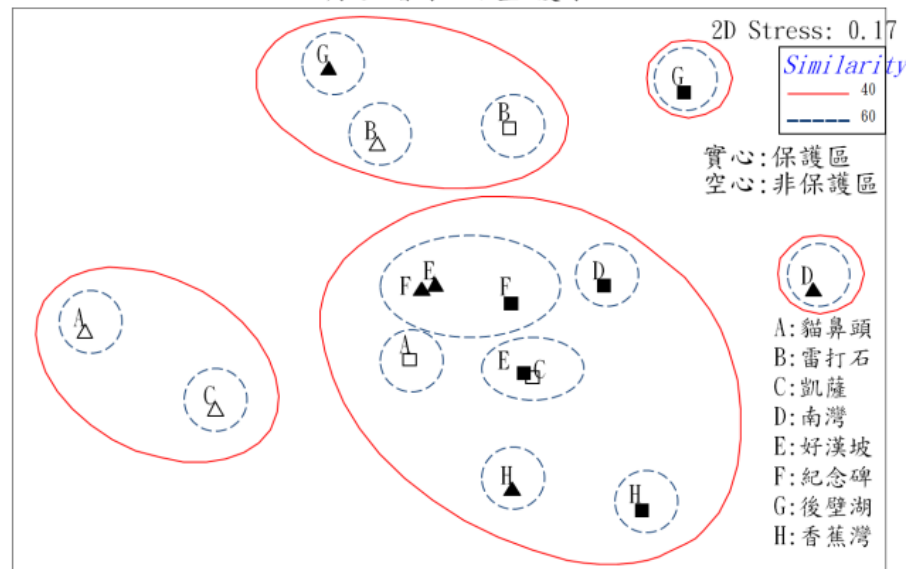


圖 2-1-7 MDS 分析圖範例

(2009 年墾丁亞潮帶海域 MDS 分析圖，▲△為春季；■□為夏季)

第二節 研究工作內容

一、海域水質監測

本計畫目前分別於 2013 年 2 月 26 日、5 月 14 日、9 月 03 日及 10 月 17 日共四次，採集墾丁國家公園附近沿岸海域共 16 個測站之水樣分各水質因子。建立化學營養鹽之詳細定量方法及其偏差率(亞硝酸鹽、硝酸鹽、磷酸鹽及矽酸鹽之準確度標準偏差率分別為 $\pm 0.9\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 4.5\%$ 及 $\pm 2.0\%$)，最低偵測極限值(分別為 $0.03\mu\text{M}$ ($0.4\mu\text{g/L}$)， $0.1\mu\text{M}$ ($1\mu\text{g/L}$)， $0.06\mu\text{M}$ ($2\mu\text{g/L}$) 及 $0.2\mu\text{M}$ ($5\mu\text{g/L}$))。

二、珊瑚礁底棲群聚監測

上半年完成各固定樣區的照相拍攝取樣，並已完成除了佳洛水之外的照片分析。下半年的工作項目主要以完成十月第二次拍攝取樣之照片分析為主(未包含龍坑)，進一步分析各樣區珊瑚與底棲類別覆蓋率變化及小珊瑚入添量，並進行資料統計與其他分支計畫的整合。

三、螺貝類資源量現況調查

第一季採樣進行軟體動物五個固定樣區之 5m 及 10m 穿越線調查，並完成物種鑑定、生物多樣性指數計算、食性分析及物種群聚分析。第二季採樣時間定於秋季，除軟體動物穿越線調查，將同時記錄其底質微棲地環境。

第三章 研究結果

第一節 研究結果

一、海域水質監測：

本子計畫調查墾丁國家公園沿岸海域各珊瑚生長區域、排水溝渠附近，選定 16 測站以每季進行一次水質採樣及分析，分別於 2 月 26 日、5 月 14 日、9 月 03 日及 10 月 17 日進行四航次之調查分析；調查期間結果顯示(圖 3-1-1)，水溫介於 23.8~32.2°C 之間，鹽度介於 0.3~34.06psu 之間，調查區域之溫、鹽之變化，主要受到潮流漲落、降雨與陸上逕流及河川、溪流之淡水影響。pH 值介於 7.58~8.71 之間，溶氧量介於 3.98~15.53mg/L 之間，溶氧飽和度介於 54.5%~200%之間，生化需氧量介於 0.5~8.5mg/L 之間。硝酸鹽分析結果介於 0.006~0.798mg/L 之間，亞硝酸鹽介於 nd~0.649mg/L 之間，磷酸鹽介於 nd~1.681mg/L 之間，矽酸鹽分析結果介於 0.005~5.824mg/L 之間，氨氮介於 0.003~3.655mg/L 之間，葉綠素甲分析結果介於 0.02~6.23 μ g/L 之間。濁度分析結果介於 0.21~175.2NTU 之間；水中懸浮固體量介於 2.1~176.03mg/L 之間。

部分海域測站具有高溶氧量之現象與相對較高之 pH 值，但其營養鹽及葉綠素甲並未出現相對高值，由 pH 值與溶氧量(其相關係數 $R^2=0.276$, $N=62$, $p<0.001$)及溶氧飽和度(其相關係數 $R^2=0.3096$, $N=62$, $p<0.001$)之相關性(圖 3-1-2)，顯示當時由於水體中附著藻類正進行強烈的光合作用，增加了水體的 pH 值及溶氧量，顯示生物之呼吸作用與光合作用，對水體之 pH 值具相當之影響力；依環保署公告之台灣地區沿海水區範圍、水體分類及水質標準(如附錄二，環保署，1998)，本計畫海域應歸類於甲類海域(該標準規定：溶氧量不得低於 5 mg/L、pH 測值應介於 7.5~8.5、生化需氧量 2mg/L 以下)，2 月、5 月與 10 月航次中各測站之 pH 測值、溶氧量皆合乎環保署公告保護生活環境之甲類海域水質標準，唯 9 月之萬里桐測 pH 為 8.71，調查期間生化需氧量(BOD_5)分別介於 0.5~5.0mg/L，部分測站未合乎環保署公告保護生活環境之甲類海域水質標準(應在

2mg/L 以下)，另由氨氮與生化需氧量的相關性(其相關係數 $R^2=0.1081$ ， $N=41$ ， $p=0.031$) (圖 3-1-3)，推測可能受都市家庭污染物質經由排放溝渠輸入與逕流的影響。

河川溪流與排放溝渠之測站都具有較高的生化需氧量測值與氨氮，也呈現正相關性(其相關係數 $R^2=0.6118$ ， $N=19$ ， $p<0.001$) (圖 3-1-4)，但部分測站同時具有高溶氧飽和度或超飽和現象，此結果說明雖然該測站具有耗氧性污染物質之影響，但由於水體中浮游植物正進行強烈的光合作用，增加了水體大量的溶氧量，因此扣除溶氧消耗之淨值，仍然具有較高溶氧量及溶氧飽和度。

濁度與水中懸浮固體量，一般而言以保力溪、石牛溪、墾丁大排、凱撒小排及港口溪等人為活動排放溝渠附近具較高測值，其原因主要是受到雨水沖刷陸地土壤，使溪水挾帶大量懸浮顆粒進入附近海域，或是近岸海水受到風浪影響使得底部沉積物再懸浮所致。過去的研究調查也發現海水中懸浮固體量與珊瑚生長、珊瑚群聚消長有顯著關係(Meng et al., 2008; Liu et al., 2012)。

本子計畫部分測站含有較高的營養鹽及氨氮與水中懸浮固體，其來源主要分別是保力溪、石牛溪、墾丁大排、凱撒小排等人為活動排放溝渠。值得注意的是，保力溪、石牛溪、墾丁大排於各月份之航次亦出現較高葉綠素甲測值，顯示其存在優養化之潛能，主要與氣候降雨有關，因溪水水量稀少，使得水體之涵容力降低，加上流域各式各樣污染物質之輸入累積將可能導致其優養化現象發生；反之，當大雨發生，溪水水量增加，將帶來大量懸浮固體，但溪水中污染物會稀釋並流入附近海域，使得附近海域遭受污染。由河川水質污染程度分類表(表 3-1-1)之污染點數值及污染積分值，針對計畫所屬之保力溪流域、石牛溪流域及港口溪流域來計算推估其污染程度(如圖 3-1-5 所示)，保力溪與石牛溪為未受(稍受)污染至中度污染、港口溪為未受(稍受)污染至輕受污染，推估之結果顯示，計畫所屬各河川之污染程度隨季節性而有所變化，而影響計畫所屬各河川之污染程度之污染積分主要為懸浮固體量及生化需氧量。

表 3-1-1 河川水質污染程度分類表

項目	未受(稍受)污染	輕受污染	中度污染	嚴重污染
溶氧	>6.5	4.6 ~ 6.5	2.0 ~ 4.5	<2.0
生化需氧量	<3.0	3.0 ~ 4.9	5.0 ~ 15	>15
懸浮固體物	<20	20 ~ 49	50 ~ 100	>100
氨氮	<0.50	0.50 ~ 0.99	1.0 ~ 3.0	>3.0
點數	1	3	6	10
污染積分	<2.0	2.0 ~ 3.0	3.1 ~ 6.0	>6.0

說明： 表內之積分數為 溶氧、生化需氧量、懸浮固體物、及氨氮點數平均值。

(資料來源：台灣河川水質年報)

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

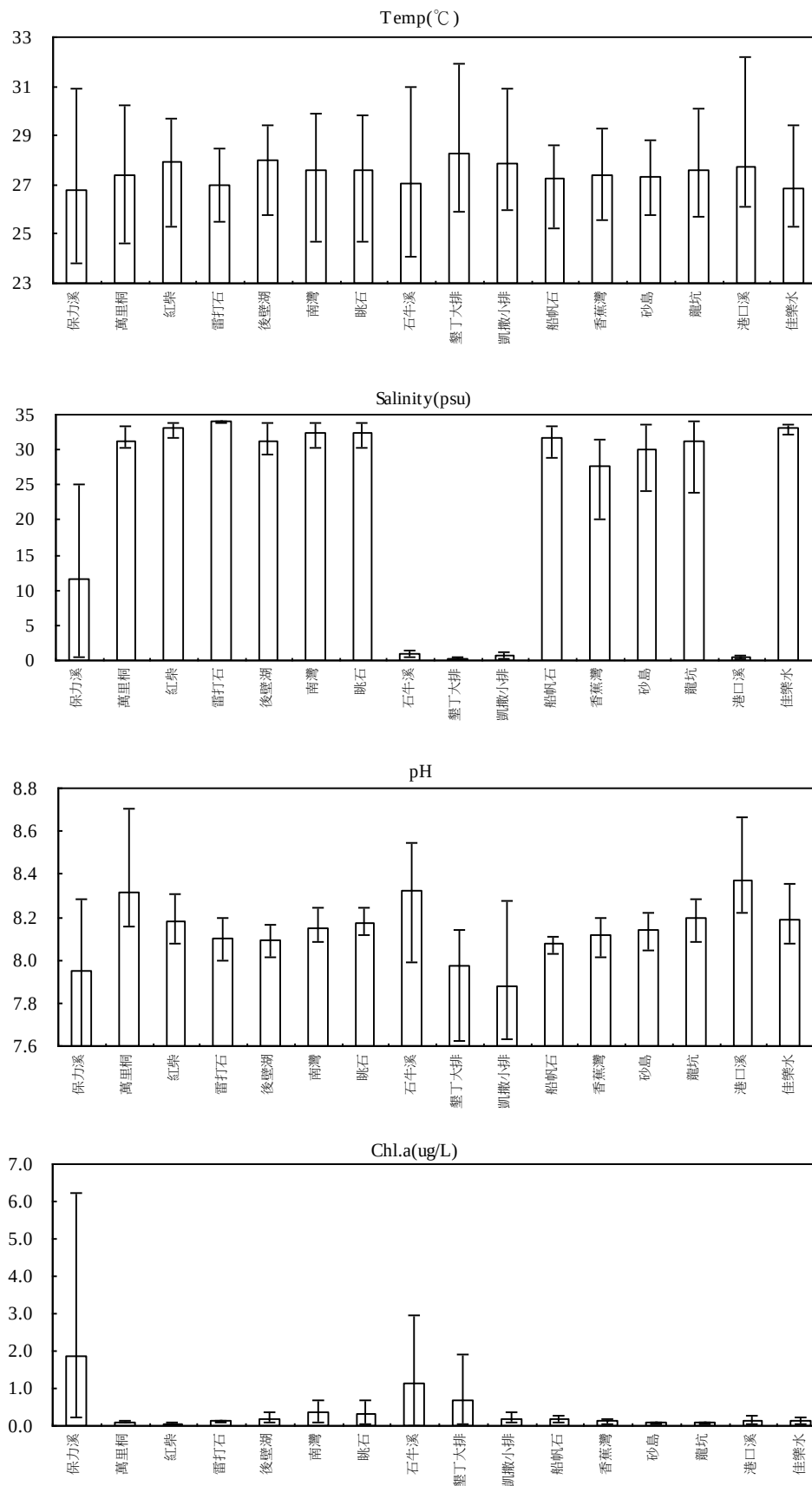


圖 3-1-1.1 墾丁國家公園沿岸海域水質分析資料
(資料來源：本研究資料)

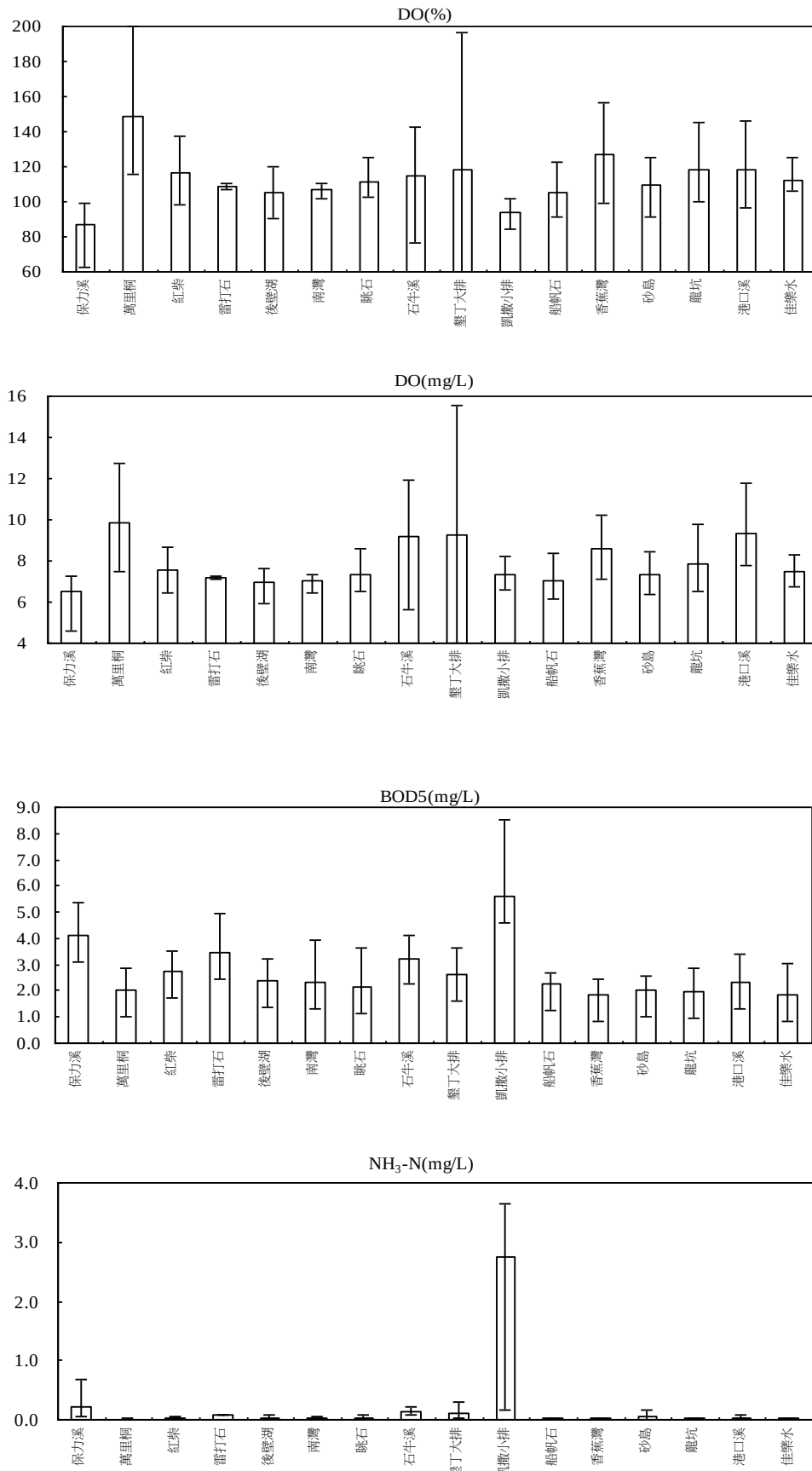


圖 3-1-1.2 墾丁國家公園沿岸海域水質分析資料(續)
(資料來源：本研究資料)

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

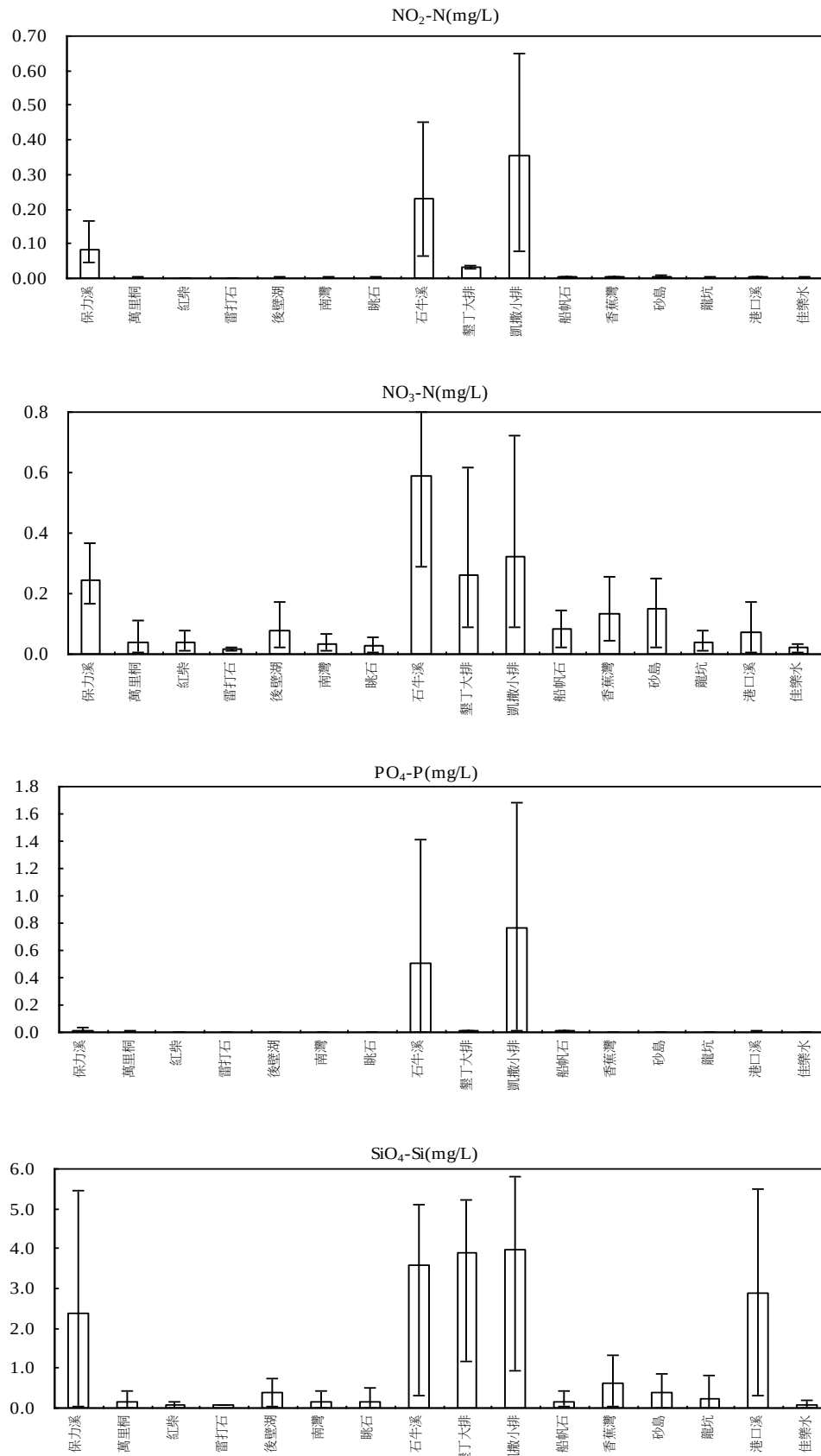


圖 3-1-1.3 墾丁國家公園沿岸海域水質分析資料(續)
(資料來源：本研究資料)

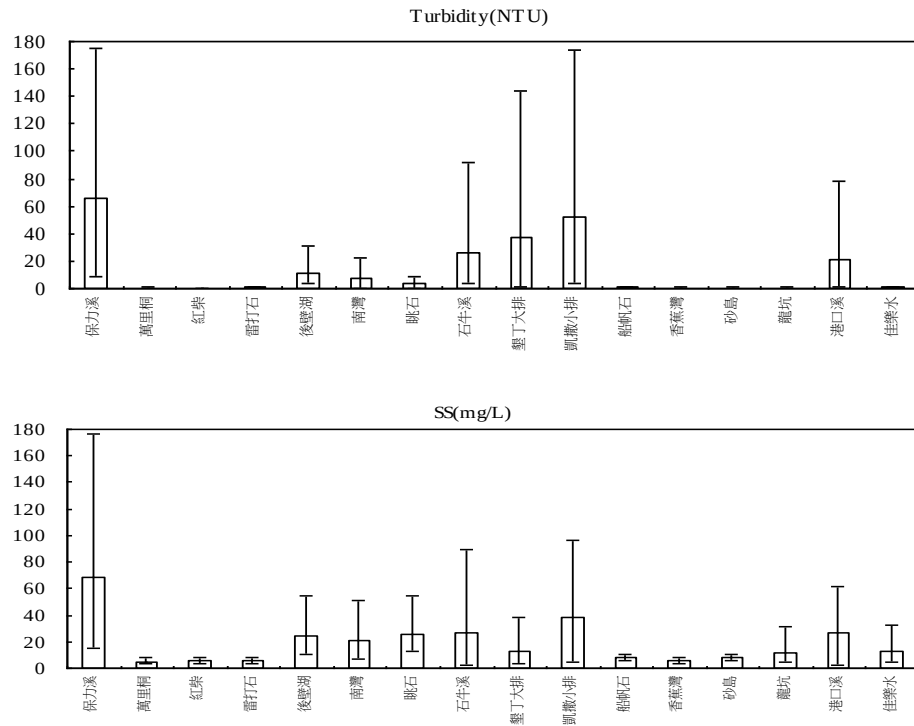


圖 3-1-1.4 墾丁國家公園沿岸海域水質分析資料(續)
(資料來源：本研究資料)

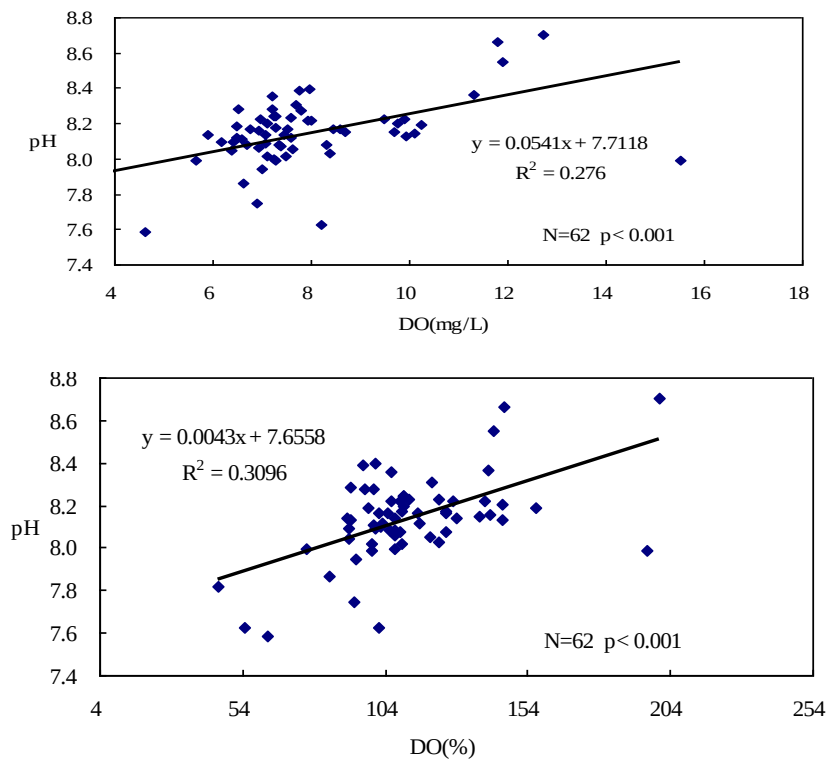


圖 3-1-2 沿岸海域測站之 pH 與溶氧量及溶氧飽和度之相關性
(資料來源：本研究資料)

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

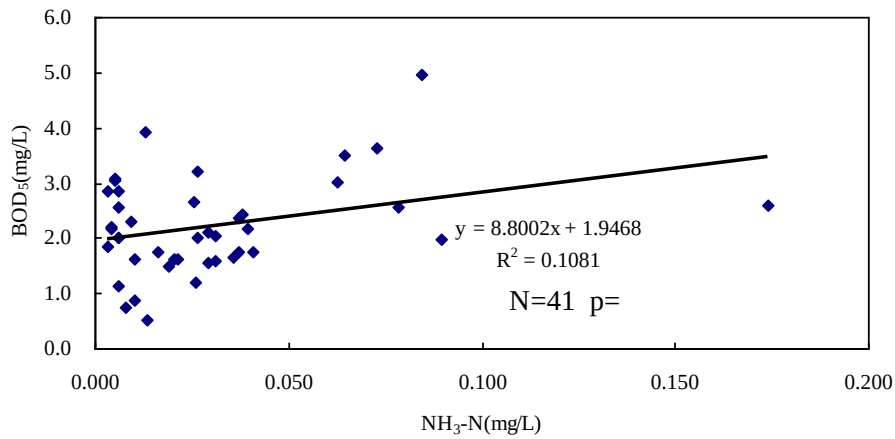


圖 3-1-3 沿岸海域測站之 $\text{NH}_3\text{-N}$ 與 BOD_5 之相關性
(資料來源：本研究資料)

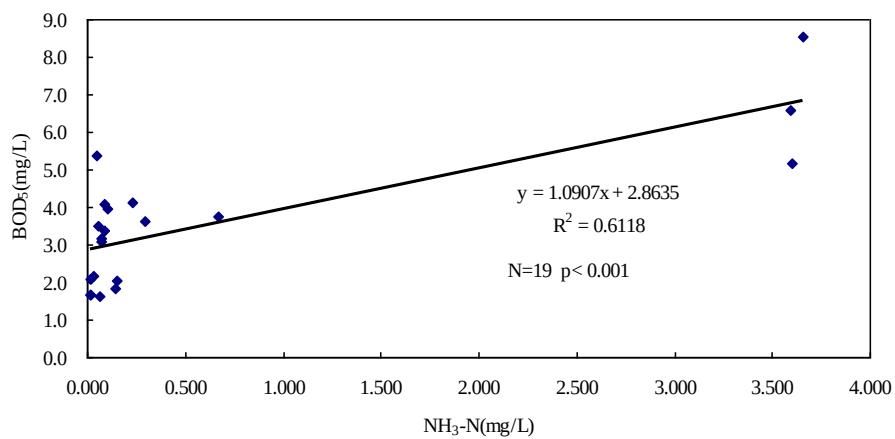


圖 3-1-4 河川溪流與排放溝渠測站之 $\text{NH}_3\text{-N}$ 與 BOD_5 之相關性
(資料來源：本研究資料)

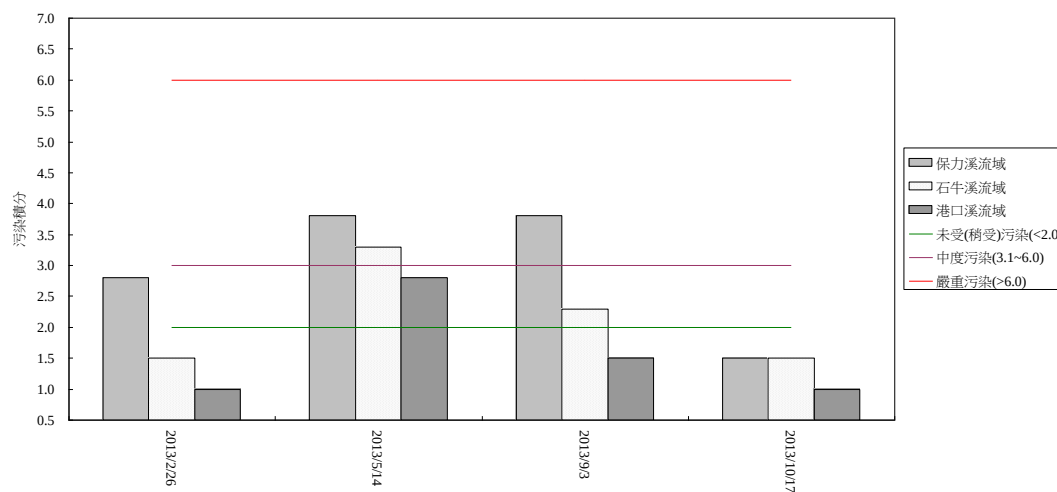


圖 3-1-5 河川污染程度積分圖
(資料來源：本研究資料)

二、墾丁國家公園海域現生珊瑚礁現況普查：

(一)2003-2013 年調查結果

在 2003-2013 年的調查中共記錄到 71 屬的珊瑚，包括石珊瑚 48 屬、軟珊瑚 13 屬，以及屬於八放珊瑚蟲綱的藍珊瑚 *Heliopora coerulea*（一屬一種）水螅珊瑚目的千孔珊瑚（*Millepora* spp）。

(二)底棲群聚調查結果

1. 2013 年底棲類別覆蓋率調查結果

2013 年三月共調查七個樣區，九個樣點。其中活珊瑚的覆蓋率最高為雷打石 68.52%（表 3-1-1、3-1-2.1、3-1-2.2；圖 3-1-6、3-1-7），後壁湖保護區次之，66.88%。與去年相同，雷打石珊瑚覆蓋率仍以軟珊瑚群聚（45.88%）為大宗。最低的活珊瑚覆蓋率在紅柴（5.54%）。

十月調查樣區共六個（龍坑未納入），八個樣點之總覆蓋率最高仍為雷打石，但活珊瑚覆蓋率下降至 45.38%。最低的活珊瑚覆蓋率同樣在紅柴（5.24%）。

2013 三月眺石三區的大型藻類覆蓋率與 2012 年相比，部分有增加的趨勢，眺石海葵區（37.8%→36.75%），眺石恢復區（33.19%→35.92%）與眺石軸孔區（33.01%→35.51%）。但十月份調查結果顯示眺石三區的大型藻覆蓋率明顯降低，海葵區降至 5.27%，恢復區降至 4.41%，軸孔區未見到大型藻，但三區之草皮狀海藻皆明顯增加。

2. 珊瑚群聚結構分析

在萬里桐，優勢屬從 2003-2005 年的表孔珊瑚到 2008 開始轉變成微孔珊瑚；紅柴從 2009 的莫拉克颱風後從易折的藍珊瑚（*Heliopora coerulea*）與表孔珊瑚轉變成團塊狀的微孔珊瑚與菊珊瑚，今年經

過天兔颱風後，優勢屬轉變為表孔珊瑚（相對豐富度35.69%）與微孔珊瑚（相對豐富度23.28%）；後壁湖保護區則從桌狀的軸孔珊瑚變為表孔珊瑚（相對豐富度：30.54%）；雷打石、香蕉灣與龍坑與有較明顯有優勢種，雷打石從2003年開始便一直維持以指型軟珊瑚

（*Sinularia* sp.）為主的底棲群聚；香蕉灣以表孔珊瑚（相對豐富度：52.63%）為優勢。在龍坑則為藍珊瑚（相對豐富度：40.28%）（表3-1-3, 3-1-4, 3-1-5, 3-1-6, 3-1-7, 3-1-8, 3-1-9）。

2013年到目前為止台灣地區有發佈颱風警報的共有6個，其中於9月19日至22日自南台灣經過的的強颱天兔，其路徑與暴風範圍為南台灣帶來強大雨勢，除了龍坑，我們再次進行監測墾丁海域底棲群聚在颱風前後有無改變。

石珊瑚的部分，覆蓋率下降較明顯的則有後壁湖（56.72%→33.35%）、眺石軸孔區（23.09%→7.36%）、雷打石（22.64%→11.69%），紅柴則無。明顯差異覆蓋率增加的有萬里桐（15.87%→19.03%）、眺石恢復區（15.73%→24.19%）、眺石海葵區（11.33%→22.57%）；所有樣點的大型藻類覆蓋率在颱風後皆有下降趨勢（表3-1-10）。

將今年三月的r-k-s分析（圖3-1-8，表3-1-11）跟去年做比較，萬里桐的競爭者(K)比例增加（保育等級從4轉2），眺石海葵區的競爭者比例增加（保育等級從4轉2），眺石恢復區的逆境忍受者(s)比例稍稍增加（保育等級從2轉4），眺石軸孔區的競爭者比例稍稍增加（保育等級從4轉2）；香蕉灣競爭者的比例超過50%的珊瑚群聚（維持保育等級2）；龍坑自2012年競爭者比例增加（保育等級從4轉3）；其餘紅柴、雷打石、後壁湖皆維持在保育等級3的地區。

天兔颱風過後，除萬里桐的雜生者(r)與逆境忍受者比例增加

(保育等級回到4)，以及雷打石的逆境忍受者比例增加(保育等級4轉1)，其餘樣點都落到了保育等級2的地區，競爭者比例高於50%。

珊瑚群聚分析及MDS圖(圖3-1-9，圖3-1-10)顯示，除後壁湖、雷打石與龍坑的珊瑚群聚組成各自分群外，其餘紅柴、萬里桐、香蕉灣與眺石相似程度較高，超過60%。

表 3-1-1 底棲類別覆蓋率在眺石海葵區、恢復區與軸孔區年間比較

	2008		2009上		2009下		2010		2011		2012		2013上		2013下	
	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)
海葵區																
石珊瑚	6.97	4.54	12.66	7.36	7.00	3.03	6.00	1.42	3.97	1.51	3.97	1.85	11.33	2.00	22.57	2.98
海葵	4.87	2.98	3.24	2.64	0.00	0.00	0.02	0.03	0.02	0.01	0.09	0.04	0.14	0.11	0.42	0.17
大型藻	9.42	7.96	5.69	5.69	0.00	0.00	13.96	11.84	56.09	8.94	37.80	16.50	36.73	5.03	5.27	1.15
草皮狀海藻	18.18	10.21	24.00	10.92	16.80	4.33	16.93	5.63	29.11	6.28	19.70	8.12	18.65	1.54	42.01	3.42
死珊瑚	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	0.79	0.00	0.00	0.08	0.04	0.06	0.06	0.96	0.26
砂、碎骨骼	60.08	11.71	51.84	11.10	74.40	0.83	61.04	16.97	3.60	1.76	28.92	12.11	28.85	3.01	17.17	1.61
其他	0.44	0.42	2.55	1.32	1.80	2.04	1.27	0.22	7.21	1.76	9.44	4.03	4.23	0.77	1.29	0.47
恢復區																
石珊瑚	33.00	4.05	23.64	9.45	5.56	2.75	7.49	3.96	9.27	3.07	10.94	1.37	15.73	1.54	24.19	3.76
海葵	0.11	0.10	0.80	0.62	0.00	0.00	0.82	0.61	0.60	0.36	1.45	0.79	0.52	0.11	0.00	0.00
大型藻	12.02	3.00	10.58	5.01	0.11	0.07	13.87	4.07	47.99	7.34	33.19	2.07	35.92	2.63	4.41	0.54
草皮狀海藻	23.22	4.80	41.98	3.87	53.84	7.71	38.20	5.23	22.77	4.39	22.07	1.10	20.09	2.08	40.67	2.22
死珊瑚	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09	1.26	0.00	0.00	0.05	0.04	0.01	0.01	1.11	0.59
砂、碎骨骼	28.26	4.57	18.86	3.71	39.52	9.37	33.64	6.14	12.66	3.99	21.51	3.11	21.00	1.18	19.15	0.50
其他	3.36	1.42	4.13	0.88	0.96	0.81	3.89	0.85	6.72	1.08	10.79	0.53	6.73	0.69	0.32	0.11
軸孔區																
石珊瑚	54.64	14.38	49.95	13.15	6.65	1.74	11.93	6.87	11.92	3.35	19.07	8.38	23.09	5.55	7.36	1.50
海葵	0.27	0.12	1.15	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.10	0.15	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
大型藻	3.84	1.37	1.04	1.28	0.13	0.16	10.18	5.16	42.73	3.64	33.01	6.35	35.51	4.74	0.00	0.00
草皮狀海藻	18.62	13.25	24.33	6.06	41.39	23.78	26.76	7.67	31.93	2.63	19.50	3.95	19.98	3.33	66.21	27.35
死珊瑚	3.07	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91	0.55	0.13	0.16	0.08	0.06	0.03	0.01	24.01	23.94
砂、碎骨骼	17.97	1.91	18.26	8.46	48.21	27.20	46.42	7.89	3.87	0.74	11.79	1.48	14.01	0.95	1.97	1.58
其他	0.90	0.35	5.24	0.97	3.62	3.49	3.80	0.87	9.33	1.34	16.39	1.50	7.38	0.46	0.04	0.03

資料來源：2008-2010 年：何等，2008、2009、2010、2011、2012；
2013 年：本研究計畫

表 3-1-2.1 底棲類別覆蓋率在各地點不同時間的比較

	2003		2004		2005		2008		2009		2010		2011		2012		2013上		2013下	
	平均值 (%)	標準誤差 (SE)	平均值 (%)	標準誤差 (SE)	平均值 (%)	標準誤差 (SE)	平均值 (%)	標準誤差 (SE)	平均值 (%)	標準誤差 (SE)	平均值 (%)	標準誤差 (SE)	平均值 (%)	標準誤差 (SE)	平均值 (%)	標準誤差 (SE)	平均值 (%)	標準誤差 (SE)	平均值 (%)	標準誤差 (SE)
萬里桐																				
石珊瑚	45.21	4.22	47.72	3.85	45.49	0.59	32.12	6.53	31.79	6.47	17.59	2.88	16.68	2.79	17.31	0.31	15.87	3.73	19.03	2.01
軟珊瑚	0.31	0.23	0.59	0.36	0.39	0.08	0.12	0.09	0.59	0.59	0.11	0.05	0.35	0.23	0.18	0.13	0.29	0.19	0.31	0.11
大型藻	11.25	2.35	12.58	3.63	8.75	0.66	8.41	1.08	12.83	2.41	28.56	2.54	31.85	1.49	47.34	0.53	41.61	3.35	0.00	0.00
草皮狀海藻	37.89	1.67	30.97	1.69	37.57	2.50	47.94	6.65	45.54	5.67	46.06	5.48	40.83	2.44	13.24	0.19	20.85	0.39	54.47	3.37
基質	0.39	0.16	2.02	0.53	1.60	0.48	2.61	0.43	3.06	0.86	2.30	0.71	4.68	0.82	3.62	1.20	4.02	0.62	1.41	1.10
砂	4.78	0.61	5.33	0.65	5.31b	1.59	8.16	1.11	5.19	1.62	3.98	1.06	5.19	1.65	17.29	1.60	16.33	1.92	22.36	5.50
其他	0.17	0.08	0.78	0.16	0.90	0.25	0.64	0.17	0.99	0.20	1.39	0.39	0.42	0.14	1.01	0.25	1.04	0.25	0.13	0.06
紅柴																				
石珊瑚									15.05	3.55	3.72	1.05	2.87	1.12	4.28	1.16	5.47	0.44	5.15	0.81
軟珊瑚									0.07	0.02	0.01	0.01	0.19	0.23	0.15	0.17	0.07	0.02	0.09	0.06
大型藻									9.86	0.87	61.69	5.17	40.50	2.14	55.35	1.76	45.88	0.41	1.63	0.13
草皮狀海藻									62.01	2.05	29.94	4.29	46.42	1.22	17.02	3.87	24.81	1.24	78.17	2.02
基質									4.88	1.47	1.00	0.27	2.65	1.05	4.11	0.88	2.21	0.24	0.91	0.39
砂									7.39	1.04	3.44	0.80	7.35	3.65	18.99	1.95	21.44	0.76	12.79	2.61
其他									0.74	0.08	0.19	0.07	0.02	0.01	0.10	0.04	0.12	0.04	0.04	0.02
雷打石																				
石珊瑚	17.86	4.42	18.11	2.01	17.68	3.73	21.52	5.39	23.77	9.10	22.83	5.80	23.78	5.80	22.24	4.90	22.64	4.23	11.69	2.05
軟珊瑚	33.51	13.15	38.80	14.95	44.97	8.96	41.51	8.75	41.93	13.09	37.21	5.42	37.79	11.38	46.44	9.45	45.88	8.56	33.69	6.38
大型藻	3.10	0.61	4.51	1.06	7.11	0.55	3.52	0.22	4.10	1.99	5.83	0.53	9.80	1.92	11.39	3.74	15.17	2.16	0.03	0.02
草皮狀海藻	36.36	5.09	29.77	9.85	20.39	3.04	31.36	3.33	25.65	4.21	31.15	0.91	23.97	5.42	9.12	1.28	8.42	2.36	47.26	9.01
基質	7.64	3.13	7.47	3.67	8.88	1.82	0.79	0.28	2.66	1.05	1.29	0.49	2.00	1.08	2.40	0.38	2.74	0.36	0.16	0.15
砂	1.04	0.24	1.13	0.47	0.79	0.04	0.91	0.11	1.44	0.19	1.13	0.23	2.16	0.55	7.66	0.69	4.91	0.94	6.28	3.41
其他	0.49	0.15	0.20	0.07	0.18	0.09	0.39	0.10	0.46	0.15	0.56	0.15	0.51	0.02	0.75	0.04	0.25	0.08	0.09	0.06
後壁湖																				
石珊瑚									52.19	2.76	51.96	0.50		2.76	56.72	0.50		2.30	33.35	4.83
軟珊瑚									7.71	3.53	8.88	2.62		3.53	10.16	2.62		4.46	3.75	1.22
大型藻									1.50	0.08	0.84	0.25		0.08	0.84	0.25		0.81	0.59	0.17
草皮狀海藻									21.65	7.57	11.17	1.46		7.57	12.12	1.46		1.14	33.21	2.02
基質									6.94	3.34	10.78	3.63		3.34	7.12	3.63		0.98	1.90	0.85
砂									4.95	2.75	15.88	7.25		2.75	9.84	7.25		1.29	17.52	2.13
其他									5.06	4.98	0.49	0.09		4.98	1.07	0.09		0.13	0.97	0.57

資料來源：

戴等，1998、1999；

郭，2007；何等，

2008、2009、2010、

2011、2012；

2013年：本研究計畫

表 3-1-2.2 底棲類別覆蓋率在各地點不同時間的比較 (續)

	2003			2004			2005			2008			2009			2010			2011			2012			2013 上			2013 下		
	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	覆蓋率 (%)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	覆蓋率 (%)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	覆蓋率 (%)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	覆蓋率 (%)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	覆蓋率 (%)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	覆蓋率 (%)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	覆蓋率 (%)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	覆蓋率 (%)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	覆蓋率 (%)	平均值 (%)	標準偏差 (SE)	覆蓋率 (%)
香港灣																														
石珊瑚	69.50	0.99	60.83	1.49	65.96	3.42	52.96	3.95	58.80	1.75	21.75	5.61	20.58	2.15	24.35	5.13	23.31	2.69	27.88	3.69	27.88	3.69	27.88	3.69	27.88	3.69	27.88	3.69	27.88	3.69
軟珊瑚	0.44	0.30	0.01	0.01	0.33	0.29	0.96	0.91	0.40	0.16	0.54	0.61	0.43	0.05	0.13	0.01	0.33	0.15	0.87	0.55	0.87	0.55	0.87	0.55	0.87	0.55	0.87	0.55	0.87	0.55
大型藻	2.38	0.37	5.70	0.77	6.64	0.86	3.55	1.19	8.54	0.71	12.28	1.27	32.63	3.60	32.96	2.65	35.32	1.97	5.68	2.32	5.68	2.32	5.68	2.32	5.68	2.32	5.68	2.32	5.68	2.32
草皮狀海藻	21.53	1.41	30.44	1.44	21.10	1.28	37.29	3.00	25.28	2.54	60.25	3.95	37.82	1.80	14.09	0.98	19.69	1.41	42.53	2.59	42.53	2.59	42.53	2.59	42.53	2.59	42.53	2.59	42.53	2.59
基質	1.82	0.31	1.26	0.37	2.30	0.90	1.20	0.27	2.24	0.41	1.82	0.13	2.94	0.76	7.41	1.35	6.54	0.55	1.99	1.00	1.99	1.00	1.99	1.00	1.99	1.00	1.99	1.00	1.99	1.00
砂	3.41	0.60	1.53	0.41	3.26	0.70	3.71	0.18	4.24	1.01	3.19	0.04	5.27	0.83	20.59	1.99	14.49	2.16	17.47	2.87	17.47	2.87	17.47	2.87	17.47	2.87	17.47	2.87	17.47	2.87
其他	0.90	0.35	0.22	0.14	0.40	0.12	0.32	0.10	0.51	0.17	0.18	0.05	0.33	0.09	0.49	0.06	0.32	0.01	0.20	0.09	0.20	0.09	0.20	0.09	0.20	0.09	0.20	0.09	0.20	0.09
龍坑																														
石珊瑚	28.59	5.54	4.70	4.00	32.13	3.26	30.02	4.93	30.78	4.49	29.31	4.92	26.58	2.05	37.95	4.52	34.04	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37	4.37
軟珊瑚	4.70	4.00	5.08	2.56	8.82	2.40	7.23	2.89	14.86	2.73	7.06	0.16	4.19	2.06	6.82	1.51	5.66	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
大型藻	8.02	2.08	16.93	3.43	6.27	3.43	6.27	2.89	14.86	6.38	18.02	2.67	14.03	4.04	25.07	1.48	32.24	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
草皮狀海藻	27.18	5.39	23.53	1.70	45.46	1.70	45.46	2.84	25.57	9.05	32.43	4.27	38.31	5.04	8.10	1.48	14.02	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
基質	26.10	6.28	16.68	8.16	3.53	1.70	5.50	1.70	5.50	0.79	6.84	1.49	5.66	2.22	14.23	2.13	6.65	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16
砂	0.37	0.35	0.04	0.04	0.96	0.04	0.96	1.09	0.13	0.06	0.09	0.10	0.14	0.11	2.59	1.83	1.72	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
其他	5.03	1.51	5.36	1.33	4.93	1.33	4.93	2.75	15.93	6.67	6.26	0.48	11.09	2.66	5.23	2.58	5.66	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48

資料來源：戴等，1998、1999；
郭，2007；何等，2008、2009、
2010、2011、2012；
2013 年：本研究計畫

表 3-1-3 萬里桐 1987, 1997, 2003-2005, 2008-2013 最豐富的前十屬珊瑚的平均覆蓋率 (%)

1987		1997		2003		2004		2005	
種名	相對豐富度	種名	相對豐富度	屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度
<i>Heliopora coerulea</i>	8.85	<i>Heliopora coerulea</i>	12.22	<i>Montipora</i>	27.84	<i>Montipora</i>	31.73	<i>Montipora</i>	30.31
<i>Montipora informis</i>	5.82	<i>Merulina ampliata</i>	6.73	<i>Porites</i>	17.91	<i>Porites</i>	18.10	<i>Porites</i>	16.01
<i>Platygyra lamellina</i>	5.67	<i>Astreopora gracilis</i>	6.72	<i>Heliopora</i>	11.74	<i>Turbinaria</i>	10.91	<i>Turbinaria</i>	14.22
<i>Montipora tuberculosa</i>	5.18	<i>Platygyra lamellina</i>	5.18	<i>Turbinaria</i>	9.17	<i>Heliopora</i>	8.59	<i>Heliopora</i>	11.24
<i>Merulina ampliata</i>	4.83	<i>Platygyra pini</i>	4.28	<i>Astreopora</i>	6.81	<i>Astreopora</i>	5.26	<i>Astreopora</i>	5.98
<i>Acropora hyacinthus</i>	3.87	<i>Porites annae</i>	3.69	<i>Favites</i>	4.38	<i>Favia</i>	4.76	<i>Favia</i>	3.65
<i>Echinophyllia aspera</i>	3.34	<i>Pachyseris speciosa</i>	3.55	<i>Favia</i>	4.00	<i>Goniastrea</i>	3.57	<i>Favites</i>	3.21
<i>Mycodium elephantotus</i>	2.89	<i>Cyphastrea microphthalma</i>	3.42	<i>Cyphastrea</i>	2.91	<i>Favites</i>	3.13	<i>Goniastrea</i>	2.93
<i>Acropora divaricata</i>	2.81	<i>Favites abdita</i>	2.88	<i>Platygyra</i>	2.46	<i>Platygyra</i>	2.43	<i>Pocillopora</i>	1.90
<i>Acropora tenuis</i>	2.51	<i>Montipora informis</i>	2.71	<i>Goniastrea</i>	2.26	<i>Goniopora</i>	1.20	<i>Platygyra</i>	1.90

2008		2009		2010		2011		2012		2013	
屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度
<i>Porites</i>	22.03	<i>Porites</i>	24.50	<i>Porites</i>	19.98	<i>Porites</i>	45.95	<i>Porites</i>	35.95	<i>Porites</i>	27.37
<i>Heliopora</i>	17.72	<i>Heliopora</i>	20.24	<i>Heliopora</i>	18.52	<i>Heliopora</i>	10.93	<i>Heliopora</i>	15.72	<i>Astreopora</i>	21.99
<i>Turbinaria</i>	13.50	<i>Montipora</i>	10.64	<i>Montipora</i>	9.52	<i>Astreopora</i>	4.89	<i>Favia</i>	10.43	<i>Montipora</i>	8.59
<i>Astreopora</i>	9.28	<i>Turbinaria</i>	10.29	<i>Favia</i>	9.26	<i>Platygyra</i>	4.73	<i>Montipora</i>	6.71	<i>Favites</i>	4.66
<i>Montipora</i>	7.50	<i>Astreopora</i>	6.58	<i>Astreopora</i>	7.22	<i>Favia</i>	4.51	<i>Astreopora</i>	5.99	<i>Favia</i>	4.55
<i>Cyphastrea</i>	5.03	<i>Cyphastrea</i>	5.09	<i>Turbinaria</i>	6.49	<i>Cyphastrea</i>	4.13	<i>Simularia</i>	5.97	<i>Platygyra</i>	2.74
<i>Favia</i>	4.48	<i>Favites</i>	3.66	<i>Milleporidae</i>	5.60	<i>Simularia</i>	3.37	<i>Platygyra</i>	4.31	<i>Pocillopora</i>	2.33
<i>Favites</i>	2.64	<i>Favia</i>	3.57	<i>Platygyra</i>	3.92	<i>Montipora</i>	3.32	<i>Milleporidae</i>	3.76	<i>Milleporidae</i>	0.78
<i>Platygyra</i>	2.47	<i>Platygyra</i>	1.97	<i>Cyphastrea</i>	3.71	<i>Milleporidae</i>	3.10	<i>Symphyllia</i>	3.42	<i>Goniastrea</i>	0.78
<i>Milleporidae</i>	1.58	<i>Milleporidae</i>	1.46	<i>Goniastrea</i>	2.30	<i>Goniastrea</i>	1.69	<i>Goniastrea</i>	1.34	<i>Heliopora</i>	0.36

資料來源：戴等，1998、1999；郭，2007；何等，2008、2009、2010、2011、2012；

2013 年：本研究計畫

表 3-1-4 紅柴 1987, 1997, 2009-2013 最豐富的前十屬珊瑚的平均覆蓋率 (%)

1987		1999		2009		2010	
種名	相對豐富度	種名	相對豐富度	屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度
<i>Heliopora coerulea</i>	10.16	<i>Montipora foliosa</i>	18.91	<i>Heliopora</i>	16.47	<i>Porites</i>	36.49
<i>Montipora informis</i>	8.93	<i>Montipora informis</i>	9.75	<i>Montipora</i>	8.94	<i>Montipora</i>	11.42
<i>Montipora foliosa</i>	8.05	<i>Merulina ampliata</i>	9.10	<i>Astreopora</i>	7.90	<i>Cyphastrea</i>	10.67
<i>Montipora spumosa</i>	4.73	<i>Pachyseris speciosa</i>	8.29	<i>Favia</i>	7.84	<i>Favites</i>	9.93
<i>Acropora formosa</i>	3.23	<i>Heliopora coerulea</i>	6.72	<i>Porites</i>	7.35	<i>Astreopora</i>	5.21
<i>Mycedium elephantotus</i>	2.97	<i>Mycedium elephantotus</i>	4.96	<i>Favites</i>	6.61	<i>Milleporidae</i>	5.21
<i>Montipora venosa</i>	2.82	<i>Montipora aequituberculat</i>	3.17	<i>Cyphastrea</i>	5.33	<i>Heliopora</i>	4.47
<i>Montipora hispida</i>	2.47	<i>Platygyra lamellina</i>	2.93	<i>Milleporidae</i>	5.02	<i>Goniastrea</i>	4.22
<i>Seriatopora hystrix</i>	2.35	<i>Acropora austera</i>	2.57	<i>Leptoria</i>	4.65	<i>Montastrea</i>	2.98
<i>Stylophora pistillata</i>	2.17	<i>Favites abdita</i>	1.99	<i>Goniastrea</i>	4.59	<i>Merulina</i>	2.73
2011		2012		2013		資料來源：戴等，1998、 1999；郭，2007；何等，2008、 2009、2010、2011、2012； 2013 年：本研究計畫	
屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度		
<i>Favia</i>	14.59	<i>Porites</i>	20.59	<i>Montipora</i>	35.69		
<i>Heliopora</i>	13.68	<i>Heliopora</i>	15.50	<i>Porites</i>	23.28		
<i>Porites</i>	10.94	<i>Favia</i>	13.49	<i>Favia</i>	9.16		
<i>Montipora</i>	7.29	<i>Montipora</i>	13.01	<i>Pocillopora</i>	8.59		
<i>Merulina</i>	6.99	<i>Astreopora</i>	10.87	<i>Goniastrea</i>	3.44		
<i>Diploastrea</i>	6.08	<i>Favites</i>	5.48	<i>Acropora</i>	3.24		
<i>Astreopora</i>	5.78	<i>Platygyra</i>	4.24	<i>Astreopora</i>	3.24		
<i>Montastrea</i>	5.47	<i>Xenia</i>	3.16	<i>Milleporidae</i>	2.29		
<i>Rhytisma fulvus fulvus</i>	5.47	<i>Pocillopora</i>	3.08	<i>Galaxea</i>	1.91		
<i>Cyphastrea</i>	4.26	<i>Acropora</i>	3.00	<i>Symphyllia</i>	1.34		

表 3-1-5 雷打石 1987, 1997, 2003-2005, 2008-2013 最豐富的前十屬珊瑚的平均覆蓋率 (%)

1987		1997		2003		2004		2005	
種名	相對豐 富度	種名	相對豐 富度	屬名	相對豐 富度	屬名	相對豐 富度	屬名	相對豐 富度
<i>Sarcophyton trochelioph</i>	9.30	<i>Sarcophyton trocheliopho</i>	7.50	<i>Sinularia</i>	38.91	<i>Sinularia</i>	34.05	<i>Sinularia</i>	42.59
<i>Lobophytum sarcophy</i>	7.31	<i>Lobophytum sarcophytoic</i>	5.93	<i>Sarcophyton</i>	14.30	<i>Sarcophyton</i>	17.10	<i>Sarcophyton</i>	18.32
<i>Sarcophyton crassoca</i>	7.22	<i>Sinularia exilis</i>	4.72	<i>Lobophytum</i>	10.77	<i>Lobophytum</i>	15.70	<i>Lobophytum</i>	9.63
<i>Nephthea chabroli</i>	4.60	<i>Pachyseris speciosa</i>	4.50	<i>Montipora</i>	8.44	<i>Montipora</i>	7.81	<i>Favia</i>	5.02
<i>Sarcophyton ehrenber</i>	3.75	<i>Sarcophyton glaucum</i>	3.89	<i>Favia</i>	3.94	<i>Favites</i>	4.92	<i>Montipora</i>	4.58
<i>Sinularia facile</i>	3.25	<i>Montipora informis</i>	3.73	<i>Milleporidae</i>	3.29	<i>Favia</i>	2.85	<i>Favites</i>	3.39
<i>Sinularia exilis</i>	2.95	<i>Sinularia scabra</i>	3.58	<i>Goniastrea</i>	3.07	<i>Porites</i>	1.89	<i>Scapophyllia</i>	2.73
<i>Favites speciosa</i>	2.44	<i>Sinularia gibberosa</i>	3.00	<i>Favites</i>	2.66	<i>Scapophyllia</i>	1.66	<i>Porites</i>	1.72
<i>Sinularia numerosa</i>	2.27	<i>Porites lichen</i>	2.68	<i>Porites</i>	1.93	<i>Platygyra</i>	1.56	<i>Goniastrea</i>	1.37
<i>Porites australiensis</i>	2.21	<i>Sinularia grandilobata</i>	2.53	<i>Pocillopora</i>	1.51	<i>Milleporidae</i>	1.54	<i>Milleporidae</i>	1.26

2008		2009		2010		2011		2012		2012	
屬名	相對豐 富度	屬名	相對豐 富度	屬名	相對豐 富度	屬名	相對豐 富度	屬名	相對豐 富度	屬名	相對豐 富度
<i>Sinularia</i>	37.55	<i>Sinularia</i>	34.84	<i>Sinularia</i>	38.35	<i>Sinularia</i>	35.90	<i>Sinularia</i>	40.60	Soft coral	74.26
<i>Sarcophyton</i>	21.07	<i>Sarcophyton</i>	17.53	<i>Sarcophyton</i>	12.89	<i>Sarcophyton</i>	15.21	<i>Lobophytum</i>	14.15	<i>Favites</i>	7.03
<i>Montipora</i>	6.95	<i>Lobophytum</i>	10.94	<i>Lobophytum</i>	10.22	<i>Favia</i>	8.57	<i>Sarcophyton</i>	11.28	<i>Montipora</i>	5.55
<i>Lobophytum</i>	5.69	<i>Montipora</i>	10.63	<i>Montipora</i>	9.21	<i>Lobophytum</i>	7.78	<i>Montipora</i>	7.18	<i>Platygyra</i>	2.45
<i>Milleporidae</i>	5.36	<i>Milleporidae</i>	4.41	<i>Milleporidae</i>	5.47	<i>Porites</i>	4.06	<i>Millepora</i>	4.35	<i>Favia</i>	2.38
<i>Pocillopora</i>	2.95	<i>Favites</i>	3.27	<i>Favites</i>	3.41	<i>Favites</i>	4.05	<i>Pocillopora</i>	3.62	<i>Heliopora</i>	1.26
<i>Favites</i>	2.26	<i>Pocillopora</i>	3.24	<i>Pocillopora</i>	3.18	<i>Faviidae</i>	3.50	<i>Favites</i>	3.08	<i>Galaxea</i>	1.19
<i>Favia</i>	2.01	<i>Favia</i>	2.20	<i>Galaxea</i>	2.79	<i>Coeloseris</i>	3.38	<i>Platygyra</i>	3.01	<i>Pocillopora</i>	0.88
<i>Galaxea</i>	1.84	<i>Goniastrea</i>	2.14	<i>Favia</i>	2.36	<i>Milleporidae</i>	3.07	<i>Favia</i>	1.98	<i>Symphylia</i>	0.88
<i>Goniastrea</i>	1.79	<i>Porites</i>	1.62	<i>Porites</i>	1.74	<i>Montipora</i>	2.18	<i>Symphylia</i>	1.86	<i>Goniastrea</i>	0.84

資料來源：戴等，1998、1999；郭，2007；何等，2008、2009、2010、2011、2012；

2013 年：本研究計畫

表 3-1-6 香蕉灣 1987, 1997, 2003-2005, 2008-2013 最豐富的前十屬珊瑚的平均覆蓋率 (%)

1987		1997		2003		2004		2005	
種名	相對豐富度	種名	相對豐富度	種名	相對豐富度	種名	相對豐富度	種名	相對豐富度
<i>Montipora informis</i>	8.85	<i>Montipora foliosa</i>	11.62	<i>Montipora</i>	64.39	<i>Montipora</i>	59.71	<i>Montipora</i>	65.97
<i>Montipora foliosa</i>	5.82	<i>Montipora informis</i>	8.52	<i>Galaxea</i>	6.89	<i>Galaxea</i>	5.68	<i>Galaxea</i>	5.62
<i>Montipora spumosa</i>	5.67	<i>Pachyseris speciosa</i>	7.54	<i>Echinopora</i>	3.60	<i>Favites</i>	5.20	<i>Favites</i>	4.41
<i>Favites speciosa</i>	5.18	<i>Heliopora coerulea</i>	5.06	<i>Hydnophora</i>	2.31	<i>Symphyllia</i>	4.63	<i>Echinopora</i>	4.38
<i>Merulina ampliata</i>	4.83	<i>Platygyra lamellina</i>	4.60	<i>Merulina</i>	2.09	<i>Echinopora</i>	4.55	<i>Hydnophora</i>	3.64
<i>Montipora venosa</i>	3.87	<i>Montipora aequitubercula</i>	4.23	<i>Cyphastrea</i>	2.01	<i>Hydnophora</i>	2.68	<i>Platygyra</i>	3.24
<i>Platygyra lamellina</i>	3.34	<i>Merulina ampliata</i>	4.00	<i>Pachyseris</i>	1.87	<i>Coeloseris</i>	2.30	<i>Symphyllia</i>	2.50
<i>Porites lichen</i>	2.89	<i>Porites lichen</i>	3.60	<i>Favia</i>	1.79	<i>Platygyra</i>	1.87	<i>Leptoria</i>	1.66
<i>Montipora ehrenbergi</i>	2.81	<i>Montipora verrucosa</i>	3.35	<i>Coeloseris</i>	1.79	<i>Favia</i>	1.71	<i>Pachyseris</i>	0.94
<i>Montipora verrucosa</i>	2.51	<i>Galaxea fascicularia</i>	3.09	<i>Favites</i>	1.65	<i>Astreopora</i>	1.61	<i>Pocillopora</i>	0.86

2008		2009		2010		2011		2012		2013	
種名	相對豐富度	種名	相對豐富度	種名	相對豐富度	種名	相對豐富度	屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度
<i>Montipora</i>	72.42	<i>Montipora</i>	71.61	<i>Montipora</i>	38.28	<i>Montipora</i>	46.98	<i>Montipora</i>	51.88	<i>Montipora</i>	52.63
<i>Favites</i>	4.67	<i>Galaxea</i>	4.05	<i>Porites</i>	9.68	<i>Favites</i>	8.55	<i>Porites</i>	9.18	<i>Porites</i>	6.65
<i>Galaxea</i>	3.47	<i>Porites</i>	3.66	<i>Favites</i>	7.98	<i>Porites</i>	6.17	<i>Favites</i>	7.87	<i>Symphyllia</i>	5.57
<i>Symphyllia</i>	3.04	<i>Symphyllia</i>	3.47	<i>Symphyllia</i>	5.86	<i>Symphyllia</i>	5.82	<i>Symphyllia</i>	6.70	<i>Favites</i>	4.70
<i>Leptoria</i>	1.75	<i>Favites</i>	1.99	<i>Hydnophora</i>	5.36	<i>Cyphastrea</i>	5.60	<i>Platygyra</i>	4.11	<i>Favia</i>	3.90
<i>Pocillopora</i>	1.65	<i>Leptoria</i>	1.96	<i>Platygyra</i>	5.11	<i>Favia</i>	4.54	<i>Coeloseris</i>	3.46	<i>Coeloseris</i>	3.79
<i>Montastrea</i>	1.51	<i>Platygyra</i>	1.69	<i>Acanthastrea</i>	3.99	<i>Platygyra</i>	3.61	<i>Galaxea</i>	2.16	<i>Acropora</i>	3.31
<i>Acanthastrea</i>	1.30	<i>Echinopora</i>	1.58	<i>Favia</i>	3.74	<i>Leptoria</i>	2.47	<i>Favia</i>	2.07	<i>Galaxea</i>	3.06
<i>Echinopora</i>	1.27	<i>Acanthastrea</i>	1.24	<i>Montastrea</i>	3.37	<i>Coeloseris</i>	2.38	<i>Acanthastrea</i>	2.03	<i>Merulina</i>	2.71
<i>Platygyra</i>	1.01	<i>Favia</i>	1.11	<i>Cyphastrea</i>	2.70	<i>Goniastrea</i>	2.03	<i>Heliopora</i>	1.66	<i>Astreopora</i>	1.95

資料來源：戴等，1998、1999；郭，2007；何等，2008、2009、2010、2011、2012；

2013 年：本研究計畫

表 3-1-7 龍坑 2004-2005, 2008-2013 最豐富的前十屬珊瑚的平均覆蓋率 (%)

2004		2005		2008		2009		2010	
種名	相對豐富度	種名	相對豐富度	種名	相對豐富度	種名	相對豐富度	種名	相對豐富度
<i>Heliopora</i>	16.93	<i>Heliopora</i>	29.56	<i>Heliopora</i>	26.01	<i>Heliopora</i>	35.30	<i>Heliopora</i>	32.93
<i>Favites</i>	13.97	<i>Simularia</i>	10.00	<i>Simularia</i>	18.55	<i>Simularia</i>	16.49	<i>Simularia</i>	14.77
<i>Simularia</i>	13.43	<i>Goniastrea</i>	8.23	<i>Favites</i>	10.11	<i>Favites</i>	9.33	<i>Pocillopora</i>	9.60
<i>Pocillopora</i>	10.78	<i>Pocillopora</i>	7.21	<i>Pocillopora</i>	6.65	<i>Pocillopora</i>	6.63	<i>Favites</i>	9.17
<i>Goniastrea</i>	8.63	<i>Favites</i>	7.15	<i>Goniastrea</i>	5.41	<i>Platygyra</i>	3.97	<i>Milleporidae</i>	4.89
<i>Porites</i>	7.06	<i>Porites</i>	5.56	<i>Milleporidae</i>	5.24	<i>Favia</i>	3.12	<i>Goniastrea</i>	4.10
<i>Milleporidae</i>	5.90	<i>Favia</i>	4.33	<i>Porites</i>	3.89	<i>Porites</i>	2.90	<i>Platygyra</i>	3.36
<i>Montastrea</i>	4.91	<i>Milleporidae</i>	4.31	<i>Lobophytum</i>	3.69	<i>Milleporidae</i>	2.80	<i>Leptoria</i>	2.67
<i>Platygyra</i>	3.84	<i>Acanthastrea</i>	2.54	<i>Leptoria</i>	3.69	<i>Leptoria</i>	2.63	<i>Favia</i>	2.27
<i>Leptoria</i>	2.46	<i>Turbinaria</i>	2.40	<i>Platygyra</i>	2.81	<i>Goniastrea</i>	2.56	<i>Montastrea</i>	2.09

2011		2012		2013.03	
種名	相對豐富度	屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度
<i>Heliopora</i>	35.08	<i>Heliopora</i>	47.81	<i>Heliopora</i>	40.28
<i>Pocillopora</i>	12.06	<i>Simularia</i>	12.44	<i>Simularia</i>	9.77
<i>Simularia</i>	10.47	<i>Pocillopora</i>	7.05	<i>Pocillopora</i>	9.27
<i>Favites</i>	8.72	<i>Favites</i>	5.26	<i>Favites</i>	8.04
<i>Porites</i>	4.54	<i>Milleporidae</i>	4.08	<i>Platygyra</i>	7.10
<i>Milleporidae</i>	4.45	<i>Platygyra</i>	3.50	<i>Echinopora</i>	4.23
<i>Favia</i>	3.37	<i>Echinopora</i>	2.11	<i>Millepora</i>	3.70
<i>Platygyra</i>	3.28	<i>Turbinaria</i>	1.84	<i>Favia</i>	3.65
<i>Goniastrea</i>	2.95	<i>Cyphastrea</i>	1.70	<i>Porites</i>	2.62
<i>Echinopora</i>	2.20	<i>Favia</i>	1.61	<i>Lobophytum</i>	2.54

資料來源：戴等，1998、
1999；郭，2007；何等，2008、
2009、2010、2011、2012；
2013 年：本研究計畫

表 3-1-8 後壁湖 2011-2013 最豐富的前十屬珊瑚的平均覆蓋率 (%)

後壁湖 (HBH)					
2011		2012		2013	
屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度
<i>Acropora</i>	39.50	<i>Acropora</i>	30.50	<i>Montipora</i>	30.54
<i>Porites</i>	14.24	<i>Porites</i>	15.73	<i>Porites</i>	15.09
<i>Montipora</i>	9.46	<i>Montipora</i>	13.27	<i>Acropora</i>	13.29
<i>Sinularia</i>	5.84	<i>Hydnophora</i>	5.13	<i>Isopora</i>	6.52
<i>Hydnophora</i>	4.99	<i>Briareum</i>	3.75	<i>Echinopora</i>	4.69
<i>Milleporidae</i>	4.76	<i>Isopora</i>	3.68	<i>Platygyra</i>	3.23
<i>Briareum</i>	4.08	<i>Milleporidae</i>	3.48	<i>Astreopora</i>	2.53
<i>Echinophyllia</i>	2.67	<i>Echinopora</i>	3.12	<i>Favia</i>	1.75
<i>Montastrea</i>	2.47	<i>Sarcophyton</i>	2.97	<i>Millepora</i>	1.73
<i>Favia</i>	2.06	<i>Sinularia</i>	2.65	<i>Nephthea</i>	1.67

(資料來源：何等，2010、2011、2012；

2013 年：本研究計畫)

表 3-1-9 眺石 2010-2013 豐富的前十屬珊瑚的平均覆蓋率 (%)

眺石							
2010		2011		2012		2013	
屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度	屬名	相對豐富度
<i>Montipora</i>	47.97	<i>Montipora</i>	37.00	<i>Montipora</i>	38.46	<i>Montipora</i>	53.62
<i>Favites</i>	15.06	<i>Favites</i>	12.29	<i>Milleporidae</i>	10.53	<i>Acropora</i>	11.30
<i>Sinularia</i>	6.09	<i>Porites</i>	8.21	<i>Porites</i>	9.82	<i>Favia</i>	6.36
<i>Porites</i>	5.25	<i>Milleporidae</i>	7.91	<i>Hydnophora</i>	7.54	<i>Seriatopora</i>	2.64
<i>Favia</i>	4.06	<i>Favia</i>	7.05	<i>Acropora</i>	7.28	<i>Millepora</i>	2.50
<i>Acropora</i>	3.98	<i>Sinularia</i>	3.74	<i>Favites</i>	6.62	<i>Astreopora</i>	2.40
<i>Milleporidae</i>	3.64	<i>Goniastrea</i>	3.74	<i>Favia</i>	5.18	<i>Sinularia</i>	1.86
<i>Hydnophora</i>	2.62	<i>Hydnophora</i>	3.70	<i>Sinularia</i>	4.62	<i>Hydnophora</i>	1.76
<i>Cyphastrea</i>	2.54	<i>Platygyra</i>	3.27	<i>Platygyra</i>	2.91	<i>Platygyra</i>	1.71
<i>Lobophytum</i>	2.37	<i>Echinopora</i>	1.68	<i>Briareum</i>	2.09	<i>Galaxea</i>	1.71

(資料來源：何等，2010、2011、2012；

2013 年：本研究計畫)

表 3-1-10 各樣點在 2013 年天兔颱風後的底棲類別覆蓋率比較

	2013上			2013下			2013上			2013下		
	平均值 (%)	標準誤差 (SE)	標準誤差 (SE)	平均值 (%)	標準誤差 (SE)	標準誤差 (SE)	平均值 (%)	標準誤差 (SE)	標準誤差 (SE)	平均值 (%)	標準誤差 (SE)	標準誤差 (SE)
萬里桐												
珊瑚	15.87	3.73	2.01	19.03	2.01	0.81	22.64	4.23	11.69	2.05		
軟珊瑚	0.29	0.19	0.11	0.31	0.11	0.06	45.88	8.56	33.69	6.38		
大型藻	41.61	3.35	0.00	0.00	0.00	0.13	15.17	2.16	0.03	0.02		
草皮狀海藻	20.85	0.39	54.47	3.37	1.24	78.17	8.42	2.36	47.26	9.01		
基質	4.02	0.62	1.41	1.10	0.24	0.91	2.74	0.36	0.16	0.15		
砂礫	16.33	1.92	22.36	5.50	0.76	12.79	4.91	0.94	6.28	3.41		
其他	1.04	0.25	0.13	0.06	0.04	0.02	0.25	0.08	0.09	0.06		
龍坑												
珊瑚	34.04	4.37			2.69	3.69	56.72	2.30	33.35	4.83		
軟珊瑚	5.66	1.15			0.15	0.55	10.16	4.46	3.75	1.22		
大型藻	32.24	1.50			1.97	2.32	2.95	0.81	0.59	0.17		
草皮狀海藻	14.02	1.60			1.41	2.59	12.12	1.14	33.21	2.02		
基質	6.65	2.16			0.55	1.00	7.12	0.98	1.90	0.85		
砂礫	1.72	1.00			2.16	2.87	9.84	1.29	17.52	2.13		
其他	5.66	1.48			0.01	0.09	1.07	0.13	0.97	0.57		
海菜區												
珊瑚	11.33	2.00	22.57	2.98	1.54	3.76	23.09	5.55	7.36	1.50		
海藻	0.14	0.11	0.42	0.17	0.11	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00		
大型藻	36.73	5.03	5.27	1.15	2.63	0.54	35.51	4.74	0.00	0.00		
草皮狀海藻	18.65	1.54	42.01	3.42	2.08	40.67	19.98	3.33	66.21	27.35		
死珊瑚	0.06	0.06	0.96	0.26	0.01	1.11	0.03	0.01	24.01	23.94		
砂礫	28.85	3.01	17.17	1.61	1.18	19.15	14.01	0.95	1.97	1.58		
其他	4.23	0.77	1.29	0.47	0.69	0.32	7.38	0.46	0.04	0.03		

(資料來源：本研究計畫)

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

表 3-1-11 各樣點的珊瑚功能群 r-K-S 組成與保育等級(CC)

	2003	2004	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013上	2013下
萬里桐										
r (%)	14.65	10.80	13.04	20.49	23.13	24.06	14.94	17.75	15.65	22.46
K (%)	42.99	52.11	53.11	29.78	28.43	25.12	14.49	23.35	59.12	39.45
S (%)	42.35	37.09	33.85	49.73	48.44	50.82	70.57	58.90	25.23	38.09
CC	4	2	2	4	4	4	1	4	2	4
紅柴										
r (%)					22.98	9.69	16.83	20.06	26.00	7.50
K (%)					18.48	13.84	24.27	20.14	37.04	69.01
S (%)					58.54	76.47	58.90	59.80	36.96	23.40
CC					4	1	4	4	4	2
雷打石										
r (%)	10.17	6.72	17.66	14.96	12.22	16.23	19.98	18.68	28.11	7.76
K (%)	33.69	29.41	23.17	32.60	38.18	34.70	31.54	39.75	34.61	28.93
S (%)	56.14	63.87	59.17	52.44	49.61	49.07	48.48	41.58	37.28	63.31
CC	4	1	4	4	4	4	4	4	4	1
後壁湖										
r (%)							50.80	39.87	46.60	16.91
K (%)							20.24	28.94	38.92	57.59
S (%)							28.96	31.19	14.48	25.51
CC							3	4	4	2
眺石海藻區										
r (%)				10.39	1.57	0.37	15.41	10.19	9.12	18.64
K (%)				82.14	81.85	51.30	36.69	44.44	59.13	59.22
S (%)				7.47	16.58	48.33	47.90	45.37	31.75	22.14
CC				2	2	2	4	4	2	2
眺石恢復區										
r (%)				24.43	8.08	2.60	30.34	13.08	13.36	13.51
K (%)				50.34	45.21	62.01	17.87	51.87	49.47	64.14
S (%)				25.23	46.71	35.39	51.80	35.05	37.17	22.35
CC				2	4	2	4	2	4	2
眺石軸孔區										
r (%)				80.61	65.59	7.46	64.96	22.84	15.79	13.87
K (%)				15.50	27.98	78.01	10.53	49.82	57.41	54.31
S (%)				3.89	6.43	14.53	24.51	27.35	26.80	31.82
CC				3	3	2	3	4	2	2
香蕉灣										
r (%)	0.52	0.52	0.20	0.70	0.36	0.48	1.03	3.41	4.40	5.24
K (%)	74.89	66.92	73.36	76.67	76.14	45.38	50.88	55.77	62.89	66.75
S (%)	24.59	32.56	26.45	22.63	23.50	54.15	48.09	40.82	32.71	28.02
CC	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2
龍坑										
r (%)		25.88	38.54	40.61	44.45	45.34	46.57	61.72	54.68	
K (%)		22.71	18.25	15.41	14.18	11.72	14.52	16.44	24.31	
S (%)		51.41	43.21	43.98	41.37	42.94	38.91	21.83	21.01	
CC		4	4	4	4	4	4	3	3	

(資料來源：郭，2007；何等，2008、2009、2010、2011、2012；
2013年：本研究計畫)

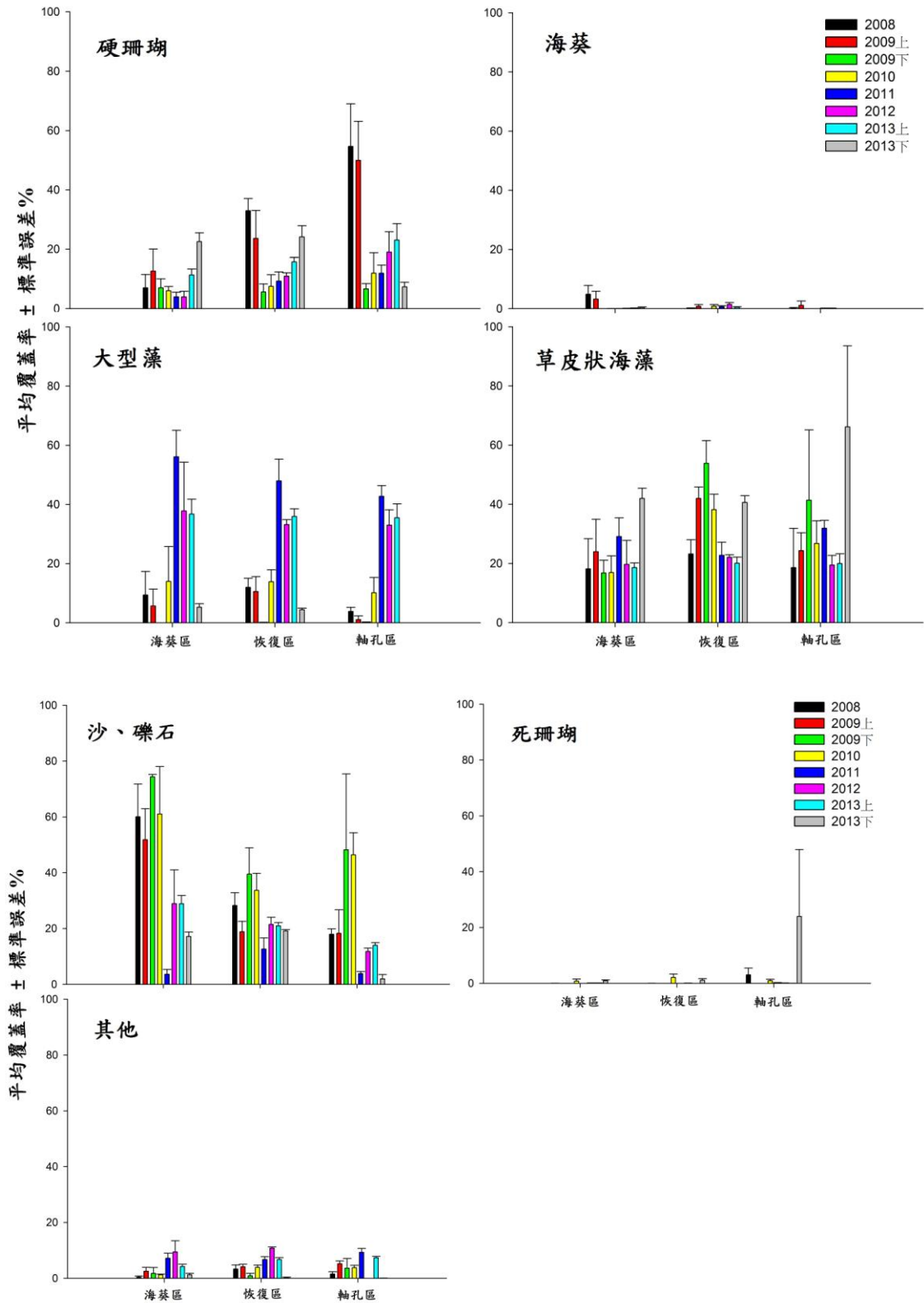


圖 3-1-6. 長期生態監測，眺石海葵區、恢復區和軸孔區各樣區的底棲類別覆蓋率（平均值 ± 標準誤差%）

（資料來源：郭，2007；何等，2008、2009、2010、2011、2012；
2013 年：本研究計畫）

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

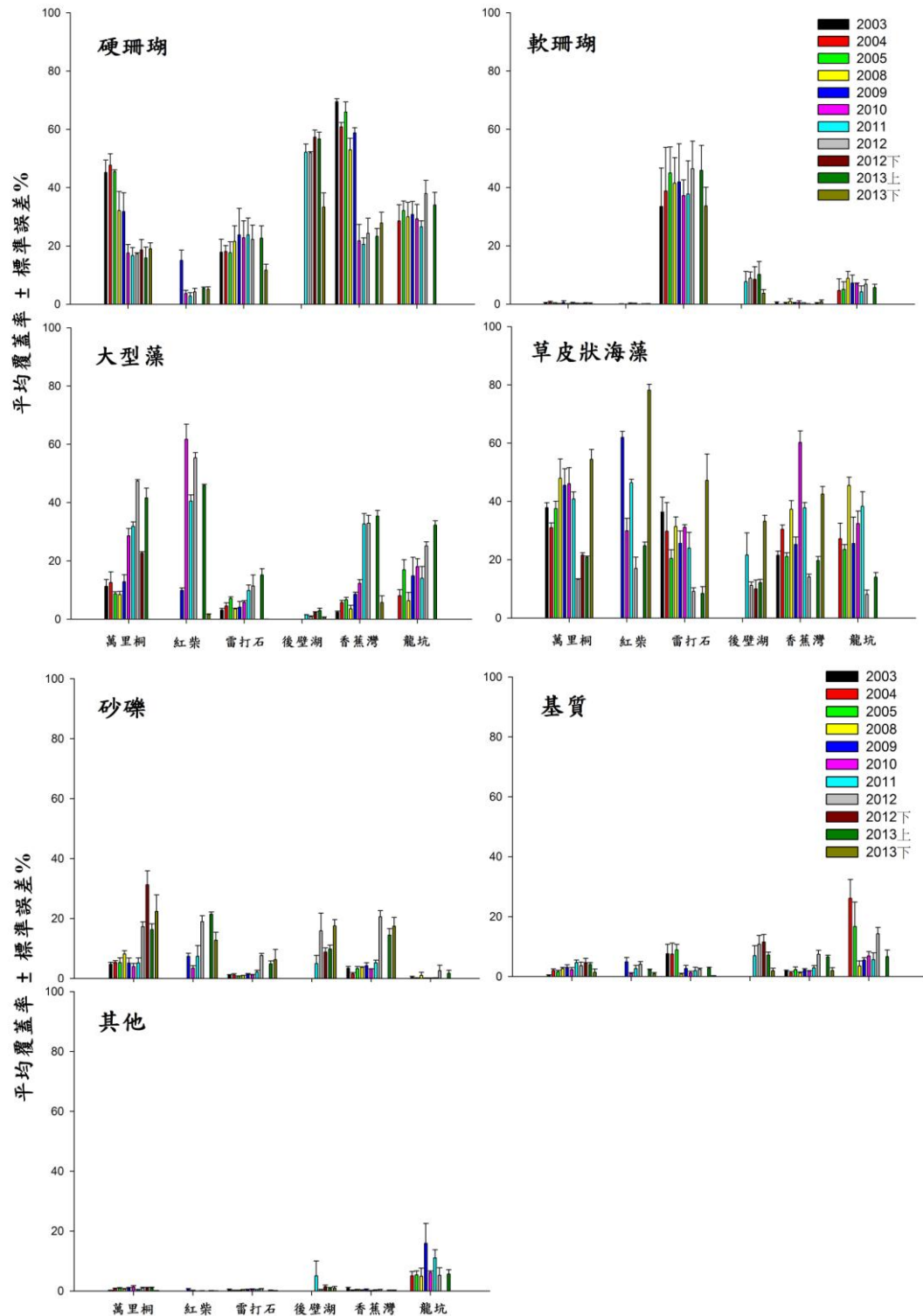


圖 3-1-7 長期生態監測，萬里桐、紅柴、雷打石、後壁湖保護區、香蕉灣和龍坑各底棲類別覆蓋率在八年間的變化（平均值 ± 標準誤差%）

（資料來源：郭，2007；何等，2008、2009、2010、2011、2012；
2013 年：本研究計畫）

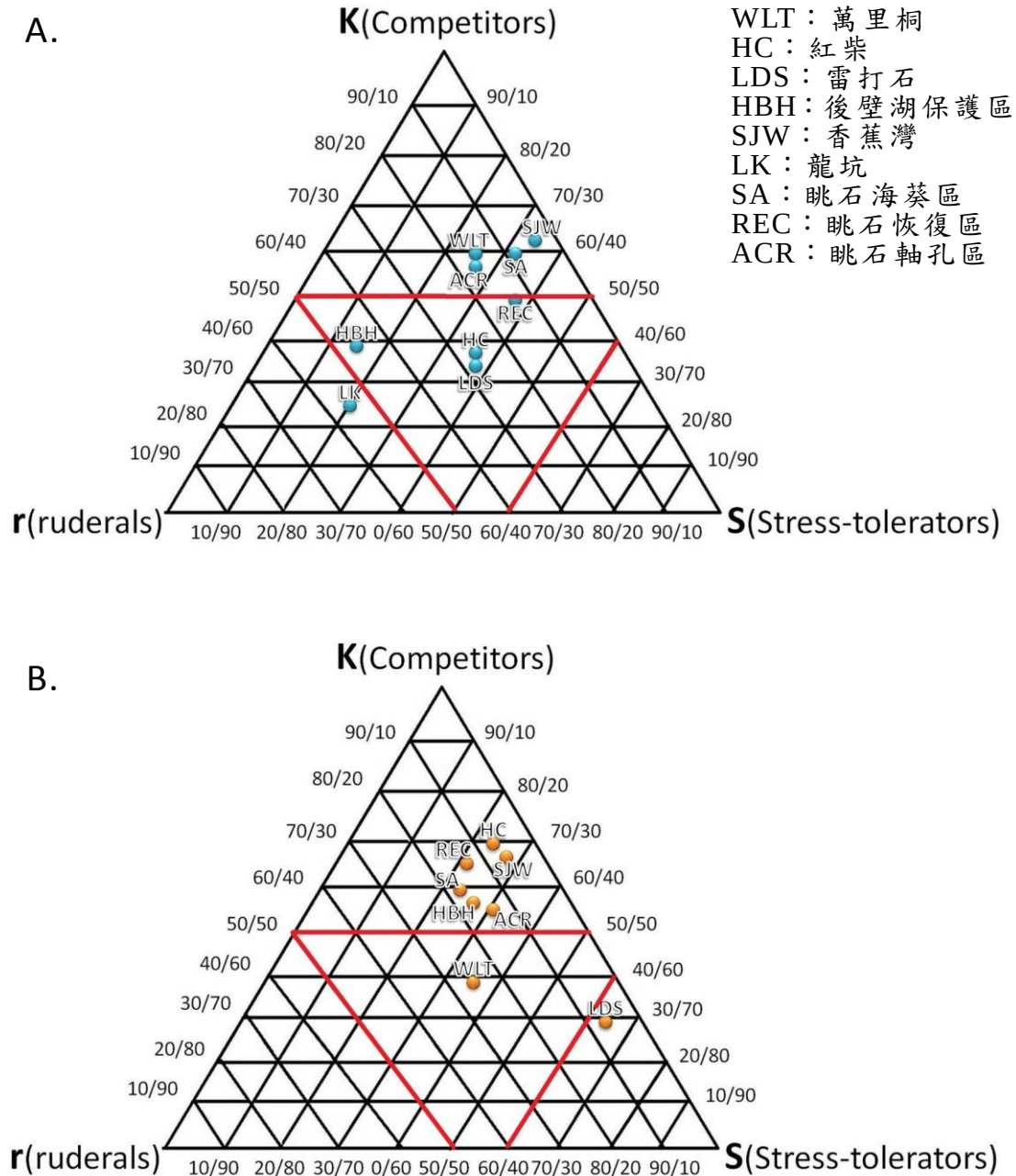


圖 3-1-8 2013 年各樣點石珊瑚 r-K-S 分佈圖

(A. 天兔颱風前；B. 天兔颱風後)

(資料來源：本研究計畫)

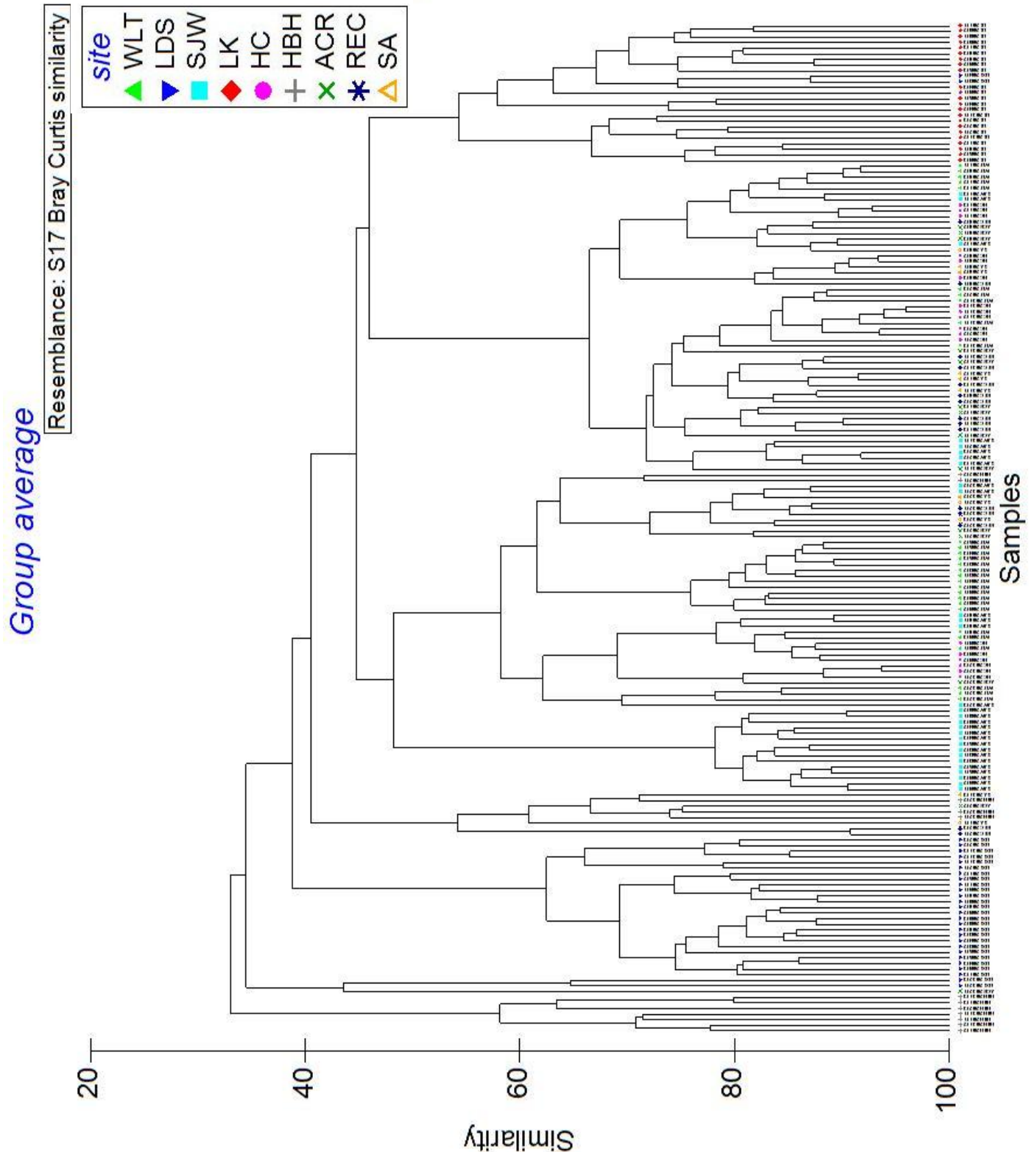


圖 3-1-9 九年不同地點各測線珊瑚種覆蓋率聚類分析的樹狀圖
 (WLT 萬里桐; HC 紅柴; LDS 雷打石; HBH 後壁湖; SJW 香蕉灣; LK 龍坑;
 SA 眺石海葵區; REC 眺石恢復區; ACR 眺石軸孔區)
 (資料來源: 郭, 2007; 何等, 2008、2009、2010、2011、2012;

2013 年: 本研究計畫)

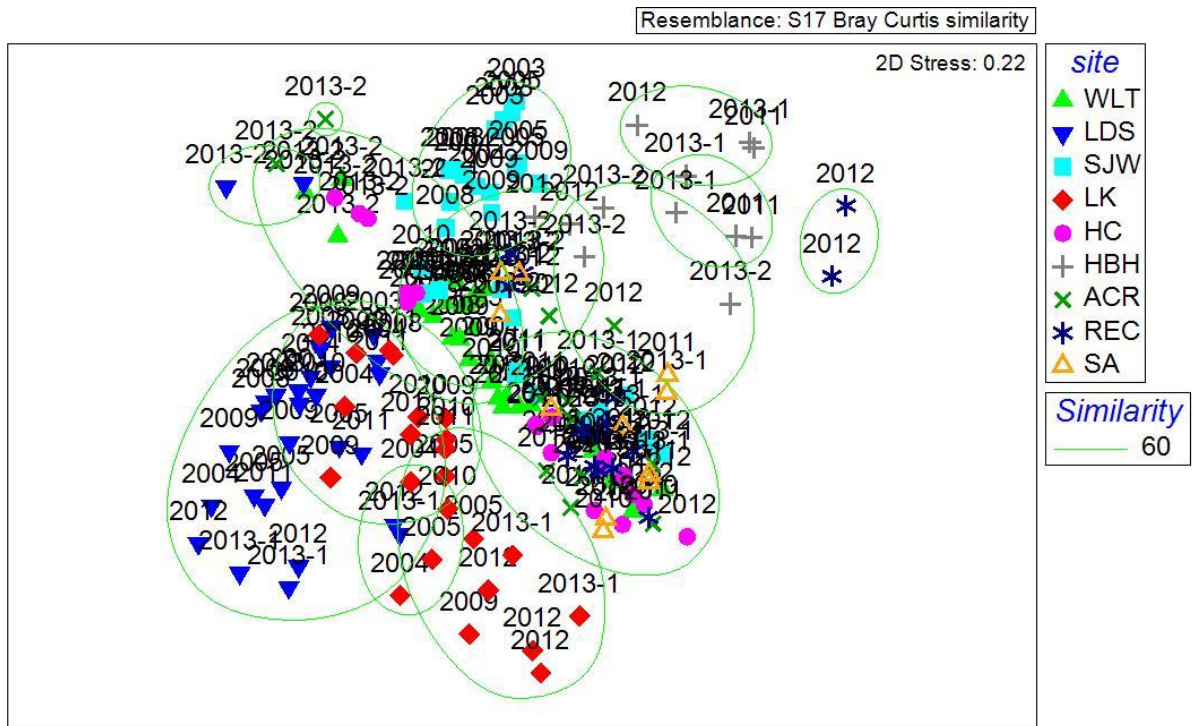


圖 3-1-10 以九年的測線各珊瑚屬平均覆蓋率繪製的 MDS 圖
 (WLT 萬里桐；HC 紅柴；LDS 雷打石；HBH 後壁湖；SJB 香蕉灣；LK 龍坑；
 SA 眺石海葵區；REC 眺石恢復區；ACR 眺石軸孔區)
 (資料來源：郭，2007；何等，2008、2009、2010、2011、2012；
 2013 年：本研究計畫)

三、螺貝類資源量現況調查：

香蕉灣 5m 及 10m 之樣點地型平坦開闊，底質珊瑚覆蓋率高，5m 樣點包含團塊狀、表覆型、柱型及分枝型珊瑚，10m 之樣點則多為表覆型、葉片型及團塊型珊瑚。5m 及 10m 深度記錄到與珊瑚共棲之固著性軟體動物包含有蓋蛇螺 (*Dendropoma maximum*) 及長碑磔貝 (*Tridacna maxima*)。

眺石樣點地型開闊，珊瑚覆蓋率高，5m 穿越線多為表覆型、柱型及分枝型珊瑚，10m 穿越線多為表覆型及葉片型珊瑚。記錄到與珊瑚共棲之固著性軟體動物主要為魁蛤 *Barbatia lacerata* 及長碑磔貝，五樣點中，僅眺石記錄得開腹蛤 *Gastrochaena* sp.。

後壁湖樣點包含部分砂地底質，5m 穿越線多為柱型、分枝型及表覆型珊瑚，10m 穿越線多為分枝型、葉片型及表覆型珊瑚。與珊瑚共棲之固著性軟體動物主要為長碑磔貝，袋狀江珧蛤 (*Streptopinna saccata*) 及海菊海扇蛤 (*Pedum spondyloideum*) 數量則較少。

雷打石樣點地型開闊，珊瑚覆蓋率高，5m 穿越線多為表覆型、柱型及分枝型珊瑚，10m 穿越線包含多數的軟珊瑚。與珊瑚共棲之固著性軟體動物，僅於 10m 之穿越線記錄得長碑磔貝。

萬里桐底隻隻珊瑚覆蓋率不若其它樣點高，5m 之穿越線底質生長不少藻類，包含部分分枝型珊瑚及軟珊瑚，10m 之穿越線主要為表覆型、柱型及分枝型珊瑚。記錄得與珊瑚共棲之固著性軟體動物主要為長碑磔貝及袋狀江珧蛤。

本研究於五個樣點進行兩次採集調查，共記錄得 37 科 98 種。4 月記錄得軟體動物 25 科 54 種，以芋螺科採得 13 種為最高，其次分別為骨螺科 7 種及旋螺科 6 種。9 月共記錄得軟體動物 30 科 79 種，以芋螺及骨螺科採得 10 種最高，其次為旋螺科 7 種，多彩海牛及葉海牛科 6 種(表 3-1-12)。

4 月萬里桐採得 15 科 30 種，5m 及 10m 穿越線分別採到 10 種及 26 種。後壁湖採得 7 科 10 種，5m 及 10m 穿越線分別採到 5 種及 8 種。眺石採得 15 科 24 種，5m 及 10m 穿越線分別採到 16 種及 12 種。香蕉灣採得 9 科 26 種，5m 及 10m 穿越線分別採到 15 種及 18 種。雷打石採得 11 科 21 種，5m 及 10m 穿越線分別採到 18 種及 4 種。9 月萬里桐採得 13

科 27 種，5m 及 10m 穿越線分別採到 13 種及 18 種。後壁湖採得 15 科 22 種，5m 及 10m 穿越線分別採到 11 種及 17 種。眺石採得 17 科 34 種，5m 及 10m 穿越線分別採到 18 種及 23 種。香蕉灣採得 15 科 30 種，5m 及 10m 穿越線分別採到 14 種及 23 種。雷打石採得 17 科 33 種，5m 及 10m 穿越線分別採到 20 種及 18 種。4 月調查中，萬里桐及雷打石不同深度之穿越線，調查得之物種數量差異大，萬里桐多集中於 10m 深度，雷打石則集中於 5m 深度。9 月之調查除雷打石外，其餘樣點皆以 10m 所記錄得之物種數較高。除了萬里桐 10m 及香蕉灣 5m 外，各樣點之不同深度調查得之物種數皆以 9 月之記錄為高(圖 3-1-11)。

4 月各樣點之豐度分別為萬里桐 0.66 ind./m²、後壁湖 0.58 ind./m²、眺石 1.07 ind./m²、香蕉灣 0.65 ind./m²及雷打石 0.67 ind./m²，以眺石為最高，其餘四個樣點則差異不大。9 月各樣點之豐度分別為萬里桐 0.53 ind./m²、後壁湖 1.32 ind./m²、眺石 1.79 ind./m²、香蕉灣 1.48 ind./m²及雷打石 0.73 ind./m²，同樣以眺石為最高，萬里桐及雷打石較低。除了萬里桐，其餘樣點之豐度皆以 9 月為高(圖 3-1-12)。

4 月各樣點之生物量分別為萬里桐 8.27 g/m²、後壁湖 0.77 g/m²、眺石 3.27 g/m²、香蕉灣 8.17 g/m²及雷打石 6.82 g/m²，以萬里桐及香蕉灣為最高，後壁湖明顯低於其它樣點。9 月各樣點之生物量分別為萬里桐 15.71 g/m²、後壁湖 3.06 g/m²、眺石 6.01 g/m²、香蕉灣 12.51 g/m²及雷打石 6.97 g/m²，同樣以萬里桐為最高，後壁湖則為最低，並且各樣點 9 月之生物量皆高於 4 月(圖 3-1-13)。

4 月各樣點之均勻度分別為萬里桐 0.92、後壁湖 0.77、眺石 0.71、香蕉灣 0.89 及雷打石 0.86，以萬里桐為最高，眺石為最低。9 月各樣點之均勻度分別為萬里桐 0.94、後壁湖 0.64、眺石 0.66、香蕉灣 0.73 及雷打石 0.90，同樣以萬里桐為最高，最低為後壁湖。各樣點於 4 月及 9 月間之變化不大，萬里桐及雷打石之均勻度於 9 月略為升高，後壁湖、眺石及香蕉灣則為下降(圖 3-1-14)。

4 月各樣點之歧異度分別為萬里桐 3.14、後壁湖 1.77、眺石 2.25、香蕉灣 2.90 及雷打石 2.61，以萬里桐為最高，後壁湖為最低。9 月各樣點之歧異度分別為萬里桐 3.08、後壁湖 1.98、眺石 2.33、香蕉灣 2.48 及雷打石 3.15，以雷打石為最高，後壁湖為最低。各樣點於 4 月及 9 月間之變化不大，後壁湖、眺石及雷打石之歧異度於 9 月為升高，萬

里桐、香蕉灣則為下降（圖 3-1-15）。

4 月份之優勢物種調查，萬里桐最優勢物種為樂譜芋螺 (*Conus musicus*)，占個體數之約 12%，其次分別為紫口珊瑚螺 (*Coralliophila violacea*)、花環芋螺 (*C. sponsalis*) 及突丘葉海麒麟 (*Phyllidiella pustulosa*)，皆占個體數之約 8%。後壁湖最優勢物種為魁蛤科之 *Barbatia lacerata*，占個體數之約 34%，其次為紫口珊瑚螺，占個體數之約 22%。眺石最優勢物種為白結螺 (*Drupella cornus*)，占個體數之約 40%，其次為魁蛤科之 *B. lacerata*，占個體數之約 17%。香蕉灣最優勢物種為晚霞芋螺 (*Conus lividus*)，占個體數之約 17%，其次為有蓋蛇螺 (*Dendropoma maximum*)，占個體數之約 12%。雷打石最優勢物種為白結螺，占個體數之約 25%，其次為頂蓋螺 (*Sabia conica*)，占個體數之約 15%。後壁湖及眺石之前三優勢物種明顯（圖 3-1-16）。

9 月份之優勢物種調查，萬里桐最優勢物種為白結螺 (*Drupella cornus*)，占個體數之約 13%，其次為紫口珊瑚螺 (*Coralliophila violacea*)，占個體數之約 17%。後壁湖最優勢物種為魁蛤科之 *Barbatia lacerata*，占個體數之約 45%，其次為紫口珊瑚螺，占個體數之約 19%。眺石最優勢物種為紫口珊瑚螺，占個體數之約 45%，其次為魁蛤科之 *B. lacerata*，占個體數之約 9%。香蕉灣最優勢物種為白結螺，占個體數之約 32%，其次為紫口珊瑚螺，占個體數之約 16%。雷打石最優勢物種為白結螺，占個體數之約 16%，其次為有蓋蛇螺 (*Dendropoma maximum*)，占個體數之約 8%。各樣點隻優勢物種皆包含白結螺，紫口珊瑚螺及 *B. lacerata* 亦是各樣點中常見的優勢種。後壁湖、眺石及香蕉灣之前三優勢物種明顯（圖 3-1-17）。

以多元尺度分析 (MDS) 對軟體動物群聚組成相異程度進行分析，各樣點之物種群聚於兩季調查結果之相似度為 60%，而物種群聚組成相似度達 80% 的則有兩群，第一群為後壁湖、眺石及雷打石之 4 月及後壁湖之 9 月 (G1)，第二群香蕉灣 4 月及 9 月 (G2)（圖 3-1-18）。

進行相似度分析 (SIMPER) 後壁湖、眺石及雷打石之 4 月及後壁湖之 9 月被分為同一群 (G1)，主為由白結螺、*B. lacerata* 及長碑礫三物種所影響，累積貢獻為 67.9%，香蕉灣 4 月及 9 月 (G2) 被分為同一群 (G1)，主要為晚霞芋螺、有蓋蛇螺及白結螺所影

響，累積貢獻為 52.4%。萬里桐 4 月及 9 月之差異主要由白結螺、樂譜芋螺及突丘葉海麒麟所影響。G1 及萬里桐 4 月之差異主要由 *B. lacerata*、白結螺及紫口珊瑚螺所影響。G1 及萬里桐 9 月之差異主要由 *B. lacerata*、白結螺及紫口珊瑚螺所影響。萬里桐 4 月及眺石 9 月之差異主要由紫口珊瑚螺、*B. lacerata* 及白結螺所影響。眺石 9 月及萬里桐 9 月之差異主要由紫口珊瑚螺、*B. lacerata* 及袋狀江珧蛤所影響。G1 及眺石 9 月之差異主要由紫口珊瑚螺、*B. lacerata* 及白結螺所影響。G2 及萬里桐 4 月之差異主要由白結螺、紫口珊瑚螺及有蓋蛇螺所影響。G2 及萬里桐 9 月之差異主要由白結螺、紫口珊瑚螺及晚霞芋螺所影響。G1 及 G2 之差異主要由 *B. lacerata*、白結螺及紫口珊瑚螺所影響。G2 及眺石 9 月之差異主要由紫口珊瑚螺、白結螺及 *B. lacerata* 所影響。萬里桐 4 月及雷打石 9 月之差異主要由白結螺、有蓋蛇螺及頂蓋螺所影響。萬里桐 9 月及雷打石 9 月之差異主要由有蓋蛇螺、白結螺及頂蓋螺所影響。G1 及雷打石 9 月之差異主要由 *B. lacerata* 白結螺及紫口珊瑚螺所影響。眺石 9 月及雷打石 9 月之差異主要由紫口珊瑚螺、*B. lacerata* 及袋狀江珧蛤所影響。G2 及雷打石 9 月之差異主要由白結螺、晚霞芋螺及紫口珊瑚螺所影響（表 3-1-13）。

微棲地之調查共記錄得 599 個軟體動物樣本，將調查得之物種及微棲地數據進行主成分分析（PCA）探討之間的關係，經分析萃取得第一主成分及第二主成分，兩者之解釋率分別為 43.1% 及 20.6%，累積解釋率為 63.8%。影響第一主成分較大之因素為表面（0.642）、縫隙孔洞（-0.494）、珊瑚岩礁（0.463）及團塊型珊瑚（-0.358）。影響第二主成分較大之因素為珊瑚岩礁（-0.73）、表覆型珊瑚（0.44）及表面（0.419）。骨螺科及旋螺科之物種分布廣泛，於各類型之微棲地皆有機會發現，固著性物種主要棲地類型為團塊型珊瑚或珊瑚岩礁之縫隙孔洞，海蛞蝓常出現於各類型底質之表面（圖 3-1-19）。

4 月各樣點物種綜合之食性組成，以肉食性物種占 68% 為最高，其次為濾食性物種 14%，第三為共生藻兼營共生 8%，最低為藻食性物種 3%。萬里桐、眺石、香蕉灣及雷打石四個樣點，之食性組成皆為肉食性物種占多數，所占百分比分別為 85%、68%、75% 及 72%，僅後壁湖之食性組成以濾食占 42% 最高，其次才為肉食性物種占 36%。

9 月各樣點物種綜合之食性組成，以肉食性物種占 68% 為最高，其次為濾食性物種

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

20%，第三為共生藻兼營共生 6%，最低為藻食性物種 2%。萬里桐、眺石、香蕉灣及雷打石四個樣點之食性組成皆為肉食性物種占多數，所占百分比分別為 87%、72%、88% 及 64%，僅後壁湖之食性組成以濾食占 55% 最高，其次才為肉食性物種占 33%（圖 3-1-20）。

綜合過去墾丁海域長期監測計畫 2005 至 2011 年之調查結果，潮間帶及亞潮帶共記錄得軟體動物 45 科 202 種，而今年度亞潮帶兩次之調查結果共記錄得 37 科 98 種，將此次結果與過去歷年之資料進行累積，目前墾丁地區記錄之現生軟體動物物種共 61 科 305 種，其中有 8 個科及 56 種物種為本研究記錄而過去尚未記錄過之種類（圖 3-1-21）。

表 3-1-12 2013 年 4 月及 9 月亞潮帶軟體動物物種清單

科名 / 學名 / 中文名	萬里桐				後壁湖				眺石				香蕉灣				雷打石			
	4 月		9 月		4 月		9 月		4 月		9 月		4 月		9 月		4 月		9 月	
	5m	10m	5m	10m	5m	10m	5m	10m	5m	10m	5m	10m	5m	10m	5m	10m	5m	10m	5m	10m
Ischnochitonidae 薄石鰲科																				
<i>Lepidozona</i> sp.	1																			
Trochidae 鐘螺科																				
<i>Euchelus lischkei</i> 褐色彫鐘螺															1					
<i>Tectus conus</i> 紅斑鐘螺											1									
<i>Tectus pyramis</i> 銀塔鐘螺		1		2							2									
<i>Trochus hanleyanus</i> 細紋鐘螺							1													
Angariidae 棘冠螺科																				
<i>Angaria nodosa</i>													2							
Turbinidae 蝾螺科																				
<i>Astrarium haematragum</i> 白星螺														1						
<i>Turbo chrysostomus</i> 金口蝾螺									3							2		3		
<i>Turbo petholatus</i> 貓眼蝾螺															1					
Cerithiidae 蟹守螺科																				
<i>Cerithium citrinum</i> 黃蟹守螺				1														1		
<i>Cerithium echinatum</i> 黃棘蟹守螺				1																
Strombidae 鳳凰螺科																				
<i>Lambis scorpiu</i> 蠍螺			1				1													

Strombidae 鳳凰螺科																					
Strombus mutabilis 花瓶鳳凰螺																	1				
Hipponicidae 頂蓋螺科																					
Hipponix acuta 粗紋頂蓋螺																			1		
Sabia conica 頂蓋螺					1				1		3						10		4		
Vermetidae 蛇螺科																					
Dendropoma maximum 有蓋蛇螺					1						3	6	2	3	4	2		6			
Dendropoma sp.							3														
Serpulorbis sp.										2									1		
Cypraeidae 寶螺科																					
Cypraea labrolineata 梨皮寶螺			1																		
Bursidae 蛙螺科																					
Bursa cruentata 血跡蛙螺			1																		
Bursa granularis 果粒蛙螺				1																	
Bursa tuberosissima 突瘤蛙螺									1												
Cassidae 唐冠螺科																					
Cassis cornuta 唐冠螺					1																
Ranellidae 法螺科																					
Cymatium aquatile 矮毛法螺				1																	
Muricidae 骨螺科																					
Chicoreus brunneus 黑千手螺		1	1		1	1					1	1						1			
Drupella cornus 白結螺				6	1	3	3	2	8	5	37	6	9	2	2	11	37	14	3	6	6
Drupa ricina 黃齒岩螺			1					1		1		1						4		1	

Muricidae 骨螺科																		
<i>Habromorula biconica</i> 雙錐棘結螺	2	2		3		1		1			1	1	1		3		2	1
<i>Habromorula</i> sp.				1	3					1								2
<i>Thais armigera</i> 大岩螺												2						
<i>Menathais tuberosa</i> 角岩螺													1					
<i>Coralliophila bulbiformis</i> 粗皮珊瑚螺		1											3		1			
<i>Coralliophila madreporaria</i>								1										1
<i>Coralliophila violacea</i> 紫口珊瑚螺	3	2	2	3	10	3	4	21	8	12	68		1		24	1		3
<i>Coralliophila</i> sp.				2														
Turbinellidae 拳螺科																		
<i>Vasum ceramicum</i> 長拳螺	1	1	1												1	1	2	
<i>Vasum turbinellum</i> 短拳螺									1				1			4	1	
Columbellidae 麥螺科																		
<i>Euplica turturina</i> 球麥螺		1		3							6			1	1			2
<i>Euplica varians</i> 肩瘤麥螺			1															
<i>Mitrella (Graphicomassa) albina</i>				1														
Buccinidae 峨螺科																		
<i>Engina bonasia</i> 雪珠峨螺															1			
<i>Enzinopsis astricta</i> 細點峨螺	1																	
Fascioliariidae 旋螺科																		
<i>Latirus candelabrum</i> 白摺旋螺		1																
<i>Latirus craticulatus</i> 紅斑塔旋螺																		1
<i>Latirus nodatus</i> 粗瘤旋螺			3															

Fasciariidae 旋螺科																
Latirus noumeensis 金線旋螺		1			1			1								
Latirus polygonus 多稜旋螺					2			1			1			1		
Leucozonia smaragdula 鈞錘旋螺								1			2			3		
Peristernia incarnata 胭脂旋螺		1														
Peristernia nassatula 紫口旋螺		4			1			1			1			1		
Turritatirus turritus 黑紋塔旋螺		1			1			2			3			1		
Mitridae 筆螺科																
Phaeomitra coffea 咖啡筆螺		2														
Conidae 芋螺科																
Conus arenatus 紋身芋螺								1			1					
Conus capitaneus 船長芋螺														1		
Conus distans 長距芋螺											1			3		
Conus imperialis 帝王芋螺		1						1			1					
Conus lividus 晚霞芋螺		4			2			2			2			1		
Conus marmoreus 大理石芋螺		1														
Conus miles 柳絲芋螺		2			1			1			3			3		
Conus miliaris 百萬芋螺														12		
Conus moreleti 莫氏芋螺					2						2			4		
Conus musicus 樂譜芋螺		4			4			1			2			2		
Conus rattus 鼠芋螺								1			1			3		
Conus sanguinolentus 血跡芋螺											1					
Conus sponsalis 花環芋螺		5			2						1			4		

Conidae 芋螺科									
<i>Conus varius</i> 雲朵芋螺	1					1			
Architectonicidae 車輪螺科									
<i>Heliacus trochoides</i> 三角小輪螺								1	
Aglajidae 似海牛科									
<i>Chelidonura amoena</i> 迷人燕尾海蛞蝓				1					
<i>Chelidonura hirundinina</i> 燕尾海牛						1			
Elysiidae 海天牛科									
<i>Thuridilla gracilis</i> 細長平鰓海蛞蝓					1				
Dorididae 海牛科									
<i>Halgerda willeyi</i> 威利盤海蛞蝓					1				
Chromodorididae 多彩海牛科									
<i>Chromodoris annae</i> 安娜多彩海蛞蝓									1
<i>Chromodoris magnifica</i> 華麗多彩海蛞蝓						1			
<i>Glossodoris atromarginata</i> 黑邊波緣海麒麟							2	1	
<i>Glossodoris hikuerensis</i> 希吉努多彩海蛞蝓					1				
<i>Hypselodoris apolegma</i> 鑲邊多彩海蛞蝓					1	1			
<i>Hypselodoris bullocki</i> 公牛多彩海麒麟					1				
Phyllidiidae 葉海牛科									

<i>Phyllidia coelestis</i> 天空葉海蛞蝓	1					1	1	1	2
<i>Phyllidia elegans</i> 華美葉海蛞蝓						1			
<i>Phyllidia picta</i> 飛機葉海麒麟	1						1		
<i>Phyllidia varicosa</i> 葉海麒麟						1			
Phyllidiidae 葉海牛科									
<i>Phyllidia</i> sp.				1					
<i>Phyllidiella pustulosa</i> 突丘葉海麒麟	5				1	1	1	2	1 1
<i>Phyllidiopsis fissuratus</i>						1			
Glaucidae									
<i>Pteraeolidia ianthina</i> 紫色變翼海蛞蝓									1
Arcidae 魁蛤科									
<i>Barbatia foliata</i> 鬚魁蛤				1				1	
<i>Barbatia lacerata</i>		1	20	6	53	18	17	1	
Mytilidae 殼菜蛤科									
<i>Septifer</i> sp.				1			2		
Pteriidae 鶯蛤科									
<i>Pinctada margaritifera</i> 黑蝶珍珠蛤					2		2		2
Pinnidae 江珧蛤科									
<i>Streptopinna saccata</i> 袋狀江珧蛤	3		4	1	3	1	4	8	
Pectinidae 海扇蛤科									
<i>Pedum spondyloideum</i> 海菊海扇蛤			1	1	1	1			
Carditidae 算盤蛤科									
<i>Cardita leana</i> 灰算盤蛤									1

Chamidae 偏口蛤科																	
<i>Chama</i> sp.							3										
Tridacnidae 碑磔蛤科																	
<i>Tridacna maxima</i> 長碑磔	2	1	1	5	6	6	4	1	4	3	1	5	1	1	5	1	4
Trapeziidae 船蛤科																	
<i>Trapezium bicarinatum</i> 稜船蛤													1				
<i>Trapezium oblongum</i> 方形船蛤																1	
Veneridae 簾蛤科																	
<i>Periglypta reticulata</i> 網目簾蛤																1	
Gastrochaenidae 開腹蛤科																	
<i>Gastrochaena</i> sp.							1	4	2	1			2				

（資料來源：本研究計畫）

表 3-1-13 4 月及 9 月各樣點相似度分析 (SIMPER)

Group : G1		Group : G2	
Average similarity: 38.80		Average similarity: 39.44	
Species	Contrib%	Species	Contrib%
白結螺	26.2	晚霞芋螺	26.19
<i>Barbatia lacerate</i>	24.78	有蓋蛇螺	16.67
長碑螺	16.92	白結螺	9.52
Group : 萬里桐 4 月、萬里桐 9 月		Group : 萬里桐 4 月、G1	
Average dissimilarity = 61.34		Average dissimilarity = 76.56	
白結螺	9.59	<i>Barbatia lacerata</i>	18.35
樂譜芋螺	6.85	白結螺	15.32
突丘葉海麒麟	6.85	紫口珊瑚螺	6.94
Group : 萬里桐 9 月、G1		Group : 萬里桐 4 月、眺石 9 月	
Average dissimilarity = 76.56		Average dissimilarity = 78.69	
<i>Barbatia lacerate</i>	20.62	紫口珊瑚螺	39.06
白結螺	11.29	<i>Barbatia lacerata</i>	8.85
紫口珊瑚螺	7.99	白結螺	7.81
Group : 萬里桐 9 月、眺石 9 月		Group : G1、眺石 9 月	
Average dissimilarity = 77.49		Average dissimilarity = 63.84	
紫口珊瑚螺	41.9	紫口珊瑚螺	40.54
<i>Barbatia lacerate</i>	8.94	<i>Barbatia lacerata</i>	8.66
袋狀江珧蛤	6.7	白結螺	6.15
Group : 萬里桐 4 月、G2		Group : 萬里桐 9 月、G2	
Average dissimilarity = 69.53		Average dissimilarity = 70.82	
白結螺	18.33	白結螺	16.2
紫口珊瑚螺	8.58	紫口珊瑚螺	9.07
有蓋蛇螺	6.74	晚霞芋螺	8.55
Group : G1、G2		Group : G2、眺石 9 月	
Average dissimilarity = 71.21		Average dissimilarity = 72.74	
<i>Barbatia lacerate</i>	16.42	紫口珊瑚螺	34.15
白結螺	15.31	白結螺	10.07
紫口珊瑚螺	8.53	<i>Barbatia lacerata</i>	8.18
Group : 萬里桐 4 月、雷打石 9 月		Group : 萬里桐 9 月、雷打石 9 月	
Average dissimilarity = 62.59		Average dissimilarity = 57.14	
白結螺	13.79	有蓋蛇螺	8.33
有蓋蛇螺	6.9	白結螺	6.94
頂蓋螺	4.6	頂蓋螺	5.56
Group : G1、雷打石 9 月		Group : 眺石 9 月、雷打石 9 月	
Average dissimilarity = 64.14		Average dissimilarity = 71.31	
<i>Barbatia lacerata</i>	21.02	紫口珊瑚螺	43.02
白結螺	10.04	<i>Barbatia lacerata</i>	9.5
紫口珊瑚螺	8.78	袋狀江珧蛤	6.7
Group : G2、雷打石 9 月			
Average dissimilarity = 61.79			
白結螺	17.87		
晚霞芋螺	9.53		
紫口珊瑚螺	8.86		

(資料來源：本研究計畫)

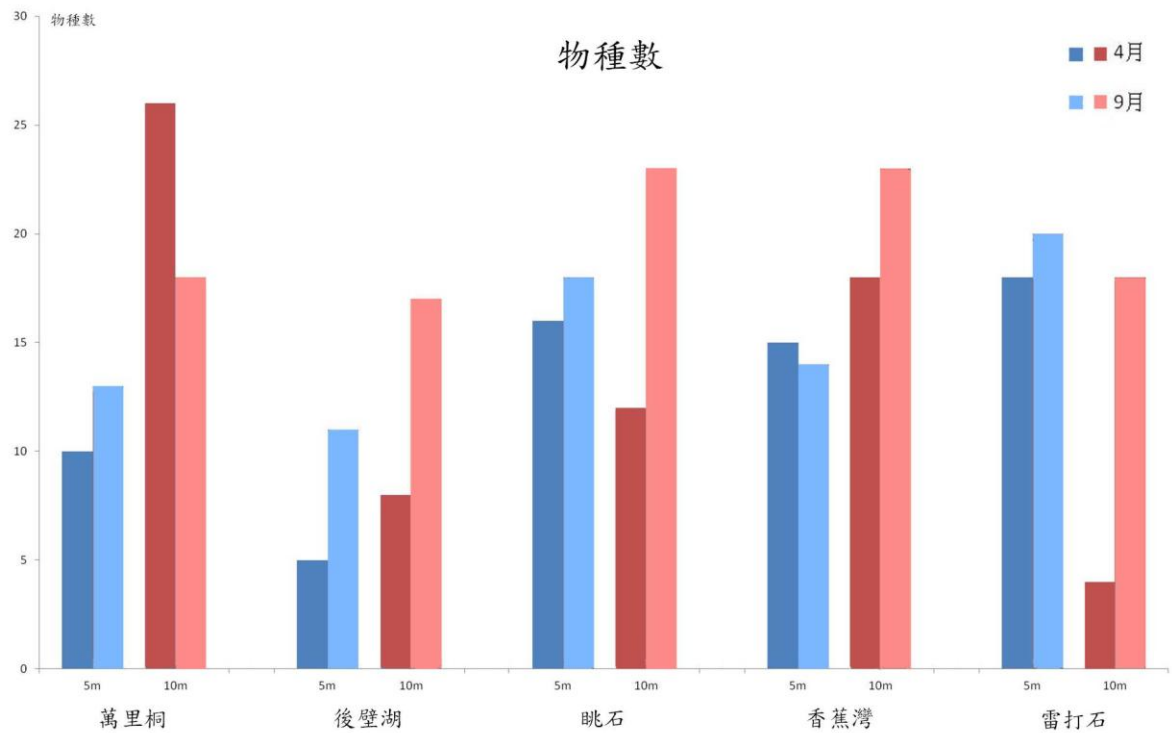


圖 3-1-11 亞潮帶各樣點軟體動物物種數

(資料來源：本研究計畫)

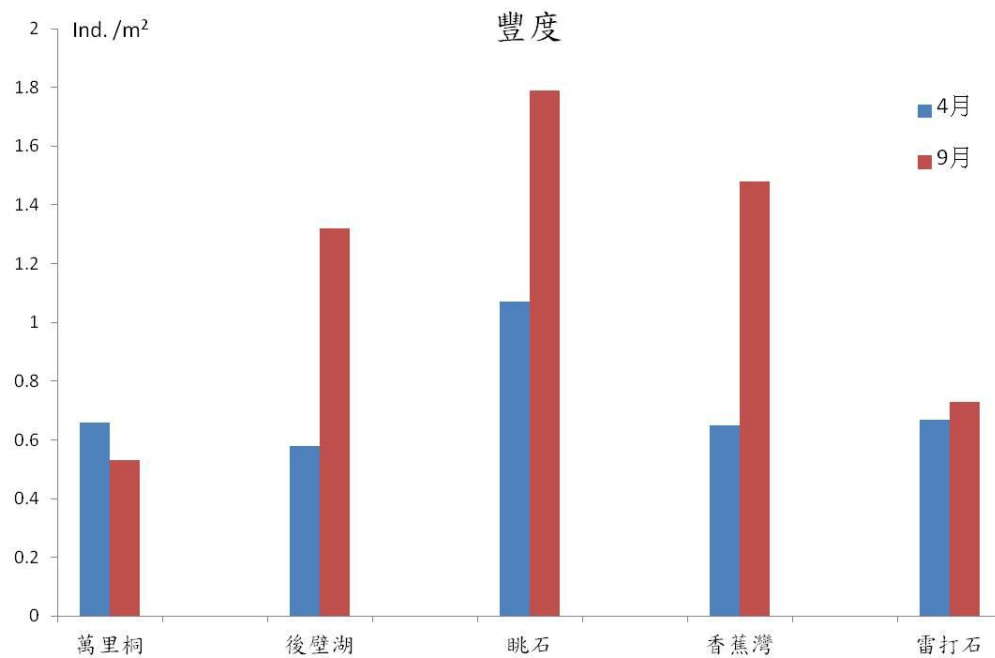


圖 3-1-12 亞潮帶各樣點軟體動物豐度

(資料來源：本研究計畫)

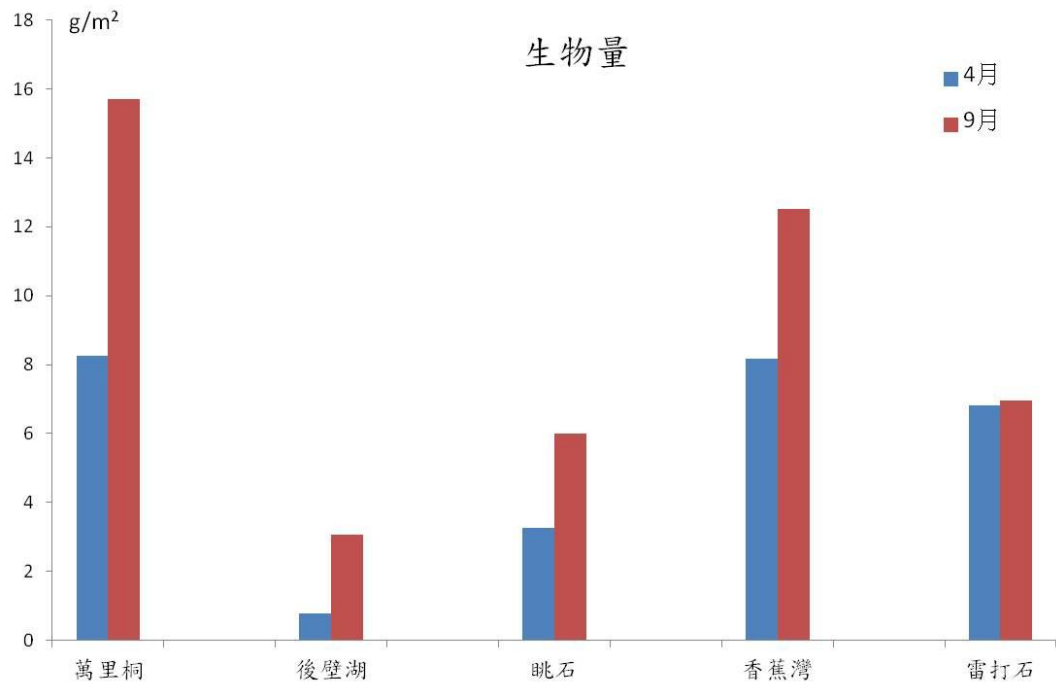


圖 3-1-13 亞潮帶各樣點軟體動物生物量

(資料來源：本研究計畫)

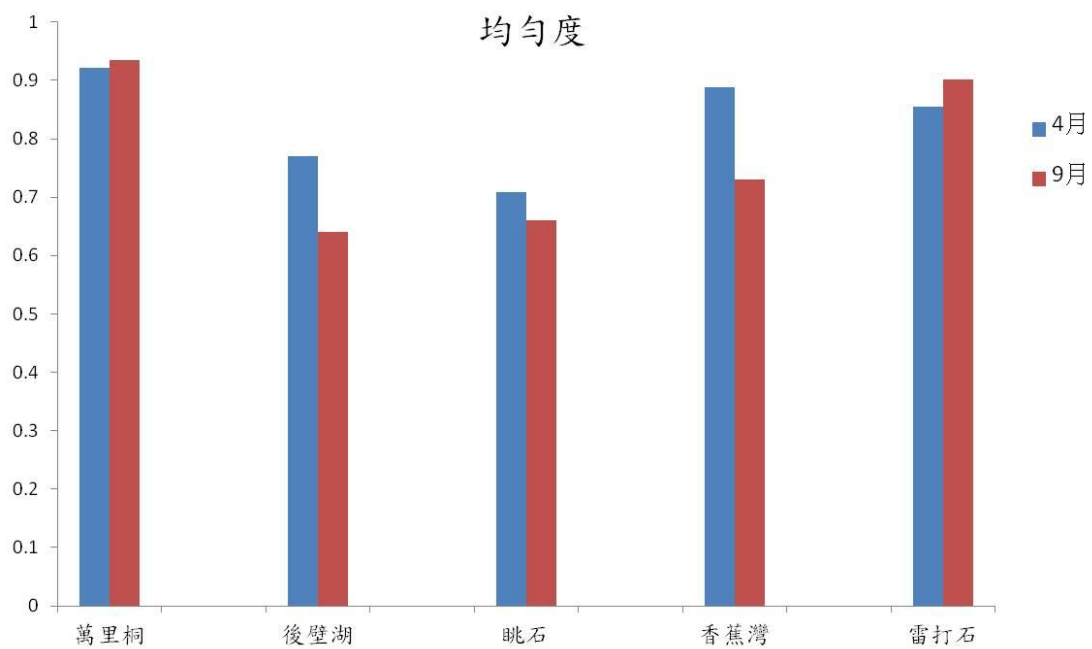


圖 3-1-14 亞潮帶各樣點軟體動物均勻度

(資料來源：本研究計畫)

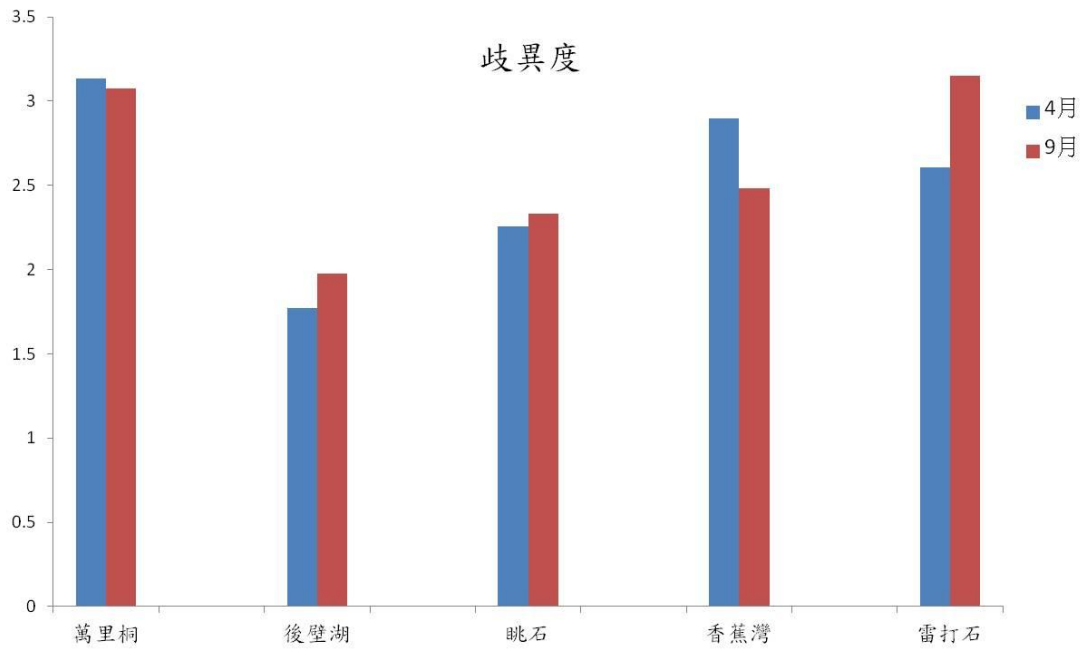


圖 3-1-15 亞潮帶各樣點軟體動物歧異度

(資料來源：本研究計畫)

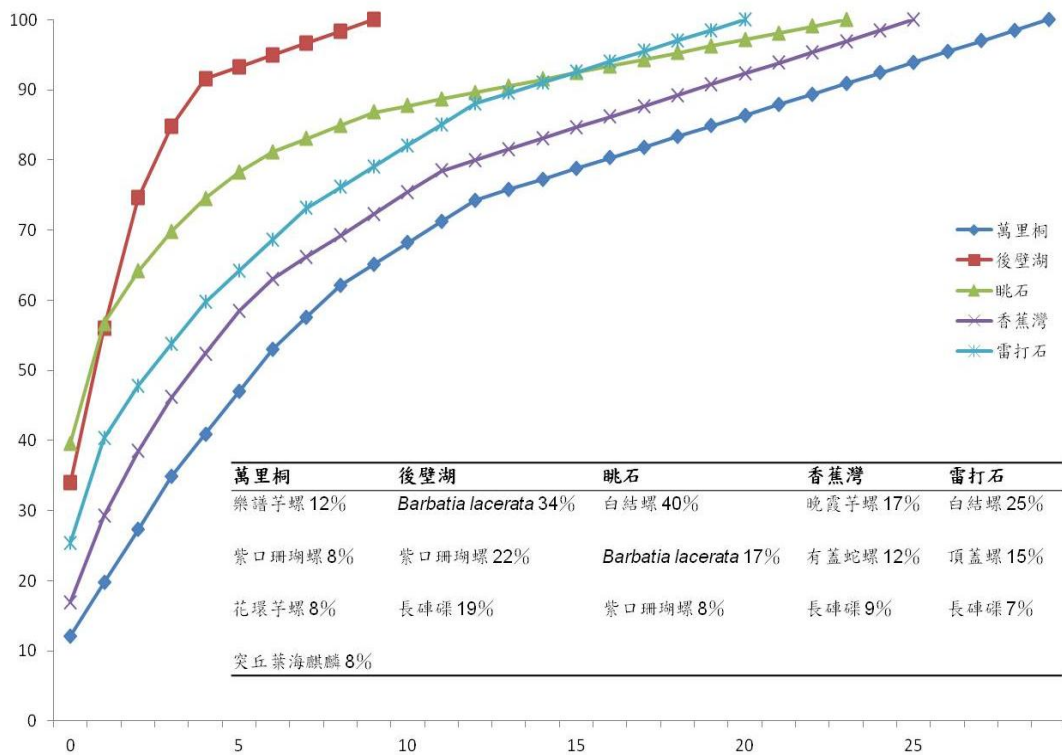


圖 3-1-16 4 月亞潮帶各樣點物種個體數量累積圖

(資料來源：本研究計畫)

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

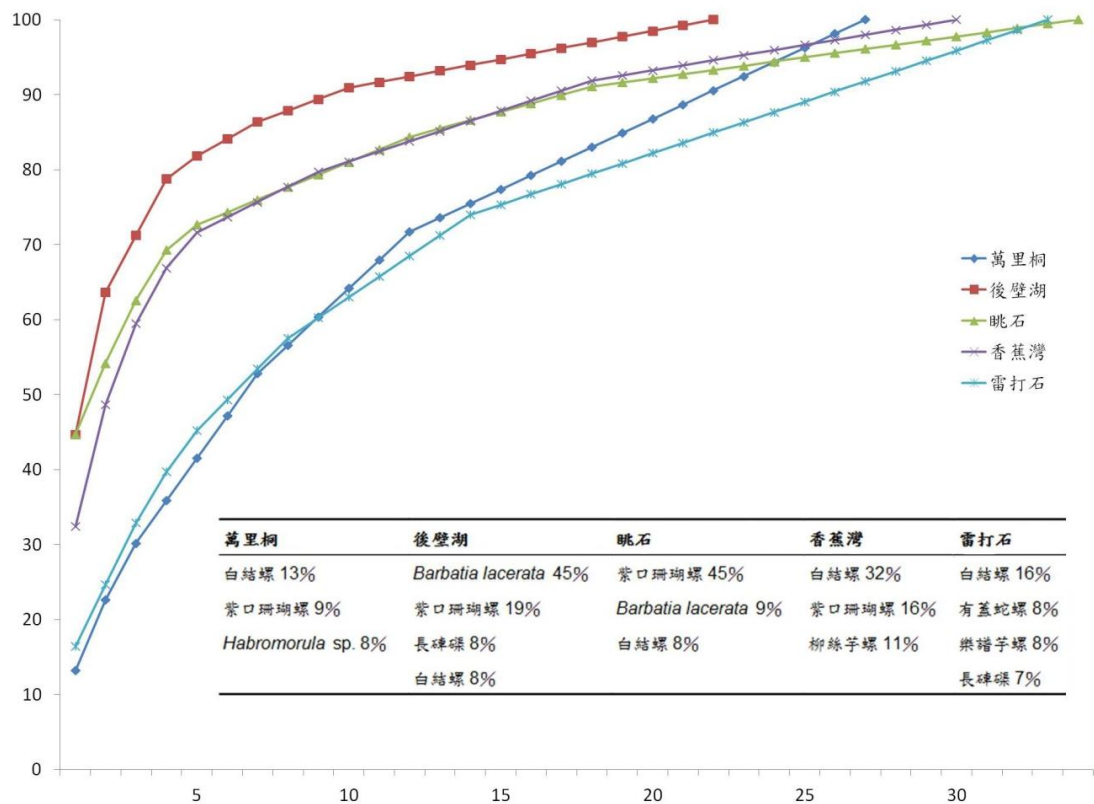


圖 3-1-17 9 月亞潮帶各樣點物種個體數量累積圖
(資料來源：本研究計畫)

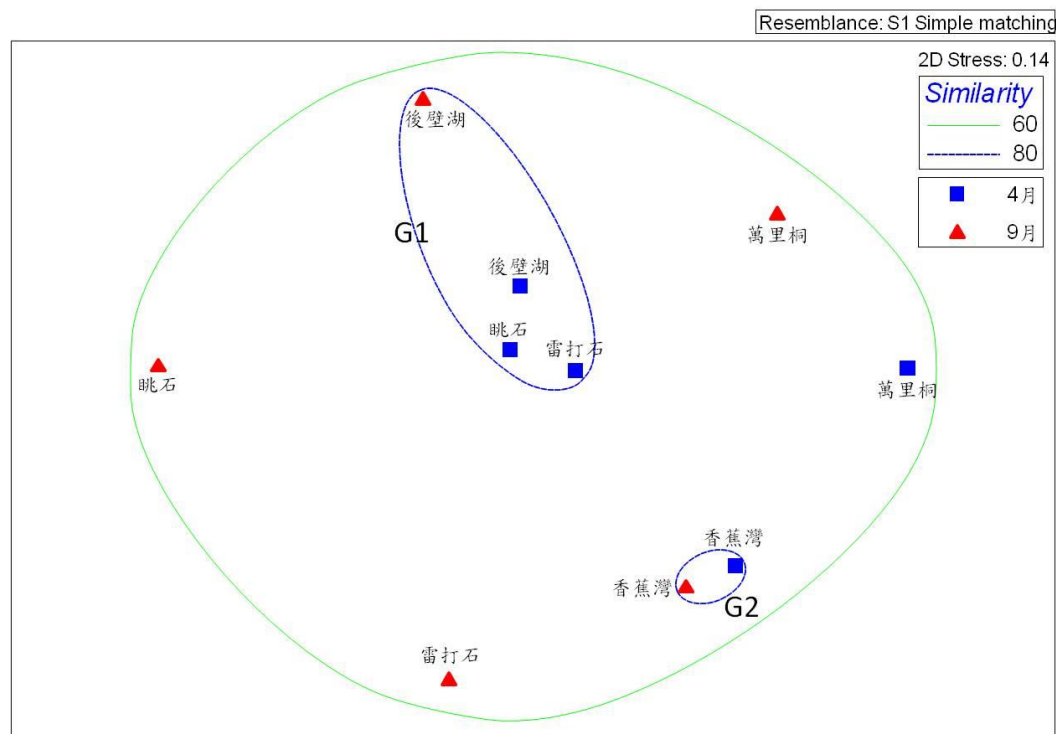


圖 3-1-18 亞潮帶軟體動物群聚多元尺度分析 (MDS)
(資料來源：本研究計畫)

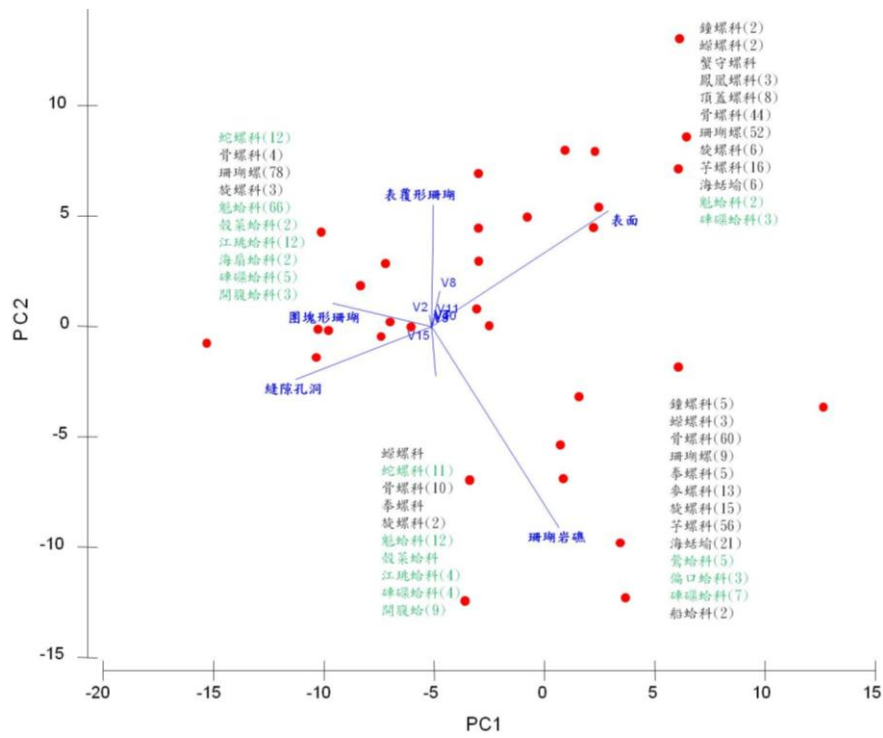


圖 3-1-19 不同科軟體動物與棲息環境之主成分分析

() 中之數字為個體數，綠色為固著性物種

(資料來源：本研究計畫)

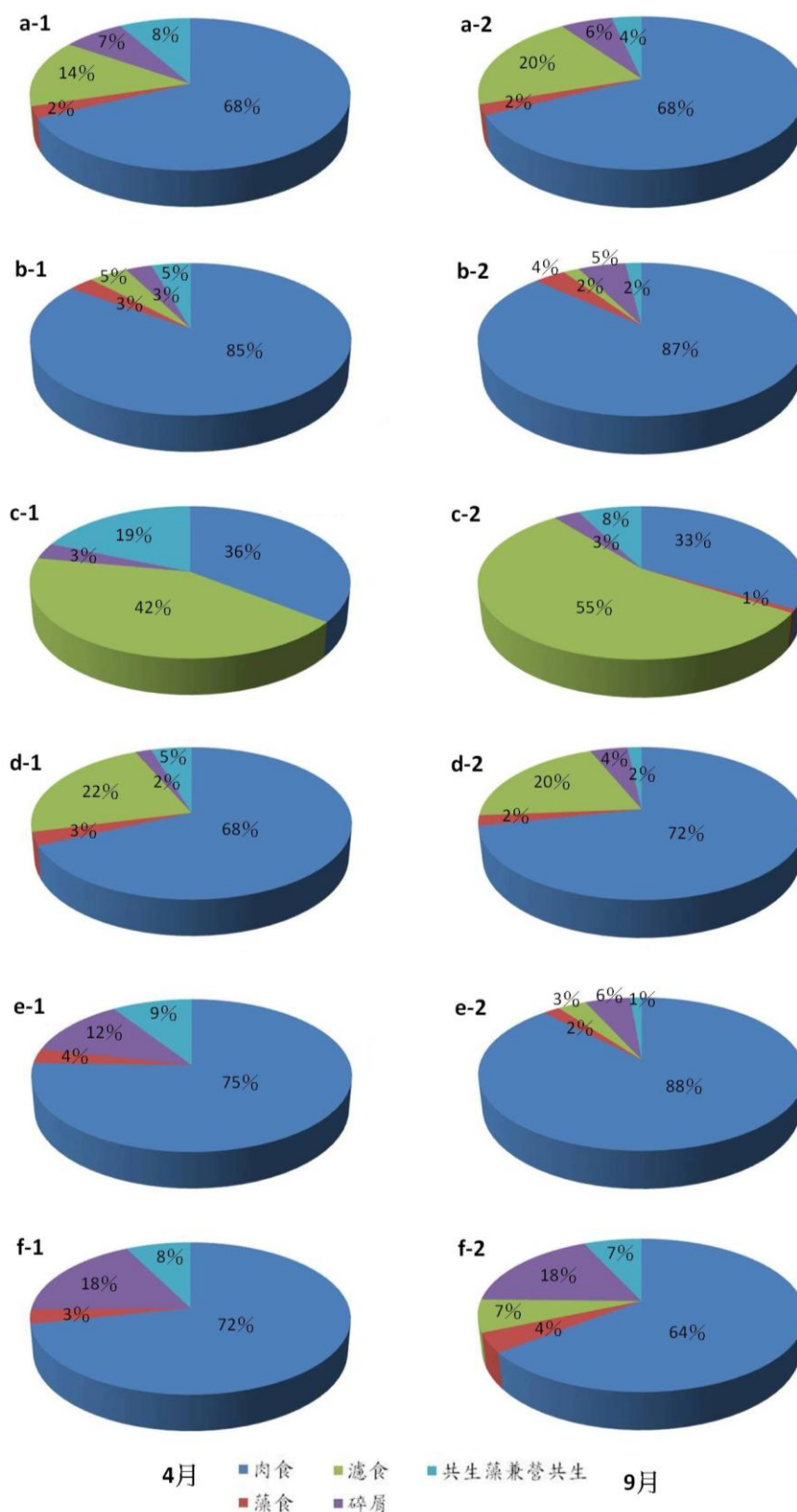


圖 3-1-20 亞潮帶各樣點軟體動物食性組成比例
(a 各樣點物種綜合, b 萬里桐, c 後壁湖, d 眺石, e 香蕉灣, f 雷打石)
(資料來源：本研究計畫)

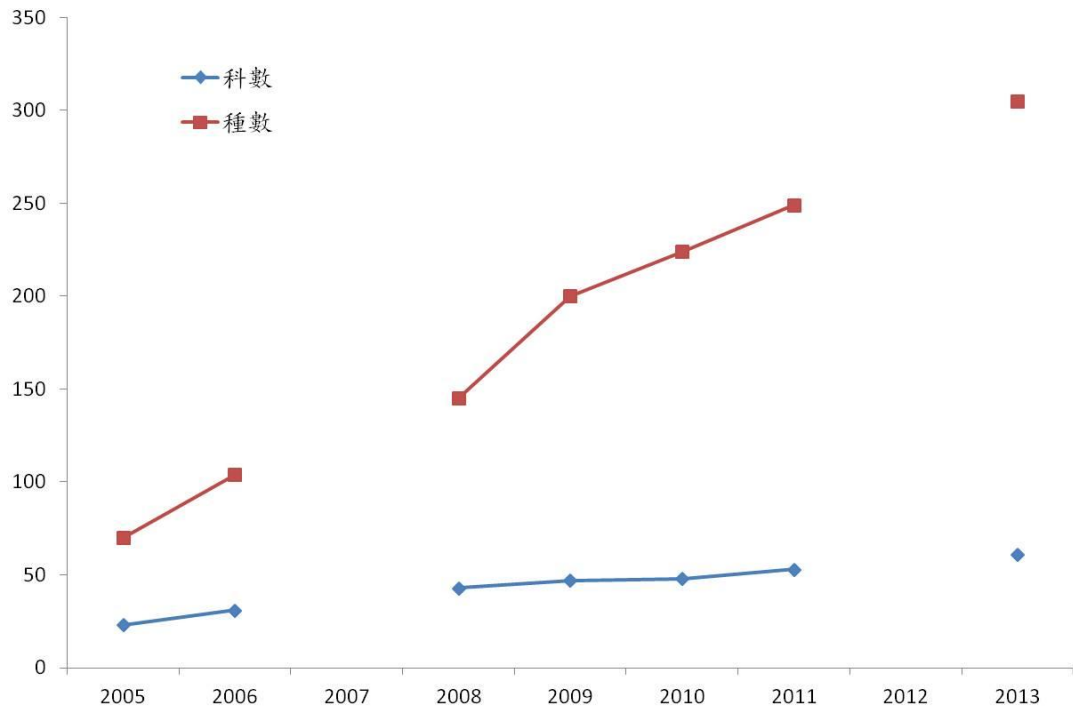


圖 3-1-21 歷年潮間帶及亞潮帶軟體動物科數及物種數量累積圖

(資料來源：本研究計畫)

第二節 整合分析

我們將 2013 年三個子計畫天兔颱風前後的數據帶入多元尺度分析 (MDS) 中 (圖 3-2-1, 圖 3-2-2, 圖 3-2-3), 發現三個數據並沒有直接的關係。

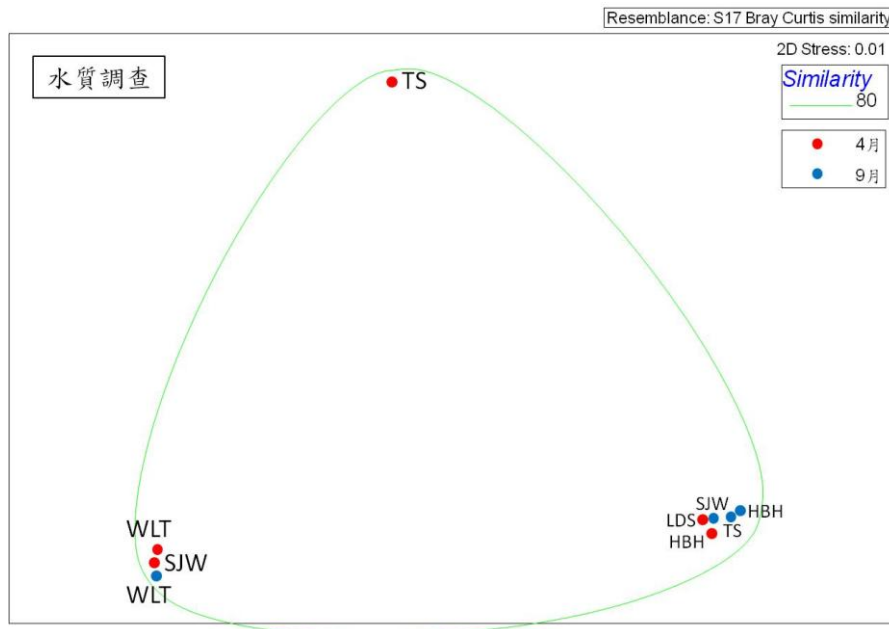


圖 3-2-1 2013 年水質調查多元尺度分析(MDS)
(資料來源：本研究計畫)

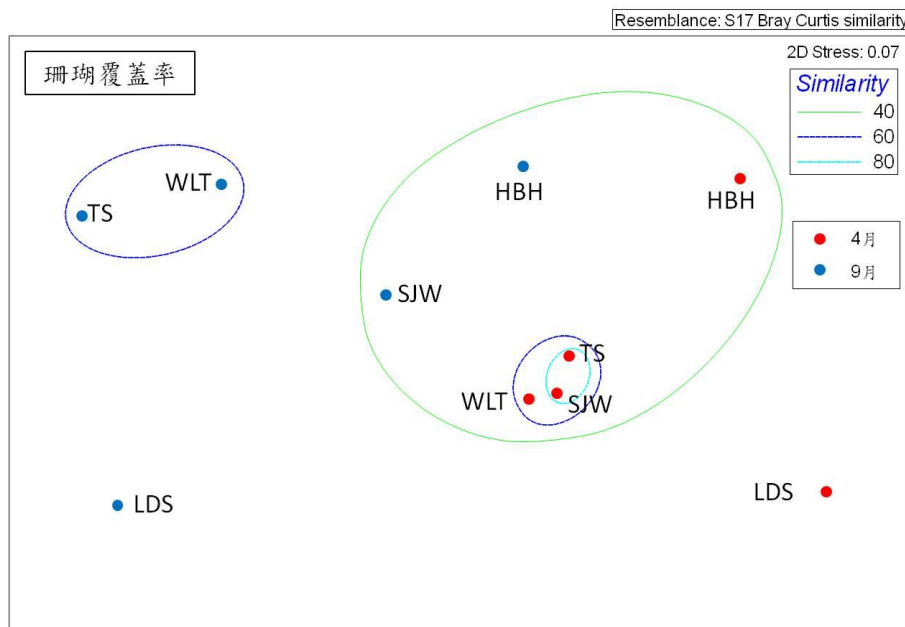


圖 3-2-2 2013 年各珊瑚屬平均覆蓋率調查多元尺度分析(MDS)
(資料來源：本研究計畫)

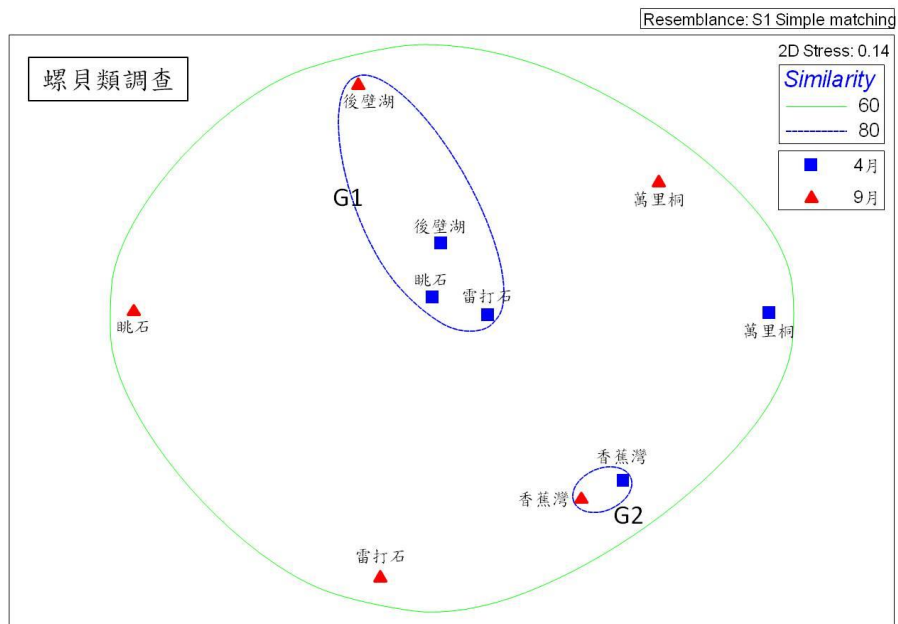


圖 3-2-3 2013 年亞潮帶軟體動物群聚多元尺度分析(MDS)
(資料來源：本研究計畫)

第四章 結論與建議

第一節 結論

- 一、水質的資料顯示靠近人為活動排放溝渠的部分測站(保力溪、石牛溪、墾丁大排、凱撒小排等)含有較高的營養鹽及氮氮與水中懸浮固體，同時墾丁地區缺乏藻食性螺貝類，因此不排除其與萬里桐、紅柴和香蕉灣樣點草皮狀海藻覆蓋率增加有著直接的關係。
- 二、影響墾丁國家公園海域珊瑚礁生態系，大部分由陸域人為活動(廢水排放、漁業活動、棲地破壞-沉積物及遊憩活動等)彼此間相互影響，帶來直接與間接的破壞，再加上每年颱風與全球氣候變遷的環境衝擊，使墾丁國家公園海域珊瑚礁生態帶來更大的衝擊影響。在研究樣點中，海域部份水體已遭受耗氧性污染物質之影響，該等海域在此監測期間營養鹽、葉綠素甲、溶氧、生化需氧量、pH 值及濁度皆出現異常之測值。墾丁地區營養鹽的問題，就長期而言，在乾旱季節，河水近乎乾涸時，未經處理之都市與畜牧耗氧性廢水流經河床，各類污染物質蓄積於河床，在河川水量稀少之狀況下導致涵容能力降低，極易造成優養化現象，嚴重影響當地溪流生態環境；然而在雨季時，一場大雨之後，逕流即將土壤沖刷，連同垃圾與有機廢水經過溝渠或小溪輸送到海裡，造成黃濁的水質及營養鹽之增加，將之前所累積營養鹽全部沖刷入海影響海域水質。
- 三、颱風引起的巨浪是造成大尺度與大範圍異常海水升溫是珊瑚群聚在無上述人為干擾下的主要物理因子。分析過去 25 年通過墾丁萬里桐海域的颱風次數與多次的大尺度的珊瑚白化事件，我們發現墾丁海域的珊瑚群聚極易受到這樣的干擾，而造成活珊瑚覆蓋面積的下降 (Kuo et al. 2012)。這次天兔颱風所造成活珊瑚覆蓋率下降最明顯的海域為雷打石 (圖 4-1-1)、後壁湖 (圖 4-1-2) 以及眺石海域的軸孔珊瑚區 (圖 4-1-3)。這些海域在過去都是墾丁海域珊瑚礁覆蓋率與多樣性較佳的海域，同時也是目前墾丁海域保護示範區

設置的海域。根據國外文獻指出，保護區執法落實與其他相關人為干擾（如海水優養化、水上活動等）能夠降低，對於珊瑚的恢復有相當大的助益（Hughes et al. 2003）。相對的在珊瑚已相當劣化的萬里桐、紅柴、香蕉灣海域，此次的活珊瑚比率並無太大的變動，有些監測點可能因為大型藻類被颱風移除，反而升高。未來這些清空的棲地是否能提供珊瑚入添或者是被大型藻重新佔據，除了繼續進行監測之外，人為干擾因子的降低或是完全移除更是必須積極進行。

四、分析墾丁海域從 1984-2013 年活珊瑚的覆蓋比率顯示，過去 24 年(1984-2008)

來活珊瑚的覆蓋比率在年間有所變動，且大型的天然擾動如颱風與海水升溫皆發生數次，加上人為干擾的影響，使得墾丁海域活珊瑚覆蓋率呈現下滑的趨勢，但活珊瑚相對覆蓋率都遠高於大型藻類（圖 4-1-4），顯示墾丁海域在自然與人為干擾雙重影響之下，其主要底棲群聚仍以珊瑚為主的群聚。但是 2009 年侵襲墾丁的莫拉克颱風造成主要的物理性的破壞，讓活珊瑚比率急劇下降，相對的大型藻類的覆蓋率直線上升，超過活珊瑚的覆蓋率，使得底棲群聚轉變成以藻類為主的群聚（圖 4-1-5），造成生態學上的「相變遷」(Phase Shift)（Hughes 1994）。之後 3 年的監測顯示相變遷的趨勢仍持續，今年的天兔颱風的影響更讓原本屬於生態系較優的雷打石、後壁湖與跳石軸孔區活珊瑚顯著的下降，加強了相變遷持續並擴大的趨勢。一旦相變遷持續，墾丁的珊瑚礁將失去生態韌性（resistence）與恢復力（resilience），未來發展必須持續監測。

五、萬里桐地區的石珊瑚覆蓋率相對的低，且有大型藻類繁生，不過螺貝類同時

也於萬里桐記錄到最高的物種豐度、均勻度或歧異度，大部分為肉食性種類；相對的後壁湖石珊瑚覆蓋率高，但螺貝類的豐度與歧異度皆低，且濾食性的種類所佔的比例高。不同的棲地與螺貝類的種類組成有某種程度的關聯。

六、眺石地區的石珊瑚覆蓋率略為增加，不過同時也被記錄到大量的白結螺

（*Drupella cornus*）。白結螺以珊瑚為食，過高的族群密度，其攝食所產生的

食痕可能會被絲藻所附生造成珊瑚死亡 (McClanahan, 1994)，過去日本及 Enewetak 皆曾記錄過因 *Drupella* 屬之骨螺造成的珊瑚死亡 (Moyer et al., 1982, 1985; Boucher, 1986)，同時也可能導致白珊瑚綜合症 (White coral syndrome) 與白帶病的發生 (Antonius et al. 1998)，值得注意。

七、螺貝類從群聚分析顯示，物種組成相似度和棲地距離遠近有正向的關係；另外從第一季調查所採得之 54 種物種當中，棘冠螺科之 *Angaria nodosa* 為台灣本島首次記錄，先前相關研究僅記錄於東沙海域生態資源基礎調查研究 (鄭等, 2005)，並且蟹守螺科一種 *Cerithium sp.*、開腹蛤科一種 *Gastrochaena sp.* 及薄石蟹科一種 *Lepidozona sp.* 尚未確認種類，是否為新種需要更進一步之研究探討。

八、萬里桐物種種類數高，記錄到較多大型的種類，無明顯的優勢物種。後壁湖記錄得之物種多為小型的種類，優勢物種明顯，且二枚貝數量所占比例大於其牠物種。眺石之物種種類數高，優勢物種明顯，記錄到之海蛞蝓種類高於其它樣點。香蕉灣優勢物種明顯，蛇螺科物種數量高於各樣點。雷打石物種種類數高，但各物種數量少，優勢物種不明顯。萬里桐 2005 及 2006 年之物種調查數量皆高於其它樣點 (何等, 2011)，本研究兩季之調查結果顯示萬里桐蘊含高生物多樣性及豐富的生態資源，應重視該樣點並進行生態監測。於過去之潮間帶調查，後壁湖之物種數量及豐度不低，且於各年之物種數量累積為最高 (何等, 2011)，亞潮帶卻明顯低於其它各樣點，尚需要更多資料方能進一步探討。

九、強烈颱風天兔於 9/21~9/22 對恆春地區造成巨大影響，第二季珊瑚底棲調查 (10/2~10/4) 與螺貝類調查 (9/27~9/28)，發現穿越線上許多枝狀珊瑚已被打斷，然而各樣點軟體動物群聚之物種數、豐度、生物量、均勻度與歧異度大部分皆為上升，並未顯出颱風對軟體動物造成明顯影響。過去調查曾探討颱風對墾丁地區軟體動物群聚之影響，結果顯示潮間帶群聚受到明顯干擾，亞潮帶則無 (何等, 2009)。相關研究指出珊瑚的覆蓋度高，軟體動物之豐

富度 (richness) 也會越高 (Díaz et al., 1990; Zuschin et al., 2000)，本研究中之後壁湖珊瑚覆蓋率最高，所記錄得之物種數量卻為最低，因此可能存在其它更重要的因子影響後壁湖的物種數量。

十、不同樣點之軟體動物物種群聚結構會受到棲地等物理因素影響，微棲地是影響生物群聚重要因素之一 (MacArthur & MacArthur, 1961; Lawton, 1983; Ellner et al. 2001)，而各樣點彼此間之距離，可能亦是造成之間群聚差異的重要因素 (Barnes, 2003; Barnes & Bell, 2002; Buhning-Gaese, 1997; Levin, 1992)。本研究群聚分析結果顯示，各樣點兩季之物種群聚組成相似度至少皆有 60%，而彼此間之差異，經相似度分析，主要為受到優勢物種差異之影響。由於軟體動物幼生具浮游性，可隨海流飄送移動，而調查樣點間距離尺度不大，並且棲地類型相近，因此物種群聚之相似度高。

十一、整體而言，墾丁海域缺乏大型的藻食性的軟體動物。在萬里桐、眺石、香蕉灣及雷打石四個樣點，軟體動物群聚的食性組成皆為肉食性物種占多數，後壁湖由於記錄到數量較高的二枚貝物種，食性組成以濾食最高，其次才為肉食性物種。骨螺科為珊瑚礁環境普遍之肉食性物種，包含 *Drupella* 屬等以珊瑚為食之種類，通常密度不高，10 平方公尺的範圍內個體數不會超過一隻 (McClanahan 1990, McClanahan & Muthiga 1992)，族群密度過高，其攝食所產生的食痕可能會被絲藻所附生造成珊瑚死亡 (McClanahan, 1994)，過去日本及 Enewetak 皆曾記錄過因 *Drupella* 屬之骨螺造成的珊瑚死亡 (Moyer et al., 1982, 1985; Boucher, 1986)，因此需對記錄到較高數量白結螺之樣點持續追蹤注意。



圖 4-1-1 雷打石樣區颱風前後對照
(資料來源：本研究計畫)



圖 4-1-2 後壁湖樣區颱風前後對照
(資料來源：本研究計畫)

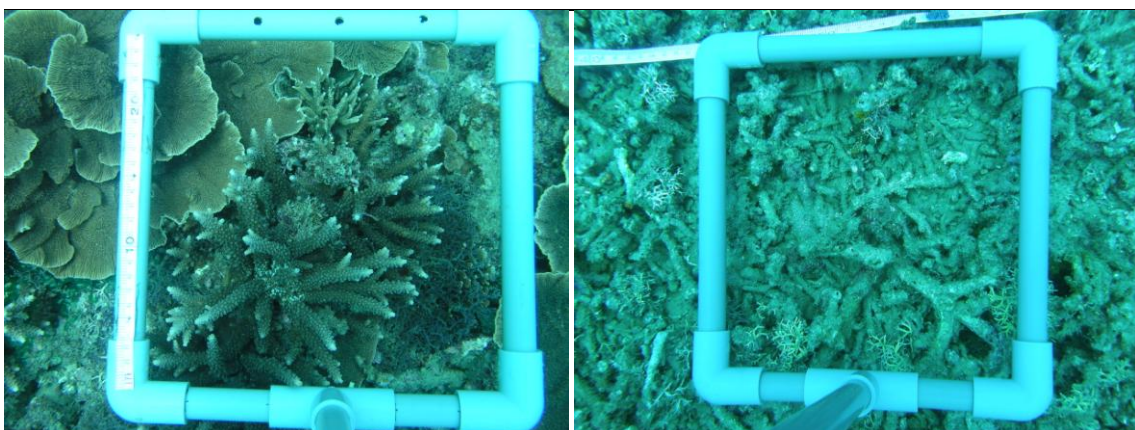


圖 4-1-3 眺石海域軸孔珊瑚區颱風前後對照
(資料來源：本研究計畫)

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

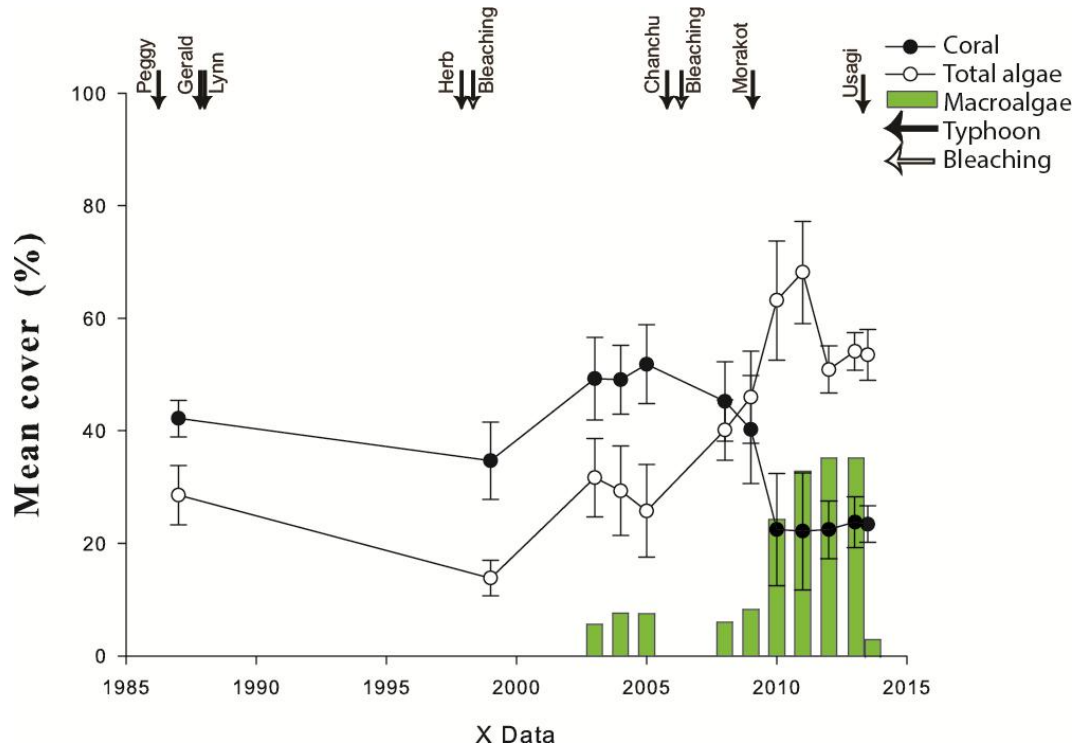


圖 4-1-4 活珊瑚與大型藻類之相對覆蓋率

(資料來源：戴等，1998、1999；郭，2007；何等，2008、2009、2010、2011、2012；
2013 年：本研究計畫)

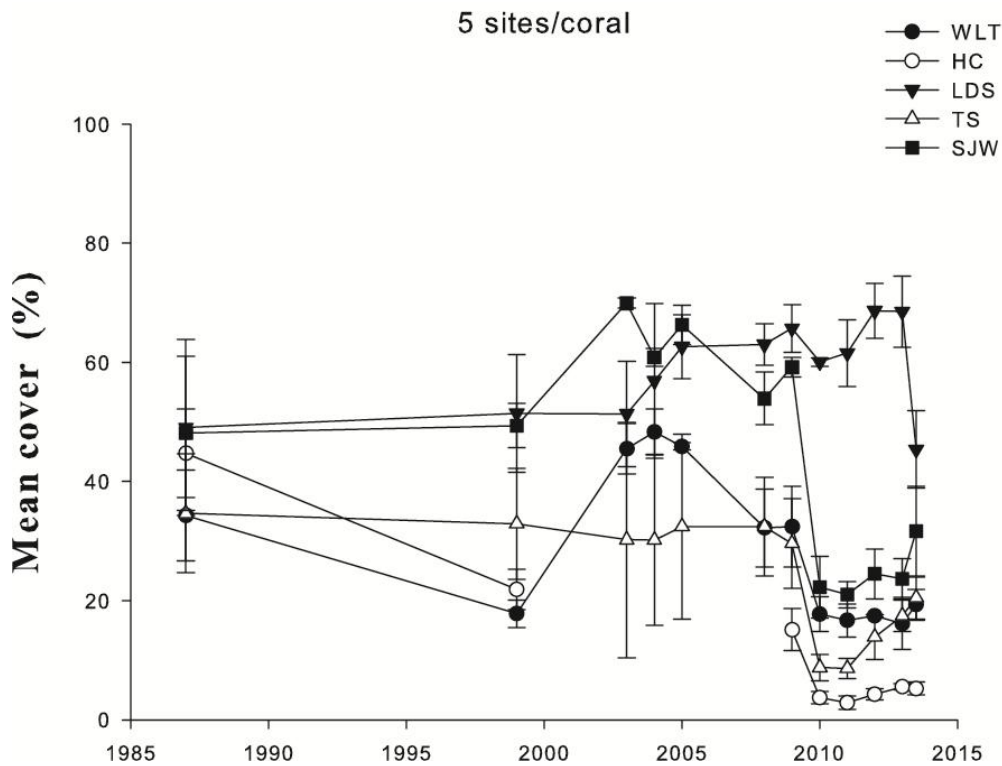


圖 4-1-5 各樣點活珊瑚相對覆蓋率

(資料來源：戴等，1998、1999；郭，2007；何等，2008、2009、2010、2011、2012；
2013 年：本研究計畫)

第二節 建議

建議一

持續進行監測採樣：立即可行建議

主辦機關：墾丁國家公園管理處

協辦機關：屏東縣環境保護局

應持續蒐集墾丁珊瑚礁生態系水質環境，累積長期生態監測的重要基礎資料，評估影響墾丁海域生態各底棲組成之間的交互關係，進一步探討環境因子與群聚變動之間的關係。

萬里桐於今年螺貝類亞潮帶第一季之調查結果，顯示其蘊含之高生物多樣性及豐富的生態資源，但是缺乏草食性螺類物種，對於此應持續對該樣點進行生態監測並給予更多的重視。

長期研究調查資料有助於探討環境的變遷 (Nicoletti, 2007)，過去墾丁長期生態監測之軟體動物調查部分，多將重心集中於潮間帶，並且持續新增加未記錄過的物種 (何等, 2011)，本年度著重於亞潮帶調查，並將過去調查資料進行統計，各年新增先前未記錄過之物種數量持續穩定累積，過去墾丁之亞潮帶螺貝類調查資料較少，仍有許多物種未被記錄，56 種過去未記錄之種類中，以海蛞蝓占 19 種數量最多，因此完整之基礎資料需藉由長期間之持續調查建立，而群聚調查之累積結果，同時也能實際反映出族群之動態變化及監測環境之改變。

建議二

加強宣導環境生態保育：立即可行建議

主辦機關：墾丁國家公園管理處

協辦機關：屏東縣政府觀光傳播處

應正視生態承載的嚴重性，勿相信觀光倍增的迷思。墾丁近岸各項建設與遊憩人數不斷增加，導致海域中陸源污染物質日益增多，對當地之海域生態及生物群聚造成相當的衝擊。這不是廣設污水處理可以解決的。需加強宣導觀光事業

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

環境生態保育管理及廢水排放標準。

建議三

正視墾丁海域面臨的問題：立即可行建議

主辦機關：墾丁國家公園管理處

協辦機關：屏東縣環境保護局

墾丁海域珊瑚礁生態系從長期水質、活珊瑚覆蓋率與底棲螺貝類的資料分析，已呈現出劣化的現象。這包括長時間非季節性的水質優養化、底棲群聚的相變遷與食藻性生物的缺乏。面對氣候變遷下的強颱影響，管理單位正視這些嚴峻的挑戰與強力管理措施介入才能提供珊瑚礁恢復的可能。

建議四

加強保護區的執法與遊憩人口管制：立即可行建議

主辦機關：墾丁國家公園管理處

協辦機關：內政部警政署國家公園警察大隊墾丁警察隊

墾丁海域的底棲生物相在莫拉克颱風與天兔颱風的影響下，已呈現「相變遷」，由石珊瑚為主的群聚轉變成以大型藻類為主的群聚。再加上整體墾丁海域呈現水質劣化的情形，加成大型藻類的成長與持續。除了持續進行生態監測，記錄珊瑚恢復的情形與時程之外，其他如保護區的強力執法與遊憩人口的管制等措施更需加強。

附錄一 2013 年各季水質檢測

Station	Temp. (Deg.C)	Salinity (psu)	pH	Dissolved Oxygen (mg/L)	Oxygen Saturation (%)	BOD5 (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	SiO ₂ -Si (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	Turb. (ntu)	Chl.a (µg/L)	SS (mg/L)
No.	水溫	鹽度	酸鹼度	溶氧量	溶氧飽和度	生化需氧量	硝酸鹽	亞硝酸鹽	磷酸鹽	矽酸鹽	氨氮	濁度	葉綠素 a	懸浮固體
Feb. 26, 2013														
保力溪	23.8	25.1	7.99	7.27	99.3	5.4	0.169	0.067	0.002	0.097	0.051	18.1	6.23	35.16
悠活(萬里桐)	24.6	33.45	8.16	9.71	141	2.8	0.007	0.002	nd	0.07	0.003	0.44	0.08	8.57
下紅柴	25.3	33.9	8.07	7.39	108.9	3.1	0.012	0.001	0.002	0.049	0.005	0.26	0.06	7.83
番打石	25.5	33.98	8	7.24	107.1	5	0.013	0.001	0.002	0.09	0.084	0.57	0.1	8.41
後壁湖保育區	25.8	31.37	8.02	7.48	109.7	1.8	0.054	0.002	0.002	0.67	0.041	3.96	0.1	10.6
南灣	24.7	33.8	8.08	7.36	107.3	3.9	0.009	nd	nd	0.093	0.013	3.72	0.1	14.77
眺石	24.7	33.89	8.17	8.6	125.4	2.2	0.006	0.001	nd	0.073	0.004	1.23	0.06	20.77
石牛溪	24.1	1.01	8.55	11.9	142.3	3.1	0.798	0.333	1.409	5.116	0.07	5.26	2.94	2.34
艇丁大排	27.3	0.36	7.99	15.53	196.1	3.5	0.088	0.028	0.012	4.766	0.059	1.79	1.93	3.38
凱戴小排	26	1.04	7.63	8.2	101.6	6.6	0.72	0.222	1.681	5.824	3.596	4.22	0.17	15.23
船帆石	25.2	33.14	8.03	8.38	122.8	2	0.024	0.004	0.01	0.107	0.006	0.55	0.15	10.59
香蕉灣	25.6	31.34	8.13	9.95	145.3	1.8	0.042	0.002	0.005	0.402	0.003	0.28	0.17	5.76
砂島	25.8	33.6	8.17	8.46	125.5	2.2	0.023	0.002	0.005	0.111	0.004	0.37	0.08	10.45
龍坑	25.7	34.06	8.2	9.77	145.2	2.8	0.01	0.001	0.003	0.046	0.006	0.3	0.1	7.08
港口溪	26.2	0.69	8.23	9.89	122.7	2.2	0.007	0.001	0.003	0.939	0.028	0.71	0.05	9.38
佳樂水	26.6	33.69	8.08	8.3	125	3.1	0.008	0.002	0.005	0.057	0.005	0.3	0.23	5.08
AVERAGE	25.4	24.65	8.09	9.09	126.6	3.2	0.124	0.042	0.196	1.157	0.249	2.63	0.79	10.96
MAX	27.3	34.06	8.55	15.53	196.1	6.6	0.798	0.333	1.681	5.824	3.596	18.1	6.23	35.16
MIN	23.8	0.36	7.63	7.24	99.3	1.8	0.006	nd	nd	0.046	0.003	0.26	0.05	2.34

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

附錄一 2013 年各季水質檢測(續)

Station	Temp.	Salinity	pH	Dissolved	Oxygen	BOD5	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	SiO ₂ -Si	NH ₃ -N	Turb.	Chl.a	SS
No.	(Deg.C)	(psu)		(mg/L)	(%)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(ntu)	(µg/L)	(mg/L)
	水溫	鹽度	酸鹼度	溶氧量	溶氧飽和度	五天生化需	硝酸鹽	亞硝酸鹽	磷酸鹽	矽酸鹽	氨氮	濁度	葉綠素a	懸浮固體
May. 14, 2013														
保力溪	30.9	1.79	7.58	4.63	62.8	3.8	0.247	0.164	0.041	3.842	0.668	64.1	0.42	50.15
悠活(萬里桐)	28.7	30.93	8.17	7.52	115.4	1.6	0.021	0.002	0.005	0.432	0.029	0.78	0.14	3.2
下紅藻	29.4	33.81	8.15	8.69	137.1	3.5	0.079	nd	nd	0.066	0.065	0.59	0.05	3.3
雷打石	28.5	33.91	8.2	7.09	110.3	2	0.02	nd	nd	0.062	0.09	1.21	0.12	3.8
後壁湖保育區	29.4	33.74	8.05	7.61	120	2.6	0.024	nd	0.002	0.109	0.078	31.3	0.09	55
南灣	29.9	33.82	8.1	6.42	102.1	3	0.013	nd	0.002	0.102	0.063	22.5	0.34	51.1
眺石	29.8	33.66	8.12	6.49	103	3.6	0.026	nd	nd	0.105	0.073	9.25	0.21	54.9
石牛溪	31	0.64	7.99	5.66	76.4	3.9	0.534	0.067	0.444	4.306	0.1	91.7	0.29	89.44
墾丁大排	31.9	0.35	7.63	3.98	54.5	3.6	0.124	0.037	0.008	5.204	0.295	1.94	0.05	4.5
凱撒小排	30.9	1.26	7.75	6.88	93.1	5.2	0.113	0.076	0.835	4.974	3.603	24.4	0.09	34.42
船帆石	28.6	33.44	8.06	6.92	107.6	2	0.033	0.003	0.01	0.101	0.031	1.48	0.1	6
香燕灣	29.3	28.64	8.19	10.23	156.7	1.5	0.049	0.002	0.003	0.672	0.019	0.66	0.09	3.6
砂島	28.8	30.09	8.12	7.58	116.1	2.2	0.227	0.006	nd	0.547	0.039	0.52	0.05	6.7
龍坑	30.1	33.85	8.22	8	127.6	1.6	0.027	0.002	0.003	0.075	0.036	0.41	0.05	5.5
港口溪	32.2	0.34	8.22	7.94	109.3	3.4	0.067	0.005	0.008	4.829	0.09	78.2	0.25	62
佳樂水	29.4	33.65	8.08	6.71	105.7	2.1	0.016	nd	nd	0.063	0.029	0.73	0.12	8.5
AVERAGE	29.9	22.75	8.04	7.02	106.1	2.9	0.101	0.023	0.085	1.593	0.332	20.61	0.15	27.63
MAX	32.2	33.91	8.22	10.23	156.7	5.2	0.534	0.164	0.835	5.204	3.603	91.7	0.42	89.44
MIN	28.5	0.34	7.58	3.98	54.5	1.5	0.013	nd	nd	0.062	0.019	0.41	0.05	3.2

附錄一 2013 年各季水質檢測(續)

Station	Temp.	Salinity	pH	Dissolved	Oxygen	BOD ₅	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	SiO ₂ -Si	NH ₃ -N	Turb.	Chl.a	SS
No.	(Deg.C)	(psu)		(mg/L)	(%)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(ntu)	(µg/L)	(mg/L)
	水溫	鹽度	酸鹼度	溶氧量	溶氧飽和度	五天生化需	硝氮	亞硝氮	磷酸鹽	矽酸鹽	氨氮	濁度	葉綠素甲	懸浮固體
Sep. 03, 2013														
保力溪	27.8	0.44	8.28	7.21	91.9	4.1	0.197	0.045	0.002	5.472	0.088	175.2	0.21	176.03
悠活(萬里洞)	30.2	30.66	8.71	12.73	200	2.6	0.022	0.001	nd	0.152	0.006	0.37	0.08	4.69
悠活(掛水口)	29.1	0.43	7.81	3.49	45.5	0.5	0.008	0.002	0.007	8.074	nd	0.29	0.02	0.84
下紅紫	29.7	31.66	8.31	7.68	120.3	2	0.035	0.001	nd	0.173	0.027	0.24	0.06	5.1
後壁湖保育區	29.2	29.28	8.14	5.91	90.6	3.2	0.061	0.005	0.003	0.727	0.027	3.23	0.1	20
南灣	28.4	30.34	8.24	7.24	110.3	0.8	0.038	0.003	nd	0.437	0.008	0.47	0.67	10
毗石	28.5	30.18	8.24	7.26	110.7	0.9	0.056	0.003	nd	0.513	0.01	0.38	0.69	12.6
石牛溪	27.3	0.47	8.4	7.98	100.8	1.9	0.29	0.064	0.005	4.511	0.144	4.73	0.02	9.4
盤丁大排	25.9	0.3	8.13	7.45	91.7	1.7	0.212	0.028	0.003	4.406	0.017	144.2	0.06	38.2
凱撒小排	26.5	0.33	8.28	7.78	96.8	2	0.36	0.649	0.013	4.217	0.153	174	0.1	96.36
船帆石	27.4	28.8	8.09	6.16	91.5	2.7	0.143	0.006	0.005	0.438	0.026	0.27	0.15	7.8
香蕉灣	26.8	20.05	8.02	7.09	99.3	1.6	0.254	0.003	0.003	1.318	0.021	0.21	0.06	8.1
砂島	26.7	24.01	8.05	6.38	91.1	2.6	0.253	0.01	0.002	0.846	0.174	0.33	0.06	6.09
龍坑	26.5	23.92	8.09	7.08	100.7	1.6	0.077	0.006	0.002	0.819	0.01	0.38	0.08	4.8
港口溪	26.5	0.37	8.39	7.74	96.4	2.1	0.169	0.005	0.003	5.485	0.016	5.27	0.04	35.5
佳樂水	26.1	32.15	8.23	7.58	112.2	1.6	0.031	0.002	0.002	0.192	0.02	0.28	0.06	4.3
AVERAGE	27.7	17.71	8.21	7.3	103.1	2	0.138	0.052	0.003	2.361	0.047	31.87	0.16	27.49
MAX	30.2	32.15	8.71	12.73	200	4.1	0.36	0.649	0.013	8.074	0.174	175.2	0.69	176.03
MIN	25.9	0.3	7.81	3.49	45.5	0.5	0.008	0.001	nd	0.152	nd	0.21	0.02	0.84

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

附錄一 2013 年各季水質檢測(續)

Station	Temp.	Salinity	pH	Dissolved Oxygen	Oxygen Saturation	BOD ₅	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	SiO ₂ -Si	NH ₄ -N	Turb.	Chl.a	SS
No.	(Deg.C)	(psu)	酸鹼度	(mg/L)	(%)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(ntu)	(μg/L)	(mg/L)
	水溫	鹽度	酸鹼度	溶氧量	溶氧飽和度	五日生化需氧量	硝酸鹽氮	亞硝酸鹽氮	磷酸鹽磷	矽酸鹽	氨氮	濁度	葉綠素a	懸浮固體
Oct. 17, 2013														
保力溪	24.6	18.85	7.94	7.01	93.8	3.2	0.369	0.059	0.011	0.025	0.07	8.15	0.52	14.6
悠活(萬里細)	26.1	30.25	8.22	9.49	138.9	1.1	0.109	0.004	0.006	0.005	0.006	0.74	0.13	4
下紅紫	27.2	32.91	8.19	6.48	98.1	2.4	0.032	0.001	0.003	0.005	0.037	0.61	0.08	6.6
後壁湖保育區	27.7	30.02	8.17	6.76	101.6	2	0.175	0.001	0.005	0.034	0.006	5.36	0.37	11.7
南灣	27.3	32.09	8.18	7.26	109.6	1.6	0.065	0.001	0.003	0.01	0.031	4.25	0.29	7
毗石	27.5	32.11	8.16	6.94	105.1	1.8	0.034	0.001	0.003	0.008	0.037	3.54	0.26	13.5
石牛溪	25.9	1.41	8.36	11.31	140.1	4.1	0.743	0.45	0.18	0.328	0.229	3.32	1.25	3.83
墾丁大排	28.1	0.39	8.14	10.09	129.3	1.6	0.616	0.028	0.006	1.185	0.061	1.47	0.73	3.17
凱撒小排	28	0.46	7.86	6.61	84.6	8.5	0.088	0.477	0.513	0.931	3.655	6.01	0.37	5
船帆石	27.9	31.5	8.11	6.58	100	2.3	0.136	0.001	0.008	0.029	0.009	0.62	0.29	8
香蕉灣	27.9	30.92	8.14	7.08	107.2	2.4	0.185	0.002	0.005	0.027	0.038	1.04	0.16	6.6
砂島	27.9	32.02	8.22	6.96	106.1	1.2	0.092	0.002	0.003	0.007	0.026	0.72	0.1	7.5
龍坑	28	33.04	8.28	6.51	100	1.8	0.031	0.001	0.002	0.01	0.016	1.18	0.1	31.1
港口溪	26.1	0.41	8.66	11.8	145.9	1.7	0.038	0.001	0.003	0.311	0.019	1.26	0.13	2.1
佳樂水	25.3	32.78	8.35	7.22	105.8	0.5	0.025	0.001	0.002	0.008	0.013	1.59	0.21	32.5
AVERAGE	27	22.61	8.2	7.87	111.1	2.4	0.183	0.069	0.05	0.195	0.284	2.66	0.33	10.48
MAX	28.1	33.04	8.66	11.8	145.9	8.5	0.743	0.477	0.513	1.185	3.655	8.15	1.25	32.5
MIN	24.6	0.39	7.86	6.48	84.6	0.5	0.025	0.001	0.002	0.005	0.006	0.61	0.08	2.1

附錄二 2013 年亞潮帶軟體動物物種清單食性分類

科名 / 學名 / 中文名	食性
Ischnochitonidae 薄石鰓科	
<i>Lepidozona</i> sp.	藻類
Trochidae 鐘螺科	
<i>Euchelus lischkei</i> 褐色彫鐘螺	藻類
<i>Tectus conus</i> 紅斑鐘螺	藻類
<i>Tectus pyramis</i> 銀塔鐘螺	藻類
<i>Trochus hanleyanus</i> 細紋鐘螺	藻類
Angariidae 棘冠螺科	
<i>Angaria nodosa</i>	藻類
Turbinidae 蝾螺科	
<i>Astralium haematragum</i> 白星螺	藻類
<i>Turbo chrysostomus</i> 金口蝾螺	藻類
<i>Turbo petholatus</i> 貓眼蝾螺	藻類
Cerithiidae 蟹守螺科	
<i>Cerithium citrinum</i> 黃蟹守螺	有機碎屑
<i>Cerithium echinatum</i> 黃棘蟹守螺	有機碎屑
Strombidae 鳳凰螺科	
<i>Lambis scorpiu</i> 蠍螺	有機碎屑
<i>Strombus mutabilis</i> 花瓶鳳凰螺	有機碎屑
Hipponicidae 頂蓋螺科	
<i>Hipponix acuta</i> 粗紋頂蓋螺	有機碎屑
<i>Sabia conica</i> 頂蓋螺	有機碎屑
Vermetidae 蛇螺科	
<i>Dendropoma maximum</i> 有蓋蛇螺	有機碎屑
<i>Dendropoma</i> sp.	有機碎屑
<i>Serpulorbis</i> sp.	有機碎屑
Cypraeidae 寶螺科	
<i>Cypraea labrolineata</i> 梨皮寶螺	藻類
Bursidae 蛙螺科	
<i>Bursa cruentata</i> 血跡蛙螺	肉食性
<i>Bursa granularis</i> 果粒蛙螺	肉食性
<i>Bursa tuberosissima</i> 突瘤蛙螺	肉食性
Cassidae 唐冠螺科	

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

<i>Cassis cornuta</i> 唐冠螺	肉食性
Ranellidae 法螺科	
<i>Cymatium aquatile</i> 矮毛法螺	肉食性
Muricidae 骨螺科	
<i>Chicoreus brunneus</i> 黑千手螺	肉食性
<i>Drupella cornus</i> 白結螺	食珊瑚
<i>Drupa ricina</i> 黃齒岩螺	肉食性
<i>Habromorula biconica</i> 雙錐棘結螺	肉食性
<i>Habromorula</i> sp.	肉食性
<i>Thais armigera</i> 大岩螺	肉食性
<i>Menathais tuberosa</i> 角岩螺	肉食性
<i>Coralliophila bulbiformis</i> 粗皮珊瑚螺	食珊瑚
<i>Coralliophila madreporaria</i>	食珊瑚
<i>Coralliophila violacea</i> 紫口珊瑚螺	食珊瑚
<i>Coralliophila</i> sp.	食珊瑚
Turbinellidae 拳螺科	
<i>Vasum ceramicum</i> 長拳螺	肉食性
<i>Vasum turbinellum</i> 短拳螺	肉食性
Columbellidae 麥螺科	
<i>Euplica turturina</i> 球麥螺	肉食性
<i>Euplica varians</i> 肩瘤麥螺	肉食性
<i>Mitrella (Graphicomassa) albina</i>	肉食性
Buccinidae 峨螺科	
<i>Engina bonasia</i> 雪珠峨螺	肉食性
<i>Enzinopsis astricta</i> 細點峨螺	肉食性
Fascioliidae 旋螺科	
<i>Latirus candelabrum</i> 白摺旋螺	肉食性
<i>Latirus craticulatus</i> 紅斑塔旋螺	肉食性
<i>Latirus nodatus</i> 粗瘤旋螺	肉食性
<i>Latirus noumeensis</i> 金線旋螺	肉食性
<i>Latirus polygonus</i> 多稜旋螺	肉食性
<i>Leucozonia smaragdula</i> 鈞錘旋螺	肉食性
<i>Peristernia incarnata</i> 胭脂旋螺	肉食性
<i>Peristernia nassatula</i> 紫口旋螺	肉食性
<i>Turriturris turritus</i> 黑紋塔旋螺	肉食性
Mitridae 筆螺科	
<i>Phaeomitra coffea</i> 咖啡筆螺	肉食性
Conidae 芋螺科	

<i>Conus arenatus</i>	紋身芋螺	肉食性
<i>Conus capitaneus</i>	船長芋螺	肉食性
<i>Conus distans</i>	長距芋螺	肉食性
<i>Conus imperialis</i>	帝王芋螺	肉食性
<i>Conus lividus</i>	晚霞芋螺	肉食性
<i>Conus marmoreus</i>	大理石芋螺	肉食性
<i>Conus miles</i>	柳絲芋螺	肉食性
<i>Conus miliaris</i>	百萬芋螺	肉食性
<i>Conus moreleti</i>	莫氏芋螺	肉食性
<i>Conus musicus</i>	樂譜芋螺	肉食性
<i>Conus rattus</i>	鼠芋螺	肉食性
<i>Conus sanguinolentus</i>	血跡芋螺	肉食性
<i>Conus sponsalis</i>	花環芋螺	肉食性
<i>Conus varius</i>	雲朵芋螺	肉食性
Architectonicidae 車輪螺科		
<i>Heliacus trochoides</i>	三角小輪螺	肉食性
Aglajidae 似海牛科		
<i>Chelidonura amoena</i>	迷人燕尾海蛞蝓	肉食性
<i>Chelidonura hirundinina</i>	燕尾海牛	肉食性
Elysiidae 海天牛科		
<i>Thuridilla gracilis</i>	細長平鰓海蛞蝓	藻食
Dorididae 海牛科		
<i>Halgerda willeyi</i>	威利盤海蛞蝓	肉食性
Chromodorididae 多彩海牛科		
<i>Chromodoris annae</i>	安娜多彩海蛞蝓	肉食性
<i>Chromodoris magnifica</i>	華麗多彩海蛞蝓	肉食性
<i>Glossodoris atromarginata</i>	黑邊波緣海麒麟	肉食性
<i>Glossodoris hikuerensis</i>	希吉努多彩海蛞蝓	肉食性
<i>Hypselodoris apolegma</i>	鑲邊多彩海蛞蝓	肉食性
<i>Hypselodoris bullocki</i>	公牛多彩海麒麟	肉食性
Phyllidiidae 葉海牛科		
<i>Phyllidia coelestis</i>	天空葉海蛞蝓	肉食性
<i>Phyllidia elegans</i>	華美葉海蛞蝓	肉食性
<i>Phyllidia picta</i>	飛機葉海麒麟	肉食性
<i>Phyllidia varicosa</i>	葉海麒麟	肉食性
<i>Phyllidia</i> sp.		肉食性
<i>Phyllidiella pustulosa</i>	突丘葉海麒麟	肉食性
<i>Phyllidiopsis fissuratus</i>		肉食性

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

Glaucidae		
	<i>Pteraeolidia ianthina</i> 紫色變翼海蛞蝓	肉食性
Arcidae 魁蛤科		
	<i>Barbatia foliata</i> 鬚魁蛤	濾食
	<i>Barbatia lacerata</i>	濾食
Mytilidae 殼菜蛤科		
	<i>Septifer</i> sp.	濾食
Pteriidae 鰐蛤科		
	<i>Pinctada margaritifera</i> 黑蝶珍珠蛤	濾食
Pinnidae 江珧蛤科		
	<i>Streptopinna saccata</i> 袋狀江珧蛤	濾食
Pectinidae 海扇蛤科		
	<i>Pedum spondyloideum</i> 海菊海扇蛤	濾食
Carditidae 算盤蛤科		
	<i>Cardita leana</i> 灰算盤蛤	濾食
Chamidae 偏口蛤科		
	<i>Chama</i> sp.	濾食
Tridacnidae 碑礫蛤科		
	<i>Tridacna maxima</i> 長碑礫	共生藻兼營共生
Trapeziidae 船蛤科		
	<i>Trapezium bicarinatum</i> 稜船蛤	濾食
	<i>Trapezium oblongum</i> 方形船蛤	濾食
Veneridae 簾蛤科		
	<i>Periglypta reticulata</i> 網目簾蛤	濾食
Gastrochaenidae 開腹蛤科		
	<i>Gastrochaena</i> sp.	濾食

附錄三 服務企劃書評選會議記錄

102 年度「墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查計畫」

委辦勞務服務企畫書評選會議紀錄

壹、開會日期：中華民國 102 年 1 月 11 日下午 14 時

貳、開會地點：墾丁國家公園管理處大型會議室 記錄：董于瑄

參、主持（召集）人：李委員登志 李登志

肆、評選委員：

義守大學

吳委員全安

國立海洋生物博物館

柯委員風溪

國立中興大學

薛委員攀文

墾丁國家公園管理處

林委員欽旭

墾丁國家公園管理處

徐委員茂敬

墾丁國家公園管理處

曾委員添丁

墾丁國家公園管理處

陳委員松茂

墾丁國家公園管理處

陳委員玄武

列席單位及人員：

墾丁國家公園管理處

馬君輝 董于瑄

102 年度「墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查計畫」

委辦勞務服務企畫書評選會議紀錄

開會日期：中華民國 102 年 1 月 11 日下午 14 時

開會地點：墾丁國家公園管理處大型會議室

服務廠商

陳昭倫

何如

鍾愛琪

張淑芬

伍、主席致辭：

今日是 102 年度「墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查計畫」的服務企劃書評審會議，只有中央研究院陳昭倫博士團隊投標，現在就請陳博士進行簡報。

陸、業務單位報告：報告時間為 20 分鐘。

柒、參選單位簡報：中央研究院陳昭倫博士簡報（詳如服務建議書）

捌、會議討論：

委員提問	受委託單位回應
吳委員全安： 1. 海域水質監測建議增加「溶解性有機碳」的檢測，因其可直接反映出水質受廢汙水汙染之程度；並在墾丁的旅遊旺季（每年 6-8 月），增加檢測頻度。 2. 建議可使用國際珊瑚礁總體檢之綜合指標，做為評估珊瑚保育與經營管理成效之量化指標。 3. 建議將「貝類資源調查」修正為「螺貝類資源調查」，因許多螺貝類之食性為濾食性、藻食性或以海底腐植有機物為食，對於降低降低水中懸浮有機物、穩定水質及防止藻類漫生有直接助益。通常在珊瑚礁生態系中，常被做為指標性物種的有碑礫貝（大型濾食性貝類）、鐘螺類（如馬蹄鐘螺，刮食藻類之貝類）及大法螺（捕食棘冠海星）等。	1. 工作項目中的 BOD 已可代表耗氧性有機汙染物；另外綜合以往的調查結果得知由於墾丁地區水質大致隨雨量、季節而變，因此檢測頻度仍訂為每季一次。 2. 在珊瑚礁體檢的方式中主要是以檢視指標性物種的存在與否來作為判斷的依據，其中針對底質中的珊瑚只有依據其覆蓋率來定義珊瑚礁的健康狀況。本計畫中底棲群聚的工作項目以固定橫截線上方塊取樣法，並紀錄與辨識不同的底棲生物類別，因此能探討與分析各底棲類別的時空變化。 3. 已於服務建議書中修正。
柯委員封溪： 1. 三項子計畫測站與調查時間安排，如何配合運用檢討其相關性？ 2. 水質分析調查 16 站，背景值在過去已有長期監測資料，與珊瑚礁是否有直接相關？ 3. 一年一次調查珊瑚底棲群落組成，如何調查入添量？ 4. 貝類資源調查如何判斷與環境因子之相關性及建立指標生物之依據為何？	1. 不同的監測項目將會有重疊的監測時間來判斷不同的環境因子如何影響底棲群聚的組成。 2. 大部份的珊瑚礁都位於離岸很近的淺水區域，因此容易受到濁度及營養鹽改變的影響。由以往之統計結果顯示珊瑚之生長情形及珊瑚礁生物群聚的消長應與生長環境水質條件的變遷具有密切之關係。 3. 基於超過 80%的珊瑚為排放型的珊

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

5. 雖然是現況調查，建議資料整合應列入考量。	瑚，而且一年會有一次（少數為兩次或以上）的共同排放精卵時間，因此在生殖期之後的調查可以視為整年度的珊瑚族群入添量代表。 4. 大環境改變會影響微棲地組成，使的貝類組成結構也跟著改變，因此使用貝類作為指標性生物可以反應從小尺度到大尺度的環境變化。 5. 會於期末書面報告時做綜合性的統整。
薛委員攀文： 1. 水質監測頻度應至少每月一次；頻度甚至應在遊客高峰期提高至每週一次。 2. 珊瑚礁底棲群聚組成調查過於表面，多強調珊瑚群聚而未深入調查其他物種群。 3. 珊瑚礁藻類的掠食者主要的是魚類與棘皮動物的海膽類，貝類並非主要掠食者，應釐清調查貝類的必要性。	1. 綜合以往的調查結果得知由於墾丁地區水質大致隨雨量、季節而變，因此檢測頻度為每季一次，另外採樣頻率訂為：第一季(乾季)1~4月，第二季(濕季)5~7月，第三季(豪雨季；颱風與暑假期間)8~9月，第四季(乾季)10~12月。 2. 此為長期的生態監測計畫，綜合過去的調查結果發現墾丁的底棲生物量相對貧乏，因此選擇以造礁珊瑚來做為底棲族群的指標性生物，藉此來判斷墾丁地區的長期環境變化。 3. 會選擇以貝類的資源量做為指標，是由於大環境改變會影響微棲地組成，使的貝類組成結構也跟著改變；另外報告中所提到的大型藻類包含了大型藻類與底質表面上的附生藻，而墾丁地區大型的食藻性螺貝類組成和附生藻與珊瑚族群的入添量有著高度的關連性，因此本年度選擇螺貝類來作為影響底棲族群結構的調查項目之一。
李委員登志： 1. 經費單價分析表中未編列專任研究助理的人事費用，是否能夠支付？另外，團隊中兩位主持人服務地點為海洋生物博物館，有關差旅費需要編列如此高嗎？	1. 已於服務企畫書中修改。
林委員欽旭： 1. 本年度辦理本案之工作目標包括提出海域保護區畫設的重要依據，為助於應用在本園計畫第四次通盤檢	1. 會在最後進行各項調查結果整合時將建議劃設分區範圍與座標納入期末報告裡做綜合討論。

討繪製海域分區調整圖資之作業，希能(1) 對照本園計畫保護利用管制原則之海域使用管制規範，提出建議未來擬劃設之分級分區範圍。(2) 分級分區範圍宜有經緯座標粗略數據，供未來調整畫設海域使用分區之參據。 2. 水質現況調查部份，希望能溯及陸域環境特性，針對水質惡化之測站，及時追溯現況調查陸域環境產生污染之來源，才有助於施政之落實。	2. 考量到陸域環境特性調查有實質上的困難，且並無含在本次計畫工作項目中。
曾委員添丁： 1. 水質測站部分包含了墾丁大排及凱撒小排，此二處的測點確切位置是何處？ 2. 預期效益部分是否過於理想，屆時期末驗收時是否會無法達到目標？ 3. 第 16 頁提到「密集採樣…」，受託廠商應明確並具體的量化頻度。	1. 此兩處測點的確切 GPS 座標如下： 墾丁大排 120.79012 21.94428 凱撒小排 120.79571 21.94353 2. 已於服務建議書中修正。 3. 已於服務建議書中修正。
陳委員松茂： 1. 有關服務建議書第九項參考文獻標註請統一處理。 2. 第 33 頁第八項計畫預期對相關施政之助益第二點，提及墾丁海域保護區地點及範圍與調整乙案，請依歷年來調查經驗建議本處增設保護區之地點及擴大範圍？目前西海岸萬里桐海岸設置海洋保護區有何建議案？ 3. 第 15 頁提及遇特殊事件發生(…船隻擱淺、開發案等)，請明確述明地點及案件。並請於今年度進行現況勘查。 4. 針對轄管外之保力溪口，為維護水質並屆時可將成果函送屏東縣政府及車城鄉公所，請於保力溪口進行水質調查，並與歷年資料進行比對。	1. 已於服務建議書中修正。 2. 在 101 年的長期生態期末報告中已提出相關意見，將會於加入今年的調查結果後，在期末報告中提出新的保護區規劃建議。 3. 本年度的計畫會以同樣原則進行，遇到特殊事件發生會機動性增加監測頻率，並將結果加列於期末報告中，至於開發案等處若是屆時經費及時間有餘裕會進行初步勘查。 4. 將會整合資料並於期末書面報告中提出建議。
陳委員玄武： 1. 本案調查項目為水質、珊瑚群聚及貝類，此三者均與藻類有關，請問是否進行簡單之藻類調查？ 2. 建議找 1-2 條受汙染嚴重溪流，依據土地利用型態及地形，進行分段	1. 針對大型藻類的調查於計畫的底棲群聚工作項目中以覆蓋率為主。 2. 依據過去非正式訪查經驗得知，墾

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

調查，以釐清汙染來源？	丁地區石牛溪的廢水來源主要為上游的農場，而保力溪的汙染來源則主要為恆春地區的生活廢水。
-------------	---

玖、會議結論：

本案評選結果，服務廠商中央研究院平均分數達到 80 分以上，並經總出席評審委員過半數同意，評選合格。將於評選結果核定後，據以辦理後續議價事宜。

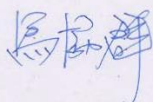
拾、散會時間：102 年 1 月 11 日下午 15 時 45 分。

102 年度「墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查計畫」委託辦理計畫期中報告審查會議

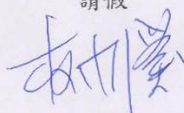
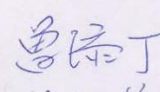
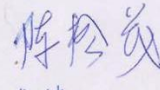
審查會議紀錄

壹、開會日期：中華民國 102 年 7 月 26 日下午 14 時

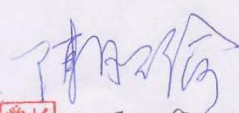
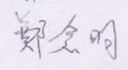
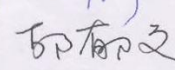
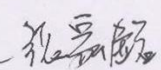
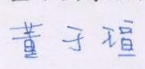
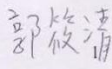
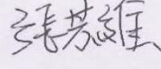
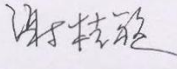
貳、開會地點：墾丁國家公園管理處大型會議室 記錄：董于瑄

參、主持（召集）人：馬課長協群 

肆、審查委員：

義守大學	吳委員全安	請假
國立東華大學	柯委員風溪	
國立海洋生物博物館		
國立中興大學	薛委員攀文	請假
墾丁國家公園管理處	李委員登志	公假
墾丁國家公園管理處	林委員欽旭	請假
墾丁國家公園管理處	徐委員茂敬	請假
墾丁國家公園管理處	曾委員添丁	
墾丁國家公園管理處	陳委員松茂	
墾丁國家公園管理處	陳委員玄武	公出

伍、出席單位及人員：

受託單位 
   
 墾丁國家公園管理處
   

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

伍、主席致辭：請老師先進行簡報，答詢方式委員問題以即問即答的方式，處內其他同仁問題以統問統答方式；在契約規定中簡報審查會議應為 24 號，但因為處內時間上安排才延至今日今日。

陸、業務單位報告：報告時間為 20 至 30 分鐘。

柒、受託單位簡報：中央研究院團隊簡報

捌、會議討論：

委員提問	受委託單位回應
吳委員全安：	
6. p. 6 圖 1 之海域水質測站與 p. 8 圖 2 之樣區的英文名不一致，例如：Hung-Tsai 與 Hung Chai、Hou-Bi-Hou 與 Hobihu、Banana Bay 與 Siangjiao Bay、Gia-Lo-Shuei 與 Jialeshuei 等，請調整為一致。此外，圖 2 之圖名「海域長期生態研究計畫的七個樣區」，請修正為「八個樣區」（因圖 2 上有八個點）；再者，圖 2 的樣區之位置有部分標示在陸地上，亦請修正。	1. 感謝指正，於期末報告上將會統一相關測站的名稱。 2. 座標資料將於期末報告附上。 3. 將於期末報告上修正。 4. 過去調查以潮間帶為主，所提出之指標生物為潮間帶物種，本計劃調查區域為 5 米及 10 米之亞潮帶範圍，因此過去建立之潮間帶指標物種不適用於此，而亞潮帶之指標物種建立將於本計劃期末報告提出建議。
7. 海域水質測站有座標資料，珊瑚監測樣區和螺貝類監測樣區亦請附上座標資料，以利後續長期監測進行。	5. 佳洛水測站為此次新加入之測站，影像資料在分析後會於期末報告附上。 6. 將於期末報告補上。
8. p. 7 研究方法中，將底棲生物（底棲類別？）分為 5 類：石珊瑚、死石珊瑚、藻類、基質（沙及石頭）與其他（海綿、海葵等底棲生物），但 p. 28 調查結果之底棲類別，則分為：硬珊瑚、軟珊瑚、大型藻、草皮狀海藻、基質、砂礫及其他，前後文之內容與敘述不一致請調整為一致。	7. 內文中之“共生”將於期末報告改為更精確之用語“共棲”。 8. 物種個體數量累積圖，可看出各樣點所調查得之物種數及各物種於該樣點所占的數量比例，能清楚看出一樣點是否有明顯的優勢物種，及優勢種所占比例。
9. p. 18 有列出指標生物之選定標準，且去年的報告依據過去之調查資料，似應有提出若干種指標生物，不知今年的調查為何沒針對指標生物進行族群消長之調查與分析？	9. 墾丁珊瑚礁生態這種非典型先天性不良，本身無法自淨的問題已造成此生態區狀況不穩定，應以處理此地區性之問題為優先，儘量將人為干擾減到最低，而大氣中的二氧化碳濃度之問題則讓地球本身自淨能力解決。
10. p. 28-29，現生珊瑚礁現況調查缺	

少佳洛水測站的資料。 11. p. 29, 圖 3-7.1 及圖 3-7.2 圖名有提到「後壁湖保護區」, 但圖示內卻漏列「後壁湖保護區」的底棲類別覆蓋率資料, 請補上。 12. p. 30, 蓋蛇螺、長碑礫、魁蛤等固著性軟體動物是與珊瑚“共生”, 請說明這裡提到的“共生”是何種關係? 13. p. 38, 圖 3-12「亞潮帶各樣點物種個體數量累積圖」之涵義(看不懂), 請詳加補充說明。 14. 今年 5 月媒體報導, 大氣中的二氧化碳濃度已超過 400ppm, 這對以珊瑚礁生態系為主體的墾丁海域影響如何? 有何因應之道?	
柯委員封溪: 1. 期中報告顯示該團隊確實執行計畫, 順利進行。 2. 計畫主題為生物資源量普查現況調查, 採樣頻度是否考量季節性變化? 調查採樣方式是否具代表性? 3. 珊瑚礁底棲群聚子計畫中, 測站八站(P. 8 圖 2), 但是結果僅列出六站(P. 28 圖 3-6), 請說明。 4. 下半年工作規畫將進行資料統計與其他分支計畫整合(P. 12), 請略說明如何整合? 5. 5 月份河川汙染程度明顯較 2 月份嚴重, 是否受降雨影響?	1. 2. 軟體動物之調查方法具有延續性及延伸性, 可與過去相關研究進行比較, 亦可與珊瑚礁體檢等其它調查方法相配合以利比較, 而此調查方式有利於記錄微棲地產生之變化。 3. 珊瑚礁底棲八測站中, 有三個站點重覆於眺石, 故於 P. 28 圖 3-6 種只列出六站, 期末報告上將補上詳細測站站點。 4. 主要是希望找出水質對目前珊瑚礁覆蓋率相關影響, 以及螺貝類之出現對珊瑚種類的影響力高低, 相關資料將於期末報告附上。 5. 受降雨影響, 二月與五月採樣前累積雨量分別為 13 與 123mm, 其影響各河川之污染程度之污染積分主要為懸浮固體量、氨氮及生化需氧量。
曾委員添丁: 4. 本計畫包含三個子計畫, 分別為水質、螺貝類及珊瑚礁底棲群聚, 生物方面的調查頻度可能不需要太高, 因生物的變化除非棲地有劇烈變化否則應該影響為漸進式, 但其測站、穿越線及調查方法應該相	1. 本研究延續過去之調查方法, 同時調查測站亦配合其它子計畫進行, 以利於進行相關比較, 表 2-1 為單純各類型相關文獻回顧整理, 因此造成不同年度成果差異原因包含計畫目的地的不同, 例如

同，因調查方法改變是否會影響調查結果及變化趨勢說明，例如表 2-1 中不同年度的調查其成果差異不小。 5. 水質監測的頻度可以高一點，並且固定調查的 GPS 位置，並且也固定檢測的項目，日後或許處內可以自行採集水樣後再送實驗室檢測，如此一來頻度增加，或許能找到趨勢或變異點。 6. 藻類行光合作用會影響水體的酸鹼值，那是否日夜間的水體酸鹼值可看出變化？ 7. 墾丁民宿旅館眾多，應會排出許多生活廢水，是否能針對磷酸鹽檢測，園區內的河口或是河海交界處是否能看出磷酸鹽含量有特別之處？	針對有毒生物或經濟性螺貝類漁獲量調查，而不同計劃之調查範圍、樣點數量等之不同亦會造成差異，此外有些團隊將調查到的死殼（含過去化石物種）亦列入名錄中，而本研究團隊僅對現生活體物種進行記錄。 2. 本計畫之測站與檢測項目依過去計畫中的材料與方法，唯在檢測頻度上因經費有限，故原則上以每季為原則，遇特殊氣候另增加採樣次數。 3. 計畫中之測站水體的酸鹼值與溶氧呈現正相關性，顯示由於水體中附著藻類正進行強烈的光合作用，因此生物之呼吸作用與光合作用，對水體之酸鹼值具相當之影響力。過去調查石牛溪的日夜溶氧變化顯示，白天因光合作用造成溶氧飽和度過飽和；晚上因呼吸作用造成溶氧飽和度的下降。另外，中觀生態池的酸鹼值隨著日夜而變化，分別為 8.34 與 8.04。 4. 目前兩次採樣資料顯示，在石牛溪與凱撒小排的磷酸鹽相對高於其他測站，此測站上游處皆有民宿旅館。
陳委員松茂： 5. 本處為因應未來大型開發環評案，尤其西海岸地區，可否特別留意本處已核准或者尚在申請之開發案，附近之海域慎為追蹤監測甚悖，以符委外調查之目的。 6. 萬里桐海域現況調查之設置位置，是否略為補充說明？ 7. 本委外調查案之水質測點、螺貝類、現生珊瑚礁現況普查等三個案調查點，是否均為同位置？	1. 限於經費及人力，今年計畫持續針對長期測站進行監測。遇特殊事件發生(颱風或開發案等)，則會機動性來增加測站與監測頻率。 2. 萬里桐現況調查之位置將於期末報告補上。 3. 詳細調查樣點之座標資料將於期末報告附上。
馬課長協群： 3. 三個子計畫的測站不大相同，是否請研究單位整理並列表共同測站，以利後續量化或分析的理解。	1. 將於期末報告補上。 2. 豐富度與歧異度兩者一併討論，遵照辦理。

4. 珊瑚覆蓋率及螺貝類調查時，日後是以豐富度還是以歧異度進行分析或是兩者一併討論？且因當初此計畫的目的地是探討珊瑚與藻類的競爭是主要來自於水質的影響或是螺貝類被捕撈減少導致的，所以水質或許也需要一併列入討論中。	
郭技佐筱清： 1. 得到白珊瑚綜合症的珊瑚最後會死亡嗎？	1. 所謂綜合症是指因多項因素造成珊瑚白化，若判定出來之因素是可補救的，那珊瑚仍有機會恢復。
董技士于瑄： 1. 請研究團隊於期末成果報告時能提供原始資料及相關照片，例如螺貝類調查到的隻數，因目前只能從表上看到有無。 2. 有關珊瑚底棲群聚子計畫，也請能依據去年的模式，提供相關的照片。 3. 此計畫的重點在於各子計畫間的整合，請研究團隊務必於期末報告時呈現整合結果，並可提出相關分析與建議。	1. 遵照辦理。 2. 相關照片將於期末報告附上。 3. 遵照辦理。

玖、會議結論：

在期末報告時請受託研究單位依照與會委員相關意見修正，此計畫期中報告審查予以通過，謝謝各位。

拾、散會時間：102 年 7 月 26 日下午 15 時 40 分。

102 年度「墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查計畫」委託辦理計畫期末報告審查會議

審查會議紀錄

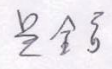
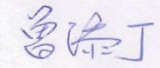
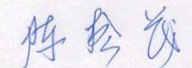
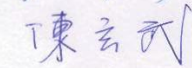
壹、開會日期：中華民國 102 年 11 月 26 日下午 14 時

貳、開會地點：墾丁國家公園管理處大型會議室 記錄：董于瑄

參、主持（召集）人：陳處長貞蓉

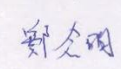
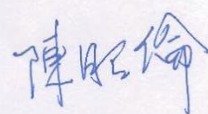
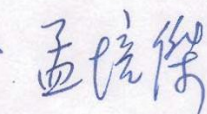
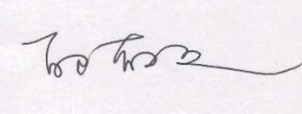


肆、審查委員：

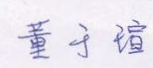
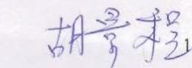
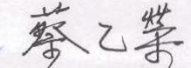
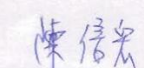
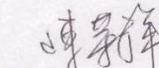
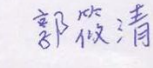
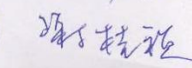
義守大學	吳委員全安	
國立海洋生物博物館	柯委員風溪	請假
國立中興大學	薛委員攀文	請假
墾丁國家公園管理處	李委員登志	另有公務
墾丁國家公園管理處	林委員欽旭	另有公務
墾丁國家公園管理處	徐委員茂敬	
墾丁國家公園管理處	曾委員添丁	
墾丁國家公園管理處	陳委員松茂	
墾丁國家公園管理處	陳委員玄武	

伍、出席單位及人員：

受託單位

墾丁國家公園管理處

伍、主席致辭：請老師先進行簡報，答詢以外聘委員問題即問即答，處內其他同仁問題以統問統答方式進行。

陸、業務單位報告：在契約規定中簡報審查會議應為 11 月 30 號以前，本案符合契約規定，報告時間為 20 至 30 分鐘。

柒、受託單位簡報：中央研究院團隊簡報

捌、會議討論：

委員提問	受委託單位回應
吳委員全安： 15. 期中報告本人所提審查意見，在成果報告有以下四點未見處理，請補充說明後續如何處理？(1) p. 9 之途 2-1-1 與 p. 11 之圖 2-1-2 樣區之英文名不一致，請統一名稱，例如：Hung-Tsai 與 Hung Chai、Hou-Bi-Hou 與 Hobihu、Banana Bay 與 Siangjiao Bay、Gia-Lo-Shuei 與 Jialeshue 等。(2) 珊瑚監測樣區請附上座標資料，水質測站與螺貝類調查點已皆有座標資料，以利後續長期監測進行。(3) p. 10 研究方法中，底棲生物(或應是“底質型態”)分為 5 類，石珊瑚、死石珊瑚、藻類、基質(沙、石)與其他(海綿、海葵等)，然而 p. 38-39 之圖 3-1-6 及 3-1-7 呈現之底質類型變化則是分為硬珊瑚、軟珊瑚、大型藻、草皮狀海藻、基質、砂礫及其他，研究方法與結果之內容不一致，請更正。(4) p. 10 研究方法中的現生珊瑚礁普查之測站列有佳樂水，但調查結果之章節內容裡查無佳樂水測站之調查資料。 16. 報告中有「硬珊瑚」與「石珊瑚」之不同稱呼，建議統稱為「石珊瑚」。 17. p. VIII 摘要的第三段第二行，「萬里桐紀錄到的物種種類數量多，但除了樂譜芋螺紀錄得 8 隻，其餘各物種之數量皆不超過 5」，只有 8 隻或 5 隻可算數量多嗎？請確認文意後，對文字做適度調整。 18. p. 1 水質監測述及「大量垃圾與有機廢	1. 遵照辦理。 2. 遵照辦理。 3. 文意無誤，物種隻數不等於物種種類數，並無文字提到 8 隻或 5 隻是數量多。 4. 在過去研究中，就人為營養鹽輸入排水口影響範圍，依照排放量的不同而改變，橫向影響距離約僅為 160 m，且南灣的潮間帶較短，水體交換很快，營養鹽被潮間帶藻類吸收後其餘便立即被海水稀釋。 5. 遵照辦理。 6. 雷打石測站在本計畫中，因採樣路線已封閉，所測得為二月與五月之數據，故水溫平均較其他海域低。再者，由過去出水口之溫排水資料影響範圍水平距離約為 160m、垂直距離約為 10-15m。雷打石與出水口距離未實際測量過。依雷打石測站溫度資料顯示，未受溫排水之影響。 7. 石牛溪、墾丁大排、凱撒小排等測站皆為淡水輸入源，雖已納入汙水處理系統，但其水質檢測資料顯示仍比海域測站高。 8. 已將 P. 38 圖 3-1-6 之圖名修正為「眺石海葵區、恢復區和軸孔區底棲類別」，後壁湖保護

水...，對當地生物群聚造成相當的衝擊，且所引用之國外文獻皆指出對珊瑚具有影響」，為何 p. 2 第二段「... 進入南灣海域混合後，對南灣海域影響不大」原因何在，請補充說明。 19. p. 4 第一行「面西」建議修正為「西側」或「西側海域」。 20. 雷打石附近海域有核三廠溫排水流入，為何測得之水溫較其他海域為低，請說明。 21. P. 20-23 圖 3-1-1 的水質調查分析發現，石牛溪、墾丁大排、凱撒小排除鹽度外，其他項目調查結果多較其他區域高，惟這三個區域似已納入汙水處理系統，為何會較其他區域高，建議補充分析說明可能之原因，以供墾管處參考。 22. P. 38 圖 3-1-6 之圖名為「眺石海葵區、恢復區、軸孔區和後壁湖保護區底棲類別」，但為何無後壁湖保護區資料？ 23. 水質檢測採樣頻率為每季進行，但結果卻僅呈現出今年四次調查的平均數據，建請將每季之調查數據列出，以利比較並探討水質因子季節性的變化及其相關性。 24. 2012 年有進行珊瑚功能群 r-k-s 分析，但今年為何沒有進行相同之分析？請說明。	區的資料顯示於 P. 39 圖 3-1-7 「萬里桐、紅柴、雷打石、後壁湖、香蕉灣和龍坑各底棲類別」。 9. 已補充每季水質檢測調查表於成果報告中。 10. 由於九月天兔颱風數據龐大，分析時間拉長，故未於成果審查會議中呈現，已於成果報告中補上。
柯委員封溪： 6. 報告中部份文中（如：p. 4、5、14、62、63、65 等頁）所列重要參考文獻，於參考資料(p. 69 以後)找不到。 7. p. 2 (1)、(2)、(3)之後編號可改 a.、b.、c. 或其他方式，較不易搞亂。 8. “沉”積物與“沈”積物，應統一。 9. “紀”錄與“記”錄，分清用法。 10. P. 9 右上角標題處應該為”第二章...”。 11. p. 11 圖的註解，英：中或中：英，請統一；圖註解應該為八個樣區，非七個；英文地名圖說與圖中拼法不同，請統一。 12. p. 12 中 21o59' 06.88" 應改為 21°59' 06.88"	1. 已於成果報告修改。 2. 遵照辦理。 3. 遵照辦理。 4. 已於成果報告修改。 5. 已於成果報告修改。 6. 已於成果報告修改。 7. 已於成果報告修改。 8. 已於成果報告修改。 9. 已於成果報告修改。 10. 已於成果報告修改。 11. 已於成果報告修改。 12. 已於成果報告修改。

13. p. 14 計算公式，建議以公式形式呈現，以及 m^2 應為 m^2。 14. p. 32-35 不需兩個頁碼。 15. p. 40 圖 3-1-8 完全看不到橫軸上各樣本的文字，請調整圖表。 16. p. 43 中 m^2 應改為 m^2。 17. p. 44 蓋蛇螺學名應為斜體字。	
徐委員茂敬： - 為何人為活動多又沒汙水下水道的地區，例如船帆石都不是汙染嚴重，反而墾丁、石牛溪、凱撒汙染嚴重。 - 水質調查可否增加季節、年度之比較。 NO_3、NO_2 及 PO_4 等為何未列為汙染分類因子。 - 萬里桐潮間帶的變遷主要原因為何？是汙染、獵捕還是悠活？	- 汙染程度積分針對淡水河川，海域測站參照保護生活環境相關環境之海域地面水體基準。根據環保署公告，兩者的調查項目基準不同。 - 依本分支計畫主持人 2008 及 2012 發表之研究報告均已詳細比較過，歷年報告均有陸續提出該資料成果。參閱 A long-term survey on anthropogenic impacts to the water quality of coral reefs, southern Taiwan ; Impacts of human activities on coral reef ecosystems of southern Taiwan: A long-term study - 本案依環保署公告法規，該法規並未列入。 - 萬里桐潮間帶之變遷包含多項因素，包含本身之環境變遷、潮間帶生產力降低、陸源營養鹽流入、人為過度干擾、遊憩、濫捕等，甚至發現有人於潮間帶將漂白水導入潮池中進行採捕，無法歸因於單一因素。
曾委員添丁： - 水質監測中結果有些樣點其 range 很大，除了展示監測成果外，此現象是否可探討其原因？另水質監測子計畫請補充有關採樣方式及深度...等資訊。 - 因恆春及車城等地洗衣業發達，但為何保力溪測站測得的磷酸鹽較低？ - 針對南灣遊憩活動頻繁但水質不比墾丁大排差，受託單位剛剛是認為跟海流有關，但根據過去經驗南灣水質變好與截流及用戶接管率較高有關，可能不僅	- 由本計畫水質資料顯示，測站之數據間的差異，主要與氣候降雨有關，因溪水水量稀少，使得水體之涵容力降低，累積各式各樣污染物質與營養鹽，當大雨發生，溪水水量增加，也帶來大量懸浮固體，造成季節性的差異。採樣深度皆為表層海水。 - 石牛溪與港口溪相對於保力溪，在乾季期間皆屬於沒口溪，

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

是海流的影響。(後來我重聽錄音檔，發現委員的意思應該是這樣，所以可能要請孟老師團隊再確認一下回覆是否要做修改) 11. 萬里桐螺貝類調查結果狀況較其它樣點歧異度高，這是好現象嗎？若是好現象是否與其他研究成果(例如悠活造成當地生態損害)不符？	而導致在乾季期間累積較高的營養鹽，在營養鹽流佈方面，水體中營養鹽濃度與該營養鹽化學特性及顆粒吸附沉降有關。 3. 南灣為海域測站，有潮汐的稀釋作用，再加上截流及用戶接管，陸原鹽養鹽相對比墾丁大排(墾丁地區主要的人為營養鹽排放口)低，故南灣水質相對於墾丁大排好。 4. 歧異度高是好現象，但評估一地區環境之好壞無法僅以單一指標判斷，需以各項數值結果綜合檢視，例如雖然萬里桐物種種類數多歧異度高，但每個物種都只找到一兩隻數量低，綜合評斷之結果依然是不好。
陳委員松茂： 8. 報告書中許多地方格式出現錯誤，例如：p. 12 倒數第 6 行「所有軟體動物，也紀錄…」多了一個空白及 p. 27 第 12 行標點符號重複，請修正。 9. p. 70-72 參考文獻中多處格式不一致及未將每篇資料獨立出來，請再次檢視並修正。 10. 根據過去至今年的調查成果，優養化現象是否呈現持續劣化現象？ 11. 2009 年莫拉克颱風重創墾丁珊瑚礁生態系後，這幾年的調查似乎有恢復的趨勢，今年墾丁又遭遇天兔颱風，是否能夠經由比較推估這次恢復所需的時間。	1. 已於成果報告修改。 2. 已於成果報告修改。 3. 根據過去的調查，優養化現象持續都有且大多出現在乾季的沒口溪(如石牛溪與港口溪)。由過去保力溪、石牛溪與港口溪之葉綠素甲資料顯示，除了保力溪外，石牛溪與港口溪在今年相對較過去低。 4. 根據颱風路徑，莫拉克影響之範圍大部分為西面海域，萬里桐、紅柴坑以及香蕉灣三區，與天兔颱風相比，兩者在結構上皆非常結實，且由於長時間在海上停留而使其海水量充足，但天兔颱風路徑所影響的主要是面東以及東南海域，後壁湖、雷打石與眺石三區，故無法與莫拉克所需之恢復時間做比對。
陳委員玄武： 1. 剛剛簡報時有提到水質具有季節係的變化，是否能將此季節性變化進行實際的分析及以圖表表達。 2. 水質是否能再與其他因子(如雨量、遊客量)進行綜合分析。 3. 簡報時有看到受託單位進行子計畫間	1. 依本分支計畫主持人 2008 及 2012 發表之研究報告均已詳細比較過，歷年報告均有陸續提出該資料成果。參閱 A long-term survey on anthropogenic impacts to the water quality

的綜合分析等資料，但未能在報告書中看到，請受託單位將此部份珍貴資料於成果報告書中呈現。 4. 颱風干擾的議題十分好，颱風過後如何恢復也是我們可持續觀察的，另水質監測已進行許多年，在未來我們是否能針對幾個較嚴重的樣點往其源頭進行追蹤。	of coral reefs, southern Taiwan; Impacts of human activities on coral reef ecosystems of southern Taiwan: A long-term study 2. 本年度未進行遊憩人數的統計，但過去文獻與調查中顯示，營養鹽與遊憩人數及雨量呈現正相關性。 3. 遵照辦理。 4. 非本計畫工作範圍及能量所能達成，因本案並非針對劣化事件做調查，故今年無法對較嚴重之區域進行追蹤。
馬課長協群： 1. 墾丁海域珊瑚礁之「相變遷」係目前唯二確定發生的地點，另一處加勒比海是否也是颱風所造成？因為在簡報中「相變遷」的分析中，只見與颱風關聯，並未見其它的环境因子，但，相信在自然界中的影響因子當不致於是單一因子。 2. 本案係珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查，但在報告中，未見著墨於三個子計畫的相關性分析，請補充說明 3. 摘要中提到螺貝類種類的食性比例，只見藻食性種類僅佔 2.5%，乍看之下，會使人感覺藻食性螺貝類在墾丁珊瑚礁海域不具重要角色，是否這樣的一個百分比，需要把物種的數量考量進去？就像在墾丁之前蝾螺及鐘螺的數量是很大的，但因過度捕捉而驟減，但其對珊瑚礁海域應有其一定的影響。	1. 以目前所知的紀錄，墾丁的長期研究算是第二筆，加勒比的雅買加很像墾丁，不同的是加勒比的種數只有墾丁的三分之一，但單一種的數量卻非常龐大。1980 年艾倫颱風颶風侵襲後加勒比的支狀珊瑚幾近全毀，草皮狀海藻因此增生，原本生態中還有食藻性海膽啃食藻類，但於 1984 年海膽疾病爆發後數量遽減少，導致草皮狀海藻至今仍無法控制增生數量。 2. 已於成果報告中補上。 3. 藻食性之軟體動物數量確實反應在百分比數值，各穿越線採得之藻食性物種數量皆不超過三隻，雖然藻食性軟體動物數量稀少，但並不代表牠們在環境中之角色不重要，並且整個食物鏈金字塔中，除了軟體動物外，還有其牠以藻類為食的物種，可一併考慮。
董技士于瑄： 4. 在報告格式上仍有需要修正之處，例如頁眉不用粗體並且奇偶頁不同、摘請分成中英文兩個版本，其關鍵字不超過 5 個，詳細的格式勘誤已列表，於會後提供給受託單位，請於成果報告依照規定撰寫。	1. 遵照辦理。 2. 遵照辦理。 3. 已於成果報告中修改。各調查樣點因具有地理上之相關性，因此相似度高，各樣點具有共同之普遍種，群聚結構相似，物種群聚

5. P. 9 圖 2-1-1 中眺石此樣點似乎未以紅色三角形標出，請再確認。 6. P. 15 圖 2-1-7 之圖說需符合格式規定。另 p. 58 圖 3-1-17 中同一樣點不同月份的 MDS 分析若其 similarity 未達 80%，甚至於和別的樣點 similarity 較高，請受託單位解釋可能的原因為何？MDS 圖又能提供我們什麼重要的資訊？ 7. p. 16 與 p. 26 敘述不符，10 月份調查是否包含佳樂水？ 8. p. 47 表 3-1-11 請加註各螺貝類的食性，以利管理處進一步了解及應用。 9. p. 60 圖 3-1-19 請將各類別皆於圖上標出百分比，圖表類型再請受託單位斟酌調整。 10. p. 59 圖 3-1-18 不同科軟體動物與棲息環境之主成分分析中，以兩種顏色標示螺貝類，其各別代表什麼意思？ 11. 在今年的調查中，是否有觀察到白結螺啃食珊瑚的現象？ 12. 簡報中提供幾項建議(例如承載量的問題)未見於報告書中，請受託單位將其納入於成果報告中。	本身為動態，隨時間產生變化，因此當優勢物種變動及稀有物種有無等因素即會對相似度造成影響，當一地區之群聚與先前或鄰近地方之相似度突然出現明顯差異時，可能代表當地環境有受到較大干擾而產生改變，需注意。 4. 已於成果報告中修改，十月份之調查並未包含佳樂水測站。 5. 遵照辦理。 6. 遵照辦理。 7. 遵照辦理。(希望能在受託單位回覆中看到解釋，避免單看會議紀錄時無法得知資訊) 8. 有，但不多，並且主要針對不健康珊瑚群體。 9. 遵照辦理。
陳技士信宏： 1. 螺貝類調查中是否皆有進行日夜間調查？ 2. 從簡報上的建議可以看見受託單位對於經營管理上有一些想法，請老師將建議納入紙本報告中。 3. 國立海洋生物博物館剛發表一篇有關環境荷爾蒙對珊瑚礁的影響，日後是否會產生什麼影響，受託單位的看法為何？	1. 調查主要以日間為主，同時記錄微棲地底質，以標準調查方法之建立為優先。夜間調查之資源耗費、難度、危險性高，日後調查操作技術將轉移至管處，並且可能由志工進行，因此以容易操作之日間為主。 2. 遵照辦理。 3. 環境賀爾蒙對海洋生物的影響包括生殖系統與各項腫瘤的產生已在脊椎動物被證明。對於珊瑚與珊瑚礁生物的影響仍需進一步的研究才能知曉。
胡技佐景程： 1. 水質在管理處設置汙水處理廠後是否真的有所改善？是否有污水處理廠設置前的資料可供比對？ 2. 在長期監測的計畫中是否能提供管理處能進行經營管理切入點，類似有對照組與控制組的方式，讓大家能夠知道保	1. 請往後貴處提供汙水處理廠之詳細資料以茲比較。 2. 這當然是最好的實驗設計，但是計劃本身為一年期的監測模式，也礙於經費的限制，只能從事基礎資料的收集與分析。如果

育之成效。	未來處裡或是署裡朝多年期與實驗組與控制組的研究計劃，就可進一步研究。
郭技佐筱清： 2. 之前在萬里桐新發現的福爾摩莎偽絲珊瑚在天兔颱風後是否還在，其現況又是如何？	1. 目前在墾丁海域發現此種珊瑚的區域有三個，萬里桐、悠活、核三出水口七米處，萬里桐為模式地點，而瀾舞以及美麗灣亦有小數量存在。調查時仍有存活數量，但總量仍是個謎，因本種珊瑚在沙覆蓋的情況下仍可存活。
陳主席貞蓉： 1. 白結螺目前的情況嚴重程度為何？之後是否會擴大？又有什麼方式可以進行預防？ 2. 草皮狀海藻在颱風後取代了許多珊瑚的棲地，是要繼續進行長期監測還是管理處能夠積極性的導入一些作為？又能有哪些積極性作為？	1. 目前有記錄到啃食珊瑚的現象，但不多，並且主要針對不健康珊瑚群體。墾丁軟體動物群聚年度變動大，不易預測，將以持續監測之方式進行追蹤。 2. 2014 年有一針對食藻性魚類的永續利用及其對珊瑚礁底棲群聚結構影響的調查。屆時相關細節會再與貴處討論

玖、會議結論：

在結案報告時請受託研究單位依照與會委員相關意見修正，此計畫成果報告審查原則予以通過，修正後報告再請業務單位依照契約及相關規定辦理結案驗收，謝謝各位。

拾、散會時間：102 年 11 月 26 日下午 16 時 20 分。

參考資料

方力行。2002。阿瑪斯號貨輪重油污染事件調查-墾丁國家公園海域生態之生物群聚變遷分析，(保)115 號報告，墾丁國家公園管理處。

方力行、邵廣昭、孟培傑、樊同雲、陳正平、田文敏、劉銘欽、鍾國南、張揚祺、林幸助。2003。墾丁國家公園海域長期生態研究計劃-人為活動對海域生態衝擊之長期監測研究(III)及生態與環境資料庫建立(II)。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究報告。

方力行、邵廣昭、孟培傑、樊同雲、陳正平、田文敏、陳明輝、劉銘欽、鍾國南、張揚祺、林幸助。2004。墾丁國家公園海域長期生態研究計劃-人為活動對海域生態所造成之衝擊研究(IV)與環境教育之應用(I)。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究報告。

方力行、邵廣昭、孟培傑、樊同雲、陳正平、陳明輝、劉銘欽、鍾國南、張揚祺、林幸助。2005。墾丁國家公園海域長期生態研究計劃-人為活動對海域生態所造成之衝擊研究(五)環境教育之應用(二)基本生態資料之建立(二)與環境生態資料庫資訊系統之建立(一)。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究報告。

方力行、邵廣昭、孟培傑、樊同雲、陳正平、陳明輝、劉銘欽、鍾國南、張揚祺、林幸助。2006。墾丁國家公園海域長期生態研究計劃-人為活動對海域生態所造成之衝擊研究(六)環境教育之應用(三)基本生態資料之建立(三)與環境生態資料庫資訊系統之建立(二)。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究報告。

王維賢、邵廣昭、孟培傑、樊同雲、陳正平、陳明輝、劉銘欽、張揚祺、林幸助、何平合。2007。墾丁國家公園海域長期生態研究計劃-人為活動對海域生態所造成之衝擊研究(七)環境教育之應用(四)基本生態資料之建立(四)-40-與環境生態資料庫資訊系統之建立(三)。內政部營建署墾丁國家公園管理

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

處委託研究報告。

王維賢、孟培傑、樊同雲、陳正平、陳明輝、劉銘欽、張揚祺、林幸助、何平合。

2007。墾丁國家公園海域長期生態研究計畫-人為活動對海域生態所造成之衝擊研究(七)環境教育之應用(四)基本生態資料之建立(四)與環境生態資料庫資訊系統之建立(三)。內政部營建署墾丁國家公園管理處。

何平合、陳昭倫、陳宏瑜、陳正平、邱郁文、林幸助、張揚祺。2008。墾丁國家公園海域長期生態研究計畫-人為活動對海域生態所造成之衝擊研究(八)、環境教育之應用(五)基本生態資料之建立(五)與環境生態資料庫資訊系統之建立(四)。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究報告。

何平合、陳昭倫、孟培傑、陳正平、邱郁文、林幸助、張揚祺。2009。墾丁國家公園海域長期生態研究計畫-人為活動對海域生態所造成之衝擊研究(九)。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究報告。

何平合、陳昭倫、孟培傑、陳正平、邱郁文、林幸助、張揚祺。2010。墾丁國家公園海域珊瑚礁長期生態監測計畫。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究報告。

何平合、陳昭倫、孟培傑、陳正平、邱郁文、張揚祺、林幸助。2011。100 年度墾丁國家公園海域珊瑚礁長期生態監測計畫。內政部營建署墾丁國家公園管理處。

李宏仁。1999。南灣潮流驅動渦漩及冷水入侵成因之探討。國立臺灣大學海洋研究所博士論文。

施佳宜。2008。南台灣恆春半島蜃螺科(Neritidae)群聚動態。國立嘉義大學生命科學院生物資源研究所碩士論文。

郭兆揚。2007。台灣南部海域珊瑚礁底棲群聚的結構與變化。國立中山大學海洋生物研究所碩士論文。台灣。中華民國。

張崑雄。1985。墾丁國家公園海域珊瑚礁及海洋生物生態研究。內政部營建署墾丁國家公園管理處。

- 張崑雄、陳章波。1987。墾丁國家公園海域珊瑚礁及海洋生物生態研究-海域底棲無脊椎動物之調查研究(續)。內政部營建署墾丁國家公園管理處。
- 張崑雄、鄭明修。1989。墾丁國家公園海域軟體動物之生態研究。內政部營建署墾丁國家公園管理處。
- 張崑雄、鄭明修、呂瑞源、趙世民、陳仲吉。1989。墾丁國家公園海域軟體動物之生態研究。內政部營建署墾丁國家公園管理處。
- 陳文德、李彥錚。2007。恆春半島的迷你貝及小型貝類。國立海洋生物博物館出版。
- 陳昭倫。2009。眺石海洋資源保護示範區生態資源調查(第一年)。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託調查報告。
- 陳昭倫。2010。眺石海洋資源保護示範區生態資源調查(第二年)。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託調查報告。
- 陳鎮東、吳重坤、沈建全、陳孟仙、劉莉蓮、歐錫祺、鄭利榮、鍾玉嘉(1997) 台灣南部核能電廠及蘭嶼儲存場附近海域之生態研究，國立中山大學海洋地質研究所研究報告。
- 詹榮桂、陳正平。2009。後壁湖海洋資源保護區資源調查(1)。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託調查報告。
- 趙世民。2007。龍坑海岸潮間帶無脊椎動物多樣性之調查及監測研究。內政部營建署墾丁國家公園管理處。
- 趙世民。2008。龍坑海岸潮間帶無脊椎動物多樣性之調查及監測研究(二)。內政部營建署墾丁國家公園管理處。
- 趙世民。2010。墾丁國家公園海域潮間帶無脊椎動物多樣性及物種變遷之監測研究計畫。內政部營建署墾丁國家公園管理處。
- 樊同雲、劉弼仁、魏杰、郭富雯、黃奕筑、林乃正。2008。珊瑚礁保護區珊瑚資源復育計畫。內政部營建署墾丁國家公園管理處。

墾丁國家公園海域珊瑚礁底棲群聚、水質與貝類資源量現況調查

劉弼仁。2009。探討墾丁珊瑚礁近年來劣化的機制。中興大學生命科學系所學位論文。

賴景陽。1988。貝類。渡假出版社有限公司。

賴景陽。1998。貝類二。渡假出版社有限公司。

戴昌鳳、陳永澤、郭坤銘、莊正賢。1998。墾丁國家公園南灣海域珊瑚群聚的變遷：1987 至 1997 年。國家公園學報 8 (2):79-99。台灣。中華民國。

戴昌鳳、郭坤銘、陳永澤、莊正賢。1999。墾丁國家公園東岸與西岸海域珊瑚群聚的變遷。國家公園學報 9 (2):112-130。台灣。中華民國。

戴昌鳳。1990。墾丁國家公園海域有毒及危險生物的研究(一) 有毒及危險海洋生物的初步調查。內政部營建署墾丁國家公園管理處。

戴昌鳳。1991。墾丁國家公園海域有毒及危險生物的研究(二) 有毒及危險海洋生物的初步調查。內政部營建署墾丁國家公園管理處。

戴昌鳳。2002。氣候變遷、珊瑚白化與珊瑚礁的未來。全球變遷通訊雜誌。

戴昌鳳。2009。墾丁國家公園海域珊瑚礁總體驗。內政部營建署墾丁國家公園管理處委託調查報告。

行政院環境保護署編印。1998。水污染防治法規。

- Abbott, R. T. and Dance S. P. (1986) Compendium of seashells. Odyssey Publ., Hong Kong.
- Allen GR., Steene R. (1998) Indo-Pacific coral reef field guide. Tropical Reef Research. pp378.
- Antonius, A.; Riegl B. (1998) Coral diseases and *Drupella cornus* invasion in the Red Sea. Coral Reefs 17:48
- Bastidas C, Bone D and Garcia EM (1999) Sedimentation Rates and Metal Content of Sediments in a Venezuelan Coral Reef Marine Pollution Bulletin, Vol.38, No.1. pp. 16-24.
- Berumen, M. L., and Pratchett M. S. (2006) Recovery without resilience: persistent disturbance and long-term shift in the structure of fish and coral communities at Tiahura Reef, Moorea. Coral Reefs 25:647-653.
- Boucher, L. M. (1986). Coral predation by muricid gastropods of the genus *Drupella* at Enewetak, Marshall Islands. Bull mar. Sci. 38: 9-11.
- Bruno, J. F., and Selig. E.R. (2007) Regional decline of coral cover in the Indo-Pacific: timing, extent, and subregional comparisons. PLoS ONE 2(8):e711.
- Boudouresque C. F., Cadiou G., Le Direach L. (2005) Marine protected areas: A tool for coastal areas management. Strategic Management of Marine Ecosystems, 29 - 52.
- Castilla, J.C. and Duran, L.R. (1985) Human exclusion from the rocky intertidal zone of Las Cruces, central Chile: the effect on *Concholepas concholepas* (Gastropoda). Oikos, 45: 391 - 399.
- Chen C. A., Shashank K., (2009) Taiwan as a Connective Stepping-stone in the Kuroshio Traiangle and the Conservation of Coral Ecosystems under

- the Impacts of Climate Change. *Kuroshio Science* 3: 15-22
- Chen C.F., Dai C.F., Soong K., Chen C.A., Fan T.Y. and Hsieh H.. (2004)
The status of coral reefs in Taiwan from 1997 to 2003. Available from
poster of Coral Lab, Institute of Oceanography, National Taiwan
University, Taiwan R.O.C. from <http://www.reefbase.org>
- Chou Y., Lin T.Y., Chen C.T.A., and Liu L.L. (2004) Effect of nuclear power
plant thermal effluent on marine sessile invertebrate communities
in Southern Taiwan. *Journal of Marine Science and Technology*
12(5):448-452
- Connell, J.H. (1978) Diversity in tropical rainforests and coral reefs.
Science 199: 1302-1320.
- Dai, C. F. (1988) Coral communities of southern Taiwan. *Proceedings of*
the 6th International Coral Reef Symposium, Australia 2:647-652.
- Engilsh, S. C., Wilkinson C., and Baker V. (1997) Survey manual for
tropical marine resources. Australian Institute of Marine Science,
Townsville, Australia
- Fabricius, K. E. (2005) Effects of terrestrial runoff on the ecology of
corals and coral reefs: review and synthesis. *Marine Pollution*
Bulletin 50, 125-146.
- Gilmour, J. P. (2002) Acute sedimentation causes size-specific mortality
and asexual budding in the mushroom coral, *Fungia fungites*. *Marine*
and Freshwater Research 53, 805-812.
- Gosliner T.M., Behrens D.W. and Williams G.C. (1996) Coral Reef Animals of
the Indo-Pacific: Animal Life from Africa to Hawaii Exclusive of the
Vertebrates. *Sea Challengers*. pp:314.
- Habe, T. (1977) Systematics of Mollusca in Japan: Bivalvia and Scaphopoda.

- Hokuryukan, Co. Ltd., Tokyo.
- Habe, T. (1989) Colored illustrations of the shells of Japan, vol. 2. Hoikusha, Osaka, Japan.
- Habe, T. and Ito K. (1991) Shells of the world in color, vol. 1: the northern pacific. Hoikusha, Osaka, Japan.
- Habe, T. and Kosuge S. (1991) Shells of the world in color, vol. 2: The tropical Pacific. Hoikusha, Osaka, Japan.
- Hadfield, M. G. (1976) Molluscs associated with living tropical corals. *Micronesica* 12: 133-148.
- Hodgson G. (1990) Tetracycline reduces sedimentation damage to corals. *Marine Biology* 104: 493-496
- Hsieh H. J., Hsien Y. L., Jeng M. S., Tsai W. S., Su W. C. and Chen C. A. (2008) Tropical fishes killed by the cold. Coral reefs.
- Huang, C.C., Hung, T.C. (1987) "Coral: study in Nanwan Bay adjacent to the third nuclear power plant in Taiwan", *SCOPE/ROC, Acad. Sin.*, 24pp.
- Hung, T.C., Huang, C.C., Fan, K.L. (1989) Nonbiological factors and corals study along the shallow water near the outlet of Third Nuclear Power Plant. *SCOPE/ROC, Acad. Sini.*, 71: 32pp.
- Jennings, S., Marshall S.S., and Polunin N.C.V. (1996) Seychelles' marine protected areas: comparative structure and status of reef fish communities. *Biological Conservation* 75: 201-209.
- Kira, T. (1989) Colored illustrations of the shells of Japan, vol. 1. Hoikusha, Osaka, Japan.
- Kohler, K. E., and Gill S.M. (2006) Coral point count with Excel extensions (CPCe): A visual basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers*

& Geosciences 32(9):1259-1269

- Lai, K.Y. (1986) Marine gastropods of Taiwan (I). Taiwan Museum Publ., Taipei, Taiwan.
- Lai, K.Y. (1987) Marine gastropods of Taiwan (II). Taiwan Museum Publ., Taipei, Taiwan.
- Lai, K.Y. (1990) Mollusks from Taiwan (I). Taiwan Museum Publ., Taipei, Taiwan.
- Lai, K.Y. (1998) Mollusks from Taiwan (II). Taiwan Museum Publ., Taipei, Taiwan.
- Lasiak, T.A. (1999) The putative impact of exploitation on rocky infratidal macrofaunal assemblages: a multiple-area comparison. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 79: 23 - 34.
- Lasiak, T., (2006) Spatial variation in density and biomass of patellid limpets inside and out side a marine protected area. Journal of Molluscan studies, 72:137-142.
- Lasiak, T.A. & Field, J.G. (1995) Community-level attributes of exploited and non exploited rocky infratidal macrofaunal assemblages in Transkei. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 185: 33 - 53.
- Lee H. J., Chao S. Y., Fan K. L. and Kuo T. Y. (1999) Tide-Induced Eddies and Upwelling in a Semi-enclosed Basin: Nan Wan Estuarine, Coastal and Shelf Science 49:775-787
- Lee H. J. , Chao S. Y. , Fan K. L. , Wang Y. H. and Ling N. K. (1997) Tidally Induced Upwelling in a Semi-Enclosed Basin: Nan Wan Bay Journal of Oceanography, Vol. 53, pp. 467 - 480

- Lee H.L., Chao S.Y., Fan K.L. (1999a) Flood-ebb disparity of tidally induced recirculation Eddies in a semi-enclosed basin: Nan Wan Bay Continental Shelf Research 19: 871-890
- Liu, P.J., Meng, P.J., Liu, L.L., Wang, J.T., Leu, M.Y., 2012. Impacts of human activities on coral reef ecosystems of southern Taiwan: A long-term study. Marine Pollution Bulletin 64, 1129-1135.
- Marsh, H. (1971). Observations on the food and feeding of some vermivorous *Conus* on the Great Barrier Reef. Veliger 14: 45 - 53
- McClanahan, T.R. (1990). Kenyan coral reef-associated gastropod assemblages: distribution and diversity patterns. Coral Reefs 9: 63-74
- McClanahan TR, and Kurtis DJ. (1991) Population regeneration of the rock-boring Sea urchin *Echinometra mathaei* (de Blaville). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 10(1): 136-154.
- McClanahan, T. R., Muthiga, N. A. (1992). Comparative sampling of epibenthic subtidal gastropods. J. exp. mar. Biol. Ecol. 164: 87-101
- McClanahan, T. R., Mutere, J. C. (1994). Coral and sea urchin assemblage structure and interrelationships in Kenyan reef lagoons. Hydrobiologia 286: 109-124
- McClanahan TR, Kamukura AT, Muthiga NA Gilagabher Tebio and Obura D. (1996). Effect of sea Urchin reproductions on algae, coral and fish population. Conservation Biology. 10(1): 136-154.
- Meng, P. J., Chen J.P., Chung K.N., Liu M.C., Fang T.Y., Chang C.M., Tian W.M., Chang Y.C., Lin H.J., Fang L.S. and Shao K.T. (2004) Long-term ecological studies in Kenting National Park neighboring marine areas, on monitoring the impact factors from anthropogenic activities to

- the marine ecosystem and a preliminary database of its marine ecosystem. *Bulletin of National Park*, 14(2): 43-69 (in Chinese).
- Meng, P. J., Chen J. P., Chung K. N., Liu M. C., Fang T. Y., Chang C. M., Tian W. M., Chang Y. C., Lin H. J., Fang L. S. and Shao K. T. (2007) Long-term ecological monitoring and studies of human activities on the marine ecosystem of Kenting National Park. *Bulletin of National Park*, 17(2): 89-111(in Chinese).
- Meng, P. J., Chen J. P., Chung K. N., Liu M. C., Fang T. Y., Chang C. M., Tian W. M., Chang Y. C., Lin H. J., Fang L. S. and Shao K. T. (2007) Long-term ecological monitoring on the marine ecosystem of Kenting National Park. *Bulletin of National Park*, 17(2):71-88 (in Chinese).
- Meng, P. J., Chen J. P., Chung K. N., Liu M. C., Fang T. Y., Chang C. M., Tian W. M., Chang Y. C., Lin H. J., Fang L. S. and Shao K. T. (2008) A long-term survey on anthropogenic impacts to the water quality of coral reefs, southern Taiwan. *Environmental Pollution* 156:67-75.
- Moyer, J. T., Emerson, W. K , Ross, M. (1982). Massive destruction of scleractinian corals by the muricid gastropod, *Drupella*, in Japan and the Philippines. *Nautilus* 96: 69-82
- Moyer, J. T., Higuchi, H., Matsuda, K., Hasegawa, M. 1985. Threat to unique terrestrial and marine environments and biota in a Japanese National Park. *Environ. Conserv.* 12: 293-301
- Nicoletti, L., Marzioletti, S., Paganelli, D., Ardizzone. G. D. 2007. Long-term changes in a benthic assemblage associated with artificial reefs. *Hydrobiologia*, 580: 223-240.
- Nishimura S. (1992) Guide to seashore animal of Japan with color picture and keys Vol(I, II). Hoikusha Publishing Co., Ltd..

- Okutani, T. (1996) Illustrations of animals and plants (VIII): Shells. Sekaibunka-sha, Tokyo.
- Okutani, T. (2000) Marine mollusks in Japan. Tokai Univ., Tokyo.
- Pai S.C., Tsau Y. J. and Yang T.I. (2001) pH and buffering capacity problems involved in the determination of ammonia in saline water using the indophenol blue spectrophotometric method. *Analytica Chimica Acta*. 434:209-216
- Pai S.C. and Yang C.C. (1990) Effects of acidity and molybdate concentration on the kinetics of the formation of the phosphoantimonymolybdenum blue complex. *Analytica Chimica Acta*. 229:115-120
- Pai S.C. and Yang C.C. (1990) Formation kinetics of the pink azo dye in the determination of nitrite in natural waters. *Analytica Chimica Acta*. 232:345-349
- Pai S.C. and Riley J.P. (1994) Determination of nitrate in the presence of nitrite in natural waters by flow injection analysis with a non-quantitative on-line cadmium reductor. *Intern. J. Environ. Anal. Chem.* Vol. 57pp. 263-277.
- Redfield, A.C., Ketchum B.H. and Richards F. A. (1963) The influence of organisms on the composition of seawater in the sea, V.2, M.H. Hill (ed), Interscience, New York, 26-77pp.
- Riegl B., Heine C. and Branch G. M. (1996) Function of funnel-shaped coral growth in a high-sedimentation environment Vol. 145: 87-93
- Riegl B., Branch G. M. (1995) Effects of sediment on the energy budgets of four scleractinian (Bourne 1990) and five alcyonacean (Lamouroux 1816) corals *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 186:259-275

- Rogers, C.S. (1990) Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. Marine Ecology Progress Series 62: 185 – 202.
- Rosemond A. D., Pringle C. M., Ramirez A., Paul M. J., and Meyer J. L. (2002) Landscape variation in phosphorus concentration and effects on detritus-based tropical streams Limnol. Oceanogr, 47:278–289
- Springsteen, F.J. and Leobrera P.M.. (1986). Shells of the Philippines. Carfel Seashell Museum, Manila, Philippines.
- Su. J.C., Hung, T.C., Chiang, Y.M.; Tan, T.H., Chang, K.H., Huang, C.C., Huang, C.Y.; Shao, K.T., Huang, P.P., Lee, K.T., Fan, K.L., and Yeh, S.Y. (1987) “An ecological and environmental survey on the waters adjacent to the nuclear power plant in southern Taiwan” , SCOPE/ROC, 50:224pp.
- Su. J.C., Hung, T.C., Chiang, Y.M.; Tan, T.H., Chang, K.H., Huang, C.C., Huang, C.Y.; Shao, K.T., Huang, P.P., Lee, K.T., Fan, K.L., and Yeh, S.Y. (1989) An ecological and environmental survey on the waters adjacent to the southern nuclear power plant. SCOPE/ROC, Acad. Sin. 70: 238pp.
- Takada Y. (1992a) Multivariate analysis of Shell morphology of *Notoacmea* Spp. In Amakusa . Venus 51(3):175–185.
- Takada Y. (1992b) Tide level variation of morph frequency and size structure in *Monodonta labio* (Gastropoda: Trochidae) at Several Boulder Shores in Amakusa. Venus 51 (3):187–195.
- Takada Y. (1993) Vertical and horizontal distributions and size structures of four species of Limpets (*Notoacmea*) in Amakusa. Venus 52(1):77–85.
- Takada Y. (1996) Seasonal and Vertical Variations in Size Structure and

- Recruitment of the intertidal Gastropod, *Monodonta labio*. *Venus* 55(2):105-113
- Takada Y. (1997a) Recruitment, growth and survival of *Nipponacmea* limpets on a Boulder shore in Amakusa. *Venus* 56(2):145-155.
- Takada Y. (1997b) Three-year monitoring of chiton populations on a low intertidal boulder Shore. *Venus* 56(4):281-291.
- Thomas S. (2003) An underwater sediment accumulation sensor and its application to sediment transport processes at Lihir Island Papua New Guinea. Ph.D. Thesis, James Cook University, Townsville, Australia.
- Thomas S., Ridd P. (2005) Field assessment of innovative sensor for monitoring of sediment accumulation at inshore coral reefs. *Marine pollution Bulletin* 51:470-480
- Tkachenko K. S., Wu B. J., Fang L. S., and Fan T. Y. (2007) Dynamics of a coral reef community after mass mortality of branching *Acropora* corals and an outbreak of anemones. *Marine Biology* 151:185-194.
- Turner SJ, Thrush SF, Hewitt JE, Cummings VJ, Funnell G (1999) Fishing impacts and the degradation or loss of habitat structure. *Fish Manag Ecol* 6:401-420
- Umar M. J., McCook L.J. and Price I. R. (1998) Effects of sediment deposition on the seaweed *Sargassum* on a fringing coral reef *Coral Reefs* 17:169-177
- Underwood, A. J. (1993a) Exploitation of species on the rocky coast of New South Wales (Australia) and options for its management. *Ocean and Coastal Management*, 20: 41 - 62.
- Weber, M., Lott, C. and Fabricius, K. E. (2006) Sedimentation stress in

a scleractinian coral exposed to terrestrial and marine sediments with contrasting physical, organic and geochemical properties.

Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 336, 18-32.

Yang, R. T. (1985) Coral communities in Nan-wan Bay. Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress, Tahiti 6:273-278.

- 一、壑管處的網頁上有設計一個「網路總機」(類似網路聊天室)，您可以在該單元上使用 MSN 文字對話或 Skype 語音對話的方式與壑管處客服人員直接聊一聊您的建議、批評、詢問或需要協助的事項，可以讓您在第一時間得到「快速的」客服服務。
- 二、您對於壑管處的服務措施，需要陳情、請願、批評、建議興革、舉發違失時，您可利用壑管處網頁上「行政服務—人民陳情案件」或「行政服務—首長與民有約」兩個服務單元填寫申請表後，線上直接傳送至壑管處總收文收件，經受理並回覆處長面談時間後，即可直接至壑管處當面向處長提出您的怨言、舉發違失、建議興革。
- 三、您亦可利用免付費電話 0800-861-321 (無轉接功能) 與壑管處客服人員進行服務對話，相信您可得到滿意的服務。但仍需與業務承辦人員洽談公務時，仍煩請撥打總機專線 08-8861321 由總機人員轉接。
- 四、壑管處保存的檔案文物，歡迎民眾前來翻閱、抄錄、複製，詳請可上壑管處網站蒐尋，或撥打總機 08-8861321 轉 292 洽談。
- 五、壑管處的網頁上有「滿意度調查」單元，歡迎您在瀏覽完網頁內容後，記得進入填寫滿意度，表達您對於頁面內容、設計架構等介面的滿意情形，供作管理處改進的依據。

本處 24 小時免付費專線電話：0800-861-321 (把樂意、當愛意)

歡迎 您多加利用！

墾丁國家公園管理處敬啟