



行政院農業委員會林務局 107 年度農村再生基金補助計畫

「藻」回南桃園的里山海：南桃園藻礁水圈環境 生態對社區生活產業的影響

成果報告

計畫編號：107 農再-2.2.6-1.1-林-001-01(Z)

計畫主持人：陳昭倫 研究員

執行單位：中央研究院

執行時間：107 年 3 月 1 日至 107 年 12 月 31 日

中華民國 108 年 6 月 30 日

子計畫一：人地之間-觀音新屋沿海社區生態環境與生活產業的互動關係

子計畫主持人：林君諭 助理教授（國立臺北大學通識教育中心）

共同主持人：蔡怡玟 助理教授（國立臺灣師範大學僑生先修部）

張簡琳玲 助理教授（弘光科技大學通識學院服務學習中心）

劉靜榆 副研究員（行政院農業委員會特有生物研究保育中心）

陳湘繁 助理教授（國立臺北大學通識教育中心）

王冠生 副教授（國立臺北大學通識教育中心）

計畫參與人員：陳惠雯 研究助理（國立臺北大學通識教育中心）

黃思敏 研究助理（國立臺北大學通識教育中心）

詹穆彥 研究助理（國立臺北大學通識教育中心）

溫梅香 研究助理（國立臺北大學通識教育中心）

子計畫二：桃園藻礁水圈魚類資源保育與社區再造

子計畫主持人：溫國彰 助理教授（東海大學生命科學系）

計畫參與人員：裴郁德 研究助理（東海大學生命科學系）

董濰禎 研究助理（東海大學生命科學系）

李健璇（東海大學生命科學系碩班一年級學生）

王希允（東海大學生命科學系大學四年級學生）

毛藝臻（東海大學生命科學系大學四年級學生）

賴巧芳（東海大學生命科學系大學三年級學生）

吳政葳（東海大學生命科學系大學三年級學生）

子計畫三：觀音新屋沿海社區生態環境與生活產業與蟹類多樣性的關係

子計畫主持人：林惠真 特聘教授（東海大學生命科學系）

共同主持人：劉烘昌博士

計畫參與人員：李坤璋（東海大學生命科學系博士生）

李承翰（東海大學生命科學系大學部專題生）

林鶴峰（東海大學生命科學系大學部專題生）

江家璘（東海大學生命科學系大學部專題生）

子計畫四：南桃園藻礁海河水系水生無脊椎動物多樣性與社區保育

子計畫主持人：邱郁文 助理研究員（財團法人成大研究發展基金會）

陳昭倫 研究員（中央研究院生物多樣性研究中心）

計畫參與人員：汪秀敏 資深管理師（成大水科技中心）

吳欣儒 組長（成大水科技中心）

蘇俊育 副組長（成大水科技中心）

彭紹宏 副組長（成大水科技中心）

簡家駿 組員（成大水科技中心）

楊松穎 博士研究員（中央研究院生物多樣性研究中心）

子計畫五：白玉至觀音新屋藻礁大型海藻和殼狀珊瑚藻多樣性調查以建立過去社區對藻礁海藻利用之科學資料

子計畫主持人：劉少倫 副教授（東海大學生命科學系）

計畫參與人員：唐光佑 研究助理（東海大學生命科學系）

陳品辰 博士候選人（東海大學生命科學系）

陳 霖（東海大學生命科學系）

李承晉（東海大學生命科學系）

楊閔傑（東海大學生命科學系）

子計畫六：觀音新屋沿海藻礁區之殼狀珊瑚藻群聚動態、柴山多杯孔珊瑚族群生物學與環境因子時空變動研究

子計畫主持人：陳昭倫 研究員（中央研究院生物多樣性研究中心）

計畫參與人員：郭兆揚 博士後研究員（中央研究院生物多樣性研究中心）

楊松穎 博士後研究員（中央研究院生物多樣性研究中心）

夏翔柯 博士後研究員（中央研究院生物多樣性研究中心）

黃雅怡 博士後研究員（中央研究院生物多樣性研究中心）

陳彥嘉 研究助理（中央研究院生物多樣性研究中心）

鍾愛琪 研究助理（中央研究院生物多樣性研究中心）

高洛德 研究生兼任助理（中央研究院生物多樣性研究中心）

雷若安 研究生兼任助理（中央研究院生物多樣性研究中心）

高莉雁 研究生兼任助理（中央研究院生物多樣性研究中心）

周文華 研究生兼任助理（中央研究院生物多樣性研究中心）

黃必穎 大專生（中央研究院生物多樣性研究中心）

中華民國 108 年 6 月 30 日

目錄

成果摘要	1
一、人地之間 觀音新屋沿海社區生態環境與生活產業的互動關係	3
摘要	3
1.1 計畫序言	4
1.1.1 研究調查範圍之基本資料	4
1.1.2 觀音新屋沿海社區地景變遷	18
1.1.3 研究目的與觀點	36
1.2 研究方法	39
1.3 觀音新屋沿海社區生態環境與生活產業的互動關係	46
1.3.1 耕海又耕田—觀音新屋沿海社區生活產業發展與溪海、埤塘之依存關係	46
1.3.2 故鄉變他鄉？—觀音新屋沿海社區生活產業發展與工業化發展之競合關係	69
1.3.3 在地價值的翻轉—觀音新屋沿海社區生活產業發展與生態環境之守護與抗衡	85
1.4 環境教育	97
1.4.1 環境科學公民教育—水質監測	97
1.4.2 藻礁人文生態巡禮與淨灘	98
1.5 結論	100
1.6 預期效益	104
1.7 參考文獻	105
1.8 附錄：	108
1.8.1 環境科學公民教育—水質監測學習單	108
1.8.2 藻礁人文生態巡禮與淨灘學習單	112
二、桃園藻礁水圈魚類資源保育與社區再造	114
摘要	114
2.1 計畫序言	115
2.1.1 計畫目標	116
2.2 材料與方法	116
2.2.1 實驗地點	116

2.2.2 實驗方法.....	117
2.2.3 統計分析.....	118
2.3 成果.....	119
2.3.1 將調查的魚種資料結果與其他子計畫人文社會科學學者所進行的訪談資料統整，建構出藻礁魚類資料庫。並透過比較過去以及現在的魚種差異，來推斷工業發展對於藻礁漁業資源的影響。.....	119
2.3.2 根據經濟性魚類豐度和入添仔稚魚的數量和地點建議漁業資源永續利用的保護區域。.....	125
2.3.3 透過與當地居民進行公民科學家的訓練及合作，建立起漁業資源的長期監測，並對人為工業活動的影響進行監測。.....	126
2.4 討論.....	126
2.5 預期效益.....	131
2.6 參考文獻.....	132
2.7 附錄：雙髻鯊鑑別方式.....	135
三、觀音新屋沿海社區生態環境與生活產業與蟹類多樣性的關係.....	138
摘要.....	138
3.1 計畫序言.....	139
3.2 調查方法.....	140
3.2.1 螃蟹種類調查（定性調查）.....	140
3.2.2 螃蟹族群調查（定量調查）.....	140
3.2.3 洄游性蟹類降海時間調查.....	143
3.3 研究成果（2018.03-12）.....	145
3.3.1 桃園海岸地區螃蟹相.....	145
3.3.2 螃蟹族群密度調查.....	152
3.3.3 洄游性蟹類降海時間調查.....	162
3.3.4 計畫調查項目外之發現.....	163
3.3.5 螃蟹與人的關係.....	173
3.4 討論.....	174
3.4.1 南桃園海岸地區螃蟹生態特性.....	174

3.4.2 桃園海岸螃蟹面臨的生存問題.....	175
3.4.3 礁體上的螃蟹族群.....	176
3.4.4 裸胸鯨.....	176
3.4.5 桃園地區的蟹類與人之間的關係.....	177
3.5 結論	178
3.6 預期效益	179
3.7 參考資料	180
四、南桃園藻礁海河水系水生無脊椎動物多樣性與社區保育	181
摘要	181
4.1 計畫目標	182
4.1.1 序言.....	182
4.1.2 目標.....	183
4.2 實施方法與步驟：	184
4.2.1 材料方法及步驟.....	184
4.3 調查結果	187
4.3.1 調查完成項目	187
4.3.2 淡水水域-埤塘河川生物相暨水質調查	188
4.3.3 海域-藻礁底內生物相調查	197
4.3.4 DNA 生命條碼 (Barcode)分析	215
4.4 結論	223
4.5 預期效益	224
五、白玉至觀音新屋藻礁大型海藻和殼狀珊瑚藻多樣性調查以建立過去社區對藻礁海藻利用之科學資料	225
摘要	225
5.1 序言	226
5.1.1 擬解決問題.....	226
5.1.2 計畫目標.....	226
5.2 材料與方法	228

5.2.1 樣點選擇.....	228
5.2.2 大型海藻和殼狀珊瑚藻藻種多樣性調查.....	228
5.2.3 DNA 生命條碼分析.....	229
5.2.4 DNA 物種界定和親緣關係分析.....	229
5.2.5 形態觀察.....	230
5.2.6 統計分析.....	230
5.3 結果.....	231
5.3.1 殼狀珊瑚藻、匍匐狀大型藻類及其他大型藻之定性分析.....	231
5.3.2 殼狀珊瑚藻之定量分析.....	232
5.4 討論.....	251
5.5 結論.....	252
5.6 預期效益.....	253
5.7 參考文獻.....	254
六、觀音新屋沿海藻礁區之殼狀珊瑚藻群聚動態、柴山多杯孔珊瑚族群生物學與環境因子時空變動研究.....	256
摘要.....	256
6.1 計畫序言.....	257
6.2 材料與方法.....	259
6.2.1 藻礁底質結構與棲地複雜度.....	259
6.2.2 大潭藻礁水下礁體分佈.....	259
6.2.3 殼狀珊瑚藻之群聚動態之時空變化調查.....	260
6.2.4 柴山多杯孔珊瑚分佈生態、族群動態與生殖生態.....	261
6.2.5 影響桃園藻礁生態系時空變動的相關環境因子.....	261
6.3 成果.....	263
6.3.1 藻礁底質結構與棲地複雜度.....	263
6.3.2 大潭藻礁水下礁體分佈.....	265
6.3.3 殼狀珊瑚藻之群聚動態之時空變化調查.....	265
6.3.4 柴山多杯孔族群生態調查.....	268

6.3.5 柴山多杯孔族群生物學.....	271
6.3.6 環境資料.....	272
6.4 討論.....	306
6.4.1 桃園白玉至永安南段藻礁的藻礁底質結構與棲地複雜度.....	306
6.4.2 大潭藻礁水下礁體分佈.....	306
6.4.3 殼狀珊瑚藻覆蓋率調查.....	306
6.4.4 柴山多杯孔珊瑚分佈生態、族群動態與生殖生態.....	307
6.4.5 影響桃園藻礁生態系時空變動的相關環境因子.....	307
6.5 結論.....	308
6.6 預期效益.....	309
6.7 參考文獻.....	310
七、計畫綜合分析.....	311
7.1 藻礁生態系健康程度指數綜合分析.....	311
7.2 南桃園藻礁生態系健康程度比較.....	313
7.3 附件、建議監測調查項目.....	317
7.3.1 子計畫一、人地之間—觀音新屋沿海社區生態環境與生活產業的互動關係.....	317
7.3.2 子計畫二、桃園藻礁水圈漁類資源保育與社區再造.....	320
7.3.3 子計畫三、觀音新屋沿海社區生態環境與生活產業與蟹類多樣性的關係.....	321
7.3.4 子計畫四、南桃園藻礁海河水系水生無脊椎動物多樣性與社區保育.....	322
7.3.5 子計畫五、白玉至觀音新屋藻礁大型海藻和殼狀珊瑚藻多樣性調查以建立過去社區對藻礁海藻利用之科學資料.....	325
7.3.6 子計畫六、觀音新屋沿海藻礁區之殼狀珊瑚藻群聚動態、柴山多杯孔珊瑚族群生物學與環境因子時空變動研究.....	326
八、研究成果期末報告會議紀錄.....	333
九、107年藻礁研究案成果報告專家複審意見與研究團隊答覆彙整表.....	341
委員#A.....	341
委員#B.....	356
委員#C.....	364

成果摘要

南桃園從白玉至永安擁有數量龐大的埤塘、溪流、沙丘與藻礁，過去曾是北台灣最大的糧倉與重要漁場，同時也是社會人文、生物多樣性與自然環境間交互作用研究重要的場域。例如，觀音到新屋一帶的居民與海洋和土地有緊密的連結，多是靠海或務農為生，發展出獨有的半農半漁文化，而其中永安漁港就成為是全台灣唯一的客家漁港。不幸的，自 1970 年代工業區進駐後，不僅使得農漁業勞動力出走與社區人口嚴重老年化，當地環境也受到工業污染嚴重影響，造成從陸域、淡水域到海域生態系的惡化，導致這個從埤塘、淡水溪流到藻礁所形成的水圈農業生態系與客家文化逐漸消失。為了找回南桃園特有的農漁客家文化的源流與永續發展，本計劃以觀音到新屋海岸線的藻礁生態為本，透過該區域內淡水河系、埤塘、海岸生態系的串連，建構以藻礁水圈環境為主架構的里山海概念，探討此區域內河海的生物多樣性對於該區社區生活產業的影響。

利用質性訪談方法我們發現到當地人與自然環境間具有複雜且多層次的關係。早期人們確實與海洋及土地有緊密連結，訪談間盡是居民靠海或以農維生的重要記憶，在居民回溯過往時，我們記錄到早年當地自然資源的富庶豐饒，也傳達出豐富的傳統生態知識。已被國際自然保育聯盟 IUCN 受威脅物種紅皮書列為瀕危等級的紅肉丫髻鮫和日本鰻，都是當地常見的漁獲，甚至特定的季節，在沿岸潮間帶就有機會捕獲剛出生不久的紅肉丫髻鮫幼鯊，又以大潭地區數量最為豐富。捕撈鰻苗迄今仍是當地漁民冬季重要的傳統產業，是不同世代間特殊的共同記憶。經由居民的生活記憶，也推知觀音新屋藻礁海岸及沿海一帶，長久以來是海洋生物、尤其幼魚重要的棲息熱點，洄游物種往來溪流海洋間關鍵的洄游路徑，從食物鏈底層到高層豐富多樣的物種，如藻類和蝦蟹魚貝皆為當地居民所熟知且利用。過去五十年，在資訊不透明、誤導以及政經社會權力的弱勢處境之下，工業區陸續進駐，開發所帶來的一切，並無法使在地居民安身立命，反而嚴重污染其所居住的沿岸生態與家園環境，整個海岸景觀及農漁生態發生劇變，在地居民與海洋及土地間的連結漸呈斷裂，甚至連過去賴以維生的自然資源及生活產業，亦產生丕變。重新找回人與這片土地之間的連結，將是在地文化傳承與環境永續所必要努力的方向。

生物多樣性的研究資料顯示，儘管工業發展造成農漁人口量流失，原本的半農半漁的海客文化幾近崩解，且各項開發與污染仍持續衝擊從淡水河川、埤塘與沿岸生態，南桃園水圈生態系統仍殘存著許多珍貴生物多樣性與生態資源。這些重要的發現，提供未來以里山海概念為基礎的環境治理，重新塑造海客農漁村文化再生的生態潛能。淡水系與埤塘調查發南桃園五條河川生物多樣性發現毛蟹及字紋弓蟹等兩側洄游的物種，顯示藻礁水圈仍存有生物遷移的廊道。但是，河川水質的評估顯示河口水質於乾雨季皆呈現不佳，可能肇因於長期性的污染，也意味南桃園藻礁水圈生態已暴露於污染的風險。藻礁魚類多樣性與漁業資源調查的結果顯示，在五個共同藻礁樣區（白玉、大潭 G1、大潭 G2、永興、永安）中，以永安及大潭 G2 的物種多樣性與豐富度最高，也是幼魚數量最多的區域，其中被列為瀕危物種紅肉雙髻鯊等高級掠食者也

會利用此地作為幼魚的孵育場所。同時，大潭 G1 及 G2 區域的裸胸鯨種類及數量豐富。在底棲無脊椎動物多樣性的調查中，我們發現 14 科 52 種螃蟹，種類數最多的是永興，其次是大潭 G2 區。每一區域包含了許多種棲地，包含礁體、沙灘、泥灘等。若只比較礁體上的螃蟹物種，可以發現大潭 G1 及 G2 區域的種類最為豐富。地表螃蟹數量最多的是兇猛酋婦蟹，礁體內數量最多的是小型小相手蟹。藻礁底內生物共記錄到軟體動物門、節肢動物門、環節動物門以及星蟲動物門等 8 門共 44 科超過 50 種之底棲生物，其中大潭藻礁 G2 的底內生物群聚，不論在生物的多樣性及豐富度上都顯示優於其他樣站，而被野動法列為一級保育類的柴山多杯孔珊瑚在大潭 G1 與 G2 兩站的豐富度最高，白玉、永興與永安則無發現其蹤跡。

利用 DNA 生命條碼分析藻類多樣性，並且彙整過往已發表殼狀珊瑚藻與耳殼藻相關序列，比對後發現殼狀珊瑚藻約有 24 個種類，耳殼藻約有 4 個種類及胭脂藻 5 種，另外，依 DNA 生命條碼及形態分析，並經彙整文獻與綜合分析顯示，桃園藻礁地區一共發現 49 種大型藻類，其中包括 2 個 2018 年新發表屬，3 個 2018 年新發表種及 2 個臺灣的新記錄種。依統計分析結果顯示，不同干擾程度的微棲地類型及地理位置擁有不同的殼狀珊瑚藻群落組成，造就獨特的桃園藻礁生態系；而分析礁體結構與礁體複雜度結果顯示大潭 G1、G2 與白玉三段藻礁是南桃園藻礁中最為完整，顯著優於現有劃設野生動物保護區觀新藻礁。

本計畫最後總結：從社會人文、自然環境與生物多樣性跨領域研究的結果皆指南桃園的藻礁水圈環境影響著該區塊的社會經濟與社區發展，特別是沿岸藻礁系統連通並支持上游淡水系與埤塘生態的運作。因此，從環境治理的角度而言，依照科學證據重新鑑定藻礁保育的優先性與範圍，是確保成功推動里山海概念與重塑海客文化的磐石。綜合分析本計畫所收集環境、生態與生物多樣性的結果顯示，大潭 G2 和 G1 以及白玉皆優於目前劃設為觀新藻礁生態野生動物保護區內的永興和永安，特別是在藻礁的棲地組成以及棲地複雜度方面更勝於觀新保護區內的核心區。因此，本計畫建議以現行的觀新藻礁生態系野生動物保護區的法源以及界線為基礎，將此保護區擴大為佔地 4825.66 公頃的“南桃園藻礁生態系野生動物保護區”。新的核心區包括以大潭 G1 到目前的觀音藻礁生態系野生動物保護區的核心區範圍，以及將現行的新屋溪出海口永續利用區提升為核心區；現行核心區以南到永安漁港之間的緩衝區與永續利用區維持現行分區使用方式；大潭 G1 以北到白玉則劃為緩衝區。除了南北範圍之外，此保護區預計涵蓋從海岸高潮位往海延伸約四公里至水深約 40 公尺處。唯有大潭藻礁生態系的運作與服務功能獲得完整的保留與維護，以里山海環境治理建構南桃園的海客文化才有機會獲得實踐。

一、人地之間

觀音新屋沿海社區生態環境與生活產業的互動關係

摘要

觀音新屋沿海藻礁海岸，係以數千年歷史、結構完整的超級藻礁建構而成，綿延數十公里，是台灣唯一礁體仍處發育、可持續建構、且生態功能健全的藻礁生態系，具有豐富的生物多樣性以及生產力，造就此區域成為台灣重要的漁場之一，觀音新屋過去更曾是北台灣最大的糧倉。然而自 1970 年代工業區的開發後，漁獲大減、農業式微。本計劃透過與當地居民的口述訪談以及問卷調查，瞭解在地居民長久以來與自然資源間的依存與互動關係，以及整體生活環境的變遷，並進一步探討居民對於環境變遷的態度和看法，同時了解對未來社區發展的期許和建議，以建立當地居民與環境互動的完整圖像，此外，本計劃在當地辦理環境教育課程及淨灘活動，以培養環境科學公民，也讓更多民眾認識和關心藻礁海岸的人文與生態。觀音新屋沿海社區居民與自然環境間具有複雜且多層次的關係，早期在地生活與海洋及土地緊密連結，訪談間盡是居民靠海或以農維生的重要記憶，在居民回溯過往時，清楚描述出早年當地自然資源的富庶豐饒，也傳達出豐富的傳統生態知識。已被國際自然保育聯盟 IUCN 受威脅物種紅皮書列為瀕危等級的紅肉丫髻鮫和日本鰻，都是當地常見的漁獲，甚至特定的季節，在沿岸潮間帶架網的漁民就有機會捕獲剛出生不久的紅肉丫髻鮫幼鯊，又以大潭地區數量最為豐富。捕撈鰻苗迄今仍是當地漁民冬季重要的傳統產業，是不同世代間特殊的共同記憶，為在地居民所津津樂道，經由居民的生活記憶，也推知觀音新屋藻礁海岸及沿海一帶，長久以來是海洋生物、尤其幼魚重要的棲息熱點，洄游物種往來溪流海洋間關鍵的洄游路徑，從食物鏈底層到高層豐富多樣的物種，如藻類和蝦蟹魚貝皆為當地居民所熟知且利用。過去五十年，在資訊不透明、誤導以及政經社會權力的弱勢處境之下，工業區陸續進駐，開發所帶來的一切，並無法使在地居民安身立命，反而嚴重污染其所居住的沿岸生態與家園環境，整個海岸景觀及農漁生態發生劇變，甚而衝擊當地農漁業的發展。在工業開發與追求經濟成長的同時，在地居民與海洋及土地間的連結漸呈斷裂，甚至連過去賴以維生的自然資源及生活產業，亦產生丕變。隨著藻礁及環境議題備受關注，我們亦看到在地社群試圖從中找到立基，維護地方文史或倡議生態保護，嘗試重新找回人與這片土地之間的連結。本計畫讓我們重新思考人與土地間之關係，希冀藉由檢視在地居民與自然資源關係之變遷，反思傳統大破大立的工業開發思維，重新建立起一套由下而上，具有觀音新屋在地特色、並維繫傳統生活形式與生態平衡的永續發展模式。

關鍵詞：人地關係、工業污染、永續發展、森里海、環境退化、藻礁

1.1 計畫序言

海岸地區為海洋與陸地交匯之處，對生物而言，海洋、河流提供養分，形形色色的動植物在此區域孕育、生長、繁衍；對人類而言，近海處具有豐富的生物資源，得以獲取食物來源、維繫生命，港口是供上岸離岸的交通節點，無論對生物或對人類而言，海岸都是具有旺盛生命力的地方。

桃園市的海岸線自北而南，涵蓋蘆竹區、大園區、觀音區和新屋區，綿延 46 公里，其中藻礁北起大園區竹圍漁港、南至新屋區永安漁港，總長約 27 公里。放眼這海陸交界的地帶，既有河流、礫石、沙丘、礁岩交錯縱橫的自然環境，也有村落、農田、廟宇、道路交織的人文景觀，加上近年來眾多人工化的設施如防坡堤、煙囪、風車、廠房等等，翻開桃園的海岸變遷歷史，也正是台灣海岸生態環境變遷的縮影。

本計劃的研究調查主要範圍為觀音新屋沿海白玉、觀音、大潭、保生、永興、永安六里，計畫的目的在於探究觀音新屋地區沿海社區居民其生活產業與在地資源的依存關係，瞭解在地社區居民如何理解當地環境的過去與現況，並進一步探究其對社區環境變遷的態度與看法，及對於未來社區發展的期許和建議。為瞭解觀音與新屋沿海社區居民其生活產業至今是否仍與當地生態環境緊密連結，本計畫將透過文獻史料、田野調查與實地訪談，瞭解在地居民其對於整體生活環境變遷的感受、認知及看法，期待透過研究調查的內容為基礎，得以找回重新連結人與地、人與海、人與自然的契機。

1.1.1 研究調查範圍之基本資料

一、研究調查範圍

本調查研究範圍屬桃園市觀音區白玉里、觀音里、大潭里、保生里及新屋鄉永興里、永安里等濱海六里。

根據我國「海岸管理法」的定義，桃園市海岸地帶的範圍，「近岸海域」以平均高潮線向海三哩涵蓋之海域，加上「濱海陸地」以平均高潮線至快速道路 61 線之陸域，海岸地區面積超過 3 萬公頃。桃園海岸一大特色在於，大堀溪出海口因位於台灣本島西部海岸連至西北海岸重要轉折地帶，為「中華民國領海基點」。桃園受其自然條件的限制，在聚落開發歷程上自桃園南北兩端各河川溪口往平原、內陸擴展，北端為南崁溪口和許厝港口聚落，南端以崁頭厝(今永安)為港口，沿社子溪而上。

在行政治理上，觀音與新屋地區在十七世紀康熙年間，雖隸屬諸羅縣管轄，實則清廷無力設官治理，屬於平埔族原住民的活動範圍。因台灣北部日益重要，至 1731(清雍正 9)年此地區歸屬淡水廳轄區，漢人經百年的移墾漸成聚落，1874(清光緒元)年淡水廳分為淡水、新

竹兩縣，1879（清光緒5）年廢淡水廳，觀音、新屋地區概為臺北府新竹縣桃澗堡、竹北二堡轄區。

日治時期行政區劃變動頻繁，1901（明治34）年改縣置廳，桃仔園廳成立，1905（明治38）年更名為桃園廳，1920（大正9）年施行市街庄制後為觀音庄、新屋庄，隸屬新竹州中壢郡（如圖1-1），轄下分別設有16和20個行政單位「大字」。

戰後，1946年改制為觀音鄉、新屋鄉，隸屬於新竹縣，大字亦改制為村。1950年桃、竹、苗分治，改隸為桃園縣。2014年12月桃園縣升格為直轄桃園市，觀音鄉、新屋鄉改制為觀音區、新屋區，村亦改制為里。從圖1-2至圖1-4中標示自清領至日治沿用的傳統地名：白沙墩、石觀音、大潭、茄荖坑、大牛欄、炭頭厝，即為本調查研究範圍內的白玉、觀音、大潭、保生、永興、永安六里。

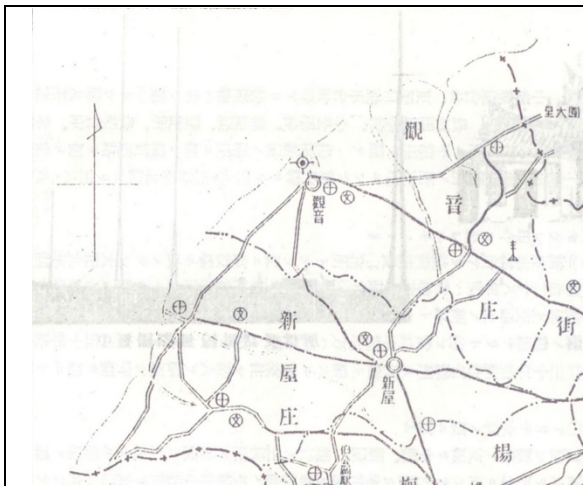


圖 1-1.《中壢郡管內圖》(局部)，1934(昭和9年)
出處：〈中壢郡要覽〉《新竹州郡街庄概況零存》

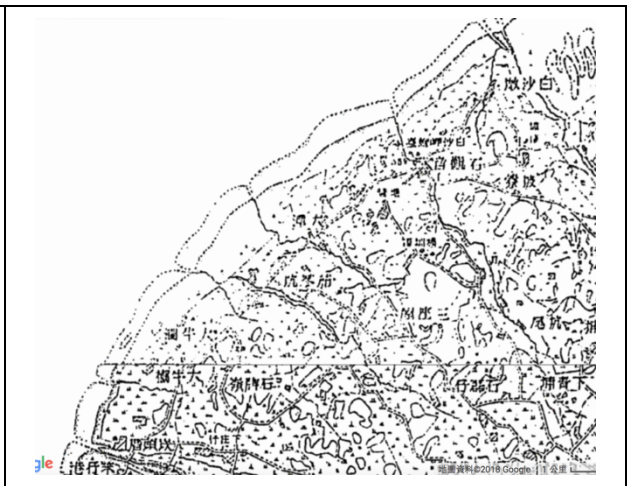


圖 1-2.《日治十萬分一台灣圖》，1905(明治38年)
出處：中研院人社中心台灣百年歷史地圖網站



圖 1-3.《桃園廳管內圖》(局部)，台灣日日新報，1906(明治39年)
出處：中研院台史所台灣研究古籍資料庫網站



圖 1-4.《日治行政區街庄》
出處：中研院人社中心台灣百年歷史地圖網站

(一) 自然地理環境

桃園沿海地帶遠望平坦單調，近看卻是不同質地的地貌：沙岸、沙丘、礫石灘、礁岸。溪河入海帶來豐富的漂沙，隨沿岸流及漲退潮移動飄送，在地勢較平緩地區堆積成沙灘，受到沿海空曠地區強大的風力吹送成為風吹沙，堆積成平行海岸的沙丘，包括海湖沙丘、沙崙沙丘、草漯沙丘、觀音沙丘、大潭沙丘、永安沙丘。桃園海岸變動上具明顯的夏淤冬刷的現象，以觀音海水浴場及永安漁港北側淤積較為顯著，但在新屋溪至永安漁港北側之間(即大潭電廠南岸)海岸線後退情形較為劇烈，部分海岸線甚至已退至堤趾處(桃園海岸生態保護白皮書，2017: 32-34)。

桃園地理景觀獨具特色，因主要河川大漢溪被襲奪改道淡水河，台地上各溪流以接近「放射性水系」向海岸輻散。本研究調查範圍內自北而南有大堀溪(舊名大堀川溪)、白玉溪、觀音溪(舊名白沙岬溪)、保生溪(舊稱小飯壠溪、茄苳坑溪)、新屋溪、後湖溪、社子溪(舊稱笨仔港溪、坎頭厝溪)橫貫其間，所流經的沿海平原是沿海六里主要的農業生產地帶。

大小河川流出山地而堆積成的桃園沖積扇，因地殼抬升形成現今的台地地形，土壤層主要由下部的礫石層和上部的紅土層所組成。根據陳正祥在《台灣地誌》的描述，該環境只需挖些紅壤的表土，下坡處築條土堤，即可留水成池，造出儲蓄雨水、灌溉農田的埤塘(溜池)。桃園沖積扇扇面緩斜，雨期有豐沛的雨水，加上地表為黏重的紅壤，使埤塘不虞漏水(陳正祥，1993: 1108, 1110)，這些地理地質條件正是造就桃園成為千埤之鄉不可或缺的條件。

(二) 人口與產業概況

1. 人口概況

根據桃園市政府主計處 2002-2017 年的統計數據，桃園市轄區內各區相比較，除復興區外，新屋區和觀音區長期以來為全桃園市戶數及人口數最少、人口密度最低的兩行政區。其中兩區的成長幅度有所不同，新屋區的戶數及人口數成長有限，觀音區相較新屋區成長幅度大。

本研究範圍的白玉里、觀音里、保生里、大潭里、永興里、永安里六里，根據桃園市政府戶政事務所 2012-2018 年底統計資料顯示，此六里總人口數變化不大，約在 1 萬 2 千多人左右(表 1-1)，其中以觀音里人口數最多、其次為永安里、保生里、大潭里。

表 1-1. 2012-2018 年底研究區六里人口數

行政區	村里	人口數						
		2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年
觀音區	觀音里	3223	3229	3243	3272	3271	3326	3301
	白玉里	1295	1274	1268	1267	1381	1260	1148
	大潭里	1852	1861	1843	1892	1879	1953	1986
	保生里	2429	2432	2422	2436	2457	2441	2495
新屋區	永興里	1117	1125	1119	1115	1118	1133	1126
	永安里	2786	2759	2692	2689	2633	2586	2559
合計		12702	12680	12587	12671	12739	12699	12615

資料來源：觀音區戶政事務所網站、新屋區戶政事務所網站

2. 農漁產業概況

綜合《觀音鄉志》和《新屋鄉志》於農業篇的說明，昔日觀音、新屋和大園有桃園三大米倉之稱，農業一直以來為觀音區和新屋區的重要產業（尹章義，2008；尹章義，2014）。在耕地面積方面，1970年代農業興盛時期，觀音區與新屋區皆能維持在6千公頃以上的耕地面積，然而自1970年代中期以後，觀音鄉的耕地面積便持續減少，如表1-2所示：近十年（2008-2017）新屋區尚能維持5千公頃以上的耕地面積，觀音區自2010年後已降至5千公頃以下，即使如此，新屋區與觀音區仍分佔桃園市各區耕地面積第一、二名。在農業戶數與人口數方面，觀音區於1967年農戶數超6千戶、1972年農業人口將近4萬人為高峰期，在1980年代中期減到3萬人以下，由新屋區超越成為近年來桃園市農戶數及人口數第一位，為桃園市最重要的農業生產區域。

兩區皆以稻米為農產大宗，其他作物包括甘藷、花生等。其中觀音西瓜曾頗負盛名，1970-1990年代間為觀音鄉最重要的蔬果作物。近年來隨著農田休耕、農地徵收各種因素影響，觀音區及新屋區原有耕地逐年減少，結合觀光的休閒農業隨之興起。

表 1-2. 2008-2017 年桃園市觀音區與新屋區耕地面積統計資料（單位：公頃）

年	觀音區	新屋區
2008	5 020.46	5 491.32
2009	5 011.12	5 489.02
2010	4 932.42	5 473.44
2011	4 871.94	5 420.32
2012	4 774.61	5 415.70
2013	4 771.40	5 409.34
2014	4 768.97	5 408.34
2015	4 781.49	5 406.80
2016	4 779.91	5 382.66
2017	4 777.43	5 378.86

資料來源：桃園市政府主計資料庫網站

根據《觀音鄉志》和《新屋鄉志》漁業資料分析，桃園沿海漁業條件欠佳，多淺灣小港，使得漁業活動多所限制，主要為沿海漁撈，且漁業多為副業。以漁業戶數來看，新屋區的漁戶數多維持在600戶以上、千戶以下，觀音區漁戶數於2004年以後已降至百戶以下；在漁業人口數方面，觀音區於1960年代漁業人口最多將近3千人，2000年代後期已降至3百餘人，兩相比較漁業人口已減少將近十分之一（尹章義，2008；尹章義，2014）。根據2017年觀音區及新屋區漁業從業人口統計（表1-3），漁業活動以沿岸漁業為主，兩區合計有605位專兼業從事漁業活動，其中新屋區有302位專業沿岸漁業之漁民。

新屋區因有全台唯一以客家族群為主的漁港—永安漁港，是帶動近岸及沿海漁業活動及維持傳統客庄捕魚文化的重要據點。永安漁港漁獲種類以鰻、鱈、小卷、烏魚、鯉、鯊、黃花魚等為主，漁獲量主要供銷外縣市為主，2016年漁產量為326公噸，漁產量佔桃園市整體漁業（養殖漁業、內陸漁撈及海洋漁業）約16%。永安漁港與竹圍漁港皆以沿岸（3海裡內）家計型漁業為主，因近年海洋漁業資源銳減，漁港的功能已逐年朝向休閒娛樂發展¹。

表 1-3. 2017 年桃園市觀音區和新屋區漁業從業人員統計

區別	總計			沿岸漁業			內陸漁撈業			內陸養殖業		
	合計	專業	兼業	合計	專業	兼業	合計	專業	兼業	合計	專業	兼業
桃園市	3,281	1,057	2,224	2,992	1,055	1,937	281	-	281	8	2	6
新屋區	424	302	122	420	300	120	-	-	-	4	2	2
觀音區	181	100	81	180	100	80	-	-	-	1	-	1

資料來源：桃園市政府主計處網站 106 年農林漁牧統計表 4-7，本計劃整理

3. 研究區附近之文化資產現況

- (1) 市定古蹟：桃園市市定古蹟共 21 處，觀音新屋地區有兩處，分別為新屋區的「新屋范姜祖堂」及觀音區的「觀音白沙岬燈塔」（表 1-4）。
- (2) 歷史建築：桃園縣歷史建築登錄的工作始於 2003 年，截至 2018 年 6 月 19 日共登錄 85 筆歷史建築（根據「桃園歷史建築清冊」²），其中新屋區一處，為「新屋農會倉庫」；觀音區兩處，為「草漯石門水庫移民新村衛生室」和「國際電話株式會社觀音崙坪受信所設施群」（表 1-4）。
- (3) 其他：列冊遺址有一筆，位於新屋區笨港里的「榕樹下遺址」；桃園市文化局列冊追蹤之「桃園市公有建造物及附屬設施群」包括觀音區「觀音新坡國小西棟校舍及教職員宿舍群」以及新屋區蚵間里「新屋蚵間石滬群」，為蚵間 2、3 以及 6 號石滬。

¹ 桃園市政府主計網站「桃園市政府市政統計通報 105 年漁港別漁產及漁船筏數」，2017 年 7 月公告，2019.01.02 查閱。

² 桃園市政府文化局網站〈歷史建築一覽表〉，2018.12.25 查閱。

表 1-4. 觀音鄉與新屋鄉境內文化資產彙整

文化資產	名稱	種類	公告日期	行政區	地址或位置	定著土地之範圍
古蹟	新屋范姜祖堂	祠堂	1985.08.19	新屋區	桃園市新屋區 新生里中正路 110巷9號	桃園市新屋區中正段 197、198地號
	觀音白沙岬燈塔	燈塔	2002.09.02	觀音區	桃園市觀音區 新坡下16號	桃園市觀音區觀新段 119地號
歷史建築	新屋農會倉庫	其他	2004.10.13	新屋區	桃園市新屋區 新屋里中華路 242號 桃園市新屋區 新屋里福德街 13-4號	桃園市新屋區新生段 新生小段384、413、 1282、1284-0001、 1291、1291-0001、 1291-0002地號
	草漯石門水庫移民新村衛生室	衙署	2017.04.06	觀音區	桃園市觀音區 草漯里15鄰草 漯280號	桃園市觀音區忠孝段 375地 號
	國際電話株式會社觀音崙坪受信所設施群	產業設施	2018.05.30	觀音區	桃園市觀音區 崙坪里福山路 「崙坪文化地 景園區」內	桃園市觀音區富忠段 170-3、172、174、182 地號

資料來源：桃園市政府文化局網站，2018.12.27 查閱

(三) 六里概述

1. 白玉里

舊名「白沙墩」、「白沙屯」，範圍較大，涵蓋今觀音區廣興、白玉二里，成莊甚早，成書於1894（清光緒20）年的《新竹縣采訪冊》記載：「白沙墩莊，在縣北五十五里。戶三十五，丁口二百九十六。」（陳朝龍，1962:62）（圖1-5、圖1-6）。日治時期仍保留「白沙墩庄」、「白沙屯」舊地名，戰後白沙屯、下庄子合併定名為白玉村。2014年桃園縣升格為直轄市，白玉村改制為白玉里。里內有一「歐氏古井」³，為當地歐家飲用之水井，自歐氏族人定居此地時所開鑿，目前水井仍在使用中，有百餘年之久。

白玉里為閩南、客家聚居地區，根據《觀音鄉志》記載居民以黃、徐、林、許等姓為主，其中黃姓家族成員多為閩客通婚，因當地閩客族群互動影響，形成特殊的語言現象，稱之為「閩式客家話」。

³ 客家雲網站 <http://cloud.hakka.gov.tw/details?p=%2066192>，2018.12.28 查閱。

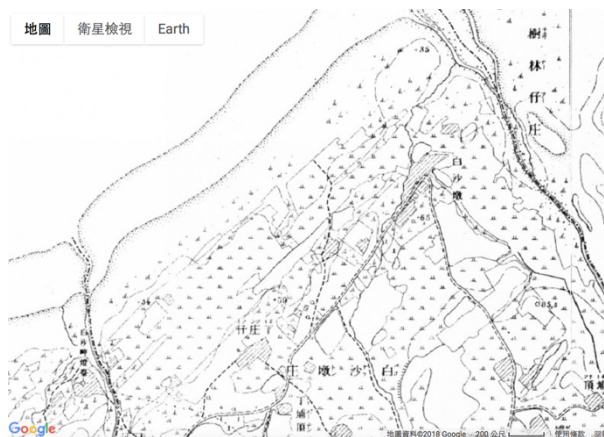


圖 1-5. 《台灣堡圖》，1904 (明治 37 年)
出處：中研院人社中心台灣百年歷史地圖網站



圖 1-6. 《2015 福衛二號影像》
出處：中研院人社中心台灣百年歷史地圖網站

2. 觀音里

地方相傳農民在小溪中拾得酷似觀音之石像，加以供奉，因其靈驗吸引人群參拜，促使地方發展，故「石觀音」逐漸演變為地名，日治時期沿用為行政區名，戰後定名為觀音村，2014 年桃園縣升格為直轄市，觀音村改制為觀音里。地方名剎甘泉寺，史載「在石觀音街，距縣治北五十五里，同治元年，相傳甘泉中得一石像，酷肖觀音，土人立一小寺；後累次改建，光緒二十年，曾阿房等重新改造，廟宇九十四坪零八勺、地基三百八十坪零四勺」(陳朝龍等，1962: 117)。觀音溪口南岸，於日治時期建有一白沙岬燈塔，1898 (明治 31) 年動工，1901 (明治 34) 年完工，至今矗立在觀音區海岸，是重要的地標與景點 (圖 1-7、圖 1-8)。

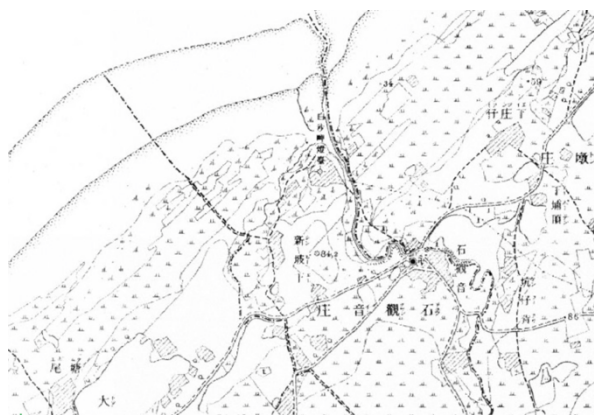


圖 1-7. 《台灣堡圖》，1904 (明治 37 年)
出處：中研院人社中心台灣百年歷史地圖網站



圖 1-8. 《2015 福衛二號影像》
出處：中研院人社中心台灣百年歷史地圖網站

3. 大潭里

「大潭」地名由來已久，初為一地形名，1871（清同治 10）年《淡水廳志》在「古蹟」（指天然勝境、地擅名區者）記載「大潭：在大溪墘，多產魚」（陳培桂，1977:330）⁴。成書於 1894（光緒 20）年《新竹縣采訪冊》記載：「大潭陂，在縣北四十五里·於上游十里溪尾引山阮水西行一里許至橫圳頂，折而南行三里許，又折而西行三里至大潭莊瀦為陂。周廣四里，溉田百餘甲。」並註明「今查此潭雖名為潭，其實為陂，用亦在陂；故列於水利。」（陳朝龍，1962:163）昔日大潭莊包括四個小村落：大潭、小飯壠、塘背、塘尾，戰後大潭、小飯壠劃為大潭村，塘背、塘尾為武威村（圖 1-9、圖 1-10）2014 年桃園縣升格為直轄市，大潭村改制為大潭里。

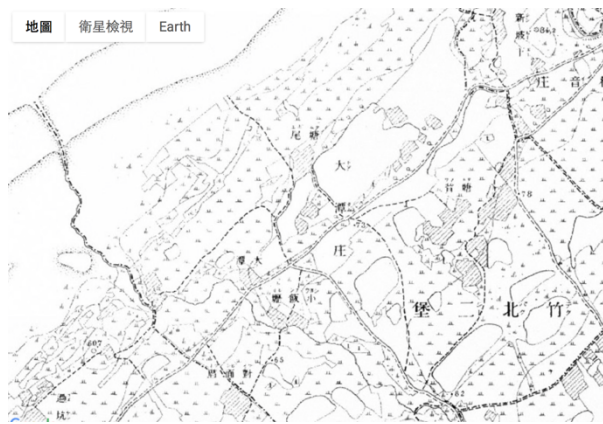


圖 1-9. 《台灣堡圖》，1904（明治 37 年）
出處：中研院人社中心台灣百年歷史地圖網站



圖 1-10. 《2015 福衛二號影像》
出處：中研院人社中心台灣百年歷史地圖網站

4. 保生里

舊名「茄苳坑」，意指沿岸長滿茄苳的溪河（客語的「坑」意指溪或河），昔日茄苳坑庄涵蓋對面厝、兩座屋，日治時期沿用為行政區名，戰後因地方廟宇溥濟宮奉祀保生大帝，故定名為保生村，2014 年桃園縣升格為直轄市，保生村改制為保生里。在地習以台 15 線分隔區分「上保生」與「下保生」兩生活地理區域（圖 1-11、圖 1-12）。本里百分之九十以上為客家人，是典型的客家聚落。

⁴ 《新竹縣采訪冊》列為大潭陂，「今查此潭雖名為潭，其實為陂，用亦在陂；故列於水利」。

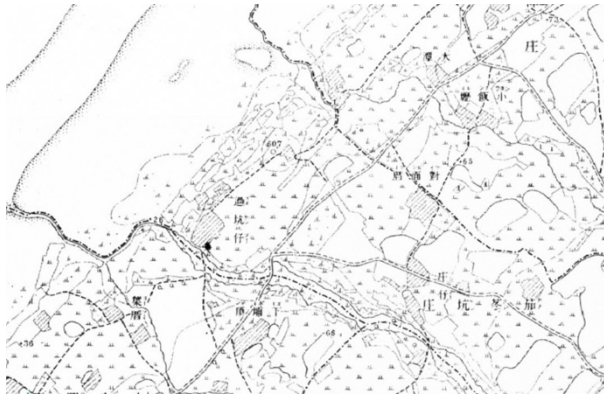


圖 1-11. 《台灣堡圖》，1904 (明治 37 年)
出處：中研院人社中心台灣百年歷史地圖網站



圖 1-12. 《2015 福衛二號影像》
出處：中研院人社中心台灣百年歷史地圖網站

5. 永興里

舊地名「大牛欄」，日治時期分為大牛欄、葉屋、後湖、下埔頂等小莊。戰後設大欄、下埔二村。地名起源據稱此地原是濱海荒埔，草類茂生。1959 年的「八七水災」損失尤其慘痛，為求永旺長興，於 1967 年改名永興村，2014 年桃園縣升格為直轄市，永興村改制為永興里。永興里以葉姓為最大姓氏，約佔全里人口 80%，家族建有葉五美祖塔及祠堂，每年清明祭祖活動引來數千人參加，族群係屬福佬底（指靠近客家族群居住地，受客家文化影響、閩客雙語的閩南人），因遷徙與移墾過程與客家人產生互動，並習得客語能力（行政院客家委員會，2011: 31）（圖 1-13、圖 1-14）。根據葉家後代受訪者（O05）表示，家族自中原歷代遷徙，1589 年遷廣東陸豐，1738 年遷至新屋永興，其中 15 代住過閩南庄，廣東與台灣時皆客家庄，430 年以來保留對內閩南話、對外客家話的獨特語言習性。



圖 1-13. 《台灣堡圖》，1904 (明治 37 年)
出處：中研院人社中心台灣百年歷史地圖網站



圖 1-14. 《2015 福衛二號影像》
出處：中研院人社中心台灣百年歷史地圖網站

6. 永安里

舊地名「崁頭厝」，地名來由是因先民在河口內方河崁頂上建屋，從港埠看來，屋在高崁上，故名崁頭厝。日治轄有崁頭厝與下庄子二小村落，1959年改名永安村，2014年桃園縣升格為直轄市，永安村改制為永安里。永安里內有較多大姓的家族，以現今西濱公路(台15線)為界，台15線以西有郭家、歐家、姜家，其族群屬性以福佬人(閩南一帶的移民)為主，農閒時會在沿岸從事漁業活動；台15線以東為陳家、曾家與徐家，此區塊以客家人為大多數，從事活動單純以務農為主(行政院客家委員會，2011:31)(圖1-15、圖1-16)。

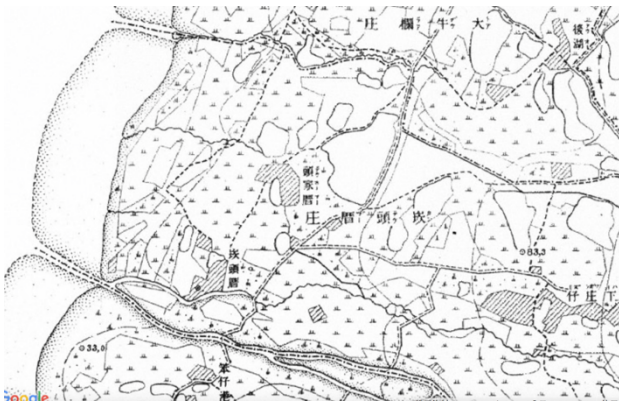


圖 1-15. 《台灣堡圖》，1904 (明治 37 年)
出處：中研院人社中心台灣百年歷史地圖網站



圖 1-16. 《2015 福衛二號影像》
出處：中研院人社中心台灣百年歷史地圖網站

二、重要文獻參考

(一) 地方歷史文獻與方志

為深入探討地方的歷史人文、社會經濟產業演進，在相關歷史文獻上，本計畫參酌了清代《淡水廳志》(陳培桂，1977)、日治《桃園廳志》(桃園廳，1906)，以及戰後桃園縣政府的官修縣志，包括重修《桃園縣志》卷四經濟志(桃園縣政府，1979)及《新修桃園縣志》(賴澤涵，2010)。《新屋鄉志》(尹章義，2008)和《觀音鄉志》(尹章義，2014)詳述兩鄉之地理環境、歷史移民拓墾、經濟產業與人文資源，皆為本計劃之重要參考。

(二) 中央及地方政府重要公告及施政計畫

1. 國家氣候變遷調適行動方案 (2013-2017)

為因應氣候變遷，政府於 2012 年核定「國家氣候變遷調適政策綱領」，行動計畫年期為 2013-2017 年，其中包括海岸領域行動方案和農業生產及生物多樣性領域行動方案，皆與本計畫相關。

海岸領域行動方案指出越來越多的海岸地區開發利用行為，包括工業區、核能及火力發電廠、廢水處理及垃圾掩埋場、海岸保護工程設施等等，使得海岸地區土地發生競用、誤用、濫用情形亦相對提高，造成海岸地區生態環境面臨重大衝擊。桃園海岸地區現況除原有之沙丘已有後退之趨勢，防風林也逐漸消失，尤其海岸人工化及保安林防災機能退化，皆不斷削弱沿海地區因應氣候變遷衝擊之調適力。

農業生產及生物多樣性領域行動方案則指出，氣候變遷衝擊農業生產及生物多樣性，在漁業生產上，海水溫度上升會導致海洋漁業資源數量改變，漁場位移或消失，魚群洄游路線改變；在河川及淡水生態系上，氣候變遷導致極端氣候發生，造成河川擾動增加、影響河川的物理化學結構及生物組成，影響河川生態系功能的發揮；在海岸與沿海濕地生態系上，海平面上升，暴雨颶風的頻度與強度增加，造成海岸土地淹沒、海岸侵蝕與海岸線退縮等等，導致多樣的海岸棲地及其功能消失，而人為的破壞與氣候變遷所產生的複合效應威脅更大。

2. 《桃園觀新藻礁生態系野生動物野生動物保護區保育計畫書》(桃園縣政府農業發展局, 2014)

2007 年中油開挖海底天然氣輸送管線供台電大潭電廠使用，使藻礁議題浮上檯面，藻礁分布面積最廣的觀音沿海，由於工業廢水污染等原因造成藻礁嚴重生態浩劫，為了保護藻礁生態系的完整性及景觀生態資源，桃園縣政府依「野生動物保育法」劃設「桃園觀新藻礁生態系野生動物保護區」，以保護河口藻礁海岸生態系及其棲息之野生動植物，屬於海洋生態系、河口生態系之複合型生態環境，其範圍以觀音區保生里大潭電廠進水口南堤以南，至新屋區永興里、永安里藻礁海岸，含小飯壠溪河口、新屋溪河口。行政區界位於桃園市觀音區保生里、新屋區永興里及永安里內，2014 年 7 月 7 日公告生效，全區面積計 315 公頃，分為核心區 47 公頃、緩衝區 81 公頃以及永續利用區 187 公頃。

3. 《桃園埤圳重要濕地(國家級)保育利用計畫》(內政部, 2017)

桃園埤圳濕地歷經 2007 年國家重要濕地評選程序評定、2011 年公告列為國家級重要濕地、2015 年「濕地保育法」施行後確認，惟桃園埤圳濕地範圍幾經變動，參考下表：

表 1-5. 列為國家級重要濕地之桃園埤塘口數

歷程 (民國)	依據	埤塘 (口)	水域面積 (公頃)
2011 年公告	2003 年原桃園縣航空正攝影像	3,345	2,974
2015 年公告	2011 年農委會農林航測所正射影像	348	1,120
2016 年範圍訂正	排除 8 處埤塘	340	1,115.29

資料來源：彙整保育利用計畫

該計畫除將桃園濕地埤塘劃設核心保育區與環境教育區外，其餘埤塘均劃設為其他分區（水資源涵養區），主要空間位在新屋區、觀音區等桃園文化景觀區內，希望維持原有埤塘水利、農用、防災等功能，並營造良好生態環境、保存既有景觀廊道。

4. 《 2017 桃園海岸生態保護白皮書 》（桃園市政府，2017）

《桃園海岸生態保護白皮書》是由桃園市政府環保局委託中央大學所研擬的桃園海岸生態保護政策白皮書，內容進行桃園市自然環境、人文社經發展、氣候變遷分析，並針對桃園沿海進行海岸生態調查，提出海岸環境的十二項重大課題、七項對策及永續發展方案。方案中將桃園海岸分區，劃設保安林、許厝港、觀新藻礁以及白沙岬燈塔等區位為一級海岸保護區，草漯沙丘及新屋石滬為二級海岸保護區；進而提出海岸分區保（維）護計畫和海岸生態永續發展計畫。

海岸生態調查將海岸分為五個區段，其中觀音大潭段（富林溪口至大潭電廠進水口）及觀新藻礁段（大潭電廠至永安漁港）兩區段亦即本調查研究範圍。白皮書認為觀音大潭段不論陸域生物或水域生物，其數量與多樣性皆比其他區域低，屬於未來需要加強保育與復育的區域；觀新藻礁段因人為影響相對較低、生態系的完整性高，加上其地理景觀的特殊性，未來應以監測及保育為首要目標。

（三）重要調查研究計畫

1. 《桃園大圳及光復圳系統埤塘調查研究》（行政院客家委員會，2003）

客委會於 2003 年委託中原大學陳其澎教授調查研究桃園大圳及光復圳系統埤塘，包括由桃園農田水利會管轄並包括一些已經消失填平及水利會解除列管的埤塘，桃園大圳調查數量為 211 座，光復圳由水利會管轄的埤塘計有 60 座，故該計畫一共調查埤塘計 271 座，地毯式調查各埤塘坐落位置、面積、形成時間、存在樣貌、地理環境、生態與人文社區概況、管理維護情形等等。

如表 1-6 所顯示，該計畫範圍內共有五處埤塘包括第 11 支線第 16、17 和 23 號池及第 12 號支線第 17 和 19 號池，其存在歷史悠久，皆於清領時期即開闢，雖幾處埤塘部分歷經填埋，然而大致維持完整埤塘生態。

該計畫範圍內以桃園大圳位於觀音區保生社區的第 11 支線第 16 號埤塘，不僅具有獨特的水邊景觀及水鳥生態相，更緊鄰村民的信仰中心溥濟宮，結合埤塘、傳統信仰、聚落生活空間，體現出獨具特色的埤塘文化（圖 1-17）。



圖 1-17. 保生社區第 11 支線第 16 號埤塘

資料來源：《桃園大圳及光復圳系統埤塘調查研究》

表 1-6. 桃園大圳位於本計畫範圍內之埤塘（2003 年 9 月間調查）

名稱	座落位置	形成時間	說明	蓄水面積 (公頃)	灌溉面積 (公頃)	水深 (公尺)
第 11 支線 第 16 號池	觀音鄉保生里 桃 94 線道旁	清領時期	1. 清末形成以來即為兩口，至日治末期才合為一口。 2. 因埤塘附近較無工廠與大型聚落，水質尚可，埤塘以灌溉與養魚為主，魚種有福壽魚、草魚...等 3. 在埤塘旁有一間溥濟宮（保安宮），供奉保生大帝，光復後因而將此地改名保生村。	6.6160	58	2.7
第 11 支線 第 17 號池	觀音鄉保生里 桃 94 號公路旁	清領時期	1. 在清代即已形成，而到日治時期，桃園大圳開鑿後，形狀確定至今。 2. 有相當多的鳥類會在此棲息，尤其冬季會有候鳥停留。	10.7770	211	2.6

			3.承租者飼養草魚為主，也有少數的野生吳郭魚。			
第 11 支線 第 23 號池	觀音鄉大潭里 台 15 號公路， 濱海路大潭段 塘委 27 號	清領時期	1.根據 1955 年的地圖，顯示東 北方約 1/5 面積已填為農田， 可能在日治末期即已填平。 2.有鳥類棲息於此，植物群多分 佈於北方與西方。 3.埤塘附近有座古厝「隴西堂」 惜無人居住。 4.2003 年調查指附近將有華碩 工廠座落，埤塘會提供工業用 水。	12.4638	139,82	3
第 12 支線 第 17 號池	新屋鄉永安里 台 114 線永安 段旁（中山西 路三段）	清領時期	1.此處生態單純，埤塘水中養 魚，多為吳郭魚、福壽魚、鱧 魚等。 2.環境單純，附近無工廠等人工 設施，管理尚稱良好，少有人 為污染。	5.8480	72.8	2.7
第 12 支線 第 19 號池	新屋鄉永安里 台 15 號公路 永安段（西濱 公路）	清領時期	清末時在台 15 號公路（西濱公 路）東側約有三分之一面積，大 圳開鑿前後，將東側宛如魚尾部 分填為農地，而向西擴張面積， 迄今。	11.6242	88.48	2.6

資料來源：《桃園大圳及光復圳系統埤塘調查研究》，本計劃整理

2. 《桃園縣文化景觀類文化資產普查計畫》（桃園縣政府文化局，2007）

此普查彙整桃園縣文化景觀類資產，其中第一類建議儘速登錄為桃園縣文化景觀者有 10 件，位於觀音新屋轄區內、符合文化景觀登錄基準者包括「石門大圳灌溉系統及石門水庫移民新村文化景觀」與「桃園大圳灌溉系統文化景觀」。

承接以上調查的基礎，桃園縣文化局復於 2009 年委託黃俊銘與陳其澎兩位進行「石門大圳灌溉系統文化景觀潛力點調查研究」、2010 年委託陳其澎完成「桃園縣世界遺潛力點—埤圳保存推動計畫成果報告書」，進行涵蓋桃園大圳及石門大圳的「桃園台地埤圳系統」登錄列入世界遺產之潛力點先期作業。

1.1.2 觀音新屋沿海社區地景變遷

本章節希望透過歷史文獻資料的文字與圖片，嘗試勾勒出數百年來，自清領前後、日治至近代不同時期此地區多樣、多重意義的人文自然地景樣貌，追尋沿海地區人與環境之間曾經有過的人與海、人與溪河、人與土地的密切互動、生活記憶及文化經驗，在現今的環境保育與經濟發展的衝突拉扯上，重新連結過往的歷史經驗與情感。

當今在觀音新屋兩區內，可看到大尺度地景的明顯變化，首先從新屋沿海岸要道北上，經過永安漁港地標觀海橋和漁貨中心，可見大批漁船停泊在港內，從漁港延伸出一列列海堤或消坡塊，堤防旁出現大片木麻黃、黃槿或海欖果等濱海植物，進入新屋客家庄傳統農村聚落，常見紅磚三合院散落在蓊鬱的防風林內緣，房舍間小路穿梭，附近或分布有兼具蓄水、灌溉與養殖等多功能的埤塘。往觀音方向前進，地景則逐漸改變，海岸地帶開始出現大片的工業區、電廠、風車、大型突出海堤等設施，政府在公有地上創造出截然不同的人工地景。

一、沿海地帶的歷史記憶

(一) 通行南北的沿海舊官道

自竹塹迄南嵌八九十里，不見一人一屋，求一樹就蔭不得；掘土窟，置瓦釜為炊，就烈日下，以澗水沃之，各飽一餐。途中遇麋、鹿、麇、麂逐隊行，甚伙，驅獫狁獲三鹿。

十七世紀的新竹、桃園台地一帶究竟是何景象？藉由郁永河 1697 年來台後所撰的《裨海紀遊》，上述文字在描述沿途不見一人一屋、求一樹不可得的原始荒涼景觀，後人得以想像當時的情景。郁氏途經竹塹至八里坌此段，由於當時桃園台地為平埔族「宵裏社番」、「龜崙社」所據，故繞行沿海通道，即所謂舊官路：「此舊官路起自竹塹社、渡鳳山溪，經紅毛港（新竹新豐紅毛村）、笨港仔（桃園新屋笨港村）、石觀音（桃園觀音觀音村）、白沙墩（桃園觀音廣興、白玉二村）、草羅（桃園觀音草漯、保障二村），而至南嵌。」（盛清沂，1981:158）

受到地形地勢影響，桃園的溪流短急，東南—西北向輻散入海，昔日以「九十九溪」形容平原上眾多溪流縱橫，每遇陰雨，一片天昏地暗的淒慘景象：

竹塹過鳳山崎，一望平蕪；捷足者窮日之力，乃至南嵌。時有野番出沒，沿路無村落，行者亦鮮；孤客必倩熟番持弓矢為護而後行。野水縱橫，或厲、或揭，俗所云九十九溪也。遇陰雨，天地昏慘，四顧悽絕；然諸山秀拔，形勢大似漳、泉。若基置村落、設備禦，因而開闢之，可得良田數千頃（周鍾瑄，1962）。

(二) 沿海礁砂的天然屏障

桃園沿海遍佈砂礫、礁岸，對於海上運輸而言，形成是一道天然屏障，拓墾先民難覓良港泊船，間接影響到地區的發展。成書於 1871 (清同治 10) 年之《淡水廳志》，所附「沿海礁砂形勢圖」可見台灣西北部沿海沙洲地形，更描述因沿岸礁砂密佈所致，難有舟楫之便，尤其桃園新竹沿海砂石相錯，船隻若遇風浪衝向礁岸，多所損毀 (陳培桂，1977；圖 1-18)。

環淡皆海，礁砂沿邊如星羅棋布，匪船多不敢近邇。惟雞籠一口，匪艇最多。……其餘如南崁港、許厝港、紅毛港，皆砂石相錯，大船難近。遇風沖礁，雖極堅洋船必破。(陳培桂，1977: 3)

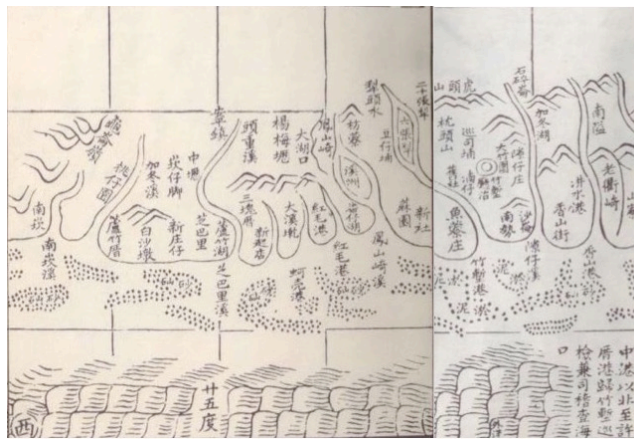


圖 1-18. 《淡水廳志》，沿海礁砂形勢圖，局部自行合成。

(三) 拓墾時期的海港口聚落

台灣吸引閩粵移民來台，港口成為落腳台灣的首站，或由港口溯溪而上，或以港口為根據地建立市街，港口成為地域之間人群與物資的交流節點，且在陸運尚未發達前，內地的互通有無，也是仰賴船舶與港口的水運功能。

清康熙、雍正年間，北部拓墾方興未艾，竹塹至南崁地帶為台灣西部較晚開發的地區，拓墾侷限於竹塹附近，桃園地區港口僅有南崁港一港。隨竹塹地區積極開發，淡水廳治移至竹塹城，淡水至竹塹之間的沿岸河口港應時而起，如許厝港、蠔殼港、紅毛港和油車港等。因應北部丘陵生產重要貿易作物—茶與樟腦的轉運，桃園沿海港口也達到巔峰，如南崁港、許厝港、崁頭厝港、笨仔港、蠔殼港等。

桃園地區多山嶺台地，僅沿海及沿河流地帶有狹小平原，在天然條件不佳的情況下，桃園的開發較台灣其他各地緩慢。荷鄭時期並沒有顯著的漢人聚落街莊，清領以後才漸漸有大批漢人來桃園開墾。就大桃園空間發展來看，較之內陸的商業集散與河港聚落，拓墾時期的海港口聚落，如南崁港、許厝港、崁頭厝港等，為移墾先民上岸的據點，故沿海地帶最先開發，漸

次擴及桃園中、南部，而本研究地區因位於桃園沖積扇溪河下游，又接海路，故為桃園地區漢人較早開闢之區塊。

根據《觀音鄉志》與《新屋鄉志》對清代方志文獻的彙整，有關本地聚落的出現，以開墾年代來看，歷經康、雍兩代之移民聚集，街莊漸次形成，雍正時期大溪墘莊最先出現，往北漸至白沙墩莊，石觀音莊、街，清治末期，各聚落分佈大抵成形（尹章義，2008；尹章義，2014）。

陸路交通尚未發達前，沿海鄉鎮的物資流通依靠海運，清末至日治初期蘆竹的南崁港為桃園地區重要口岸，進行兩岸貿易交通往來，而石觀音港、蚵殼港、崁頭厝港、許厝港為小型港口，以小型船舶（戎克船）與淡水港、後龍港、舊港等沿海港口往來，運送肥料、農產與日常雜貨等。根據《桃園廳志》對桃園地區港灣的記載：「本廳沿海一帶之地勢，乃是向海面突出之細破層，每當退潮時就出現廣達數町斥鹵之地，滿潮時則變成水底沙洲，常颱風並導致沙塵飛揚、沿海朦朧一片。雖不能說毫無適合停泊船隻之處，勉強有石觀音港、南崁港、蚵殼港、崁頭厝港、許厝港等，皆是溪流注入大海之小灣，灣底過淺而無法停泊大型船隻，僅可停體積五十石的支那小船，搭載肥料、農產品、雜貨物，往來於台北廳淡水港、苗栗廳後龍港、新竹廳舊港之間。」（桃園廳，1906: 104）⁵

（四）埤塘與水圳之農業地景

星羅棋布的埤塘（陂塘）散佈在廣大的桃園台地上，這「千塘之鄉」見證了先民如何利用地勢克服旱澇、引水施作、改造良田的智慧結晶，因著一口一口的埤塘、網狀般的人工水圳，串連成一完整緊密的水利灌溉系統。

當漢人來到這塊坡度低緩的土地上，水源不足的情況下，史載 1741（清乾隆 6）年由漢人業戶薛奇龍和霄裏社（今桃園八德一帶）通事知母六集佃設置「霄裏大圳」，由山腳泉水孔開導水源，灌溉六個村莊的田地，共有埤塘大小四口。接著 1748（乾隆 13）年霄裏通事知母六招佃開挖「靈潭陂」，相傳每遇乾旱，佃戶於此祈雨皆能感應，故得其名（陳培桂，1977: 56），此為龍潭之由來。霄裏大圳、靈潭陂兩處為桃園開發較早、規模較大又史籍可查之埤圳。

根據 1894（清光緒 20）年完成之《新竹縣采訪冊》分別記載「竹北堡圳」與「竹北堡陂」，與本區域相關的埤圳，水圳為「三七圳」，埤塘為「大潭陂」、「紅塘陂」、「後湖陂」與「雙連陂」等（陳朝龍，1962: 160-164）。三七圳於 1742（清乾隆 8）年由曾昆茂引社子溪水修築水圳，灌溉溪南莊田七百餘甲、溪北莊田三百餘甲，總計溪南田業得水七分，溪北田業得水三分，故名三七圳。然而，社子溪因水源有限，若遇乾旱，全溪枯竭，水道所經之處雖稱千甲之數，能確保水源者惟上游二、三百甲田地。「竹北堡陂」方面，因竹北堡自鳳山崎以北沿紅毛

⁵ 譯文引自《觀音鄉志》，頁 295。

港大溪滙一帶，地高乾燥，缺乏水源，農人依照地形興築埤塘，主要仰賴天時降雨，所列舉的埤塘屬於較大且有泉水挹注者，如上述大潭陂、紅塘陂、後湖陂、雙連陂等。

二、日治拓殖觀點下的地景改造

(一) 白沙岬燈塔

因應海運往來及航行安全的需要，日治政府選定石觀音庄以西的海岸沙丘興建燈塔一座，工事自 1899 (明治 31) 年興工，曾一度因颱風使沙丘流失而更動地點，於 1902 (明治 34) 年竣工，定名為「白沙岬燈臺」，自落成後即為台灣海峽的航海目標之一，桃園地區的一大勝景 (黃俊銘, 1997: 20)。《臺灣日日新報》報導：「至明治 34 年 1 月 15 日，又築燈臺於白沙岬，今之新竹鄉竹北二堡新坡下庄新坡下。其燈標用第三等折射鏡，光閃紅白。據水路部海圖，甄築如筒，圓而潔，色白，是為白沙岬之燈臺。白沙岬當北緯 25.3 分以東之 121.3 分，光環四射。... 每十秒，紅白之光閃爍一次，燈高水面 122 尺，臺低于燈 74 尺，天晴之夕，光照十八哩之遠。」⁶ (圖 1-19)

白沙岬燈塔為桃園海岸的重要地標，亦為台灣海峽兩岸的重要參考點，昭和 11 至 12 年日本政府對台灣島進行海洋調查，由白沙岬越過台灣海峽至對岸牛山島約 60 哩長進行橫斷觀測，調查海洋不同深度的溫度、鹽分資料 (見圖 1-20)。



圖 1-19. 白沙岬燈塔之勇姿

出處：新竹大觀，新竹市臺灣經世新報新竹支局，1928 (昭和 3 年)

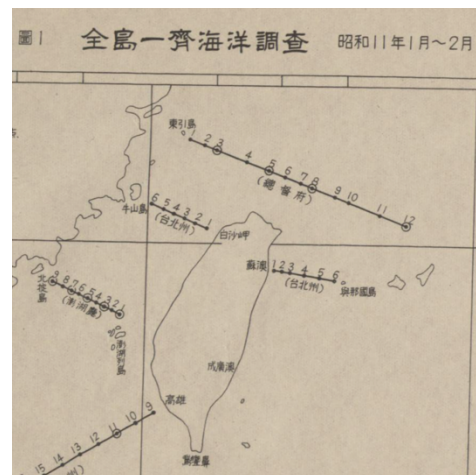


圖 1-20. 全島一齊海洋調查 (局部) 圖

出處：昭和 11、12 年度臺灣近海海洋調查報告，臺灣總督府水產試驗場，1939 (昭和 14 年)

⁶ 《臺灣日日新報》，〈台灣燈臺海標誌〉，1906.01.01 (明治 39 年)。

(二) 北台灣最大之水利工程—桃園大圳之興築

桃園地區往昔旱災頻傳，日治初期常見於《臺灣日日新報》報導缺水旱象，根據查閱最早出現於 1901 (明治 34) 年「桃園水利」的報導：「桃澗堡一帶，地方所有產物只有米茶兩大宗而已。因數年來早魃為災，田多受殃，茶亦敗價，耕作工夫每興烏烏之嘆，任地方責者不宜不綢繆牖戶為民生圖久遠計也⁷。」後續幾年皆有報導旱災消息如「竹北貳堡新埔大茅埔大湖口紅毛港楊梅壠新屋石觀音笨仔港等，田稻苦旱無雨，出穗之時，無水灌溉，不能結實⁸。」「桃園廳下，海岸各地方，因地力消耗，植物難以發育，農家已不勝困苦者。況自昨年來，繼續旱魃，猶如雪上添霜矣。」此則更紀錄了當年早稻播種與受旱害之面積：石觀音插播面積 1,929 甲，旱害面積達 1,382 甲，新屋插播面積 2,453 甲，旱害面積 1,996 甲⁹。可見桃園沿海平原農作長期嚴重乾旱，穩定的灌溉水源，長久以來是此地區官民面對的迫切問題。

於是，引水源開鑿渠道的倡議，經年時有所聞。上述 1901 (明治 34) 年此則報導即已提到「月前有一二區長向署長獻策，請就大嵙崁石門開鑿一路大水圳分大嵙崁溪水源，由三坑庄以灌蔭桃澗一帶田地，尚可改陂為田，並可開荒埔為田，或可改茶園為田，聞者皆嘖嘖稱善¹⁰。」當時日治辦務署署長即曾率街庄長視察水源。顯然此建設並非當時官府的急迫要務，延至 1911 (明治 44) 年《臺灣日日新報》以「水利之於窮民」為標題，敘述桃園廳所管轄海岸地帶水利不便、地質不佳，倡議籌劃建造大型水利工程：「該廳管內桃澗堡及竹北二堡之竹圍大坵園石觀音大坡新屋大崙及楊梅壠七區，約占大嵙崁溪以西該廳管內之大半，西臨台灣海峽，北界臺北廳，南連新竹廳，包括土地約四萬甲。」其中田園約二萬三千甲、埤塘約四千六十餘甲，繼而討論埤塘的貯水效益：「有築埤貯水，以資灌溉者。而埤之構造又簡單，在緩傾斜之地面，圍以孤形或蹄形之弱堤，故貯水甚淺。其大者雖有數甲。然多為小面積者。其所沾潤者只其下數甲耳。終不能貯水以待晚季稻之需，即早季亦恒憂不足每年之種水稻，殆無不被旱害。」¹¹埤塘儲水通常只能供應第一季稻作，第二季不僅有缺水之虞，當秋風吹襲帶來鹽害，稻作歉收影響生計可想而知。

日治政府終究為解決水利不足的問題，決定於大嵙崁溪出山處石門附近設取水口，先以長約 20 公里的暗溝與明渠，將溪水引至平地；下接 166 公里之幹渠與分渠，用以灌溉桃園沖積扇 100 公尺以下之地，整修 241 個埤塘用以調節灌溉水量，工程始於 1916 (大正 5) 年，各蓄水池與給水幹線工程正式完工於 1928 (昭和 3) 年，先後歷時 12 年，灌溉面積約 22,000 公頃，許多原先的旱地一變成為兩期作水田 (陳正祥, 1933: 407)，即今之桃園大圳 (圖 1-21)。

⁷ 《臺灣日日新報》，〈桃園水利〉，1901.05.24 (明治 34 年)。

⁸ 《臺灣日日新報》，〈苦旱無雨〉，1906.07.12 (明治 39 年)。

⁹ 《臺灣日日新報》，〈桃園之旱害地〉，1910.11.16 (明治 43 年)。

¹⁰ 《臺灣日日新報》，〈桃園水利〉，1901.05.24 (明治 34 年)。

¹¹ 《臺灣日日新報》，〈桃園之水利〉，1907.02.06 (明治 40 年)。

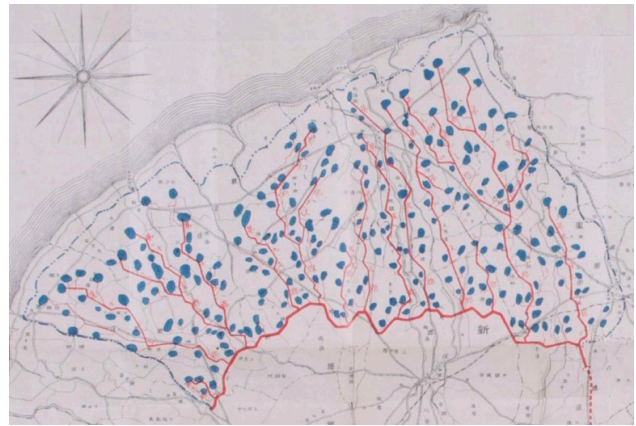
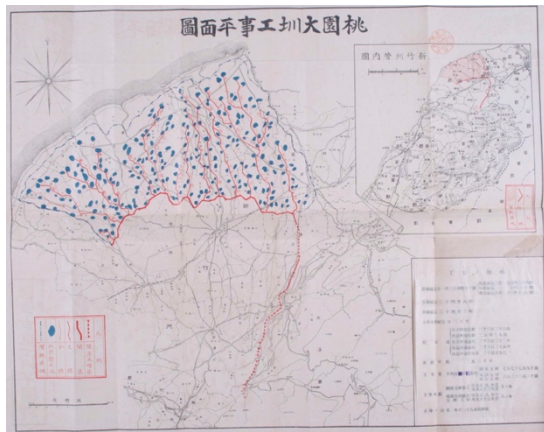


圖 1-21. 桃園大圳工事平面圖 (左) 及局部放大 (右)

出處：《桃園大圳》(1924)，下載自維基百科

(三) 海岸防砂林

日治時期的海岸改造，桃園地方的海岸防砂林於 1909 (明治 42) 年即已開始實施，為全台灣海岸林之首創，首次編入之地區為大園之沙崙及許厝港一帶，共計 80 餘公頃之海岸未登錄地。依據計畫分期經營，第一期為鎮定飛砂，固定砂丘，第二期栽植相思樹、黃槿、欖仁、榎、台灣赤松、日本赤松等樹種。當時日人黑伸治氏選中主要樹種為棟樹、月桃，大脇氏倡植銀合歡種，其他樹種尚有木麻黃、桉樹、大葉合歡等，而黑木氏指導經營防砂林頗有成效，形成環繞海岸蒼鬱茂盛之林帶，成為當時台灣海岸造林之楷模 (桃園縣政府，1979: 4)。

日治至戰後政府在保安林政策方面，發展防潮防砂兼魚付林的保安林，除能防備潮害，作為強風屏障，減少飛砂對農耕和畜牧造成的損失，還具維護水域環境的生態功能，提供魚類繁殖棲息的健全棲地 (圖 1-22)。桃園的海岸防風林沿蘆竹後壁厝到新屋蚵殼港，共計種植了 43 公里海岸線，戰後政府整復沙崙、草漯、大牛欄三苗圃，育苗補植海岸防風林 (桃園縣政府，1979: 18-19)。

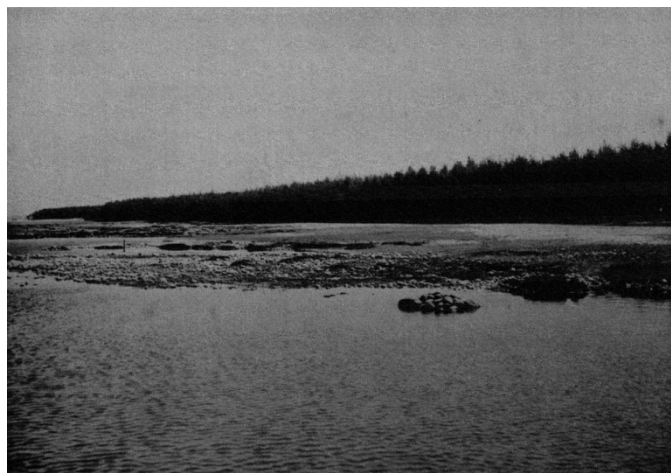


圖 1-22. 防潮防砂兼魚付林

出處：《新竹州林業要覽》，1937 (昭和 12 年)

資料來源：台大圖書館

(四) 半漁業半莊稼的生活型態

桃園在漁業資源的利用上，一因地理與氣候條件，魚類資源雖極為豐富，但因缺乏天然良港及精良漁具，多從事沿岸或近海之漁撈事業，二以其眾多埤塘可供淡水養殖，遍佈各鄉鎮地區內。

沿海一帶先民落腳拓墾以從事農耕為主，捕漁為農暇時的副業，即「半漁業半莊稼」的生活方式克服生計問題。《桃園廳志》描述日治初期，白沙墩、大潭一帶各庄「地勢突出至海面、形成風浪砂丘、土地貧瘠，很難只仰賴農業，漁獲也沒有很豐富，只能半漁業半莊稼以資生計...漁季一年為二次，從陰曆三月至五月為春季，八月至十月為秋季...不論漁場區域是否有限制，大抵是在距離陸地十四、五町¹²內外的海面。其漁獲的主要內容為狗鯊、赤魷、烏魚、魚串子魚、白腹魚、鮫魚、魚堯子魚、鐵甲魚、員魚、加蚶魚、西刀魚等。」(桃園廳，1906:155-156)
(圖 1-23)

●巨鯊上釣 桃園辨務署第一課長久松省三君客月杪偕
臺北縣殖產技手伊藤雄氏同往竹北二堡試驗海中魚獲久
松君素善漁且網水送預備釣鈎擗一小船垂綸海上俄一巨
鯊仰應鈎而起獲之重百四十七斤即將鯊魚肉分贈該地區
長士民餘乃携歸并會集諸漁人授以捕魚方法無不心悅誠服
意者意聞久松君曾航海臺南中途船破沉溺君力泅三十餘
臺里登岸得慶生還知於此道三折肱者引手東來一釣鯊此語
可以持贈

圖 1-23. 〈巨鯊上釣〉

出處：《臺灣日日新報》，1900.08.03

根據台灣總督府殖產局 1920 (大正 9) 年台灣沿海魚類調查顯示，西部沿海其中桃園一帶洄游的魚類主要為鯧、鯛及鰻，台灣俗名分別為青魷、(魚加) 魷魚及烏魚 (參見圖 1-24、圖 1-25)。

¹² 約 1,500 至 1,600 公尺。

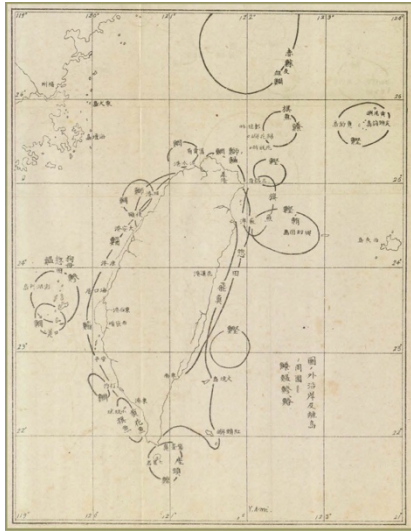


圖 1-24. 水族分布圖

出處：《台灣之水產》，臺灣總督府殖產局，
1920（大正 9 年），頁 70

資料來源：中研院台史所，台灣研究古籍資料庫



圖 1-25. 水族分布圖局部

出處：《台灣之水產》，臺灣總督府殖產局，
1920（大正 9 年），頁 70

資料來源：中研院台史所，台灣研究古籍資料庫

三、戰後發展取向之地景改造

（一）戰後興建光復圳與石門大圳

桃園大圳築設完成後，於 1947 年及 1963 年政府又先後在桃園台地上增建光復圳及石門大圳，透過水圳將埤塘串聯在一起，最終使得桃園台地成為一個整體性的水利灌溉區域。桃園大圳橫跨新屋鄉、觀音鄉、中壢市北邊和內壢東邊，總共有 12 條支線，每條支線沿線少則有 9 口、多可達 35 口埤塘，支線的最尾端（西北邊）又會連上 1-2 口埤塘。光復圳在桃園大圳西南跨桃園、新竹兩縣，南至新豐鄉的茄苳坑，包括蚵殼港，取水口有二：一在社子溪，另一穿過社子溪連通桃園大圳幹線之末端，利用桃園大圳之尾水（陳其澎，2003: 16-17）。石門大圳為連結石門水庫的一個灌溉系統，取水口位於大壩上游的左岸，圳路串連大小埤塘，除灌溉農田外，亦是桃園公共用水的水源。

根據近期對桃園埤塘的調查，2003 年原桃園縣航空正攝影像資料分析，共計有 3,345 口，水域面積約 2,974 公頃，其中大於 0.5 公頃以上為 817 口¹³。在空間分佈上以大園、觀音、新屋等沿海鄉鎮之埤塘密度較高，新屋區（水域面積約 513 公頃）和觀音區（水域面積約 503 公頃），為桃園市埤塘所佔面積最廣之行政區（桃園市政府，2017: 45）。

¹³ 內政部《桃園埤圳重要濕地（國家級）保育利用計畫》，2017 年核定公告，頁 1-2。

(二) 海岸線人工化、海岸開發的濫用

經濟發展至上的政策走向，逐步侵蝕這塊土地的自然環境，最為明顯地表現在海岸線上的變化，以營建署 2017 年度的調查顯示，台灣西部自基隆市到高雄市之總海岸線長度為 695,213 公尺，自然海岸線為 145,859 公尺，所佔海岸長度比例僅為 20.98%¹⁴，表示將近 80% 的海岸線皆已人工化，可謂台灣的西海岸遍佈著海堤、港口、消坡塊、海埔地等人工設施，其中桃園市海岸線長度為 46,292 公尺，自然海岸線為 21,089 公尺，佔 45.56%，為上述縣市中自然海岸線比例最高之縣市，仍超過一半以上為人工海岸。

(三) 工業化發展與工業區開發

1. 北部區域各縣市中，桃園市工業區所佔面積為最大

2018 年工業區統計資料顯示，九縣市所在的北部區域共有 120 處工業區，其中桃園市有 32 處，僅次於新北市的 51 處，但工業區合計面積卻是九縣市中最大，幾乎是新北市的兩倍，就台灣各縣市而言，桃園市僅少於中部區域的彰化縣與雲林縣，顯示桃園市作為北部工業大縣的重要性（表 1-7）。

表 1-7. 北部區域九大縣市工業區數目及面積

縣市別	工業區數目	面積(坪數)	面積(%)
台北市	5	926,636	2.91%
新北市	51	7,259,395	22.76%
桃園市	32	13,836,954	43.39%
基隆市	2	303,515	0.95%
新竹市	2	1,927,273	6.04%
新竹縣	8	1,951,818	6.12%
宜蘭縣	7	2,387,939	7.49%
花蓮縣	11	2,930,333	9.19%
台東縣	2	366,320	1.15%
北區	120	31,890,184	100.00%

資料來源：台灣工業用地供給與服務資訊網，<https://idbpark.moeaidb.gov.tw/Environ/statistical>，2018.11.14 查閱

¹⁴ 內政部營建署網站，106 年度第 2 期各縣市自然及人工海岸線比例一覽表，2018.12.25 查閱。

2. 1970 年代後期轉而開發沿海工業區

1960~1970 年間台北盆地工業之發展，已迅速擴展至桃園地區，1966~1970 年之間，已發展成集中在桃園—中壢、大溪—龍潭、大園—觀音三個工業地帶分布情況，工業區空間的分佈多分在縣道、省道與高速公路附近（林麗纓，2007: 111-112）。

工業區依其屬性及其區位分為：一在都市計畫區內，二在非都市計畫區內，三為依 1960 年訂定的獎勵投資條例和 1991 年訂定的促進產業升級條例而設置的工業區，稱為編定工業區。大桃園地區的工業區開發歷程來看，1964 年起即開始規劃開發龜山工業區（1966 年完成），繼而 1967 年開發內壢工業區（1968 年完成，1972 年擴大為中壢工業區），為桃園地區早期首批開發之綜合性工業區。為因應北部地區工業用地需求，1970 年代後期政府逐步轉往沿海地區開發工業區，包括大園工業區（1978 年完成第一期，1984 年完成第二期）和觀音工業區（1982 年起分三期開發至 1990 年完成）。

3. 現有沿海工業區開發歷程及說明：

觀音、新屋地區沿海之公民營工業用地共 9 處，包括經濟部工業局管理 2 處（觀塘工業區、觀音工業區）、桃園市政府開發工業區 3 處（桃園市環保科技園區、大潭濱海特定工業區、桃園科技工業園區）、報編未開發工業區 1 處（新屋永安工業用地）、以及民營企業報編工業區 3 處（日禱紡織報編工業區、桃園新屋大洋工業區、東和鋼鐵工業區）¹⁵。另外，永安里目前有永豐餘造紙新屋廠（1980 年完工）、社子溪南岸笨港里設有士林紙業永安紙廠（1970 年設立、2014 年 11 月停產）。以下簡介主要工業區、開發歷程及進駐情形（圖 1-26、表 1-8）：

（1）1980 年代啟動觀音工業區：

政府為發展北部地區工業，並帶動沿海地區發展，於 1982 年 2 月起在桃園市觀音區分三期開發，至 1990 年 12 月完成，係一綜合性工業區，本工業區總開發面積為 632 公頃，建廠工業用地 451 公頃¹⁶。2017 年度廠商狀況：生產中 355 家，建廠中 18 家，歇業 6 家，停工 1 家，未建廠 6 家，總計廠商數為 386 家，就業人口為 23,200 人，其中以化學製品製造業 58 家，化學材料製造業 53 家為前二名，其它為紡織業、金屬製品製造業、電子零組件製造業等，主要廠商（產值前五名）為國瑞汽車（汽車及零組件）、遠東新世紀（化纖）、台灣玻璃工業、台灣科慕（前身為杜邦）、集盛（化纖）¹⁷。2018 年桃園市 32 處報編開發之公民營工業區中，觀音工業區為除觀塘工業區外，開發面積最大的一處。

¹⁵ 桃園市政府經濟發展局網站，產業園區現況介紹，2018.12.25 查閱。

¹⁶ 經濟部工業局觀音工業區服務中心網站，<https://www.mocaidb.gov.tw/iphw/kuangin/index.do?id=10>，2012.12.25 查閱。

¹⁷ 經濟部工業局網站，工業區港服務資訊 106 年度工業區簡介，2018.12.25 查閱。

(2) 1990 年代啟動大潭濱海特定工業區及大潭火力發電廠¹⁸：

為配合國家長期經濟發展及電力負載逐年成長之需求，紓解北部地區電力需求，同時解決當時高銀化工鎊土污染問題，於 1992 年 2 月 24 日奉行政院核定將南界鄰台十五線省道，北鄰台灣海峽，東側鄰桃 92 道路，西側以新屋溪東岸為界，面積 182.63 公頃報編為「大潭濱海特定工業區」。1998 年 6 月 20 日公告徵收，同年 10 月 30 日完成徵收作業取得土地所有權，1999 年 4 月 15 日動工，是為第一期開發計畫，配置有電廠區、保留工廠區、住宅社區、環保用地及相關設施用地等。

為取得台電大潭電廠進水口防波堤及抽水機房用地，辦理第二期開發計畫，位於大潭濱海特定工業區西側，小飯壠溪出海口北側，陸域面積約 24.52 公頃，水域面積約 19.55 公頃，計畫面積合計約 44.07 公頃。

電廠於 2004 年 12 月 24 日正式成立，2018 年裝設有以天然氣為主要燃料之 6 部複循環機組及 1 部單循環機組，裝置容量合計 498.42 萬瓩。另配合政府能源多源化及開發綠色能源政策，在廠區及大園、觀音沿海裝設 23 部風力機組，裝置容量為 3.45 萬瓩。

大潭發電廠，目前是台灣北部地區最大單一電廠，發電量僅次於台中發電廠，居台灣第二位，滿載發電時能供應北台灣三分之一用電，及新竹以北 8 成的工業用電。台電公司陸續裝設大潭七至九號機，預計 2024 年完工後裝置容量將高達 720 萬瓩以上，將是全世界單一燃料裝置容量最大的天然氣發電廠。

(3) 2000 年代啟動桃園科技園區（一期、二期）：

桃園科技工業區位於觀音區白玉里、觀音里及大潭里，觀音都市計畫區以北為白玉區，以南為塘尾區。面積達 275 公頃。於 2000 年 4 月環評通過，2007 年 12 月竣工，為供高科技產業發展之濱海生態工業園區。引進產業包含電子資訊業、精密機電業、半導體業、車輛及精密零組件業及生物科技業等。

桃園縣政府配合「環保科技園區推動計畫」，於 2004 年 3 月經環保署公開評決於桃科塘尾區內設置，2004 年 7 月核定，面積為 31.15 公頃。

(4) 歷時 20 年、幾經易主的觀塘工業區：

於 1997 年由東雲公司主導成立之東鼎公司提出「桃園縣觀塘工業區開發計畫」，於區內規劃專用港及設置液化瓦斯氣化廠，1999 年底核准編定，並於隔年通過其工業專用港之申請。

¹⁸ 桃園市政府產業園區聯合服務中心網站園區簡介，2018.12.20 查閱

2000 年 4 月環評通過。2017 年 3 月 31 日中油併購東鼎，取得觀塘工業區 232 公頃土地開發權利案。

觀塘工業區面積 230 公頃，以填海造地完成，觀塘工業專用港屬人工築港，港內、外水域面積 944 公頃，供水泥、原油及石化原料轉運碼頭。兩者共計 1,174 公頃。2018 年 10 月 8 日環保署通過中油所提出的「迴避替代修正方案」，將工業區面積修改為 23 公頃。

4. 其他鄰避設施：

觀音區沿海地區的鄰避設施包括觀音衛生掩埋場、觀音工業區內的污水處理設施、大潭工業區內的觀音灰渣處理場、桃園科技工業園區專用污水下水道系統，新屋區則有永興掩埋場（2006 年 5 月封閉復育中）（桃園市政府，2017: 69-71）（圖 1-27）。

「觀音灰渣處理場」位於大潭濱海特定工業區西南側環保用地，是將中壢垃圾焚化廠的焚化底渣，送至觀音灰渣掩埋場進行處理。灰渣處理場的回饋金發給當地里，包括觀音區保生里，以及相鄰里包括觀音區大潭里、新屋區永興里和下埔里。



圖 1-26. 桃園市觀音、新屋沿海之工業區分布



圖 1-27 本計畫範圍內避鄰設施分布圖 (標示大潭區域灰渣掩埋場者，應名為「觀音灰渣處理場」)

資料來源：《2017 桃園海岸生態保護白皮書》，頁 70

表 1-8. 桃園市觀音、新屋沿海之工業區分布表

地點	工業區名稱	開發歷程	管理單位	總面積 (公頃)	備註
觀音區	東和鋼鐵工業區	2006.06 籌備桃園觀音新廠建廠計畫 2008.11 位於保障里的桃園廠正式開工動土 2010.06 桃園廠建廠完成	東和鋼鐵	27.32	東和鋼鐵公司為配合桃園八德舊廠遷廠所需用地而依「促進產業升級條例」申請報編工業區。 主要生產鋼胚、鋼筋。
	觀音工業區	1983.02 起分三期開發 1990.12 完成	工業局北區工業區管理處	632.12	其中設廠用地為 451.8451 公頃，其他為公共設施、社區用地等。
	桃園科技工業園區 (簡稱桃科一期)	2000.11.13 桃縣政府公告編定桃科工業區 2003.07.25 桃科工業區奉准正式開工 2007.12.30 完工	桃園市政府	274.99	位於桃園市觀音區白玉里、觀音里及大潭里，觀音都市計劃區之北為白玉區，南為塘尾區。
	桃園科技園區二期 (簡稱桃科二期)	辦理用地取得中 預計 2018 年完成用地取得 2020 年開發完成	桃園市政府	58.05	位於桃園市觀音區白玉里與廣興里，基地北側隔玉林路與桃科一期相鄰，東側隔大堀溪鄰觀音工業區。
	桃園環保科技園區	2004.07.01 經環保署評選核定設置 2005.07.08 土地出售要點公告	環保署	31	早期草擬規劃「資源回收示範專業區計畫」，後更名為「環保科技推動計畫」 桃園縣政府向環保署申請於桃園科技工業園區(塘尾區西南側)設置環保科技園區
	大潭濱海工業區	1992.02.24 奉行政院核定報編 1998.10.30 完成徵收 1999.04.15 開工 工業區於 2000 年底陸續完成移交台電建廠使用 大潭火力電廠於 2004 年正式成立	桃園市政府	226.7	為配合國家電源開發政策，選定桃園縣觀音鄉大潭地區籌建天然氣發電，由桃園市政府協助報編開發工業區。 大潭火力發電廠目前裝設有以天然氣為主要燃料之 6 部複循環機組及 1 部單循環機組，裝置容量合計 498.42 萬瓩。
	觀塘工業區	1997 年 東鼎公司提出「桃園縣觀塘工業區開發計畫」， 1999 年底核准編定 2000 年 4 月環評通過	東鼎液化瓦斯興業股份有限公司、中油公司	1132.64	1997 年由東雲公司主導成立之東鼎公司提出「桃園縣觀塘工業區開發計畫」，於區內規劃專用港及設置液化瓦斯氣化廠，1999 年底核准編定，並於隔年通過其工業專用港之申請。 2017 年 3 月 31 日中油併購東鼎，取得觀塘工業區 232 公頃土地開發權利案。
新屋區	新屋永安工業用地	1980 年	桃園市政府	35	由桃園縣政府委託台灣技術服務社規劃之小型工業用地，原設置目的即為引進中小型工廠，減緩人口外流。為新屋區第一個成立的小型工業區，目前約有 20 家廠商。
	大洋工業區	1976 年籌設	大洋塑膠	11.39	大洋塑膠依促產條例報編之工業區。

資料來源：1. 台灣工業用地供給及服務資訊網，2. 桃園市政府地政局、桃園市產業園區聯合服務中心網站，3. 東和鋼鐵企業股份有限公司網站、大洋塑膠公司網站

四、開發 vs. 生態的異質地景與環境災難

1958~1964 年間，石門水庫淹沒區移民從上游的河階台地遷移至靠海的觀音大潭，被迫無奈地為國家重大工程建設犧牲家園，近六十年來，觀音新屋沿海地區的人民與土地，一再承受戰後政策與經濟開發的苦果，飽受環境惡化、土地污染與生活品質下降。

首先，從高銀化工於 1973 年於觀音大潭設廠開始，在地居民和土地遭受不明的毒害達十年後，1982 年鎘米事件爆發，同年，觀音工業區在大堀溪的另一側如火如荼地進行土地徵收與開發整地。1988 年台塑六輕意圖落腳觀音，地方居民的情感在發展與保育之間對立，衝突隨著日後一起起的环境議題重複發生。檯面上黨政商利益競逐，真實環境裡土地被開挖回填有毒的事業廢棄物與垃圾，居民被迫與垃圾和污染物為鄰。

因污染而休耕荒蕪數年的大潭農地被政府相中，徵收作為「大潭濱海工業區」，1999 年開工、2000 年完成，大潭火力電廠巨大機組自此矗立。2000 年代（民國九十年代），更多的工業區如桃科、環科接力登場，加上日夜轉動的電力風機，徹底改變了往昔季節輪替的農漁業生產地貌。

（一）石門水庫淹沒區的居民移置

戰後政府建設石門水庫，目的是「貫徹民生主義的經濟政策」，從開發水資源著手，以提高土地利用的效率，擴張耕地的面積，進而為農業的增產和工業的促進，創造有利的條件。石門水庫工程於 1964 年 6 月全部建設完成。石門水庫在石門山峽建立高壩，蓄積和調節大崁崙溪的流水，發揮其灌溉、發電、防洪和給水等四大功能（石門水庫建設委員會，1966: 1-2）。

根據官方資料顯示，整個淹沒區內居民 416 戶，除扣規定不予以安置戶數外，其餘 278 戶，自 1959 年 8 月起至 1963 年 7 月止，分批安置：第一批 29 戶移置於草漯，第二批 48 戶移置於樹林子，第三批 40 戶移置於大潭、大崙尾及茄苳坑等處，第四批 79 戶移置於草漯、樹林子、大潭、許厝港及圳股頭等地，第五批 82 戶先移置於中庄後改移大潭、茄苳坑。第五批移置中庄，因葛樂禮颱風影響後，部分自願遷回山區外，願遷大潭有 46 戶（石門水庫建設委員會，1966: 613-614）（圖 1-28、圖 1-29）。

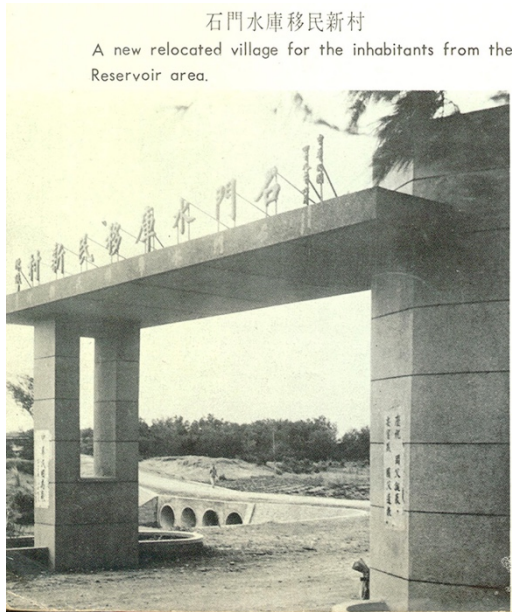


圖 1-28. 石門水庫移民新村
出處：《石門水庫工程》頁 28



圖 1-29. 移民新村稻田
出處：《石門水庫工程》頁 28

(二) 1982 年爆發鎘米事件—大潭高銀化工鎘污染之毒害事件

高銀化工自大潭設廠開始，即任意排放廢水、污染水源，村民引水灌溉、食用自己種植的稻米甚至飲用井水，造成身體長期受到鎘的侵害，雖在 1978 年台灣省水汙染防治所檢驗出其事業廢水含有重金屬鎘，政府在初期採取封鎖消息的方式，不僅未對高銀化工採取立即的監管，也並未告知村民關於污染的實情，直到 1982 年鎘米事件爆發，終究到了不得不處理的地步。1984 年憤怒的村民開始陳情、到縣府抗議，1988 年採取圍廠抗爭，才迫使政府與廠方面對問題，政府以土地徵收補償的方式將大潭地區變更為「大潭特定工業區」，高銀化工在數年後關廠，事件暫告一段落，卻留下一片毫無生機的土地與蕭條的村落。

對於鎘污染的土地，政府束手無策，只有任憑荒蕪。1986 年時值鹿港反杜邦事件，部分積極企望改變當地現況的大潭村民，甚至表明歡迎杜邦設廠的插曲。政府於 1989 年決議將大潭開發為「大潭濱海特定工業區」，直至 1998 年完成土地徵收、1999 年開工動土、2000 年底完成移交給台電興建發電廠。部分拆遷及土地徵收戶被安置在工業區之東南端的住宅區。

(三) 1988 年台塑六輕轉戰觀音不成

台塑企業為穩定供應石化原料而提出的六輕建廠計畫，在 1986 年獲政府核准興建，原規劃座落於宜蘭利澤工業區，因宜蘭地方大力反對，於 1988 年決定轉戰桃園觀音工業區，亦受到當地民眾反對，後因用地與專用港問題未解決而停擺。直至 1991 年確定落腳雲林縣麥寮，才暫告一段落。

(四) 2011 年反對中油煉油廠搬遷

2011 年 9 月，桃園縣政府欲將中油桃園煉油廠遷到觀音鄉。在地觀音人發起「觀音不要煉油廠自救會」成功遏阻遷廠。

(五) 頻遭工程破壞、保護區外的藻礁破碎化

當台電自 1990 年代起在大潭規劃燃氣電廠起，大型工程如台電的直立型堤防、中油輸氣管工程，從 2003 年起在短時間內，劇烈改變觀音海岸的地形，2007 年後變化更為劇烈（劉靜榆，2012: 12）。由於 27 公里的藻礁海岸，除許厝港濕地 9 公里、觀新藻礁保護區 4 公里外，其餘藻礁海岸並未有相關保護機制，頻遭工程的破壞：

1. 2007 年 5 月中油進行「台中至大潭天然氣管線新建工程」施工，觀音保生里沿岸千年藻礁遭到破壞，造成藻礁破碎化。
2. 2014 年 8 月遠東企業亞東石化在觀音鄉大堀溪北岸建造臨時卸貨碼頭，並開挖逾 100 公尺的河道，藻礁因開挖棄置、礁體碎裂。
3. 2015 年 9 月中油桃園煉油廠沙崙油庫進行打樁工程，40 支鐵樁深入地底 9 公尺破壞礁層。

(六) 層出不窮的污染事件

表 1-9. 近年觀音新屋地區重大污染事件彙整

事件名稱	說明	媒體報導
榮工偷排廢汙水四年 近千萬噸	2004.04 經濟部工業局委託榮民工程公司，營運觀音工業區聯合汙水處理廠 2008.08.06 環保署接獲檢舉，汙水廠偷排廢水，並在廢水中加藥劑，干擾環保署檢測 2008.12 環保署首次動用「不當利得」罰億元 2011.01.25 法院判榮工勝訴免罰	〈最高額 榮工偷排廢水罰億元 追繳不當利得 工業局遭併罰〉 蘋果日報 2009 年 02 年 06 日
永安紅海事件	桃園海岸線上的紅海景觀，來自工業污染，用著驚悚的景象，宣告許厝港濕地的生態劫難。	〈桃園紅海污染事件〉 我們的島 2009 年 12 月 28 日
桃園煉油廠遷建觀音 事件	「觀音不要煉油廠」自救會展開反對中油遷廠活動，並注意到桃園藻礁議題。	〈觀音不要煉油廠 民眾攜老扶幼來連署〉 大紀元 2011 年 12 月 03 日

觀音黑海事件	桃園縣一名飛行傘玩家，12日在觀音海水浴場的北側空拍到海水污畫面，污染源疑似是附近工廠。	〈觀音鄉海岸變「黑海」！疑染整廠偷排廢水〉 ETtoday 新聞雲 2012年05月14日
廢水超標	聯合報報導觀音工業區廢水超標30倍，其中廢水還含重金屬鎳及少量的汞。	〈桃園觀音工業區廢水污染 竟超標30倍〉 自由時報 2013年12月29日
綠石蚶	環團送檢大園綠石蚶，銅含量堪稱世界第一。	〈環團送檢大園綠石蚶 銅含量堪稱世界第一〉 ETtoday 新聞雲 2014年05月26日
工業區飄有毒氣體	經環保局稽查後，其事故原因為廢液貯槽透氣管線老舊破裂導致，研判成分疑似硝酸。	〈觀音工業區飄大量橘黃氣體 網友諷：被自己國家化武？〉 自由時報 2017年04月08日
綠牡蠣事件	到富林、樹林、大堀溪口挖牡蠣，挖到的都是綠牡蠣。	〈綠色執政？桃園大潭藻礁出現綠牡蠣〉 ETtoday 新聞雲 2017年11月13日
廢水排放	「觀音工業區是富林溪、樹林溪長期污染的源頭」，尤其是樹林溪近30年來承受觀音工業區廢水排放河川，污染最嚴重，	〈觀音工業區污染樹林溪最嚴重 提高罰責抓偷排慣犯嚴懲〉 聯合報 2017年11月22日
廢水排放	桃園市環保局隨即派員前往稽查，經查該地係觀音工業區污水處理廠的放流口，稽查時現場作業中，稽查人員於放流口勘查水色為淡褐色，現場採水檢測pH值為7.6，水溫為34.9度，尚符合放流水標準。	〈觀音工業區排放黑色廢水 環保局派員稽查〉 蘋果日報 2018年06月07日

資料來源：

1. 《桃園藻礁》網站，藻之道製作，<http://2018web.cpmah.org.tw/~C2018a038/main.html>
2. 《我們的島》網站

1.1.3 研究目的與觀點

一、研究目的與動機

範圍橫跨觀音與新屋兩個地區海岸線上的藻礁生態系，是以大規模殼狀珊瑚藻為主沈積形成的石灰岩礁體，其礁體結構完整，為台灣唯一仍處現生發育、礁體持續建構、具完整生態功能的藻礁海岸，如此綿延數十公里的超級藻礁規模，在全世界亦是相當罕見(劉靜榆, 2008; Liou et al., 2017)。這片藻礁海岸歷經數千年的孕育，所形成多孔隙的環境，為海洋生物棲息繁衍的重要場所，是一個具有豐富生物多樣性且高生產力的生態環境，保護該生態系對當地海岸環境的永續發展至為關鍵(林宗政, 2007; 陳品辰和劉少倫, 2017)。

桃園濱海偏鄉社區景致宜人，過往更是海洋資源豐富，是許多在地人孩提時的美好回憶(劉靜榆, 2016; 潘忠政, 2017a; 2017b)。但回顧這片土地的歷史，其實充滿著許多先民努力的痕跡與無奈的辛酸，包含因為興建石門水庫被迫集體遷村的泰雅族原住民、以及遭受觀音區大潭里內高銀化工鎊污染的毒害而飽受身體病痛及舉家遷移之苦的居民(陳其澎, 2012)，皆因人為因素環境被開發或污染，導致生活品質降低，財產安全受到威脅，甚至危及生命健康，或者被迫遷離居所，成為環境受害者(environmental victims)或環境難民(environmental refugees) (Bates, 2002; Hall, 2011)，過程中，其社群認同及文化系統亦受到嚴重衝擊。

從觀音新屋地區居民對規劃中的海岸大型工程開發與沿岸近 10 公里的藻礁生態系的保育爭論，我們可以瞭解到，能源開發與環境保育常是衝突不斷且事難兩全的議題(陳昭倫, 2017)。此外，觀音新屋地區農村也因為工業化、農業的式微影響農地的發展、產業轉型的結果導致人口逐漸流失，農業衰退，農村社區發展面臨困境(林育諄, 2012)。政府在 2010 年通過的《農村再生條例》注入了農村活化與社區永續的希望，創造農村居民多元生機，農村社區的發展議題，除了考量到農村的生態，應該也要關照到農家的生活。

觀音新屋沿海地區既曾是台灣重要漁場與北台灣最大的糧倉，自 1970 年代工業區開發後，掀起了一連串資源掠奪與環境保育的拉鋸戰。本計畫的目的在於探究觀音新屋地區沿海社區居民其生活產業與在地資源的依存關係，瞭解在地社區居民如何理解當地環境的過去與現況，並進一步探究其對社區環境變遷的態度與看法，及對於未來社區發展的期許和建議。

二、問題意識

如上述，本計畫的目的在於探究沿海社區居民其生活產業與在地資源的關係，此互動關係絕非固定不變，而會在不同的時空背景與社經結構下，存在著差異與多元的動態關係。當在地居民作為生活產業的主體，如何透過居民自身的理解及長久累積的生活經驗中，反映地方生活、產業與生態環境的變遷，呈現在地居民過往與環境資源互動的生活記憶及深刻感受，將會是本計畫最主要要探討的議題。

在歷史的面向上，人與環境互動密切頻繁，得以運用自然賦予的豐富資源，維持傳統的生活、生產、生存方式。於是，藉由文獻蒐集和質性研究，期待瞭解在地居民過去與自然資源維持何種緊密關係？隨著不同的季節、地理、動植物生態環境，在地居民如何累積運用自然資源的常民智慧？分析多樣、多重意義的人文自然地景樣貌，並紀錄過往人與海、人與溪流、人與土地的密切互動、生活記憶及勞動經驗。

在環境現況的認知上，隨著歷史巨輪來到近代化發展，人地的傳統關係面臨巨大的挑戰。舉著國家經濟發展政策的大旗，刻畫繁榮地方的想像，桃園的沿海鄉鎮卻呈現「城鄉發展」的落差。當自然資源受到破壞、生活產業日益困難之際，居民如何看待海岸景觀與農漁生產環境的改變？環境污染帶來的影響？既有的生活產業如何因應環境的變遷？人們原本與自然緊密連結的生活記憶，隨著世代慢慢消退疏離，生活環境甚至成為不安的來源、威脅生命財產安全的災害，我們想要更深入了解居民對於環境問題的意識感受，又如何調適其既有的生活與生產方式？

在未來的地方發展上，政府的政策推動是否能與地方產生連結？藉由在地多元的社群包括社區協會、地方代表、保育及文史團體等不同的思考，凝聚出對於地方議題的共識，尋求重新連結在地社區居民與海洋土地之利基。

三、研究觀點

學者蕭新煌界定環境史三面向：一是固定的社會空間，二是明確界定的時間向度，三是上述社會空間內，於一定的時間或歷史期間內，人類行動因此和環境生態變遷因素的互動，以及相互影響結果；更指出在書寫環境史時的兩個分析角度：一為關切環境衝突、環境不正義及不公平分配核心的批判角度，二是與政策的相關性，凸顯環境破壞出自於長久以來的政治錯誤，直指政府的責任與是否有應運而生的相關環境政策創新（蕭新煌，2015: 3, 31）。上述的分析角度，提供給本研究書寫的參考觀點：從環境衝突裡深刻理解環境不正義及分配不公平的根源，同時關切國家政策對於地方環境改造的影響，在眾多的環境抗爭與運動中，是否能藉由民間社會力量的投入，以「環境創新措施」因應未來的環境變遷，讓「社會創新」(social innovation) 能夠帶來人地依存美好及永續的關係。

學者何明修論述晚近的環境運動察覺到環境破壞有其結構性的社會起源，環境的維護實與居民的生計密切相關，環境運動的思潮已由單純的反對環境資源使用轉向平衡生計與環境的要求，否則環境破壞的代價通常由政治上被排除、文化上被邊緣化、經濟上被剝削的群體所承擔。當代的環境運動以環境正義為目標，應揭示「分配」、「承認」、「參與」的原則，包括環境風險的公平分配、不同生活方式與傳統的承認、與環境決策的共同參與（何明修，2006: 3-7）。我們認同環境是弱勢群體的生計來源的觀點，但如何明修所提出的，當社會巨大的生產力起源於一系列的「圈地運動」(enclosure)的過程，無止盡的現代化工程，包括海岸開墾、

工業區設置、水庫或焚化爐的興建，都危及民眾的日常生活，工業生產的有害副產品或廢棄物，持續危害當地弱勢者的生計，呼應了桃園觀音沿海地區環境被破壞、生計被剝奪的現實。

同樣秉持環境正義的觀點，學者李永展則從環境正義談鄰避效應，指出外部性帶來的衝擊：「結果往往是都市外緣區域因長期被視為鄰避設施設置的最佳區位，而負擔與其他非邊緣地區不對等的外部性成本。」(李永展，2002)此外部性對所在鄰里的社會經濟結構產生衝擊，並與市場經濟交互作用，成為宿命的社區而日漸凋零。

當前以桃園觀音新屋地區沿岸生態環境主題的研究大多聚焦在藻礁生態系的生物多樣性及生態保育，少有以在地居民為主體來看待整體生態環境與其生活產業之間的關係。另一有意義的研究取向，是藉由人文地理學闡述的「地方」概念而得到啟發：地方是人類創造的有意義空間，也是人以某種方式而依附其中的空間，即一處有意義的區位 (a meaningful location) (Cresswell, 2006: 14)。伴隨「地方」的另一個概念是地景 (landscape)，地景結合了「可以觀看的事物」和「觀看的方式」，兩者不同處在於：觀者位居地景之外，而地方多半是觀者必須置身其中 (Cresswell, 2006: 20)。地景的思考提醒了研究者觀看研究對象的角度與立場，也就是，當研究對象將觀音新屋沿海地區作為「地景」的敘事主角，也需檢視作為生活其間並產生意義與經驗的「地方」，使得地景從一種觀看的方式，能與社會、生活、時間、空間交織成一意義網絡。當我們在端看一地的文化生產脈絡時，似乎不能忽略其背後的種種故事 (story-telling)。是故，地景敘事或許可以讓我們以更多元且線性的鋪陳，來瞭解不同敘事者對於同一生活地區的生活「意義競爭」(康旻杰，2005)。

地理學人地關係的研究傳統運用環境識覺分析，提供本研究探討人與環境的互動分析上的切入點：如何藉由在地居民對環境的感覺、知覺、記憶、思考及態度來了解人地互動的關係。所謂「識覺」(perception)包涵了人與環境互動時，所產生的感受與行為的一連串循環過程。環境識覺研究強調識覺的形成是整體生活境遇的結果呈現，識覺至少有兩層次的意涵，其一為透過人的感覺器官以接受資訊的感知或感覺，其二為心智的洞察力，或帶有記憶與期望產生的認知或洞察 (韓菊美等，2011: 26)。我們認同「環境識覺」想要捕捉人與環境互動所產生的深層感覺與知覺的變化，期待本計畫能透過文本呈現出經驗與意義本身。

環境變遷會連動到社區居民生活方式的改變，並且影響人和土地之間的關係。而人與土地間之關係，實是一種人在時間與空間中微細的心理交互作用與變化。因此，桃園觀音新屋地區沿海社區生態環境與生活產業之競合，其實也是一種面臨「人」之世界的意義競爭。本計畫企圖從這「人」之世界的意義競爭，透過在地居民種種的地景敘事，探索其對此區環境變遷的看法，進而再探求在地居民如何看待此區的過去與現在，同時並進一步還原在地居民對於觀音新屋地區沿海社區生態環境與生活產業之生活記憶，並亦試圖建構一個以在地居民為主體的地方——心理和情感之地方召喚。

1.2 研究方法

本研究著重在以在地居民主體性和經驗為主所形成的地方概念，研究形式主要採用檔案研究、識覺分析、參與觀察、訪談和民族誌等多種方法（Cresswell, 2006: 222）。本計畫的進行以質性研究方法為主，同時並輔以量化研究的問卷調查，針對桃園觀音新屋沿海白玉、觀音、大潭、保生、永興、永安六里的社區進行探究，融合不同的研究方法——文獻蒐集、口述訪談、問卷調查和圖像敘事，以期兼顧資料的豐富與完整性，期待透過資料的分析與詮釋，能深切描繪沿海社區在地人與自然資源之間的互動與演變。此外，本計畫另辦理環境教育課程，以培養在地的環境科學公民和民眾的環境素養。

一、文獻搜集

針對觀音新屋地區白玉、觀音、保生、大潭、永興、永安六里的社區進行探究，以文獻資料作為歷史時空的參考背景，著重在受訪者所敘述、經驗及回憶的時間長度為主，故追溯自石門水庫移民新村至 2017 年底為時間軸線，本研究蒐集包括方志鄉史、政府調查研究計畫報告、和政策白皮書等加以佐證，並蒐羅報章雜誌以及網站資料庫對相關事件的報導，以求對重要社經政策轉變的掌握。

二、口述訪談

（一）訪談設計

採取深度訪談法中的「半結構式訪談」(Semi-structured interview)，又稱「引導式訪談」，在訪談進行之前，先行設計訪談的問題大綱，以引導訪談的進行，並藉由開放性問題與受訪者互動，獲得受訪者的敘述與回饋。呼應第一節所提的問題意識，在深入訪談進行前本研究研擬一組訪談大綱，作為田野訪談提問的重點。基本上訪談提問涵蓋兩大部分：

第一部分為鄰近工業區進駐及設施建設前，受訪者往昔的生活產業與環境資源的互動與連結。由其居住的生活環境印象最深刻的回憶切入，繼而瞭解受訪者的主要生活空間範圍及生活產業活動型態，探究其生活產業與環境資源的連結。其中又可分為與海域和陸域兩者的連結。

1. 生活產業與海域的連結：受訪者是否從事近海、沿岸、河口、養殖等漁業活動，探詢受訪者最常進行生活產業的空間描述與活動型態，受訪者通常捕捉到那些物種魚蝦蟹貝類等及其習性、捕捉的時機和使用的工具，詢問近年來捕捉到的物種及數量與往昔有何不同，並由受訪者陳述生態變遷可能的原因。

2. 生活產業與陸域的連結：受訪者從事農業活動的類型，農事主要的內容包括耕作環境（耕地、水源、土壤）與收入比重，以及未來務農的意願與挑戰。此外，對於「埤塘」的使用狀況、未來再利用的看法。

此外，亦針對藻礁加以提問，如日常用語如何稱呼「藻礁」，與藻礁的互動與其生活經驗上的關聯，以回應本計畫對藻礁保育的研究初衷。

第二部份為鄰近工業區及設施開發後，受訪者對居住環境感受到的變化，包括在視覺、聽覺、嗅覺等五感知覺的環境感知變化，即探究受訪者對環境變遷的環境識覺。環境變遷涵蓋地景（如防風林）、產業區劃（如工業區）、交通運輸（如快速公路）、人口流動（如外出就業）、環境資源（如物種）等改變，由受訪者表達所感受到的空氣、水質、水源、噪音、土壤、工業廢棄物處理及垃圾處理等汙染問題造成的影響，也探究受訪者對於環境污染來源及環境保育的想法。

除了解在地居民所處的生活產業與環境今昔變遷外，亦想瞭解在地居民在面對變遷時，是否採取不同的行動因應，其維生方式是否有所改變，對於公共鄰避設施的營運單位發放回饋金或民生物資是否影響其支持或反對立場，探究在地居民看待公共政策的推動的態度，以及決策過程中的參與程度。

（二）訪談對象

本計畫期間曾拜訪多個在地社區和社團，包括大潭社區發展協會（參與老人共餐活動）、永興社區發展協會（參與老人共餐活動）、石觀音愛鄉會、桃園農田水利會、保生社區發展協會、海客協會、海洋客家休閒農業發展協會、桃園市教育產業工會、永安里里長、永安里鄰長、三和里里長、大潭里里長、觀音里里長、觀音鄉前鄉代、桃園愛心關懷協會等，透過熱心地方代表與社團幹部介紹當地受訪者，使田野訪談得以順利進行。

本計畫共完成 44 位居民的深度訪談，包含 38 位主受訪者及 6 位陪同參與者，訪談對象主要為觀音新屋沿海白玉、觀音、大潭、保生、永興、永安六里的居民，包括永安里 7 位，永興里 5 位，白玉里、保生里各 4 位，觀音里、大潭里各 6 位，以及其他鄰近里受訪者 12 位。

為能理解不同社經背景的在地居民對河海土地的不同態度，田野訪談對象涵蓋了與海互動密切的年老漁民，也盡可能訪談不同里別、年齡層、性別與族群背景的居民，進而理解不同的對象對於生活產業與環境變遷的經驗與看法。

受訪者的身份包括具有豐富海洋經驗（含出海船員、沿岸捕撈者）11 位（編號為 F）、具有豐富務農經驗 2 位（編號為 A）、從事觀光休閒產業 4 位（編號 T）、從事工商服務業 2

位（編號為 B），其他非上述職別，如從事生態文史工作、地方公職、社區發展協會幹部或無業等為 25 位（編號為 O）。

以性別而言，男性 39 位，女性 5 位；以年齡層而言，年紀最長者為 83 歲，最年輕者為 38 歲，50 歲以下為 4 位，50~59 歲為 15 位，60~69 歲為 13 位，70 歲以上受訪者 5 位（其他受訪者未知年齡）；受訪者之中可辨識其有較多親海經驗者為 25 位，較多務農經驗者為 13 位。此外，在訪談過程中亦會特別留意受訪者的社經背景與其經驗的關聯性：

1. 以受訪者的背景來看，多數為於當地生長及居住的在地居民，五十歲以下也有數位為世代居住於當地，其生活經驗多具有工業區開闢前後的環境記憶與社會變遷經驗。
2. 以受訪者的所在里別來看，由於其農耕或漁業經驗與活動發生的河海或土地區位有密切關係，不同的地理位置其所感受到的環境識覺亦有所不同，環境資源的類型或環境污染的觀察和感受會因地點有所差異。

以受訪者所從事的工作來看，其背景若為地方代表或社團幹部，對於地方的議題較為敏感，相對也較容易獲得相關政策資訊，較有意願參與公共討論與表達在地居民意見。

（三）質性分析與詮釋

本研究為深入分析沿海社區居民與土地環境的互動關係，針對在地居民進行田野訪談，取得受訪者對於人地關係的資訊，以進行質性研究分析與詮釋。藉由研究者與受訪者的對話，取得受訪者主觀的認知與看法，因此質性分析著重在受訪者的生活經驗描述及對環境變遷的知覺感受。

由於每里的自然環境條件與社經發展不同，訪談主題會因受訪者所在里別、區位及其生活經驗有不同的聚焦，如白玉里、觀音里較集中在工業區開發前後的變化，大潭里、保生里較集中在電廠進駐前後的差別，永興里及永安里則較集中在藻礁、風電及牽罟文化的課題上。例如，本研究即觀察到，觀音區與新屋區居民、甚至不同里的受訪者，明顯地對於環境汙染具有不同強度的感受。透過多位近海、沿岸的漁民口述，本研究也更加瞭解近海與沿岸的海洋資源狀況與變化，他們對於環境變遷有著高度的敏感性，無論魚種的消失、數量的減少、生態環境的惡化都直接地表達其對於未來漁業資源的擔憂。

三、問卷調查

問卷調查採用「結構式訪談」（Structured interview）的方式，由訪員依循標準化的問卷內容與順序，協助受訪者完成問卷及個人基本資料。問卷內容分為生活產業、地理景觀、環境變遷及未來發展四部分，期望透過問卷調查能夠勾勒出在地居民概略的人地依存及環境變遷的初步樣貌。

(一) 生活產業

此部分確認受訪者家庭經濟來源的產業類型（農漁工商或其他產業），若曾經從事過漁業活動，探究其漁業活動的型態（近海、沿岸、溪流捕撈或埤塘養殖）、漁業活動的主要目的（自家食用，販售維生或休閒娛樂）、漁業活動的性質（捕撈鰻苗、捕捉毛蟹、採集海菜等）及漁業活動對於家庭經濟的助益；從事農業活動的型態（稻作，葉菜蔬果或園藝栽種等）及家中經濟收入依賴的程度。

(二) 地理景觀

此部分針對藻礁及埤塘兩項特殊地理景觀進行調查，首先詢問受訪者如何稱呼沿岸的藻礁、親近藻礁的次數、在礁岩海岸從事的活動性質，是否觀察到礁岩海岸的變化以及探詢變化的可能原因；日常生活裡埤塘的利用型態（灌溉、養殖或休閒），以及近年來埤塘面積和規模的變化。

(三) 環境變遷影響

此部分先詢問受訪者受到工業區開發的衝擊程度，包括是否領取補償金或物資回饋、土地或建物是否被徵收，進而了解其對工業區開發的看法：是否有助於當地的就業機會、帶動地方發展、對家庭經濟的幫助、對當地環境及生活品質的影響。

(四) 未來發展

瞭解受訪者對於藻礁海岸未來的規劃發展方向的想法，當地最有吸引力的特色景觀，觀音新屋地區具備觀光休閒遊憩的潛力程度。

本計劃共計完成 228 份問卷，包括白玉里 20 份、觀音里 36 份、大潭里 33 份、保生里 46 份、永興里 21 份、永安里 43 份以及其他 29 份，進一步針對觀音新屋藻礁沿岸六里社區居民之間卷資料進行後續分析，有效樣本數為 199 份。

四、圖像敘事

進行口述訪談，訪談者藉由地圖確認受訪者所敘述定著的地理空間，也建議受訪者將其敘述的活動藉由圖畫表現瞭解敘述的方位、座向、人與物的關聯，部分受訪者亦提供老照片或田野照片，使訪談者能具體掌握特定時空下的人事時地物。

五、環境科學公民教育：水質監測

為培養在地的環境科學公民，運用工具來認識環境的變化，並藉由監測當地生活環境和參與藻礁淨灘活動，認識家鄉海岸生態，做為海洋教育的基礎。本計劃與當地社區學校合作，辦理環境監測課程，學習環境監測的知識和技術，建立環境檢測流程，共同檢測當地的水質，並建立在地環境監測網頁，公告檢測數值，讓在地年輕學子能從小建立對環境的關心，更瞭解自己家鄉的環境品質，並且隨時掌握重要指標數值的變化，參與環境的管理。

(一) 工具

1. 智慧型手機 (支援 GPS 和相機功能)

有鑑於現今人手一支智慧型手機之普及，本計畫透過智慧型手機將水質資料，包括採水地點 (定位 GPS 座標)、採水資料和時間等資訊，即時記錄至線上資料庫，並於線上地圖 (OpenStreetMap) 即時呈現資料，讓所有連上此線上地圖頁面的觀察者皆可即時觀看水質資料。

2. 環境監測網頁 (水質資料上傳頁面和水質地圖頁面)

本系統的開發以網頁的 html 和 php 的開發技術為基礎撰寫兩個頁面，分別為水質資料上傳頁面與地圖頁面。

(1) 水質資料上傳頁面：<https://ppt.cc/foaqjx> (二維條碼見圖 1-30)



圖 1-30. 水質資料上傳頁面連結

此頁面利用手機的全球衛星定位系統（GPS）將採水者當下位置的水質資料紀錄並上傳至地圖頁面，可即時呈現水質資料的地圖（圖 1-31）。



圖 1-31. 水質資料上傳頁面（手機畫面）



圖 1-32. 水質地圖頁面連結

(2)水質地圖頁面：<https://ppt.cc/fq4xHx>（二維條碼見圖 1-32）

水質地圖頁面主要將各個單位之採水資料同時呈現於同一地圖上（圖 1-33），可供採水者與觀察者查看即時與過去的採水資料，並加以比較與分析。

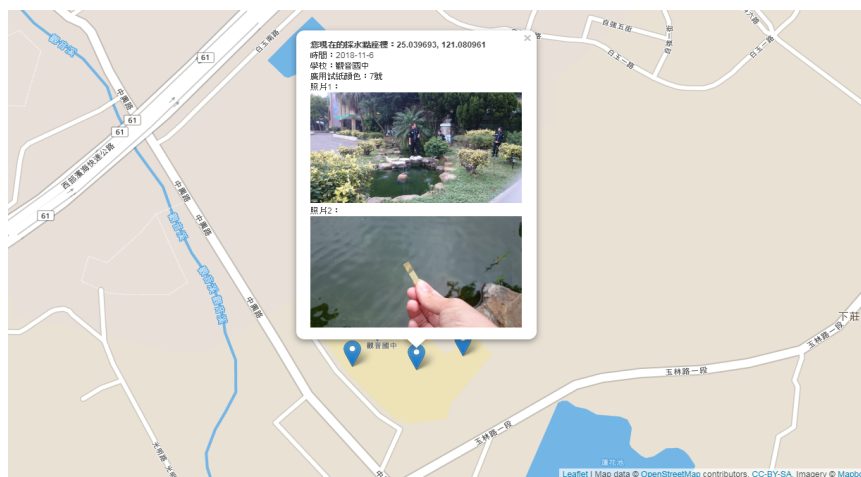


圖 1-33. 水質地圖頁面

3. 廣用試紙

本計畫採用東陽試紙研究所之廣用試紙，PH 值範圍從 1.0~11.0，對應的顏色變化見圖 1-34。使用廣用試紙時須注意手指觸碰過的一端避免拿來測水，應以乾淨的另一端測水。

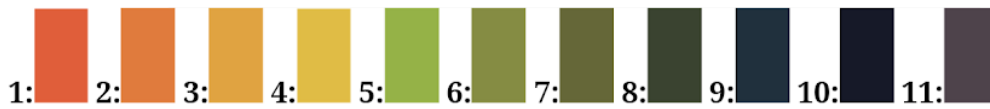


圖 1-34. 廣用試紙顏色變化

(二) 採水程序

本計畫由張簡琳玲助理教授於 2018 年 12 月 6 日至桃園市立觀音國民中學對學生進行環境教育課程，以水質檢測為課程主軸，讓國中生分組在校園內進行水質採集並上傳。國中生看到自己檢測的結果後於小組進行討論，學生須以記者的角度來分析探討，最後撰寫一份水質報告（如附錄 1.8.1）。採集水質主要分為四個步驟，以下依序介紹：

1. 確定採水地點：採水者要先確認採水地點是否有水源可檢測，並且考量採水點的安全性。確認以上考量點可行後方可進行採水。
2. 使用廣用試紙檢測水質：到了採水點後，可拿出廣用試紙進行水質檢測。檢測到的結果對應圖 1-34 的顏色變化進行分析與記錄。
3. 拍照：本系統以照片來記錄採水點，而照片的要求有兩種：一為全景照片，須拍攝整體採水地點；另一張照片為比例尺照片，採水者可伸出腳當作比較的物體來比對（兩種照片可參考圖 1-33 為範例）。
4. 上傳採水資料：採集好上述步驟的資料後，即可透過本系統網頁（<https://ppt.cc/foaqjx>）上傳水質資料，並即時觀看上傳之內容。

1.3 觀音新屋沿海社區生態環境與生活產業的互動關係

1.3.1 耕海又耕田—觀音新屋沿海社區生活產業發展與溪海、埤塘之依存關係

「我們對於這片海，就是我跟這片海的那種關係...以前我一回(家)來，我一定說，媽，我現在就要去海了(台語)，基本上我這樣講，他們都OK啦...一直到我工作，我生了孩子，我還會帶我的孩子去，不知道從什麼時候開始，我的海邊已經沒有沙灘，那時候我覺得很沮喪。」(T02)

一、半農半漁：季節輪替的多元生活產業

1. 後院埤塘：務農的生產與生活經驗

「早期我們永興村，只有兩個味道，稻子成熟的味道、還有曬魚乾的腥味，兩種味道，終年就是不變，你就知道，這句話就形容了一魚米之鄉。」(O03)

從本研究訪談經驗回饋，多數受訪者的生活產業經驗既涵蓋農耕也投入漁撈活動，若詢問以何者為主要收入時，多半回答以務農為主，延伸到利用農業資源的副業，包括家禽、家畜、養殖魚類的飼養，受訪者以「靠農、靠漁、靠家禽、靠家畜」充分點出沿海居民維持半農半漁的多元生活產業，在農忙維生之餘進行抓魚、捕魚苗的勞動，形成農漁輪替的季節性生產及生活模式。

在農業生產上，沿海耕地的土壤質地多為沙土，又位於灌溉系統的末端，居民稱為「水尾」，因此種植水稻不易，多以種植西瓜、香瓜、花生和地瓜為主。勤奮的居民進行改良土壤，挖砂補土或利用家畜糞便、稻桿、稻殼等來增加土壤養分，土地漸沃才開始種植稻米。居民普遍地認為海邊的農田收穫欠佳，一年兩穫裡，第一季尚可，第二季受海風影響，收成僅有一半，一甲地收成約四、五千斤左右，越靠近內陸、中上游，水源越充足、土壤越肥沃的地方收成越好，至少一甲地可收成一萬斤。

農事需要相當多的人力，農忙之際家庭成員都需要投入農事，受訪者(T04)談到未成年時幫忙家中農事，包括趕牛到防風林吃草或割草餵牛，西瓜收成時要搭棚巡田以免被偷，幫忙飼養雞鴨鵝豬等；受訪女性描述從插秧、犁田扶耙、曬穀到烹煮三餐點心都要參與。每到農忙時節，農家之間各出人力「換工」、形成互助的默契與模式，例如收成時彼此勞力支援，農家準備點心來慰勞前來協助的鄰居。農夫忙著割稻、打穀，小孩則在一旁撿拾被彈出的稻穗，集中後帶回去餵養家禽：

「我們小時候就是拈禾串(客語:撿稻穗),割了稻以後要打穀,機器打下來當中,就是會遺漏(稻穀)...我們就要跟在後面去撿這些稻穗,撿回去給鵝啊、鴨啊吃。」
(O08)

珍惜資源的農家,也會收集挑選稻稈,曬乾後,利用稻稈纖維、經機器加工編成草繩,成為另一種延伸的副業。

密佈的埤塘是桃園臺地上特殊的人文地景,蓄水供農民灌溉,而後也轉變為養魚的魚塘。訪談提及埤塘與生活的連結,可以感受到,埤塘放水彷彿是社區居民日常裡的一場不小的驚喜,埤塘兼作養殖魚池,放養草魚、鯰魚、鯽魚、鱧魚、鱸魚、泥鰍、蝦蟹、蛤蠣、蜆仔等淡水魚貝類,當田地收成後,埤塘的蓄水功能暫告段落,埤塘主人或承租埤塘的養殖戶,便選在休耕後、冬季來臨前放水捉魚,同時清理埤塘,客語稱為「戽埤塘」¹⁹。戽埤塘時,社區居民會聚集觀望,看看見底的池塘內會有哪些生鮮,除大小魚類外,受訪者說水底爛泥會出現蜆、河蚌,總有額外的收穫。

在觀音沿海,著名的有大潭埤塘,昔日兼具灌溉與養殖,曾以金黃色的蜆仔出名,但目前已無灌溉功能,其他如觀音的大坡腳埤(金湖里)、紅糖埤(坑尾里)及新屋的後湖塘都是湖面較大的埤塘。住在觀音街上的受訪者(O08),回憶觀音寺旁的「鬼媽埤」,埤塘水很深,大家會去那裡釣魚。埤塘放水後,就等到來年春耕前再開始儲水準備灌溉用,在水溝抓魚抓蝦,或買魚苗放進埤塘養殖,重新一輪的生產與循環利用。

2. 農間靠海:自捕自食的漁撈

沿海居民平時漁撈的目的,主要以自捕自食為主,終年與海為鄰,利用定置網、流刺網、手抄網、釣竿、籠子等工具進行捕撈,受訪者一致提到過去沿海沿岸的漁獲或貝蝦蟹類的豐富,海對他們而言好像是「家裡的冰箱」一樣彷彿取之不盡:

「我們去海邊不會空手而回,我覺得我一定會撿一樣東西回來。」(T02)

「以前真的是沙灘這個海就是我們家的廚房,可以賴以維生,除了能夠在賺錢以外,也是很重要的食物來源跟營養來源,現在上高級餐廳吃到大蝦,我們以前小時候拿

¹⁹ 從前為了清理埤塘、怕魚類凍死,會在農曆年前農田停止供水時「戽埤塘」(早年靠人力的戽斗來戽水)。那是整個庄頭的大事,將埤塘的水慢慢放乾(滂埤),直至埤底見天,留下一圈較深的水,徒手揀小魚的社區居民會蜂湧而至,大人小孩都在泥濘中「混水摸魚」。而埤底的泥土則挖起來當肥料、做泥磚蓋土埔厝,也增加來年的蓄水量。參考自「戽埤塘—泥沼裡的嘉年華」新聞,中央社 2012.11.13, <https://www.cna.com.tw/postwrite/Detail/116025.aspx>。

著塑膠袋去撿就有...魚蝦貝全部都有，那時候物資缺乏的年代，是以前我們的家常便飯啊。」(T03)

孩提親海的經驗與情感

受訪者年幼時藉由與長輩們出海、親海的經驗，耳濡目染地體會與學習，大人下海捕魚、小孩則在一旁幫忙提著桶子或魚簍迎接漁獲：

「我們小時候跟他(爸爸)去啊！晚上就會跟他們去，幫忙提提籠子，然後再插(魚)啊！他在抓魚我們提籠子等他，抓到的時候把籠子拿過去，就放在籠子裡面啊！記得有一年很冷，牽烏魚，我爸媽在牽，我們就提個大桶子幫忙，天氣很冷啊...」(F04)

「務農的方面，我幫忙就是挑點心、煮點心、曬穀啊。如果是漁的方面，從很小的時候，我就是那個提桶，牽魚的時候要有一個人顧那個簍子，我就是去顧那個簍子的。...我們要一個水桶放了水，魚苗撈起來的時候要放在那水桶裡面，魚苗才不會死掉。」(T02)

與河海有較深連結的受訪者，對河海的感情多半源自孩童時代，或跟著長輩到海邊河邊幫忙撿拾捕撈，或邀伴在河海邊玩耍、探索自然生態到捕捉魚蟹換取零用錢等等：

「我們都去抓蟬仔(台語)賣，才有零用錢啊...就岸邊，港裡面也有，以前小時候退潮水都乾的，就下去抓啊。...都是那個爛泥巴，它有洞，我們手伸下去抓，大部分十次會把牠咬到八次。」(F05)

「我們從小到大，我們這裡的學費、零用錢都在沙灘上掙來的。」(T03)

「以前我們這邊像我們家住附近，我們會養鴨子啊！...我們都會鴨子趕到海邊，我們會去挖螃蟹啦...我們的鴨子趕到海邊，我們邊挖那個沙子裡面的螃蟹，丟給牠們去追去吃，那時候很多啦！」(F06)

年幼的受訪者也是家中可協助的勞動力，跟著母親到河邊撿河蜆、到海邊挖沙灘上的文蛤，交給母親去市場販賣；幫助母親採海菜和馬鞍藤餵食飼養的豬隻，不僅充分善用大海資源，也傳承了與海相關的生活技能：

「我大部分先採石蓴，石蓴有季節性，馬鞍藤比較沒有，青黃不接的時候，豬的地瓜葉吃不夠，就採馬鞍藤。」(T02)

受訪者親身跟著長輩到海邊去，非常鉅細彌遺地講述：要在高潮線的地方，看風向，會發現白色的粗海鹽結晶，由於鹽巴含有沙土雜質，先用海水沖洗的「洗鹽」步驟，形成高濃度的滷水即「鹽滷」，挑回家後再煮製成鹽巴使用：

「沙灘那邊，高潮線的地方，嗯，要看風向，會把那個鹽巴吹成一片一片，太陽照射之下會反光，然後你會看到白白的，我們就會用那個耙子、刮刀刮起來，用海水再沖洗，把水洗乾淨了，那個水，挑回來煮成鹽...我阿嬪的時代常做，我們會覺得好奇怪喔，黃黃的水煮了變成白白的鹽。」(T02)

3. 從傳統漁法到文化傳承的牽罟

牽罟是沿海先民世代傳承下來的捕魚方法。居住在白玉的受訪者F03(1955年次)與居住大潭的居民F10(1950年次)皆於國小學齡時參與過當時的牽罟，以此推測約1970年代後觀音白玉地區牽罟活動漸漸式微。受訪者回憶那時白玉地區牽罟的團體有兩組，等農忙告一段落，人們會號召去海邊牽罟捕魚，等到退潮、聽到海螺聲便出發，參與者牽罟結束時有魚可分，便帶著竹編的米籬挑回家。

「牽罟要有一條船，有一條船要划出去，划出去放網子，在兩邊岸上有繩子慢慢放...像農忙完的時候，都會叫大人去，明天幾點要牽罟啊。他們都知道...夏天、冬天都會有...船是用槳划出去，不是用馬達...那個年代的時候魚都很多啊，像這些雜魚、小白腹魚、丁香魚...」(F03)

「魚很多的時候那真的很恐怖，午仔有沒有，那午仔魚有沒有，牠被網攔住，牠(魚隻)要不(能)出去的時候，牠就跳起來，那壯觀啦，好看！」(O16)

受訪者描述牽罟的過程，是利用竹筏、舢舨或小船，先將漁網帶向外海，圍成半圓形，岸上的人分兩邊平均施力拉網。據年長的受訪者表示，他年少時期(約1940年代)即曾參加牽罟，當時甚至不使用船隻，而是由經驗豐富的漁民徒手背網，以立姿游泳至深處佈網。

「牽罟有一個網要圍一個半圓形，要一個人一個竹筏在上面拉網子，那個網子要拉到近海被別人接回來，然後兩邊的人就慢慢弄，要同樣的力量，要一樣、平均...拉的時候就要平均，不能一邊高一邊低，魚會跑掉。」(O07_1)

居住笨港、有豐富牽罟的受訪者T03指出，牽罟的地理條件需要是有沙灘的沙岸，若沿岸礁石太多時，罟網會被礁石卡住，而永安漁港南岸的笨港灣是非常適合牽罟的地方，約五十年前牽罟最興盛的時候，笨港一帶有十四組船隊在進行牽罟，約在三十年前式微，不再以牽罟作為主要的捕魚方法，目前的牽罟以文化傳承與體驗為主。

牽罟作業需要有一艘船，船有船主和股東，多半動員宗族家族成員來幫忙牽罟，形成一組牽罟的團體。這組牽罟人力會在海邊搭建一處放置罟網的處所，稱為「罟寮」。為了要知道何時要撒網，便派有人員在岸邊瞭望，仰賴有經驗的成員去觀察魚群的出沒：

「因為以前的科技不發達，怎麼樣知道什麼時候要撒網呢？他們就是在岸邊瞭望，因為牽罟都以季節性的魚為主，他們用目視去判斷哪裏有魚群，魚群會聚集在一起，水面上，可以看出水花的變化，一發現魚群就吹海螺，每一艘船吹海螺的訊號不一樣。」(T03)

當發現魚群、準備下網前，以吹海螺的方式召集正在農忙的親友，由於每組吹海螺的訊號不同，當聽到屬於自己這組的訊號時，成員就會把工作放下並往海邊移動，集合準備下海拉網(圖1-35)。

「那個吹螺的聲音是不一樣的，長短音會不一樣，用聲音去辨別...吹出來的長短音不一樣，音質也不太一樣，反正你聽久了你就知道這是我們家的，是我們這一組人的，大家就趕快去幫忙。」(O09)

幫忙的成員都會分到漁獲，多寡則取決於牽罟的漁獲量，就算是小孩子，也多少會分到一些魚帶回家加菜。詢問牽罟時捕撈的魚種，受訪者(O17)指出過去的魚種比現在更多，特別提到臭肚仔、海鯰，若被魚刺刺到，其毒性會使人當場痛在地上打滾²⁰。

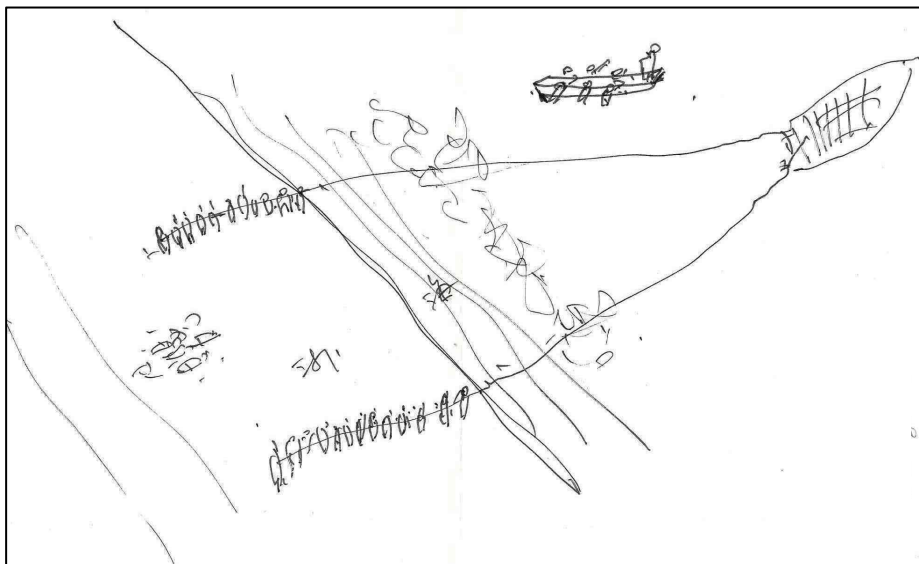


圖1-35. 受訪者O14手繪牽罟情景

²⁰ 台灣俚語稱「一缸、二虎、三沙毛、四臭肚」，四種都含有毒刺的魚類，其背鰭和胸鰭硬棘具有毒腺，遭刺傷時會紅腫疼痛。缸為缸魚，虎又稱獅子魚、石狗公，沙毛為線紋鰻鯪或斑海鯪的俗稱，臭肚又稱象魚。鰻鯪為少數生活於珊瑚礁區之鯪魚，也常可發現於潮池、河口域或開放性的沿岸海域。臭肚魚幼魚多成群棲息於枝狀珊瑚叢中，以藻類為食，成魚則成群洄游於珊瑚礁區。參考自台灣魚類資料庫網站 <http://fishdb.sinica.edu.tw/chi/species.php?gen=Plotosus&spe=lineatus>, 2018.12.13 查閱。

4. 濃密的防風林提供人與土地的防護

無論日治或戰後時期，防風林都是國家為保護海岸地帶的重要保安措施，種植數十年有成的防風林，提供天然的防護功能，保護人、土地與作物免受風沙的威脅，受訪者稱之為「綠色長城」。厚實綿延的防風林，漸漸自成一完整的生態綠帶，成為野生動植物的棲地，更是沿海居民重要的生活環境記憶之一。

穿過茂密蒼鬱的防風林、踩踏過廣漠的沙丘到刺腳的礁石潮池玩耍，是孩提時對海邊的特別回憶。受訪者對幼時的校外遠足，在防風林下野餐的印象深刻：

「我們小學的時候，所謂遠足就是去防風林下面帶便當去那邊吃，然後撿撿貝殼回家。防風林是非常漂亮啊，那個木麻黃擋風遮雨啊，對稻田啊什麼都非常好。」(O08)

防風林對孩童而言也是另一生計去處，需要幫忙家裡撿拾掉落的細葉、枝條當薪材使用，尤其細長的木麻黃葉子易於點火，常常需要蒐集利用，早期林務單位看重防風林的防護功能，甚至派人巡查並禁止砍伐或利用，

「以前很多那個木麻黃，木麻黃會掉葉子下來，我們耙回來去當柴火燒，第一把火一定要用那個起火，很好起火，著（火）了再放木頭、樹枝這樣...」(F03)

「對在地居民來講，日治時代管理防風林是非常嚴格、嚴謹，採薪都不行，摘沒有乾枯掉、折下來的枝都不行...早期沿海居民，還會被抓去關過，因為盜採拿去燒...關在哪裡你知道嗎，關到海岸部隊的碉堡裡面，要去那邊拘留一天，很多人都有經驗過。」(O03)

居住保生的受訪者國小畢業後因為生活困苦，就在當地打工，幫忙苗圃種植木麻黃，先是幫忙採籽，再用黃土包覆：

「種樹要在農曆過年的前後春雨綿綿的時候就種，那時候在大潭有一個苗圃，木麻黃樹結籽，那就我們去做工，一天的工資八塊錢，用竹子高高的把籽勾下來，都要採籽...」(O17)

受訪者指出為了與海爭地，需要長期不歇地圍籬及種樹，使防風林逐漸向海岸延伸，靠近內陸是成林的老樹，越往海岸則是新植的幼樹。

二、海螺聲響：從事漁業、海上活動的過往記憶

1. 近海漁業的漁民經驗

觀音新屋沿海的專業漁民從事近海漁業，多以合資的漁船出海，平時停泊在永安漁港，以流刺網和流袋網捕魚，隨船隻航行的距離，捕獲的魚種也隨之不同，根據受訪漁民（F06）提到漁船出海主要捕抓高經濟價值的魚種，以白鯧、午仔及土魷為目標魚，其他如鯊魚或炸彈魚（又名鯉魚）等並非其漁獲目標。漁船一般多選在新竹與竹圍之間的外海約3-5海浬作業，最北遠至淡水、最南以苗栗為限，若要捕捉土魷和小卷需到較遠海上，約10海浬或遠至20海浬外，有時也會航行到台灣海峽南部一帶捕魚，如有受訪漁民曾遠至東引抓黃魚。

「一般我們這抓流刺網的話，大部分都是3海浬以內，橫向（按：指平行海岸的距離）大概10海浬左右，直向（按：指垂直海岸的距離）這樣出去的話大概3海浬這樣，我們的魚區這樣子。」（F06）

「我們現在抓的，大部分都是在三海浬、五海浬以內，然後有一些魚種是要超過五海浬，到十海浬左右這樣子...鯊魚的話大部分都是三、五海浬到十幾海浬都有。」（F06）

就季節來看，夏天捕撈鯊魚和黑鯧居多，十月中旬後冬季來臨，以捕捉午仔魚、烏魚、土魷魚為主力，其餘如白鯧、黑鯛、黃魚等。台語稱「一午、二白、三白鯧」或「一鯧、二午、三白腹」，意指午仔魚、白腹魚、白鯧魚為公認品質較好的高級魚種。資深漁民強調捕魚需要看氣候及季節而不同，每到三、四月捕捉黑鯧，抓到六、七月黑鯧快抓完時，開始抓魷仔魚和小管仔，接著東北季風吹起時，九月中旬至十月開始抓土魷魚、烏魚等。雖整年可以捕抓烏魚，冬天是烏魚交配產卵的季節，烏魚子和烏魚腩是此時節的產物，受訪者（F06）稱冬至前後十幾天的烏魚汛期是漁民的黃金季，前年（2017）一個魚季約抓到1,500條左右的烏魚。

近海漁船在冬季出海捕魚，雖漁獲量大、市場價格好，卻是漁民冒著大風大浪的風險所換來的：

「冬天抓烏魚的時候，那個浪來，船都快要打直啦！抓烏魚真的是跟那個風、跟那個浪在搏命欸。」（F03）

「我們這裡抓的魚大部分都是風浪很大的時候，都是拼命的啦...我們這裡抓魚都是真的拼命來的，我們都十級風出海欸，人家都回來了我們才出去...魚越多，可是越危險啊。」（F05）

面對漁獲的經濟利益，漁民之間也存在著競爭關係，當漁汛期來臨，能最快最準確地掌握魚群動向、最早抵達漁場才能搶得先機，受訪者以「抓烏魚都是仙拼仙（台語）」來形容。

昔日漁船滿載而歸，漁獲賣得好價錢，受訪者（B01）回憶約二十年前，親友的漁船回港，流刺網上掛著滿滿的烏魚還來不及自網上撥下：

「一天抓的量，都還在船上都還來不及撥，還要全部載回來在岸上才撥的，一直拉網一直撥，一天八十萬欸，隔天也還有六十萬，再差一點還有三十萬左右，你看三天賺多少錢？三天欸！」（B01）

昔日漁船在近海捕捉龍蝦，受訪者（B01）稱三天出海就可捕獲到三、四百公斤的龍蝦直送基隆販賣。捕魚人因一次的漁獲而一夜致富時有所聞，如受訪者回憶約六十年前阿公豐收致富的事蹟：

「以前我阿公那時候，下一次網回來就蓋一棟三合院...捕午仔魚兩千多公斤，抓一次滿載回來...一次網而已，就網子下下去，回來就兩千多公斤，就蓋一棟三合院。」（F05）

在魚貨販售方面，近海作業的漁船，返回永安漁港後通常都整船魚貨賣給魚販，並未在當地販售，而是卸貨後直送基隆、賣給海鮮餐廳，主要原因是高經濟價值魚種的價格所致。受訪漁民（F06）便自豪地說：「全台灣就是我們永安漁港抓的魚最好價」，比起竹圍和南寮漁港的漁獲價格高，乃因桃園沿海潮汐較大、捕獲的魚體較肥美。

2. 與沿海/岸資源的互動方式

在沿海或沿岸進行漁業捕撈活動，包括架設定置網或流刺網捕魚、海邊及河海交界處捕撈鰻魚苗和烏魚苗、至河口置蟹籠捕蟹、放蝦籠捕蝦、去沙灘撿文蛤等，都是本計劃受訪者早年常從事的活動。其中捕捉鰻魚苗和烏魚苗販售，主要是補貼家用的經濟行為，其餘多屬休閒娛樂、自捕自食的活動，若捕撈到高經濟價值、賣相好的魚種，如冬季的烏魚、黃魚、午仔魚等，則會零星販賣，不同的漁民有不同的販賣管道，量多、價錢好時多選擇賣給魚販，量少時則賣給自己熟識的餐廳或客人，在冬季魚肉品質鮮美的季節，有時還會有餐廳業者在岸邊等待這些個體戶的漁民收網，一上岸就將魚貨買走（F10）。

長期與河海互動的經驗，造就居民敏銳的時節感受，受訪者能清楚描述到不同的季節時間會有不同的漁獲，也從經驗中了解不同魚種淡水、鹹水或洄游習性，使得捕魚的方法和地點位置有所不同。因應不同的地點和魚類，使用不同的捕釣方法和工具，包括釣竿、魚叉、魚籠、手抄網、流刺網、定置網等等。捕獲的魚種多樣，包括海中全年性的魚種如花身（花身雞魚）、烏魚等，洄游性的魚種如午仔魚或沙梭，以及龍蝦、紅蟳、沙母等。此外，早期地方居民也會利用植物「魚藤」來捕魚，此法在民間流傳已久，利用石頭將其根部搗爛、汁液灑在水面上使

魚暈厥²¹，後期為了簡便，多以氰化物替代，由於毒魚的方法快速且有效率、捕獲量高，遂被居民經常使用。

居住永興的受訪者描述在新屋溪到後湖溪永興一帶沿岸的漁民，觀察潮汐方向，架設漁網捕魚的情形：

「(沿岸)洋流是漲潮往南，退潮往北，可是有一些地形，碰到突堤或是河口，會有一個交會點，就是魚的匯流的地方，所以他們就會在那個地方這樣把他柵(台語：攔)一下，牽一下這樣...」(T02)

從白玉到永安，只要是適合架設漁網的沿岸，多有特定的漁民會去架設流刺網捕魚，稱作「站山攔」(客語)或「放鯪仔」(台語)。他們通常各自有固定的區段，彼此互不逾越，由於流刺網一面長達數十公尺，為不互相干擾，同時配合洋流方向，漁民放置的網面都與海岸垂直。

冬天，尤其是中秋節過後一直到隔年的清明節，是沿岸放網的主要季節(F09、F10)，由於夏季海水溫度高、魚群出沒少，直到九月轉涼，才開始在岸邊架網，最常捕抓的魚種為烏魚及午仔魚，白鯧、黃魚、石斑為極少數。受訪者F10在保生小飯壠溪的淺沙灘上放網，過去父親是使用單層流刺網，本身則使用一件為150台尺長的三層流刺網，漁汛的高峰期可放到五、六件網，於退潮時去放網和收網。

如果選擇初一、二或初十五、十六的大潮當天放網，退潮時海水退得較遠、礁石露出較多，這時漁民放網也可以放得較深，漁獲相對便較多。天候也是非常重要的因子，天候不佳時，通常是指風、雨和浪的等級不適合架網，即會將漁網收起，待天候好轉再架設，故每天巡視海邊是這群漁民每天例行的生活要事。架網期間，為了保持漁獲的新鮮度，同時也避免漁網上的漁獲被偷，隨著一天兩次潮水漲退，漁民一天會去巡視兩次中網情形，即使退潮時間發生在半夜，也定會巡視，除非是炎熱的夏日，有時會跳過白天的巡網，因為魚肉多因高溫而變質，被認為已無利用價值。

針對捕撈不同的對象魚，漁具也搭配不同網目尺寸的漁網。受訪者F10表示八、九月開始抓魚時，使用較細目、約兩寸的漁網，此時補獲的魚種較多樣，當十、十一月過後開始抓烏魚時，需要更換網線較粗、網目較大、約三寸的漁網，一直捕魚到二、三月休息。

「像八月才開始的時候網子又比較細，那什麼魚都有啊，八、九月的時候才開始抓的時候，用比較細一點，開始的時候那什麼種魚都有，大小都有。到十一月過

²¹ 魚藤根莖汁液含有魚藤酮的成分，可使魚類昏迷。

後，抓烏魚的時候，網子就要比較粗了，因為烏魚比較有力，也比較大條，太細的網子一下就破掉了，給它一鑽就破了。」(F10)

居住地近沙灘地的受訪者所描述在沙灘捕獲的魚蟹種類又稍有不同。過去會趁晚上退潮時去沙灘上捕撈比目魚、貝類、沙蟹等等。拿燈照過沙蟹後，可拿網子或徒手捕捉，沙蟹或蛤蠣可裝上滿滿一布袋，但現在因沙灘消失，沙蟹不見蹤影，蛤蠣也少見：

「因為比目魚是在沙地才有，牠會沉，牠會沉在那個沙子裡面，你晚上才看的到牠，晚上你燈照好，牠那個會兩個眼睛亮亮的...比目魚有兩種，有比較長的，還有比較圓的...趴在那個沙子裡面你看不到，跟沙子一樣顏色啊...我們自己做那個叉子，只要叉下去就可以，要吃比目魚也有季節性...」(F04)

沿岸居民從長期觀察到的經驗，發現當海象變化劇烈或季節交替、天氣改變之際，海中生物會有所變化，例如颱風天過後，海邊魚群會一群一群地出現；當海邊吹起南風時，會將沙灘表面的沙帶走，原本躲在沙裡的文蛤會露出進出水管頂端於沙灘表面，使得躲藏處顯而易見：「以前有南風來它都會跑出來，現在都沒有了。」(F10)；梅雨前起大霧時，海邊沙灘會出現墨魚、烏魚等垂死的生物，此時居民會趕緊到岸邊撿拾尚屬新鮮的海產：

「前陣子(按：訪談時間為2018年6月)墨魚、烏魚都死在沙灘上，因為起霧的時候，不知是迷航或被鳥啄也不知道，反正就飄在海上...以前都會看起霧囉，要去海邊撿花枝，可撿五、六條...」(O07_1)

「那時候我小時候只要是夏天，起南風，然後又有...又起霧，我們就會去海邊，去閒逛，就會撿到很多東西(按：指水產)。」(F02)

「烏賊、花枝類似那一種的。大概農曆一月到二月，就是交配期。後來風平浪靜大概三、四天無風的時候，忽然間大風來、海風來，就會飄上來會死掉。我哥哥以前撿了一條石斑有40幾斤。」(O17)

3. 近海與沿岸的捕鯊經驗

不論近海漁船或沿岸的個體戶漁民，都可捕抓到鯊魚，但捕獲到的種類或季節有所不同。近海漁民(F06)將三、四月出現的鯊魚群稱為「春鯊」，即春天的鯊魚，昔日春鯊較多，魚體長約一米多、約三、四公斤重，屬於較為小型的鯊魚。近海漁船可捕獲的鯊魚種類甚多，包括紅肉丫髻鮫(雙髻鯊)、黑邊鰭真鯊、龍紋鯊(南方龍紋鱗，客語稱「笨鯊」)、大翅沙(大青鯊、水鯊)、狗沙、虎鯊等，早年甚至一年可捕獲數隻鯨鯊(豆腐鯊)，F05即曾在出海時，看過近十米長的鯨鯊在船邊緩慢游泳。相較在岸邊僅能捕獲體型較小的鯊魚種類或幼鯊，

在近海所捕獲的鯊魚個體有時單隻重量即達一、兩百公斤，一次出海有可能收獲數百隻，漁獲可逾數千公斤，在特定的季節，不乏捕獲到大型懷孕母鯊，肚內往往有數十隻小鯊（F05）。

三代皆在沿海捕魚的受訪者，描述自祖父、父親至第三代捕捉鯊魚的經驗，在阿公時代（距今約六十年），社子溪出海的海灣，據說有很多的「笨鯊」，也是「笨港」的地名由來。捕捉笨鯊時，一因該鯊魚屬於底棲魚種，二因體型重達上百斤，需使用大網目（一目約一尺半）的底刺網，每年春夏交接之際，成魚會聚集到藻礁區僅五、六米深、相當近岸處繁殖，漁民會利用傍晚時分下網，天亮後取網（F05）。

至於紅肉丫髻鯪，當地人稱紅鯪（台語）或平頭鯪²²，受訪者表示自小即見過吃過，父執輩在沿岸就捕捉得到公鯪或母鯪，描述紅肉丫髻鯪的特徵是「紅色的、還有一點一點花花的」，母鯪的卵有大有小，大的像雞蛋、其他都是小小的卵。受訪者描述小時候：

「其實我們吃那個魚，吃蠻多的。冬天的時候，她們就會產卵啊...也吃過小魚，也吃過大魚。肚子裡面有卵的也吃過啊。」（T02）

依受訪者F05長年漁船捕撈的經驗，他表示每年九月，紅肉丫髻鯪會群集在近海6~10海浬深水處，2017年9月他要網撈高經濟魚種土魷魚時，並非刻意就網到達一噸的鯊魚（紅肉丫髻鯪和真鯪類）。受訪者回憶約在四十多年前，親戚一趟出海四、五天，曾經抓了約幾百隻、共達六噸的各式鯊魚，包括紅肉丫髻鯪、真鯪類等。同樣的，住在永安漁港旁的B01也描述在那個年代深刻的記憶，一艘漁船捕獲八噸的鯊魚，當捕獲鯊魚的船隻進港時，還需動用數十人以及數台卡車，方能將堆積如山的鯊魚卸下裝運，當吊車吊起魚貨，魚體因重力壓迫，導致母鯪肚內的小鯪被擠壓而一隻隻掉落而出。

在沿岸個體戶漁民的部分，沿岸流刺網也可捕捉到真鯪類（沙拉真鯪、寬吻斜齒鯪）、紅肉丫髻鯪和魷魚，其中以真鯪類鯊魚為主。從三月開始即會有鯊魚上網，抓到六月，根據漁民的經驗，「夏天南風吹過夜、海水混濁時」，就會抓到鯊魚（F07、F08）。地點的部分，則以大潭地區海岸捕獲的頻率最高，當天氣轉暖，水溫升高、魚群變少，加上卡網的魚易腐爛，所以六月到九月為休漁期。多年前一件三層流刺網可網到十幾尾鯊魚，現在漁獲明顯較少，即使如此，F03在2018年6月初，在大潭和觀音海岸架設流刺網時，仍有一天收獲十多尾紅肉丫髻鯪的佳績。漁民形容當天氣好的時候，鯊魚「吃很淺」，較為靠近岸邊，當天氣不佳、風浪大時，鯊魚「吃比較深」，游到較深處。根據受訪者的經驗，會在沿岸被流刺網捕捉到的紅肉丫髻鯪

²² 紅肉丫髻鯪頭部向兩側突出，又名鈍頭鯪、雙髻鯪，當地居民習稱「平頭鯪」，真鯪類的鯊魚吻端則呈突出狀，當地居民通稱「尖頭鯪」。紅肉丫髻鯪的幼鯪喜歡棲息在沿海水域，海岸過度開發和近海漁民捕撈作業皆嚴重衝擊其族群之存續，近年來漁獲量和捕獲體型均急劇下降，為承受高生態風險之物种（莊守正，2013），已被國際自然保育聯盟 IUCN 受威脅物种紅皮書列為瀕危等級（Baum *et al.*, 2009）。

體型都很小，一般為一、二斤，大者為四、五斤，推測為出生不久的幼鯊，在岸邊捕獲的笨鯊（龍紋鯊）一般則有一、二十斤，大者為三、四十斤，受訪者（F10）描述捕獲笨鯊的經驗：

「笨鯊要六月，笨鯊比較大條，以前我們岸邊三、四十斤都有。它要六月，季節要水熱的時候才有靠岸...它的網子比較粗，因為它比較大條比較有力，那都是很粗的網子...四月到六月的時間啦，它吃比較淺。深的地方我們沒有去抓，它吃淺的時候我們才有抓得到。」（F10）

笨鯊的鰭被認為是高品質的魚翅，故在當地是價位最高的鯊魚種類，受訪者回憶四十年前左右，笨鯊價錢約一斤五、六元，賣出一條約百來元，據受訪者F05表示，目前笨鯊一斤的行情約在百元左右，笨鯊因肉質較好、價錢較紅肉丫髻鯪為高。除此之外，一般而言，鯊魚肉口感被認為沒有其他海水硬骨魚類來的鮮美，價錢相對不高，若所捕撈的漁獲體型不大，不具販售價值，就以自食為主，多餘的部分則分贈鄰居好友，口感上紅肉丫髻鯪比較美味、沒有腥味。F03表示，早年在地居民會乾炒鯊魚肉自製魚鬆，鯊魚鬆不會有噎喉的刺，非常適合小孩食用，在特定的季節可能會捉到多隻體型小的鯊魚，例如五、六月時會在潮間帶活動的紅肉丫髻鯪幼鯪，吃不完就川燙後拿去餵雞。

4. 與溪流、沼澤資源的互動方式

海陸交界的河口為一處涵蓋水域與陸域的沼澤生態系統，潮位、鹽度變化大且潮差明顯，當漲潮時水位高，會出現「河海洄游魚類」如白鰻、鱸鰻等。受訪者F06提到二十幾年前社子溪尚有不少的野生白鰻，另一受訪者則描述捕鰻魚（此指成鰻）的經驗，利用鰻魚躲藏在某種綠色絲藻內的特性，抓取整團的絲藻來捕捉：「像夏天它就會形成很多的絲藻...那個沼澤裡面它會形成一種藻，那種絲藻一條一條的啦！絲狀的，我們是用那個絲藻當捕鰻的工具...牠會躲那個絲藻裡面，抓到以後往岸上拋，一拋上去鰻魚牠沒有水，牠自然就會滑下來...」（F04）

在溪河口如新屋溪口、小飯壠溪口，有時會有附近的養殖場溢流出的魚蝦幼苗，使得河口的魚類相對多樣。溪河口會捕抓到的淡水魚類，如大肚魚、泥鰍、福壽魚（改良種吳郭魚，當地人早期稱吳郭魚為「南洋鯽仔」）、曲腰魚（總統魚）等。受訪者更分享在新屋溪口抓到土龍（波露荳齒蛇鰻），為民間用來強筋健骨的製酒珍品。

「小飯壠溪那個出海口沙灘啦，沙裡面淺水的地方，很多沙蝦你知道，沙蝦就藏在沙裡面那個...就是電一下它會跑出來這樣。」（O17）

住家近後湖溪的受訪者回憶過去和阿嬤拿著無柄竹編的「插箕」²³到溪裡抓蝦，將插箕在溪裡抖動、將砂漏下，留下在箕裡的小蝦；在溪口感潮帶，漲潮時觀察河水面有冒泡處，底下必有蟬仔，靠著長期觀察累積的經驗，就可滿載而歸；住家小溪旁在下雨時分，毛蟹（日本絨螯蟹）成群，多到只捕母蟹食用、公蟹則給雞鴨當飼料。受訪者（O05_1）提及自身國小階段、約1970年左右，其毛蟹生態的盛況，尤其在冬季下過雨後，大量毛蟹湧現，多到以麻袋扛回食用：

「大人抓是吃，我們抓是好玩而已，大人吃法是更多，像麻袋裝的啦，用麻袋扛回來啊...像我們很多是大庄院嘛，因為大鍋子煮著啊，一麻袋煮大家吃啊。」（O05_1）

受訪年齡為64歲的漁民（F09）提到昔日小飯壠溪及其側溪的毛蟹，於農曆十月左右，下雨過後會順著河水下到海裡產卵，毛蟹數量多到令人沒有捕捉的意願，僅有在食物匱乏時勉強抓來填飽，以多到「沒有人要」、「吃到怕」來形容。

「（毛蟹）產卵啊，牠要順水下去海那邊產卵，產卵牠又爬上來，帶小螃蟹爬上來...小時候吃很多，吃到怕...很窮沒有菜可以吃，抓了很多啊，給牠這樣用菜刀這樣（剝得）綿綿綿...然後放點蛋下去，用煎...」（F09）

受訪者（F10）指過去冬天寒冷季節，約十一月到二月冬季之間，曾經一個晚上在新屋溪口用定置網抓上好幾千隻的毛蟹，要用五、六個麻袋去裝，一、二十年前收購價為一斤兩塊錢，會載到觀音去賣，近年來毛蟹價格轉好。去年（2017）某天因下雨、天冷、河水水量多，毛蟹湧出：「冬天的時候，有河水出的時候，它就會跟著水出來」。

另一種利用潮汐漲退原理省力的捕魚方法稱「網筍」²⁴，屬於小型定置網，將竹竿插在河道上、利用漲潮攔截水裡的魚蝦蟹，等退潮時即可收網。受訪者分享四、五十年前，一晚可有上百斤的漁獲，有花身仔、午仔魚、赤鯨等高經濟性魚種：

「那個竹竿先插進去，網子就埋在這個竹竿旁邊，用石頭把它壓住，等海水漲潮進來的時候，魚就會跟著潮水上來，等它快要退的時候，就要趕快下去把那個網子全部拉起來掛在那個竹竿上面才能網到魚。」（O07_1）

²³ 畚箕形似畚斗，前端開口，以竹篾或藤心十字形交叉編製而成，四角用較粗竹蔑青成固定擔架，加上繩索或扁擔用肩挑或扛，可用來挑泥土、堆肥、根莖類農作物等，大都用來裝運較笨重之物，或於曬穀時收集稻穀用。引自客家雲網站 <http://cloud.hakka.gov.tw/details?p=122378>。

²⁴ 這些水域裡，可以看見由人工插竹竿為樁，再置入漁網，捕捉這些由大海隨潮水游入的魚蝦蟹鰻等，此種捕魚作業，即為濱海地方幾種極為簡單的撈捕魚類方法之一，俗稱為「掛網筍」，正式名稱則為「定置網」的捕魚作業，早年以竹子編制而成，現在則以漁網行之。參考自黑面琵鷺保育協會網站：產業七股 http://www.bfsa.org.tw/tc/chigu-in-3.php?pageNum_Recordset0=2&totalRows_Recordset0=27。

居住在保生的受訪者提到新屋溪的出海口，居民也用上述的方法來捕魚。先是找到木麻黃樹幹或竹子，利用退潮時分插在泥沙上，同時將漁網埋在泥沙裡，當大潮來時魚群游進河口，此時將漁網拉高吊掛起來，再慢慢等退潮收網。此種善用河口地形、以逸待勞的漁法也有豐收的漁獲：

「今天要去抓魚，就把網先埋下去，等那個大潮來，那魚跟著潮水來，滿潮的時候，河口滿的時候，會游泳的人，就進去那個魚網把它吊起來...漲滿潮的時候，會游泳的進去把那一節拉起來掛在上面，魚已經跑到河裡面來，掛好慢慢退潮以後，魚就走不出去，被攔著的那個魚是很多。那烏魚冬天的時候很多，其他的像赤翅仔...」
(O17)

5. 魚苗捕撈對家庭生計的挹注

捕撈魚苗曾經是觀音新屋沿海居民補貼生計的重要來源之一，包括虱目魚苗、烏魚苗、鰻魚苗、石斑魚苗等。受訪者(B01)特別記得幼時撈紅槽(銀紋笛鯛)魚苗、一條12~15塊錢的回憶，另一居住永安的受訪者提到，早期主要是以捕撈烏魚苗和虱目魚苗為主，等到虱目魚苗、烏魚苗、石斑魚苗可以人工繁殖後²⁵，捕撈野生魚苗的人漸漸減少，約1970年代開始興起捕捉鰻魚苗，印證1960年次的受訪者(F09)回憶其14、15歲左右才開始有撈鰻苗、收購鰻苗的說法相符合。

魚苗捕撈的時間具有季節性，大致而言，冬天抓苗、烏魚苗，春季有虱目魚苗，夏季有石斑魚苗等。鰻苗的季節，大約在中秋節過後、當東北季風吹起，約十、十一月開始，可以延續到隔年農曆年後三、四月，至清明節前結束；而烏魚苗季節的說法較不一致，較多受訪者指冬天，也有指春夏，約五月、六月到八月左右。鰻苗主要在夜間捕撈，烏魚苗全天皆有，但以白天為大宗。

「一直以來，其實我們老人家的觀念是白天沒有魚，因為鰻魚是晚上出沒的，所以一般白天我們不會去抓。...白天量比較少，因為白天的水溫高，牠跟溫度、跟潮水都有關係。」(F02)

「我們兄弟都抓過，抓鰻苗每天都不一樣的時間耶，半夜一點、半夜兩點、半夜三點，剛好要開始漲潮的時候，一直抓一直抓，抓到滿來(指滿潮)，那時候大家只有鰻苗有可能會賺一點錢。」(T04)

²⁵ 早期養殖虱目魚全靠野生魚，台灣所需魚苗除由沿岸海域捕撈外，尚需從東南亞國家進口。在台灣，以荷爾蒙催熟池中養殖虱目魚產卵於1979年首度獲得成功；林烈堂於1982年首創塶養虱目魚種魚人工繁殖成功，1983年更進一步建立池中養殖虱目魚的自然產卵技術，隨即成功商業化量產虱目魚苗。引自《虱目魚160》，行政院農委會水產試驗所，頁4。

至於當地用來捕撈鰻魚苗的漁具，有許多不同的類型，包括竹竿網（手拖網）、耙網、推網、張網和定置網等，以因應不同的沿岸地形、天候條件和個人喜好（圖1-36、圖1-37），例如：竹竿網多半在較為寬廣的沙岸使用，耙網機動性強、可用在礁岩散布的沿海，這些人工操作型的漁具收放網的時機需要掌握漲退潮的時間，趁退潮時走到遠處，跟著潮水移動，直到滿潮前收網。定置網將網面朝向外海，可攔截的水域面積大，當漲潮時魚苗乘著潮水向河上游移動而進入網袋，不受漲潮水位影響，可作業至滿潮，相對比前兩種漁網收穫量大（行政院客家委員會，2011:78-82）。白玉海岸因礁岩較多，耙網是最常使用的捕撈工具，在小飯壠溪口的淺灘則可同時看到漁民操作多種不同的漁具來回穿梭捕撈。



圖1-36. 捕撈者正在檢視耙網內是否有鰻苗



圖1-37. 在地居民在河口架設捕撈鰻苗的定置網

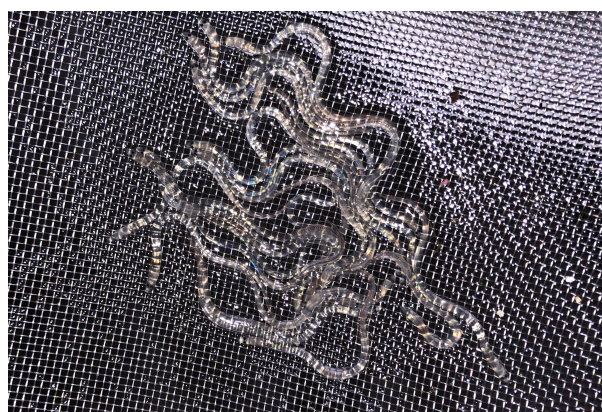


圖1-38. 剛被捕撈上岸、全身透明的鰻苗



圖1-39. 在地居民在河口捕撈烏魚苗

四十多歲的受訪者（F02）回溯小學時期，約1990年代初幫忙長輩捕撈魚苗的回憶，那時漁獲量較大，故選用張網捕魚苗。受訪者（F10）則提及在小飯壠溪口使用定置網和耙網等多種不同的漁具：

「小飯壠溪出水口，因為它要有淡水才比較可以抓。也有固定，也有用那個用拉的小網子，一個人一件，用拉的。固定就是在出海口這樣網子固定下去。網子像跟那紗窗那種的網子一樣，漲潮來它才會進，網子約一百多尺...」(F10)

至於鰻魚苗出沒的地點，在沿海和溪口都有，以漁民的經驗是淡水與海水交界處較多，趁漲潮時魚苗浮游水面時捕撈，放網的位置攸關捕獲的多寡，於是經驗豐富的漁民會知道放網的好位置：

「像那個抓鰻苗，放那個大網也是啊，位子好的話跟位子不好那就差很多，有時候位子好，一個晚上抓好幾百條，位子不好才幾十條也有啊。」(F03)

觀音新屋沿海一帶，在白玉、大潭、保生、永安各河口，只要鰻魚苗季節一到，夜晚來臨時就聚集抓鰻苗的人潮。大潭小飯壠溪口捕鰻苗的漁民提及：白玉、永安的河口較寬，相對捕獲鰻魚苗的數量也較多，其中白玉更是受訪者一致公認的絕佳捕鰻熱點，即使如此，漁民多半在自己熟悉的河口海域作業。

在準備抓鰻苗的幾天前，有的漁民便開始在海邊搭蓋小屋鰻寮，鰻寮的功能除了放置漁具外，也意味著不同家戶的地域使用範圍。據受訪者表示，盛況時曾有數千、百人站在海水中捕撈鰻魚苗，放眼望去，燈火通明，仿若夜市，十分熱鬧。甚至捕撈鰻苗的相關產業，例如連身防水褲、漁具，在漁汛期間，也成為熱門商品，供不應求(O16)。

「那時候就整村莊晚上都很多人，幾百個人都是、滿地都是，整個海岸都不止喔，那幾千人喔。新屋到永安到白玉那邊整個海岸都有啊...就在那邊，每一個人、大家都有大家的地盤，一個地方、一個地方啊，都不會跑遠啦。」(O17)

受訪者描述大尾的鰻苗約7~8公分，小尾則4~5公分，而鰻苗也有分老的苗和新的苗，色澤不同，老苗有一點褐黃色、新苗則非常透明(圖1-38)。

抓鰻苗²⁶，是有親近海洋經驗受訪者最常提到的活動，一致地認為抓鰻苗對家庭收入有所助益，在無法農耕、漁汛期的冬季，從事高經濟收益的鰻苗捕撈，成為年度家庭經濟的重要來

²⁶ 漁民捕撈的鰻苗主要是最具經濟價值的日本鰻，俗稱白鰻，為降海洄游的魚種，產卵場位於太平洋馬里亞納海溝西方海域，孵化後，隨北赤道洋流和黑潮海流，歷經4-6個月，飄送兩千公里後抵達河口域，再溯河而上。捕撈鰻苗為台灣漁民冬季很重要的傳統產業之一，以淡水漁民1994至1995年的鰻苗季為例，每艘舢舨船可以抓到三萬尾鰻苗，以當年最高價52元計算，可知漁民當時可因捕撈鰻苗而獲得相當高的收入(楊肇岳, 1998)。然因河川和海岸被嚴重污染、開發，棲地遭受破壞，再加上鰻魚特殊的生活史，日本鰻數量已急劇減少，鰻苗產量呈現崩潰趨勢，根據漁業署的統計資料，2007年鰻苗全台產量1,687萬尾，2017年則遽降至547萬尾(漁業署, 2017)，已被國際自然保育聯盟IUCN受威脅物種紅皮書列為瀕危等級(Jacoby & Gollock, 2014)。

源之一。幾位受訪者表示從小就跟著長輩、家人前去捕鰻魚苗，昔日海洋資源豐富無虞時，鰻魚苗數量充裕，多可豐收，一次潮水數百條到千條不等。1960-1970年代時一尾鰻魚苗值一毛錢；1980年代初期，受訪者回憶當時一尾1.2元計算，一個晚上可以賺進上萬元；近年來鰻魚苗數量遞減、價格也漸漸提高，一次潮水大約幾十條魚苗，一尾魚苗從二十元不斷飆高，近年甚至單價超過百元，F08即提及2018年初的一個冬夜，他們夫妻倆在白玉海邊，撈了約140尾鰻苗，賣得兩萬多元。鰻魚苗的收入，對於家庭的生計是一年中難得的金錢挹注，對小孩而言是額外的零用金，對大人而言是農業收入之外改善經濟的來源：

「像我...有年十幾歲的時候(約1960年代)，...那一隻賣一塊多，一塊二、一塊三...那時候我們住那個矮房子，還欠人家的錢...(年夜)三十號晚上，(債主)追得好兇喔。那天晚上我們吃過晚餐，(跟我爸爸、哥哥)三個人去撈...賣到一千多塊錢，全部都還給他(債主)了。」(F09)

「我覺得是鰻魚苗造就我們家子弟可以上高等教育，真的很大的幫忙。因為鰻魚苗改善了我們的生活...鰻苗算是一個改善我們的經濟，也是造成我們可以去受高等教育的一個來源。」(T02)

烏魚苗，多出現在海水與淡水交會處，以白天捕撈為主，需要結伴操作，兩人一組使用專門的烏魚網在河岸邊捕撈。根據受訪者F10表示，鰻魚苗和烏魚苗的捕撈季節是同一時間，烏魚苗出現時常是滿滿的一整群，一次的潮水可達上萬條，烏魚苗相對鰻魚苗因撈獲數量較多，收購的價格也較低，剛開始時的價錢約五、六毛，隨數量增多會降到約三毛錢。

受訪者提到過去阿公時代捕撈到虱目魚苗或烏魚苗並未馬上販賣，而是在魚池飼養一陣子，阿公會拿米磨成米漿後脫水壓乾，當作飼料餵食幼魚，等適當時機再賣出。然因現今虱目魚和烏魚養殖技術提升，已可自行育苗，不必要取自野外，因此野生魚苗價格劇降，即使如此，漁汛期烏魚苗成群湧現時，數量往往非常龐大，仍可見少數漁民架網捕撈，或於捕撈鰻魚期間，架設在河道上的定置網「順道」捕撈，一天多時可達數萬尾，對於經濟收入，不無小補(圖1-39)。

三、大海的百寶箱：對藻礁的認知、記憶與重新看待

受訪者指客家話裡並沒有珊瑚或藻礁的名詞，在藻礁未被普遍認知前，當地人以客語稱當地藻礁為 O-Lo-Shag 或 O-Lo-Gu-Shag (音譯)。對於此稱呼，大部分受訪者表示不知道其含義，或僅知 Shag 指的是石頭，少數能再深入解釋此名詞意涵的受訪者，一說 O-Lo 意烏漚(木製)，閩南話意指粗製濫造、雜亂無章，是對人事物的一个貶義詞，在此指黑壓壓一片、沒有用處的石頭，反映出人們看到顏色黯淡的石頭的觀感(O08)；另一說法指其語義為「蚵螺石」，

因客語「O」為「蚵」，「Lo」為「螺」，「Shag」為「石」²⁷，說明這是一片具有牡蠣和螺等豐富生命鑲嵌其間的礁石（F10_1、O05）。一位身為閩南人的女性受訪者，曾經詢問過老人家O-Lo-Shag的意思，老一輩解釋由於藻礁上有很多蚵仔故稱之：

「它上面都有蚵仔，以前都有蚵仔很多，所以人家就稱它 O-Lo-Shag...因為它都會有一些蚵仔、一些螺都會在它上面...就去挖螺、挖蚵仔，他們會這樣講，然後說 O-Lo-Shag，O 就是蚵仔，Lo 就是螺，Shag 就是石頭，O-Lo-Shag。」（F10_1）

以閩南語則稱為「咾咕石」；一般口語有「潮池」、「礁石」、「礁岩」等不同說法。根據老一輩傳下來的看法，咸認為藻礁是死掉且不具生命的一種珊瑚礁，小孩子也不喜歡打赤腳到海邊，會被石頭刺傷。

這幾年因為藻礁的研究，藻礁重新被人們認識，居民逐漸由陌生到了解、從漠視到珍惜藻礁，深沈不起眼的藻礁，竟如此地年代久遠、難得與可貴：

「啥？這東西就是我們天天在一起的，我以為全世界的海都跟我的一樣，就是出去就有一片藻礁。我一直認為說台灣的海就是這樣，出去就是有一大片的礁石...」（T02）

詢問居民對於藻礁的印象，由於退潮後的藻礁，出現很多生物得以捕食，認為藻礁是「一個可以找到很多吃的東西的好地方」、「有魚就來抓魚、有枝條就去撿枝條（當柴薪）」。受訪者（O05）認為藻礁潮池因潮汐漲退、留住魚群的原理與石滬相似：「基本上它就是一個天然石滬的概念」。居住大潭的受訪者（O17）提到觀新藻礁與大潭藻礁實是連成一體的，因大潭電廠的碼頭突堤截斷了連續的礁體，描述昔日至海岸藻礁抓魚，靠近沿岸的礁體較為結實，越往外海深處、礁體越鬆脆，有時候一腳踩下去就會陷進去。多位受訪者提到，因熟悉藻礁的環境，熟知藻礁有哪些孔洞、哪些地點躲藏較多的魚，甚至地方居民會將特別的藻礁區塊命名：

「在海邊的那個生態，那一個洞是鬆，都有安（取）名字...這個叫甚麼洞、甚麼洞，哪一個有魚、沒有魚，那不是每一個洞都有魚，還要看。我們地方大家（為潮池）取的（名字）...哪一個洞（魚）會藏裡面、藏魚，不是說每一個很深（的潮池）就會有（魚），（魚的分布）有那個地理位置。」（O17）

現在觀塘的藻礁區域，曾有一個很大的藻礁礁洞，礁洞的生態豐富、魚類眾多，為在地居民所熟知。居民會選在每年農曆七月十七日大潮前後兩天，於大退潮之前集結準備，會有一、二十人拿著數個竹簍，先將海沙裝進竹簍，再將魚藤汁液滲進海沙裡，等待退潮時機。當潮水退到盡頭，時間緊迫，約一小時可以抓魚，隨後接著又開始漲潮。受訪者O17解釋魚藤的汁液是用石頭捶打魚藤的根部後泡水，形成乳白色的魚藤汁液。當潮水退盡、開始漲潮之前，將含魚藤成分的濕沙灑在大礁洞裡，礁洞的魚類如石斑魚、鰻魚紛紛中毒，無法游動而易於捕捉。當有人出面號召捕魚時，願意出錢購買魚藤或魚網者便是此次捕魚行動的股東們，股東可以在結束

²⁷ 受訪者指 O-Lo-Shag 不曾在其他地方講過或聽過，可能是海邊客家人較少所致。

時分到較大較多的魚，年幼者前去幫忙也能撿些小魚回家。可惜此一大礁洞，在東鼎開發觀塘工業港時已經被挖除，現在已不存在。

在藻礁潮池裡曾看過的生物，綜合受訪者提過的有螃蟹、龍蝦、錢鰻、豆仔魚(小烏魚)、石斑、海蛇等，珠螺、石螺及其他難以指認等多種螺類，亦有描述藻礁處釣魚釣到大黑鯛、擱淺的魷魚、甚至海龜死在潮池裡(F01)的例子。的例子。一受訪者提及小時候潮池很常看到、也常抓到「錢鰻」(又名薯鰻，鯨科裸胸鯨屬類，為兇猛的肉食性魚類)，這類魚喜躲藏在洞穴中，晚上才活動覓食，速度敏捷，因性情兇悍，所以漁民一捉上岸，就會把錢鰻頭切掉，因魚刺多及肉質緣故，當地人並不喜捕食(O07)。

藻礁也是孩子們玩樂的天堂，小孩們選擇離家不遠的潮池玩耍，當退潮時露出礁岩、水淺相對安全，藻礁有時會乾退、有時會積水，留有一些小魚、小蝦以及螺貝類，居民帶著簡單的工具如網子、魚籠、容器，撿些足夠的份量回家烹煮，受訪者提及像有大螯的司氏酋婦蟹、跑很快的角眼沙蟹(又名沙馬仔)、珠螺等都可抓來食用。

「國中的時候，要吃魚還不簡單？網子帶了海邊一撈就有了啊...退潮的時候，隨便潮池抓一抓就一堆...龍蝦常常看到...海參啦一大堆，隨便彎腰撿都一大堆。」(O03)

「藻礁以前也是我們生命的泉源啊，我們要吃什麼、賣什麼，零用錢都去那裡找啊...以前小時候都去採那個叫石螺，那個很硬，要拿榔頭去敲才敲得開。」(F05)

整片綠油油的藻礁

在藻礁上趁著退潮，便可看到嵌在礁石上的螺類露出，屬於底棲動物的螺類也是當地人的生鮮美味，根據受訪者的說法在夏天退潮時可撿拾石尖(台語)、蚵岩螺(台語：苦螺仔)、唇螺、珠螺等。另外，受訪者(O17)指昔日藻礁上會長出兩種「海菜」：一為長在深海處、呈咖啡色的海菜，可以給人食用，另一為綠色的海菜，在地居民會割採綠色的海菜回家餵食豬隻。一到春夏間，約二、三月開始到夏季期間，礁石上會長有綠色的「海菜」(按：石蓴)，該時節的礁岩看起來整片綠油油，但現在都已消失不見(O17)。訪談過程中，研究人員提供居民當地可能出現之藻類的圖片，皆可明確指認描述之物種為石蓴(*Ulva* sp.)，經子計畫五以分子生物學鑑定，當地以大野石蓴(*Ulva ohnoi*)為主，該石蓴仍有出現紀錄，尤其春季3-4月間較容易觀察到，但不復往年盛況。

「它就長在那個礁石上面黏著。以前有，現在沒有了，現在真的絕種了...以前一過完年礁石那邊都是綠色的，那都挑一擔一擔，挑回來給豬吃...現在你一過完年，一進入冬天到清明節這一段時間，一片也看不到，那真的是絕種了欸...」(F09)

幾位受訪者特別提到挖掘穿孔貝（羽膜石蛭，客語稱「石尖」）的經驗，指穿孔貝會分泌酸性物質，定居於藻礁裡，須敲鑿藻礁才能採集到穿孔貝回家煮食。一位受訪者指出挖穿孔貝要趁著大潮退潮的短暫時間，當開始退潮時就要在藻礁上撬挖貝類，把握有限的時間，一到退潮結束、開始漲潮時就結束。

「（穿孔貝）藏在那個礁石裡面，要用那個鑿子去鑿出來，鑿出來那個只有這麼長、這麼大（按：約手指頭長寬），那煮湯很鮮美。」（F03）

「藻礁裡面我們所挖到的、撬到的（穿孔貝）差不多是長的，但是它比較深（按：指在海水較深處）...可以說已經到低潮線再上來這一段，差不多幾十公尺這一段，差不多二、三十公尺、三、五十公尺這一段才有這種長的。」（F04）

退潮後的潮池好似被大海遺忘的百寶箱，居住永興的受訪者提到有時潮池裡，會有成堆被海浪打上岸的白鰻（鯢科魚類、似丁香魚），當潮水退去、魚群被困，人們便趕緊拿米籬或籃子撿回家，吃不完者則鹽煮曬乾保存。也常有漂流的木頭枝條卡在潮池裡，讓人們撿拾回家利用：

「你真的要木柴的話要到潮池裡面去，那潮池只要看到有一根木頭或有一根枝條卡住，都要去想盡辦法拉起來，拉起來挑回家曬乾，當柴火。」（O07_1）

藻礁在桃園沿海已存在數千年，歷經海浪淘洗、沖刷、地形變遷的演化，形成目前的分佈情景。幾位受訪者表示，藻礁不僅連綿裸露在沿岸潮間帶，事實上被砂岸層層掩蓋下的礁體分佈比想像中更為廣大。受訪者（F04）提到以前住家要打井、蓋豬舍、挖池塘時，挖開沙土後底下會出現礁岩及貝類，推測現在的沿海土地應是受地形抬升而後攏起形成陸地。

「我家的田底下都是藻礁就是這個道理，台灣以前就是海洋慢慢升起來的，所以海岸旁邊全部都是藻礁，底下全部都是，已經從外面進來好幾公里都還是，那那那你看那藻礁有多大片...」（O06）

「以前我們小孩子的時候，要建個豬舍，所以挖地、挖井，都是挖到藻礁...以前就是知道咾咕石。」（O01_2）

但是，近幾年藻礁受到人為破壞，如大潭藻礁因突堤效應而裸露：

「台電建下去就改變，以前那裡藻礁浮出來是一點點而已，以前浮得很淺，沒有像現在差一米半那麼高，台電做下去後沙全部被拿走了，就全部都跑出來了啊。」（F05）

詢問資深漁民對於藻礁若被破壞會有何影響？漁民很清楚地表示藻礁是魚蝦蟹貝類躲藏、庇護、活動的場所：

「因為魚需要那個藻礁，有那個洞、有那個池比較會藏魚，像石斑魚跟螃蟹都要找那個藻礁的地方啊，那個岩石的地方。...像我們靠海生活的人都希望它保留下來啊。」
(F03)

無論漁民從漁業資源的角度看待藻礁生態孕育場的功能，或如新屋地方家族成員從傳統與人文的角度思考藻礁與先民墾殖的深遠互動，都感到藻礁是地方上具有意義的資產：

「老祖宗早期選在這邊海岸線，讓家族能夠蓬勃發展，讓我們家族能夠變成清明節最多人祭祀的地方，其實是這些藻礁庇蔭我們子孫，提供很多海洋資源，所以說這個這麼好的東西，怎麼可以讓它消失。」(O03)

觀音的受訪者將藻礁在台灣西北部的角度上觀察，俯瞰桃園沿海在白沙屯燈塔所在位置，正是台灣陸地最深入海洋的一處。而從藻礁綿延的海岸，據以思考藻礁與地形、地質的關聯，是否桃園海岸的地形地貌正是藻礁數千年以來形成的結果？藻礁長時間累積並塑造了海埔地：

「台灣地圖最凸出來的西北角，最凸出那一塊，就是觀音燈塔的所在之地，那當我們站上去之後，面對的海邊是北邊，往回頭看那邊是海，回頭看後邊遠方也是海，代表這塊地是凸出來的。所以我常在思考，這塊地會不會是慢慢沖積而成的？沖積而成是不是又跟藻礁又有關係？藻礁就在這旁邊，就在海邊...」(O04)

透過受訪者描述對藻礁的看法，反思藻礁在過去及現在對地方上的角色，當越深入了解到藻礁對於海洋資源的重要性時，我們可以說，透過藻礁，人們得以重新學習看待海洋資源與人類的關係，珍惜藻礁，將再度連結與強化沿海子民與海洋的互動。

四、鰻魚苗歌不復唱：漁業資源的減少與環境的劣化

詢問受訪漁民哪些是過去常見、現已少見或消失的魚種，漁民多一致提及白腹魚，肥美的白腹魚屬於珍稀佳餚，早期出海尚可抓上十幾二十斤的白腹魚，1980-1990年代還可見，現在可說是幾乎絕種：

「已經絕種了啊，我喜歡抓那個白腹仔就沒有了，以前跟我爸抓那個白腹仔，一個晚上抓二、三十隻就賣了蠻多錢。」(F05)

沿岸捕魚的受訪者 (F10) 表示丁香魚和炸彈魚 (又名：扁花鯉) 過去曾經整群出現在沿海，現已消失不曾出現。約二十年前捕撈過丁香魚 (特徵為背部有一條紋)，出現時為一整群魚群，

以捕烏魚苗細目的軟網在退潮時用網子圍捕，可達幾百斤的收穫，得用挑米的米籬一簍一簍地裝；至於炸彈魚，昔日會在每年四、五月抓虱目魚苗的時候，受訪者會看到炸彈魚整群飛跳在海面上，但現已絕跡。

昔日魚種多樣豐富，臨海的居民喜愛食用的魚種不同於今日漁市場常見之魚種，例如現今普受歡迎的石斑，昔日並不特別受到青睞，在藻礁礁岩即可輕易捕獲，受訪者（O17）提到赤翅仔（又名：黃鰭棘鯛）、海鰻是當時被認為高級的魚。受訪者更提到各式各樣的魚類，如苦槽仔（又名：鰲、海鱧仔）、翹嘴仔（又名：翹嘴鮨、曲腰魚）、黑毛（又名：瓜子鱻）、白毛（又名：天竺舵魚）等，但已經幾乎不見蹤影：

「我現在比較懷念的，還有冬天的黑毛，黑毛跟白毛，黑毛比較好吃，不知道牠們到哪裡去了...」（T02）

「四破現在很少...我們用焚寄網抓得到，它是趨光性的魚...四破也很少了。」（F06）

有四十年捕魚經歷的漁民觀察到海洋魚類種類的改變，高經濟性魚種白腹魚近年來幾乎已消失，而過去十年少見的翅鯊（台語：翅仔鯊）、石頭斑，近幾年反而增多。另外受訪者（F06）提及以前並未見黃花魚出沒，近十年可能因環境改變或因藻礁適合其生長躲藏的關係而在附近海域出現。

鰻魚苗數量的銳減亦非常明顯，受訪者（F02）大前年（2016）一晚捕獲的數量約百來條，少則一、二十條。另一受訪者（O02）提到去年（2018）家族成員十來人於冬至前一晚去抓鰻苗，花費數鐘頭僅其中一人抓到一尾鰻苗，賣了130元。

居住大潭的受訪者，則表示2002-2003年間一次的潮水（漲退潮）還可以抓到賣到一、兩萬元的午仔魚，之後每年每下愈況，到今年（2018）約一個月的時間，抓到幾十條，由時間點推測約台電電廠興建後漁獲量減少甚多。除鰻魚苗銳減外，於保生以流刺網捕魚的漁民（F10）提及十幾、二十年前，鯊魚數量甚多，但現在都很少抓到了。

詢問漁民關於漁獲減少的程度，雖缺少明確的數字為依據，受訪者（F06）提到過去出海的漁獲量多以「幾噸」計算，現在的數量降至以「幾百斤」「幾十斤」計算。對於漁獲銳減的原因，近半數問卷訪談居民指出污染的嚴重影響，其中污染的原因多指向工業區的廢水排放（圖1-40）：

「一直到觀音工業區起來後就是非常劇烈的變化，那時候漁獲量是一年比一年還少，從那時候開始廢水排出來之後，我們的鰻魚苗就逐年的遞減，而且遞減速度很快。」（F02）

受訪者對執政者宣稱要「打造黃金海岸」感到諷刺，並未帶來地方發展，卻帶來垃圾與廢水，垃圾掩埋場的垃圾和工業區的廢水改變環境生態。廢水造成河水污染，加上農田的農藥或除草劑噴灑，一般棲息於溪流、池塘、稻田、沼澤的淡水生物，生命力強的魚種如泥鰍、鱔魚、土虱等已不見蹤跡。

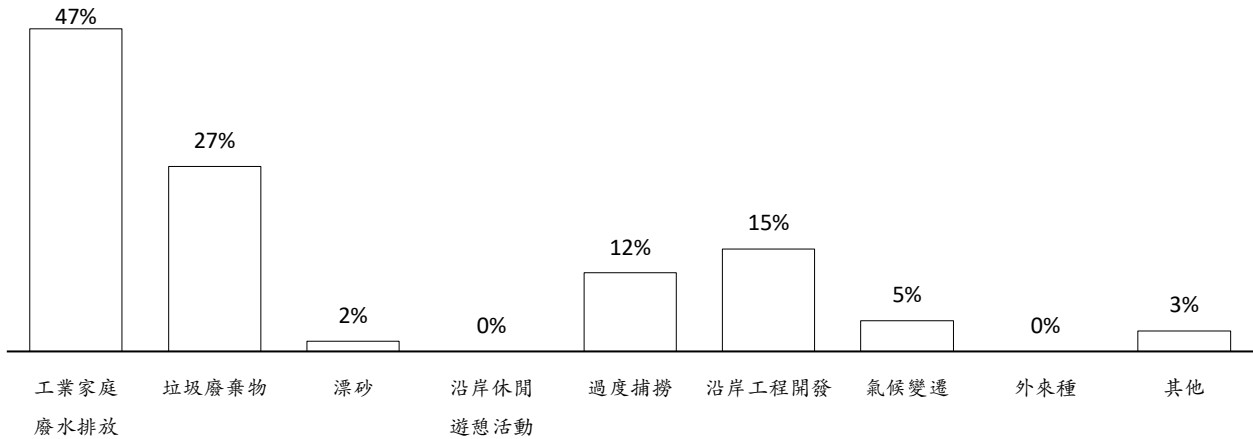


圖 1-40. 在地居民對於漁獲減少主要原因的看法（可複選，有效樣本 199 人）

當詢問受訪者在藻礁沿岸是否有過去常見而近來變少的物種？受訪者（F02）幼時曾經看過針狀的魔鬼海膽出現，近年來魚類如彈塗魚漸漸少見：「潮間帶的魚都少了」，甚至蟬、蚱蜢等小昆蟲也都從環境裡逐漸消失，花蟹數量減少且較小隻，唯「酋婦蟹」尚屬常見。

居民對於環境改變感受是整體性的，不僅僅是物種與漁獲量的減少，而是整體的海岸環境及地形地貌的改變，包括防風林乾枯、人為設施如防波堤、建築物的出現、海岸線的退縮、沿岸沙丘的消失等等：

「以前的沙丘是，觀音溪這邊都是沙丘，一整排都是，現在都沒了。小飯壠溪這邊一直到觀音溪，全部都沙丘。」（F02）

「以前是這樣子，整片很高、非常高跟沙漠一樣...冬天幾乎不敢出門，如果有起風，東北季風起來，我們不敢出門。」（F02）

沙灘消失，沙灘上的貝類也幾近絕跡。受訪者（F04）描述昔日可以在沙灘上挖出幾十斤的花蛤，花蛤在沙地上會露出兩個孔洞（進出水孔），居民會挑選大顆的生蛤剖開來泡酒：

「（花蛤）大拇指這麼大我們才會拿起來，挖這個它有洞可以看，它有那個水洞，它噴水那有兩個洞...有的話它整片都是啊，有時候多的話，在沙地上看過去密密麻麻的。現在找不到啦，現在已經可以說沒有了，很少啦。」（F04）

早期戒嚴時代部隊駐防的碉堡，雖然在解嚴後不再駐守，卻因近年來海岸線的明顯退縮，碉堡地基流失，受到海水沖刷而傾頽。住在永興的受訪者，認為最大的差別在於以前海岸有天然沙丘，現在天然沙丘消失，換成人工的防波堤和堤岸，是完全不同的海岸景觀。以前有沙丘時小孩可以從沙丘上溜上溜下地玩耍：

「我的孩子那時候都還可以做小溜滑梯，不敢說溜得很高，但是可以爬上去又溜下來，爬上去又溜下來。」(T02)

早期林務局會雇用當地居民，利用山上的桂竹做成一排一排的柵欄，將飛沙擋住，囤砂的同時也可以保護海岸線，避免海水侵蝕。而沿岸的沙量是動態的，人們因應季節風向，進行攔砂的工作：

「以我了解，六月以後...夏天啊，沙它會回來喔！當它回來以後，這時間就開始去做，用竹子去插...會把沙子攔住，攔住就是防海水倒灌啊！到冬天、秋天過後沙子差不多要走了啦！...這帶走又回來，帶走又回來，但是你有做這個動作，他帶走的沒那麼多，你沒有做這個動作就全部帶走啦！」(F04)

過去的防風林對於住家田地具有防止飛沙、阻擋風勢的保護作用，但是近年來部分防風林因環境改變而逐漸枯死，防風林的枯死，影響了周遭的稻田，風勢變大、沙土塵揚，使得耕作變得困難，更加速農地的廢耕。受訪者感嘆土地無法農作，沒有種植、沒有收成，若海裡沒有漁獲，等於雪上加霜，居民無法自捕自耕自食，缺少收入來源，生計困難，導致居民逐漸搬遷，當地更形荒廢。防風林或許只是整體環境的一小環，卻是環境劣化的一大警訊。

1.3.2 故鄉變他鄉？—觀音新屋沿海社區生活產業發展與工業化發展之競合關係

戰後台灣在美援支持下，展開「以農養工」的經濟發展政策，1950年代起推動一連串四年經濟建設計畫，大規模進行國家基礎建設及工業化的政策；「進口替代」的工業化政策後期，1960年制定《獎勵投資條例》，賦予政府得以主導工業區開發的權力，成為全台廣設工業區的依據。

為因應北部地區工業用地需求，1970年代後期逐步轉往沿海地區開發，設置了目前桃園市實際開發面積最大的觀音工業區（除觀塘工業區外）。1980年代開始，桃園沿海三、四十年發展導向的公共建設，包括西部濱海公路台61及東西向快速公路觀音大溪線台66兩條交通幹道的闢建；觀音工業區、桃園科技園區及環保科技園區等不同型態的工業區開發；大潭火力電廠、大潭區域灰渣掩埋場、新屋永興垃圾掩埋場、風力發電機等公共鄰避設施，不同的時空下帶給地方社經結構不同的影響。

綜觀觀音新屋沿海地區眾多的環境議題，包括早期政策遷徙的環境難民、重金屬的土地污染、經濟發展導向的工業區林立、國家型的重大公共設施等帶給傳統沿海農漁村重大的人文環境與政經結構的衝擊，可以說是台灣戰後發展過程典型的地方環境歷史縮影。在這樣的認知下，本節著重在了解當地居民對於工業化發展帶給地方發展所持的正面及負面感受，從歷史面向回溯不同歷史時刻的省思歷程，亦從生活面向呈現工業化發展下帶給人們的真實感受。

一、居民的環境歷史意識

觀音新屋沿海六個里（白玉、觀音、大潭、保生、永興、永安），由於工業開發及土地徵收，以大潭地區居民受到最為明顯的環境變遷壓迫。從現有的訪談資料得知，石門水庫大潭移民的環境難民性格最為鮮明。目前的受訪者中有2位為石門水庫移民。這些移民因政府政策，早年被從石門水庫地區連根移除傳統的生活形式，被搬遷到土地和環境都十分惡劣的海濱。因為早期地力不足，部分移民開始發展半農半牧的生活型態，由於未習得海濱生活技能，僅能靠四處打零工過活。在工業污染（尤其是高銀化工事件）及工業區的進駐開發之後，政府不斷進行土地徵收，更是優先徵收了這些移民的土地，居民被迫遷四散而失根，原有大潭的移民社群已經不復存在。

此外，有不肖廠商傾倒有毒事業廢棄物導致農地無法耕種，居民原有的生活形式遭到嚴重破壞。近幾年工業區的土地徵收則因徵收金額高，再加上當地環境品質持續惡化，導致居民對於徵收「樂見其成」，甚至主動表達希望土地被徵收，這背後的社會因素，以及政府和財團的操控與影響，值得深入探究。

1. 顛沛流離的環境難民

部分受訪者的訪談敘述中，提及本身或父執輩受到多次重大建設的徵收驅趕，從石門水庫建設被迫遷離先祖拓墾的故鄉（1960年代）後，西濱公路徵收（1970年代）、觀音工業區徵收（1980年代）、大潭電廠徵收（1990年代）、桃科一期徵收（2000年代）。開發建設讓被徵收戶的人民流離失所或流失耕地，強奪土地、失去生活與生計的依靠，缺乏政經資源的弱勢人民從此離田離農，外出兼差打零工，這樣的場景一再地在桃園沿海地區上演。

曾是石門水庫大潭移民新村居民的受訪者（O01_2），在訪談中顯露深沈的無奈，自稱是「被別人家趕來趕去的那個移民戶」。1961、1962年時，幼年隨父母親自阿姆坪搬遷至大潭，因高銀化工污染事件，家裡田地被迫休耕，無法種田、沒有收成，後來大潭電廠徵收住家而搬遷，國中畢業後只好到其他地方去發展；不得已在鄰近的土地上所蓋的鐵皮屋住家，又因桃科的開發，再被徵收一次，目前打零工及捕魚兼差維持生計，感嘆「沒有辦法翻身啊！」（O01_2）：

「石門水庫徵收一次，然後搬過來這邊（大潭），又徵收一次，然後現在桃科，又被徵收，所以東西都沒有了啊...」（O01_2）

反映出三、四十年前環境災害事件雖發生久遠，但其傷害和後果卻仍由現存者承擔。受訪者（T04）為石門水庫移民，父親為阿姆坪茶農，受訪者週歲（1963年）時移到樹林新村大崙尾（共18戶，其中6戶因西濱公路土地遭到徵收），父執輩共五兄弟各自被分配到觀音三處移民村。居住大崙尾時由於靠近草潔沙丘，常去海邊抓魚，後來因西濱公路建設徵收大崙尾住家，遂於1979年搬遷至大潭新村，後因鎘污染及台電徵收後買地蓋房，不料桃科又再度被徵收，於2007年定居現址（圖1-41、圖1-42）。上一代在山上從事旱地茶葉種植、挖筍砍柴的工作，不同於平原耕種水稻的農作，搬遷到沿海農漁之地，其艱辛可想而知：

「老爸是山上的人，不是海邊的人，那時候袂曉抓魚、袂曉播田，我爸我媽是在山上長大的啦...如果有去抓（魚）的人都是本地的人...因為你住山頂，搬來海口吃蕃薯，也不會播田，播稻仔不會播都要問人家，也不會抓魚，從小沒有抓過啊，沒有去海邊怎麼抓啊！」（T04）

「我常常講說，國家要水叫我們遷，我們遷，國家要電叫我們遷，我們遷，國家要工業區，我們要遷，你看，人家移民去加拿大、溫哥華，我們是移民越來越差，逃...逃到這邊來。」（T04）



圖1-41. 石門水庫移民樹林新村大崙尾住家，因西濱公路徵收雇工自行拆除，受訪者T04提供



圖1-42. 由大崙尾搬遷到大潭新村，受訪者T04提供

「那裡插秧很難，以前用牛的鐵耙一耙過就開始插，不然的話停半個小時，像那水泥一樣那個地，那個泥沙的水就乾掉。秧苗插不進去啦，要挖一個洞才能埋進去，人家插秧，他用埋秧的。」（O17）

大潭鎘污染自1980年代至今將近四十年，然而對地方而言，污染事件的過程仍歷歷在目：

「以前高銀化學工廠他沒有那個廢水處理，在工廠後面那農地就挖一個大洞，就那通通排在裡面，以前大家都沒有環保意識，也不知道甚麼叫做鏷...有兩次颱風把污染的水往旁邊流，結果50公頃整片土地都含著鏷的污染。」(O17)

當時的圍廠抗爭：

「那些原住民很團結，有在抗爭，搭一個棚子，車就倒在那邊圍著，圍到後來也沒辦法，他們原住民很勇敢，集結一些村民到(桃園)縣政府去抗議，帶著棉被、帶著鍋子去大廳，在那邊睡著、煮飯。」(O17)

根據受訪者(O06)提供的資訊得知，除大潭新村全數被徵收為興建大潭發電廠外，其他的移民新村，也受到不同程度的開發影響：大園圳股頭/許厝港、觀音大崙尾及下樹林移民新村的農耕地，均被徵收種植防風林；樹林新村農耕地則被開發為觀音工業區而被徵收；僅有草漯移民新村未被徵收任何土地。然而，即使多次的驅離、生活的無奈，數位受訪者仍然於原居地的附近買地買屋，或基於先祖們的家族情感連結，或因深刻的童年記憶與情感，始終並未遠離沿海地帶。

2. 土地商品化與田園的荒蕪

當年台塑集團在宜蘭利澤興建六輕的計畫受阻後，轉戰桃園觀音，於1989年以每公頃約220萬元，在當地收購220公頃的農地。當建廠計畫告吹後，台塑陸續處份手中的觀音農地，正當土地僅剩120公頃時，1999年縣府啟動桃科計畫，宣布以每公頃1,600萬元收購，短短11年土地價格大漲6倍。2018年桃科每公頃土地市價漲到2.4億元，與當年農地價格相比，增長幅度高達108倍²⁸。1970年代觀音工業區開始進行土地徵收，徵收價格一公頃(約1.03甲地)為216萬元，對當時農地耕作辛苦的農民而言，具有相當的吸引力，甚至出現爭相賣地的景象。

「以前觀音工業區是一甲地216萬徵收，這邊也是啊，初期也是216萬，這是工業區的價格，王永慶那邊收購好幾百甲，很多農民都半夜排隊要賣掉，因為這邊不好耕種。」(T04)

「當初像觀音工業區那麼大，好幾個村被徵收掉，整個村就消失掉，那也是為了整個國家的發展，沒有工廠來，工廠沒有地方設置，也沒辦法生產。」(B02)

²⁸ 侯良儒、何柏均，〈政商合謀 220 萬元變 2.4 億元〉，蘋果日報〈荒地上的金磚〉系列，<http://www.goldonwasteland.appledaily.biz/development>，2018.12.20 查閱

在地居民對於家園土地被徵收的態勢，普遍感到無奈，面對工業區或電廠這些政府推動的經濟政策，與其守著荒蕪長草的農地，不如在地價高漲時出售，即使家園土地將因徵收而消失，人們不得不遷移離散，似乎只有無奈地接受現實一途。

「那真的是變...平常那個農地擺那邊沒用在長草啊，現在為了他一個桃科二期徵收，他就變億萬富翁啊，他作夢也沒想到他會變那麼多錢。」(B02)

「這整片是工業區，你說你這幾戶不被徵收，但是若干年以後他們會後悔。」(B02_1)

地方居民歷經觀音工業區、燃氣電廠、桃科幾次的土地徵收，比較各開發案每公頃的徵收價格，觀音工業區為216萬元，大潭電廠為2,200萬，桃科一期為1,600萬，桃科二期的徵收價格更為提高，相對近年新坡、草漯或者大園航空城的飆漲土地價格，被徵收者對於土地價格的波動可謂五味雜陳。支持電廠的受訪者(O17)無奈地表示，由於大潭電廠發電後輸送34萬5KV電力到龍潭超高壓變電所，輸變電線經過的土地價格自然被壓低，幾乎是其他周圍土地價格的一半。

「現在大家都很希望來徵收，因為現在農作物都是沒有人可以做了。現在種田是小地主大佃農的，都是產銷班在做的，租金是政府有補助一些休耕啦這樣，有種稻才有啊。」(O17)

沿海一帶的農地，由於艱辛的生產環境（風沙及土壤）、欠佳的勞動條件（農耕勞力密集），加上務農的意願與人才流失，種種因素造成農地的廢耕與荒蕪，原本應要讓土地休養生息，未料，荒廢土地在商人眼裏仍有利可圖。土地投資客為求土地利益的最大掠奪，先是開挖砂石販賣，深達數層樓高的坑洞，地方上戲稱「大峽谷」，再回填各種事業廢棄物和污染物，填平後的表土補植作物，以爭取日後開發工業區的土地徵收及地上物補償，如此來回操作，取得最大的獲益。以下數則報導：

- (1) 1996年06月18日報導：觀音鄉大潭村沿海廢耕農地連日再遭業者傾倒廢鐵泥屑，回填的廢鐵泥屑為數不少，懷疑是鄉界處的某鋼鐵廠或磁磚廠所為²⁹。
- (2) 1999年08月11日報導：觀音鄉大峽谷二十二個大坑洞，地主未在一定時限自行回填，縣府將代為處理並防止回填不良土方³⁰。
- (3) 2005年08月21日報導：被盜挖土石的農田，緊鄰桃園縣觀音鄉樹林村西濱快速道路工地，面積約有1,800坪³¹。

²⁹ 〈廢耕農地填廢鐵屑 覆蓋廢磁磚：觀音大潭村再起污染鄉代會主席譴責〉，中國時報第14版/桃園縣要聞，1996.06.18

³⁰ 〈觀音大峽谷：縣府來回填〉，中國時報，1999.08.11

³¹ 〈囂張行徑 盜採土石 挖成大峽谷〉，自由時報，2005.08.21

3. 工業區的進駐與公共鄰避設施的設置

就觀音新屋地區而言，在大規模的工業區開發之前，早已有個別的工廠進駐觀音地區³²，1980年代觀音工業區設立，開啟了沿海地區工業化發展的序幕，也掀起生態保護與環境污染的兩難拉鋸戰。大潭濱海工業區從矗立著火力發電廠的六根煙囪開始，到桃科一期、環科、桃科二期、觀塘工業區天然氣接收站的興建，越來越多的工業區進駐，對於在地居民與社區生活環境面臨更大的變化。

工業區的產業及廠家受到產業景氣的影響而有所不同，過去為數較多的紡織業、染整業工廠陸續外移或關閉，現今觀音工業區較以化工及電子工業為多數。受訪者認為，公司位於台北市的企業在桃園設立工廠，不僅桃園沒有稅收、污染留在當地，且僱用外勞降低人事成本，並未在本地創造太多就業機會。

「誰會去化工廠做？這邊全部都外勞啊！本勞沒有啊！本勞也是用他們自己公司的人啊！...公司設立在台北市，工廠設立桃園縣，稅收是繳給誰？沒有繳給我們桃園耶，汙染全部留給我們，用的人用外勞，有用本勞嗎？給本勞的待遇又給多少？」
(F02)

幾位受訪者表示工業區的工廠雇用當地人的意願並不高，一方面本地人多半被貼上抗議者的標籤，二方面會顧忌工廠的污染狀況被掌握，因此工廠並不會將工作機會優先給在地人。

在地居民亦有對工廠進駐表示支持，認為農業看天吃飯、收成有限，加上農地漸漸閒置荒廢，期待地方發展就必須發展工業，引進工廠才會帶來進步。受訪者(O17)以觀音和新屋兩區爭取二次變電所(S/S)舉例，後來由新屋區爭取成功，設置在新屋區平均里。受訪者解釋希望爭取變電所的原因在於「變電所來的話，工廠才會來，電力才夠啊」，基於發展需要用电故支持變電所的想法，與都會區居民反對變電所進駐住宅社區³³的立場截然不同。

「以前我們在田裡除草，我都等到甚麼時候才會出頭天，這邊會改變結果，誰沒有想到說，一個61快速道路，會從這邊海邊那邊經過，沒人想到這邊蓋了一個電廠。」
(O17)

從訪談過程可以感受到在地居民對於工業區及國家型公共設施的引進，即使有明顯的贊成或反對的立場，但是心中也夾雜著不同程度的猶豫和考量，例如贊成電廠者對公共設施帶來的負面作用(如噪音、生態破壞)感到歉意；反對離岸風車的地方代表面對燃氣電廠設施，在

³² 受訪者提到，因位於觀音白玉的自家田地售予第一鋼纜(設立於1953年12月)，於是搬離當地到市街上。

³³ 著名的案例如1989年台北市慶城社區抗議台電敦化變電所設廠案，帶動一股「敦化變電所站症候群」風潮，即後續台電計畫設立的泰順、華捷等一連串變電所抗爭(蕭新煌，2015: 58-59)。

一端是反對建設與生態環境破壞、另一端是國家電力與民生需求的天平上，則務實選擇支持電廠的設置。

「30年來，改變的相當大...對我自己本身來講，當然一些噪音的污染，我也是感到很愧對，愧對一些居民...我也不知道它（指電廠）就在那邊要設一個輸配電電網，但是這個已經造成的事實...所以說帶給地方經濟的繁榮，我是不可否認的這個，但是製造了一些公害，我有時候也感到心裡也是很不安，但是講回來又為了整體台灣的建設，老實講這很矛盾的東西。」（O17）

「不是說這是國家的政策我們就一定要（支持），我們還會去思考到底這個政策對我們老百姓到底有幫助沒有...大潭電廠要蓋，我雖然很不願意，但是我還是得支持，因為它是民生必須要用的東西。」（O09）

我們從訪談中發現，居民對開發計畫，並非抱持全然的贊成或反對的立場，會衡量開發計畫帶給地方各層面的影響，例如對於電廠或工業區的支持度，便有所不同，權衡「國家政策」與「地方/個人影響」之間利弊得失，同時多數居民更為在意的是，政策資訊的公開與透明與公平的發聲管道。另外，由於本計畫區域一直處於公共設施進駐的高度土地利用狀態，深具環境意識的受訪者亦親身參與公部門的相關會議，如環境影響評估審查會，也參與相關單位如中油、台電或風電業者的說明會，透過訪談了解到居民認為決策過程的資訊越公開透明，居民越能理性評估與思考建設帶來的正負影響。

二、在地居民對環境污染的感受、認知與解讀

工業區及公共鄰避設施進駐觀音新屋沿海地區後，在地居民對於這些建設是否對於地方環境產生影響有一定的敏感度，平時會留意及觀察氣候、空氣、雨量、水質、地形等生活環境的變化：

「因為我長期在觀察地方的生態，大概往前推六年前的海岸的情況跟你現在來比對，絕對是不一樣的，百分之一百不一樣。」（O09）

「我們小時候的記憶是曬穀子，那個西北雨一來，收穀子是來不及的，你看這十年的時間就好了，完全沒有西北雨...那個（指林口發電廠）煙囪，熱氣上去，整個會形成一個氣流在裡面，你想這一帶未來的十年，我們的防風林大概會枯死。」（O09）

1. 沿海污染隨潮汐向外擴散

一直生活在陸地上的人們，所意識到的環境污染，傾向由生活環境中感知到的改變，如空氣中飄散的味道、眼見所及的河川污染等；對於從事親海活動與漁業生產的漁民而言，感受

的是，在海面上觀察到海洋顏色的變化、漁獲量及魚種的減少及夾雜在漁網中的海洋垃圾。對於沿海的污染，受訪者指出台灣海峽受黑潮的帶動，漲潮洋流由南往北流動，沿海的污染也隨著潮汐由南往北帶動，像是觀音工業區、大園工業區的污染會隨潮汐往北移動到淡水、基隆、彭佳嶼一帶。常在沿海活動、在礁石放網、撈魚苗的人，便容易觀察到排放廢水的情況、感受到海水顏色的變化，相較一般人只在沿岸沙灘逗留，比較難觀察到：

「像這排放廢水，沒有去抓魚的，他們就比較不會在意，在意的是我們去海邊放網的人才會在意啊...因為它排放廢水不是整天，也不是整個下午，不會超過半個鐘頭啦，我見過好幾次啊。」(F04)

「像這上游下來的廢水也很嚴重，平常我們比較少來看，抓鰻苗的時候我們就每天幾乎都在這邊，稍微注意，整條河流都是紅色的...它(工廠)都偷排，一排有沒有，魚好像是聞到味道，什麼都不敢進來...魚都死整片，小魚都是整片這樣死掉。」(F10_1)

乘船出海的漁民從海上觀察海域的變化，認為從工業區排出的河水污染非常嚴重，當船經過可見有顏色的污水並飄散著一股發酸的刺鼻味：

「觀音、大園那裡都有，那個味道很重、很難聞，有時候我開到那裡就掉頭了，人都受不了魚怎麼會受得了？下網也是沒半條啊，沒有用啊。」(F05)

見到五顏六色的廢水排放到海裡，令人擔心海水的污染以及魚類的生存環境，此外受訪者也提及海洋垃圾，外海的垃圾污染明顯且驚人。沿海的垃圾掩埋場根據受訪者說法曾因堤防崩塌，大量的垃圾漂流到海上，對於沿岸放網捕撈的漁民而言，若遇到起大風、垃圾被捲進漁網內，漁網就報廢損失了：

「垃圾是對我們那個漁網造成很大的影響，有時候出去喔，新的網子才一個潮水就報銷了，新的喔。」(F03)

「還有拖網啦，拖網太嚴重了啦...我看他們有時候下底棲網回來，全部都是寶特瓶、塑膠袋，滿滿的...」(F05)

2. 大潭電廠對海洋資源與環境的影響

無論是在外海附近作業或沿岸定置網捕魚的漁民均感受到，當大潭電廠的進出水口堤岸蓋好後，魚量明顯減少。幾位受訪者提到電廠冷卻用水的進水口處，將大小魚隻都吸進去，尤其是魚苗，影響到地區的漁獲甚大，抓鰻苗的受訪者(F10)提及在電廠蓋好之前，一晚的鰻魚苗可上千條，現在一晚僅幾十條魚苗，主要受到電廠的進水影響：

「(電廠)進水口都是以前最多魚的地方啊...出水口也是一樣，把我們抓的魚路都斷掉很多...我們就剛好在它的堤面那邊佈設網，魚路就是從那邊過來的。」(O01_2)

「電廠因為要冷卻，觀察它的水流，看它進水口的地方，把魚苗啦、一些成魚啊都吸進去，它一吸進去就回不來啊...其實西部沿海的電廠都危害很深啦。」(F06)

根據漁業署1998至2017年累積20年的統計資料，桃園地區鰻苗佔台灣總產量的比例，呈現劇降的趨勢(圖1-43;漁業署,1998~2017)，可能跟桃園海岸近年來遭受大面積開發破壞以及長期污染有關，嚴重衝擊在地產業。

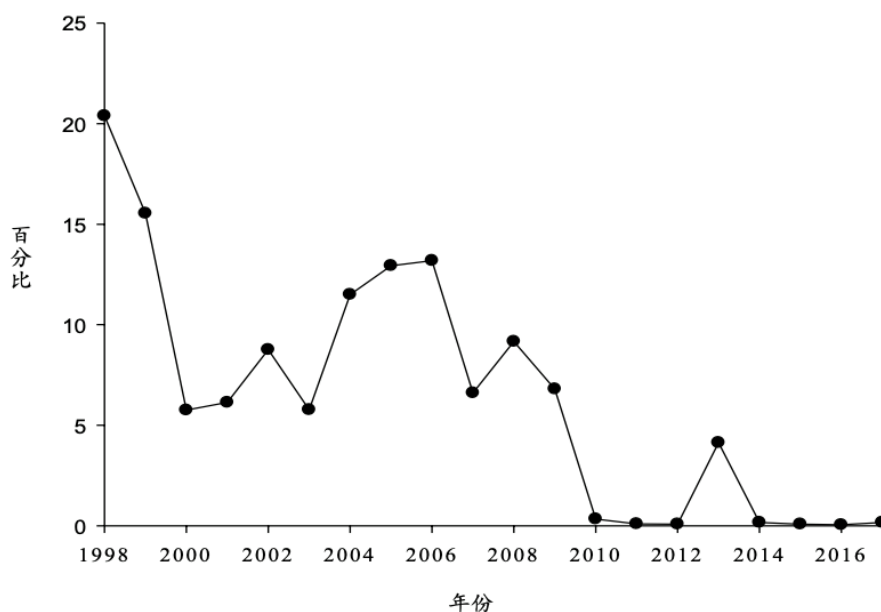


圖1-43. 1998至2017年間桃園地區鰻苗佔台灣總產量的比例趨勢

受訪者指出，大潭電廠外海約在二十年前還是個大漁場，主要是午仔魚的漁場，從沿岸兩米到二十多米深的水域，受訪者回憶小時候與兄長乘著小竹筏出海約半小時就到漁場，就有成群的午仔魚：

「以前那個地方是一個大漁場，台電大潭電廠那邊以前是午仔(台語)的大本營...以前那裡深淺差很多，全部都是藻礁...高低差很多，很多魚，那是以前是大漁場。」(F05)

受訪者提及小飯瀝溪先是受到高銀化工排放重金屬廢水，後經大潭電廠設置為處理溫排水，將小飯瀝溪進行改道，改為直角並流經電廠底下出海。大潭電廠進水碼頭的南岸因突堤效應沖刷沙岸，已造成明顯的海岸侵蝕現象：

「大潭電廠一個進水碼頭，防波堤突出海面一千兩百公尺，造成一個突堤效應，把沿海的防風林連那個沙丘，流失一百多公尺，流掉變大海了。因為這個水碰到這個堤防，都會回流。回流產生那個水紋啊...」(O17)

世代居住永安的居民(O09)提到小時候和現在的海岸線完全改觀，社子溪口北岸以前為沙岸，退潮離海至少100公尺，電廠的突堤效應造成海岸線改變，北岸海浪沖刷、海岸退縮、防風林枯死，減少的飛沙推積到新屋深圳、蚵間一帶。過去社子溪北岸亦有牽罟活動，一般而言，牽罟拉網長度約在1,000公尺，需要在寬廣的沙灘上進行，無法在石岸或礁體上拉網，因此沙灘的消失加上底層礁體的露出，影響的層面不僅是海域地貌，也直接衝擊到需要沙灘地形才能進行的牽罟文化。

對於電廠排氣的影響，居住永興的受訪者格外有感受，提到燃氣發電廠使用柴油當媒介點火，雖然相對燃煤的污染少些，但住在附近的居民不時可聞到空氣中燃氣的味道，家裡的玻璃窗隔一陣子出現灰黑的灰塵；另外局部的氣候有明顯的改變，居民感到大潭、永興附近雨量變少、不易降雨，推測可能受到電廠排放的廢熱進入大氣、影響水氣所致：

「大潭火力發電廠之後，我們這裡的雨量變少了，最大的分界線在東明（按：新屋鄉東明里），東明靠新屋那邊下雨，過了東明我們這邊就不下雨，這是沒有電廠之前沒有的事。」(T02)

「其實像我們在抓魚的時候，看這個電廠，天空是一個黃褐色的...沒有風的時候去拍它的天空，天空大概是黃褐色的，其實那個就是汙染...」(F06)

大潭電廠發電機組輸送電力到各地的變電所（超高壓變電所E/P、配電變電所D/S及一次變電所P/S），其中輸出34萬5000伏特電力線路到龍潭E/S。居住大潭電廠旁的受訪者(O17)提到：

「我說那個噪音污染，那34萬5(千伏特)電線26條就東西向，東北季風是南北向的，剛好沖到那個，大家稱那個叫「風切聲」，超過80分貝。電線就東北風這樣吹下去，那個聲音啊，風切啊！超高壓是26條，吹到那個電線像五線譜一樣...風不停、就是音不斷，就也噪音不斷啦，那個噪音多大你知道嗎？超過80分貝啊！」(O17)

3. 溪河的污染

由北至南的桃園沿海地帶，密布著大園工業區、東和鋼鐵、觀音工業區、桃園科技園區、環保科技園區，工業區共上千家工廠的用水和排水是如何處理？部分工業區的設置早先於環保法規管制通過之前，加上工業區的污水處理廠設施老舊，直到近幾年改善污水處理設備，然而工業區旁的南崁溪、新街溪、老街溪、富林溪、大堀溪至觀音溪的大小河川早已長年受到嚴重的污染。居住於觀音工業區旁的受訪者記得：

「民國77年的第一期稻作，夏季收割之後我們就再也沒有種稻子了。就是早期兒時的記憶就從此中斷，與世隔絕。」(O06)

「在小飯壠溪以南沒有影響，小飯壠溪以北都不能種，保生那段都還是可以種植，到我們大潭村這邊就不行了。」(F02)

受訪者對於污染性的工廠進駐地方，感到既無力又無奈，問到居民觀察到的污染狀況，受訪者反映工廠常利用夜間偷偷排放廢氣與廢水，排放時間並不長，十幾分鐘到半小時，使得取締困難。廢水的顏色有的是「深咖啡色、快接近黑色那種顏色」，而污染的源頭多是些中小型工廠：

「有非常很多的染整廠、電鍍廠，廢水就會排，一排，會沿著大坡溪、觀音溪往下游，會汙染到農田。」(O07)

新屋流經永安的下田溪，居民觀察隔一陣子溪裡的魚會無由地暴斃，懷疑上游工廠偷排廢水，因為工廠生產需要大量用水，就不見有正常的排放水，質疑工廠有可能加壓打到地下去，導致居民不敢飲用天然井水。另外，由於台灣河川流量分佈不均、豐枯懸殊，在乾季時河水流量小、排污力降低，受訪者(O09)指工業區廠商平時排水雖然符合政府規定的放流標準，但天天排放的結果是污染物沈澱在溪床，急降雨後河水沖刷，使沈積的污染大量排出，擴散面積更大更遠，不僅鰻苗量減少，更影響到整個海洋生態。受訪者(F10_1)指出觀音工業區的廢水污染，已造成沿岸藻礁的大量死亡：

「這輕輕一扳全部都粉化... 那個(藻礁)石頭這樣粉化，那之前是硬的。它之前是活的、硬的，現在不是...沒什麼，就是廢水原因最大。」(F10_1)

4. 空氣與噪音污染

居住在觀音工業區旁的受訪者無奈地表示，冬天東北季風吹拂，觀音工業區的廢氣往西南飄，而北邊的大園工業區廢氣飄過來，等到夏天時桃科的廢氣往北飄，整個沿海社區的空氣品質可想而知。住家緊臨化工廠旁於是經常聞到化學品的味道：「因為只要順風飄進來，我們一定聞的到。」(F02)另一受訪者描述住家附近有紙業工廠，若風向吹向住家，紙漿工廠的臭味會飄散過來，雖說是無毒的，但也不敢開窗，深深影響生活品質：

「就是整個居住的壓力啊！因為整個居住的環境越來越糟糕啊！像工業區汙染還是很嚴重啊！居住品質會有影響，晚上有時候很臭，窗戶不能打開來...酸酸的味道啊！煙囪排放的廢氣有酸酸的、有臭臭的...」(O06)

永安的受訪者（O09）認為工業區對環境的影響包括空氣、水質、土壤各方面，其中震動與噪音也影響到居民的生活品質，工廠的輸送帶因機具運轉會產生震動以及低頻噪音，永安工業區外周邊的住戶難以忍受長期的震動搖晃，不得不向廠方抗議。

5. 井水到自來水的改變

在近代化公共設施自來水尚未普及之前，人們主要以挖井至地下水層，使用井水為用水的主要來源。挖井，尤其挖到一口好井，攸關家中人口的健康與平安，是需要慎重進行的大事，長輩便會到廟裡請示神明指示：

「那時候我爸爸會去觀世音菩薩那邊擲筊，看給祂排一、二、三、四，看要挖哪一個地方，問觀世音菩薩，挖幾號、幾號可以挖嗎？擲看有沒有，沒有就換幾號。」
(F09)

受訪者指早期尚無自來水接管時，家家戶戶皆是飲用自家或共用的井水，昔日井水的品質純淨良好，觀音甘泉寺旁的甘泉井是在地著名的水井，當地人會特地到甘泉井打水回家使用。直到近期，因井水的品質改變且怕遭受污染，才紛紛改為自來水。

「家裡都會有一口井啊，每戶人家都要有井啊，不然你沒有地方喝水...有的人會過濾，有人就沒過濾，像我外婆家的水就沒過濾，直接從井水裡打起來吃...」(O07_1)

一般家庭會在井底飼養魚來確保水質，仰賴魚吃掉水中生物，若魚發生死亡便代表水質出問題，井底養魚具有檢驗水質的作用。當井水打上來，有些會先在另一水槽過濾儲存，以大石頭、小石頭、沙子層層瀝淨再飲用。

「以前過濾池就是海邊的貝殼沙，用貝殼沙、然後用小石頭，下面是用木炭，然後用紗布...先貝殼沙一層，木炭一層，然後那個一層之間都是用紗網隔起來。」(F06)

永安的居民曾經因永豐餘造紙新屋廠開工運轉後超抽地下水，使得當地居民沒有地下水可以使用，後來補助接管自來水後，居民已經停用地下水。由於超抽地下水問題嚴重導致地層下陷，永安部分地段目前列為地下水第二級管制區。

6. 防風林的砍伐與枯萎

根據受訪者的說法，昔日桃園海岸的防風林非常茂盛，縱深甚至可達一公里，沿海農地在防風林的保護下，免於風害與鹽害，農業發達，一年可兩作，農作物第一期和第二期收成皆佳，然而近幾十年來，防風林受到蠶食般的破壞，一來自人為砍伐，二為空氣污染物的危害，使得防風林岌岌可危。

1950年代末期，興建石門水庫需要移置淹沒區內的居民，於是石門水庫建設委員會官員沿海岸線自彰化北上，以至桃園觀音等處，發現綿延數十里，面積達數百公頃的廣大保安林，認為堤內保安林無繼續保留必要，依法可以開闢使用，於是南起茄苳坑、大潭、白沙屯、樹林子、草漯、大崙尾、北至大元的許厝港、圳股頭，海岸線延達20公里、數百公頃的保安林地遭到剷平（石門水庫建設委員會，1966: 609-610）。此為防風林因為政策需要所導致首次大規模砍伐，近期則因土地利用所需，例如桃科廢水處理廠、陸域風車基座設置、農地開闢等等，原有茂密的防風林範圍逐漸縮小、後退。以電力風車為例，受訪者（O09）認為在地居民要做好把關和監督的工作，當電力風車搭蓋基座時就勢必破壞部分的防風林，鋪設電力輸電路線亦將砍伐防風林以開闢道路，並非如風電業者所稱不影響到防風林。

另一項嚴重的危害則是防風林的枯黃凋萎，在地居民的認知裡，直指防風林枯死的禍首為林口發電廠。早期林口發電廠尚未裝設脫硫設備，燃煤發電產生的二氧化硫跟著東北季風南下，導致農作歉收、防風林枯死：

「那時候燃煤電廠沒有脫硫設備，雖然污染後來有改善，投資二十幾億在改善脫硫設備，但是已經造成了損害，往南就是大園、觀音、蘆竹、新屋這些沿海防風林的損害...帶了鹽份海風，加上林口發電廠排出來的污染混在一起，所以冬天有時候煙雨霧濛，灰塵加上污染物，就黏在那個防風林的樹葉上，慢慢的枯掉。」（O17）

三、對國家型重大設施的看法

1. 對離岸風電的疑慮

關於政府刻正推動的離岸風力發電，德商達德能源集團選定在桃園市新屋外海設置風機，經2017年9月13日、12月13日兩次專案小組會議審查「桃新離岸風力發電廠興建計畫環境影響說明書」，2018年1月17日環評大會認定桃新離岸風機失去潛力場址的開發資格，全案不應開發。身為漁民的受訪者提到對於離岸風電的看法：

「我們抓魚都不贊成啊，因為打到珊瑚礁（按：指藻礁）裡一定會破壞，那個工程不是說打一個洞那麼簡單欸，一天到晚要好幾個做，整天打打打，那幾十支做完，那個魚跑光光了啦。」（F05）

「第一個就是很明顯就是收入啊！第一個影響就是作業區就變小了...好比方現在三分之一的作業區現在被種風機了，本來是這麼大塊的，然後50台船在這邊作業，變成三分之二要搶...所以說種在這個海上的風機，對我們漁業影響很大...雖然有補償，那個補償不是我們想要的。」（F06）

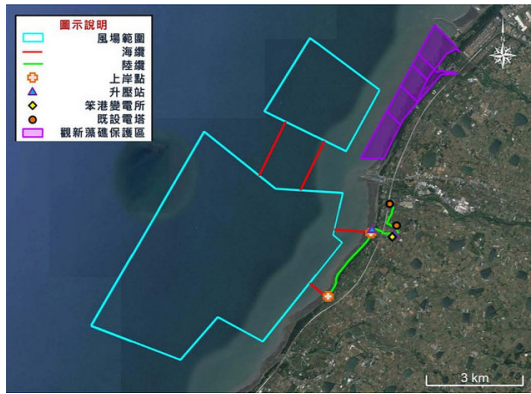


圖1-44. 桃新離岸風電風場位置圖

開發者：德國達德能源集團

資料來源：〈桃新離岸風電 距岸半公里 恐衝擊新屋石滬、牽罟〉，環境資訊中心，
<https://e-info.org.tw/node/207309>，2018.11.25查閱

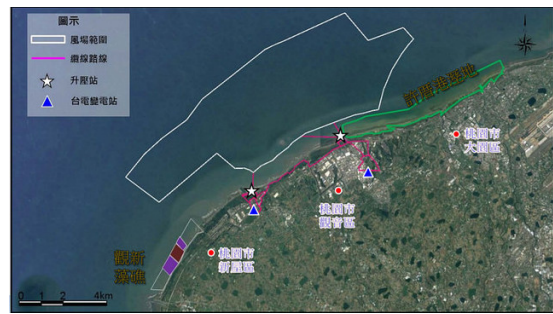


圖1-45. 桃園離岸風電風場位置圖

開發者：麗威風力發電公司（達德子公司）

資料來源：〈諾避開觀新藻礁、許厝港、白海豚 桃園離岸風電環評初審過關〉，環境資訊中心，
<https://e-info.org.tw/node/204665>，2018.11.25查閱

新屋有兩處風場，以永安漁港為界，北方與南方各有一處風場（如圖1-44、圖1-45），受訪者（T03）表示，相對廠商在地方上的投入與經營，在地的民眾事後才發覺未能即時收到開會訊息。第一次環評小組會議僅通知廠商、漁會及所謂漁民代表，地方上臨時得知，此次會議後很快地成立反離岸風電議題的結盟，即「桃新沿海風電自救會」。受訪者認為離岸風電在台灣並不可行，原因是「夏天缺電沒有風，冬天有風不缺電」，為了非核家園提高火力發電比例，質疑離岸風電只是拿來當議題操作，在環評大會上廠商所提所謂專業數據和資料是來自歐洲當地，而非經過台灣本土氣候條件評估過，並未評估台灣夏季颱風來臨時的承受程度，同時對於離岸風機低頻的震動經由基底傳到海底，對海洋生物造成的影響有很大的疑問：

「低頻震動的東西是非常的可怕，蓋更大的話怎麼受的了，但是離岸的噪音，就認為沒關係，人沒關係，因為聽不到，請問一下海裡的生態怎麼辦？不只是人能聽到的聲音，造成的低頻的震動會透過基座傳到海底去，這方面的影響有評估出來嗎？」

（T03）

地方組織的幹部於是召集鄉親說明並凝聚共識，並藉由客家電視台的村民大會節目公開討論，將議題浮上檯面，傳遞有關離岸風電可能帶來的正負效益。為了將地方的意見帶給決策單位，地方幹部積極參與環評審查小組會議發言並出席環評大會，由於桃新風電的風場位置對生態、文化、經濟造成不利的影響，於是本案被否決，成為近期唯一被擋下的風電投資案。

廠商初期提議風機由高潮線離岸500公尺開始佈設，影響至鉅，而後提案設計改為離岸1.9公里，地方訴求北方風場影響藻礁、南方風場影響新屋牽罟文化活動及笨港榕樹下遺址，自救

會更建議以離岸30公里、水深不得低於30公尺為架設地點，以維護漁場、漁源及傳統漁法。受訪者對於不只是新屋外海的風電破壞，也憂慮台灣的西海岸生態以及架設後的維修及電價成本：

「整個西海岸以後，每一個風力發電就像一把箭一樣，就插在台灣土地上，台灣沒有能力去做這風電（技術），都是外商...陸岸風機光一個葉片的損壞，就足以讓這一個機組停擺幾個月...如果連在陸上做都有這樣的難度，請問在海上的難度不是更高、成本不是更高嗎？一度電發電（電價）多高，誰來買單？」（T03）

2. 觀塘工業區的進行式

大潭燃氣電廠發電所需之天然氣，經公開招標，由中油得標並與台電簽訂25年長期合約，由台中天然氣接收站經輸氣管線提供大潭電廠發電使用，2004年大潭火力電廠正式供電。在2018年11月24日公投綁大選之前，來自「非核家園」、停建核四且現有核電廠不再延役的政策宣示下，比起燃煤電廠的空汙疑慮，台電規劃天然氣發電為中載電力選項，將現有比重自35%提高為50%。於是大潭電廠擴增機組與產能，鄰近的觀塘工業區便成為天然氣接收站站址的首選。

「大潭發電廠的天然氣是卡達進口，從台中站接收站上岸，然後用一條36英吋的海管，從台中經過通霄然後送到大潭來，走海底，那萬一，一個地震或大颱風把那個海管震斷的話，海管受到水壓，兩頭海沙、海水、貝殼都會跑進填滿那個管，海管要清除還要焊接，起碼要花半年啊。」（O17）

「萬一中南海或海峽發生軍事大演習，或是一個強烈颱風，載天然氣的船不能夠運過來的話，只要兩個航次，天然氣船沒有進入，台灣的天然氣就要...便要斷炊了。」（O17）

「就直接講國防就好，把天然氣槽、煉油廠、林口發電廠全部放在這一帶，哪一個地方爆，整個台灣經濟全部都毀，不是這一帶毀，台灣全部整個毀掉了，絕對毀掉的。」（O09）

根據本計畫進行之問卷調查，超過半數以上的居民不贊成在藻礁海岸興建大型工程，超過八成的居民認為在藻礁海岸興建大型工程會破壞附近海岸生態和近海漁業，受訪漁民亦表示在藻礁海岸進行的圍堤、浚填、碼頭等工程，必然破壞藻礁與海岸，對沿海捕魚的漁民一定會有影響，而且越開發、越挖越廣，影響範圍越大：

「因為它挖一定要挖深，要做防坡堤，這邊都會被破壞掉，就沒有那個岸邊，就好像一片汪洋一樣...因為港要挖深，好幾百噸的船進來都一定挖深，就沒有這個岸邊啊...不可能在這裡放網啊，一定會有影響。」（F03）

3. 在地居民對於回饋金的態度

觀音沿海地區因不同的政府單位及公共設施，設有不同名目的回饋金補助，例如大潭電廠的促協金、灰渣處理場的回饋金等。關於公共設施回饋地方的方式包括回饋金的計算、對象、分配比例和運用等，近幾年來無論政府或企業都朝向法制化、以明訂的方式減少爭議。

根據「台灣電力股份有限公司促進電力發展營運協助金執行要點」規定，促協金包括「發電年度促協金」、「輸變電促協金」、「建廠前置促協金」及其他專案促協金及睦鄰費用等。目前台電公司促進電力發展營運協助金審議委員會（簡稱電協會）皆有回饋觀音區及新屋區，風力發電業者另有提撥經費回饋觀音區。根據表 1-10 觀音區及新屋區近兩年來自台電及風電業者的捐款收入合計可達兩億元，對經費有限的地方而言無疑是可觀的預算收入。

表 1-10. 觀音區公所及新屋區公所歲入來源一般捐獻收入（單位：新台幣）

預算年度 (民國)	觀威、桃威風 力發電股份有 限公司回饋金	發電年度促協金 (含區政工作、農 經業務、社政工作 等)及台電補助蓮 花季活動	觀音區小計	新屋區	兩區合計
104	-	90,820,000	90,820,000	56,398,000	147,218,000
105	966,000	118,003,000	118,969,000	60,310,000	179,279,000
106	966,000	148,296,000	149,292,000	60,175,000	209,467,000
107	966,000	142,587,000	143,553,000	61,947,000	205,500,000

資料來源：觀音區公所會計室網站、新屋區公所網站

註：觀音區公所捐獻收入包括觀威、桃威風力發電股份有限公司回饋金（105 年度-107 年度）及發電年度促協金兩項；新屋區公所捐獻收入以發電年度促協金為主。

在相關法規方面，新屋區公所自 2015 年開始至今訂定了 11 項有關促進電力發展營運協助金補助的實施要點，涵蓋補助肥料、義消及婦宣隊、守望相助隊及民防義警、推展原住民族文化活動、人民團體（各社區發展協會、老人團體、社會團體及救助機構）、發放重陽敬老金、核發急難救助金、各級學校及營養午餐、農漁會及產銷班等各單位及周圍睦鄰的回饋，挹注了相當的促協金在地方的社工、教育及社區團體上。至於直接、間接受到電廠衝擊的周圍居民的回饋上，補助方式包括一級區域（永興里、下埔里住戶）及二、三、四、五級區域，補助標準為：「資格符合者，生活扶助金補助，一級區域每戶每個月補助新台幣一千元；二級區域每戶每個月補助新台幣八百元；三級區域每戶每個月補助新台幣三百元；四級區域每戶每個月補助新台幣八百元。」

大潭電廠每年回饋觀音區、新屋區超過兩億元的促協金，目前針對一級區域住戶包括大潭里、保生里、永興里和下埔里，每戶發給每月一千元、一年共一萬兩千元的生活扶助金。其

他區域住戶發給三千至四千元不等的回饋金（根據訪談得知 2017 年 3,700 元，2018 年 4,500 元）。灰渣場則是將回饋金交由各里購置清潔用品每年配發里民一次³⁴。

以灰渣處理場的回饋金為例，回饋金依照所在位置、距離，區分當地里、相鄰里（中心點八百公尺範圍內）及土地面積比例分配。回饋金的分配常引起爭議，在於鄰避設施的地點與污染範圍不盡相同，像是灰渣場雖在觀音區，緊鄰新屋溪旁的居民卻認為灰渣場灰塵往下游飄送，新屋區的污染比觀音區嚴重，主張回饋金應依照受污染程度發放。至於工業區的回饋，受訪者指僅有屈指可數的企業對地方有所回饋：

「說觀音工業區就好了，400 家工廠沒有一家，除了杜邦當時捐了兩千萬，其他的沒有一家有回饋的³⁵。」（O17）

受訪的社區幹部（O01）分析在地居民的立場，認為支持開發的居民仍佔多數，一方面未有足以抗衡的環境保育觀念，不理解藻礁與土地資源的珍貴，另一方面政府或企業發給回饋金，彌補了居民受害的心態，電廠每年發給每人三、四千元的回饋金，不得不概括承受了鄰避設施帶來的負面影響。

「我跟他們常常在講，我說我們地方自己要有共識，不是有回饋就好，子子孫孫都要住在這裡。」（O09）

1.3.3 在地價值的翻轉—觀音新屋沿海社區生活產業發展與生態環境之守護與抗衡

人文地理學家 Cresswell 在《地方：記憶、想像與認同》一書中，提及旅遊作家雷班（Jonathan Raban）著作，在探險家溫哥華船長的日誌觀察到白人殖民者對陸地世界的想像：天然港灣、林地、適合定居和農耕的地點，對照駕獨木舟的原住民認為海洋是具有特殊精神和危險的地方，兩者不同的世界觀：

殖民者望著海洋，看見單調空蕩的空間，原住民卻看見了地方。（Cresswell, 2006: 17）

³⁴ 灰渣處理廠回饋乃根據「桃園市垃圾處理廠場回饋金管理自治條例」（2016.06.21 公布）、「桃園市政府觀音灰渣處理場回饋實施要點」（2016.08.08 公布）。

³⁵ 自 1990 年起設立台灣杜邦觀音鄉文教基金會並設置獎學金，每年有 400-500 位當地學生受惠；成立社區顧問小組，觀音廠有 90% 以上的員工來自當地。引自台灣杜邦網站 http://www.dupont.com.tw/corporate-functions/media/press-releases/TW_Common_Wealth_CSR_03162007.html，2018/12/05 查閱。2015 年台灣杜邦公司將化工材料部門另成台灣科慕公司，原基金會亦更名為「財團法人台灣科慕文教基金會」。

探險家視海洋為空無一物的空間，陸地是充滿有待描繪和命名的地方，成了印地安原住民「地方感」的鏡像。何謂「地方」？在本研究我們或可以這樣思考：對於從事海洋活動的沿海居民而言，海域就是個「地方」，雖然具有危險與不確定的大自然條件，海岸代表了生活與生命的延續，在地居民熟悉每個適合捕魚的河口、沙岸、礁岩，甚至為藻礁不同的區塊取名、賦予特別的空間意義。只是這樣世代傳承、與海洋連結的「地方感」，因著污染、開發的環境破壞，不斷地流失當中。

人與土地、人與海的關係，本質即是一種人與自然的關係。當人們為了生存與生計需要仰賴自然環境提供資源，長久以來形成跟隨自然的規則（氣候、季節、潮汐）與韻律（生物的繁衍、輪替）的和諧關係。進入工業化發展後，人們離開了土地，不再直接從自然獲取資源，與土地、海洋愈形疏離，海岸的邊緣化卻引來各種人為鄰避設施的設置，造成海岸資源的銳減、生態環境的污染，人與自然之間不再和諧，而是根本的崩解。

在不同的歷史時刻，在地居民的聲音始終顯得微弱，本節內容希望貼近在地居民致力生活、生產、生存的感受，人地之間過往的緊密與和諧關係、因社經結構因素以至疏離的轉變，捕捉受訪者在訪談時流露出從事環境守護時的努力與掙扎，呈現在地居民對於地方環境的情感與在地價值的思考。

一、人地依存的在地觀點

1. 生活環境的感受

居民長期接觸親近海岸環境，對環境變化有細膩的觀察和認知，例如受訪者提到：沙丘的形狀，會隨季節風向改變，冬天吹東北季風、夏天吹南風時沙丘會不同；不同的地形地質有不同的物種，潮間帶沙灘和藻礁的螃蟹種類不同；季節轉換時「起南風」或「秋風起」是一項具有意義的徵兆：

「沙丘每一段時間都不一樣，它吹過來、吹過去當然就不一樣，東北季風跟南風，它稍微也不一樣。」(T04)

「起南風到海邊撿烏賊」成為在地居民的生活常識，受訪者(F01)針對為何起南風可以撿烏賊的現象，提出解釋說明：因烏賊章魚類為一年生，在交配或產卵後就不進食，自然死亡，經海浪飄流、拍打上岸，便被人們所拾獲。一位童年住在觀音、長大後搬到都市的受訪者，特別記得觀音白沙屯燈塔旁有一片少見的苦楝樹林，也觀察到沙灘海砂的顏色是鐵灰色：

「(燈塔)旁邊有一個非常少見的苦楝樹林，現在很難找到苦楝樹了...小時候要抓天牛，苦楝樹才抓得到天牛。」(O08)

「小的時候，我們知道退潮的時候，一起到海邊，常常有客人來啊，就帶到我們海邊很漂亮，海邊的沙不是黃的，是那種鐵灰色的。」(O08)

受訪者(O05)在國二時的戶外教學選擇沿著桃園海岸沙灘步行，對於燙腳的沙灘留下深刻的印象：

「我印象比較深的是我國二的時候，那時候是民國64年，我們的校外教學就是從永安漁港走到觀音海水浴場。觀音海水浴場，那個沙灘很寬闊...因為以前鞋子的話都很捨不得買，可是你脫掉的時會燙得哀哀叫，然後那個沙灘又很深。」(O05)

由於從小居住海邊、喜愛親近海，即使不抓魚也要到海邊走走看看的居民，會注意到海岸的改變，多了什麼又少了什麼，是一種生活習慣，也是一種與海的心理連結：

「看海水、看一看，看海水會不會乾掉(笑)...只要看一看，心情就不一樣，這樣又回去。就來這走一走這樣。如果退潮退很乾的時候，就會跑去 O-Lo-Shag 那邊走一走，看有什麼東西。」(F10)

幾位對海抱有情感的漁民，詢問其捕魚的經驗從何而來，多半是自小受到家中長輩的影響和帶領，多為世代從事漁業的家族成員。續問到半農半漁的居民對於海和田的感情何者比較深時，受訪者(F10)回答道：「對海比較深的感情喔，因為田的工作做的比較累，海的工作做沒有那麼累」，點出：為基本的農產需要從事農事，維持必要的生存資源，親海靠海捕魚成為農暇的樂趣，有不同的心境。

訪談者：你在抓魚的這個，從小到大影響你或教你最多的是誰？

F10：那就是跟老爸一起這樣出去這樣。

訪談者：就跟你爸爸，他也都是就是在岸邊架網嗎？

F10：對啊。

訪談者：你那些魚是怎麼去學到的？知道這是什麼魚、那是什麼魚、什麼時候可以抓到什麼魚？

F10：他回來他會講，這什麼魚這樣，什麼魚、這什麼魚就比較好吃、比較沒有骨頭，老人家比較會講。

2. 生產關係的緊密

受訪者提到，長久以來跟著長輩捕拾沿海資源，長久以來便熟悉沿海生態及其物種習性，學習看氣候、棲地：

「文蛤大部分會生長在濕地的地方...那個花蛤是生長在沙地，海瓜子是生長在礁石區跟石頭的礫石層底下...住海邊不了解就很奇怪，你要發現哪邊抓、在哪裡成長，我們要知道啊。」(O07_1)

「中秋過後到清明之前，東北季風來的時候，魚群就會來，就會洄游到這裡，所以中秋節過後才會下網。(中秋前)有時候他們下網，可是沒什麼魚，這一段時間絕對沒什麼魚會再來，因為天氣太熱，魚不太會靠近，等到東北季風比較涼的時候，魚群就會在那邊。」(O07_1)

研究石滬的受訪者(O05)提到海客文化裡與海的關係，強調海客在長期的人海互動下形成有別於農業的生活作息，乃是依照潮汐漲退的週期來運作，如石滬及岸邊架設流刺網為退潮而作，捕魚苗及岸邊海流捕魚為漲潮而作，牽罟則於漲退潮中間兩者皆可作，彰顯出海客勤儉務實、掌握漁獲機會的生活方式：

「那個山客是跟山嘛，海客是跟海啊，農夫是日出而作、日落而息，石滬的主人是退潮而做，漲潮而息，而且每天的潮汐不一樣，為了生活、為了捕魚，半夜冬天也要去捕魚啊，對啊，大概是這個模式。」(O05)

二、人地關係的漸行漸遠

1. 背海vs.面海—討海人的宵禁

台灣自1949年5月19日宣布實施戒嚴開始，於1987年7月16日解嚴，共歷經38年又56天。由當時台灣省政府兼台灣省警備總司令陳誠頒布的《臺灣省政府、臺灣省警備總司令部布告戒字第壹號》，一般簡稱《臺灣省戒嚴令》，其中第二條：「二、自同日起，除基隆、高雄、馬公三港口在本部監護之下，仍予開放，並規定省內海上交通航線(辦法另行公佈)外，其餘各港，一律封鎖，嚴禁出入。」長期的戒嚴，使得港口和海岸線皆嚴加管制，在兩岸敵對的年代，台灣綿長的海岸地帶，在軍事控制下，成為一道不得逾越、不容窺近的國安、社會秩序與心理界線。

跟隨戒嚴而來的是，各縣市經常為了配合河道、海岸、冬防等管制事宜，實施定期或不定期的宵禁，一套限制夜晚行動的禁令，影響了討海漁民夜晚或清晨出海的作業時間。最常見的例子，是在冬至前後的烏魚汛期，西南沿海地區的漁民準備出海撈捕，但受制於宵禁時間和出海規定，使得捕魚生計受到嚴重挑戰³⁶。當時桃園海岸的安防工作由警備總部負責，據受訪者(O17)指永興里及大潭里各有一班哨，受訪者(O09)稱永安的海邊有靶場，提供軍人打靶

³⁶ 莊毓婷，「天黑請回家」——談談臺灣戒嚴時代的宵禁，故事，<https://gushi.tw/curfew/>，2018.11.28 查閱。

用。永安的受訪者提及國小時代還在戒嚴時期，即使沿岸捕魚也要申請證明文件，才被允許可以捕魚：

「以前在沙灘上捕魚要有漁民證...是其實有一張叫捕魚證，有一本小本子叫捕魚證，你必須要去申請，不然以前在沙灘上其實是管制的。戒嚴時期管制很嚴格，那個時候是軍方在管。」(T03)

受訪者(T04)特別提到1979年中(台)美斷交³⁷，政府下令海防加強戒備，派有軍人駐營站哨，海邊是不能隨便去的地方，一般人更不能去海邊照相，若有可疑人物在海邊徘徊會受到盤問。

2. 北部都會的偏鄉

桃園觀音新屋沿海區以車程距離計算，半小時抵桃園市區，一小時可抵台北都會中心，難與一般人認知的人口稀少、交通不便、資源匱乏的「偏鄉」相提並論，然而，本計畫範圍的沿海六里其人口外流、老年化、缺乏就業機會，卻具有「偏鄉」的社經樣貌。以觀音區大潭、保生、樹林國小為例，每個年級僅只一班，每班僅十位上下的學生人數；新屋區東明、永安國小，相對班級及學生人數略多。

祖父母、父母親及自身三代皆在觀音長大的受訪者，談到在觀音成長、就學一直到高中畢業，為了升學、就業不得不離開家鄉到台北都會：

「因為就學，後來當兵回來，因為就業，也必須要離開觀音，這就是我們觀音子弟的一生的寫照。你可以不念書，但你不能不工作，這樣要念書，想要工作，就要去尋找適合的學校再工作，這算是一個飄移身分，先飄到外面工作、成家立業等等，結束之後，現在已經退休了，回到觀音在地。」(O04)

3. 農漁生產型態轉變的挑戰

往昔農漁業社會，靠田地耕作、靠海捕撈維生，隨著經濟型態的轉變，農漁業環境產生很大的挑戰，務農不再是世代相傳的選擇。離農離漁的原因複雜，但整體自然環境的破壞導致自然資源的削減、勞動生產倍增辛勞，是關鍵的因素。

「以前沒有那麼多工廠，有老一輩的會來抓魚，慢慢有了工廠，老的也走了，年輕的有的去工廠，就不會喜歡在海邊啊...你說像我的話，一天沒有來這海邊，生活不下去啊，不習慣就對了。」(F03)

³⁷ 為因應中美斷交的內外衝擊，1978年12月16日頒布總統緊急處分令，第一條為「一、軍事單位採取全面加強戒備之必要措施」，並停辦當年的增額中央民意代表選舉。

務農的受訪者也體察到現在農業型態相較以往已有很大的轉變，昔日人口眾多的大家庭，仰賴耕作田地養家活口，隨著世代傳承使得農地規模細碎化，加上農業人口老化、工商業就業機會的吸引，使得造成農地閒置。於是近年來政府推行「小地主大佃農」的政策，吸引創業青年農民返鄉，並推動農業技術的現代化。

4. 對工程開發案的無奈與無力

觀音新屋沿海社區，多年來受到不同層次與類型的環境議題的翻攪，長久下來，社區居民多感到無奈與無力。社區幹部提到，因社區有環境意識的前輩抗議，六輕擦身而過，屬於不幸中的大幸，陸域與離岸風車的爭議也在居民之間相爭不下，近幾年的天然氣接收站與藻礁議題，在地方又掀起陣陣民意的波瀾：

「（民國）八十八年那時候左右蓋了觀塘港碼頭，還有它有四個突堤，所以整個海岸就破壞掉了啊。」（O05）

「但是現在中油又要來了，我們又會擔心啊，但是擔心的情況之下，畢竟有多少人會關心這個議題呢？還是少之又少啦，長輩年紀大也不會關注，年輕人要就業，為了填飽肚子，有的要讀書，就沒辦法關心這些議題啦。」（O01）

「從小我們在海岸邊長大，我們知道那種東西（藻礁），終於恍然大悟原來那東西（藻礁）是這麼的珍貴...以前我們是農業社會，看過去整片都是稻田，綠油油稻田，多舒爽、多好，夏天各式昆蟲飛來房子前面的稻埕...以前的都回不去了，以前兒時記憶都回不去了，沒有辦法，已經沒有辦法，有錢也回不去...可是回去又怎樣，下一代能夠留守那些東西嗎？」（O06）

根據受訪者（O17）的說法，當初燃氣電廠選擇來到大潭時，有百分之八十的當地居民是反對的，最後居民在反對無力的情況下，電廠依然進駐到大潭。在地居民感受到，政府為推動建設所召開的說明會，即使現場表達了居民的心聲，最後的結果卻是可預料到的：

「我們說不行，你們可以聽從我們意見嗎，不可能，是不是？像當初說要建電廠的時候也是很多人反對，還不是一樣照常建得那麼大，越建越大了，對不對？根本就沒有辦法去左右它，其實我們是一粒小沙子而已，根本起不了什麼作用。」（F10_1）

5. 在地團體不同的環境意識與訴求

由於歷史發展及政經結構的不同，觀音與新屋地區兩地居民對於開發與保育的態度與訴求有所不同。觀音地區較新屋地區更早納入工業化發展地帶，隨著中小型工廠的進駐、工業區

的開發，公害事件、新聞頻傳，環境污染幾乎司空見慣，觀音的受訪者無奈地表示，外界對「觀音」的印象與認知，不會聯想到農漁業，而是工業和環境污染：

「老實講，一提到觀音不會提到農業，不會提到魚米之鄉，可能提到觀音工業區、大潭電廠...，從這些種種他人和社會的認知裡，我們發現到觀音是被定位在跟環境汙染相關的一個鄉鎮。」(O04)

傳統的農業生產因工業廢水排放，使得灌溉水源無法確保，農地漸漸休耕，觀音居民一方面對於環境的破壞感到無助，另一方面因地方缺乏資源與未來願景，對於地方得以開發、繁榮進步的期待落空，可想見，在衡量利益的天秤上，環境的損害、生活品質的降低，並非立即可改善的，但回饋金、日用品補助卻是實質的。

新屋地區近期的環境事件以反風力發電為訴求，2007年到2009年間，德商英華威公司欲於新屋地區設置陸域風機，在地居民組成「新屋鄉反瘋車自救會」成功抵擋大型風機進駐。居住永興的受訪者提到新屋人較重視生態的永續，較具有海洋的保育意識：

「我們這邊是環境意識，新屋、觀音會發覺差很多，新屋人比較重視環境上的考量，從96年，就是2007年，我們開始反陸上風機，反對砍防風林構築陸上風機。」(O03)

生活環境受到長期的污染，對地方的未來沒有展望，容易讓居民心裡產生的無力感，在面對政府或財團時，無奈地偏向取得現有的補助或好處：「你可以發覺，資源拿得越多的話，就是余心已死，既然汙染，不如我拿更多更好。」(O03)這樣的心態多反映在工業區與污染源較多的觀音地區社區居民的想法上，相對地，在生態維護較佳、耕作尚可維持收入、污染較少的新屋地區，居民基於珍惜環境的觀念，補助或回饋金就較不具吸引力。不同社區對於環境的不同堅持，或說明了反風車會在新屋地區成功的原因。

三、家是(適)其所：生活產業發展與守護家園的可能

談到地方未來可能的發展，不少受訪者提出了如何利用在地既有的自然與人文資源，加以轉化或再造，得以凸顯地方特色與魅力。

濱海的客家人自稱「海客」，有別於山上客家人的「山客」，因此從濱海植物黃槿發想，不同於山客的桐花，強調沿海地區的客家族群有不同的歷史內涵與生命經驗。如保生的埤塘極具特色，冬候鳥飛來埤塘過冬，形成難得一見的壯觀畫面，期望發揮埤塘的自然景觀，打造環塘步道，吸引都會市民前來休閒賞鳥。新屋溪出海口豐富的生態資源如紅樹林、彈塗魚、招潮蟹等。

根據本計畫問卷調查顯示大部分居民希冀海岸能規劃成觀光遊憩區、保護區或維持現狀，避免大面積的開發和破壞(圖 1-46)，近六成的居民認同保護觀音新屋沿岸的藻礁能讓地方發展獲益，更有高達八成的居民期望政府能保護藻礁。居民認為觀光暨休閒農、漁業為家鄉未來最佳的發展方向(圖 1-47)，其中白沙岬燈塔、漁村石滬/牽罟以及海岸礁岩沙灘被認為是當地最具吸引力的特色景觀，再加上埤塘和閩客聚落，都是極富地方生態人文風采的觀光資產(圖 1-48)。

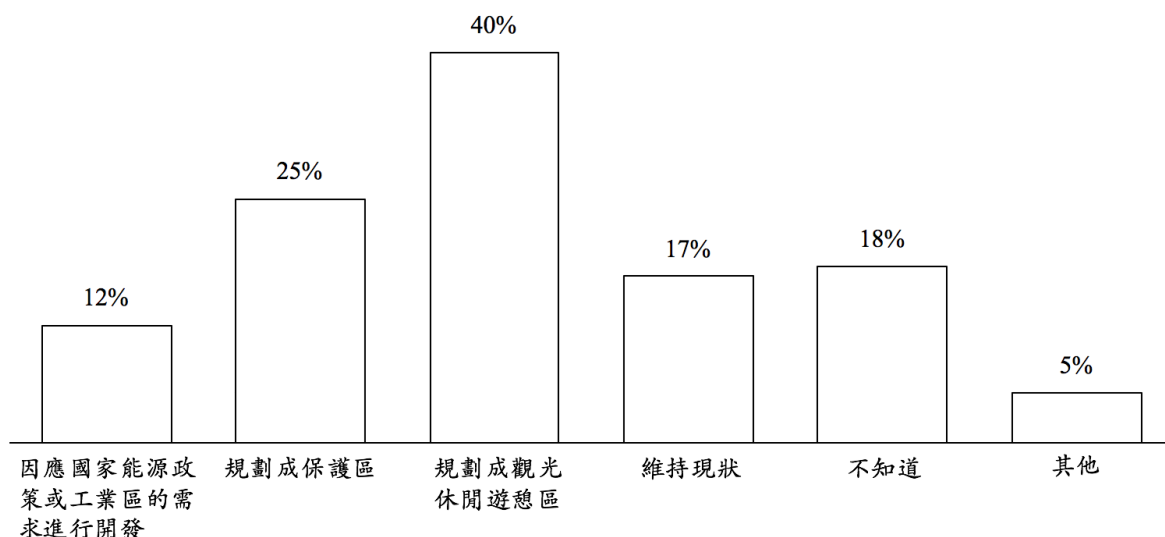


圖 1-46. 在地居民對於藻礁海岸未來最佳規劃發展方向的想法(可複選，有效樣本 199 人)

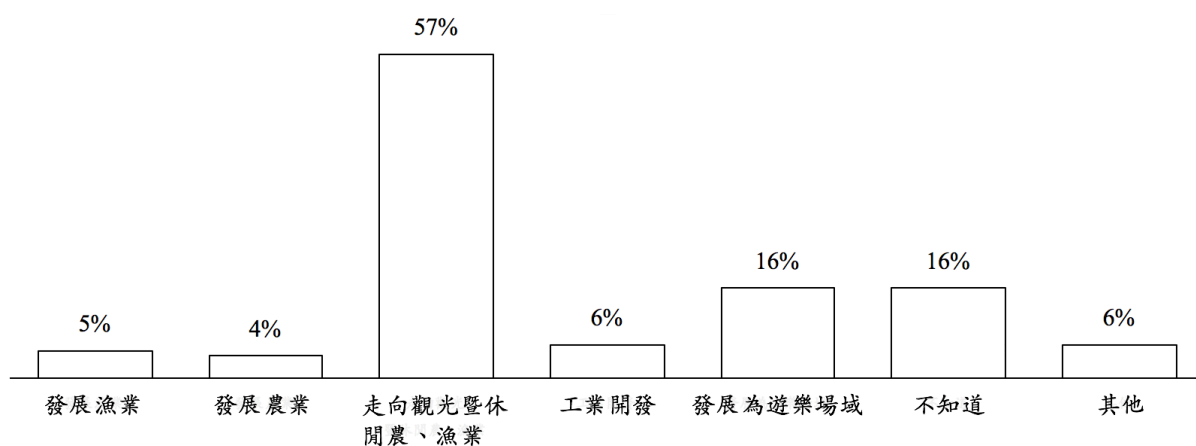


圖 1-47. 在地居民對於觀音新屋沿海社區未來最佳發展方向的想法(可複選，有效樣本 199 人)

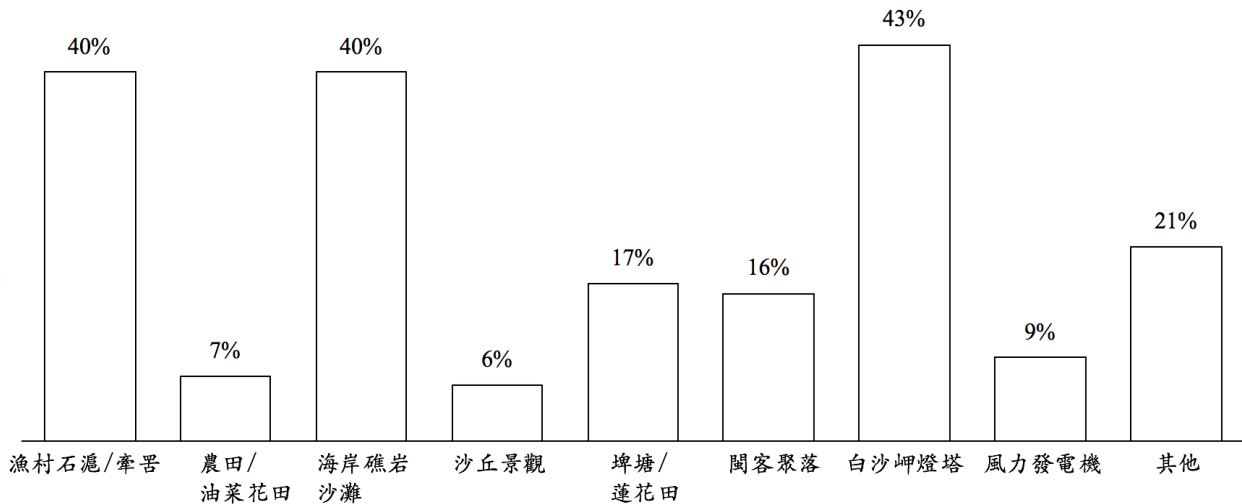


圖 1-48. 在地居民對於觀音新屋沿海社區最具吸引力的特色景觀的看法（可複選，有效樣本 199 人）

近年來由於地方居民的環境意識提高，不僅積極地監控生活環境的品質，也付出行動來維護環境、保存傳統。因此幾位受訪者感受到生活環境有所改善，提到魚群回流或綠牡蠣減少的現象。當社區投入生態旅遊和生態導覽後，居民藉由培訓與研習，努力自我培力，重新認識家鄉的美好，雖然生態在過去受到長時間的破壞，但居民樂觀地相信用心保護環境，假以時日是可預見生態重回身邊。

1. 千年藻礁的啟示

藻礁在桃園沿岸存在數千年，沈默的藻礁何以在近期才為世人所注目呢？早期雖有生態學者投入研究、生態記者攝影紀錄，由於人們對藻礁知識的欠缺，使得珍稀的藻礁未能受到普遍的重視，即使在地居民亦無從瞭解藻礁的特殊性。居民提及藻礁：

「那個地方其實是我們在地居民常常去的地方，但是我們不知道那個藻礁它的珍貴性。」(O02)

2017年因觀塘工業區環評審議，成為關注的話題，靜默的大潭藻礁，再度成為國家能源政策與生態保育兩難的關鍵。對藻礁的認識與愛護，凝聚在地意識和地方培力，因著藻礁，人們可以重新認識自己周遭的天然環境資源，重新看待大自然賦予人類寶貴的資產，反思經濟優先掠奪式的發展。

2. 史前文化與海洋文化的關聯

桃園沿海境內有多處遺址，包括縣定遺址—大園尖山遺址、日治時期即發現的草漯遺址、新屋區永安里崁頭厝遺址及2005年因西濱快速公路工程新出土的新屋區笨港里「榕樹下遺址」

等。在「榕樹下遺址」所發現的陶片、石刀、石斧，經定年後確認屬於距今4,800年前的新石器時代的古文物。沿海的歷史自然文化資產如藻礁、考古遺址、石滬，其存在年代悠遠綿長，見證沿海地帶豐富的人文資源。

受訪者O05指出多年前在進行石滬調查時，曾在蚵間漁民家中發現昔日使用、如現今漁網鉛塊作用的石網墜，恰巧地在「榕樹下遺址」的古文物中，亦發現了一塊出土的石網墜（圖1-49、圖1-50）：

「那次考古裡面也有發現到一個石網墜，就是中間有個凹槽可以綁繩子，然後那個網底下沉的那種東西...那個考古的遺址離海三百公尺，四千年前西濱公路這邊是海岸，所以可以有個聯想就是，就是那個捕魚的文化，等於是四千年前就有了，然後現在也有，同樣一個石網墜。」（O05）

O05補充說，當他進行石滬的口述歷史訪談地方耆老時，老人家曾描述如何用石網墜綁繩子，未想到挖掘笨港的考古遺址時找到四千年前的石網墜，形狀如象，中間有一凹槽。笨港、蚵間雖位於本研究區以南，與本研究區拓墾歷史背景與文化內涵密切相關，崁頭厝港（永安漁港）、笨仔港與蚵殼港俱為清代沿海港口，亦是客家族群聚集濱海村落，更是海客文化彼此串連的重要據點。



圖1-49. 石網墜：為鉛塊作用捕魚的網底沉子（外形神似象或魚，上下凹處利於綁繩），為四千年古文物

拍攝時間：2015年10月12日

地點：榕樹下遺址

受訪者O05提供



圖1-50. 石網墜：如鉛塊作用捕魚的網底沉子（上下凹處利於綁繩），近代約五十年前使用

拍攝時間：2018年5月23日

地點：蚵間

受訪者O05提供

3. 海客文化的覺醒與牽畧的再現

新屋沿海的客家族群長期與海洋互動的生活方式，進而形成特有的客家文化，以新屋沿海三里（村）永興、永安及笨港形塑了一個獨特的想像——台灣客家漁村³⁸。根據受訪者所稱，新屋地區客家先民主要源於原鄉廣東陸豐縣和海豐縣，位於海邊的原鄉即是靠海維生的，可想見此地區的客家先民即帶著豐富的海洋知識與經驗東渡遷台：

「新屋這個地方的客家人出現，都來自於廣東的陸豐縣跟海豐縣，我們的先民在那邊的時候，民風就很剝悍，有聽過大陸一句諺語嗎？『天上雷公，地下海陸豐』... 為什麼我們這一支系會靠海還有一個很大的原因，海豐縣、陸豐縣本來就靠海，表示我們的先民本來就是能夠有能力靠海維生，那其他的客家人他本來就靠山邊，適合生長在丘陵地做開墾。」（T03）

以「海客」區別「山客」，彰顯了桃園沿海的客家族群對自身獨特文化的辨識、塑造與認同，如《桃園客家海唇人》一書對永興、永安、笨港三處客家聚落的建構分析，詳細記載客家族群長期與海洋互動形成獨特的海洋文化內涵，包括傳統漁業活動如石鯧（石滬），牽魚、畧寮、吹海螺，現存沿岸近海和養殖的漁業活動，客家漁民文化漁民信仰；有關氣象、潮汐、傳說禁忌的知識；煮鹽、鹹醃、沙馬醃、煮乾、蚵醃等生活飲食，呈現出「客家的海洋文化」豐富的面貌。同樣在本計畫訪談過程中因著沿海客家族群的歷史、聚落與生活經驗特色，更增添人與自然的多元及多層次的關係。

在地居民為發揚「海客文化」慢慢找回傳統的漁業文化，如新屋石滬，是台灣本島最大的石滬群，如沒落已久的牽畧。相對於石滬屬於「有形」的文化資產，牽畧象徵人與海洋互動的集體實踐，屬於「無形」或「非物質」的文化資產，兩者都是傳統漁業文化深具意義的象徵。

「新屋有一個很有價值的文化資產就是石滬，我們印象中石滬都是在澎湖。其實台灣最大的石滬群是在新屋...石滬是我們從小就有記憶的，但是石滬比較沒有在從事實際的漁業捕撈，對我們來說是屬於、比較（是）文化資產。」（T03）

4. 在地團體相互奧援與在地價值的深化

觀音新屋地區居民成立不同屬性的社區組織與團體，基於成員的理念，具有各自不同但具體的組織目標，例如重視環境保育的「桃園海岸生態保育協會」、致力於文史傳承的「石觀音愛鄉會」、落實照顧關懷的社區發展協會如「保生社區發展協會」、為發揚海洋客家文化設立的「桃園海客協會」、推廣休閒農業的「農業休閒協會」等。

³⁸ 《桃園客家海唇人：新屋漁村展風貌》，頁 31

另外，致力於為藻礁發聲的「桃園在地聯盟」，於2012年為搶救觀音藻礁、督促桃園縣政府設立觀音藻礁自然保留區而聯合數個團體成立；「搶救大潭藻礁行動聯盟」則是結合全國性的環保團體如「台灣蠻野心足生態協會」、「荒野保護協會」、「主婦聯盟」、「苦勞網」等。

以推動文史工作為主的「石觀音愛鄉會」，希望維護觀音地區的文化資產與傳統資產，目前著重發行李刊：

「退休以後，回來愛鄉是我們觀音子弟，最應該要做的事情，因為我們生命是有限的，傳承訴諸於文字才是無限的。」(O04)

積極的社區組織如「觀音保生社區發展協會」，屬於觀音地區較早推動社區營造的地方，2006年成立關懷據點招募志工，2007年發展協會正式運作。協會平時辦理關懷社區的事務，如供餐共食、衛生保健活動等等，基於環境理念的認同，將原有的環保志工隊轉型成立水環境巡守隊，固定排班巡視河川、發起淨灘等環境維護的工作。

「桃園海客協會」成立，以守護濱海客家人的生活、生產、生態三生為宗旨，關注桃園新屋、觀音、大園沿海客家族群的文化再生，以海岸植物黃槿象徵在地的生命力，結合海洋生態與海客文化推動在地的永續經營。

「農業休閒協會」結合一些原先外出工作的回鄉青年，在推動休閒農業的共識下努力結合人文、生態、產業的資源，推動休閒旅遊體驗活動。受訪者透過夜訪藻礁、潮間帶撿拾海螺、觀察蝦蟹等生態體驗活動

「我要做的並沒有特別，就是一個父親要讓下一代了解這一塊土地的意義，就是這樣在做，這也是比較文化層面...讓他知道說他爸爸、他爺爺、他的祖先在這個土地，這個環境對他的意義在哪裡。」(T03)

這些自發的在地組織，各成員因長期在議題上的互動而熟識，彼此之間會合作支援，平時共同舉辦研習活動交流，在重大的爭議事件上也會相互奧援，前一階段性的成果，即在地團體聯合遊說、奮鬥七年始劃設的觀新藻礁野生動物保護區。

1.4 環境教育

1.4.1 環境科學公民教育—水質監測

本計劃於 2018 年 2 月 6 日至桃園市立觀音國民中學進行環境教育之家鄉水質監測課程（圖 1-51、圖 1-52），採水結果如表 1-11，當天採水時間約為下午 3 點 30 分左右，共有四筆資料。廣用試紙顏色最大值 7；最小值 4；平均值 6.25；標準差 1.30。活動相關學習單、滿意度與意見調查如附錄 1.8.1。



圖 1-51. 進行水質監測課程



圖 1-52. 學生在校園中測量水質並輸入監測結果

表 1-11. 2018 年 2 月 6 日採水結果表

編號	緯度	經度	日期	時間	單位	廣用試紙 顏色號碼
1	25.0399	120.0399	2018.11.06	15:35	觀音國中 八年 3 班	7 號
2	25.04037	121.0806	2018.11.06	15:42	觀音國中 八年 3 班	4 號
3	25.03975	121.08	2018.11.06	15:40	觀音國中 八年 3 班	7 號
4	25.03969	121.081	2018.11.06	15:43	觀音國中 八年 3 班	7 號

1.4.2 藻礁人文生態巡禮與淨灘

臺北大學通識教育中心於 2018 年 11 月 3 日舉辦了「海客文化與藻礁生態巡禮」活動，由蔡怡玫助理教授以及林君諭助理教授，帶領修習「環境、地理與心理」及「全球化」等 2 門通識課程、近百位學生一同來到桃園新屋，認識藻礁生態以及在地社區的樣貌，期能帶動更多人關注桃園沿海一帶的過去與未來，發展在地生態與文化的永續發展，彰顯在地作為一個海洋環境教育和海客文化傳承基地的重要性。

上午由桃園在地聯盟解說員葉玉珍女士等，帶領師生一行人踏入新屋俗稱為「葉姓村」的永興社區，再沿著後湖溪旁的古道參觀葉家古厝，認識三合院的建築設計，祖先就地取材的巧思，以及獨特的海客風情。下午師生則走訪大潭藻礁，活動最終帶領北大學子於觀新藻礁沿岸淨灘，希望能讓學生滿載收穫之餘，也能在舉手之勞中，為珍貴的藻礁沿岸盡一份心力（圖 1-53、圖 1-54）。活動學習單如附錄 1.8.2。



圖 1-53. 台北大學師生參訪永興社區古厝



圖 1-54. 台北大學師生於藻礁海岸進行淨灘

1.5 結論

本研究透過歷史文獻、理論回顧、質性訪談文本及問卷調查的資料分析，鋪陳桃園觀音新屋沿海一帶聚落的地景敘事與生活產業間的連結，以及在環境變遷下，其人之心理與地理間情感投射的變化和關係。綜觀百年來桃園觀音新屋沿海一帶的地景變遷，影響的是人與土地間生活產業依存之方式，同時也刻劃著人與土地間微妙情感的連結變化。而在本研究區中，因時間長河、國家/地方政策、環境等種種內外因素變遷的影響下，我們深覺倘若我們總是以人為主體來看待環境中的任何變遷和動靜，那麼環境最終充其量也只會是我們永遠相互依存的客體一容器！然而，倘若我們與環境間可以互為尊重成為主體，是否這人與大地間之故事，較可以在相互尊重間取得平衡和共融？此外，身在台灣的我們，常常以四面環海、海島子民自居，我們愛海，但似乎不大懂海，在本研究中，過去在戒嚴時期，海之於陸地上的我們，是一種限制和封閉，同時在研究訪談中，年齡在四十歲以下部分的受訪者，也有著近海的生活距離，但卻與海不甚相熟之關係，這些是不是當我們在日後看待或整體規劃沿海聚落發展之時，所可能可以去思考和深思的面向？

過去以桃園觀音新屋沿海一帶為主的生態環境研究，大多聚焦於生態系與物種之多樣性，甚至擴及生態保育與環境教育，然而卻少有以在地居民為主體來看待整體生態環境與其生活產業之間的關係變化和連結探討。本研究調查主以觀音新屋沿海六里（白玉、觀音、大潭、保生、永興、永安；前4里屬觀音區，後2里則屬新屋區）為計畫範圍，目的在於探究觀音新屋地區沿海社區居民其生活產業與在地資源的依存關係，在研究中我們發現這海陸交界地帶的聚落，早期相當依賴自然資源所給予的一切，以「農、漁、家禽、家畜」維持一家的生計，更而甚者也有聚落家族因此而致富或人丁興旺者。因此，儘管從清領時期埤塘的興建到日治時期桃園大圳等的水利建設，帶來給此區農田在灌溉上的助益，然而此區在生活上卻也不得不面對冬季時強勁的東北季風和位於供水末端的「風頭水尾」（台語）之處所帶來的生活窘境。儘管如此，本區早期居民在大自然中仍是克勤克儉依海、傍田，在土地四方之神和大海豐沛資源的頃囊相助下，以半漁半農之方式生活，建立家園。

然而，隨著時間、空間的更迭與政權的遞嬗，工業化的腳步跟進，使得本研究計畫區內的居民從早期半漁半農的生活方式，至1950年代後開始慢慢受到以經濟掛帥、工業發展為主軸等國家/地方政策的影響，尤其是此區（當時）屬桃園縣管轄範圍，鄰近大臺北都會區，在眾多民生工業以交通、聚集經濟的考量下，桃園縣成為當時北台灣民生工業發展的首選之地。再者，此區在當時政府所主以經濟發展和工業化等政策之思維下，「風頭水尾」處卻由自然地理的劣勢轉變成為政府、企業紛紛發展民生工業或其它工業發展的投資標的，也就是在強調經濟發展脈絡下之思考——土地使用效益是否有附加價值及增值之思維，也因此本研究區區內之聚落發展和生活方式以及生活產業，也正式自1970年代工業區進駐後從早期的看天、依天，漸漸地轉變成為與工業發展相依並存、相互影響，更而甚者也有需相互取捨發展之局面。在本研究中，不管是在質性訪談或是問卷調查資料分析的結果，均呈現多數受訪者對於此一配合國家政策發

展所劃設之工業區的土地取得、徵收，或是未經與在地居民完善溝通、協商後，再採行的重大工程或民生工業政策，多表示無助與無奈。是故，小蝦米與大鯨魚之抗爭，總是在本研究區內一而再、再而三地上演。同時，本研究區區內之居民也的確承受著因種種工業發展、土地政策的調整，而導致在生活環境及生活產業的擇選與變化，更為甚者也成為環境最終的受害者或犧牲者，其中尤以大潭新村的居民更是三番兩次的因政府的土地政策及工業區的污染而被迫遷村或移居其他地方，成為最流離失所的一群。然而，在此值得我們注意和探究的是，在二十一世紀綠色主義當道的現在，是否政府、企業在發展經濟的道路上，可以跳出一世紀經濟掛帥的思維和想法，政府與企業的永續發展，不應再只是關乎其內部機制的永續問題，而是在於是否對於外部的社會，有盡到社會責任之投資（Social Responsibility Investment, SRI）。而政府、企業的社會責任之投資也並非只是如目前在研究區中，大潭電廠或是一般工業區的工廠/鄰避設施所對於其界定的影響範圍，進行對當地居民的民生物資的回饋或補給，而應是以一個較大的格局、更注重深一層次的當地或社區發展之問題，或是在回饋當地居民的同時又可進一步地對當地環境的維持或永續帶來實質的助益和協助的可能方向進行。

再者，若以台灣整體經濟發展脈絡來看待本區的居民和其生活產業的連結關係，大多數成長於 1950 年代後的訪談對象，多有離鄉發展—離農、離田與海不親之傾向，儘管受訪者中守住傳統耕海、耕田者尚有，但多是顧慮家中年邁雙親，或是離鄉在外發展後，於中、壯年再度返鄉或告老還鄉者。也因此，在研究中我們多從這些曾經離家在外打拼的中、壯年受訪者中，感受到其對於這一片曾養育過他/她們的土地，有一種少小離家的情愁、思鄉和回饋，更而甚者也有「恨鐵不成鋼」之感。而近期，由於政府在農村人口漸流失、老農無力耕作下，也大力推行大地主小佃農或是青年返農之輔導獎勵措施及政策，目前在本研究區中，我們也不乏有青年返鄉子弟，正開始返回農耕與大海接觸，當然，在此他們的親田與耕海，也決不是早期先民的耕海與耕田之方式，而是以一種生活記憶和文化傳承之方式連結，再度與老祖先們相遇。在此，環境變遷會連動到社區居民生活方式的改變，並且影響人和土地之間的關係。而人與土地間之關係，實也是一種人在時間與空間中微細的心理交互作用與變化。因此，桃園觀音新屋地區沿海社區生態環境與生活產業之競合，實也是一種面臨「人」之世界的意義競爭。

也因此，當我們回到昔日本區在海陸交界處所既有的自然/人文之景，河、海、礫石、沙丘、礁岩、埤塘、水圳交錯縱橫及傳統閩客聚落之時，我們也不免興嘆自 1970 年代後本區有工業發展後所帶來的防坡堤、煙囪、風車、廠房設施等，而如此觀音新屋沿海地區發展的海岸景觀之變化，實也是人類世界發展和思維的影響和轉變。在此，我們不能否認一個地方經濟發展與提昇的重要性，但是我們若是一直以「not in my backyard」（NIMBY；鄰避）的觀念來規劃和設置工業區的發展，那麼 NIMBY 永遠只會是 NIMBY，是大家所嫌惡的、不想要的、甚至具排他性的。而有了鄰避設施的地方，也彷彿是被施了魔咒一般，難逃破窗效應，本研究工業發展所重之地觀音沿海地區就是顯然的例子。而工業污染所帶來對在地居民內在深層的隱憂，其實都在。在我們訪談的過程中，多數的受訪者對於緊臨工業區或居住在工業區的下風處，對於身體健康的疑慮，不免有所擔心，同時對於生活環境無形且潛在的變化，內在心理的恐懼和憂慮，實難以言述。此外，在本研究區中，工業區的設置與發展，當地居民實無太多感受到因

為就業機會的增加，而帶來在其它在生活產業或工商服務業上的連鎖聚集效應。然而，這些在我們研究計畫區範圍內，似乎只有零星的聚集發展，卻看不出其長期的發展規劃或效應。而在我們的研究計畫區內也發現，自 1970 年代起本區開始有工業區之設置和發展後，當地居民原本依海、傍田的生活和其生活產業的發展已開始有了變化，然而如此的變化似乎也不完全只是工業區的進駐和開發的影響，其實際上背後所要突顯的則是台灣長期在經濟發展脈絡下的一個縮影，也就是國家政策、政府機器常是一隻看不見的手，常民的生活實亦深受著國家或政府機器影響。而在本研究的受訪者中，目前仍有居民是以研究區內的河、海、農田為其生活主要的依歸，然而弱勢的生活條件與社經地位，卻也難以為其生活拓展更佳的未來。

再者，近年來桃園觀音新屋沿海地區，也因突堤效應、海岸後退、工業廢水汙染、藻礁生態、發電廠擴建及離岸風電等議題，屢屢搏上新聞版面，過去在地居民習以為常的地形景觀沙丘、生活養豬所需的石蓴（長在藻礁上的海藻）、河裡的毛蟹、藻礁裡的魚蝦蟹貝、大海裡的白腹魚、黑金（烏魚）及白金（鰻魚苗）等物種和景況，也因這幾十年地方工業發展，導致在量體或數量上有很大的改變。過去因海上的黑金和白金所賺得的第一桶金，現在卻也變成河川汙染顏色的黑與白或金等多彩顏色。目前桃園觀音海岸的工程興建安，看似還是以經濟掛帥的思維脈絡獲勝，當下的我們能否再重新思考環境、生態保育與經濟發展間之天秤兩端，孰重？孰輕？又或台灣的能源政策是否有更全盤性的考量和估算？海岸大型工程的選址是否可以更有智慧、將環境永續納入考量的可能性？

目前從本研究的受訪者中，其對於土地的記憶大致上可以說自 1970 年代後就從河、海、埤塘、農田轉換成工業發展上的印記，或是在其地景敘事與土地記憶中，總是呈現雙軌（農/漁業、工業）或是多軌（農/漁業、工業與其它生活產業）的發展敘事軌跡，在這當中我們很清楚的是個體在環境中的識覺，有可能鋪陳的是個體對於環境的意象所在，而意象的形成又跟人與環境相互為主、客體的意念形成有關，也因此透過環境識覺與地景敘事的鋪成，我們實可較為瞭解研究區內人與環境互動的形成和模式，以及其對待環境的方式、看法和在環境變遷下所採取的可能行動。是故，在本研究中，我們看到的是當家園土地慢慢被工業發展切割和碎裂後，在地居民對待土地的方式亦開始出現分歧。部分的受訪者對於家園被工業區開腸剖肚，其態度是基進的、抗爭的，然而其所抗爭的、爭取的並非是要將土地再回復原有依海、傍田的生存和生產模式，而是希望政府在任何土地規劃、發展之前，都應順應且尊敬原有土地自有的生存之道，才是一種對地方/社區較為永續的發展和作法。而部分的受訪者對於家園面臨工業區的發展和開發，則是較為靜默的。然而，這些受訪者對身受在環境中，所採取對環境的行動或無作為，都有我們深思和思考之處。另外，也有些受訪者對於環境如此，則透露著些許無奈。此外，在研究中，我們透過與受訪者的深度交流，進一步地瞭解其在研究區內面對種種生活環境變遷下的故事和敘事，在此，我們的確可以較為瞭解及掌握在地居民其數十年下來在面對生活、環境與土地變化發展時的心理感受和情緒變化（亦即地理—心理之感），同時我們也藉此瞭解及探索其在面對自家家園在面臨環境變遷下的種種對於地方/社區未來發展的看法和建議。再者，我們也進一步地從受訪者的生活回憶、地景敘事及環境識覺中，進一步明瞭觀音新屋沿海社區

生態環境與生活產業之可能連結，並也從中尋得在地居民其心理與地方之情感連結的過往和精神所在。

而回到本研究的最初——人地之間，是否當今日我們在談地方再生、創生與復生之時，我們需回到人與環境間互動的最基本層面——感官經驗與情感面向，因為環境、人與行為的互動，實脫離不了人之情感、記憶與價值。也因此，在本研究的最後，我們試圖以環境教育、體驗生活/文化的小小種子，播種在我們參與團隊的師生之間，於此無論是在觀音國中水質檢測的工作坊或是秋日午後臺北大學師生團隊在觀音新屋沿海一帶的海客、藻礁文化生活體驗及觀新藻礁的淨灘，我們在在地都是試圖想要達到或是喚起人與土地/自然情感之連結面向。此外，我們也希望透過我們的力量可以傳達給這一片正在「人」之世界意義競爭下，風雨飄搖的土地，因為沒有了土地和大海，我們又何遑論及生態環境與生活產業，而生活、生產與生態實為人地關係中不可切割之一環。

1.6 預期效益

一、本計畫可量化效益表

指標項目	單位	預期效益	實際完成效益
創造就業機會數	人	3	44
發放問卷	份	200	228
拜訪社區	個	2	2
訪談當地社區居民	人次	10	44

二、其他政策效益或不可量化效益

- 1.增進對當地居民與在地資源關聯的認識
- 2.瞭解居民對環境變遷的態度和看法，做為未來公共資源治理模式與環境保育原則的參考
- 3.瞭解在地居民對於未來社區發展的期許和建議
- 4.培養在地環境公民有助於環境生態的維護

1.7 參考文獻

- 尹章義總編纂 (2008) **新屋鄉志**，桃園：新屋鄉公所。
- 尹章義總編纂 (2014) **觀音鄉志**，桃園：觀音鄉公所。
- 石門水庫建設委員會 (1964) **石門水庫工程**，桃園：石門水庫建設委員會。
- 石門水庫建設委員會 (1966) **石門水庫建設誌 (一)**，桃園：石門水庫建設委員會。
- 行政院客家委員會 (2011) **桃園客家海胥人：新屋漁村展風貌**，台北：行政院客家委員會。
- 何明修 (2006) **綠色民主：台灣環境運動的研究**，台北：群學出版社。
- 李永展 (2002) 鄰避效應前瞻：從環境正義與衝突管理談鄰避效應，**環境資訊中心網站** <https://e-info.org.tw/news/taiwan/special/2002/tasp2002-10.htm>，2018.11.23 查閱。
- 林宗政 (2007) 台灣西部海岸隱藏的珠寶—珍貴稀有的藻礁地形，**自然保育季刊** 58: 70-74。
- 林育諄 (2012) 台灣鄉村區域的發展及其再生策略反思，**國政評論網站** <https://www.npf.org.tw/1/10232>，2019/01/05 查閱。
- 林麗纓 (2007) **桃園工業發展與桃園社會變遷**，桃園：國立中央大學歷史研究所碩士論文。
- 周鍾瑄 (1962) **諸羅縣志**，臺北：臺灣銀行。
- 范玉梅 (1999) **關於觀音「大潭」：一個聚落的生活空間史的研究**，中原大學室內設計系碩士論文。
- 桃園市政府 (2017) **自然樂活海好有你：桃園海岸生態保護白皮書**，桃園：桃園市政府。
- 桃園縣政府 (1979) **桃園縣志卷四 (中)：經濟志—林業篇、水產篇、交通篇**，桃園：桃園縣政府。
- 桃園廳編纂 (1906) **桃園廳志**，臺灣日日新報社發行。
- 康旻杰 (2005) **地景敘事體的詮釋與建構**，台北：唐山出版社。
- 盛清沂 (1981) 新竹、桃園、苗栗三縣地區開發史 (上、下)，**台灣文獻** 31(4): 35-59。
- 陳正祥 (1993) **台灣地誌**，台北：南天書局有限公司。
- 陳其澎 (2003) **桃園大圳及光復圳系統埤塘調查研究**，行政院客家委員會。
- 陳其澎 (2012) 流動的人民故事—桃園縣水庫移民遷徙過程的研究，**地理學報** 64: 67-96。
- 陳其澎和范玉梅 (2002) 日久他鄉是故鄉：石門水庫移民遷徙歷程之研究，**重訪東亞：全球·區域·國家·公民**，文化研究學會年會編。
- 陳品辰和劉少倫 (2017) 神秘藻礁建築團隊—殼狀珊瑚藻的多樣性與生態，**科學月刊** 573: 700-705。

- 陳昭倫 (2017) 大潭藻礁的生與死：是雙贏的謊言？還是零和的環境救贖？**關鍵評論網站**
<https://www.thenewslens.com/article/71133>，2019.01.05 查閱。
- 陳培桂 (1977) **淡水廳志**，台北：台灣文獻委員會。
- 陳朝龍編纂 (1962) **新竹縣采訪冊**，台北：臺灣銀行。
- 莊守正 (2013) **我國在三大洋混獲鯊魚資源風險評估**，行政院農業委員會漁業署 102 年度科技計畫研究報告。
- 黃俊銘 (1997) **桃園地區日治時期建築構造物建築文化資產調查研究**，桃園：桃園縣立文化中心。
- 楊雅惠 (2009) **由生活經驗探討都市居民的環境識覺——以高雄市楠梓工業區鄰近社區為例**，東海大學建築研究所碩士論文。
- 楊肇岳 (1998) 生態破壞與海洋汙染，**海岸危機**，台中：晨星出版社，頁 108-109。
- 漁業署 (1998~2017) **漁業統計年報**，行政院農業委員會漁業署網站
<https://www.fa.gov.tw/cht/PublicationsFishYear/index.aspx>，2019.01.31 查閱。
- 潘忠政編 (2017a) **大潭藻礁不要說再見**，桃園：桃園在地聯盟。
- 潘忠政編 (2017b) **行過大潭**，桃園：桃園在地聯盟。
- 賴澤涵編纂 (2010) **新修桃園縣志**，桃園：桃園縣政府。
- 劉靜榆 (2008) 藻礁的特性與分布，**自然保育季刊** 62: 52-57。
- 劉靜榆 (2012) **搶救台灣藻礁——消失中的生命聚寶盆**，南投：行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
- 臺灣日日新報社，**臺灣日日新報**，台北：臺灣日日新報社，1905-。
- 韓菊美、吳連賞和宋國城 (2011) 現象學地理學視角下的環境識覺研究——以燕巢泥岩區為例，**環境與世界** 23: 19-48。
- 蕭新煌主編 (2015) **台灣地方環境的教訓：五都四縣的大代誌**，高雄：巨流圖書有限公司。
- Bates, D. C. (2002) Environmental refugees? Classifying human migrations caused by environmental change. **Population and Environment** 23(5): 465-477.
- Baum, J., S. Clarke, A. Domingo, M. Ducrocq, A. F. Lamónaca, N. Gaibor, R. Graham, S. Jorgensen, J. E. Kotas, E. Medina, J. Martinez-Ortiz, J. Monzini Taccone di Sitizano, M. R. Morales, S. S. Navarro, J. C. Pérez-Jiménez, C. Ruiz, W. Smith, S. V. Valenti and C. M. Vooren (2009) *Sphyrna lewini*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T39385A10190088. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T39385A10190088.en>. Downloaded on 31 January 2019.
- Hall, M. (2011) Environmental victims: challenges for criminology and victimology in the 21st century. **Journal of Criminal Justice and Security** 13(4): 371-391.

Liou, C. Y., S. Y. Yang and C. A. Chen (2017) Unprecedented calcareous algal reefs in northern Taiwan merit high conservation priority. **Coral Reefs** 36: 1253.

Tim Cresswell (2006) 徐苔玲、王志弘譯，**地方：記憶、想像與認同**，台北：群學出版社。

1.8 附錄：

1.8.1 環境科學公民教育—水質監測學習單

一、學習單

科學公民—水質監測與分析報導

◎組別：_____ 1 _____

◎組員：古 梁 林 林 白

◎採水紀錄與分析：

採水日期：07.12.6	採水時間：3:35
採水地點：洗餐桶的地方	
水質結果：試紙呈現 深綠 色 對應數值：_____ 7 _____	
分析報導： 我們用廣用試紙在洗餐桶的地方檢測的試紙呈現的是深綠色，代表那裡的水質是中性的。	

◎今日學習心得與感想：

今天非常感謝張光科的教授來觀音國中，還有那位大哥當兵還特地請假過來教我們水質監測，讓我們更了解水，原本我以為透明的水就是乾淨的，沒想到還有我們看不到的東西。

科學公民—水質監測與分析報導

◎組別： 2

◎組員： 彭一歐 王維 銜 鍾 吳

◎採水紀錄與分析：

採水日期： <u>12/6</u>	採水時間： <u>3:40</u>
採水地點： <u>下操場水溝</u>	
水質結果：試紙呈現 <u>綠</u> 色	
對應數值： <u>7</u>	
分析報導： <u>中性偏深綠</u> <u>廣用試紙測得該水溝的水結果深綠</u>	

◎今日學習心得與感想：

經過這個課之後對水質又更了解了，原本對水質一無所知的我們，知道了如何測驗水質的酸鹼度，水看起來是乾淨的但並不代表就一定是乾淨的，所以才需要上這堂課讓我們知道水不能亂喝。

科學公民—水質監測與分析報導

◎組別：3

◎組員：徐 徐 江 葉 謝 俞

◎採水紀錄與分析：

採水日期： <u>107/11/16</u>	採水時間： <u>3:42</u>
採水地點： <u>活動中心男廁</u>	
水質結果：試紙呈現 <u>黃</u> 色	
對應數值： <u>4</u>	
分析報導： <u>我覺得試紙呈現4號的原因是尿是偏酸的，因為我們測的是小便裡面所以這個結果還算合理。</u>	

◎今日學習心得與感想：我覺得這個活動很好玩，也讓我們學到許多我們知道的东西。

二、滿意度與建議

編號	班級	號碼	滿意度	其他建議
1	803	6	8	
2	803	1	7.5	
3	803	5	8	
4	803	16	10	
5	803	12	10	
6	803	2	10	我覺得網路可以多一點
7	803	7	10	手機可以自帶一點網路,不然做活動有點麻煩
8	803	8	10	
9	803	14	10	
10	803	20	10	
11	803	22	10	
12	803	18	10	
13	803	23	10	
14	803	19	10	
15	803	21	10	
16	803	11	10	
17	803	3	10	
18	803	4	10	無
19	803	9	9	無
20	803	10	10	無
21	803	13	10	外出時間可以多一點
22	803	15	8	希望還有下一次這種課程

滿意度之描述統計表

	樣本數	最大值	最小值	中位數	平均數	標準差
滿意度	22	10	7.5	10	9.57	0.83

1.8.2 藻礁人文生態巡禮與淨灘學習單

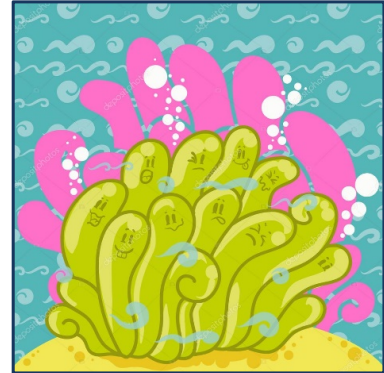
臺北大學通識教育中心 107 學年度第 1 學期

1103 桃園海客文化與藻礁生態巡禮

帶隊教師：蔡怡玟老師 (課程：環境、地理與心理)、林君諭老師 (課程：全球化)

11/3 (六) 桃園海客文化與藻礁生態巡禮

藻礁 找礁 海客 垃圾 文化 全球化 環境 心理
葉家 宗祠 祭祖 生態 人文 鄉土
環保 工業 聚落 發展 在地化 地理 淨灘 污染
客家 信仰 生活 台灣 自然 人情味



請就今天走讀永興社區、探訪藻礁生態與淨灘活動，選擇上面至少五組字詞將今日的一日行寫成一篇踏查

日記。(每一組字詞需配一張最適當的照片；文體不限；全篇至少 500 字)

永興社區為台灣少數保留三合院的聚落，其建築規劃與設計充滿了客家人的智慧與巧思。令我非常訝異的是這些三合院至今還有人居住，畢竟以一間房子的功能性來說，古早三合院似乎以不符合現今社會的需求。當然，這也有可能是我身為都市人太過依賴科技與網路。導遊先生帶著眾人觀察一些三合院的小細節，如磚塊上的標誌，而這些小細節代表著建築材料挑選上有一定的堅持。

離開永興社區後，我們一行人來到了藻礁以及周邊海域。藻礁地形非常的崎嶇，且充滿坑坑洞洞。導遊帶著我們找尋藻礁的蹤跡，但因為氣候變遷以及周邊工廠排放溫度過高的廢水，藻礁幾乎已消失殆盡。從導遊講解藻礁生態的語氣中，聽得出淡淡的哀傷與惆悵。美麗的藻礁生態系需要經過大自然好幾百年的孕育才能建立起來，包含穩定的水溫，和富含營養的海水。但破壞整個生態系只需要一些商人的貪婪作為，就能使其一夕之間蕩然無存。許多小螃蟹和成群結隊的魚在藻礁的無數小洞裡找到了自己的家，從洞口探頭出來看著我們。消波塊上有許多小蚵仔，重金屬汙染使它們綠化。導遊拿著尖石敲擊綠蚵，並說明這是他童年時的樂趣。最後，我們來到了海灘，開始一根菸蒂，一個酒瓶的恢復海灘原貌。我們找到了一根工業用的廢棄管線，並同心協力的搬回垃圾放置區。淨灘給了我滿滿的成就感，也讓我更有動力準備接下來的期中考。

系級：

應外三

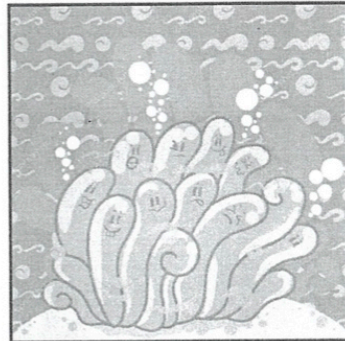
姓名：

周

學號： 4105

11/3 (六) 桃園海客文化與藻礁生態巡禮

藻礁 找礁 海客 垃圾 文化 全球化 環境 心理
 葉家 宗祠 祭祖 生態 人文 鄉土
 環保 工業 聚落 發展 在地化 地理 淨灘 汙
 染 客家 信仰 生活 台灣 自然 人情味



請就今天走讀永興社區、探訪藻礁生態與淨灘活動，選擇上面至少五組字詞將今日的一日行寫成一篇踏查日記。(每一組字詞需配一張最適當的照片；文體不限；全篇至少 500

字) 這次的參訪我覺得真的很有趣，畢竟我們很少有機會去到那種古老的三合院，更不用說進去參觀他們的宗祠了，一進到那個祭祖的大廳，立刻感受到一股莊嚴又肅穆的氛圍呢！而解說的老師一步一步帶領我們走遍那個客家聚落的各個角落，從路邊野花草講到信仰再講到客家鄉土民情與文化，讓我們更加認識那個聚落，我覺得這種邊遊邊學的方法真的很開心，尤其是身處在那種寧靜祥和的小村落，真的讓人心情很舒服呢！

之後我們去看了藻礁，其實這是我第二次去看藻礁了，上學期修了全球化這門課也有去看，我想這也是一種緣份吧！但不管上次還是這次去那個海區，都會有一種心疼的感覺，想到這些經過非常多年才形成的藻礁因為人類的汙染而即將消失，我就覺得很難過，我知道有一群人為了保護藻礁而在努力，很希望他們能成功保護住這片藻礁，不要讓這片藻礁消失了，一旦藻礁消失，那裡面的小生物也都會死去，那片生態系統直接消失殆盡。最後我們一起去淨灘，雖然每個組員都嚷著好麻煩，但其實大家都很認真的在撿垃圾，我想大家都一樣想為環境盡些心力吧！尤其去看了那麼令人心疼的藻礁之後，每個人都希望能為保護環境盡一些心力，而淨灘則是這種想法的具體化。真的很感謝老師安排了這次的參訪，讓我學習並感受了許多東西。

系級：金融二

姓名：楊

學號：410

二、桃園藻礁水圈魚類資源保育與社區再造

摘要

台灣是個海島，魚類資源是沿岸漁村長久以來的生活依靠，許多魚類幼年時期會利用沿岸濕地或潮間帶等環境當作棲地，但開發與污染使得這些棲息環境慢慢消失，魚類數量逐年驟減，沿岸居民的經濟來源也受到威脅，位於桃園沿海的藻礁地形因其多孔隙的特殊結構，提供魚類幼苗豐富的食物來源及安全的生長環境，卻也因工業區的設立與開發遭受破壞，了解工業發展對當地魚類資源的衝擊與調查經濟性魚類會利用的棲地及地點並給予保護成為使沿海漁業永續發展的當務之急。本子計畫於 2018 年 3 月至 11 月間，對桃園白玉、大潭 G1、G2、永興及永安的藻礁設立五個樣點進行魚類資源調查，使用網具、麻醉、訪談、聲景、耳石等方式取得當地完整的魚類資料，並特別取出經濟性的魚種以了解資源減少對當地漁業的衝擊。得到的數據使用稀疏性曲線比較樣點的物種多樣性，並以核密度分析了解體長分佈，聲景資料則使用軟體分析生物的豐富度。結果顯示永安及大潭 G2 的物種多樣性與豐富度為樣點中最高，也為幼魚數量最多的區域，且調查到紅肉雙髻鯊等高級掠食者的幼魚會利用此地作為其棲地；將藻礁與台灣各處沿岸棲地比較發現其為物種多樣性第二高的棲地。本研究結果指出桃園藻礁為台灣桃園沿海經濟性魚類的重要棲地及育幼場所，保存完整的棲地才能使其生態功能有良好的發揮，以利漁業資源的永續發展。

2.1 計畫序言

台灣四面環海，近岸漁業活動過去為沿海村落居民仰賴的重要經濟及食物來源。隨著科技發展及工業化，台灣沿海漁村面臨了人口外移、勞動人口高齡化和經濟轉型的困境(彭, 2008)。僅剩的漁民也因為漁獲量減少而面臨到無法持續從事相關漁業工作的問題。海洋環境受到工業化及過度開發的影響，海洋漁業資源快速下降以及水生生物的棲地瓦解 (Dekker & Casselman, 2014)。沿岸漁業資源也因人為活動及破壞造成海岸生態系的壓力而減少，主要為過度捕撈、棲地破壞與環境污染 (Jackson et al., 2001)，組成海岸生態系的沿海自然棲地中，紅樹林、溼地和生物礁 (珊瑚礁與藻礁等) 都是沿海魚類仔稚魚及幼魚的重要棲地與育幼場所 (nursery habitat) (Nagelkerken et al., 2000)，而這些沿海潮間帶棲地，因海岸線周圍人口增加及開發活動，造成沿海生態系統大量流失、退化和分裂，全球的潮間帶面積因而在過去 33 年間減少了 16.02% (Murray et al., 2018)，棲地破壞與污染也會造成子稚魚及幼魚的生存率與族群豐富度下降 (Courrat et al., 2009; Lindholm et al., 2001)。因此了解沿海棲地中魚類資源與多樣性，以及魚類子稚魚跟幼魚的分布棲息狀況，並對具有潛力的棲地進行適度且即時的保護，可以作為漁業資源管理並改善漁村發展的重要手段。規劃海洋保護區使海洋資源能夠被永續利用也是 2017 年聯合國海洋會議上的國際共識 (Pinheiro et al., 2018)。上述的沿海棲地，如紅樹林、溼地和珊瑚礁，都已經有許多魚類資源的研究。反觀藻礁，雖有千年歷史，但因為生長緩慢、生長條件較嚴苛以及分布稀少，全世界對於沿海魚類利用藻礁的狀況還不清楚。

藻礁 (algal reef/ridge or coralligenous reef) 是一種由殼狀珊瑚藻 (crustose coralline algae, CCA) 為主要貢獻者的生物礁體，經歷長時間緩慢堆積形成，殼狀珊瑚藻對環境干擾的耐受度較高，在長期高營養鹽與高度干擾下，因其他造礁生物無法與其競爭，便形成了藻礁礁體 (Walter et al., 1987)，且在不同營養鹽以及干擾下會有不同組成的礁體形成，這些特點顯示了藻礁在生物礁中的獨特性及重要性。位於淺海的潮間帶及亞潮帶為殼狀珊瑚藻適合生長的區域，並且與許多底棲生物形成高度的結構多樣性 (Cocito, 2004)，也提供良好的基質，成為珊瑚礁造礁的重要基礎 (Littler, 1972)。由於殼狀珊瑚藻的藻礁具有多孔隙的結構，可提供許多棲地讓小型潮間帶及淺海水域亞潮帶魚類生長 (Tribot et al., 2016)。雖然很多研究都已經證實許多經濟性魚種的仔稚魚會利用沿海棲地作為魚類育幼場所 (Paterson and Whitfield, 2000)，但是藻礁對於沿海經濟性魚類的重要性仍不清楚 (but see Ballesteros, 2003)。

在台灣沿岸，桃園南側有著台灣規模最大，也是世界上少有的大範圍藻礁。桃園藻礁沿著台灣西部海岸線綿延了 27 公里，涵蓋的大園區、大潭區以及新屋區，除了露出水面的部分，藻礁更往海裡延伸了 5 公里。但近年來因能源開發問題，桃園藻礁面臨著極大的威脅。在工業發展快速及鮮少完善科學調查的背景下，台灣西部河口和潮間帶常被認為低多樣性和低生產力 (Lin et al., 2013)。直到近期，因為藻礁開發的爭議下，透過文獻回顧，才發現藻礁雖然是高沈積物和高懸浮物的環境，但是仍具有高度的生產力以及多樣性，甚至提供棲地給許多經濟性的海洋生物 (Liou et al., 2017; Gibson et al., 2006)。而台灣對於藻礁的魚類資源調查，僅停留在物種調查和小規模的量化資料，這些調查卻一再顯示過去研究都明顯低估了藻礁區域的生物豐富度，且藻礁的生物密度更是高出其他西部沿岸濕地許多倍 (Dai et al 2009.; Lin et al., 2013)。

更完整的藻礁魚類生態和資源對於沿海漁業和漁村發展的貢獻仍然需要更多的數據及研究來了解。

為了瞭解在特定環境中的生物多樣性，我們透過一些常見的方式進行調查，例如架設陷阱或穿越線調查法，然而近幾年慢慢開始利用一些非干擾性且被動的方式來記錄野生動物，像是紅外線自動相機，野外錄音（聲景；soundscape）等研究出現（Lin et al., 2017b）。這些研究的好處是調查時避免驚嚇到野生動物，另外許多隱蔽性高（cryptic）或是易受驚擾，還有族群極低的生物，都可以在這些被動式記錄器上出現。隨著野外紀錄裝置費用的降低，水下防水錄音設備普及，水下聲景也成為近幾年開始發展的研究（Lindseth and Lobel 2019）。水下聲景設備能夠取得環境背景聲音以及生物所發出的聲音，目前魚類已被證實可以利用聲音進行許多行為，例如：進行定位、遷徙或是進行種間的溝通（Amorim, 2006），不同魚種會發出不同的聲音（Fay, 2009），所以魚的聲音可做為鑑種的依據之一。雖然水下紀錄聲音裝置容易取得，但是也開始發現水下雜音或是噪音是干擾生物分析的主要因素。近年科技的進步，透過一些電腦智慧學習過程，排除這些水下噪音來獲取生物的聲音，也開始成為分析生物多樣性或是生物生態行為改變的參數（Lin et al., 2017c）。在能見度低、人類干擾已久且高的台灣桃園藻礁環境進行水下聲景分析，配合一般調查方法，能夠較全面性的調查藻礁的生物多樣性。近幾年耳石資料庫的建立，做魚類耳石研究的學者已經能透過數位影像測量耳石的許多特徵，配合統計軟體的評估，而找出未知耳石的可能分類群（Boudinar et al., 2016）。加上珊瑚礁魚類耳石較為碩大且質地堅硬，在沈積物及化石層中，較容易保留下來，因此透過沈積物中的魚類耳石來回推過去年代的魚類組成已經成為一個用來建立魚類歷史組成的方式（Lin et al., 2016; Lin et al., 2017a）。在人為干擾已經相當嚴重的台灣海域，尤其是桃園藻礁，透過收集沈積物中的礁區魚類耳石，並且分析其可能魚種類群，也可以幫助建立重要經濟性魚類組成資料。

2.1.1 計畫目標

- 一、將調查的魚種資料結果與其他子計畫人文社會科學學者所進行的訪談資料統整，建構出藻礁魚類資料庫。並透過比較過去以及現在的魚種差異，來推斷工業發展對於藻礁漁業資源的影響。
- 二、根據經濟性魚類豐度和入添仔稚魚的數量和地點建議漁業資源永續利用的保護區域。
- 三、透過與當地居民進行公民科學家的訓練及合作，建立起漁業資源的長期監測，並對人為工業活動的影響進行監測。

2.2 材料與方法

2.2.1 實驗地點

從北到南：白玉、大潭（G1、G2）、永興、永安藻礁區五個地點，於2018年三月至2018年十一月間，共九個月進行採樣調查。在每個地點皆使用多種採集方式同時進行採樣，以確保收集到不同魚種及體長範圍。

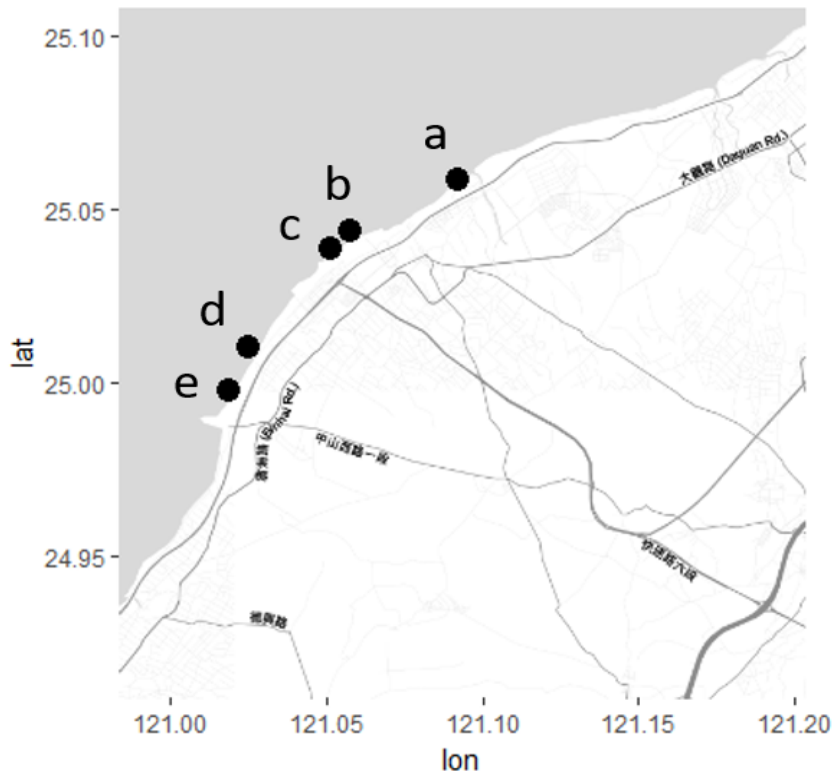


圖 2-1. 實驗地點

a 為白玉藻礁，b 為大潭 G1，c 大潭 G2，d 為永興，e 為永安。

2.2.2 實驗方法

利用不同的魚類採樣方式來增加魚種資料：

1. 以丁香油作為麻醉藥劑，與海水和酒精進行調配後使用，於潮中帶（潮高負一米處）以及潮下帶（潮高負一米六處）各選三個固定潮池進行調查以避免環境因素影響魚種組成（Wen et al 2019），將麻醉藥劑到入潮池後約等 10 至 15 分鐘使其發揮藥效，等待同時擾動潮池中的水，使躲藏在孔隙中且被迷暈的魚隨著水流流出，紀錄潮池長寬高以及所捕捉到之魚類，來進行藻礁潮間帶的魚類組成調查。
2. 使用刺網及動浮網，架設於潮中帶（潮高負一米處），刺網以水管及角鋼於退潮時前往架設，固定完後放置 24 小時，並於每次退潮時前往記錄捕捉到的魚種及體長資料；仔稚魚使用浮游生物網於漲潮後二至三個小時進行捕捉，各地點重複捕捉 15 次，將捕捉到之個體帶回實驗室進行鑑種，第三季因東北季風影響風浪過大，無法於漲潮時拋網，改以營釘及繩索於退潮時前往架設，同樣放置 24 小時並於將捕捉到之個體帶回實驗室進行鑑種。
3. 進行調查的同時，訪問樣點周圍的釣客及漁民，記錄他們的漁獲資料。同時與子計畫一的社會科學調查中，與當地漁民合作，請他們協助記錄每日捕獲之漁獲資料以獲得長期數據。我們也從社群網站中使用關鍵字搜尋 2013 年至 2018 年的魚類照片，記錄其魚種以及體長。

4. 我們同時使用水下錄音機 (Soundtrap 300 STD, Ocean Instruments) 進行資料收集。Soundtrap 300 的錄音頻率頻寬 (bandwidth) 範圍為 20Hz 到 60Hz, 可涵蓋大部分的生物聲音頻率作為研究。敏感度為小於 34 dB re 1 μ Pa。錄音機地點架設於潮中帶(潮高負一米處), 錄音機在退潮時固定於角鋼上, 錄音 24 小時後收回。

5. 為了延伸到過去的可能魚類資料, 本計畫同時採集附近潮池中的底沙, 回來使用顯微鏡觀察是否有魚類耳石沉積, 作為魚類資料輔助。

針對經濟性魚類, 採集到的經濟性魚種會特別去紀錄魚的位置和水深。透過比較幼魚、仔稚魚和 (亞) 成魚, 建立藻礁是否為經濟性 or 高階掠食者物種的重要棲地。並且驗證藻礁作為海岸經濟性魚類的育幼場所的理論。其中特別將針對經濟性礁區魚種的仔稚魚和魚苗, 例如鰻魚 (Anguillidae)、石斑魚科 (Serranidae)、笛鯛 (Lutjanidae) 科和鯛科 (Sparidae) 等進行細部分類 (屬或種)。

2.2.3 統計分析

利用稀疏性曲線 (rarefaction curve) 去比較不同地點採樣魚類的多樣性。因為不同採樣方式有物種上的選擇, 加上本研究的採樣方式無法在不同採集方法來標準化, 因此選擇用 rarefaction curve 來計算多樣性, 可以避免採樣方式或採樣強度造成的差異 (Chao & Jost 2012; Pardo et al 2013; Budka et al 2019)。我們將收集到的所有數據依採樣次數輸入, 再使用統計軟體 R 進行稀疏性曲線分析, 曲線高低可以作為淺在的多樣性高低比較, 並且同時可以估計樣本數量的飽和程度。本研究利用 iNEXT 套裝 (Hsieh et al., 2016) 進行物種多樣性 (species richness)、夏儂熵 (Shannon Entropy) 和辛普森 (Simpson) 多樣性來比較地點的差異。

體長分布差異則是將五個採樣地點所有收集到的魚類體長數據依照地點分群, 使用核密度估計 (Kernel density estimation, KDE) 進行分析, 以模擬可能的體長分布。KDE 是用來分析非介量 (non-parametric) 的分佈資料, 並且透過平滑資料來避免在選擇過去體長的長條圖 (histogram) 時因為資料寬度 (bin) 選擇而造成差異。KDE 技術首先被用在魚類體長資料是因為 KDE 是資料導向 (data-driven) 的研究方式, 不會受到統計假設前提所影響 (Sanvicente-Añorve et al., 2003)。而 KDE 對於體長資料的差異分析上, 與過去常用的體長資料分析方式 Kolmogorov-Smirnov (KS) test 更加敏感, 而可以偵測出體長的差異並給予顯著性測試 (Langlois et al., 2012)。

各地點之聲景分析採用 Lin et al (2017) 的聲景種類多樣性分析來代表生物多樣性為研究方向。本研究根據 Lin et al (2017) 方式, 以離散傅立葉轉換 (discrete Fourier transform) 來分析四分鐘的頻譜密度, 並計算各頻譜範圍的中位數與平均值。最後以計軟體 MATLAB 進行視覺化。多樣性比較部分, 則是利用非負矩陣分解法 (non-negative matrix factorization, NMF) 分辨聲景中的音源, 再用非監督式分群演算法作為基礎來分析聲音場景和事件架構。用聲音場景架構的差異來分群, 最後用分群數量的多寡作為不同樣點的多樣性 (shannon diversity)。分析流程如下:

1. 將每 10 分鐘的錄音檔取出 4 分鐘來做分析

2. 測量每一分鐘的中位頻率與平均
3. 利用背景音的中位頻率將生物音（較高頻率的生物製造之聲音）與地理音（較低頻率的環境聲響）分離出來
4. 分析生物音中與中位頻率、平均不同的聲音段落組成（主要針對較短暫的叫聲）
5. 根據潮汐變化的時間將生物音的改變視覺化
6. 將短暫叫聲的段落視覺化

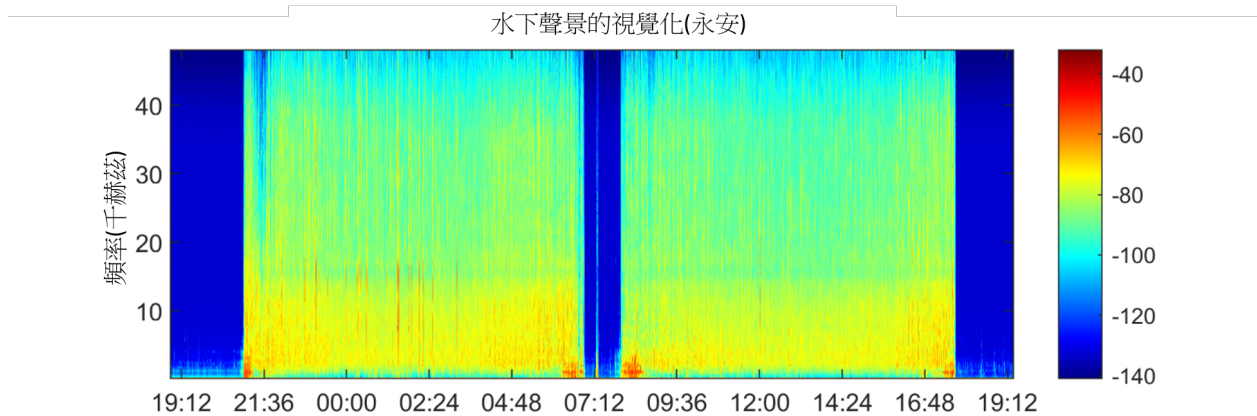


圖 2-2. 聲景取樣圖，以永安測站為例

2.3 成果

2.3.1 將調查的魚種資料結果與其他子計畫人文社會科學學者所進行的訪談資料統整，建構出藻礁魚類資料庫。並透過比較過去以及現在的魚種差異，來推斷工業發展對於藻礁漁業資源的影響。

本子計畫從西元 2018 年三月至十一月間三季，總共調查到 22 科 34 個物種，496 隻個體（表 2-1）。其中潮間帶魚類佔 5 科 6 屬，總計 169 隻個體；深蝦虎屬（*Bathygobius* spp.）於五個實驗地點皆有記錄到，佔潮間帶魚類數量之最大比例，共計 118 隻個體，為桃園藻礁區域潮間帶優勢種；八部副鰈（*Parablennius yatabei*）第二季於白玉、永安採集到共 33 隻，第三季於白玉、永安、大潭 G2 採集到共 6 隻個體，斑點肩鰓鰻（*Omobranchus punctatus*）第一季及第三季於白玉中潮帶各記錄到 1 隻個體，第二季於永興記錄到 1 隻個體，玳瑁石斑（*Epinephelus quoyanus*）於第二季在白玉紀錄到 2 隻幼魚個體，單斑笛鯛（*Lutjanus monostigma*）於第二季在永安及 G1 共紀錄到 3 隻幼魚，天竺鯛科（Apogonidae）於第二季在永安紀錄到 1 隻幼魚個體。根據統計結果（圖 2-3），永安在魚類數量或魚種數都為五個樣點中最高，白玉其次，而第二季所記錄到的魚類數量及種類為三季之中最多。其餘數據皆透過網具、釣客、漁民及社群網站中取得，記錄到 21 科 29 種魚類，共 359 隻個體。我們將所有能夠量化的數據進行稀疏

性曲線分析 (圖 2-4)，以預測當調查次數增加時該樣點可能的物種數，顯示物種數多到少依序為永安、大潭 G2、白玉、永興，最後是大潭 G1。

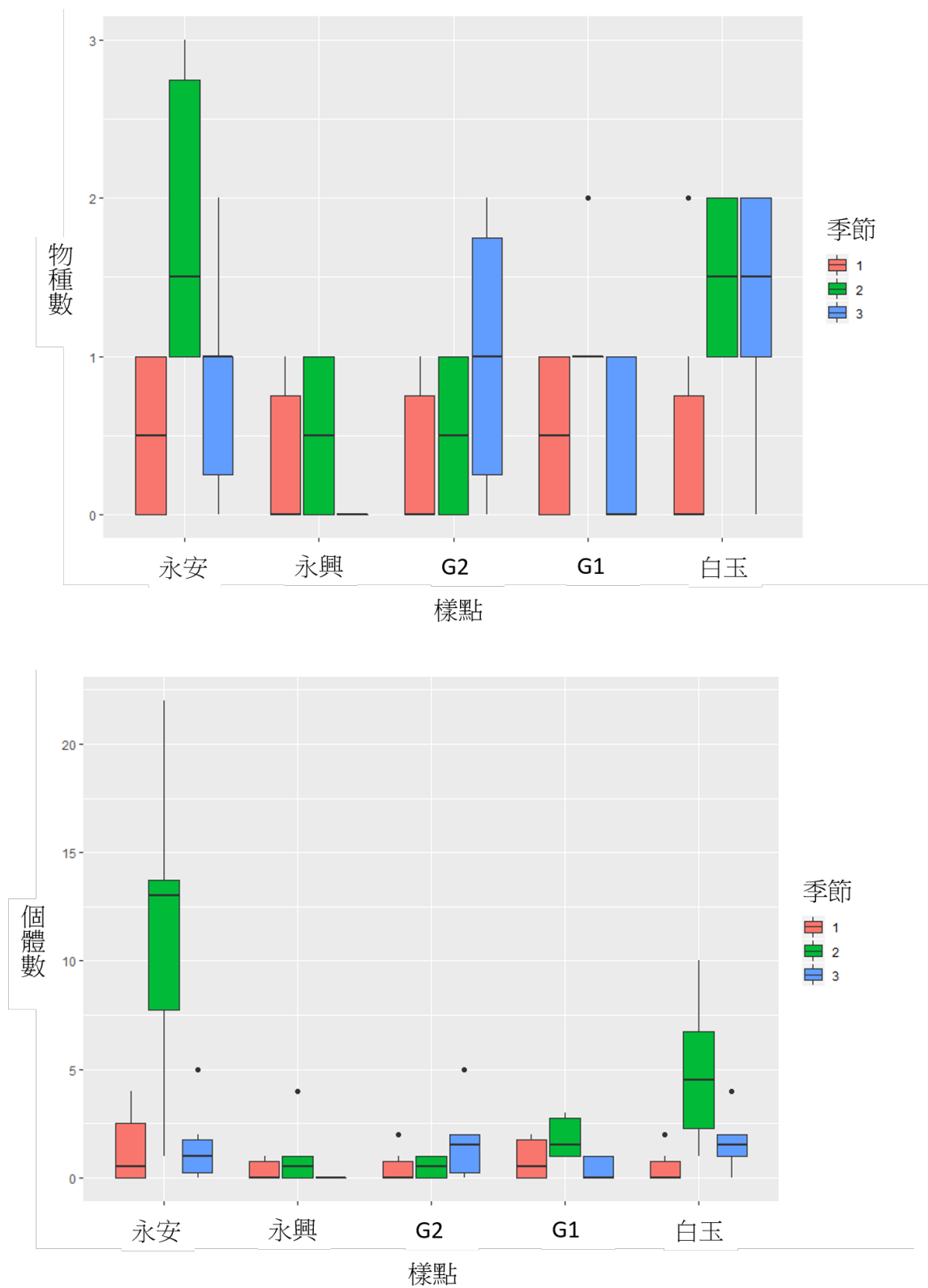


圖 2-3. 潮間帶魚類數量及魚種數量

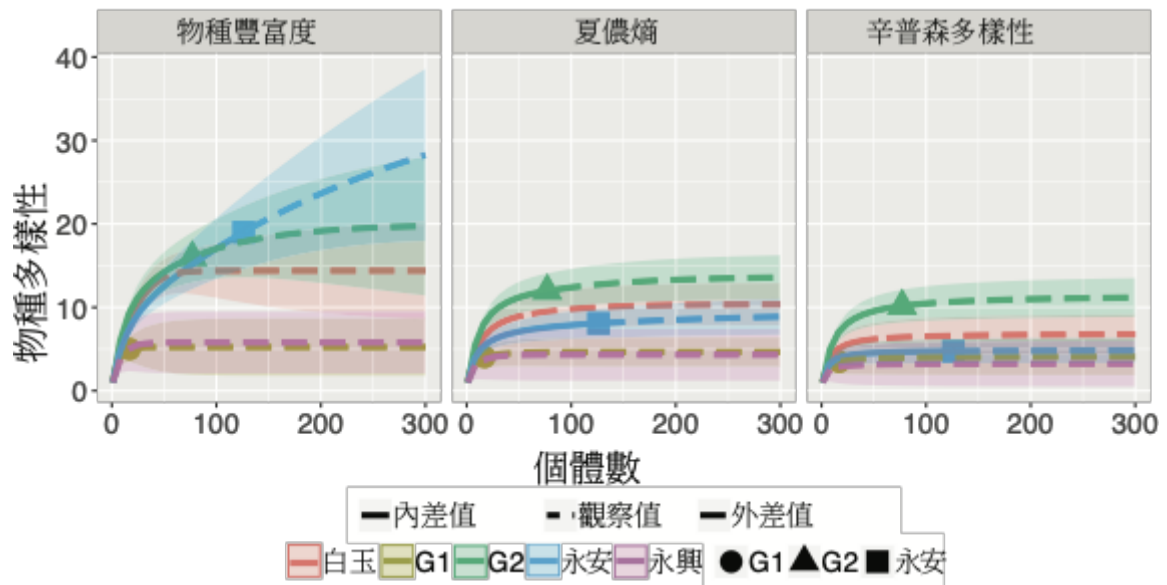


圖 2-4. 稀疏性曲線 (rarefaction curve) 顯示不同地點的多樣性推估

我們從其他子計畫人文社會科學學者對當地漁民所進行的訪談資料 (表 2-2) 中整理出他們平時可以捕獲的魚種以及在過去 (電廠建設前) 可以捕獲的魚種, 統整資料顯示有許多物種於近幾年捕獲數量減少甚至幾乎消失, 所有皆漁民表示總漁獲量相比以前已大幅減少, 減少的魚種占有能捕獲魚種的 53%, 一半的魚種數量都下降, 其中台灣馬加鱈 (*Scomberomorus guttatus*) 現在幾乎無法捕獲, 日本鰻之鰻苗 (*Anguilla japonica*) 與南方龍紋鱔 (*Rhinobatos australiae*) 數量也大幅減少, 不過也有漁民表示黃花魚 (*Pseudosciaena crocea*) 在以前需到馬祖捕捉, 但近年在桃園沿岸就可以捕獲。

表 2-1. 調查之藻礁魚類物種名錄

			S1			S2					S3					
			永 安	永 興	G2	G1	白 玉	永 安	永 興	G2	G1	白 玉	永 安	永 興	G2	G1
鯛科	<i>Acanthopagrus</i> <i>s. latus</i>	黃鰭棘鯛	3		5											
	<i>Acanthopagrus</i> <i>s. schlegelii</i>	黑鯛	3		11		2	1		8				3		
天竺鯛科	<i>Apogonidae</i>	天竺鯛						1								
馬鮫科	<i>Eleutheronema</i> <i>a. rhadinum</i>	多鱗四指馬鮫	16		44	1	1			10				12		2
四齒純科	<i>Chelonodon</i> <i>patoca</i>	凹鼻純	1													
石首魚科	<i>Nibea</i> <i>albiflora</i>	黃姑魚			1											
石鱸科	<i>Pomadasys</i> <i>kaakan</i>	星雞魚	8													
尖吻鱸科	<i>Lates</i> <i>calcarifer</i>	金目鱸			2									1		
虱目魚科	<i>Chanos</i> <i>chanos</i>	虱目魚			15											
金錢魚科	<i>Scatophagus</i> <i>argus</i>	金錢魚	3		2					10						
臭肚魚科	<i>Siganus</i> <i>fuscescens</i>	褐籃子魚	6										3			
笛鯛科	<i>Lutjanus</i> <i>russellii</i>	勒氏笛鯛	1													
	<i>Lutjanus</i> <i>monostigma</i>	單斑笛鯛						1				2				
鮨科	<i>Sebastiscus</i> <i>marmoratus</i>	石狗公			1											
鮨科	<i>Cephalopholis</i> <i>aurantia</i>	橙點九刺鮨	10													
	<i>Cephalopholis</i> <i>boenak</i>	橫紋九刺鮨	7					1								
	<i>Epinephelus</i> <i>coioides</i>	點帶石斑魚	4													
	<i>Epinephelus</i> <i>quoyanus</i>	玳瑁石斑魚			4			3								
雙髻鯊科	<i>Sphyrna</i> <i>lewini</i>	紅肉雙髻鯊			3		3			5						

表 2-2. 漁民訪談之魚貨列表

俗名	中文名	學名	數量增減
午仔	多鱗四指馬鮫	<i>Eleutheronema rhadinum</i>	↓
白腹仔	台灣馬加鱈	<i>Scomberomorus guttatus</i>	↓
旗魚	旗魚	<i>Istiophoridae</i>	—
黃鰭鮪	黃鰭鮪	<i>Thunnus albacares</i>	—
石斑	石斑	<i>Serranidae</i>	—
烏魚	鰻魚	<i>Mugil cephalus</i>	↓
白鰻	日本鰻	<i>Anguilla japonica</i>	↓
四破魚	藍圓鰲	<i>Decapterus maruadsi</i>	↓
金錢魚	金錢魚	<i>Scatophagus argus</i>	—
花身雞	花身雞	<i>Therapon jarbua</i>	↓
土魷	康氏馬加鱈	<i>Scomberomorus commerson</i>	—
雙髻鯊	雙髻鯊	<i>Sphyrnidae</i>	—
炸彈魚	扁花鰹	<i>Auxis thazard thazard</i>	↓
黃花魚	大黃魚	<i>Pseudosciaena crocea</i>	↗
七星鱸	日本花鱸	<i>Lateolabrax japonicus</i>	↓
黑毛	瓜子鱸	<i>Girella punctata</i>	—
白毛	南方舵魚	<i>Kyphosus bigibbus</i>	—
白鯧	銀鯧	<i>Pampus argenteus</i>	↓
黑鯧	烏鯧	<i>Parastromateus niger</i>	↓
紅槽	銀紋笛鯛	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	—
魷魚	魷魚	<i>Dasyatidae</i>	↓
河豚	河豚	<i>Tetraodontidae</i>	↓
比目魚	比目魚	<i>Pleuronectiformes</i>	↓
虱目魚	虱目魚	<i>Chanos chanos</i>	—
笨鯊	南方龍紋鱘	<i>Rhinobatos australiae</i>	—
虎鯊	虎鯊	<i>Carcharias taurus</i>	—
黃魚	小黃魚	<i>Pseudosciaena polyactis</i>	↗
丁香魚	日本銀帶鯪	<i>Spratelloides gracilis</i>	↓
白帶魚	白帶魚	<i>Trichiurus lepturus</i>	—
黑鯛	黑棘鯛	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	—
狗鯊	條紋狗鯊	<i>Chiloscyllium plagiosum</i>	↓
豆腐鯊	鯨鯊	<i>Rhincodon typus</i>	↓
豆仔魚	前鱗龜鯪	<i>Chelon affinis</i>	↓

2.3.2 根據經濟性魚類豐度和入添仔稚魚的數量和地點建議漁業資源永續利用的保護區域。

第一季到第三季收集到的結果顯示，經濟性魚類成體最多的為多鱗四指馬鮫 (*Eleutheronema rhadinum*)，也在每一季內都佔最大比例，數量第二多的魚種為吉打副葉鰱 (*Alepes djedaba*)，其他也有黑鯛 (*Acanthopagrus schlegelii*)、石斑魚科 (*Serranidae*)、鰻科魚類 (*Mugilidae*)、虱目魚 (*Chanos chanos*) 等高經濟價值的魚種。第一季較特別的有台灣馬加鰱、紅肉雙髻鯊幼鯊等魚類 (分類方式採用 2.7 附錄)，台灣馬加鰱在漁民訪談時表示現在已是特別稀有且價格昂貴的魚種，第二季還有的種類如金錢魚 (*Scatophagus argus*)、褐臭肚魚 (*Siganus fuscescens*)、也都有出現，第三季出現的瓜子鱻 (*Girella punctata*) 也為價格較高的經濟性魚種；另外出現過一次的橫紋九刺鮨 (*Cephalopholis boenak*)、玳瑁石斑和巴拉金梭魚 (*Sphyrnaena barracuda*) 也都是礁區常見經濟性魚種。

仔稚魚或是幼魚部分的經濟性魚類，本團隊於第二季於白玉、永安、永興採集到共 44 隻仔稚魚個體，永安的個體佔其中最多數，有 39 隻；前段文章也提到於大潭 G1、白玉、永安之潮間帶採集到玳瑁石斑、單斑笛鯛小於 5cm 的幼魚個體，這代表著藻礁為這些經濟性魚類的育幼場所。體長分佈上面使用 KDE 進行分析，體長分析圖 (圖 2-5) 顯示，整體而言，大潭 G1、G2 與永興魚類體長較長。由圖五可看出永興與永安體長為 20 公分之經濟性魚類較多，大潭 G1 與 G2 經濟性魚類的體長較長，但兩群的體長分布沒有顯著差異 ($p=0.06$)。另外根據漁民的訪談，當地可以補獲的經濟性魚種如表 2-2，其中多鱗四指馬鮫、白鰻、台灣馬加鰱、石斑、鰻苗、黑毛、黃魚等為高經濟價值的魚種，而近年幾乎沒有的的台灣馬加鰱更為相當稀少的高級魚種。

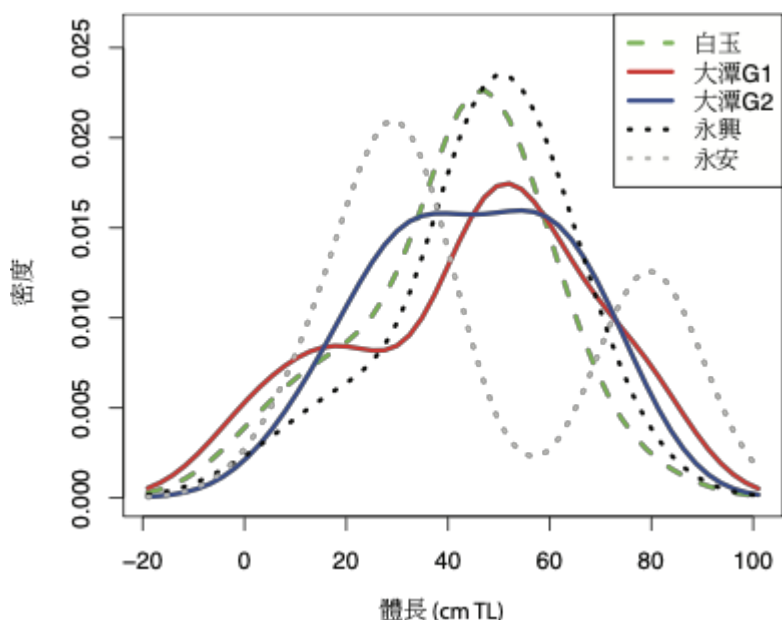


圖 2-5. 經濟性魚類體長分佈 KDE 圖

白玉(BY)；大潭 G1 與 G2；永興(YX)與永安(YA)；x 軸代表魚類體長，y 軸代表各體長之魚類密度。

2.3.3 透過與當地居民進行公民科學家的訓練及合作，建立起漁業資源的長期監測，並對人為工業活動的影響進行監測。

本子計畫在調查期間與當地漁民及釣客合作，請釣客及漁民在捕到魚時記錄漁貨的魚種及體長等資料，並定期回傳，以建立當地長期的漁業資源監測數據。統計結果（圖 2-6）顯示合作的漁民及釣客提供的資料佔了我們所有數據中 80% 的魚種以及 96% 的魚類個體數，由於人力、時間及氣候等因素，我們調查的時間有限，所能得到的資料與生活在當地的人相比，也較無法全面了解實際上的情況，因此透過公民科學家的訓練，與當地人合作能有效的取得連續性的長期資料，就能將長期資料結合當地工業建設的時間點，對人為工業活動的影響進行監測。

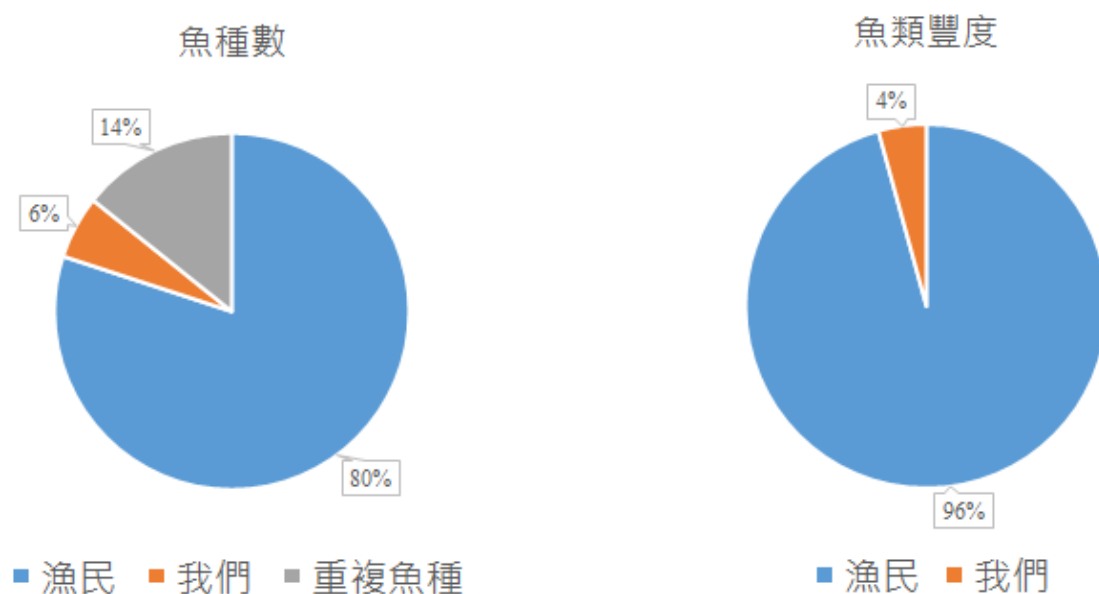


圖 2-6. 合作的漁民及釣客提供的資料與本子計畫採樣的資料比例

2.4 討論

為了解過去可能有的魚種以及其他可能出現在藻礁但並未被捕捉到的魚種，我們也做了耳石採集與聲景調查，我們收集穿越線附近潮池中的底質，回來使用顯微鏡觀察是否有魚類耳石沉積，發現了燈籠魚科及雀鯛科魚種的耳石，其中燈籠魚科的魚類為深海魚種，並不會出現在藻礁周圍，結合前項的調查結果推測可能為紅肉雙髻鯊等大型掠食性魚類以及哺乳類在深海捕食燈籠魚科魚類，至藻礁附近活動時製造的排泄物中沉降，研究顯示燈籠魚科為飛旋海豚的主食之一（Dolar, M. Louella L., et al. 2003）。因當地易受季風影響風浪變化大，底質無法穩定沉積在潮池中，時常被沖刷掉，且在顯微鏡下尋找所花的作業時間長，目前的結果並不多，但的確可以得到一些特別的生態資訊。聲景調查部分，我們在每季調查時於每個點將放置錄音機 24

小時，從結果(圖 2-7、圖 2-8)可以看到，生物的聲音會隨著水深增加而提高，大約在滿潮前後 3 小時最高。根據最高潮水的生物聲音比較的話，永安和白玉最高，大潭 G2 和永興最低。季節也有很大的影響，整體來說第一、二季較高，第三季較低。而生物聲音的 shannon diversity 為白玉：2.9453、大潭 G1：3.2219、大潭 G2：3.2456、永安：2.5018 及永興：3.0810，顯示大潭 G1 及 G2 在各種生物的物種多樣性為最豐富的區域。不過實際去聽取生物聲音的資訊得知，大部分經由機器學習過濾出來的生物因多為甲殼類，並且以槍蝦為主。在少數地點確實有聽到石首魚的聲音，不過仍需要進行更長期的資料收集和分析。

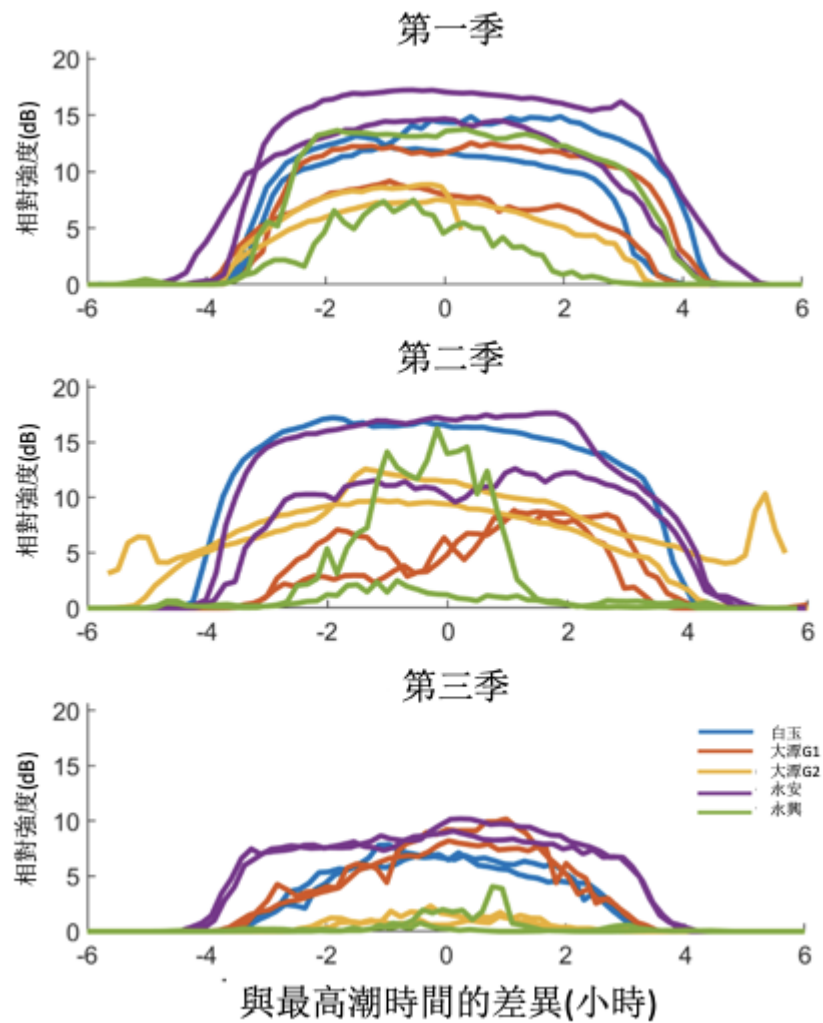


圖 2-7. 生物聲音隨潮汐時間變化

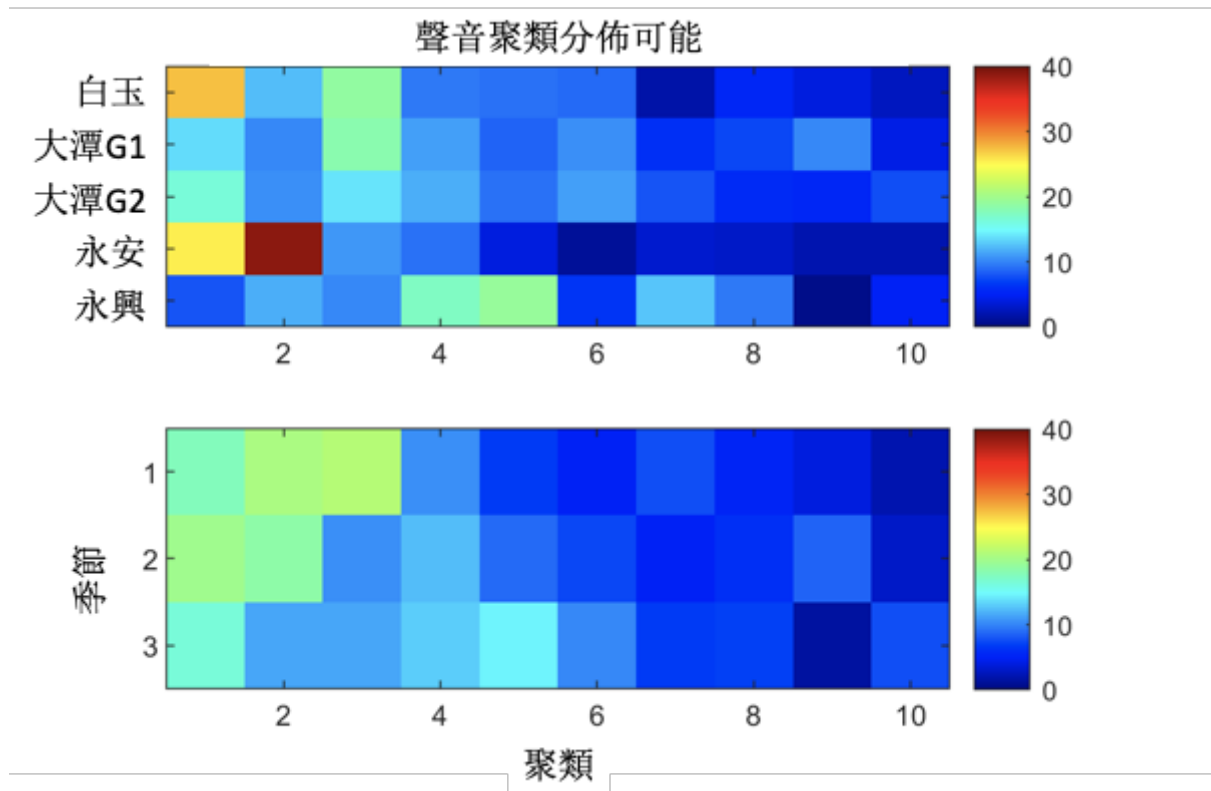


圖 2-8. 生物聲音地點與季節比較

本子計畫於白玉及大潭 G2 記錄到國際自然保護聯盟 (IUCN) 中紅皮書 (Red list) 記載瀕危的物種-紅肉雙髻鯊 (*Sphyrna lewini*)，共 11 隻個體，並且漁民協助採集和漁民訪談中，也記錄到許多雙髻鯊被捕獲的紀錄，顯示白玉至大潭 G2 之間，包含大潭 G1 這段區域，為紅肉雙髻鯊生育及幼鯊成長的重要棲地。鯊魚為頂層掠食者，在生態地位上為關鍵物種 (keystone species)，前人研究顯示若鯊魚的數量減少，使食物鏈失衡，次一級的掠食者數量增加，位於食物鏈基層的物種如蝦、蟹、貝類等無脊椎生物及小型魚類會被大量捕食，而造成海洋資源更加缺乏 (Myers et al., 2007)，因此對於紅肉雙髻鯊等頂級掠食者鯊魚育幼場所的保護是非常重要的。

根據漁民的訪談，許多漁民表示在電廠建設及工業區發展之後漁獲逐漸減少，當地環境也遭受嚴重破壞，有合作的漁民回報三不五時就會有大量鯔科魚類遭工廠廢水毒死，且大潭電廠進水口每日進水時吸入大量魚群，也嚴重影響魚類資源的永續發展，綜合本子計畫調查及於其他子計畫之訪談，顯示工業廢水污染及電廠進出水等工業發展所帶來的負面效益已造成當地魚類豐度降低，漁獲量減少，進而影響當地漁民生計。在透過漁民進行公民科學家調查的部分，FAO 近年的漁業活動調查方式 (Stamatopoulos, 2002 & Pinello et al 2017)。裡面詳細提到漁業資料調查方式有許多種，由研究人員自行採集的佔比反而相對較少。這代表同時利用漁民資料和實際採樣可以有更高的採樣頻度和資料來達到完整資料收集的目的。

綜合本子計畫的各種調查方式，結果顯示永安在潮間帶魚類及經濟性魚類皆擁有最豐富的魚種及數量，其次為大潭 G2，這兩處也都有紀錄到經濟性魚種的幼魚入添，以及紅肉雙髻鯊幼鯊，故若要設置永續利用的保護區，永安及大潭 G2 會是較建議的地點；大潭 G1 雖在經濟魚種及潮間帶調查都是最低，但水下聲景顯示 G1 有一定的生物量，也是紅肉雙髻鯊的活動範圍，文獻指出紅肉雙髻鯊生活在水深介於 0-1000 公尺的範圍，較常出現在 0-25 公尺水深處，(Sanches, 1991)，在季節差異方面，無論何種調查方式，第一季 (三至五月) 及第二季 (六至八月) 相較於第三季 (九至十一月) 都有較高的生物量，尤其第二季最為豐富，許多經濟性魚種幼魚也為第二季期間紀錄到，不過根據合作的漁民表示，十一月之後才是重要的漁獲期，也是高經濟價值的鰻苗捕捉期，顯示在不同的季節，都有不同的魚種會利用藻礁作為棲地或繁殖場所，驗證了藻礁是為經濟性或高階掠食者物種的重要棲地。在魚類的育幼場所部分，過去濕地和珊瑚礁的研究調查文獻中，若是某些地點採樣到明顯較高的仔稚魚資料，常推論為該樣點為幼魚孵育所，如陳義雄等人 (2011) 的『北方三島海域生物多樣性與資源特性調查計畫』、陳義雄 (2001) 的金門國家公園魚類相調查中，都是在幾個樣點採樣到十數隻到數十隻仔稚魚個體，而推論為育幼場。謝蕙蓮所著『人工溼地的生態建構與意義』一文中，也指出濕地普遍為海洋生物的育幼場所，而沒有通過時空調查來定義育幼所。中興大學林幸助教授所指導的碩士生徐顯富 (2013) 也在藻礁調查中，採樣 20-50 隻的無脊椎動物下，定義藻礁為無脊椎生物的育幼所。陳章波 (2011) 年所著『國家重要濕地社會經濟及績效評估先期作業』也引用其他文獻中，有海洋幼生利用濕地，來定義濕地為育幼所。林幸助等人 (2011) 『台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷』也從一年四次採樣資料，定義台江國家公園濕地為魚類育幼場所。從以上文獻可知沿海岸生態環境研究普遍利用調查到幼生顯著數量高於其他地點，而定義該地點為育幼所。因此本研究採樣上述學者的定義方式來定義藻礁為經濟性魚類的育幼所。

將本團隊調查之藻礁魚類資源結果與我們過去調查之其他海岸淺灘棲地魚類資料做比較，取台灣東西南北四個濕地/潮間帶的魚類資源與藻礁的資料進行稀疏性曲線的分析 (圖 2-9)，結果顯示西部大肚溪河口魚類的多樣性最高，桃園藻礁為魚類多樣性第二高的地點，其他依序為北部岩岸潮間帶、南部珊瑚礁潮間帶、東部花蓮河口濕地，顯示藻礁即使以全台灣的尺度做比較，其潛在的生物多樣性依然高於大部分的沿岸棲地，更凸顯出桃園藻礁在生態功能上重要的地位。

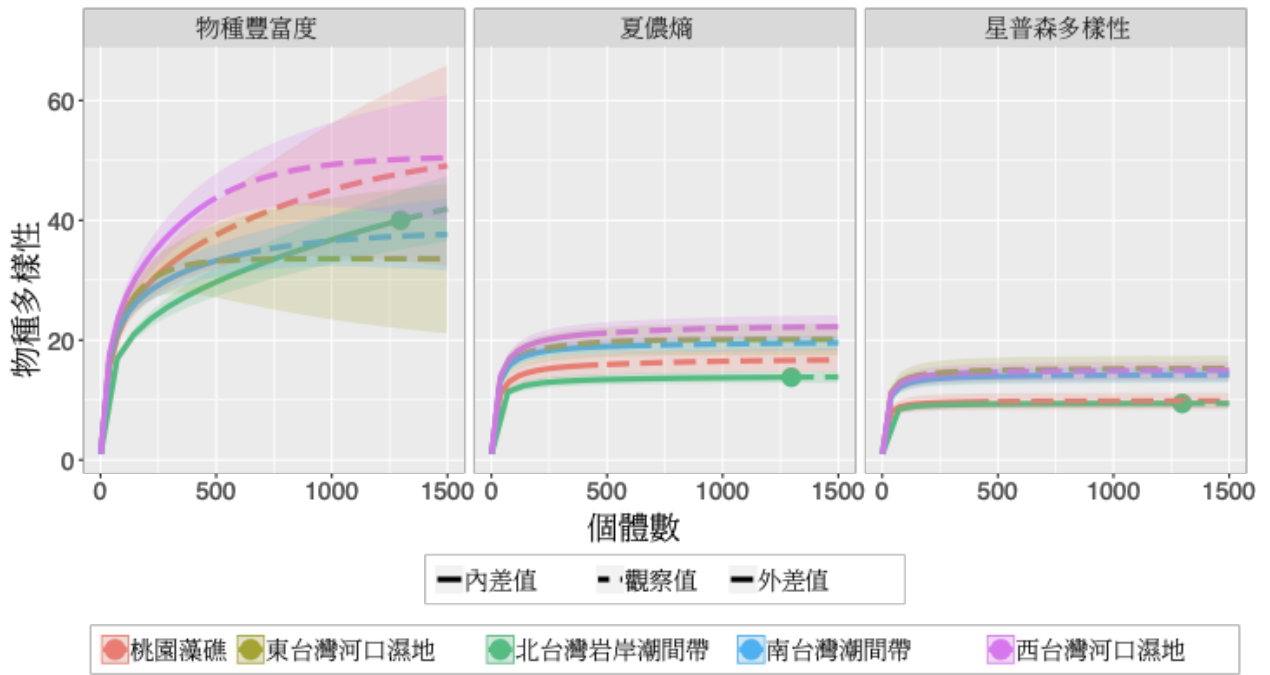


圖 2-9. 藻礁與其他海岸棲地的魚類資源稀疏性曲線 (Rarefaction curve) 分析

2.5 預期效益

1. 可量化效益：

指標項目	單位	預期成果	實際成果
		本年度	
創造就業機會數	人	3	7
帶動年度農業及農村休閒旅遊人次	人次	50	84
野外調查的魚類資料	筆	200	496
當地居民訪談問卷	張	50	64
野外調查	次	5	15
與當地團體進行合作會議和活動	次	5	8

2. 其他政策效益或不可量化效益：

(1) 社會效益：提高當地居民對藻礁生態的認識與了解

本團隊在調查期間皆會與有合作或訪問的漁民及釣客討論對藻礁不同角度的觀點，及各自對這片海岸棲地的認知，或是向好奇的居民及觀光客，詳細介紹並說明藻礁的特殊性，以及我們於藻礁觀察到的有趣生態，許多民眾於談話結束後表示對藻礁這片特別的棲地景觀有了更深入的瞭解，希望能藉此提升當地居民及觀光客對自然環境的重視。此外，本團隊和整個團隊從計畫調查過程中，頻繁參與台灣關於藻礁保育相關活動，並將收集到的資料分享給保育團體，讓社會上對於藻礁關心的團體及人民有更新且不同於過去藻礁生物多樣性低的資訊。

(2) 環境效益：維護藻礁特殊生態環境與景觀

本團隊在前往藻礁調查期間若有看到沙灘或礁體上的人為垃圾與廢棄物，皆會帶回丟棄，也會呼籲到海岸捕撈或釣魚之當地居民以及至岸邊遊憩的觀光客將垃圾帶走，維護藻礁海岸棲地的環境整潔，避免汙染。我們也依據調查及分析之魚類資料結果，建議保護區之劃設範圍，對協助維護藻礁特殊生態環境與景觀之相關法規提供明確的依據。本團隊 PI 也在學校課程(海洋保育生物學、海洋生物多樣性、魚類學等)中，提供藻礁開發及破壞的案例，提供給學生對於生活周邊的環境更加注意。也使得許多居住在桃園新竹一代的同學開始在假日空擋參觀這個即將消失的藻礁棲地。

(3) 學術效益：提供未來研究人員桃園藻礁之量化資料，以供回答更多科學議題

本團隊調查之魚類資料共 496 筆，包含了各種傳統之調查方式及較新穎偏向實驗性質的調查法，相信可以在未來的研究人員探討關於桃園藻礁區域魚類生態及漁業資源等科學議題時，成為有用的參考資料。此外，本團隊也開始將收集的資料撰寫成科學文章，預期將發表聲學應用在保育研究的相關議題。

2.6 參考文獻

- Ballesteros, E. 2003. The coralligenous in the Mediterranean Sea. *Geophysical Research Letters* 32:10–13.
- Bijma, J., and G. J. Boekschoten. 1985. Recent bryozoan reefs and stromatolite development in Brackish Inland lakes, SW Netherlands. *Senckenbergiana marit* 17:163–185.
- Boudinar, A. S., L. Chaoui, J. P. Quignard, D. Aurelle, and M. H. Kara. 2016. Otolith shape analysis and mitochondrial DNA markers distinguish three sand smelt species in the *Atherina boyeri* species complex in western Mediterranean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 182: 202–210.
- Budka, A., Łacka, A., & Szoszkiewicz, K. (2019). The use of rarefaction and extrapolation as methods of estimating the effects of river eutrophication on macrophyte diversity. *Biodiversity and Conservation*, 28(2), 385-400.
- Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533-2547.
- Courrat, A., Lobry, J., Nicolas, D., Laffargue, P., Amara, R., Lepage, M., ... & Le Pape, O. 2009. Anthropogenic disturbance on nursery function of estuarine areas for marine species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 81(2), 179-190.
- Cocito, S. 2004. Bioconstruction and biodiversity: their mutual influence. *Scientia Marina* 68:137–144.
- Dai, C. F., S. W. Wang, J. S. Chang, and A. I. Jeng. 2009. Handbook for ecological tours of Guanyin algal reef. CPC Corporation, Taiwan.
- Dekker, W., and J. M. Casselman. 2014. The 2003 Québec Declaration of Concern About Eel Declines—11 Years Later: Are Eels Climbing Back up the Slippery Slope? *Fisheries* 39:613–614.
- Dekker, W., J. Casselman, D. Cairns, K. Tsukamoto, D. Jellyman, and H. Lickers. 2003. Worldwide decline of eel resources necessitates immediate action. Québec Declaration of Concern. *Fisheries* 28:28–30.
- Dolar, M. L. L., Walker, W. A., Kooyman, G. L. and Perrin, W.F. 2003. Comparative Feeding Ecology Of Spinner Dolphins (*Stenella longirostris*) And Fraser's Dolphins (*Lagenodelphis hosei*) In The Sulu Sea. *Marine Mammal Sci* 19: 1-19. doi: 10.1111 /j.1748-7692.2003. tb 01089. x
- Gibson, R. N., R. J. A. Atkinson, and J. D. M. Gordon. 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanogr Mar Biol*, 44,123–195.
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. 2016. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution* 7:1451-1456.
- Jackson, J. B., Kirby, M. X., Berger, W. H., Bjorndal, K. A., Botsford, L. W., Bourque, B. J., ... & Hughes, T. P. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, 293(5530), 629-637.

- Lindholm, J. B., Auster, P. J., Ruth, M., & Kaufman, L. 2001. Modeling the effects of fishing and implications for the design of marine protected areas: juvenile fish responses to variations in seafloor habitat. *Conservation Biology*, 15(2), 424-437.
- Liou, C. Y., S. Y. Yang, and C. A. Chen. 2017. Unprecedented calcareous algal reefs in northern Taiwan merit high conservation priority. *Coral Reefs* 36:1253.
- Lin, H. J., Hsu, H. F., Liao, W. S., Lee, C. L., Liu, P. J., & Lin, S. M. 2013. Biodiversity of the Algal Reefs in Taoyuan. *Wetlands* 2(2): 1–24.
- Lin, C. H., A. Girone, and D. Nolf. 2016. Fish otolith assemblages from Recent NE Atlantic sea bottoms: A comparative study of palaeoecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 446: 98–107.
- Lin, C. H., R. Brzobohatý, D. Nolf, A. Girone, B. Aldo, B. Aldo, and E. Orabona. 2017a. Tortonian teleost otoliths from northern Italy : taxonomic synthesis and stratigraphic significance: 1–44.
- Lin, T. H., Fang S. H., Tsao Y. 2017. Improving biodiversity assessment via unsupervised separation of biological sounds from long-duration recordings. *Scientific Reports*, 7: 4547.
- Lindseth, A., & Lobel, P. (2018). Underwater soundscape monitoring and fish bioacoustics: A review. *Fishes*, 3(3), 36.
- Littler, M. M. 1972. The crustose Corallinaceae. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 10,311–347.
- Murray, N. J., Phinn, S. R., DeWitt, M., Ferrari, R., Johnston, R., Lyons, M. B., ... & Fuller, R. A. 2018. The global distribution and trajectory of tidal flats. *Nature*, 1.
- Myers, R. A., Baum, J. K., Shepherd, T. D., Powers, S. P., & Peterson, C. H. 2007. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science*, 315(5820), 1846-1850.
- Nagelkerken, I., G. van der Velde, M. W. Gorissen, G. J. Meijer, T. van't Hof, and C. den Hartog. 2000. Importance of Mangroves, Seagrass Beds and the Shallow Coral Reef as a Nursery for Important Coral Reef Fishes, Using a Visual Census Technique. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 51:31–44.
- Pardo, I., Pata, M. P., Gómez, D., & García, M. B. (2013). A novel method to handle the effect of uneven sampling effort in biodiversity databases. *PloS one*, 8(1), e52786.
- Paterson, A. W., and A. K. Whitfield. 2000. Do shallow-water habitats function as refugia for juvenile fishes? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 51:359–364.
- Pinheiro, H. T., Teixeira, J. B., Francini-Filho, R. B., Soares-Gomes, A., Ferreira, C. E. L., & Rocha, L. A. 2018. Hope and doubt for the world's marine ecosystems. *Perspectives in Ecology and Conservation*.
- Pinello, D., Gee, J., & Dimech, M. (2017). Handbook for fisheries socio-economic sample survey: Principles and practice. *FAO fisheries and aquaculture technical paper*, (613), I.
- Sanches, J. G. 1991. *Catalogo dos principais peixes marinhos da republica da GuinéBissau*. Publicações Avulsas do Instituto Nacional de Investigação das Pescas 16. Lisboa, Portugal. 375 p.

- Sanvicente-Añorve, L., Salgado-Ugarte, I.H. and Castillo-Rivera, M., 2003. The use of kernel density estimators to analyze length-frequency distributions of fish larvae. In *The big fish bang. Proceedings of the 26th annual larval fish conference* (pp. 419-430). Bergen: Institute of Marine Research.
- Stamatopoulos, C. (2002). *Sample-based fishery surveys. A technical handbook*. FAO.
- Tribot, A. S., N. Mouquet, S. Villéger, M. Raymond, F. Hoff, P. Boissery, F. Holon, and J. Deter. 2016. Taxonomic and functional diversity increase the aesthetic value of coralligenous reefs. *Scientific Reports* 6:1–12.
- Tsukamoto, K., J. Aoyama, and M. J. Miller. 2009. Present status of the Japanese eel: resources and recent research. *Eels at the edge: Science, status, and conservation concerns. American Fisheries Society Symposium* 58:21–35.
- Wen, C. K. C., Pratchett, M. S., Almany, G. R., & Jones, G. P. (2013). Patterns of recruitment and microhabitat associations for three predatory coral reef fishes on the southern Great Barrier Reef, Australia. *Coral Reefs*, 32(2), 389–398. <https://doi.org/10.1007/s00338-012-0985-x>
- Wen, C. K., Chen, L. S., & Shao, K. T. (2018). Regional and Seasonal Differences in Species Composition and Trophic Groups for Tidepool Fishes of a Western Pacific Island-Taiwan. *Indonesian Journal of Marine Sciences/Ilmu Kelautan*, 23(1).
- 陳義雄、邵廣昭、李明安、陳天任 (2011) 北方三島海域生物多樣性與資源特性調查計畫。海洋國家公園管理處。
- 陳義雄。2001。90 年金門國家公園魚類相調查。國立海洋生物博物館。

2.7 附錄：雙髻鯊鑑別方式

Species and Heads

There are nine identified species of hammerhead sharks, ranging in length from 3 ft (0.9 m) to over 20 ft (6 m) long.



Great hammerhead



Scallop hammerhead



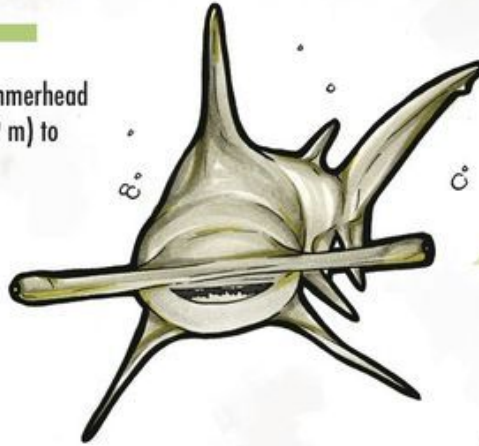
Smooth Hammerhead



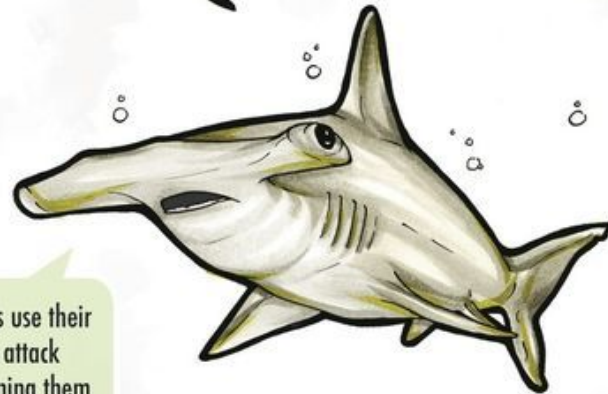
Bonnet Hammerhead



Winghead Hammerhead



The shapes of their heads allow for improved ability to find prey and also act as an aid for balance.



Hammerheads use their wide heads to attack stingrays, pinning them to the sea floor.



A QUICK GUIDE TO IDENTIFYING HAMMERHEAD SHARKS

SCALLOPED HAMMERHEAD SHARK (*Sphyrna lewini*)

STATUS IN NSW: **ENDANGERED**

Deep side indentations

Central indentation



Head curved forward



**NO CATCH
PERMITTED
IN NSW**

Grows to
3.5m



Scalloped Hammerhead Shark.
Photo by Frederic Buyle

GREAT HAMMERHEAD SHARK (*Sphyrna mokarran*)

STATUS IN NSW: **VULNERABLE**

Shallow side indentations

Central indentation



Head is rectangular in shape



**NO CATCH
PERMITTED
IN NSW**

Grows to
6m



Great Hammerhead Shark.
Photo by Frederic Buyle

SMOOTH HAMMERHEAD SHARK (*Sphyrna zygaena*)

STATUS IN NSW: **NOT THREATENED OR PROTECTED**

Deep side indentations

No central indentation



Head curved forward



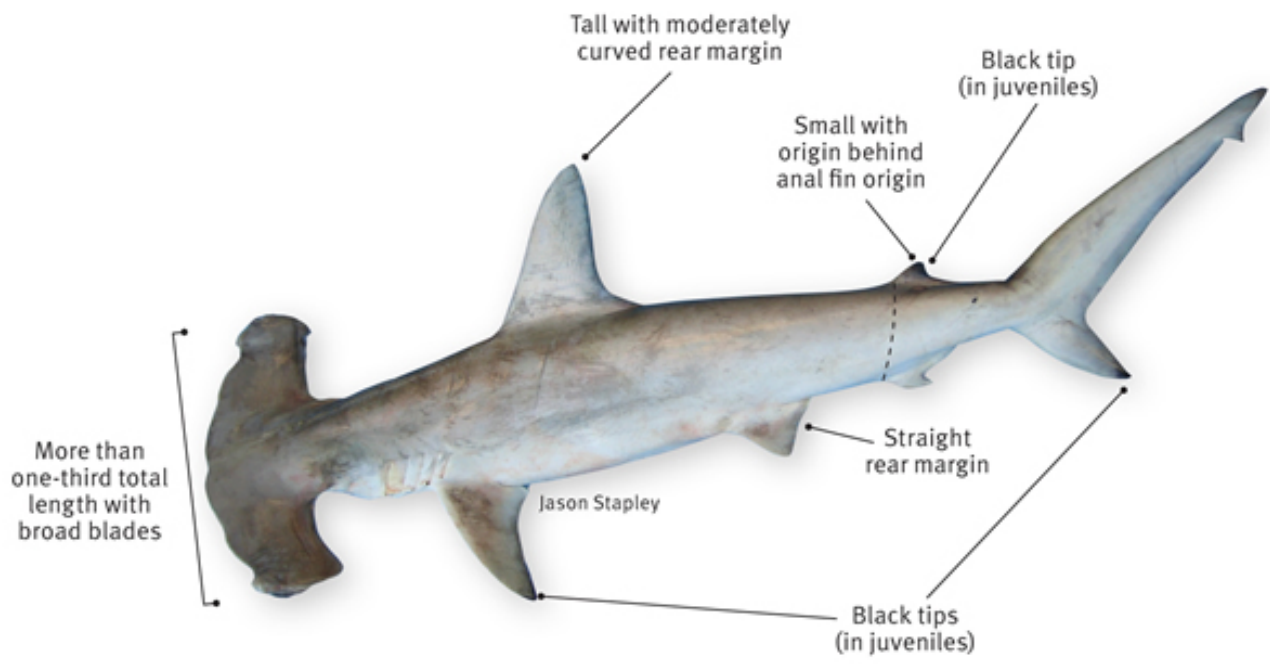
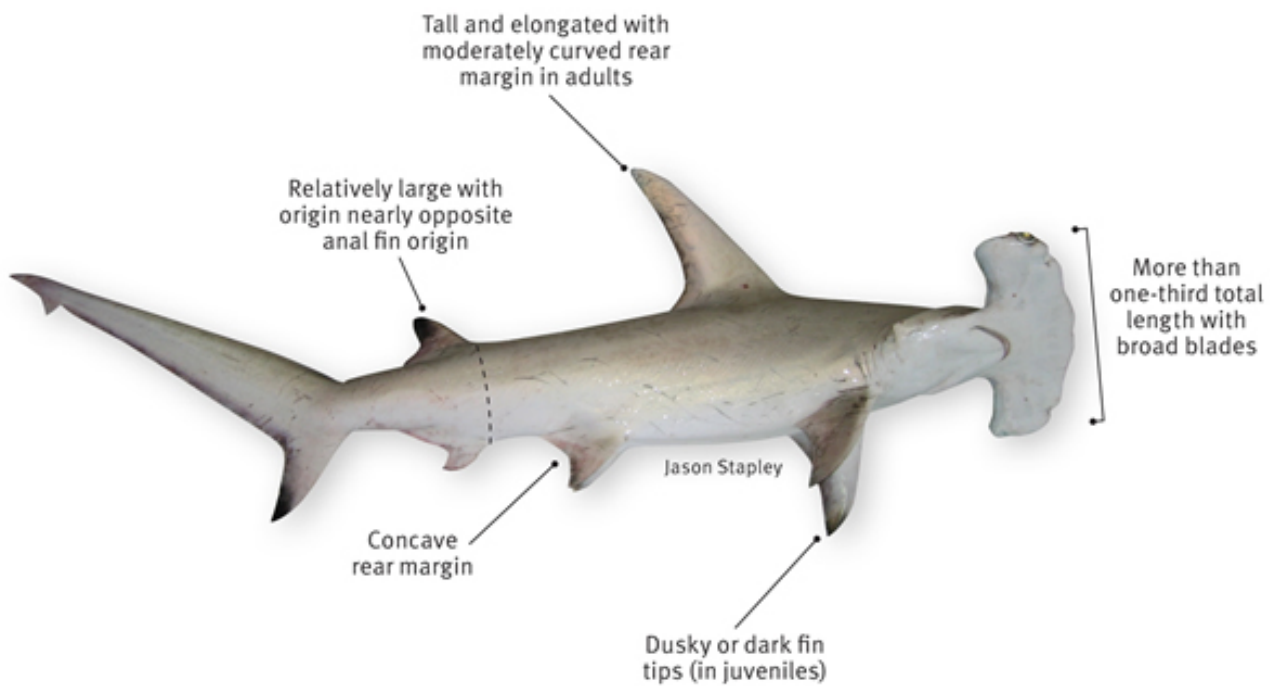
**CATCH
PERMITTED
IN NSW**

Grows to
3.5m



Smooth Hammerhead Shark.
Photo by Oceanwidemages.com

Hammerhead Shark head photos by Alexander Wray-Barnes; Paul Butcher NSW DPI; Alastair Harry, Fishing & Fisheries Research Centre, James Cook University; and CSIRO Australian National Fish Collection



From Queensland Government

三、觀音新屋沿海社區生態環境與生活產業與蟹類多樣性的關係

摘要

蟹類是桃園觀音及新屋地區海岸與河川生態系中的重要組成份子，因此成為當地農、漁村社會的利用對象。桃園海岸地區特殊的藻礁生態體系，提供了一個多孔隙的棲息環境，適宜多種蟹類的大量棲息，更提供當地農、漁村社會多元利用的選擇。本研究藉由農、漁村的訪問調查及螃蟹種類多樣性與族群數量的現況調查，除了可以了解當地農、漁村在過去及現在對蟹類資源的利用情況，更可提供當地對蟹類資源未來永續利用的適當建議。本研究已於 2018 年 3 月至 2018 年 12 月在桃園海岸的白玉、大潭 G1、大潭 G2、保生、永興及永安，完成螃蟹種類調查、螃蟹族群調查及洄游蟹類調查。在礁體上的螃蟹物種，可以發現大潭 G1 及 G2 區域的種類最為豐富，分別為 13 種及 17 種。自白玉至永安的每一區域包含了許多種棲地，如礁體、沙灘、泥灘、卵石等，造就物種多樣性，短短 9 個月的調查時間，共計發現 14 科 52 種螃蟹；物種豐富度最高在永興，其次是大潭 G2 區，分別發現 36 種及 34 種。桃園藻礁海岸螃蟹多樣性僅次於台江國家公園。地表螃蟹數量最多的是兇猛酋婦蟹，在 G2 區估計面積 23.48 公頃內有 16.4 萬隻背甲寬大於 1 公分的個體；礁體內數量最多的是小型小相手蟹，估計體積 352 萬立方公尺（23.48 公頃 x 0.15 公尺深）內有 2137.3 萬隻。在工作項目外的調查發現大潭 G1 及 G2 區域的裸胸鯔種類及數量豐富，一晚放置 9 個蝦籠最高紀錄可以捕捉到 7 隻裸胸鯔，估計 33.67 公頃至少有 1,725 隻體長超過 50 公分的個體。從訪查的結果歸納出，藻礁對於當地居民有四個面向的價值包含經濟、食用、娛樂及教育等四方面。由這些結果顯示大潭 G1 及 G2 生態狀況最好，藻礁對於當地居民的生活息息相關。由本研究的蟹類及裸胸鯔調查顯示，大潭藻礁的生態完整度與豐富度均優於觀新藻礁生態系野生動物保護區。目前大潭藻礁區域面臨大型開發案的壓力，建議政府能謹慎評估，保留目前生態良好的大潭 G1 及 G2 藻礁區域。

3.1 計畫序言

傳統的農業社會中，居民會多元利用周遭的生物資源來滿足生活所需，因此與其生存的自然環境形成密不可分的緊密關係。南桃園觀音、新屋地區類型多樣的海岸環境與河川中棲息著種類與數量繁多的蟹類，自然也成為當地農、漁村廣泛利用的自然資源。當地有大堀溪、觀音溪、新屋溪及小飯壠溪等溪流，提供包括日本絨螯蟹 (*Eriocheir japonica*)、字紋弓蟹 (*Varuna litterata*) 等洄游型蟹類 (俗稱毛蟹) 的棲息。海岸地區則包括沙岸、礁岩、河口及紅樹林等多樣類型的海岸棲地；提供了各種不同類型的蟹類棲息。在觀音與新屋各種不同類型的海岸環境中，最獨特的藻礁生態系是殼狀珊瑚藻經歷七千年的生長、堆疊才形成 (王士偉, 2010)，更是桃園海岸地區面積最大的潮間帶生態體系。相較於其它類型的岩礁生態體系，藻礁的質地較軟，孔隙較多，更適合多種海洋生物的棲息，包括種類繁多、數量龐大的蟹類。雖知如此，藻礁生態系還有許多謎團等待解答 (李坤璋和林惠真, 2017)，像是有多少蟹類棲息於此以及蟹類分布範圍和密度等。

螃蟹是熱帶及亞熱帶地區海岸潮間帶及溪流生態系中的重要物種，在其所棲息的生態系中扮演多樣且重要的生態角色。除了在自然生態體系中扮演捕食者與被捕食者外，大型蟹類同時也是人類所捕捉食用的重要物種。海岸潮間帶蟹類種類會隨著基質的類型及潮位的高低而變化造成物種分佈的明顯差異。溪流中也棲息多種不同的淡水蟹類，依繁殖特性可分為兩大類，一類為陸封型；另一類屬降海洄游型。陸封型的蟹類採用直接發育的方式進行繁殖，卵直接發育孵化出小螃蟹，可在內陸的淡水環境中完成繁殖。降海洄游型的螃蟹，繁殖時需要自其棲息的河川環境中降海洄游至大海，在海洋中進行交配及產卵，母蟹在海洋中進行抱卵，受精卵完成胚胎發育後孵化出蚤狀幼體，在海中行浮游生活，經過多次脫殼變態後成為大眼幼體，大眼幼體再溯溪回到河川中 (何平合, 2002)。台灣西部河川目前發現至少有兩種降海洄游型的蟹類，分別是日本絨螯蟹及字紋弓蟹 (曾晴賢, 2002)。日本絨螯蟹約在每年的 9-12 月降海繁殖，蚤狀幼體經過 16 天左右會變成大眼幼體再溯溪而上。桃園海岸目前仍看得到這些洄游型蟹類集體溯溪的情形。

本計畫進行觀音及新屋地區農、漁村對蟹類的利用情形研究，除了進行訪問調查，瞭解該地區對蟹類的利用情況外，更對當地海岸地區及河川中的螃蟹進行種類多樣性與族群數量的現況調查。蟹類的調查涵蓋定性及定量調查兩大部分。定性的調查是進行海岸地區及河川的蟹類種類普查，以瞭解該區域所棲息的蟹類種類、微棲地與族群豐富度，進而做為蟹類定量調查的選定依據。蟹類的定量調查，則區分成地表螃蟹相及地下螃蟹相調查。

綜觀來說，在螃蟹方面南桃園海岸有兩個特色，藻礁生態系蟹類相及降海洄游的蟹類，這兩種特色對於環境教育是很生動的題材。我們可以透過藻礁蟹類相的介紹讓民眾了解藻礁孔隙對於底棲生物的重要性。也能透過降海洄游的螃蟹，告訴大家河川的健康程度。藉由本計畫的調查，除了可以瞭解當地對蟹類的利用情形外，還可以瞭解南桃園海岸的螃蟹相及洄游型蟹類降海的時間，同時提供相關的蟹類生態知識，供社區居民做為未來發展生態旅遊，增加農漁村收入的重要資源。

本計劃以 1 年的時間進行：

- (1) 桃園白玉至永安南段藻礁螃蟹族群調查

- (2) 桃園白玉至永安南段藻礁螃蟹種類調查
- (3) 洄游性蟹類降海時間調查

3.2 調查方法

透過子計畫一在觀音及新屋農、漁民的訪問調查，瞭解當地居民過去及現在對蟹類的利用情況。蟹類的調查項目則分為三大項。首先為了解計畫範圍內的螃蟹種類及其數量，調查單位面積下的螃蟹種類及數量。接著為確定計畫範圍內的螃蟹種類，我們會在區域範圍內四處行走，蒐集不同種類螃蟹，並製作成樣本，做為種類鑑定的依據。另本團隊觀察到有毛蟹聚集的現象，本計畫調查毛蟹聚集的時間點，做為未來研究或環境教育的基礎資料。

3.2.1 螃蟹種類調查（定性調查）

1. 調查範圍

由於海岸地區蟹類的分佈主要受到基質的類型及潮位的高低兩大環境因子的影響，因此調查範圍涵蓋大潭藻礁（G2 區）及觀新藻礁（北、中、南三區）地區不同潮位的所有類型棲地。調查的棲地類型除了岩礁礁體部分，還包括泥質灘地、沙灘、河口、紅樹林、海岸灌叢及海岸林，潮位部分則包括從低潮帶至高潮帶及潮上帶，調查範圍涵蓋所有海岸蟹類棲息的地區。

2. 採集方法及標本製作

蟹類的捕捉方法依蟹類的棲息環境及活動特性而定，包括徒手採集、挖掘捕捉及陷阱捕捉等三種方式。會遠離洞穴外出活動的蟹類以徒手採集方式進行捕捉，針對躲藏在洞穴或岩礁孔隙內的種類則以挖掘方式進行採捕，對在漲潮期間外出活動的蟹類則以設置陷阱的方式進行捕捉。所有採集到的蟹類，依種類的體型大小，每一種選定 2 至 10 隻個體，以 70% 的乙醇製成浸液標本，做為種類鑑定的依據及證據標本。

3. 調查時間

由於調查的範圍廣闊，因此目前預定以每月 5 天，總計 60 天次的野外調查來完成蟹類的種類多樣性調查。調查的時間以乾潮時段為主，包括日間及夜間。

3.2.2 螃蟹族群調查（定量調查）

1. 調查範圍

本計畫由北至南選取六處樣站，範圍包含白玉、大潭藻礁（G1 區）、大潭藻礁（G2 區）及觀新藻礁（涵蓋永興與永安的保生、永興、永安）（圖 3-1）。在每個樣站的中潮位及高潮位地區各選取一處樣點進行地表螃蟹相及礁體內螃蟹相的調查（表 3-1）。

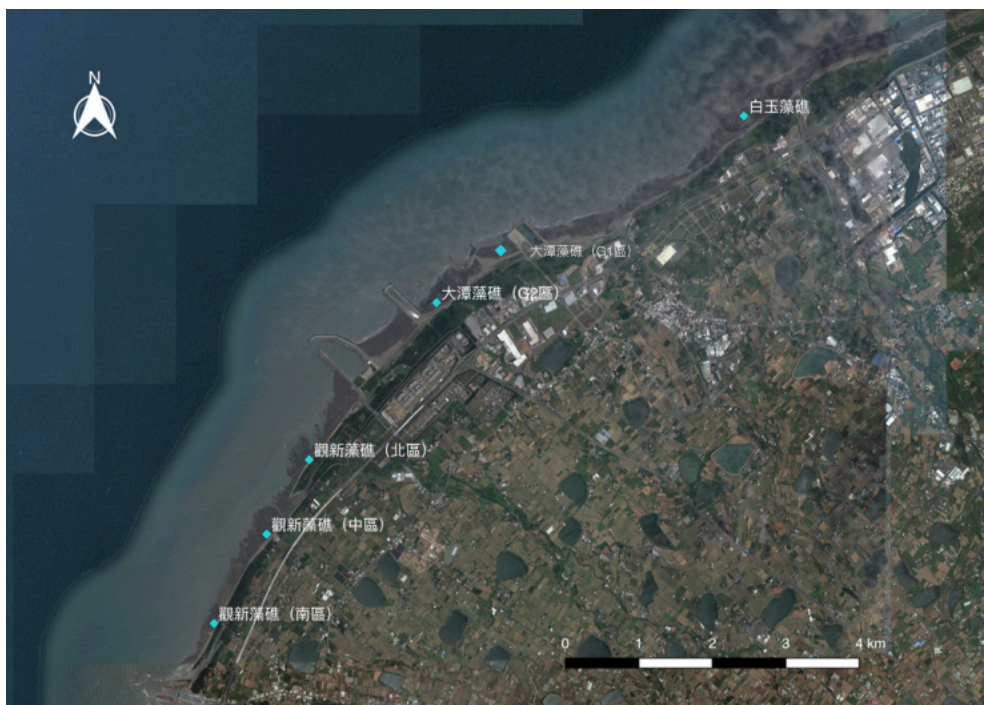






圖 3-1. 調查位置圖

表 3-1. 調查位置座標

樣站名稱	照片	座標位置		
		潮位	經度	緯度
白玉		中潮位	121.088716	25.060782
		高潮位	121.088895	25.059999
大潭 G1		中潮位	121.055825	25.044610
		高潮位	121.056545	25.044039

大潭 G2		中潮位	121.048782	25.038599
		高潮位	121.050927	25.037818
保生		中潮位	121.031459	25.018485
		高潮位	121.032178	25.017972
永興		中潮位	121.024482	25.010872
		高潮位	121.026403	25.008361
永安		中潮位	121.018531	24.998454
		高潮位	121.019519	24.997894

2. 調查方式

地表螃蟹相：利用 1 平方公尺的樣框，以目視方式於樣區外 2 公尺處等待 10 分鐘後，進行框內螃蟹（背甲寬大於 1 公分）計數。每樣點進行次 3 重複。

礁體內（地下）螃蟹相：每處樣點採取 2 個半徑 5.5 公分深度 10 公分的礁體，將礁體分解後，取出螃蟹進行種類及數量計數。

本報告所列之單位面積或體積之數量估算以平均值±標準差（SD）呈現。

3. 調查時間

每季調查兩次，一次為日間調查，一次為夜間調查，共計調查春夏秋三季。

3.2.3 洄游性蟹類降海時間調查

1. 調查範圍

本計畫選取流入南桃園的四條溪流包含大堀溪、觀音溪、新屋溪及小飯壠溪進行調查。

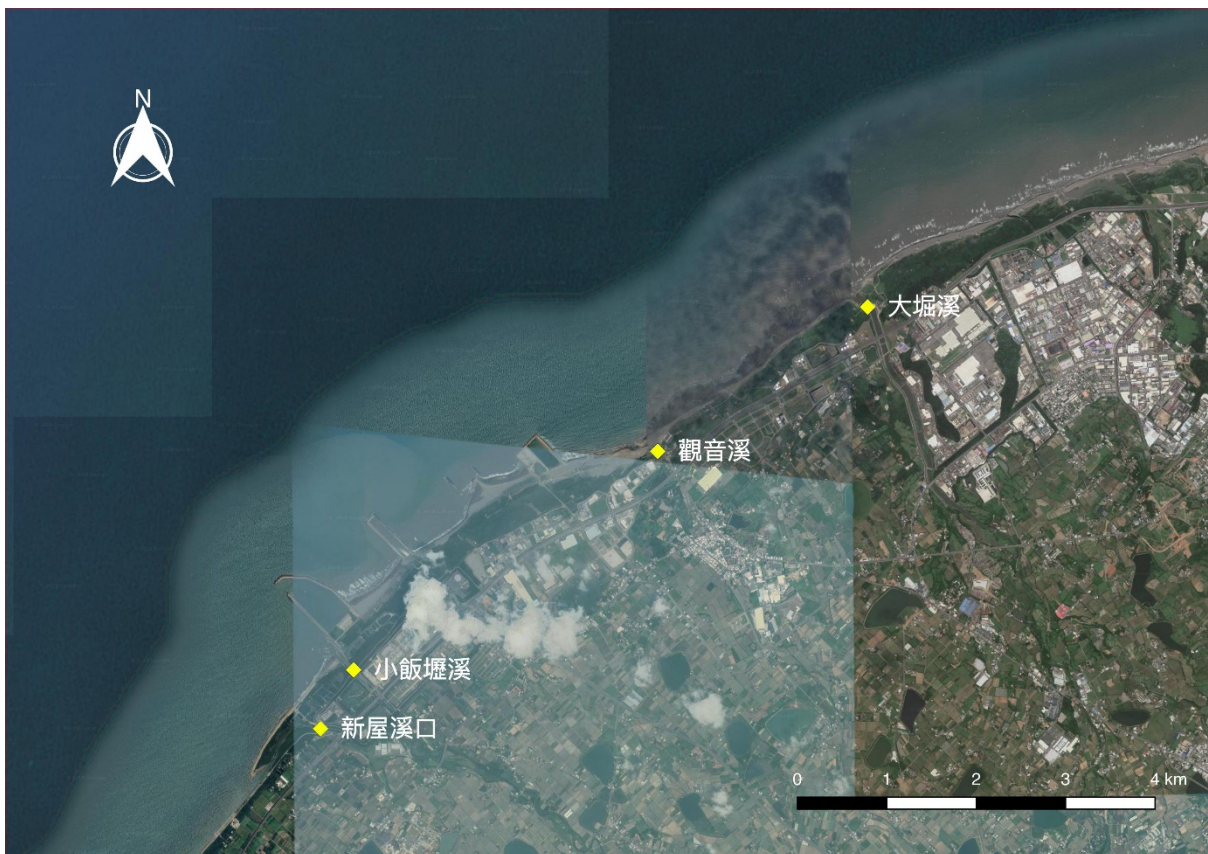






圖 3-2. 洄游性蟹類調查位置圖

表 3-2. 洄游性蟹類調查位置描述

溪口名稱	溪口照片	溪口描述
大堀溪		<p>河道寬度相較寬於其他三條河流。溪口經河川整治，溪口兩側及底部皆為水泥結構。退潮時底部水泥結構會露出。出海口有南北縱向的沙洲，沙洲北側連結溪口北岸陸地，此種沙洲稱之為沙咀。水自溪口流出後遇此沙咀後轉向南出海。經常會有居民於此釣魚、捕捉生物。</p>
觀音溪		<p>河道寬度相較窄於其他三條河流。溪口經整治，兩側為水泥堤岸。出海口也有沙咀，出海情況與大堀溪相似。秋冬風浪較大的季節，有遊客會於此進行風帆等海上活動。</p>
小飯壠溪		<p>溪口經整治，兩側為水泥堤岸。出海口有沙咀，出海情況與大堀溪相似。此溪流水量較少，有時會有沒口情況出現。</p>
新屋溪		<p>溪口未經整治，兩側有紅樹林及其他植物生長，孕育了許多底棲動物。出海口沙咀最大，河道寬度及水量也是四條溪中最大。</p>

2. 調查方式

到河川出海口附近觀察是否有洄游性蟹類聚集的現象。若有發現以目視方式進行單位面積下螃蟹（背甲寬大於 1 公分）計數及種類辨識至少進行 15 分鐘。

3. 調查時間

回顧過去文獻發現，洄游性蟹類降海的時間可能在 9-12 月，再加上本團隊在 2018 年 1 月份曾觀察到大量稚蟹聚集的情況。故選擇 9 月份至隔年 1 月份，在這期間內的滿月的前後兩天進行調查。

3.3 研究成果（2018.03-12）

3.3.1 桃園海岸地區螃蟹相

桃園觀音及新屋的 6 處海岸地區目前調查的蟹類（Brachyura）總計有 14 科 52 種（表 3-3），其中白玉海岸 9 科 26 種、大潭 G1 海岸 12 科 25 種、大潭 G2 海岸 12 科 34 種、觀新藻礁保護區的北區 12 科 32 種；中區 11 科 36 種；南區則 10 科 23 種（表 3-4）。52 種蟹類中以弓蟹科（Varunidae）的種類最多（10 種）；梭子蟹科（Portunidae）的種類次之（9 種），沙蟹科（Ocypodidae）的種類第三（8 種），相手蟹科（Sesamidae）6 種，其餘的 10 科的種類都在 5 種以下。

桃園觀音及新屋海岸地區的蟹類種類繁多，是因為具有各種不同類型的螃蟹棲地。調查範圍內主要的蟹類棲地類型包括海岸林、海岸沙丘、藻礁潮間帶、人造岩礁、砂質潮間帶、泥質潮間帶、紅樹林及溪流等環境，由於蟹類棲地類型繁多，各類型棲地棲息的螃蟹種類不同，使得蟹類的種類相對較多。其中觀新藻礁的中區範圍，因為涵蓋新屋溪河口，除了其它海岸地區的藻礁岩礁、沙灘、海岸林棲地外，還有泥灘地及紅樹林棲地，蟹類種類多樣性最高，達 11 科 36 種。桃園特殊的藻礁海岸以大潭 G2 的藻礁潮間帶狀態維持最佳，是調查的 6 處海岸藻礁中蟹類種類及數量最豐富之處，共計蟹類 12 科 34 種。以下將針對螃蟹分布熱點及不同棲地中螃蟹習性介紹。

1. 螃蟹分布熱點

根據本計畫的調查發現在調查區域內，螃蟹分布的熱點主要在「新屋溪河口地區」及「大潭 G2 的藻礁區域」。

「新屋溪河口地區」因為棲地類型複雜，因此棲息的蟹類種類最多，總計在此河口區域有蟹類 27 種，其中以短趾和尚蟹（*Mictyris brevidactylus*）、乳白南方招潮（*Austruca lactea*）、萬歲大眼蟹（*Macrophthalmus banzai*）及似方假厚蟹（*Pseudohelice subquadrata*）等 4 種蟹類最為優勢。乳白南方招潮部分族群棲息在覆蓋藻礁礁體的淺泥層棲地上，微棲地類型与其它同種個體棲息地十分不同。似方假厚蟹在牛欄河溪的水筆仔紅樹林下形成高密度族群，將紅樹林的落葉完全掃空。秀麗長方蟹（*Metaplax elegans*）、淡水泥蟹（*Ilyoplax tansuiensis*）及角眼拜佛蟹（*Tmethypocoelis ceratophora*）也僅在此區出現。另外較特殊的發現是猴面蟹科的中華巴魯蟹（*Baruna sinensis*）大量棲息在新屋溪河床的的裸露藻礁基質孔隙中。此外，亦發

現三角南方招潮 (*Austruca triangularis*) 及粗腿擬瘦招潮 (*Paraleptuca crassipes*) 這兩種招潮蟹，雖然這兩種招潮蟹目前都只有 1 隻個體紀錄，但出現在北台灣的新屋溪口，可能反映出全球暖化後熱帶物種往北遷徙的生態意義。

「大潭 G2 的藻礁區域」是蟹類調查樣區中的另一個蟹類熱點，整個大潭 G2 海岸地區的蟹類有 12 科 34 種，其中有 17 種是在藻礁基質棲地。藻礁基質棲地的優勢蟹類為兇猛酋婦蟹 (*Eriphia ferox*)、少刺短槳蟹 (*Thalamita danae*) 與環紋蟬 (*Charybdis annulata*)，其中又以兇猛酋婦蟹為最常見且最強勢的物種，遍佈整個藻礁棲地，兩種優勢種梭子蟹類則主要棲息在潮池環境中，其中環紋蟬分布在潮位較低處的潮池；少刺短槳蟹則棲息在潮位較高處的藻礁潮池中，二者棲地有重疊共棲的情況。大潭 G2 藻礁最特殊的發現是光手酋婦蟹 (*Eriphia sebana*)，形成兩種酋婦蟹共同棲息在同一塊棲地的情況。不過，光手酋婦蟹出現頻率極低，九個月的調查工作中，僅發現 2 次。

2. 螃蟹棲地與生態習性

計畫範圍內共計有藻礁、人造礁岩、沙灘、泥灘、海岸林及淡水環境等 6 種不同螃蟹棲地。藻礁棲地的常見蟹類除兇猛酋婦蟹、少刺短槳蟹與環紋蟬外，其它常見蟹類還包括東方開口蟹 (*Chaenostoma orientale*)、小型小相手蟹 (*Nanosesarma minutum*)、鈍齒短槳蟹 (*Thalamita crenata*) 與土夸大額蟹 (*Metapograpsus thukuhar*)。除了上述種類外，梭子蟹科與扇蟹科 (*Xanthidae*) 蟹類是藻礁基質範圍的最主要棲息類群。

人造岩礁在桃園海岸包括水泥消波塊、海堤及人為拋石。人造岩礁高潮帶附近最常見的蟹類為白紋方蟹 (*Grapsus albolineatus*)，普遍分布在白玉海岸以外的 5 處調查樣區。桃園地區的白紋方蟹與台灣本島其它地區的白紋方蟹一樣，被根頭藤壺扁多囊蟹奴 (*Polyascus plana*) 高比率的寄生。人為堆置在高潮帶位置附近的石塊也創造出皺紋團扇蟹 (*Ozium rugulosus*)、平額石扇蟹 (*Epixanthus frontalis*) 的棲地，讓這兩種蟹類在桃園地區被發現。

沙灘環境數量最優勢的蟹種為短指和尚蟹 (*Mictyris brevidactylus*) 及雙扇股窗蟹 (*Scopimera bitympana*)，棲息在沙質潮間帶的中段位置，此兩種蟹類在 4 至 6 月間可以見到大量的幼蟹著床。高潮線附近棲息的則是沙蟹 (*Ocypode* spp.)，包括斯氏沙蟹 (*Ocypode stimpsoni*)、角眼沙蟹 (*Ocypode ceratophthalma*) 及中華沙蟹 (*Ocypode sinensis*)。三種沙蟹中，角眼沙蟹及中華沙蟹廣泛分布在台灣本島及各離島的海岸，斯氏沙蟹則只見於台灣西海岸地區沙灘。中華沙蟹棲息的潮位最高，從高潮線上方至海岸沙丘都有分布，大潭 G2 地區由於海岸沙丘發達，因此族群數量最高。勝利黎明蟹 (*Matuta victor*) 棲息在砂質基質的低潮帶附近及亞潮帶，在台灣西海岸其它地區的數量都頗為豐富，但在桃園地區過去的紀錄數量很少。

在泥質潮間帶棲息的種類以招潮蟹、泥蟹 (*Ilyoplax*)、厚蟹及大眼蟹為主。觀音及新屋海岸地區的泥質灘地面積不大，大多位處幾條小溪流出海口的河口區域，因此泥質灘地的蟹類種類雖然不少，但整體族群數量都不高，新屋溪河口因為面積最大，因此發現最多的種類。

海岸林下目前的陸蟹紀錄為紅螯螳臂蟹 (*Chiromantes haematocheir*) 及兇狠圓軸蟹 (*Cardisoma carnifex*)。紅螯螳臂蟹的分布範圍較廣且族群數量較大，在 6 處海岸地區都有紀錄。在滿月與新月期間均可見到紅螯螳臂蟹的抱卵母蟹降海釋幼，調查期間總計有 5 天次在

其降海釋幼期間前往各樣區海岸巡邏調查降海釋幼母蟹數量，結果在大潭 G1 及 G2 未有降海釋幼母蟹紀錄，在觀新藻礁的北、中、南三區則是見到零星降海釋幼的抱卵母蟹，僅於 8 月 12 日(農曆七月初二)於白玉海岸的大堀溪出海口左岸之小支流河岸處見到超過百隻的紅螯螳臂蟹抱卵母蟹降海釋幼。白玉地區紅螯螳臂蟹降海遷徙的路徑選擇十分特殊，由於會遭遇到聚集叢生且不易穿越的林投灌叢，紅螯螳臂蟹的抱卵母蟹會以攀爬植物的方式進行降海釋幼，抱卵母蟹攀爬植物的高度最高超過 2 公尺。此外，紅螯螳臂蟹抱卵母蟹的降海釋幼遷徙在觀新藻礁的中區與南區範圍會受到海岸堤防的阻礙，也在此路段遭受車輛路殺。地蟹科 (Gecarcinidae) 之大型陸蟹：兇狠圓軸蟹目前僅在觀新藻礁的北區及中區有紀錄，族群數量稀少。北區是在新屋溪河口右岸的海岸林下發現其棲息洞穴，中區則是在 5 天次的降海釋幼調查見到 1 隻抱卵母蟹。

淡水環境中有日本絨螯蟹 (*Eriocheir japonica*)、字紋弓蟹 (*Varuna litterata*) 及漢氏螳臂蟹 (*Chiromantes dehaani*) 的紀錄。目前屬高經濟價值的洄游性淡水蟹類-日本絨螯蟹在白玉、大潭 G2 及觀新藻礁中區皆有紀錄，其中以大潭 G2「電廠一路」公路旁的水泥水溝中數量最多；白玉海岸有發現頭胸甲寬小於 1 公分的日本絨螯蟹稚蟹，也有在海邊進行繁殖的母蟹。字紋弓蟹目前也是在大潭 G2「電廠一路」公路旁的水泥水溝中發現。漢氏螳臂蟹出現在白玉、大潭 G2 及觀新藻礁的中區與南區的小水溝中，數量還算豐富。漢氏螳臂蟹雖然棲息在溝渠淡水環境，但抱卵母蟹卻透過陸路進行降海遷徙，因此抱卵母蟹的降海釋幼遷徙在觀新藻礁的中區範圍會受到海岸堤防的阻礙，也同樣在此路段遭受車輛路殺。

表 3-3. 桃園新屋及觀音地區海岸蟹類物種名錄

中文名稱	學名(Scientific name)
猴面蟹科 (Camptandriidae)	
中華巴魯蟹	<i>Baruna sinensis</i> Tan & Huang, 1995
酋婦蟹科 (Eriphiidae)	
兇猛酋婦蟹	<i>Eriphia ferox</i> Koh & Ng, 2008
光手酋婦蟹	<i>Eriphia sebana</i> (Shaw & Nodder, 1803)
毛帶蟹科 (Dotillidae)	
淡水泥蟹	<i>Ilyoplax tansuiensis</i> Sakai, 1939
雙扇股窗蟹	<i>Scopimera bitympana</i> Shen, 1930
中型股窗蟹	<i>Scopimera intermedia</i> Balss, 1934
角眼拜佛蟹	<i>Tmethypocoelis ceratophora</i> (Koelbel, 1897)
地蟹科(Gecarcinidae)	
兇狠圓軸蟹	<i>Cardisoma carnifex</i> (Herbst, 1794)
方蟹科(Grapsidae)	
白紋方蟹	<i>Grapsus albolineatus</i> Lamarck, 1818
土夸大額蟹	<i>Metapograpsus thukuhar</i> De Man, 1895

大眼蟹科 (Macrophthalmidae)	
東方開口蟹	<i>Chaenostoma orientale</i> Stimpson, 1858
萬歲大眼蟹	<i>Macrophthalmus banzai</i> Wada & Sakai, 1989
黎明蟹科 (Matutidae)	
勝利黎明蟹	<i>Matuta victor</i> (Fabricius, 1781)
和尚蟹科 (Mictyridae)	
短指和尚蟹	<i>Mictyris brevidactylus</i> Stimpson, 1858
沙蟹科(Ocypodidae)	
乳白南方招潮(清白招潮)	<i>Austruca lactea</i> (De Haan, 1835)
三角南方招潮(三角招潮)	<i>Austruca triangularis</i> (A. Milne Edwards, 1873)
北方丑招潮(北方呼喚招潮)	<i>Gelasimus borealis</i> (Crane, 1975)
角眼沙蟹	<i>Ocypode ceratophthalma</i> Pallas, 1772
斯氏沙蟹	<i>Ocypode stimpsoni</i> Ortmann, 1897
中華沙蟹	<i>Ocypode sinensis</i> Dai, Song & Yang, 1985
粗腿擬瘦招潮(粗腿招潮)	<i>Paraleptuca crassipes</i> (White, 1847)
弧邊管招潮(弧邊招潮)	<i>Tubuca arcuata</i> (De Haan, 1835)
團扇蟹科 (Oziidae)	
平額石扇蟹	<i>Epixanthus frontalis</i> (H. Milne Edwards, 1834)
皺紋團扇蟹	<i>Ozius rugulosus</i> Stimpson, 1858
梭子蟹科 (Portunidae)	
細足鈍額蟹	<i>Carupa tenuipes</i> (Dana, 1851)
環紋蟬	<i>Charybdis annulata</i> (Fabricius, 1798)
銹斑蟬	<i>Charybdis feriatus</i> (Linnaeus, 1758)
東方蟬	<i>Charybdis orientalis</i> Dana, 1852
晶瑩蟬	<i>Charybdis lucifera</i> (Fabricius, 1798)
紅星梭子蟹	<i>Portunus sanguinolentus</i> (Herbst, 1783)
擬深穴青蟬	<i>Scylla paramamosain</i> Estampador, 1949
鈍齒短槳蟹	<i>Thalamita crenata</i> (Latreille, 1829)
少刺短槳蟹	<i>Thalamita danae</i> Stimpson, 1858
相手蟹科(Sesarmidae)	
漢氏螳臂蟹	<i>Chiromantes dehaani</i> (H. Milne Edwards, 1853)
紅螯螳臂蟹	<i>Chiromantes haematocheir</i> (De Haan, 1833)
小型小相手蟹	<i>Nanosesarma minutum</i> (De Man, 1887)
神妙擬相手蟹	<i>Parasesarma pictum</i> (De Haan, 1835)
三櫛擬相手蟹	<i>Parasesarma tripectinis</i> (Shen, 1840)
雙齒擬相手蟹	<i>Parasesarma bidens</i> (De Haan, 1835)

弓蟹科 (Varunidae)	
隆背張口蟹	<i>Chasmagnathus convexus</i> De Haan, 1835
日本絨螯蟹	<i>Eriocheir japonica</i> De Haan, 1835
平背蜆	<i>Gaetice depressus</i> (De Haan, 1833)
德氏仿厚蟹	<i>Helicana doerjesi</i> Sakai, Türkay & Yang, 2006
台灣厚蟹	<i>Helice formosensis</i> Rathbun, 1931
秀麗長方蟹	<i>Metaplax elegans</i> De Man, 1888
絨毛近方蟹	<i>Hemigrapsus penicillatus</i> (De Haan, 1835)
肉球近方蟹	<i>Hemigrapsus sanguineus</i> (De Haan, 1835)
似方假厚蟹	<i>Pseudohelice subquadrata</i> (Dana, 1851)
字紋弓蟹	<i>Varuna litterata</i> (Fabricius, 1798)
扇蟹科 (Xanthidae)	
正直愛潔蟹	<i>Atergatis integerrimus</i> (Lamarck, 1801)
黑點綠蟹	<i>Chlorodiella nigra</i> Forsskal, 1775
火紅皺蟹(溝痕皺蟹)	<i>Leptodius exaratus</i> (H. Milne Edwards, 1834)
總計	14 科 52 種

表 3-4. 桃園新屋及觀音海岸樣區螃蟹種類與調查數量表

螃蟹種類	調查樣區					
	觀新藻礁保護區			大潭		白玉
	南區 (永安)	中區 (永興)	北區 (保生)	G2	G1	
中華巴魯蟹		**	**			
兇猛酋婦蟹	***	***	***	***	***	***
光手酋婦蟹				*		
淡水泥蟹		***				
雙扇股窗蟹	**	***	***	***	***	***
中型股窗蟹		**	**		***	*
角眼拜佛蟹		***				
兇狠圓軸蟹		*	*			
白紋方蟹	**	***	***	***	***	
土夸大額蟹	*	***	**	***	**	*
東方開口蟹	**	**	**	***	**	*
萬歲大眼蟹		***	**			
勝利黎明蟹				*	*	
短指和尚蟹	**	***	***	***	***	***
乳白南方招潮		***	***			***
三角南方招潮		*				
北方丑招潮		**	**			
角眼沙蟹		**	**	**	*	*
斯氏沙蟹		**	**	***	***	*
中華沙蟹	*		*	***	**	**
粗腿擬瘦招潮			*			
弧邊管招潮	*	***	***			**
平額石扇蟹				*		
皺紋團扇蟹				**	*	
細足鈍額蟹	*			*		
環紋蟬	**	**	*	***	**	**
銹斑蟬	*			*		*
東方蟬				*	*	
晶瑩蟬	*			*	*	
紅星梭子蟹				*	*	
擬深穴青蟬				*		
鈍齒短槳蟹	**	*	*	**	**	*

少刺短槳蟹	***	***	***	***	***	***
漢氏螳臂蟹	**	**		**		**
紅螯螳臂蟹	**	**	**	**	**	***
小型小相手蟹	***	**	**	***	**	**
神妙擬相手蟹	**	***	**	**	**	**
三櫛擬相手蟹		**	**			
雙齒擬相手蟹		***	**			**
隆背張口蟹	*	**	*			*
日本絨螯蟹		*		**		*
平背蜆	**	**	**	*	*	*
德氏仿厚蟹		**				
台灣厚蟹	**	**	*	*	*	***
秀麗長方蟹		**	*			
絨毛近方蟹		**	*			
肉球近方蟹		*		*		*
似方假厚蟹	*	***	*			**
字紋弓蟹				**		
正直愛潔蟹				*	*	
黑點綠蟹				*		
火紅皺蟹	*			**	*	
種類數	23 種	36 種	31 種	34 種	25 種	26 種

註：*：1-10 隻，**：11-100 隻，***：100 隻以上；相對豐度是指多次調查後，在每一樣區調查到該種蟹類的數量。

3.3.2 螃蟹族群密度調查

為了瞭解計畫區域範圍內螃蟹的族群密度，本計畫利用目視進行定點計數法及採取固定表面積的礁體，進行定量調查。在地表活動且體型大於 1 公分的螃蟹使用定點計數法；在地表活動體型小於 1 公分及礁體內活動的螃蟹，以工具採取圓柱狀礁體，並取出螃蟹進行種類鑑定。調查時間起於自 2018 年 3 月，2018 年 11 月完成本計畫的調查(表 3-5)。本計畫調查地點由北而南包含白玉、大潭 G1、大潭 G2、保生、永興及永安。採樣時程包含了不同季節(春、夏、秋)、時間(日、夜)，以及不同潮位高度。共計花費日間 10 天及夜間 11 天的工作時間。地表螃蟹相於現地完成資料蒐集，共計調查 216 個樣區，每個樣區面積為 1 平方公尺，調查總面積為 216 平方公尺。礁體內螃蟹相(地下螃蟹相)共計調查 144 個樣區，每個樣區體積為 950 立方公分，調查總體積為 136,800 立方公分。

表 3-5. 調查時間(2018 年)

季節	時間	永安	永興	保生	大潭G2	大潭G1	白玉
春	日 (D)	4/1	4/21	4/21	3/31	5/16	3/30
	夜 (N)	5/4	5/4	4/21	5/5	5/5	4/20
夏	日 (D)	7/13	7/14	8/16	7/14	7/13	8/16
	夜 (N)	7/13	7/31	8/1	8/1	8/16	8/2
秋	日 (D)	11/8	11/8	10/25	10/25	10/24	10/24
	夜 (N)	11/9	11/9	10/26	10/25	10/25	10/25

1. 各樣點、各季節螃蟹相

經過三季調查，地表螃蟹共有 3 科 4 種，包含酋婦蟹科(Eriphiidae)兇猛酋婦蟹(*Eriphia ferox*)、方蟹科(Grapsidae)土夸大額蟹(*Metopograpsus thukuhar*)、梭子蟹科(Portunidae)鈍齒短槳蟹(*Thalamita crenata*)及少刺短槳蟹(*Thalamita danae*)。礁體內螃蟹共有 5 科 6 種，包含酋婦蟹科(Eriphiidae)兇猛酋婦蟹(*Eriphia ferox*)、方蟹科(Grapsidae)土夸大額蟹(*Metopograpsus thukuhar*)及平背蜞(*Gaetice depressus*)、相手蟹科(Sesarmidae)小型小相手蟹(*Nanosarma minutum*)、扇蟹科(Xanthidae)溝痕皺蟹(*Leptodius affinis*)及大眼蟹科(Macrophthalmidae)東方開口蟹(*Chaenostoma orientale*)。

(1)地表螃蟹

將每樣點同一季節的資料 ($N=12$; 2 日夜 x 2 潮位 x 3 重複) 平均後如表 3-6 所示, 發現春季物種數及個體數顯著比夏季及秋季少 (圖 3-3 ; 物種數 : Kruskal-Wallis test, Chi-square= 19.15, $df=2$, $p < 0.01$; 個體數 : Kruskal-Wallis test, Chi-square= 17.15, $df=2$, $p < 0.01$), 白玉及大潭 G1 區皆無螃蟹紀錄。夏季及秋季的個體數較相近 (Dunn's post hoc test, $df=1$, $p = 0.56$), 夏季大潭 G2 區的螃蟹種類及個體數最多 (圖 3-4)。

表 3-6. 地表螃蟹調查結果 (隻±SD/平方公尺 ; $N=12$)

樣點名稱	物種名稱	春季	夏季	秋季	總計
白玉	兇猛酋婦蟹		0.5±1	0.58±1.08	0.36±0.87
	少刺短槳蟹		0.25±0.45	0.75±1.06	0.33±0.72
大潭 G1	兇猛酋婦蟹		0.33±0.49	0.27±0.47	0.2±0.41
	鈍齒短槳蟹			0.08±0.28	0.03±0.16
	少刺短槳蟹		0.17±0.39	0.33±0.49	0.17±0.38
大潭 G2	土夸大額蟹	0.08±0.29	0.08±0.29		0.06±0.23
	兇猛酋婦蟹	0.67±0.78	1.25±1.14	0.75±0.75	0.89±0.92
	鈍齒短槳蟹	0.5±1	0.08±0.29		0.19±0.62
	少刺短槳蟹		0.83±1.75	1.33±0.98	0.72±1.26
保生	土夸大額蟹			0.08±0.29	0.03±0.17
	兇猛酋婦蟹	1.17±1.4	1±1.21	1±1.04	1.06±1.19
	鈍齒短槳蟹	0.17±0.39			0.06±0.23
	少刺短槳蟹		0.42±0.67	0.5±0.52	0.31±0.52
永興	土夸大額蟹			0.08±0.29	0.03±0.17
	兇猛酋婦蟹	0.75±1.14	1.08±1.31	1.08±1.83	0.97±1.42
	鈍齒短槳蟹		0.33±0.89		0.11±0.52
	少刺短槳蟹		0.17±0.39		0.06±0.23
永安	兇猛酋婦蟹	0.42±0.67	0.58±1	1.08±1.51	0.69±1.12
	鈍齒短槳蟹		0.67±0.98		0.22±0.64
	少刺短槳蟹			0.33±0.78	0.11±0.46
總計		0.16±0.55	0.32±0.79	0.34±0.8	0.27±0.73

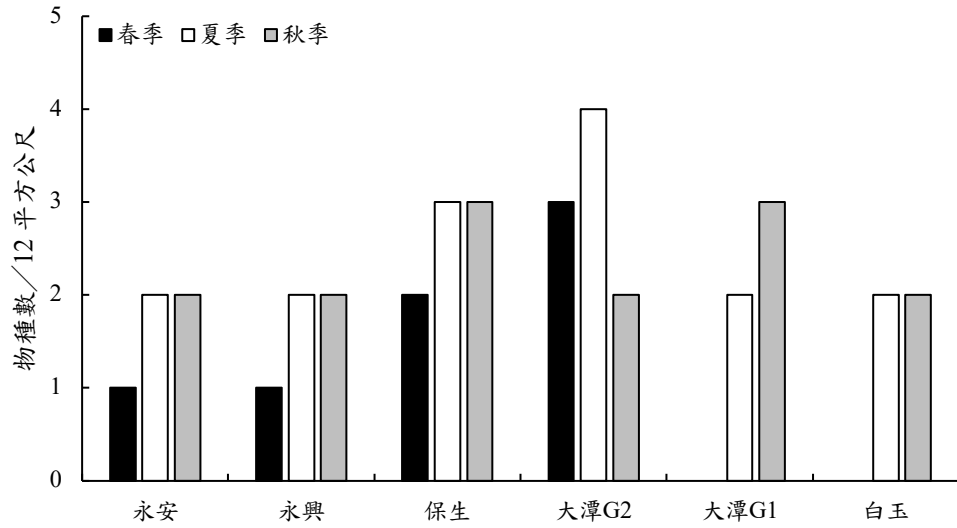


圖 3-3. 地表螃蟹各樣點季節間物種數變化圖

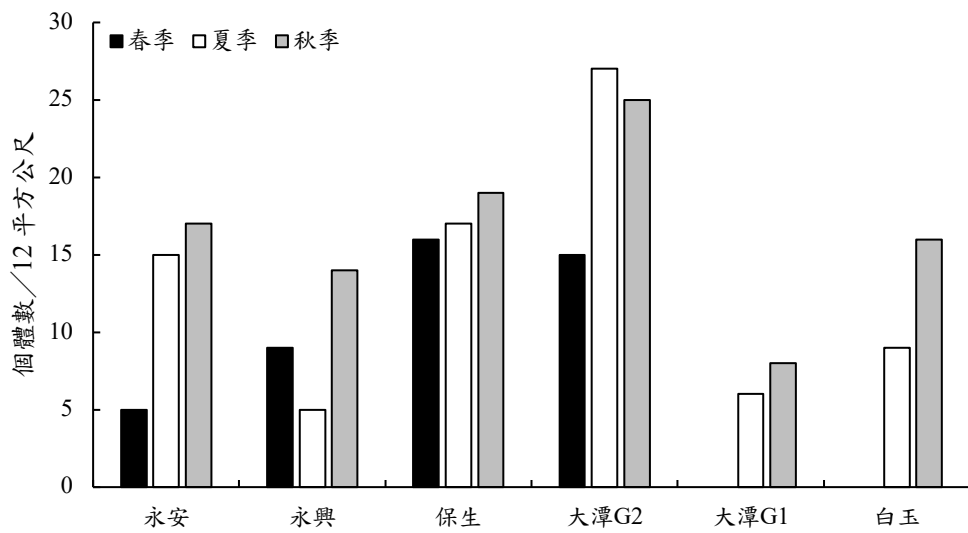


圖 3-4. 地表螃蟹各樣點季節間個體數變化圖

(2) 礁體內螃蟹

將不同樣點同一季節的資料 ($N=8$; 2 日夜 x 2 潮位 x 2 重複) 加總後 (表 3-7) , 發現不同季節間的物種數及個體數相似 (物種數 : Kruskal-Wallis test, Chi-square = 2.2, $df=2$, $p=0.6$; 個體數 : Kruskal-Wallis test, Chi-square = 5.12, $df=2$, $p=0.07$) , 除了春季永安 5 種螃蟹及大潭 G1 沒有螃蟹的紀錄。大潭 G1、大潭 G2 及永興三個樣點夏秋兩季的個體數較多於春季。白玉在春季個體數較多。永安是春季及夏季個體數較多。

表 3-7. 礁體內螃蟹調查結果 (隻 \pm SD / 950 立方公分 ; $N=8$)

樣點名稱	物種名稱	春季	夏季	秋季	總計
白玉	小型小相手蟹	0.13 \pm 0.35	1.5 \pm 1.85	1.25 \pm 1.83	0.96 \pm 1.57
	平背蜆		0.5 \pm 1.07	0.13 \pm 0.35	0.21 \pm 0.66
	溝痕皺蟹	0.25 \pm 0.46		0.13 \pm 0.35	0.13 \pm 0.34
大潭 G1	小型小相手蟹	0.13 \pm 0.35		0.13 \pm 0.35	0.08 \pm 0.28
	東方開口蟹	0.13 \pm 0.35	0.25 \pm 0.46		0.13 \pm 0.34
	溝痕皺蟹		0.25 \pm 0.46		0.08 \pm 0.28
大潭 G2	小型小相手蟹	0.13 \pm 0.35	1.13 \pm 0.99	0.88 \pm 1.46	0.71 \pm 1.08
	東方開口蟹	0.13 \pm 0.35			0.04 \pm 0.2
	溝痕皺蟹		0.25 \pm 0.46	0.13 \pm 0.35	0.13 \pm 0.34
保生	兇猛酋婦蟹	0.13 \pm 0.35			0.04 \pm 0.2
	小型小相手蟹	0.75 \pm 1.04	1.13 \pm 1.36	0.25 \pm 0.46	0.71 \pm 1.04
	方型大額蟹	0.13 \pm 0.35			0.04 \pm 0.2
	東方開口蟹	0.13 \pm 0.35			0.04 \pm 0.2
	溝痕皺蟹	0.13 \pm 0.35	0.25 \pm 0.46		0.13 \pm 0.34
永興	小型小相手蟹	0.75 \pm 0.71	0.13 \pm 0.35	0.25 \pm 0.71	0.38 \pm 0.65
	溝痕皺蟹	0.13 \pm 0.35	0.13 \pm 0.35		0.08 \pm 0.28
永安	小型小相手蟹		0.75 \pm 1.16	1.13 \pm 1.46	0.63 \pm 1.13
總計		0.12 \pm 0.55	0.08 \pm 0.32	0.17 \pm 0.61	0.13 \pm 0.51

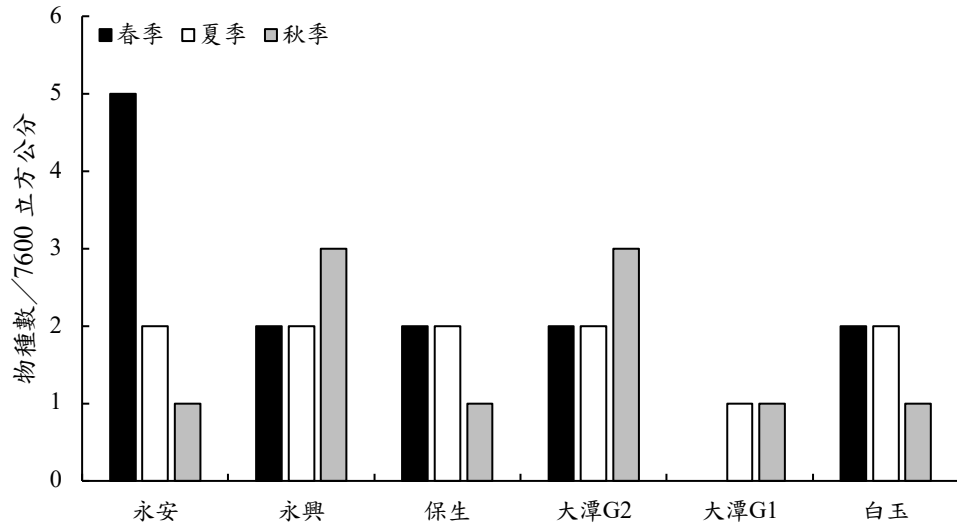


圖 3-5. 礁體內螃蟹各樣點季節間物種數變化圖

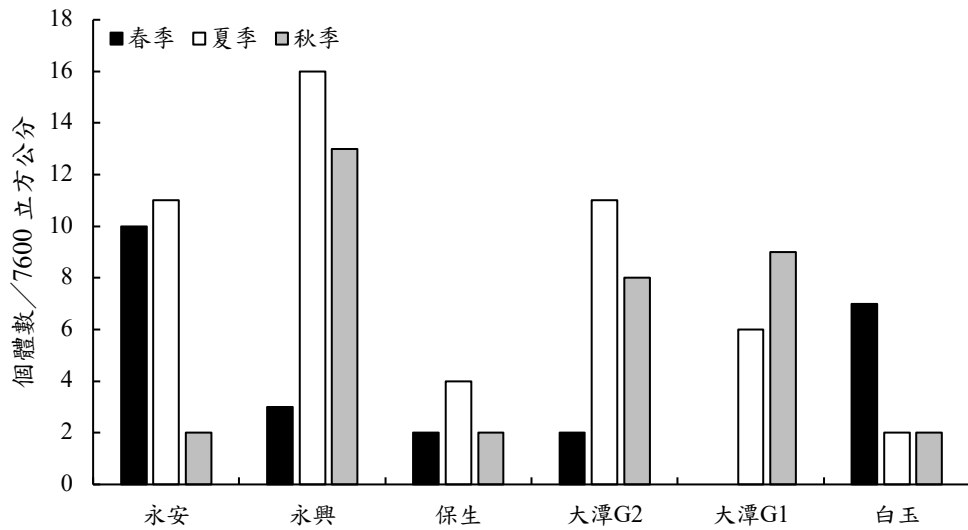


圖 3-6. 礁體內螃蟹各樣點季節間個體數變化圖

2. 影響螃蟹群聚的因子

為了解點位、季節、日夜、潮位高度及微棲地對於螃蟹群聚結構的影響，本計畫將每一筆資料的螃蟹群聚資料，與所蒐集的環境參數利用冗餘分析 (Distance-based redundancy analysis, dbRDA)。比較礁體內螃蟹群聚結構時，會將該樣本的礁體密度納入分析 (密度計算是由礁體乾重除以採樣體積)。每一筆資料在分析前，會利用 R 統計軟體 vegan 套件的 Decostand 功能，將資料進行標準化。RDA 統計結果，在地表螃蟹的部分，目前的環境因子僅可以解釋整體資料的 30.47%，其中 RDA 第一軸與第二軸 (圖 3-7) 分別可以解釋 17.34% (RDA1) 及 7.28% (RDA2)。所有因子中樣點、季節、潮位高度及日夜皆會對螃蟹組成有顯著影響 (表 3-8)。在礁體內螃蟹部分，目前的環境因子僅可以解釋整體資料的 25.58%，其中 RDA 第一軸與第二軸 (圖 3-8) 分別可以解釋 8.77% (RDA1) 及 1.75% (RDA2)。所有因子僅潮位高度對螃蟹群聚有影響 (表 3-9)，礁體密度則接近顯著影響 (表 3-9)。根據冗餘分析不論地表或礁體內螃蟹群聚結構，環境因子的解釋程度都偏低，顯示仍需要更詳盡的調查才能了解影響螃蟹群聚分布的關鍵因子。

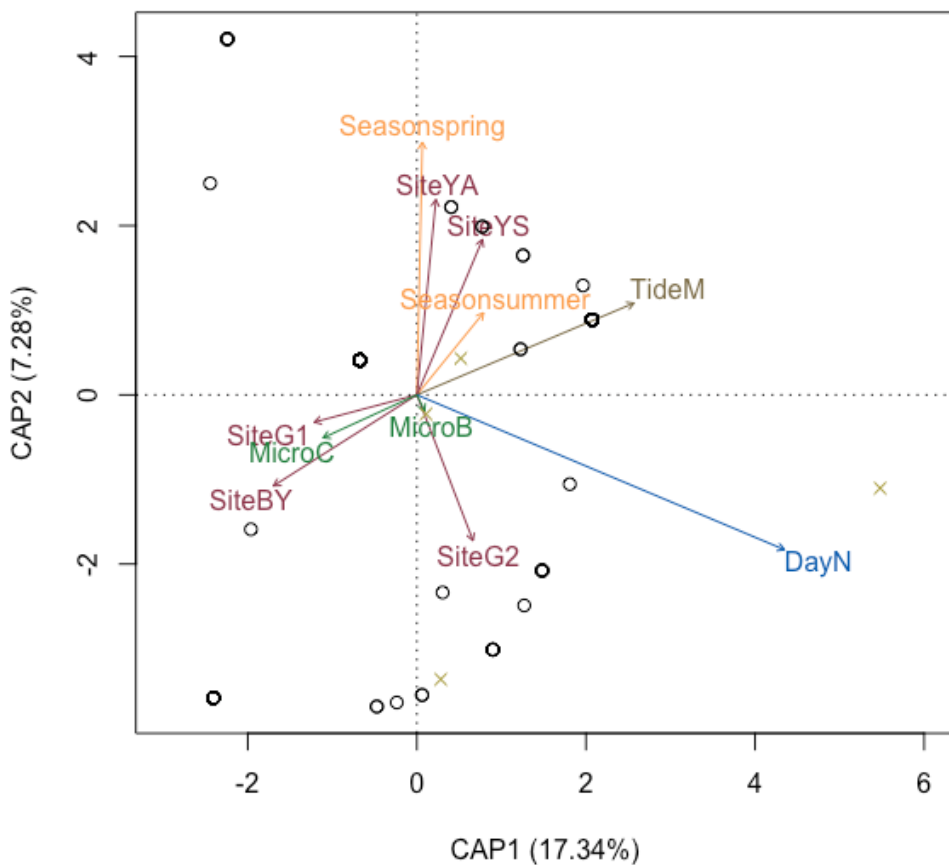


圖 3-7. 不同季節、不同點位、不同時間及地表螃蟹群聚組成冗餘分析圖。圓圈代表樣點、X 代表物種、文字代表環境因子。

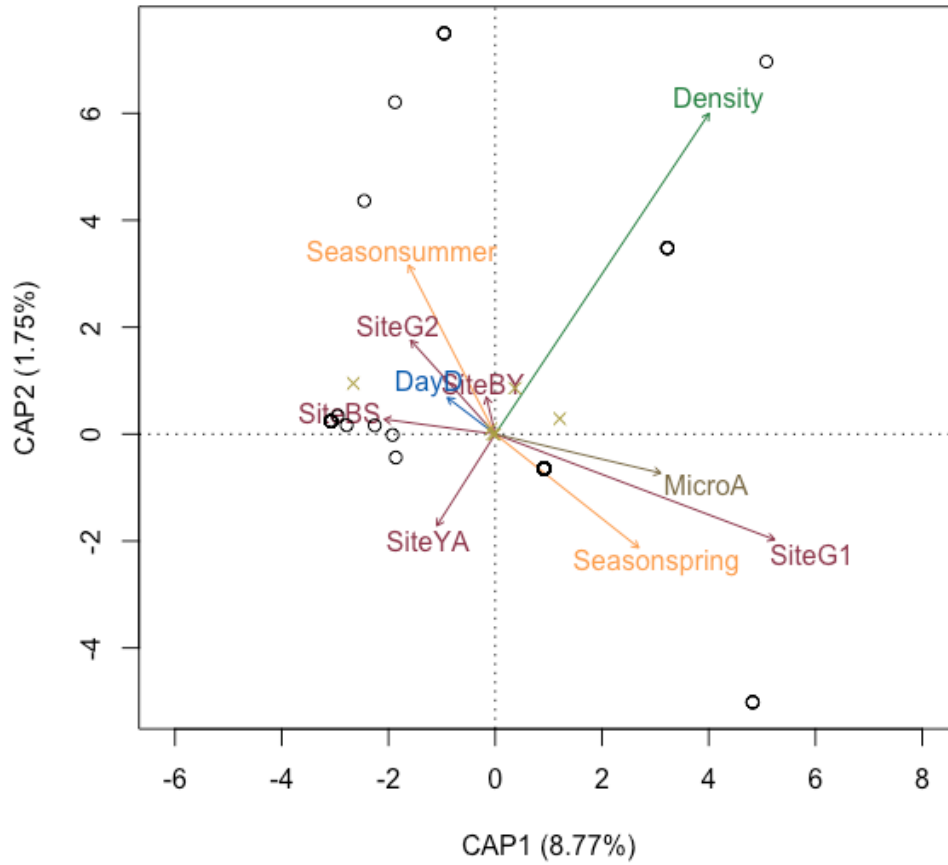


圖 3-8. 不同季節、不同點位、不同時間及礁體內螃蟹群聚組成冗餘分析圖。圓圈代表樣點、X 代表物種、文字代表環境因子。

表 3-8. 地表螃蟹多因子變異數分析結果表

	自由度	平方和	<i>F</i>	顯著性
季節	2	5.10	5.87	< 0.01*
地點	5	7.10	3.27	< 0.01*
潮位高度	1	4.40	10.13	< 0.01*
日夜	1	12.44	28.63	< 0.01*
微棲地	2	1.43	1.64	0.15
總和	204	88.66		

表 3-9. 礁體內螃蟹多因子變異數分析結果表

	自由度	平方和	<i>F</i>	顯著性
季節	2	0.94	1.24	0.27
地點	5	2.80	1.48	0.15
潮位高度	1	2.08	5.52	0.01*
日夜	1	0.09	0.24	0.82
微棲地	1	0.79	2.08	0.13
礁體密度	1	1.37	3.63	0.08
總和	132	49.75		

3. 族群數量較多的螃蟹種類

將所有資料分成地表螃蟹及礁體內螃蟹，分別統計螃蟹數量。地表螃蟹中數量最多的是兇猛酋婦蟹(圖 3-9)每平方公尺約有 0.7 ± 1.1 隻 ($N=286$)。兇猛酋婦蟹出沒不會受到季節影響，夜間較容易觀察到螃蟹 (Mann-Whitney U test, $z=-9.15, p < 0.01$)。相較於高潮位，主要棲息於中潮位處 (Mann-Whitney U test, $z=-3.87, p < 0.01$)。

礁體內螃蟹數量最多的是小型小相手蟹(圖 3-10)每立方公尺約有 606.82 ± 1117.65 隻 ($N=192$)。小型小相手蟹出沒不會受到季節、日夜及潮位高度影響。

若以大潭 G1 及 G2 區為例計算螃蟹族群數量。估算範圍如圖 3-11 所示，估算面積為 234,807 平方公尺。挑選地表及礁體內各挑豐度最高的物種，分別為兇猛酋婦蟹及小型小相手蟹。假設兩物種在潮水退去後會均勻分布在地表以及地表下 15 公分。估算出的結果會是有 $16.4 \text{ 萬} \pm 25.8 \text{ 萬 隻}$ [(估算面積 234,807 平方公尺) \times (0.7 ± 1.1 隻/平方公尺)] 的兇猛酋婦蟹及 $2137.3 \text{ 萬} \pm 3936.5 \text{ 萬 隻}$ [(估算面積 234,807 平方公尺) \times (深度 0.15 公尺) \times (606.82 ± 1117.65 隻/立方公尺)] 小型小相手蟹。

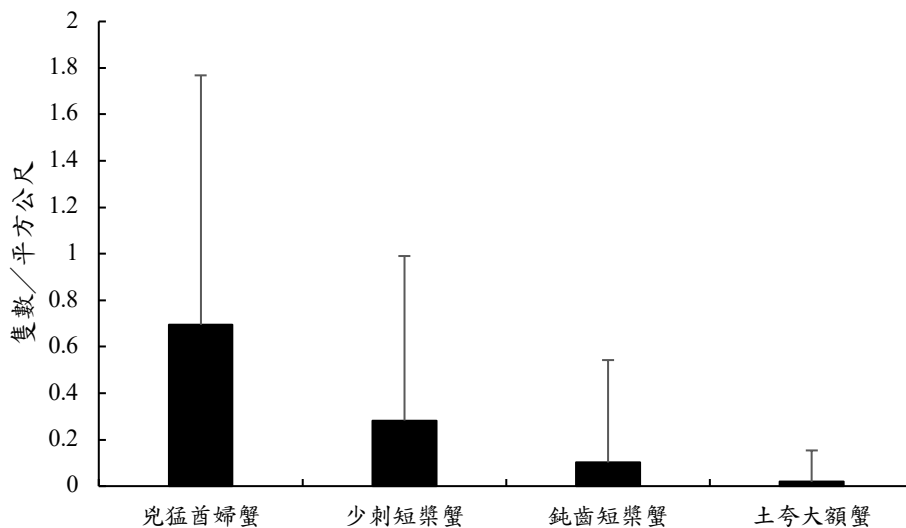


圖 3-9. 地表螃蟹數量圖。

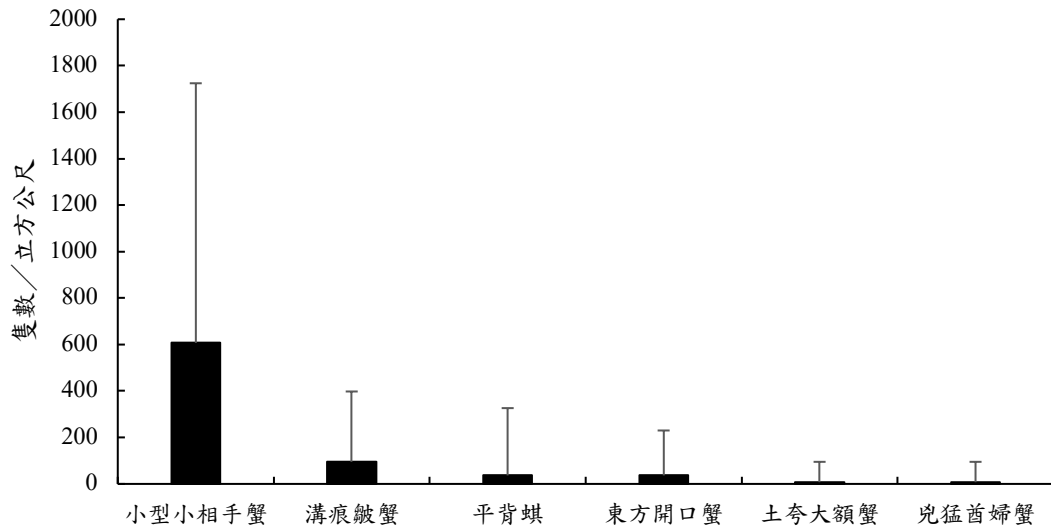


圖 3-10. 礁體內螃蟹數量圖。



圖 3-11. 大潭 G1 及 G2 區螃蟹族群估算位置。估算範圍 (234,807 平方公尺) 是白色線條圍起的區塊 (254,445 平方公尺) 扣除實心的白色區塊的大型潮池 (19,638 平方公尺)。

3.3.3 洄游性蟹類降海時間調查

本計畫已完成 2018 年 9-12 月份的調查，共計 17 天（9 月 22、23、24 日；10 月 1、8、24、25、26 日；11 月 9、21、23、24、25 日；12 月 20、21、22、23 日）。調查範圍包含大堀溪、觀音溪、小飯壠溪及新屋溪河口進行調查，至目前為止並無發現螃蟹降海釋幼及幼蟹洄游的現象。本計畫除了於原定四溪流出口進行調查外，也同時於原發現大量蟹類聚集的新街溪進行調查，結果也未發現蟹類聚集的現象，直至 2019 年 1 月 17 日夜間才發現有少數日本絨螯蟹於水溝邊聚集（圖 3-12），數量約 15 隻，未來兩週將持續關注。



圖 3-12. 桃園機場旁溝渠上聚集的日本絨螯蟹

3.3.4 計畫調查項目外之發現

1. 兇猛酋婦蟹族群及食性調查

兇猛酋婦蟹是藻礁礁體上數量最多的螃蟹種類之一，是主要的夜間是觀察物種。在過去亞洲區域的兇猛酋婦蟹被稱為司氏酋婦蟹 (*Eriphia smithii*) 2008 年 Koh and Ng 重新檢視酋婦蟹科的分類後，將分布在日本、臺灣、泰國、馬來西亞、新加坡及印尼的司氏酋婦蟹定義為新種兇猛酋婦蟹 (*E. ferox*, Koh and Ng 2008)。司氏酋婦蟹的分佈在南非海岸，不會與東亞、東南亞的兇猛酋婦蟹是同一種 (Koh and Ng 2008)。進行文獻整理與回顧時，發現 2008 年改名後並無新的研究報導，故將在過去尚未改名前，分布於日本到印尼區域的司氏酋婦蟹文獻，認定為兇猛酋婦蟹的研究。過去近三十年來，僅有日本的生殖生物學相關報導，主要的繁殖季為每年的六月到十月，在雌蟹退殼後背甲尚未硬化時，進行交配，配對的時間約在繁殖季的初期及末期 (Tomikawa and Watanabe 1992)。

藻礁礁體上的族群密度很高，在台灣其他地方並沒有發現相同密度的族群。因此本計畫於 2018 夏季及秋季分別抓取 184 及 173 隻個體進行形值測量，包含性別、體長、抱卵情況等。夏季採樣地點為大潭 G2 區，秋季的調查增加了白玉、保生、永安及永安礫石。螃蟹在測量後會立刻放回礁體上，減少對其干擾。

綜合結果發現夏季的雄蟹體長約 3.36 ± 0.49 公分 ($N=68$)、雌蟹 3.61 ± 0.61 公分 ($N=105$)，雌蟹體型顯著大於雄蟹 (Mann-Whitney U test, $z=-27.2$, $p < 0.01$)。在這季節可以發現抱卵雌蟹，體型約 3.8 ± 0.46 公分 ($N=44$)，體型最小為 2.9 公分 (圖 3-13)。秋季雄蟹體型大小為 3.06 ± 0.67 公分 ($N=104$)，雌蟹為 3.52 ± 0.57 公分 ($N=80$)，雌蟹的體型也是顯著大於雄蟹 (Mann-Whitney U test, $z=-4.34$, $p < 0.01$)。

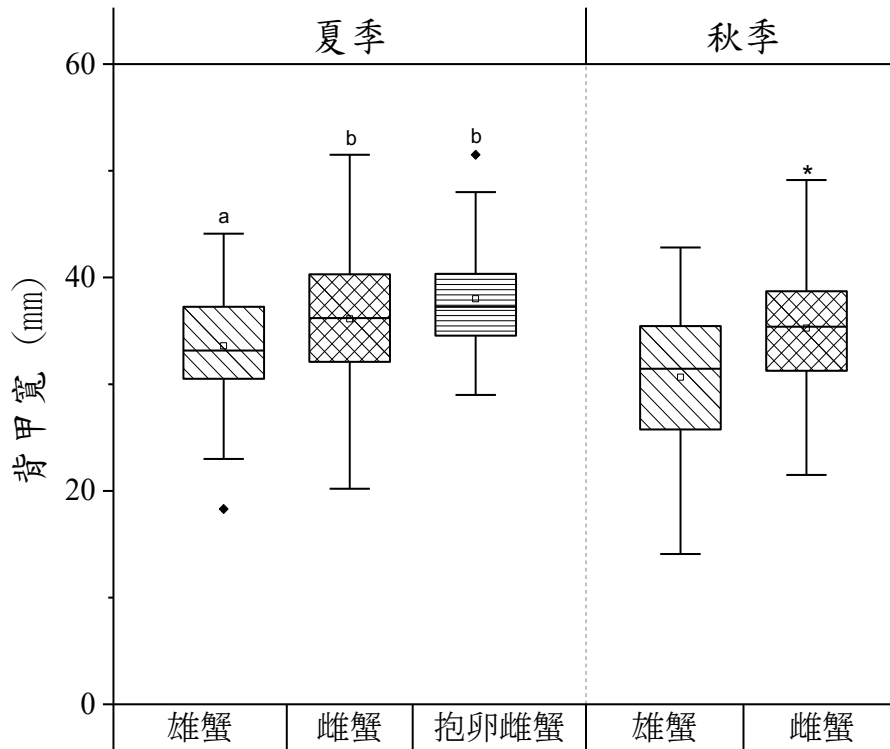


圖 3-13. 不同季節螃蟹體型大小。夏季資料經分析後，雌蟹及抱卵雌蟹體型大小顯著大於雄蟹 (Kruskal-Wallis test, $df=2$, Chi-square = 17.23, $p < 0.01$)。秋季資料經分析後發現雌蟹體型顯著大於雄蟹 (Mann-Whitney U test, $z=-4.34$, $p < 0.01$)。

調查族群量時，發現藻礁上兇猛酋婦蟹的棲地不僅只有礁體一種。藻礁礁體上有礫石覆蓋，而在鬆動的礫石區也能發現兇猛酋婦蟹的族群，因而好奇兩種棲地間族群結構或是食物來源是否有差異。本實驗室在 2018 年已選取三條不同礫石覆蓋程度的穿越線，並進行族群數量、體型及食性的測量。三條穿越線礫石覆蓋的程度分別為 0%、6%、77%，依此代表礁區、礁礫混合區及礫區。穿越線的起點為高潮位礁體與沙體的交界，終點於海平面下 -1 公尺處的礁體，穿越線長度分別為礁區 195.1 公尺、礁礫混合區 135.7 公尺及礫區 115.6 公尺。調查族群量的方式是使用穿越線計數法，由兩個人以相同速率前進，計數左右兩邊各一公尺範圍內的兇猛酋婦蟹數量。因於晚上調查，手電筒燈光會干擾螃蟹活動，故將手電筒光源固定於視野前方，排除光線左右移動干擾到螃蟹。

結果發現礁區的兇猛酋婦蟹約為每平方公尺 0.26 ± 0.08 隻 ($N=6$)，礁礫混合區為每平方公尺 0.43 ± 0.22 隻 ($N=6$)，礫區的族群量約為每平方公尺 0.14 ± 0.05 隻 ($N=8$)。經統計後發現這三條穿越線的族群量有顯著不同 (Kruskal-Wallis test, Chi-square = 9.16, $df=2$, $p=0.01$)。礫區的族群數量顯著較低於礁區 (Dunn's post hoc test, $p < 0.01$) 及礁礫混合區 (Dunn's post hoc test, $p=0.02$)。體型大小的部分礁區為 31.67 ± 8.15 mm ($N=32$)，礁礫混合區為 29.66 ± 5.24 mm ($N=63$)，而礫區為 38.00 ± 4.64 mm ($N=35$)。經由統計發現三條穿越線螃蟹體型顯著不同 (Kruskal-Wallis test, Chi-square = 39.05, $df=2$, $p < 0.01$)。礫區的體型大小顯著大於礁區

(Dunn's post hoc test, $p < 0.01$) 及礁礫混合區 (Dunn's post hoc test, $p < 0.02$)。同時也可以發現礁區及礁礫混合區螃蟹的體型的變異較大，換句話說從體型較小的個體一直到體型比較大的個體都能被發現，而在礫區容易發現體型較大的個體 (圖 3-14)。

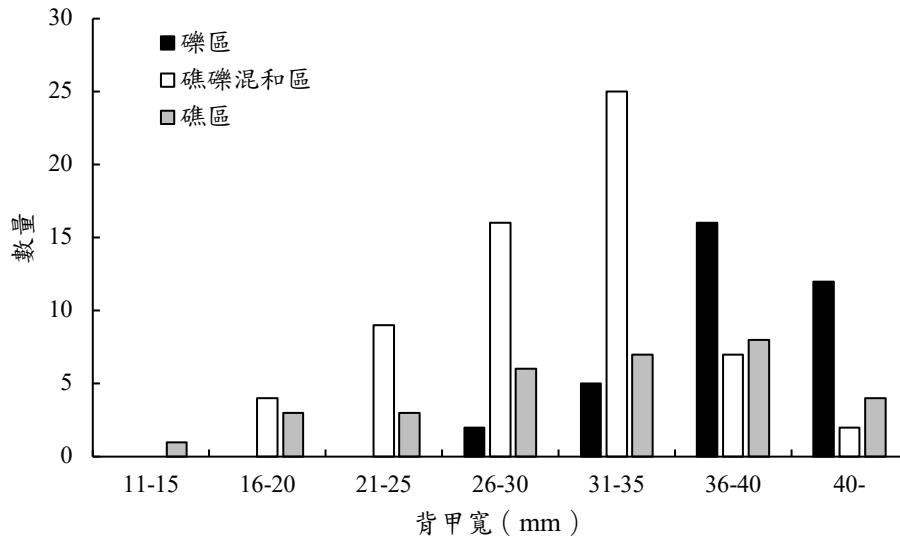


圖 3-14. 不同區域兇猛酋婦蟹體型大小分布圖

針對兇猛酋婦蟹的食性分析方面，用肉眼觀察時，可以看到兇猛酋婦蟹在挖掘礁體並啃食礁體上的藻類，也能發現牠捕捉其他生物，例如：螃蟹、笠螺等。另在各樣區抓取螃蟹，立即冰凍避免胃內含物持續被消化。接著將螃蟹帶回實驗室，取出螃蟹胃內含物後，以解剖顯微鏡進行鏡檢，並計算各項胃內含物出現比例。在胃內含物發現螃蟹、藻類、貝類、螺類、星蟲、塑膠碎片等。特別的是在礁區的個體（圖 3-15），胃內含物的比例與礁區和礁礫混合區不太相同。礁區及礁礫混合區的個體胃內含物主要是藻類，螃蟹及貝類次之。礫區的個體胃內含物種類較平均，而吃藻類個體的數量是比礁區及礁礫混合區少。特別的是，在礁區及礁礫混合區的個體胃內含物發現星蟲，星蟲主要是棲息於礁體裡，平時並不會露出礁體。若要以星蟲為食，則需要很大的力量將礁體破壞，才能將星蟲挖掘出來。這可以呼應到觀察螃蟹覓食時，發現到螃蟹在挖礁體的行為（影片連結 <https://drive.google.com/open?id=11qW5OlcGJOO3qYpw7kZMuyvS4UgwsCpQ>），推測牠可能不是把礁體挖下啃食上面的藻類，而是營養價值相對較高的星蟲。

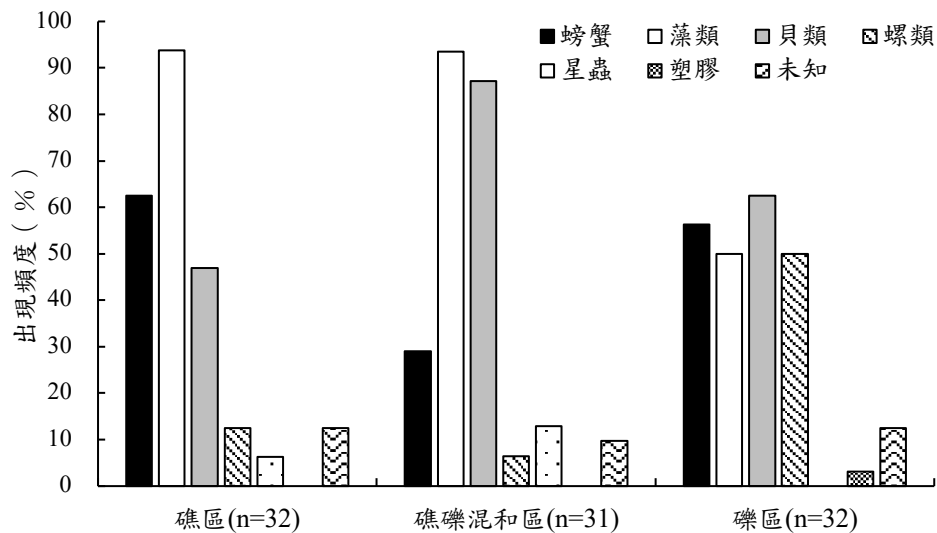


圖 3-15. 不同區域兇猛酋婦蟹胃內含物圖。出現頻度指該胃內含物種類所占每一區個體比例。

2. 裸胸鯨族群調查

為全面調查螃蟹種類，本計畫於 2018 年 5、6、8、9 及 10 月（表 3-10），於白玉、大潭 G1、大潭 G2、保生、永興及永安地區放置蝦籠，誘捕螃蟹。每個區域挑選 3 個潮池，每個潮池放置 9 個蝦籠（開口為直徑 11 公分，長度 35 公分），以秋刀魚餌進行誘捕。放置時間為一個潮水，在漲潮前放，退潮後立刻收回，並記錄誘捕到的蟹類。

以蝦籠捕捉調查結果發現，大潭 G1 區與保生螃蟹物種數最多，大潭 G2 區的個體數最多（表 3-11）。值得注意的是，在這些蝦籠內同時也捕獲裸胸鯨共計捕捉到 18 隻次，捕捉後進行個體標記後原地放回。大潭 G2 區捕捉到最多數量。裸胸鯨的種類為淡網紋裸胸鯨（*Gymnothorax pseudothyrsoides*），個體長度介於 35.5 至 61.3 公分，重量介於 90 至 551 公克，體長越長重量也越重（迴歸分析： $R^2=0.71$, $p<0.01$ ）。大潭 G2 區 C 潮池於 6 月 16 日重複捕捉到兩隻個體，代表裸胸鯨的棲地在該潮池周圍。

表 3-10. 蝦籠放置時間（2018）

永安	永興	保生	大潭 G2	大潭 G1	白玉
6 月 27 日	6 月 26 日	5 月 17 日	5 月 16 日	5 月 15 日	6 月 26 日
8 月 29 日	8 月 31 日	6 月 1 日	6 月 1 日	6 月 2 日	9 月 11 日
		6 月 17 日	6 月 16 日	6 月 16 日	
		9 月 11 日	8 月 30 日	9 月 11 日	
			10 月 26 日		

表 3-11. 蝦籠誘捕之蟹類數量（單位努力漁獲量）

	永安	永興	保生	大潭 G2	大潭 G1	白玉
正直愛潔蟹			0.029			
兇猛酋婦蟹		0.111	0.176	0.651	0.065	0.063
晶瑩蟬					0.032	
鈍齒短槳蟹	0.056	0.056	0.412	0.884	0.355	0.188
少刺短槳蟹	1.278	0.722	0.324	0.581	0.677	0.188
環紋蟬	0.167	0.389	0.088		0.258	0.375

註：此部分調查每一區域的努力度不同，調查的努力度如表所示。單位努力漁獲量=裸胸鯨捕捉數量/收回蝦籠數量（表 3-12）。

表 3-12. 各樣區捕捉裸胸鯔數量表 (2018)

	觀新藻礁生態系野生動物保護區			第三天然氣接收站預定地		
	永安	永興	保生	大潭 G2	大潭 G1	白玉
捕捉夜	2	2	4	5	4	2
放置蝦籠個數	18	18	36	45	36	18
收回蝦籠數量	18	18	34	43	31	16
裸胸鯔捕捉數量	1	0	0	15	2	0
單位努力漁獲量	0.06	0	0	0.35	0.06	0

註：單位努力漁獲量=裸胸鯔捕捉數量/收回蝦籠數量

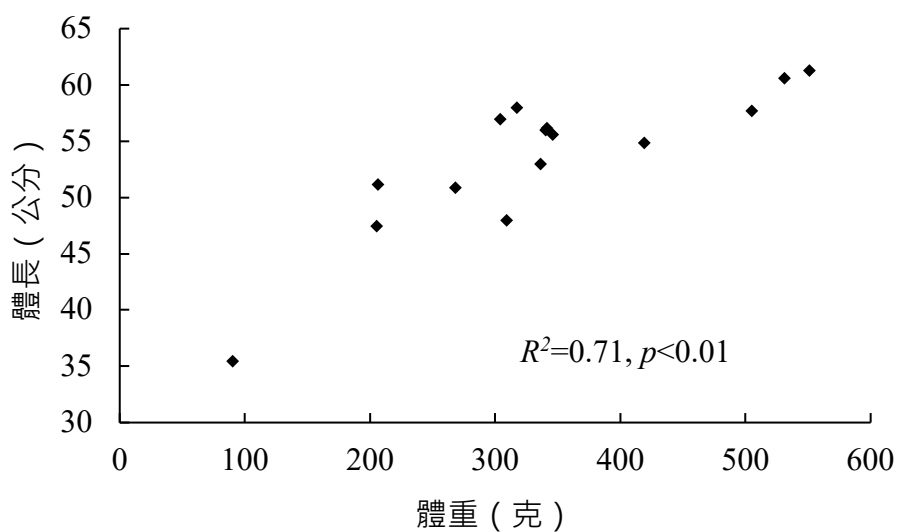


圖 3-16. 裸胸鯔體長與體重圖



圖 3-17. 大潭 G2 區潮池位置

表 3-13. 2018 年捕捉裸胸鯔個體資料

編號	調查時間	位置	潮池編號	蝦籠編號	物種	長度 (cm)	重量 (g)
1	2018/5/15	G1			淡網紋裸胸鯔	42.0	
2	2018/6/1	G2	A	鰻管	淡網紋裸胸鯔	54.9	419
3	2018/6/1	G2	A	鰻管	淡網紋裸胸鯔	61.3	551
4	2018/6/1	G2	C	4	淡網紋裸胸鯔	60.6	531
5	2018/6/1	G2	C	4	淡網紋裸胸鯔	47.5	205
6	2018/6/1	G2	C	4	淡網紋裸胸鯔	50.9	268
7	2018/6/1	G2	C	5	淡網紋裸胸鯔	55.6	346
8	2018/6/1	G2	C	5	淡網紋裸胸鯔	56.2	341
9	2018/6/16	G2	C	4	淡網紋裸胸鯔	56.0	340*
10	2018/6/16	G2	C	4	淡網紋裸胸鯔	57.7	505*
11	2018/6/16	G2	C	4	淡網紋裸胸鯔	57.0	304
12	2018/6/16	G2	D	7	淡網紋裸胸鯔	48.0	309
13	2018/6/16	G2	D	7	淡網紋裸胸鯔	58.0	317
14	2018/6/16	G2	D	7	淡網紋裸胸鯔	35.5	90
15	2018/8/29	永安			淡網紋裸胸鯔	45.0	-
16	2018/8/30	G2	A	1	淡網紋裸胸鯔	≈50	-
17	2018/9/11	G1			淡網紋裸胸鯔	51.2	206
18	2018/10/26	G2	A	5	淡網紋裸胸鯔	53.0	336

*：重複捕捉之個體。

鰻管：嘗試使用不同長度的陷阱。

3. 2017 年與 2018 年裸胸鯉捕捉資料比較

(1) 2017 年捕捉結果

本實驗室為了瞭解大潭藻礁生態系結構，在 2017 年 6 月起，在大潭藻礁區進行初步生態調查。經過地形地貌認識，並自 2017 年 7 月開始，連續三個月以放置蝦籠隔夜捕捉的方式，共 5 個晚上、9 個工作天（7/25-26，8/23-24，9/18-21），每次放置 9 個蝦籠固定於感潮區的潮池中，隔天早上檢查與記錄。共計放置 81 個籠次，白玉 9 籠次、大潭 G1 18 籠次、大潭 G2 54 籠次。回收 77 籠次，白玉 9 籠次、大潭 G1 17 籠次、大潭 G2 51 籠次。

經過 5 個晚上的蝦籠放置捕捉，共於大潭 G2 捕獲 11 尾裸胸鯉（表 3-14），包括 1 尾疏斑裸胸鯉（*Gymnothorax undulates*）、9 尾淡網紋裸胸鯉（*G. pseudothyrsoides*）及 1 尾大斑裸胸鯉（*G. favagineus*）三種，體長在 41.6 至 66.2 公分之間。其中潮池 A，在三個月的捕捉中，每次捕捉率幾乎都達 1/3（3/9、3/9、2/9）。自 8 月開始嘗試標放法，在尾鰭進行打洞標示。不過，9 月在潮池 A 所捉到的 2 尾並不是 8 月所抓到的個體，沒有再度被捕捉；表示此區潮池中，作為頂級消費者的裸胸鯉族群數量龐大。

表 3-14. 2017 年捕捉裸胸鯉個體資料

調查時間	位置	潮池編號	物種	長度 (cm)
2017/7/26	G2	A	疏斑裸胸鯉	50.4
2017/7/26	G2	A	淡網紋裸胸鯉	59.5
2017/7/26	G2	A	淡網紋裸胸鯉	49.5
2017/8/24	G2	A	淡網紋裸胸鯉	53.0
2017/8/24	G2	A	淡網紋裸胸鯉	61.2
2017/8/24	G2	A	淡網紋裸胸鯉	66.2
2017/9/19	G2	A	淡網紋裸胸鯉	51.3
2017/9/19	G2	A	淡網紋裸胸鯉	51.1
2017/9/20	G2	B	大斑裸胸鯉	53.0
2017/9/21	G2	C	淡網紋裸胸鯉	41.6
2017/9/21	G2	C	淡網紋裸胸鯉	56.0

(2)裸胸鯨族群估計

為了解裸胸鯨在藻礁地區的族群數量，本研究於 2017 年使用當年度的調查資料大略估計其族群量，因在大潭 G2 潮池 A 連續三個月都抓到裸胸鯨，因此以這個潮池的族群數量估計大潭藻礁的族群數量。2017 年在大潭 G2 潮池 A (圖 3-17) 調查了 3 次，每次分別捕捉到 3、3 及 2 隻，平均 2.67 隻。估算的範圍是大潭 G1 及 G2，在每一區北側及南側堤岸連線的範圍內，退潮時有大面積水域的地方。面積的計算是利用 Google earth 軟體，使用圖層的拍攝日期是 2017 年 4 月 3 日 (圖 3-18)。估算出來的面積為 336,642 平方公尺，潮池 A 面積約為 803 平方公尺。計算的方式如方程式(1)所示，計算結果約為 1,200 隻。

$$\text{方程式(1): 族群數量} = \text{全部水域面積} \times \frac{\text{3 次潮池 A 調查加總平均數量}}{\text{潮池 A 面積}}$$



圖 3-18. 2017 年裸胸鯨族群量估算位置。A：潮池 A 位置。

(3)兩年資料比較

2017 年為了調查藻礁地螃蟹族群，在大潭藻礁地區放置蝦籠誘捕螃蟹，而意外捕捉到裸胸鯙。這個意外的發現是這個調查的起頭，因對其在此區域的族群不了解，因此由大潭潮池 A 的潮池開始進行調查，之後拓展到較低潮位的潮池 B 及相似潮位的潮池 C 及潮池 D。結果發現在這幾個潮池都有裸胸鯙棲息，令人驚訝的是潮池 A 連續三次都有紀錄。因此利用潮池 A 的資料大略估計整個區域的族群數量，計算出的結果約為 1,200 隻。然而此年度的捕捉並不是一開始就有進行個體標記，不能確認捕捉到的個體是否為重複被捕捉。

為此 2018 年的捕捉，主要著重在測試是否有重複捕捉的狀況。因此在捕捉到裸胸鯙後，會將其標記後放回。結果發現在潮池 C 捕捉到的 5 隻個體，兩個星期後有 2 隻被重複捕捉。表示藻礁是裸胸鯙的棲地，而非其覓食區域。因此可以推斷 2017 年的資料有相當的可信度。2017 年推算出大潭藻礁有 1,200 隻裸胸鯙，單位努力漁獲量為 0.16(捕捉 11 尾裸胸鯙/回收 68 籠次)。單位努力漁獲量的趨勢可以反應該地族群的趨勢 (Lancia *et al.*, 1996)，因此用以推算 2018 年裸胸鯙隻數量。2018 年的單位努力漁獲量為 0.23(捕捉 17 尾裸胸鯙/回收 74 籠次)，以此捕捉率推算出大潭地區的裸胸鯙為 1,725 隻 (1200 隻/2017 年單位努力漁獲量 0.16*2017 年單位努力漁獲量 0.23)，顯示大潭地區的生態狀況較佳，足以支持大量的頂級消費者生存。

此外，中山大學博士生黃文謙曾於 2018 年 9 月兩天的大潭藻礁調查中，在同一個潮池發現了多種裸胸鯙。以下為引述於黃文謙發表於社群網站文章「兩天各 2.5 小時的調查下來，共記錄到魔斑裸胸鯙 (*Gymnothorax isingteena*) x 3、淡網紋裸胸鯙 (*G. pseudothyrsoides*) x 3、密點裸胸鯙 (*G. thyrsoides*) x 2 與星帶蝟鯙 (*Echidna nebulosa*) x 1，(此數目已將重複目擊者移除)，加上先前所記錄到的疏斑裸胸鯙 (*G. undulatus*)，目前大潭藻礁至少已經發現五個種類的鯙了」。由本研究的結果再加上其觀察資料，顯示大潭藻礁擁有豐富且多樣的裸胸鯙群聚。

(https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=2113111262092136&id=100001798487931)

3.3.5 螃蟹與人的關係

依照種類之不同，桃園海岸地區蟹類與人的關係，包括具有經濟價值、食用價值、娛樂價值及教育價值等四方面。目前調查到的大型梭子蟹，包括紅星梭子蟹(*Portunus sanguinolentus*)、銹斑蟳(*Charybdis feriatus*)及擬深穴青蟳(*Scylla paramamosain*)等種類，都是具有高經濟價值的昂貴海鮮，漁民會加以捕捉販賣。除此之外、在地居民也會前往藻礁潮間帶捕捉短槳蟹屬(*Thalmita* spp.)、蟳屬(*Charybdis* spp.)蟹類及兇猛酋婦蟹。這些蟹類因為體型較小，所以並未出售，多供自己食用。這種捕捉蟹類供自家食用的情形在觀新藻礁保護區範圍頗為常見，居民除了在永續利用區進行採捕外，也會在緩衝區及核心區進行採捕，且除了捕捉蟹類之外，亦同時採捕其它可供食用的海洋生物。而且除了當地居民以外，白玉海岸亦常見到在台工作的外籍移工在此捕捉兇猛酋婦蟹及梭子蟹類食用。另一個被利用的蟹類是角眼沙蟹(*Ocypode ceratophthalma*)，由於具有較大的體型，在早期較貧窮的年代，在地居民會加以捕捉食用。

蟹類提供的娛樂及生態教育價值功能有時候不容易切割劃分。釣客常會在海岸的礫石區捕捉相手蟹、厚蟹及土夸大額蟹等做為釣餌，這是蟹類提供娛樂功能比較明確的例子。此外，因為大潭天然氣接收站的開發議題，在地保育團體常常舉辦大潭藻礁的生態導覽活動，進行包括柴山多杯孔珊瑚、兇猛酋婦蟹、短槳蟹、瓷蟹、軟體動物之生態觀察活動，這類活動具有比較明確的生態教育及保育宣導功能，但對許多參加活動者來說，這項活動本身也具有娛樂之功能。除了大潭藻礁，觀新藻礁保護區及新屋溪河口紅樹林區也常有遊客自行前往遊憩，進行觀浪、賞蟹，海洋生物觀察等活動，這類活動也可以被認定同時具有娛樂及生態教育之功能。

3.4 討論

3.4.1 南桃園海岸地區螃蟹生態特性

南桃園海岸地區在本研究計畫共記錄蟹類種類有 14 科 52 種，是目前台灣西海岸嘉義以北地區蟹類物種多樣性最高的地區。桃園海岸地區在本研究計畫的蟹類種類紀錄雖然不及台南地區台江國家公園累積多年研究所得的 57 種（台江國家公園管理處，2013），然而卻比其它西海岸地區所記錄的蟹類種數高。如果加入其它研究的蟹類紀錄，如林幸助等人（2013）所記錄的底棲短槳蟹（*Thalamita prymna*）、絨毛折額蟹（*Ptychognathus barbatus*）、細巧皺蟹（*Leptodius gracilis*）及肉球皺蟹（*Leptodius sanguineus*）紀錄，則已經達 56 種，接近台江國家公園記錄的蟹種數目。

蟹類是台灣西海岸地區的代表性動物，無論種類與數量都極為豐富，也有許多相關的研究。台江國家公園的蟹類研究以四草及曾文溪口濕地為主，其中四草濕地記錄過的蟹類有 12 科 51 種，曾文溪口濕地的蟹類則僅有 6 科 22 種（林俊全，2010）。淡水河口則是台灣西海岸地區蟹類調查次數最多且最詳盡的地區，總共記錄過蟹類 49 種，但其中有 15 種自 1949 年後即沒有再發現記錄過（史金燾等，1991）。新竹香山地區海岸有超過 1 千公頃的泥質與沙質潮間帶灘地，也有海岸林、紅樹林及人造岩礁類型棲地，劉烘昌及李家維（1994）記錄的蟹類種類有 33 種，何平合&洪明仕（1997）則將香山地區的蟹類種類記錄擴充為 43 種。台中高美濕地累積 23 年所記錄蟹類則有 38 種（林惠真，2018）。台中及彰化交界的大肚溪口濕地記錄的蟹類只有 27 種（內政部，2017）。綜合上述研究結果顯示，南桃園海岸地區的蟹類物種多樣性最高。分析比較桃園海岸地區蟹類與台灣西海岸其它地區的蟹類種類，桃園地區的海岸林棲地、泥質基質及沙地基質的蟹類物種多樣性均不及其它地區，例如西海岸地區常見的短身大眼蟹（*Macrophthalmus abbreviatus*）、長趾股窗蟹（*Scopimera longidactyla*）、豆型拳蟹（*Pyrhila pisum*）等均在桃園地區海岸不曾被記錄，但卻因為具有特殊的藻礁基質棲地，使得蟹類的物種多樣性反而變得較高。

桃園地區藻礁棲地的蟹類群聚組成十分特殊，舉世罕見。本研究計畫在藻礁基質記錄過的蟹類總共有 17 種，主要優勢蟹類為兇猛酋婦蟹（*Eriphia ferox*）、少刺短槳蟹（*Thalamita danae*）、環紋蟬（*Charybdis annulata*）等 3 種，此等優勢種蟹類的組成與台灣其它的砂岩、大卵石、岩塊或珊瑚礁等岩礁海岸的優勢蟹類組成大異其趣，十分特殊。世界上的岩礁海岸也沒有報導過以扇蟹類及梭子蟹類形成的優勢族群。台灣其它岩礁海岸的高潮帶優勢蟹種均為方蟹屬（*Grapsus* spp.）蟹類，但桃園地區的藻礁棲地卻從未有方蟹出沒的紀錄，白紋方蟹（*Grapsus albolineatus*）在桃園海岸僅出現在人造岩礁基質-水泥消波塊及海堤的高潮帶位置。另外，其它類型岩礁海岸低潮帶的優勢物種都為斜紋蟹（*Plagusia* spp.）及盾牌蟹（*Percnon* spp.），這兩類蟹類也不見於桃園藻礁地區。桃園藻礁棲地沒有方蟹屬蟹類棲息的原因可能與目前藻礁所在的潮位不夠高有關，由於位處高潮帶附近的藻礁基質已經被大量的沙子所覆蓋，成為沙蟹及股窗蟹的棲地，剩餘的藻礁基質潮位不夠高，因此無法提供方蟹及其它棲息在高潮帶或潮上帶岩礁海岸棲地的蟹類棲息。但低潮帶缺乏斜紋蟹與盾牌蟹的原因則較難解釋，推測可能原因有兩個，一個是與桃園地區海岸的海水混濁度較高有關，另一可能原因則與環

境汙染有關。與台灣北海岸、東北角、東部、恆春半島及各離島之岩礁海岸海域相比，位處台灣西海岸的桃園地區沿岸海水明顯相對混濁。但混濁的海水是否造成斜紋蟹及盾牌蟹無法生存的因素呢？桃園南邊的新竹香山海域的海水混濁度應該與桃園海域相差不遠，但劉烘昌 & 李家維（1994）在新竹香山潮間帶的蟹類調查中卻有斜紋蟹的紀錄。如此看來，海水的混濁度較高應該不是斜紋蟹在桃園藻礁海岸無法生存的關鍵原因。桃園地區海域過去數十年來遭受嚴重的各種汙染，包括工業廢水汙染、家庭廢水汙染及農業廢水汙染。劉靜榆（2017）的研究證實臺灣西北部藻礁海岸的重金屬汙染情形嚴重，不同海岸各有不同的汙染物來源，觀新藻礁及永安漁港兩側海岸則混雜多種因素。儘管如此，環境汙染是否是造成斜紋蟹與盾牌蟹沒有在桃園藻礁出現的原因還需要有更明確的實驗證據證明。除了缺少盾牌蟹與斜紋蟹外，桃園藻礁低潮帶附近的岩礁孔隙中少有蟹類棲息也是十分奇怪，但原因依舊不明。

與其它岩礁海岸蟹類相比，桃園藻礁的優勢蟹類族群數量都特別豐富。兇猛酋婦蟹除了在汙染較嚴重的白玉地區藻礁密度較低外，在其它調查地區的族群密度都遠遠高過光手酋婦蟹（*Eriphia sebana*）在台灣其它類型岩礁海岸的族群密度。梭子蟹類在藻礁潮池中的數量也遠遠高過恆春半島、蘭嶼、綠島等珊瑚礁岩礁海岸潮池的梭子蟹數量。而由於藻礁的硬度較低，容易受到侵蝕，因此形成的潮池數量也遠遠高過其它類型岩礁海岸潮池數。大量的潮池使桃園藻礁的寄居蟹、蝦子等甲殼類十足目動物的族群數量均十分豐富，遠遠超過台灣其它海岸潮間帶。林幸助等人（2013）指出，桃園地區藻礁棲息的物種與鄰近泥沙灘有很大差異，藻礁的動物密度為高美濕地的5倍，香山濕地的8倍，其中環節動物與節肢動物的密度特別高，藻礁生態系具有高生物多樣性與獨特性，亟需保育。

本研究計畫結果顯示大潭 G1 與 G2 的藻礁的生物多樣性及獨特性高過目前設為觀新野生動物保護區的觀新藻礁，急需採取有效保育措施進行有效保護。林幸助等人2013年研究的桃園藻礁為新屋鄉新屋溪口、大潭電廠、觀音鄉觀音海水浴場和大園鄉樹林子海濱，後二者已因環境汙染而生物稀少，前二者為本研究計畫的觀新藻礁保護區的北區與中區。林幸助等（2013）的桃園藻礁研究總共記錄了棲息在藻礁的蟹類12種。但其紀錄之絨毛折額蟹、平背蜞、勝利黎明蟹三種並非棲息在藻礁基質的物種，而應該是棲息在卵石（前2種）與沙地基質（黎明蟹）之物種，三種皺蟹亦較可能屬於卵石區之物種。本研究發現棲息在藻礁棲地的蟹類在大潭 G1 樣區有12種，大潭 G2 樣區則有17種，均明顯高過觀新藻礁棲息在藻礁棲地的蟹類。從蟹類的研究結果顯示，大潭藻礁的生態完整度與豐富度均高過觀新藻礁保護區。

3.4.2 桃園海岸螃蟹面臨的生存問題

目前桃園地區海岸蟹類面臨的生存壓力包括棲地開發破壞、環境汙染、人為獵捕、外來入侵種的影響及路殺等問題。大潭藻礁面臨重大開發壓力，一旦開發，則整個大潭海岸地區的蟹類都面臨毀滅的命運。環境汙染也是桃園地區海岸蟹類面臨的嚴重問題。劉靜榆（2017）發表的研究結果顯示桃園藻礁海岸的重金屬汙染情形嚴重，不同海岸有不同的汙染物，富林海岸及老街海岸遭受傳統工業放流水中的重金屬：鋅、鎳、銅、錳、鐵、砷、鉛、鉬汙染，坡頭海岸汙染物全都是稀有重金屬，觀新藻礁及永安漁港兩側海岸則混雜多種因素。新屋溪河口泥灘地呈現出的蟹類棲息密度與台灣西海岸其它地區的泥灘地蟹類棲息密度差異不大，紅樹林下的厚蟹類洞穴密度則是極高。沙灘基質的蟹類棲息密度則是明顯較西海岸其它地區

低，常常有大面積沙地完全沒有任何螃蟹棲息，但此現象是否是環境污染所致則不能確定。

人為獵捕是否對藻礁蟹類族群數量造成影響尚不清楚。人為獵捕包括捕捉食用及做為釣餌，前者對象為體型較大之種類，後者則為中、小型蟹類。從藻礁現有的優勢種兇猛酋婦蟹、短槳蟹及蟬屬蟹類族群仍能維持豐富的情況顯示人為獵捕壓力尚在藻礁生態體系可承受之程度。然而政府仍必須落實公權力，確實管制觀新藻礁保護區的經營管理。

海岸林陸蟹在桃園海岸的數量顯示其族群必定面臨生存威脅，可能原因為路殺及外來入侵種的影響。相較於台中的高美濕地海岸，調查的南桃園 6 個地區的海岸林在面積及海岸林相均屬於相對較佳狀態，但無論是陸蟹的種類還是數量，均不及高美地區。除了曾在白玉海岸見到超過百隻以上的紅螯螳臂蟹集體降海釋幼外，其它只有觀新藻礁 3 個地區有見到零星的個體降海釋幼。而台中高美地區的紅螯螳臂蟹抱卵母蟹在 7 至 9 月的降海釋幼數量超過千隻以上(蔡鵬如等人, 2017)。雖然桃園地區海岸林陸蟹的繁殖調查努力度不及高美地區陸蟹研究，但陸蟹族群數量確實明顯比不上高美地區。觀新藻礁的中區及南區有海堤的阻隔導致陸蟹不容易成功降海釋幼，行駛在防汛道路的車輛也確實造成紅螯螳臂蟹及漢氏螳臂蟹等陸蟹的路殺。不過，台中高美濕地的陸蟹同樣面臨路殺問題，而且可能比桃園地區的陸蟹路殺更為嚴重。造成桃園地區陸蟹族群數量偏低的另一可能原因是黃瘋蟻(*Anoplolepis gracilipes*) 的危害。黃瘋蟻在澳洲的聖誕島造成陸蟹生存的嚴重威脅(O'Dowd & Green, 2010)，也在南台灣的墾丁國家公園香蕉灣海岸造成陸蟹生存的嚴重威脅。雖然沒有桃園海岸地區詳細的黃瘋蟻調查，但在新屋溪河口地區確實有大量的黃瘋蟻存在。由於缺乏桃園地區海岸陸蟹的系統研究，所以目前只能確認桃園地區陸蟹的族群狀況不佳，但造成此結果的原因仍不明確。

3.4.3 礁體上的螃蟹族群

利用定量調查，調查到的地表螃蟹有 3 科 4 種、礁體內有 5 科 6 種。由地表螃蟹的調查結果可以發現大潭 G2 的螃蟹族群量最大，代表此區域較合適螃蟹棲息。調查結果的標準差大可能是因為藻礁區域孔隙較多，而且各種不同微棲地非常豐富，導致物種非隨機分布。此物種分布以目前只有三季的研究資料尚無法預測，因而造成誤差較大的狀況發生。

藻礁區域的螃蟹多棲息於礁體及礫石的縫隙，而殼狀珊瑚藻造礁時形成了大量的孔隙，這些孔隙最後被生物利用。因此當礁體越完整所以提供的棲息空間也越多。大潭 G2 的礁體相對於其他調查樣區完整，雖然部分礁體已被人為破壞，但礁體結構較完整，沒有混雜礫石。推測可能是這個原因使大潭 G2 的螃蟹族群量較高。目前僅調查三季的資料，需要更長期的資料蒐集才能提供更明確的資料。

3.4.4 裸胸鯨

裸胸鯨是潮間帶生態系的頂級消費者，以捕食魚類及甲殼類為食，棲息於礁岩縫隙。本研究於 2017 年捕捉螃蟹時，同時捕捉到裸胸鯨，才開啟了裸胸鯨調查計畫。調查結果發現大潭 G1 及 G2 的數量估計有 1,725 隻以上體長超過 50 公分的個體，其他區域只捕捉到零星個體。由此結果推測大潭 G1 及 G2 的生態狀況較佳。原因推測是大潭藻礁的礁體結構較完整，提供了較多的孔隙可以作為裸胸鯨的棲地。此外大潭 G1 及 G2 只有小河川及伏流水從高潮

位沙灘上滲出，並無大條河流注入，代表外來的污染物較少，使大潭區域的健康狀況較好。

3.4.5 桃園地區的蟹類與人之間的關係

多樣性的海岸環境讓桃園擁有種類豐富各種海岸蟹類，這些蟹類也已經提供桃園人相關的經濟收入、食用、娛樂及生態教育等多方面的貢獻。由於桃園海岸具有獨特的藻礁棲地，藻礁蟹類的特殊性可以提供比其它類型岩礁海岸更多元的功能及利用性，而沙灘、泥灘、紅樹林及海岸林蟹類又可以輔助增加藻礁蟹類的利用多元性。

桃園藻礁的平坦岩礁地形提供了比珊瑚礁、砂岩及礫石等各類岩礁海岸更輕鬆、安全的遊憩與生態環境教育環境。恆春半島的岩礁海岸大多十分崎嶇難行，落差亦大，更常有寬闊潮溝導致一般民眾無法順利橫越。在先天自然環境不佳的情況下，絕大多數人並不適宜在此種類型岩礁進行蟹類或其它海洋生物的生物觀察，僅少數較平坦的區域適合做為一般民眾進行生態教育的場域。蘭嶼、綠島等地的珊瑚礁海岸亦有類似之情況。而北海岸、東北角的砂岩海岸岩礁表面較為滑溜，除非穿著特殊防滑鞋，穿著一般鞋類在此等環境行走容易滑倒受傷。砂岩海岸的潮池較少，也因為砂岩孔隙較少，生物不易有躲藏的地方，所以海邊蟹類集中在低潮帶附近棲息及活動，而東北季風造成的瘋狗浪增加民眾落海的風險。桃園的藻礁地勢平坦、落差小，岩礁表面也較為容易行走，岩礁潮間帶又相對廣闊，潮池數量多，提供大範圍安全遊憩及生態觀察環境。

桃園藻礁目前擁有比台灣其它岩礁海岸更適宜進行觀察的蟹種及更豐富的蟹類族群數量，可提供民眾更容易、更豐富的生態觀察條件。台灣其它的岩礁海岸的主要優勢物種是方蟹，是行動敏捷且相對敏感的蟹種，一般人不容易進行其行為觀察。桃園藻礁數量最豐富的蟹類是兇猛酋婦蟹及梭子蟹類。兇猛酋婦蟹的行動遲緩，對人的接近反應也比較不敏感，一般民眾容易近距離進行觀察。梭子蟹類則主要棲息在潮池中，也是容易進行近距離觀察的蟹種。而這幾種蟹類在藻礁的龐大族群數量，提供觀察各種蟹類行為的機會。此外，桃園藻礁具有地緣之便，與北台灣廣大的都會人口距離較近，更容易吸引一般民眾前往藻礁進行各種活動。

桃園藻礁部分種類蟹類具有生物毒性或有被重金屬或其它有毒物質污染，食用需要謹慎。棲息在藻礁的兇猛酋婦蟹及正直愛潔蟹 (*Atergatis integerrimus*) 都是已被證實具有生物毒性的毒蟹 (洗宜樂 & 鄭明修, 2005)。雖然這兩種毒蟹的生物毒性不算太高，但大量食用還是有風險。此外，由於桃園在地居民仍然持續在海岸地區捕捉魚類、蟹類及各類海洋生物食用。而桃園地區海岸面臨各種污染問題，因此政府有責任確認棲息在此地的蟹類及各種海洋生物是否有遭受污染，避免民眾食用到遭到污染的海產，維護國民健康。

3.5 結論

本研究結果顯示藻礁生態系是螃蟹的重要棲地，共發現 14 科 52 種，僅次於台江國家公園。在比起白玉、大潭 G1、G2 以及位於觀新藻礁生態系保護區內的保生、永興、永安六個樣區中，以大潭 G1 及 G2 礁體上蟹類豐度最高，表示大潭藻礁是研究範圍內最優良的棲地。地表螃蟹數量最多的是兇猛酋婦蟹，主要出沒於夜間中潮位處。礁體內數量最多的物種是小型小相手蟹，在高潮位或中潮位區域全日都可以發現牠。以研究計畫的資料估算此區域的螃蟹，大潭 G1 及 G2 兩區估計有 $16.4 \text{ 萬} \pm 25.8 \text{ 萬}$ 隻兇猛酋婦蟹及 $2137.3 \text{ 萬} \pm 3936.5 \text{ 萬}$ 隻小型小相手蟹。調查結果的標準差大可能是藻礁區域孔隙較多而容易躲藏，調查不易，加上各種不同微棲地非常豐富，需要增加採樣樣本數，進行更細緻的長期研究，才能些許描述藻礁生態系的複雜性與獨特性。在調查項目外發現大潭藻礁的裸胸鯪種類豐富，連續兩年的捕捉紀錄與分別估算，都顯示大潭 G1 及 G2 的潮池區，至少有 5 種裸胸鯪，總數量估計更超過 1,725 隻體長大於 50 公分的個體。表示該區有豐富的食物供給，足以支撐這個族群，亦即大潭藻礁生態系是六個研究區域中最健全的。

綜合本研究結果顯示大潭藻礁 G1 與 G2 區的生態狀況最佳，但目前短短三季 9 個月的研究僅初步理解生態系裡的物種數量、物種的豐度及其可能的分布位置，提供桃園海岸潮間帶區域蟹類物種的基礎資訊。下一階段重要的課題是釐清造成大潭藻礁 G1 及 G2 區域生態狀況最佳並支撐著北臺灣西海岸漁業收穫的原因。然而此區域目前面臨大型開發案的壓力，一旦開發可能會造成不可逆的破壞，只有將大潭藻礁 G1 及 G2 區劃設為野生動物保護區，才能保存全球獨有的淺海藻礁生態系海岸。

桃園獨特的藻礁海岸是造就此區極高生物多樣性及豐富族群的關鍵原因。藻礁是目前在地居民生活最常利用的一種棲地類型，也已經成為國人親近了解海洋的一個重要媒介。平坦安全的環境、獨特豐富的蟹類、富饒的生態環境，結合觀音、新屋地區特有的農業與客家文化，正是實踐所謂「里山精神」的最佳選擇。

3.6 預期效益

1. 可量化效益

指標項目	單位		
		預期目標	實際達成
創造就業機會數	人	9	9
帶動年度農業及農村休閒旅遊人次	人次	50	300
螃蟹族群調查	次	6	19
螃蟹種類調查	次	10	32
洄游性蟹類降海時間調查	次	4	17

2. 其他政策效益或不可量化效益：

- (1) 增進對藻礁生態系的認識。
- (2) 了解藻礁生態系對於在地居民的重要性。
- (3) 增加環境教育題材。

3.7 參考資料

- Lancia, R. A., J. W. Bishir, M. C. Conner, and C. S. Rosenberry. 1996. Use of catch-effort to estimate population size. *Wildlife Society Bulletin* 24:731–737.
- O’Dowd, D. J. & Green, P. T., 2010. Invasional meltdown: do invasive ants facilitate secondary invasions? *Ant Ecology*, pp. 271-286. New York, USA: Oxford University Press
- 內政部。2017。大肚溪口重要濕地(國家級)保育利用計畫(草案)。行政院內政院。119頁。
- 王士偉。2010。找礁?藻礁?找藻礁?自然科學博物館館訊 275: 1-8。
- 台江國家公園管理處。2013。蝦蟹寶貝:台江蝦蟹螺貝類圖鑑。台江國家公園管理處。239頁。
- 史金燾、呂光洋、王嘉祥。1991。淡水紅樹林沼澤區蟹類相及十種蟹類的活動週期。台灣省立博物館年刊, 34:121-140。
- 何平合、洪明仕。1997。新竹市海邊的螃蟹。新竹市政府。122頁。
- 何平合。2002。台灣溪流中的蝦兵蟹將。科學發展 352: 12-19。
- 李坤璋、林惠真。2017。跟著科學家一起探索藻礁—藻礁觀察與研究。科學月刊 48: 688-691。
- 洗宜樂、鄭明修。2005。澎湖的蟹類。行政院農業委員會水產試驗所。239頁。
- 林幸助、徐顯富、廖偉勝、李承錄、劉弼仁、林綉美。2013。桃園藻礁的生物多樣性。濕地學刊, 2:1-24。
- 林俊全。2010。台江國家公園資源整合性系統研究發展規劃。台江國家公園管理處。160頁。
- 林惠真。1998。高美溼地生物資源。台中縣政府出版。
- 林惠真。2018。107-108年度高美重要濕地(國家級)基礎調查計畫。
- 曾晴賢。2002。台灣河川洄游生物的習性。科學發展 352: 4-11。
- 劉烘昌、李家維。1994。新竹香山潮間帶之螃蟹。海岸濕地生態及保育研討會論文集。中華民國野鳥學會。p.103-113。
- 劉靜榆。2017。臺灣西北部藻礁海岸重金屬污染分析。台灣生物多樣性研究, 19: 49-95。
- 蔡鵬如、謝韻婷、林惠真。2017。海堤型式對陸蟹通行之影響: 高美濕地的陸蟹保育困境。第39屆海洋工程研討會論文集, p.401-405。

四、南桃園藻礁海河水系水生無脊椎動物多樣性與社區保育

摘要

桃園藻礁是由殼狀珊瑚藻為主要建礁生物所形成的礁體，北起竹圍漁港，南至永安漁港，總長大約有 27km，為世界少有的自然地景，與一般珊瑚礁不同的是藻礁藉由殼狀珊瑚藻層層堆疊，結構較為鬆散，形成的孔隙多，利於其他共棲物棲息，藻礁過去為沿岸居民漁獵、採食及遊憩的重要場域，蟹蟳、石斑、龍蝦及螺貝等等皆為常見的自然資源，隨政府工業政策開發，上游帶來汙染，沿岸棲地的破壞，藻礁豐富的生態資源已逐漸凋零，撿拾漁業等活動也漸式微，看似荒涼的藻礁目前究竟還存有那些生物、尤其是隱藏在藻礁底內仍有那些物種、藻礁是否仍維持著健康的生態功能已成為需要關切的問題，另外上游河川以及桃園特殊的埤塘文化串接著整個淡水水系至藻礁的河海生態系，埤塘河川的水系品質影響著藻礁的未來，也關係著居民的生活，因此本計畫以透過潮間帶藻礁底內以及上游埤塘河川水域的水質及水生生物調查，不僅要瞭解物種多樣性及豐富度，更期望透過建立物種資料庫，作為未來保育復育規劃及經營管理的參考依據。調查區域包含沿岸藻礁五處樣站以及相關五條河川之上下游，河川部分另進行水質採樣分析。

調查結果顯示，五條與藻礁相關聯的河川水質不管在乾季或雨季多數呈現不佳的狀況，顯示這些水系可能存在長期性的污染，並意味桃園藻礁生態仍處在汙染的威脅下。另在河川調查中捕獲毛蟹及字紋弓蟹等降海產卵的兩側洄游物種，顯示藻礁為重要的生物遷移廊道，藻礁的破壞將導致上游部分物種的消失；藻礁底內生物多樣性研究共記錄到軟體動物門、節肢動物門、環節動物門及星蟲動物門...等 8 門共 44 科超過 50 種之底棲內棲動物（底內動物），平均每立方公尺估算可達 6,738 個體數，參考相關團隊在此海域發現裸胸鯙及至紅肉雙髻鯪等食物鏈頂端大型物種的調查結果，本計畫所發現這些豐富的底內動物，可推測為藻礁生態食物鏈底層建構的基礎之一；此外，為建立自埤塘河川至藻礁的物種資料庫，本計畫並導入 DNA 生命條碼（Barcode）的分析，已獲取藻礁底內生物及河川原生物種共計 118 個個體序列，結果發現分子資料提供的多樣性資訊遠超過傳統型態分類所的高，這些分子資訊可提供至基因資料庫作為後續針對小型無脊椎動物如多毛類及星蟲等類群進行多樣性研究的重要資料，同時也是支持藻礁物種多樣性及其重要棲地的證據。

本子計畫結果指出，藻礁為桃園台地之淡水水系內兩側洄游生物完成生活史的重要關卡，包括水域調查到的毛蟹和字紋弓蟹，以及鱸鰻等重要常民生活的民生物種。此外，本研究調查藻礁內的內棲動物多樣性遠高過過去文獻所報導，而這些物種都是維繫藻礁生態系食物鏈底層的基礎。而遺傳多樣性 Barcoding 分析結果更凸顯現有分類學資訊仍有許多未被記錄過及描述過的新種在藻礁礁體內棲息。然而，雖然注入 G2 藻礁的小飯壠溪上游有較高的物種多樣性，但是其下游面臨著汙染及棲地破壞等衝擊，汙水及河口棲地的破壞，將影響注入藻礁區的水質，而汙水注入將降低藻礁生態的復原力或韌性，影響藻礁面臨衝擊時造成無法恢復的改變。

4.1 計畫目標

4.1.1 序言

桃園藻礁北起竹圍漁港，南至永安漁港，主要礁體坐落於觀音及新屋行政區，藻礁的生存與保育與政府的發展政策及沿岸及上游社區常民生活息息相關，行政院農委會對於持續引領台灣農業發展的目標中，主要重點為落實永續農業，維護自然生態環境，發展樂活農業，提供舒適社區生活，桃園縣政府即於民國 99 年的桃園縣區域計畫草案中，對於觀音鄉及新屋鄉的鄉鎮市發展定位為環保科技，休閒農業，漁米之鄉及田園農莊(中華民國都市計畫學會, 2010)，在這兩鄉豐富的農漁業為基礎上，推動發展休閒農漁業已經成為主要復興社區的重點，此架構下，了解區內生態環境特性與特色生物為首要需獲取的資訊。

人類的活動歷史往往與水域河系緊密鏈結，桃園台地的水系除了湖口台地呈「樹枝狀水系」外，主要是接近放射狀水系之型態向海岸輻射，河流短小，且未與來自中央山脈之河流連接而自成一系統，形成水源不足的問題，早期居民即挖鑿埤塘以灌溉農作，因此桃園擁有全台密度最高的埤塘，具有千埤之鄉的名號，隨著後來水圳及水庫陸續完成，水源問題逐漸解決，但也因政府工業開發政策，農業式微，留下許多失去水利灌溉作用的埤塘，工廠林立也對鄰近的河川帶來嚴重的污染，現今埤塘該如何利用、如此特色的水系文化如何與社區發展結合已經成為一個重要的課題；在如此變革轉型的工農業發展下，陸域天然或人為形成的地形、地質、植被以及土地利用狀況，不僅決定河川的型態，並影響河川內包括水流、水生生物棲地、水質、能量來源與流動的環境，這些非生物性的環境因子決定了各種生物種類是否能在該環境中生存及其分布範圍，影響了魚蝦蟹貝等群聚結構及其特性，目前在桃園的這些埤塘及河川內仍存在那些水生生物?是外來或原生種類?該如何利用甚至保育，這些資訊會是未來規劃農漁業發展的核心資訊。

沿水系而下，居處於桃園海岸沿岸的藻礁生態圈所承受的則是所有上游帶來的衝擊，上游的人為開發不僅可能影響藻礁生態環境也可能改變沿岸居民的生活方式。以加勒比海地區為例，大約 80% 的海洋污染是來自於陸地的活動，隨著沿海地區的人口發展，人為活動改變了地貌，增加來自陸地的逕流並往往帶著由陸地沖刷來的大量泥沙、農業區的污水和包含石油產品等廢水排放，最後污染了沿岸生態；而太平洋沿岸的帕蒂亞河改道也造成重大環境影響，包括分流河道沖刷、泥沙淤積、海岸三角洲前緣侵蝕、紅樹林滅亡，不僅造成陸地交通和運輸脈絡遭受困難，漁業資源也因而改變，進而改變了沿岸居民的生活方式(Restrepo & Alvarado, 2012)。

由於桃園地區長期的工業發展與持續的人為活動，上游河川匯集各樣的陸源物質並最終輸入沿海藻礁，造成藻礁生物的生存壓力，在藻礁可能遭遇到的開發作為及期望的永續利用管理政策下，了解藻礁內的現存物種與分布特性相形重要；桃園藻礁是由殼狀珊瑚藻為主要建礁生物所形成的礁體，殼狀珊瑚藻屬於紅藻門、真紅藻綱、珊瑚藻亞綱(Steneck 1986)，其生長方式是匍匐的片狀鈣化覆蓋於堅硬基質上，因其生長速度緩慢，層層堆疊覆蓋而形成的藻礁之中

有許多孔隙，可提供許多海洋生物棲息、覓食及繁衍（Steller et al. 2003），除了殼狀珊瑚藻，藻礁的硬質結構，也附生許多的藻群，包含各類微藻及大型藻類，提供了高基礎生產力。這些特徵使得藻礁擁有很高的基礎生產力、豐富的多樣性及生物量，加上因棲地結構複雜，藻礁內蘊含了豐富的底棲生物，包含海綿、腔腸動物、軟體動物、棘皮動物及甲殼動物等(Dai et al. 2009, 林等人 2013)，豐富的多樣性則支持著藻礁包含魚類及水鳥等的頂級掠食者，過去 Dai et al. (2009)、劉等人 (2012)及林等人(2013)的團隊生物多樣性調查中，記錄到的底棲物種數各別有 59、48 及 65 種，林等人(2013)調查底棲生物總豐富度數估計更可達每平方公尺 4,867 隻，雖因季節及地區環境的不同，物種多樣性及豐富度也相差甚多，其報告中仍可見底棲動物的高生物多樣性。藻礁的底棲動物可分為底表及底內動物，大多數，尤其是底內動物是屬於移動緩慢或為固著生活的物種，無法快速移動以躲避外在環境的改變，在藻礁生態區域仍存在各式人為活動的威脅下，建立藻礁底內動物的物種資料庫及了解其分布狀況，為本計畫的核心目標。

4.1.2 目標

桃園西北部至沿海區域早期農漁牧興盛，然而近代社會經濟結構的改變加上社區經營方式及人口變化，使得社區農地利用方向朝向調整成社區的地景文化。而其中重要的農業用水需求，以及水源供應方式影響社區傳統的水環境，許多灌溉埤塘的功能消失，深水井的使用造成地下水水位下降，直接或間接影響河道水位，河道水量減少，對水生生物族群造成影響，再者，陸地逕流水受到鄰近土地民生、農業及工廠排水的影響，在部分河道造成不同程度的汙染，造成河川生產力下降，也影響到生物棲息的適合度，這些汙染河道形成非物理性的棲地破碎化，而這樣汙染的水體，注入藻礁區域將間接影響藻礁棲地品質下降，進一步衝擊附著及內生底棲動物的群聚。

要重建鄉村產業，須以里山里海倡議的立基點，基於森里海生物資源永續利用的概念下，本計畫擬進行探討桃園觀音及新屋一帶的河流埤塘水系至藻礁區域環境的水生內棲動種，以確認區域內物種多樣性及豐富度之現況。

為了瞭解物種多樣性，特別是藻礁內的內生性的無脊椎動物，除了以傳統分類方式鑑定物種外，並導入DNA生命條碼(Barcode)的分析。生命條碼分析已為近期調查生物多樣性所需的必要工具之一，可根據選擇的DNA片段對特定族群解析至物種級別（Leray et al. 2013），現今加上蓬勃發展的次序代基因定序（Next Generation Sequencing, NGS），單一次定序可以解析多個樣本數(metabarcoding)，故針對大量的調查是很有利的研究方法，可輔助建立當地種源資料，以利生物資源永續利用，進行復育保種經營管理之科學依據。整體計畫進行項目包括：

- (1). 針對桃園五條水系(包含大堀溪、觀音溪、新屋溪、小飯壠溪及社子溪)以及相關的埤塘，進行水生生物調查，並於各河川採取部分水體進行水質分析，評估河川品質。
- (2). 於北自大堀溪南至社子溪範圍內，選擇五處的藻礁區域進行礁底內動物的多樣性及豐富度調查，進行一年內兩個季節的採樣，了解物種組成及分布。

(3).針對藻礁礁區水生生物物種及社區常民生活利用之水生生物物種進行 Barcode 定序，建立生物物種資料，以利將來進行族群辨定，可供將來地方政府或社區進行復育時種源選取之科學依據。

4.2 實施方法與步驟：

完成項目為 1.藻礁關聯之淡水水系河川、埤塘之水生動物物相調查 2.藻礁礁區底內動物相調查(底內附著生物調查)。3.藻礁內棲物種之確定：如多毛類、螺貝類、星蟲等。4.鄉土利用如牡蠣、珠螺、鐘螺、海瓜子簾蛤、洄游性物如毛蟹等物種之遺傳資料收集及族群判定。

4.2.1 材料方法及步驟

(一).計畫實施範圍

本實驗於桃園觀音溪、新屋溪、小飯壠溪及社子溪，從上游至河口，以及大的埤塘中採三個隨機樣點。藻礁進行五個樣點採樣，包括永安、永興、大潭兩個樣點(G1 及 G2)及白玉，每個樣點並分高、中及低三個潮位進行隨機取樣。

(二).採樣方法

調查項目包括藻礁礁區螺貝蝦蟹等底內無脊椎動物調查以及相鄰溪流水域水生物種調查。調查頻率以乾濕兩季各 1 次，進行定性及定量調查。

1.藻礁區底內動物調查: 以貝蝦蟹為主及其他無脊椎動物為調查對象，每個採樣點設置大小 20cm*20cm 採樣樣框，並向下鑿取約 20cm 的立方塊，以低溫攜回實驗室，由於底內動物為鑽孔或孔隙內生，後續以鑿石擊碎石塊後，進行篩洗，挑選出可目視的物種，計其種與量。

2.淡水水生動物及水質調查，包括魚類及底棲蝦蟹螺貝類，採行的方法如下，並依現場條件進行調整，(1).蝦籠誘捕法：於漁具內放餌以吸引魚蝦蟹進入，各測站分別設置 2 或 1 個漁具，放置 1 夜。(2).地籠誘捕法：又稱長城網或蛇籠，在網籠中，放入誘捕之餌料，以吸引中小型魚進入陷阱籠具中，此為有效的採集方法，可以記錄更加完整的湖泊、野塘或溪流河川的淡水魚相，彌補其他採集方法調查資料的不足。(3).撈網採集法：主要用於貝以及環節動物的採集，以 50cm*50cm 為採集面積。(4).澤蟹目視調查法：到達監測範圍時，保持寧靜勿驚動棲地內澤蟹，目視並估算 1m² 面積內有多少澤蟹，然後採集拍照再釋放，最後再計算地表 1m² 面積有多少澤蟹洞穴。水質方面，於各河川之河口(下游)及上游進行水體採樣，水質分析項目之溶氧、pH 及鹽度等，於現場量測，另取部分水體以低溫運送攜回實驗室，進行生物耗氧量(BOD)、水中懸浮顆粒(SS)以及氨氮(NH₃-N)等測定。

(三).物種鑑定及名製作物種鑑定資訊參考科研網站及科學圖鑑，如下：王及劉，2010；李榮祥，2001；施；1994。招潮蟹；堵，1993；黃及林，2012；邵等，2008 及台灣物種多樣性 II.物種名錄。物種鑑定資訊參考科研網站及科學圖鑑，如下：Abbott and Dance (1986)；Habe and Ito(1991)；Habe and Kosuge (1991)；Habe(1977) ； Habe (1989)；Kira (1989), Lai (1986), Lai(1987) , Lai(1990).Lai (1998), Okutani (1996), Okutani (2000), Springsteen and Leobrera (1986) ，以及邵等 (2008)台灣物種多樣性及黃及茂(2012)。所記之種依據邵廣昭等主編的「2008 臺灣物種多樣性 II.物種名」(2008) 、中央研究院生物多樣性研究中心之臺灣貝資料庫(<http://shell.sinica.edu.tw/>)、行政院農業委員會於中華民國 98 3 月 4 日農務字第 0981700180 號公告之「保育野生動物名」製作依據邵廣昭等主編的「2008 臺灣物種多樣性 II.物種名錄」(2008)。分類主要參考津田(1962)、川合(1985)、松木(1978)、康(1993)、農試所(1996)、徐(1997)等研究報告。

(四).生命條碼分析: DNA 萃取方面，1.較大型物種樣本之生命條碼分析，如貝類多毛類等，先個別挑出並以形態鑑定並保存於酒精樣本後，以 DNAeasy Boold & Tissue Kit (Qiagen)抽取 DNA 片段。2. Metabarcoding 的樣本，每個樣點採取兩個 20 立方公分的底質樣本，以均質機攪碎後，拿取 10 克以 DNAeasy PowerMax Soil Kit (Qiagen)抽取 DNA。3. DNA 片段擴增及定序，用來進行生命條碼分析的區域為粒腺體 DNA 的 cytochrome c oxidase I (COI) ，引子為 Geller et al. 2013 的 jgLCO1490(5'- TITCIACIAAYCAYAARGAYATTGG -3') 及 jgHCO (5'- TAIACYTCIGGRTGICCCRAARAAYCA-3')，序列長度約 658bp。因為使用 Illumina Miseq 來進行定序，序列長度無法使用超過 600bp，故用來進行 metabarcoding 的引子為基於 Leray et al. 2013 所使用並於 Wong et al 2014 修改過的 mlCOIintF (5'- GGWACWGGWTGAACWGTWTAYCCYCC - 3') 及 jgHCO2198 (5'- TAAACTTCAGGGTGACCAAARAAYCA - 3')，序列為 Geller et al.2013 的中後段，長度為 313bp。PCR 條件皆照引子使用文獻執行。增幅成功的樣本送至基隆米克斯生技公司進行定序。Metabarcoding 的定序條件使用 Illumina MiseqNe 所建議的程序執行。4.後續比對分析: 生命條碼定序的結果以 blast 比對 NCBI 資料庫，並下載屬內相近的 NCBI 物種，以 MEGA7 建構 Maximum Likelihood 親緣關係樹。Metabarcoding 的分析則使用 QIIME2 的 pipeline，首先使用 DADA2(Callahan et al. 2016)進行資料的品質管制(quality control)，R1 跟 R2 序列分別切除 35bp 的引子，並移除低品質的序列。執行 q2-phylogeny 的外掛程式將序列排序後使用 mafft 計算親緣關係樹，這將會使用在後續的多樣性分析中。接續使用 QIIME2 的 q2-diversity 的外掛程式以進行 α 及 β 多樣性分析，使用的序列數量為所有樣本中的最低序列數 63,657 條，其他設定皆為 q2-diversity 的外掛程式基本設定值。 α 多樣性分析包含：Shannon-Wiener Index 夏儂-威納指數 (估算物種多樣性的高低)，Faith's Phylogenetic Diversity (以物種親緣關係樹來定性的測量的物種豐富度指數，PD 指數)，Pielou's Evenness 物種均勻度指數 (估算物種中個體的相對豐富度或比例)進行估算。 β 多樣性使用 Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA,

Anderson 2001)來分析族群之間的差異性。以主座標分析 (principal coordinates analysis, PCoA) 呈現各樣點底內生物的組成相似度。最後做稀釋曲線分析 (rarefaction curve analysis)，瞭解各樣點底內生物多樣性所採樣的完整性。

(五).水質分析

水質調查方法係依據水質檢測方法總則(環檢所，NIEA W102.51C，2005)及河川、湖泊及水庫水質採樣通則(環檢所，NIEA W104.51C，2004)進行採樣及調查。水質採樣設備以甘末爾 (Kemmerer)採水器採集河川中層水。水質因子測定分為現場水質測定及實驗室水質分析兩大類，皆參考環檢所之採樣規範進行量測分析。現場水質測定以 Hydrolab (mini sonde 4A, USA)測定現場水體溫度(環檢所，NIEA W217.51A，1999)、溶氧量(環檢所，NIEA W455.52C，2012)與 pH(環檢所，NIEA W424.52A，2008)等水質資料。實驗室水質分析主要將樣點水樣低溫採回後做進一步的水質檢測分析，其檢測項目包含總懸浮固體(環檢所，NIEA W210.58A，2013)、生化需氧量(環檢所，NIEA W510.55B，2011)及水中氨氮(環檢所，NIEA W448.51B，2005)。所有儀器在使用前皆經標準品校正，水質樣本分析每測定 10 個樣本後進行一次標準品測定，回收率控制於 5%以內，若超出則重新繪製檢量線並重新測定。

4.3 調查結果

4.3.1 調查完成項目

今年度已完成二次季節性(乾季及雨季)採樣及調查項目，分別於 2018.03.31~04.03 進行探勘及初步採集、2018.04.30~05.02 進行乾季調查採樣，2018.08.11~08.14 及 2018.09.04~09.06 進行雨季調查採樣，另於 2018.09.11~09.12 進行埤塘調查採樣，期間並已進行實驗室各項分析工作；各採樣點如圖 4-1 所示，藻礁海域潮間帶共完成五個採樣樣站並進行高、中及低潮位採樣，五樣站由南至北分別為永安、永興、大潭 G2、大潭 G1、及白玉；淡水水系調查方面，與藻礁五個測站相關的溪流原選擇觀音溪、小飯壠溪、新屋溪以及社子溪等四條河川，調查時增加大堀溪，較能完整對應五個藻礁樣站、各河川進行河口及其上游採樣，其中小飯壠溪河口有兩處，分為北河口及南河口，北河口可能為伏流水流出；埤塘調查方面，則選定三處未承租給養殖戶的野埤，分別為水利會代號為 10-16(深埤)、10-19(大坡腳埤)及 11-20(紅塘埤)。採獲之生物樣本攜回實驗室後已完成物種鑑定，部分生物個體進行取樣，提供後續生命條碼(Barcode of life)定序分析。

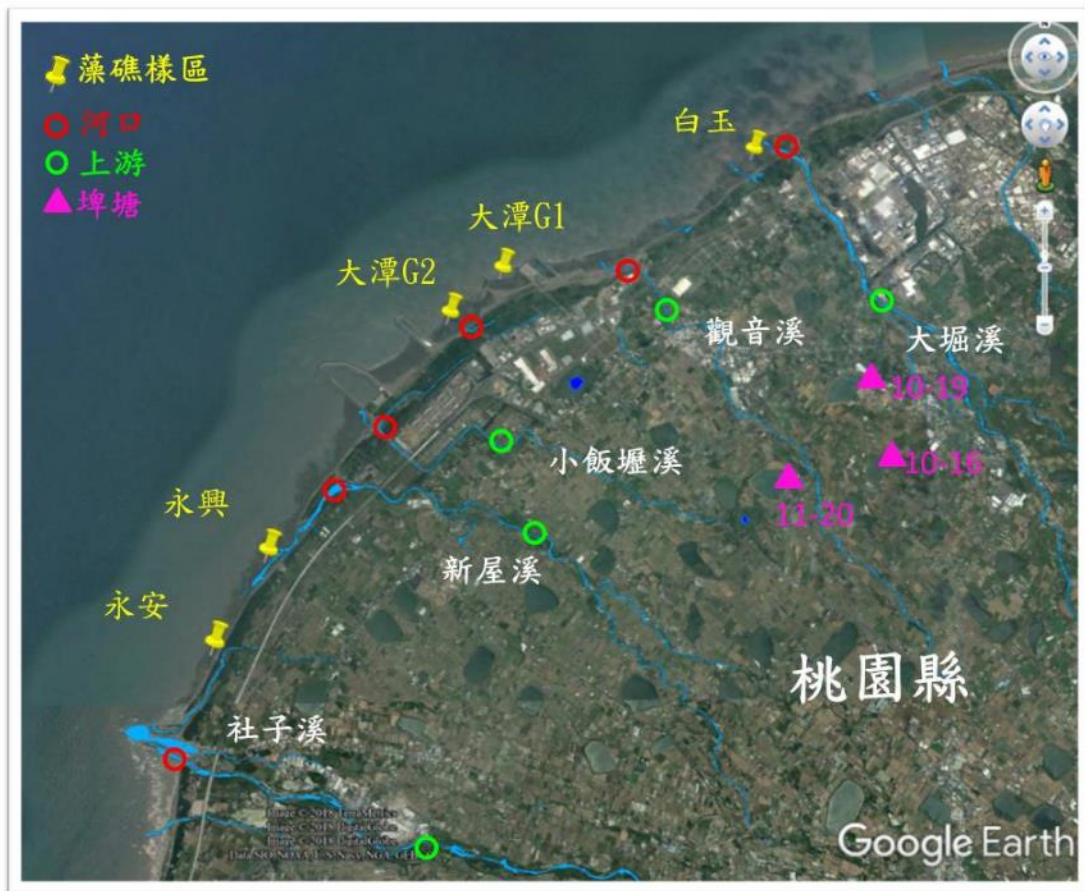


圖 4-1. 各採樣樣站位置圖。

4.3.2 淡水水域-埤塘河川生物相暨水質調查

1. 水質調查

水質檢測調查項目主要包括鹽度(Salinity, ‰)、酸鹼度(pH)、溶氧(DO)、生化需氧量(BOD)、懸浮固體(SS)以及氨氮(NH₃-N)，後以河川水質指數(RPI)進行分析，評估水質狀況；乾季水質資料經 RPI 分析結果顯示(圖 4-2)，多數樣站皆呈現水質差的狀況，而小飯壠溪河口更屬於非常差的水質，大堀溪及新屋溪上下游採樣點皆為水質差，顯示可能此河段水質皆屬不良，乾季水質調查僅觀音溪及社子溪上游呈現良好；雨季方面分析結果顯示(圖 4-3)，部分樣站水質狀況有改善的跡象，觀音溪、小飯壠溪及社子溪河口乾季時呈現水質差的狀況，雨季則為一般的水質，小飯壠溪河口也由非常差轉為差，大堀溪及新屋溪上下游河段則仍皆處於狀況差的水質，分析水質檢測各項數據，RPI 指數可分為四個階段(1、3、6、10)，數值越高代表狀況越差，參(表 4-1)，乾季時呈現水質差的樣站，指數達到 10(標示為黑體字)的水質項目主要為 BOD 及 NH₃-N 指數，顯示可能為水中的有機質偏高所造成，相同分析雨季水樣(表 4-2)，汙染指數顯示 BOD 及 NH₃-N 指數亦有偏高情形。

2. 水生生物項調查

各樣站埤塘河川生物相調查結果顯示並未觀察到澤蟹、絲蚯蚓等原本預期可能調查到的物種，生物採集方面，採用蝦蟹籠誘捕法，採集到的生物包含有脊椎動物門(魚類)、軟體動物門(螺)以及節肢動物門(蝦蟹類)等 3 門 11 科 14 種之水生動物；河川調查結果顯示，11 個樣站中，乾季調查有 4 個樣站捕獲水生生物(圖 4-4)，雨季時則有 9 個，乾季時(表 4-3)主要記錄到的生物有高體鱒、字紋弓蟹、日本絨螯蟹及日本沼蝦等原生物種，以及外來種的克氏原螯蛄(美國螯蝦)，雨季時(表 4-4)，增加勒氏笛鯛幼魚、大鱗龜鮫等汽水域洄游型的魚類，而乾季記錄到的物種個體數量在雨季顯示明顯增加，整體來看，小飯壠溪上游水域具有最多的水生生物物種及數量，具最高的歧異度指數值，社子溪上游則無論乾雨季皆未採集到水生生物。埤塘生物調查方面，置放於三個埤塘的蝦蟹籠僅記錄到極樂吻蝦虎及日本沼蝦兩個物種(表 4-5)，物種類單純。

3. 討論

桃園地區原主要為古大漢溪沖刷所形成的古石門沖積扇地形，後由於地殼的隆起而形成了桃園台地，此地質事件使原本滋養沖積扇的古大漢溪產生河川襲奪現象，主要水系由現今的桃園南端轉向合併於桃園北端現今的淡水河，造成原本水系支流流域面積變小，水源供應不再，水源的不足迫使早期以農為主的居民挖鑿埤塘以供儲水灌溉，密度極高的埤塘也造就千埤之鄉的名號，後經日據時代水利工程的進行，築造桃園大圳水系，串聯桃園台地的各處埤塘，解決水源不足的問題，但隨政府政策的施行，工業的興盛發展，農業作為趨於衰減，現今埤塘多利用於養殖，近期並因應中央綠能政策而漸有轉型光電開發的規劃，目前埤塘部分為私人擁有，

其他則歸水利會所管理，與本計畫最相關的水系區域埤塘主要由水利會觀音工作站所管轄，依據本計畫執行之訪查了解，水利會觀音工作站目前管轄 36 個埤塘，多數承租做為養殖，養殖主要為福壽、烏鰡(青魚)及少數鱸魚。目前大約有 6 池與河川連接，其餘水源皆來自於桃園大圳，六池中有兩池未承租且水源部分來自大堀溪，為本計畫調查的埤塘樣站，編號 10-16(深埤)及 10-19(大坡腳埤)，另外採集的編號 11-20(紅塘埤)水源純粹來自大圳，此三個埤塘目前皆未受承租利用，本調查採樣的結果僅發現極樂吻蝦虎及日本沼蝦兩個物種，很可能這些埤塘早期有承租養殖，清池等養殖作為導致物種簡化，後無引入來源因此受調查埤塘的物種顯為單調，另外一方面，本計畫以蝦蟹籠進行採樣，能捕獲的生物可能僅屬部分小型生物，據當地人表示，池中應有早期存留的養殖物種，參考桃園國家重要濕地資料庫管理計畫陂塘生態調查(2009)調查結果，其調查的 24 個埤塘中記錄到包括青魚、草魚、大頭鱧、鯉魚、泥鰍、吳郭魚等養殖目標魚類，甚有粗首馬口鱖及高體鰱鮠等溪流或埤塘的原生物種，顯示許多物種應能適應此埤塘環境，若能善加利用，或許部分尤其原與河川連結的埤塘能規劃作為物種保育利用，成為保源中心作為未來可能進行的水生物物種保育規劃基地。

桃園台地水系由於工業發展工廠林立，在早期缺乏環境保護的意識下多受到廢水排放污染，迄今仍常聽聞違法汙染廢水流入河川的事件，在本計畫的兩季調查結果即顯示，五條河川多數樣站經河川水質指數評估皆處於水質差的狀況，顯示可能存在長期性的汙染，成為水生物棲息的壓力，在雨季時較多的降雨則可能稀釋了汙染物；生物相的調查結果，多數河川上游物種數稀少且數量不多，其中以小飯壠溪上游的樣站生物相最為豐富，記錄到高體鰱鮠、台灣石鮒及羅漢魚等原生魚類，以及字紋弓蟹、日本絨螯蟹及日本沼蝦等原生蝦蟹類，顯示這些生物在水質不佳的環境中仍求得生存，唯採樣獲取的日本絨螯蟹及字紋弓蟹其甲殼皆明顯沾染黑色不明物質，代表此水體可能曾有非急毒性的汙染，雖未造成死亡，但實際對生物體的影響則未知，也印證此水域生物存活的壓力。另一方面，記錄到的日本絨螯蟹及字紋弓蟹皆屬於兩側洄游物種，成熟後須降海孵化幼生，幼生經成長後再回溯至上游生活，調查樣區的河川皆連結藻礁海域，顯示藻礁區域為這些生物的重要回溯廊道，若無適當維護，這些水域的洄游生物將無法完成生活史的循環。

表 4-1. 水質分析之乾季調查結果

乾季	大崛溪 (上游)	大崛溪 (河口)	觀音溪 (上游)	觀音溪 (河口)	小飯壠溪 (上游)	小飯壠溪 (南河口)	小飯壠溪 (北河口)	新屋溪 (上游)	新屋溪 (河口)	社子溪 (上游)	社子溪 (河口)
鹽度(0/00)	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0
pH	8.32	7.8	8.71	8.5	8.30	7.36	8.24	7.52	8.03	7.69	7.82
DO	6.90	6.9	9.2	6.2	6.20	5.40	5.00	6.80	5.2	6.05	2.00
BOD (mg/L)	10.59	5.00	4.18	5.17	4.84	15.95	18.70	9.69	7.59	4.96	11.70
SS (mg/L)	9.00	15.00	9.00	24.00	22.00	71.00	18.00	67.00	18.00	20.00	14.00
NH ₃ -N (mg/L)	6.7	12.45	0.435	0.4	0.435	2.3	0.33	5.2	1.63	0.445	5.45
DO(指數)	1	1	1	3	3	3	3	1	3	3	6
BOD(指數)	6	3	3	6	3	10	10	6	6	3	6
SS(指數)	1	1	1	3	3	6	1	6	1	1	1
NH ₃ -N(指數)	10	10	1	1	1	6	1	10	6	1	10
污染程度RPI	4.5	3.75	1.5	3.25	2.5	6.25	3.75	5.75	4	2	5.75
水質評估	Bad	Bad	Good	Bad	Medium	Very Bad	Bad	Bad	Bad	Good	Bad

註: RPI 指數可分為四個階段(1、3、6、10)，數值越高代表狀況越差。

表 4-2. 水質分析之雨季調查結果

雨季	大堀溪 (上游)	大堀溪 (河口)	觀音溪 (上游)	觀音溪 (河口)	小飯壠溪 (上游)	小飯壠溪 (南河口)	小飯壠溪 (北河口)	新屋溪 (上游)	新屋溪 (河口)	社子溪 (上游)	社子溪 (河口)
鹽度(0/00)	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
pH	8.40	8	9	8.8	8.30	8.6	8.40	8.10	7.8	8.20	8.50
DO	4.00	4.9	4.3	5.1	4.60	3.70	7.00	5.10	3.9	4.30	5.30
BOD (mg/L)	5.58	5.97	15.93	14.79	0.59	2.75	6.43	3.18	2.31	1.38	5.04
SS (mg/L)	31.00	21.00	15.00	13.00	19.00	14.00	149	17.00	33.00	15.00	16.00
NH ₃ -N (mg/L)	0.73	3.7	0.28	0.29	0.16	0.29	2.2	3.55	2.15	0.64	0.99
DO(指數)	6	3	6	3	3	6	1	3	6	6	3
BOD(指數)	6	6	10	6	1	1	6	3	1	1	6
SS(指數)	3	3	1	1	1	1	10	1	3	1	1
NH ₃ -N(指數)	3	10	1	1	1	1	6	10	6	3	3
污染程度RPI	4.5	5.5	4.5	2.75	1.5	2.25	5.75	4.25	4	2.75	3.25
水質評估	Bad	Bad	Bad	Medium	Good	Medium	Bad	Bad	Bad	Medium	Bad

註: RPI 指數可分為四個階段(1、3、6、10)，數值越高代表狀況越差。

表 4-3. 河川水生動物相之乾季調查結果

科名(中文/英文)	學名(中文/英文)		大堀溪	大堀溪	觀音溪	觀音溪	小飯壠	小飯壠溪	小飯壠溪	新屋溪	新屋溪	社子溪	社子溪
			(上游)	(河口)	(上游)	(河口)	溪(上游)	(南河口)	(北河口)	(上游)	(河口)	(上游)	(河口)
方蟹科 Grapsidae	字紋弓蟹	<i>Varuna litterata</i>		2		4							
	日本絨螯蟹	<i>Eriocheir japonicus</i>		1									
長臂蝦科 Palaemonidae	日本沼蝦	<i>Macrobrachium nipponense</i>					4						
蝨蛄科 Cambaridae	克氏原蝨蛄	<i>Procambarus clarkii</i>					2		3				
鯉科 Cyprinidae	高體鱒鰍	<i>Rhodeus ocellatus</i>					3						
物種數小計(S)			0	2	0	1	3	0	1	0	0	0	0
數量(N)			0	3	0	4	9	0	3	0	0	0	0
Shannon-Wiener's diversity index (H')				0.64			1.1						
Shannon-Wiener's evenness index E				0.92			1.0						

註：Shannon-Wiener's diversity index(H')表示多樣性指數；Shannon-Wiener's evenness index(E)表示均勻度指數。

表 4-4. 河川水生動物相之雨季調查結果

科名(中文/英文)	學名(中文/英文)	大崛溪 (上游)	大崛溪 (河口)	觀音溪 (上游)	觀音溪 (河口)	小飯壠溪 (上游)	小飯壠溪 (南河口)	小飯壠溪 (北河口)	新屋溪 (上游)	新屋溪 (河口)	社子溪 (上游)	社子溪 (河口)
麗魚科 Cichlidae	口孵魚 <i>Oreochromis</i> sp.		2				1					
鯉科 Cyprinidae	高體鯉鰱 <i>Rhodeus ocellatus</i>					9						
	台灣石鮒 <i>Tanakia himantegus</i>					2						
笛鯛科 Lutjanidae	勒氏笛鯛幼魚 <i>Lutjanus russellii</i>											1
	銀紋笛鯛幼魚 <i>Lutjanus argentimaculatus</i>		1									
鱮科 Mugilidae	大鱗龜鮫 <i>Chelon macrolepis</i>											1
花鱗科 Poeciliidae	食紋魚 <i>Gambusia affinis</i>						4		5			
鯛科 Sparidae	黑棘鯛 <i>Acanthopagrus schlegelii</i>						1					
福壽螺科 Ampullariidae	福壽螺 <i>Pomacea canaliculata</i>	8										
蜊蛄科 Cambaridae	克氏原蜊蛄 <i>Procambarus clarkii</i>			2								
方蟹科 Grapsidae	日本絨螯蟹 <i>Eriocheir japonicus</i>	3				2			3			
	字紋弓蟹 <i>Varuna litterata</i>					2	8					
長臂蝦科 Palaemonidae	日本沼蝦 <i>Macrobrachium nipponense</i>				1	11		3	3			
物種數小計(S)		2	2	1	1	5	4	0	3	1	0	2
數量(N)		11	3	2	1	26	14	0	11	3	0	2
Shannon-Wiener's diversity index (H')		0.59	0.64			1.32	1.06		1.07			0.69
Shannon-Wiener's evenness index E		0.85	0.92			0.82	0.76		0.97			1.00

註：Shannon-Wiener's diversity index(H')表示多樣性指數；Shannon-Wiener's evenness index(E)表示均勻度指數。

表 4-5. 埤塘水生生物相調查結果

科名 (中文/英文)		學名 (中文/英文)		10-16 (深埤)	10-19 (大坡腳埤)	11-20 (紅塘埤)
鰕虎科	Gobiidae	極樂吻鰕虎	<i>Rhinogobius giurinus</i>	1	7	13
長臂鰕科	Palaemonidae	日本沼鰕	<i>Macrobrachium nipponense</i>	1	0	3
		物種數小計(S)		2	1	2
		數量小計(N)		2	7	16

單位: 隻/次

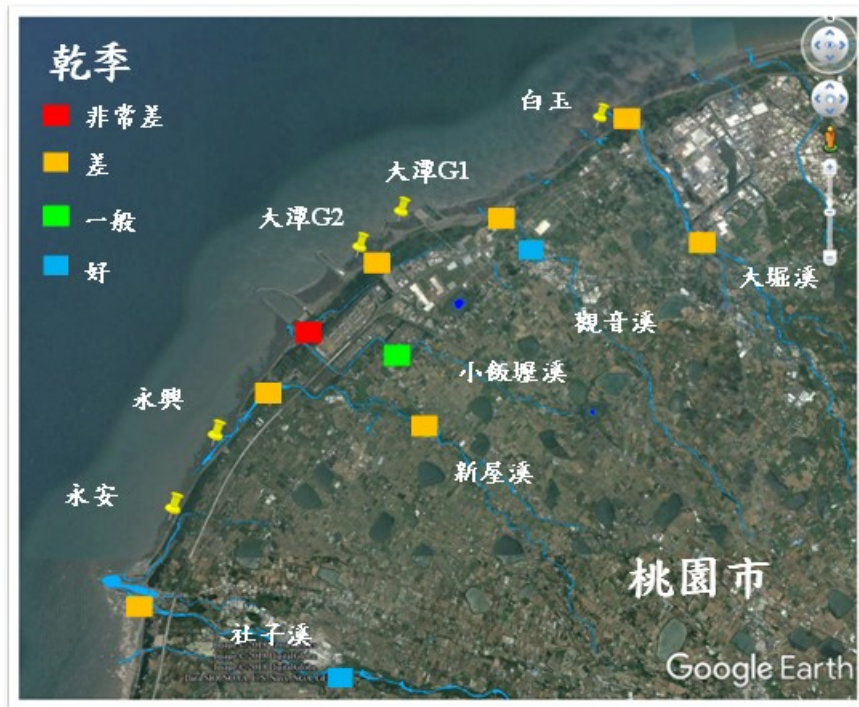


圖 4-2. 水質 RPI 指數評估之乾季調查結果示意圖。

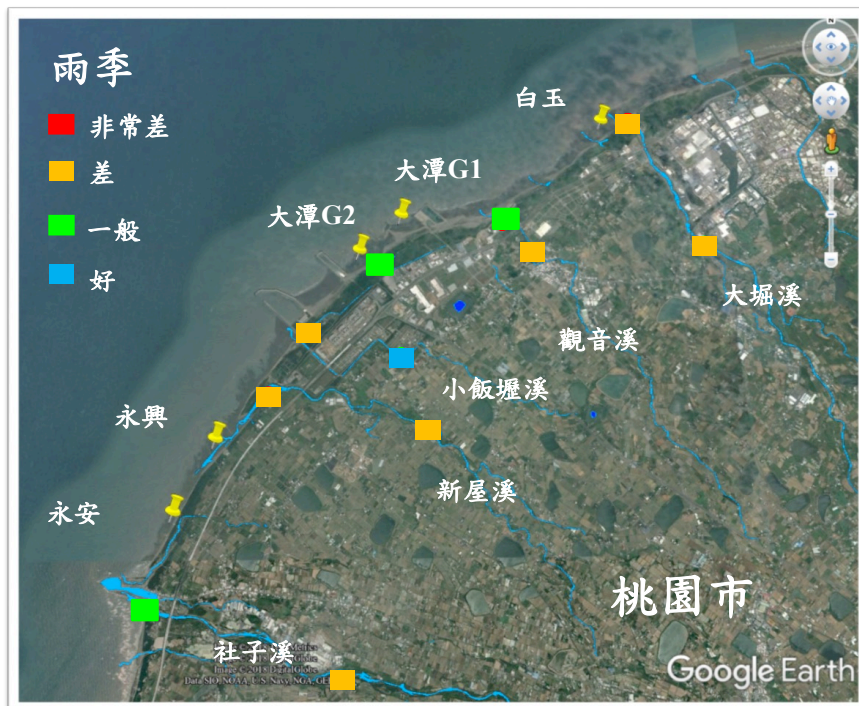


圖 4-3. 水質 RPI 指數評估之雨季調查結果示意圖。

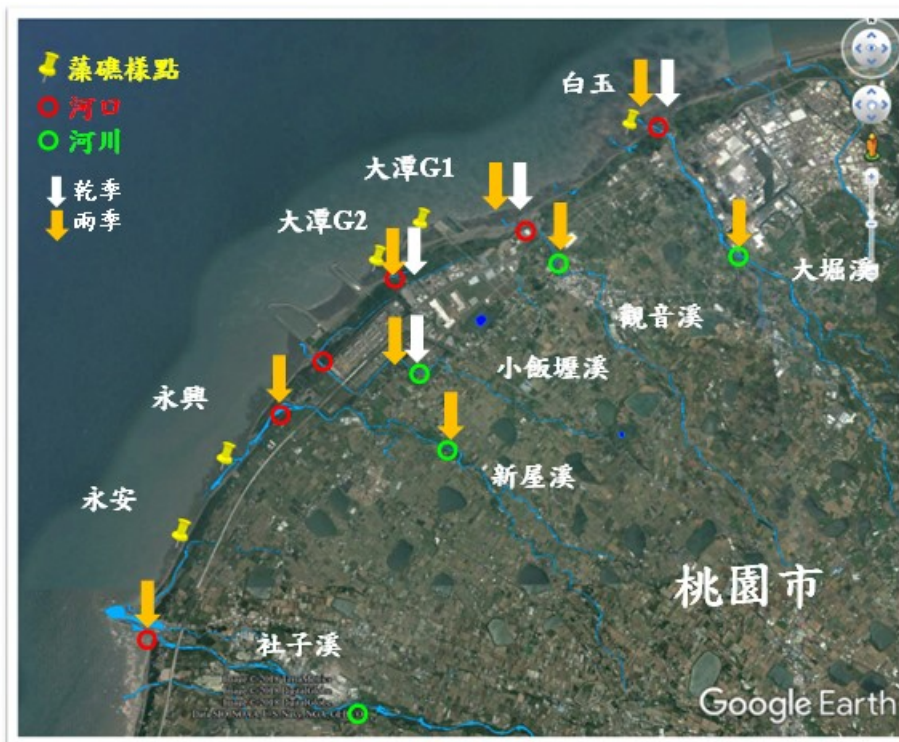


圖 4-4. 河川水生生物捕獲地點顯示圖

4.3.3 海域-藻礁底內生物相調查

整合各樣站藻礁底內生物相調查結果顯示(圖 4-5)，採集到的生物共有 8 個動物門，包括軟體動物門(主要為螺貝類)、節肢動物門(主要為蝦蟹類)、環節動物門(主要為多毛類)、星蟲動物門、扁形動物門、紐形動物門、棘皮動物門及刺絲胞動物門，共計有 44 科合計 1537 隻的底棲生物物種。其中佔最多數的為環節動物門的生物(33%)，其次則為星蟲動物門(29%)，二者佔所有生物數量的 60%以上，再則為節肢動物門(23%)及軟體動物門(14%)，其他 4 個動物門生物量少，大約僅占 1%，因此本報告主要以環節動物門、星蟲動物門、節肢動物門及軟體動物門進行分析討論。

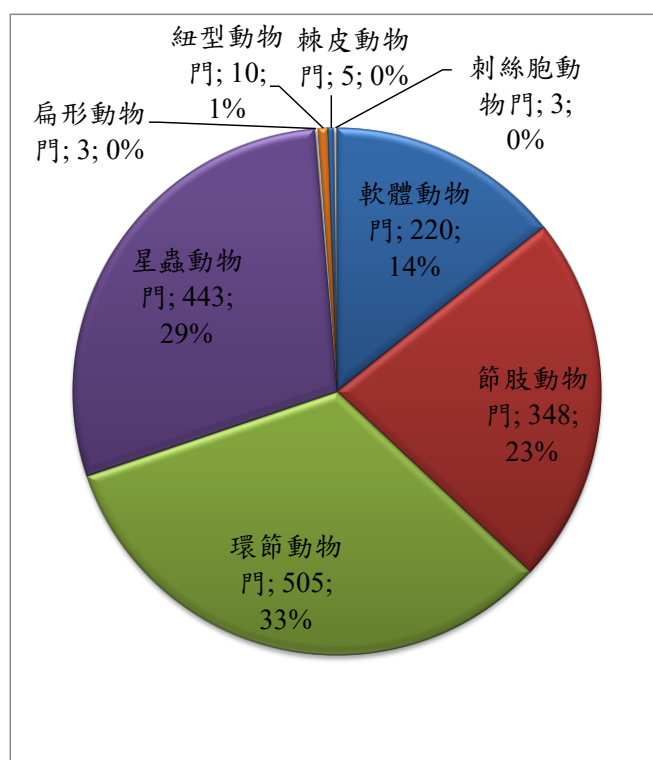


圖 4-5. 藻礁底內生物組成分布圖。(個體數；所佔百分比)。

1. 環節動物門

由於環節動物現有分類資料有限，檢索特徵較難取得且不明確，因此物種進行鑑定至科的等級，在多樣性指數方面則視每個科為一個物種進行分析。乾季調查結果顯示(表 4-6)，共記錄到 12 科的環節動物(多毛類)物種，其中葉鬚蟲目(Phyllodocida)有 4 個科，纓鰓蟲目(Sabellida)有 3 個科，佔最多的科數目組成。各樣站以白玉中、低潮位及大潭 G1 中潮位所記錄到 7-8 個物種數最多，數量上以大潭 G2 低潮位的 39 個體數最多；多樣性指數方面，最高的歧異度指數在白玉的中低潮位且物種分布最為均勻。雨季調查結果顯示(表 4-7)，共記錄到 15 科的環節動物(多毛類)物種，相較於乾季結果，雨季少了吻沙蠶科，多了蝨蟲科、葉鬚蟲科、海稚蟲科及扇毛虫科，其中葉鬚蟲目有 4 個科，纓鰓蟲目有 3 個科，佔最多的科數目組成。雨季以大潭 G1

記錄到 10 個科數最多，其次為永興的中、低，大潭 G2 中及大潭 G1 的中潮位的 8 個科。數量上以大潭 G2 中潮位的 43 個體數最多；多樣性指數方面，最高的歧異度指數在大潭 G1 的中及低潮位，白玉中潮位物種分布最為均勻。

各潮位(高、中、低)的生物相並未明顯看到有特定物種，且歧異度及物種均勻度亦無明顯趨勢，後續資料處理不分潮位，整合各樣站物種資訊如表 4-8，各樣站的雨季物種數目明顯多於乾季，生物個體數亦明顯較多，分別為 179 及 326 個個體，接近有兩倍的差異，歧異度及均勻度指數則未有乾雨季的差異，乾季時白玉及大潭 G1、雨季時大潭 G1 及大潭 G2 記錄到最多的物種數及數量。

物種組成方面，乾季時各樣站環節動物佔最多數的物種組成不盡相同，大致上最主要以磯沙蠶科、索沙蠶科及沙蠶科等 3 個科所佔比例最大，雨季時，除白玉樣站外，其他樣站皆以多鱗蟲科佔最大比例，再則為龍介蟲科及磯沙蠶科，顯示環節動物的比例變動可能與季節性有關，白玉樣站則以葉鬚蟲科所佔比例最大。

2. 星蟲動物門

同於環節動物，由於星蟲動物現有分類資料有限，檢索特徵較難取得且較不明確，因此物種進行鑑定至科的等級，在多樣性指數方面則視每個科為一個物種進行分析。乾季調查結果顯示(表 4-9)，共記錄到 4 科的星蟲動物，其中戈芬星蟲目(Golfingiiformes)有 2 個科，佔最多的科數目組成。以永安中、低潮位及白玉中潮位所記錄到 4 個科數最多，數量上以大潭 G2 低潮位的 34 個體數最多，其次同為大潭 G2 的高潮位 25 個體數；多樣性指數方面，最高的歧異度指數在永安及白玉的中潮位，另以永興中潮位物種分布最為均勻。雨季調查結果顯示(表 4-10)，亦記錄到 4 科的星蟲動物物種，所記錄到的科別與乾季相同。雨季大潭 G1 所記錄到的科數最少，高及低潮位僅記錄到 1 個科別，數量上以大潭 G2 高潮位的 99 個體數最多；多樣性指數方面，最高的歧異度指數在永安及白玉的高潮位，永興及白玉的高潮位物種分布最為均勻。

各潮位(高、中、低)的生物相並未明顯看到有特定物種，且歧異度及物種均勻度亦無明顯趨勢，後續資料處理不分潮位，整合各樣站物種資訊如表 4-11，大致上各樣站的雨季物種數目多於乾季，雨季生物個體數亦明顯較多，分別為 150 及 293 個個體，大約有兩倍的差異，歧異度及均勻度指數則未有乾雨季的差異，乾季時永安及白玉、雨季時大潭 G2 及永興記錄到最多的物種數及數量。

物種組成方面，乾季之調查結果顯示，除永安樣站外，其他樣站組成百分比最高的皆為盾管星蟲科的生物，所佔百分比大約在 60%以上，其中大潭 G1 及大潭 G2 各佔 80%及 96%，永安樣站則以枝觸星蟲科占最大比例(47%)，相同於乾季，雨季除永安樣站外，其他樣站組成百分比最高的皆為盾管星蟲科的生物，所佔百分比大約在 60%以上，永安樣站仍以枝觸星蟲科占最大比例(62%)，顯示永安樣站星蟲動物門組成的特性。

3. 節肢動物(甲殼類)

乾季調查結果顯示(表 4-12)，共記錄到 5 科 5 種的節肢動物，皆為蟹類組成，其中以大潭 G1 中潮位及白玉中低潮位記錄到 3 個種類最多，數量上以大潭 G1 中潮位 25 個個體數最多，主要為小型小相手蟹，多樣性指數方面，最高的歧異度指數在白玉的中低潮位，其次為大潭 G1 中潮位，均勻度指數因為多數潮位樣點皆僅記錄到 1 至 2 種，指數值僅做參考，最高數值落在永安低潮位。雨季共記錄到 7 科 9 種(表 4-13)，少了兇猛酋婦蟹，多了軟甲亞綱的艾氏槍蝦及端腳類以及鈍齒蟬、少刺短獎蟹及刺毛殼蟹，其中大潭 G2 中潮位記錄到最多的 6 個種類，數量上則以白玉低及大潭 G2 中潮位的 47 及 45 隻最多，雨季相同主要是小型小相手蟹所貢獻，多樣性指數方面，最高的歧異度指數在永安低、永興中及大潭 G1 高潮位，大潭 G2 中潮位的物種分布則最為均勻。

各潮位(高、中、低)的生物相並未明顯看到有特定物種，且歧異度及物種均勻度亦無明顯趨勢，後續資料處理不分潮位，整合各樣站物種資訊如表 4-14，大致上各樣站的雨季物種數目等於或多於乾季，雨季生物個體數亦明顯較多，分別為 115 及 313 個個體，大約有三倍的差異，歧異度及均勻度指數則未有乾雨季的差異，乾季時白玉及大潭 G1、雨季時大潭 G2 及大潭 G1 記錄到最多的物種數及數量。

物種組成方面，乾季之調查結果顯示，各樣站組成百分比最高的皆為小型小相手蟹，所占比例皆在 70% 以上，以永興比例最高(95%)，各樣站其次物種為溝痕皺蟹；雨季除了大潭 G1 因為出現較多的端足類改變組成，其他樣站組成百分比最高的亦皆為小型小相手蟹，占比在 60% 以上，另大潭 G1 及大潭 G2 雨季則出現了較多的刺毛殼蟹。

4. 軟體動物門

乾季調查結果顯示(表 4-15)，共記錄到 9 科 15 種的軟體動物，包括屬於多板綱的石蟹，腹足綱及雙殼綱的螺貝類，其中以大潭 G2 低潮位記錄到 8 個種類數最多，永安高及白玉中潮位則未發現軟體動物，數量上以大潭 G2 低潮位記錄到的 15 個個體為最多，多樣性指數方面，最高的歧異度指數在大潭 G2 低潮位，其次為大潭 G1 中潮位，均勻度指數因為部分潮位樣點各種類皆僅記錄到 1 個個體，均勻度指數顯示為 1，指數值僅做參考。雨季共記錄到 10 科 15 種(表 4-16)，其中永興中潮位記錄到最多的 10 個種類，數量上亦以永興中潮位的 27 個個體最多，記錄到較多的羽膜石蟪，多樣性指數方面，最高的歧異度指數在永興中潮位。

各潮位(高、中、低)的生物相並未明顯看到有特定物種，且歧異度及物種均勻度亦無明顯趨勢，後續資料處理不分潮位，整合各樣站物種資訊如表 4-17，大致上各樣站的雨季物種數目多於乾季，雨季生物個體數亦明顯較多，分別為 64 及 156 個個體，大約有二倍的差異，歧異度及均勻度指數則未有乾雨季的差異，乾季時大潭 G2 及大潭 G1、雨季時永興及大潭 G2 記錄到最多的物種數及數量。

物種組成方面，乾季之調查結果顯示，永安樣站由於生物量僅 3 個個體，較不具意義，其他樣站組成百分比最高的種類，在永興為開腹蛤，大潭 G2 為半粒毛肌蛤，大潭 G1 及白玉為

白障泥蛤，雨季組成百分比最高的種類在大潭 G2 為擬潛穴蛤圖 4-13，其他樣站皆為肉桂香腸蚬。

5. 討論

藻礁主要由殼狀珊瑚藻藉由其鈣化的過程經年累月堆疊所形成，與一般珊瑚礁不同的是藻礁形成的時間久，結構較為鬆散，形成的孔隙多，利於其他共生生物棲息躲藏，藻礁底內可能蘊藏許多的生物但卻鮮少研究，徐(2013)等人曾針對桃園藻礁底內生物進行調查，記錄到多毛類、星蟲、十足目、等足目等大類物種，但多數未鑑定到種的分類階層，其中部分物種豐度與組成的變化推斷與地點及季節有關，而最主要的組成物種為多毛類，本計畫案則記錄到軟體動物門、節肢動物門、環節動物門、星蟲動物門…等 8 個門，44 科合計超過 50 種的藻礁底內生物，包含定棲於礁體內的肉桂香腸蚬、鷓鴣蛤等二枚貝類，穿梭於礁體內的多毛類及星蟲以及可快速移動的小型小相手蟹等蟹類物種，顯示隱藏在地表下生物群聚的多樣性，在種類及數量變化方面，若分軟體動物門、節肢動物門、環節動物門、星蟲動物門等四大類物種進行分析，大致上在大潭 G2 樣站呈現最多的種類數及數量，若進一步合併所有物種，大潭 G2 無論在乾或雨季，明顯可見種類及數量上的豐富特性(圖 4-6 及圖 4-7)，可能代表著大潭 G2 樣站的生態系最為完整及穩定。物種組成方面，與徐(2013)等調查類似，最主要的組成大類為多毛類(圖 4-8 及圖 4-9)，各站之間的組成類似，進一步以多元尺度法(multidimensional scaling, MDS)進行分析如圖 4-10，以 35%的相似度進行分群，可得到組成的變化主要來自於季節的改變而與地點的差別較無關係的結果。

本調查結果顯示，在表面上看似毫無生機的藻礁，底內隱藏多種生物，佔最多數的為環節動物，其次依序為星蟲動物、節肢動物以及軟體動物等，依本計畫調查結果，平均數量每立方米可達 6,738 個體數，參考相關團隊調查結果發現裸胸鯨及至紅肉雙髻鮫等食物鏈頂端大型物種，本計畫所發現的這些豐富的底內生物，可推測為藻礁生態食物鏈底層建構的基礎。另一方面，團隊調查的子計畫三亦有進行藻礁底內蟹類的調查，雖採樣方法尤其是採樣深度雖與本計畫並不相同(子計畫三為 10cm，本計畫為 20cm)，仍可嘗試擷取部份結果作互相參考，兩計畫主要可作為比對的物種為小型小相手蟹及溝痕皺蟹，數據經轉換為每立方米的生物量，子三計畫於春(乾)季小型小相手蟹平均為 $240 \pm 371(\text{inds}/\text{m}^3)$ ，夏(濕)季為 $739 \pm 916(\text{inds}/\text{m}^3)$ ，溝痕皺蟹為 $100 \pm 213(\text{inds}/\text{m}^3)$ 及 $166 \pm 334(\text{inds}/\text{m}^3)$ ，本計畫春(乾)季小型小相手蟹為 $592 \pm 556(\text{inds}/\text{m}^3)$ ，夏(濕)季為 $1600 \pm 1716(\text{inds}/\text{m}^3)$ ，溝痕皺蟹為 $146 \pm 189(\text{inds}/\text{m}^3)$ 及 $313 \pm 293(\text{inds}/\text{m}^3)$ ，顯示在夏(濕)季時藻礁底內蟹類生物量皆明顯增加，而本計畫所採得數量皆高於子計畫三，可能的原因包括蟹類棲息深度不同所造成的差異，另一方面由部份數據可發現偏差值大於平均值，有可能因為藻礁內空間分布的差異，加上蟹類可能的群聚的現象，造成採樣結果不同，或許需要更大的採樣努力量以彌補樣本的差異。

表 4-6. 藻礁底內生物之乾季調查結果(環節動物門)。

目名 (中文/英文)	科名 (中文/英文)	永安				永興				大潭 G2				大潭 G1				白玉									
		高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%						
磯沙蠶目	Eunicida	磯沙蠶科	Eunicidae			1		1	10%	5	2	12	29%		5		16%	1	4	4	20%						
		索沙蠶科	Lumbrineridae				3	4	41%	2		1	9%			5	16%	1	6	2	20%						
沙蠶目	Nereidida	沙蠶科	Nereididae		1		1	12%	3			15%	1	4	6	17%	1	2		10%	4	7	1	27%			
		裂蟲科	Syllidae				1		5%	1	1	4	9%		1		3%					1	2%				
葉鬚蟲目	Phyllodocida	吻沙蠶科	Glyceridae					2	12%																		
		角沙蠶科	Goniadidae												1		3%				1		2%				
		多鱗蟲科	Polynoidae				1		6%	1	1	10%	2	5	4	17%	8	5	42%		4		9%				
		錫鱗蟲科	Sigalionidae																	1			2%				
纓鰓蟲目	Sabellida	帶毛蟲(亞)科	Sabellariidae					1	6%												1	1	4%				
		纓鰓蟲科	Sabellidae			2			12%	1	3		20%			2		6%									
		龍介蟲科	Serpulidae					2	12%			4	20%								1	2	7%				
螿龍介目	Terebellida	螿龍介科	Terebellidae							1	5%		1		2%		1		3%		2	1	7%				
		物種數小計(S)			2	2	5	7		4	3	5	8		5	6	6	7		1	7	2	8	4	8	7	10
		數量小計(N)			3	4	10	17		7	5	8	20		12	15	39	66		1	20	10	31	7	26	12	45
		Shannon-Wiener's diversity index (H')			0.64	0.56	1.47			1.28	0.95	1.39			1.42	1.62	1.57			0	1.62	0.69		1.15	1.84	1.79	
		Shannon-Wiener's evenness index (E)			0.67	0.50	0.82			0.81	0.70	0.79			0.79	0.83	0.79			**	0.79	0.56		0.71	0.85	0.88	

註：Shannon-Wiener's diversity index(H')表示夏儂-威納指數；Shannon-Wiener's evenness index(E)表示均勻度指數。**:資料量不足，未能進行分析。高、中、低代表採樣潮位線。表中的數值代表 20cm*20cm*20cm 立方塊內的數量。

表 4-7. 藻礁底內生物之雨季調查結果(環節動物門)。

目名 (中文/英文)		科名 (中文/英文)		永安				永興				大潭 G2				大潭 G1				白玉					
				高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%		
蠅蟲目	Echiuroidea	蠅蟲科	Echiuridae			1	2%																		
磯沙蠶目	Eunicida	磯沙蠶科	Eunicidae			2	4%	7	4	15%	1	7	4	16%	10	4	3	23%	2	6	17%				
		扇毛虫科	Flabelligeridae			1	2%				1			1%			1	1%							
		索沙蠶科	Lumbrineridae			7	2	1	18%	1			1%	1			1%	1	1	1	4%	1		1	4%
沙蠶目	Nereidida	沙蠶科	Nereididae	10		2	21%	3	3	1	10%		2		3%	12	3	1	21%		1	5	13%		
		裂蟲科	Syllidae			2	4%		2		3%	1	1	1	4%					2			4%		
葉鬚蟲目	Phyllodocida	角沙蠶科	Goniadidae									2		3%		2	1	4%							
		葉鬚蟲科	Phyllodocidae							1	1%	1		1%											
		多鱗蟲科	Polynoidae			6	9	4	34%	4	8	18	41%	13	27	4	59%	9	5	9	31%	5	2	13	42%
		錫鱗蟲科	Sigalionidae				1	1	4%									1	1%	1		1		2%	
纓鰓蟲目	Sabellida	帶毛蟲(亞)科	Sabellariidae						1		1%														
		纓鰓蟲科	Sabellidae				1	2%	1	2	1	5%	1			1%		2	2	5%					
		龍介蟲科	Serpulidae			2	3	0	9%	1	1	7	12%		2	4	8%	2		1	4%	3		4	15%
海稚蟲目	Spionida	海稚蟲科	Spionidae							5	7%					1		1%							
蜚龍介目	Terebellida	蜚龍介科	Terebellidae			1	2%		1	1	3%		1		1%		1	2	4%			2	4%		
物種數小計(S)				5	6	7	11	5	8	8	11	6	8	4	11	5	8	10	11	5	3	6	8		
數量小計(N)				27	17	12	56	10	25	38	73	18	43	13	74	34	19	22	75	12	5	31	48		
Shannon-Wiener's diversity index (H')				1.44	1.40	1.79		1.42	1.77	1.55		1.04	1.28	1.29		1.35	1.91	1.92		1.42	1.06	1.53			
Shannon-Wiener's evenness index (E)				0.89	0.78	0.92		0.88	0.85	0.75		0.58	0.61	0.93		0.84	0.92	0.83		0.88	0.96	0.85			

註：Shannon-Wiener's diversity index(H')表示夏儂-威納指數；Shannon-Wiener's evenness index(E)表示均勻度指數。高、中、低代表採樣潮位線。表中的數值代表 20cm*20cm*20cm 立方塊內的數量。

表 4-8. 藻礁底內生物之乾季調查結果(環節動物門)，不分潮位線。

目名 (中文/英文)		科名 (中文/英文)		永安		永興		大潭 G2		大潭 G1		白五	
				乾	雨	乾	雨	乾	雨	乾	雨	乾	雨
蠃蟲目	Echiuroidea	蠃蟲科	Echiuridae	1									
磯沙蠃目	Eunicida	磯沙蠃科	Eunicidae	2		2	11	19	12	5	17	9	8
		扇毛虫科	Flabelligeridae	1					1		1		
		索沙蠃科	Lumbrineridae	7	10	3	1	6	1	5	3	9	2
沙蠃目	Nereidida	沙蠃科	Nereididae	2	12	3	7	11	2	3	16	12	6
		裂蟲科	Syllidae		2	1	2	6	3	1		1	2
葉鬚蟲目	Phyllodocida	吻沙蠃科	Glyceridae	2									
		角沙蠃科	Goniadidae						2	1	3	1	
		葉鬚蟲科	Phyllodocidae				1		1				20
		多鱗蟲科	Polynoidae	1	19	2	30	11	44	13	23	4	1
		錫鱗蟲科	Sigalionidae		2						1	1	
纓鰓蟲目	Sabellida	帚毛蟲(亞)科	Sabellariidae	1			1					2	
		纓鰓蟲科	Sabellidae	2	1	4	4		1	2	4		7
		龍介蟲科	Serpulidae	2	5	4	9	12	6		3	3	
海稚蟲目	Spionida	海稚蟲科	Spionidae				5				1		2
螿龍介目	Terebellida	螿龍介科	Terebellidae	1		1	2	1	1	1	3	3	
物種數小計(S)				7	11	8	11	7	11	8	11	10	8
數量小計(N)				17	56	20	73	66	74	31	75	45	48
Shannon-Wiener's diversity index (H')				1.71	1.87	1.97	1.85	1.77	1.42	1.69	1.87	1.97	1.68
Shannon-Wiener's evenness index (E)				0.88	0.78	0.95	0.77	0.91	0.59	0.81	0.78	0.85	0.81

註：Shannon-Wiener's diversity index(H')表示夏儂-威納指數；Shannon-Wiener's evenness index(E)表示均勻度指數。表中的數值代表 20cm*20cm*20cm 立方塊內的數量。

表 4-9. 藻礁底內生物之乾季調查結果(星蟲動物門)。

目名 (中文/英文)	科名 (中文/英文)	永安				永興				大潭 G2				大潭 G1				白玉				
		高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%	
盾管星蟲目 Aspidosiphoniformes	盾管星蟲科 Aspidosiphonidae	3	6	28%	5	2	5	75%	23	8	33	96%	4	80%	1	8	8	57%				
戈芬星蟲目 Golfingiiformes	戈芬星蟲科 Golfingiidae	3	3	19%							1	1%	1	20%	1	2		10%				
	枝觸星蟲科 Themistidae	5	10	47%	3		19%		2			3%				4		13%				
革囊星蟲目 Phascolosomatiformes	革囊星蟲科 Phascolosomatidae	1	1	6%		1	6%								2	4		20%				
	總計																					
	物種數小計(S)	0	4	4	4	1	2	2	3	2	1	2	3	0	1	1	2	3	4	1	4	
	數量小計(N)	0	12	20	32	5	5	6	16	25	8	34	67	0	4	1	5	4	18	8	30	
	Shannon-Wiener's diversity index (H')	**	1.27	1.14		**	0.67	0.45		0.28	**	0.13		**	**	**		1.04	1.27	**		
	Shannon-Wiener's evenness index (E)	**	0.91	0.82		**	0.97	0.65		0.40	**	0.19		**	**	**		0.95	0.92	**		

註：Shannon-Wiener's diversity index(H')表示夏儂-威納指數；Shannon-Wiener's evenness index(E)表示均勻度指數。*:資料量不足，未能進行分析。高、中、低代表採樣潮位線。表中的數值代表 20cm*20cm*20cm 立方塊內的數量。

表 4-10. 藻礁底內生物之雨季調查結果(星蟲動物門)。

目名 (中文/英文)	科名 (中文/英文)	永安				永興				大潭 G2				大潭 G1				白玉			
		高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%
盾管星蟲目 Aspidosiphoniformes	盾管星蟲科 Aspidosiphonidae	6	4	2	21%	2	2	48	66%	73	14	8	74%	2	1	8	73%	2	4	1	58%
戈芬星蟲目 Golfingiiformes	戈芬星蟲科 Golfingiidae	4	2		10%			9	11%		1	1	2%					1			8%
	枝觸星蟲科 Themistidae	11	23	2	62%	1	5	8	18%	24	3		21%	3			20%	1	1		17%
革囊星蟲目 Phascolosomatiformes	革囊星蟲科 Phascolosomatidae	2	2		7%		1	3	5%	2	3		4%	1			7%	2			17%
	總計																				
	物種數小計(S)	4	4	2	4	2	3	4	4	3	4	2	4	1	3	1	3	4	2	1	4
	數量小計(N)	23	31	4	58	3	8	68	79	99	21	9	129	2	5	8	15	6	5	1	12
	Shannon-Wiener's diversity index (H')	1.22	0.84	0.69		0.64	0.90	0.90		0.65	0.97	0.35		**	0.95	**		1.33	0.50	**	
	Shannon-Wiener's evenness index (E)	0.88	0.61	1.00		0.92	0.82	0.65		0.59	0.70	0.50		**	0.87	**		0.96	0.72	**	

註：Shannon-Wiener's diversity index(H')表示夏儂-威納指數；Shannon-Wiener's evenness index(E)表示均勻度指數。**:資料量不足，未能進行分析。高、中、低代表採樣潮位線。表中的數值代表 20cm*20cm*20cm 立方塊內的數量。

表 4-11. 藻礁底內生物之乾季調查結果(星蟲動物門)，不分潮位線。

目名 (中文/英文)		科名 (中文/英文)		永安		永興		大潭 G2		大潭 G1		白玉	
				乾	雨	乾	雨	乾	雨	乾	雨	乾	雨
盾管星蟲目	Aspidosiphoniformes	盾管星蟲科	Aspidosiphonidae	9	12	12	52	64	95	4	11	17	7
戈芬星蟲目	Golfingiiformes	戈芬星蟲科	Golfingiidae	6	6		9	1	2	1		3	1
		枝觸星蟲科	Themistidae	15	36	3	14	2	27		3	4	2
革囊星蟲目	Phascolosomatiformes	革囊星蟲科	Phascolosomatidae	2	4	1	4		5		1	6	2
物種數小計(S)				4	4	3	4	3	4	2	3	4	4
數量小計(N)				32	58	16	79	67	129	5	15	30	12
Shannon-Wiener's diversity index (H')				1.20	1.04	0.70	0.98	0.21	0.74	0.50	0.73	1.14	1.12
Shannon-Wiener's evenness index (E)				0.87	0.75	0.64	0.71	0.19	0.54	0.72	0.66	0.82	0.81

註：Shannon-Wiener's diversity index(H')表示夏儂-威納指數；Shannon-Wiener's evenness index(E)表示均勻度指數。表中的數值代表 20cm*20cm*20cm 立方塊內的數量。

表 4-12. 藻礁底內生物之乾季調查結果(節肢動物門)。

科名 (中文/英文)	學名 (中文/英文)	永安			永興			大潭 G2			大潭 G1			白玉												
		高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低										
活額寄居蟹科	Diogenidae	光掌硬指寄居蟹	<i>Calcinus laevimanus</i>														1			4%						
酋婦蟹科	Eriphiidae	兇猛酋婦蟹	<i>Eriphia ferox</i>			1														8%						
瓷蟹科	Porcellanidae	薄氏岩瓷蟹	<i>Petrolisthes boscii</i>											1	1		7%		2	1	11%					
相手蟹科	Sesarmidae	小型小相手蟹	<i>Nanosesarma minutum</i>			4	4	2	77%	14	3	4	95%	10	6	2	75%	2	19		75%	10	7	5	79%	
扇蟹科	Xanthidae	溝痕皺蟹	<i>Leptodius exaratus</i>				1	1	15%		1		5%	4	2		25%		5		18%		1	1	7%	
			總計																							
		物種數小計(S)	2	2	2	3	1	2	1	2	2	2	1	2	1	3	1	3	2	3	3	4				
		數量小計(N)	5	5	3	13	14	4	4	22	14	8	2	24	2	25	1	28	11	10	7	28				
		Shannon-Wiener's diversity index (H')	0.50	0.50	0.64		0	0.56	0		0.60	0.56	0		0	0.66	0		0.30	0.80	0.80					
		Shannon-Wiener's evenness index (E)	0.72	0.72	0.92		**	0.81	**		0.86	0.81	**		**	0.60	**		0.44	0.73	0.72					

註：Shannon-Wiener's diversity index(H')表示夏儂-威納指數；Shannon-Wiener's evenness index(E)表示均勻度指數。**:資料量不足，未能進行分析。高、中、低代表採樣潮位線。表中的數值代表 20cm*20cm*20cm 立方塊內的數量。

表 4-13. 藻礁底內生物之雨季調查結果(節肢動物門)。

科名 (中文/英文)	學名 (中文/英文)	永安				永興				大潭 G2				大潭 G1				白玉					
		高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%		
槍蝦科	Alpheidae	艾氏槍蝦	<i>Alpheus edwardsii</i>	2	3	9%	2		3%	4		6%	1	2	6%	2	3	7%					
端足目	Amphipoda	端腳類	<i>Amphipoda sp.</i>				1		2%	1	1	3%	1	9	16	52%							
活額寄居蟹科	Diogenidae	光掌硬指寄居蟹	<i>Calcinus laevimanus</i>							4		6%		1	2%								
瓷蟹科	Porcellanidae	薄氏岩瓷蟹	<i>Petrolisthes boscii</i>				1	2%		4	6%						1	2	4%				
梭子蟹科	Portunidae	鈍齒蟬	<i>Charybdis hellerii</i>							1		1%											
		少刺短槳蟹	<i>Thalamita danae</i>							1		1%											
相手蟹科	Sesarmidae	小型小相手蟹	<i>Nanosesarma minutum</i>	35	9	1	79%	21	29	76%	10	34	1	63%	2	2	8%	13	35	71%			
扇蟹科	Xanthidae	溝痕皺蟹	<i>Leptodius exaratus</i>	1	4	2	12%	4	4	2	15%	1		1%		7	14%	5	7	18%			
		刺毛殼蟹	<i>Luniella pugil</i>					2	3%		1	9	14%		9	18%							
			總計																				
		物種數小計(S)		3	2	3	3	2	3	4	6	3	6	4	9	2	3	5	6	3	1	4	4
		數量小計(N)		38	13	6	57	6	26	34	66	12	45	15	72	3	12	35	50	20	1	47	68
		Shannon-Wiener's diversity index (H')		0.30	0.89	0.92		0.92	0.53	0.41		0.52	0.50	0.74		0.92	0.66	0.80		0.78	**	0.59	
		Shannon-Wiener's evenness index (E)		0.33	0.62	1.01		0.64	0.59	0.57		0.57	0.90	1.02		0.64	0.72	1.29		0.86	0	0.81	

註：Shannon-Wiener's diversity index(H')表示夏儂-威納指數；Shannon-Wiener's evenness index(E)表示均勻度指數。**:資料量不足，未能進行分析。高、中、低代表採樣潮位線。表中的數值代表 20cm*20cm*20cm 立方塊內的數量。

表 4-14. 藻礁底內生物之調查結果(節肢動物門)，不分潮位線。

科名 (中文/英文)		學名 (中文/英文)		永安		永興		大潭 G2		大潭 G1		白玉	
				乾	雨	乾	雨	乾	雨	乾	雨	乾	雨
槍蝦科	Alpheidae	艾氏槍蝦	<i>Alpheus edwardsii</i>		5		2	4		3			5
端足目	Amphipoda	端腳類	<i>Amphipoda sp.</i>				1	2		26			
活額寄居蟹科	Diogenidae	光掌硬指寄居蟹	<i>Calcinus laevimanus</i>					4		1		1	
酋婦蟹科	Eriphiidae	兇猛酋婦蟹	<i>Eriphia ferox</i>	1									
瓷蟹科	Porcellanidae	薄氏岩瓷蟹	<i>Petrolisthes boscii</i>				1	4	2			3	3
梭子蟹科	Portunidae	鈍齒蟬	<i>Charybdis hellerii</i>					1					
		少刺短槳蟹	<i>Thalamita danae</i>					1					
相手蟹科	Sesarmidae	小型小相手蟹	<i>Nanosesarma minutum</i>	10	45	21	50	18	45	21	4	22	48
扇蟹科	Xanthidae	溝痕皺蟹	<i>Leptodius exaratus</i>	2	7	1	10	6	1	5	7	2	12
		刺毛殼蟹	<i>Luniella pugil</i>				2		10		9		
物種數小計(S)				3	3	2	6	2	9	3	6	4	4
數量小計(N)				13	57	22	66	24	72	28	50	28	68
Shannon-Wiener's diversity index (H')				0.69	0.66	0.18	0.84	0.56	1.33	0.71	1.37	0.74	0.88
Shannon-Wiener's evenness index (E)				0.41	0.36	0.09	0.41	0.39	0.59	0.42	0.68	0.38	0.47

註：Shannon-Wiener's diversity index(H')表示夏儂-威納指數；Shannon-Wiener's evenness index(E)表示均勻度指數。表中的數值代表 20cm*20cm*20cm 立方塊內的數量。

表 4-15. 藻礁底內生物之乾季調查結果(軟體動物門)。

科名 (中文/英文)	學名 (中文/英文)	永安				永興				大潭 G2				大潭 G1				白玉						
		高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%	高	中	低	%			
毛膚石鱉科	Acanthochitonidae	毛膚石鱉屬	<i>Acanthochitona fascicularis</i>										1	4%										
魁蛤科	Arcidae	小魁蛤屬	<i>Acar congenita</i>			1			33%				1	4%										
開腹蛤科	Gastrochaenidae	開腹蛤	<i>Gastrochaena cuneiformis</i>				1	2	38%			1	4%		1	1	10%							
障泥蛤科	Isognomonidae	白障泥蛤	<i>Isognomon legumen</i>									3	13%		4	1	25%			5	50%			
骨螺科	Muricidae	蚵岩螺	<i>Reishia clavigera</i>													2	10%			1	10%			
殼菜蛤科	Mytilidae	肉桂香腸蜆	<i>Botula silicula</i>			1	1		67%		1	13%	1	13%		2	3	20%		2	1	30%		
		羽膜石蜆	<i>Lithophaga malaccana</i>				1			13%	1	1	1	13%		1		5%						
		黑石蜆	<i>Lithophaga teres</i>											1		4%								
		金石蜆	<i>Lithophaga zitteliana</i>														1		5%					
		半粒毛肌蛤	<i>Trichomusculus semigranata</i>								1			5	26%		3	15%						
		毛肌蛤屬 sp.	<i>Trichomusculus sp.</i>				1			13%	2	1		13%										
鷗蛤科	Pholadidae	擬潛穴蛤	<i>Parapholas quadrizonata</i>									1	4%	1	1	10%								
蠔螺科	Turbinidae	珠螺	<i>Lunella coronata</i>																1		10%			
簾蛤科	Veneridae	百合簾蛤	<i>Irus mitis</i>						1	13%														
		分枝住石蛤	<i>Petricola divergens</i>						1	13%														
				總計					總計					總計					總計					
				物種數小計(S)	0	2	1	3	2	1	4	7	4	3	8	11	1	6	5	9	2	0	3	5
				數量小計(N)	0	2	1	3	2	1	5	8	5	3	15	23	1	9	10	20	3	0	7	10
				Shannon-Wiener's diversity index (H')	0	0.69	0		0.69	0	1.33		1.33	1.10	1.86		0	1.58	1.51		0.64	0	0.80	
				Shannon-Wiener's evenness index (E)	**	1.00	**		1.00	**	0.96		0.96	1.00	0.89		**	0.88	0.94		0.92	**	0.72	

註：Shannon-Wiener's diversity index(H')表示夏儂-威納指數；Shannon-Wiener's evenness index(E)表示均勻度指數。**:資料量不足，未能進行分析。高、中、低代表採樣潮位線。表中的數值代表 20cm*20cm*20cm 立方塊內的數量。

表 4-17. 藻礁底內生物之調查結果(軟體動物門)，不分潮位線。

科名 (中文/英文)		學名 (中文/英文)		永安		永興		大潭 G2		大潭 G1		白玉	
				乾	雨	乾	雨	乾	雨	乾	雨	乾	雨
毛膚石鰲科	Acanthochitonidae	毛膚石鰲屬	<i>Acanthochitona fascicularis</i>					1					
魁蛤科	Arcidae	小魁蛤屬	<i>Acar congenita</i>	1				1					
魁蛤科	Arcidae	鬚魁蛤	<i>Barbatia lima</i>		2				3				
偏口蛤科	Chamidae	太平洋偏口蛤	<i>Chama pacifica</i>				1						
開腹蛤科	Gastrochaenidae	開腹蛤	<i>Gastrochaena cuneiformis</i>		3	3	8	1	2	2	4		3
障泥蛤科	Isognomonidae	白障泥蛤	<i>Isognomon legumen</i>		4		4	3	1	5	1	5	1
骨螺科	Muricidae	蚵岩螺	<i>Reishia clavigera</i>				1	1	2			1	
殼菜蛤科	Mytilidae	肉桂香腸蜆	<i>Botula silicula</i>	2	11	1	12	3	2	4	9	3	5
		似雲雀殼菜蛤	<i>Hormomya mutabilis</i>		1		4						
		羽膜石蠅	<i>Lithophaga malaccana</i>		1	1	11	3	6	1	3		2
		黑石蜆	<i>Lithophaga teres</i>					1					
		金石蜆	<i>Lithophaga zitteliana</i>							1			
		半粒毛肌蛤	<i>Trichomusculus semigranata</i>				1	6		3	2		
		毛肌蛤屬 sp.	<i>Trichomusculus sp.</i>		4	1	4	3			1		
開腹蛤科	Pholadidae	鷗蛤	<i>Jouannetia cumingii</i>				3		2		2		
鷗蛤科	Pholadidae	擬潛穴蛤	<i>Parapholas quadrizonata</i>				1	1	22	2	1		1
螺螺科	Turbinidae	珠螺	<i>Lunella coronata</i>				1					1	
簾蛤科	Veneridae	百合簾蛤	<i>Irus mitis</i>				1	1			1		1
		分枝住石蛤	<i>Petricola divergens</i>				1	1	1				
物種數小計(S)				2	7	6	14	10	9	8	9	4	6
數量小計(N)				3	26	8	53	23	40	20	24	10	13
Shannon-Wiener's diversity index (H')				0.64	1.64	1.67	2.22	2.1	1.53	1.94	1.87	1.17	1.59
Shannon-Wiener's evenness index (E)				0.92	0.84	0.93	0.84	0.91	0.7	0.93	0.85	0.84	0.89

註：Shannon-Wiener's diversity index(H')表示夏儂-威納指數；Shannon-Wiener's evenness index(E)表示均勻度指數。表中的數值代表 20cm*20cm*20cm 立方塊內的數量。

乾季

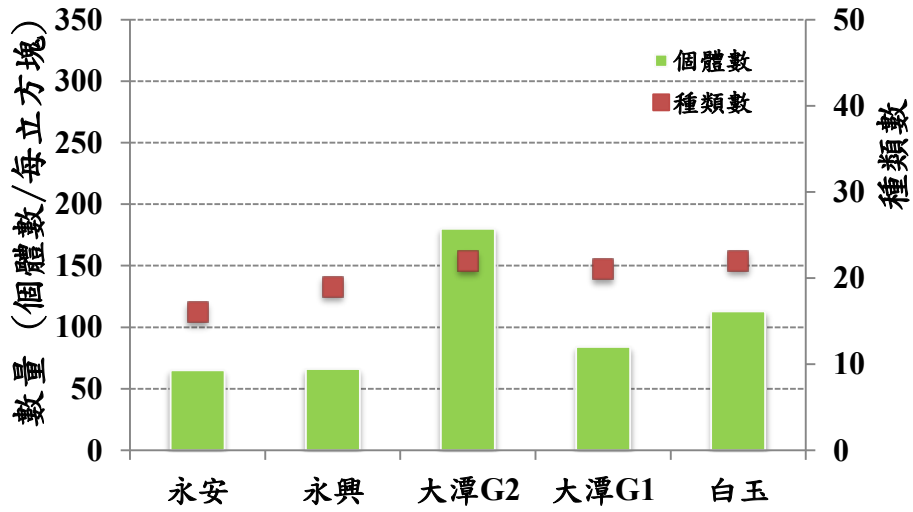


圖 4-6. 乾季藻礁底內生物在各樣站之物種數量及種類數分布圖。

雨季

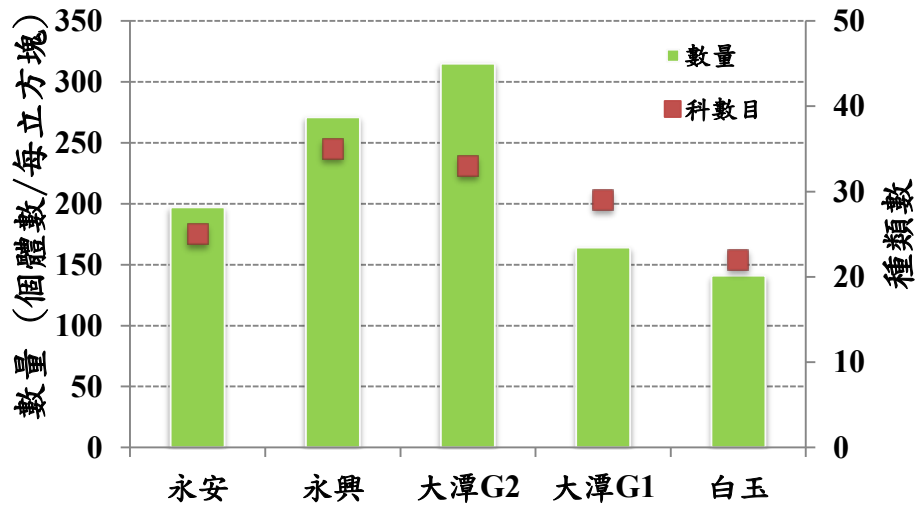


圖 4-7. 雨季藻礁底內生物在各樣站之物種數量及種類數分布圖。

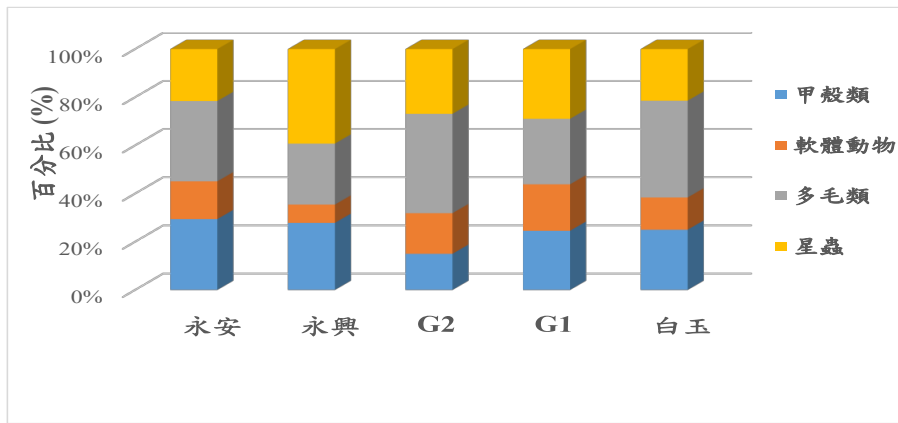


圖 4-8. 乾季藻礁底內生物群聚組成百分比圖。

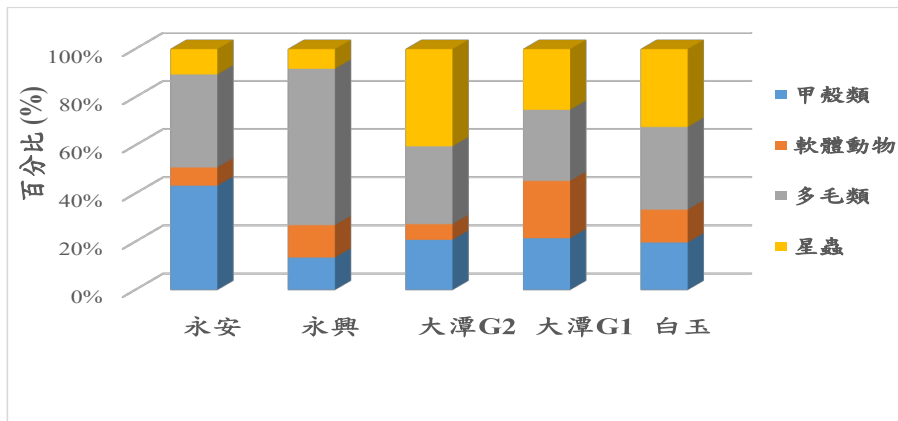


圖 4-9. 雨季藻礁底內生物群聚組成百分比圖。

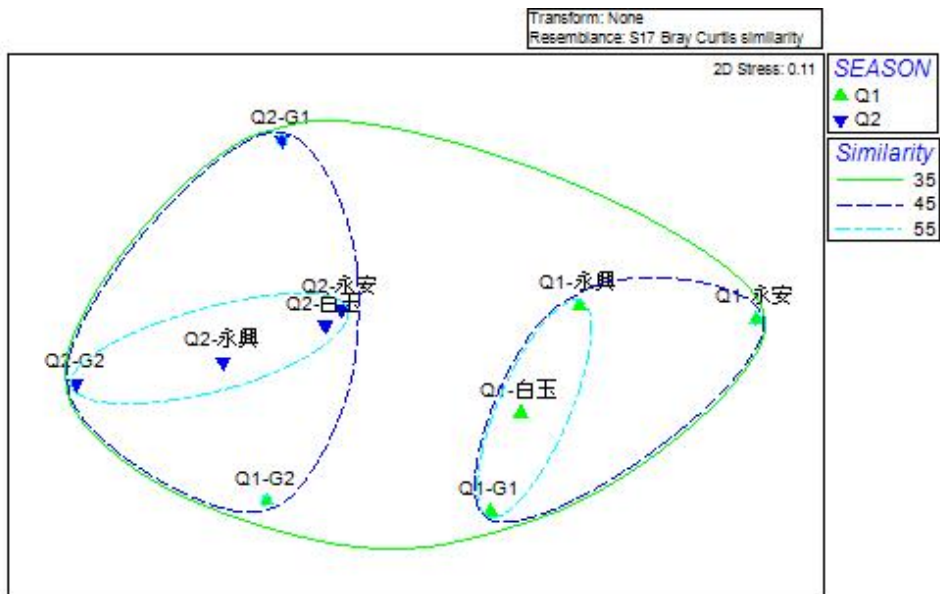


圖 4-10. 藻礁底內生物群聚多元尺度分析圖，(Q1:乾季，Q2:雨季)。

4.3.4 DNA 生命條碼 (Barcode) 分析

1. 分析結果

生命條碼分析方面，已完成 118 個生物樣本定序，最主要獲取了環節動物門及星蟲動物門的資訊，依此序列結果的分析顯示(圖 4-11 及圖 4-12)DNA 序列與傳統分類的結果在“科”的階層與分析結果相符合，由於基因資料庫的資料量仍不足，未能明確分別出不同屬，但在親緣關係樹中可見許多樣本與基因庫中現有的序列的屬中有明顯分群，可能代表著不同屬，而且並未收錄於 NCBI 基因庫中。Metabarcoding 的分析結果可計算出藻礁各測站的底內生物多樣性。以稀釋曲線分析 (rarefaction curve analysis) 檢視本次的採樣及定序 (圖 4-13)，各樣點的物種觀測值皆以達最大值，故本次採樣的樣本深度是足夠的。以物種親緣關係豐富度的 PD 指數檢視 (圖 4-14)，每個樣點在不同的潮位，相對的 PD 指數並不相同，高潮位為所有潮位中指數最低，表示發現的物種多為分類系統相近的生物。在低潮位除了永安外，其他地點的 PD 指數均偏低。中潮位裡大潭 G1 的 PD 指數最高。其他地點中潮位跟低潮位的指數相近。白玉整體而言 PD 指數稍為偏低，但全部測站是沒有顯著差異的(Kruskal-Wallis, $p > 0.1$)。以物種均勻度指數檢視 (圖 4-15)，在不同潮位中，白玉的物種均勻度皆比其他測站高，其他測站的物種均勻度並沒有太大的差別。但是如果以全潮位來看，白玉的物種均勻度比起永安有顯著上的差異 (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$)。夏儂-威納指數 (圖 4-16) 也顯示中低潮位的多樣性比高潮位高。除了在高潮位及低潮位大潭 G1 的多樣性較低，以全潮位來看，這五個樣點的多樣性並無顯著差別 (Kruskal-Wallis, $p > 0.1$)。在這三個指數中，永安站內所採的樣本歧異度在各潮位的差異度皆較其他樣點大。這可能是因為永安礁體內孔隙較大，而造成了採樣差異。

五個測站中，藻礁底內生物群組成並無顯著差異 (PERMANOVA, $p > 0.1$)。然而潮位是影響組成差別的主因。圖 4-17 是全部樣點的主座標分析 (PCoA)，不論是哪個測站，高潮位的群聚組成較為相似，而中潮位跟低潮位的生物組成則無明顯分別。

2. 整合討論

物種分類科學為各項生物研究的重要基礎，依目前傳統分類法已將各類現生生物給予專屬的命名並建構出生物的演化圖譜，但在一些不明確或缺乏的特徵下，仍有許多亟待釐清的難題，尤其在執行生態監測或調查時，以傳統分類法鑑種不止耗時耗工，其正確性依賴於人員對不同物種分類的經驗及熟識度，故調查結果可能會因不同人鑑種而造成誤差。生命條碼 DNA 及分子類源的分析則成為分類研究的重要輔佐及驗證工具，生命條碼能輔助降低人為鑑種誤差，並可以同時大量進行不同物種的調查；但生命條碼的使用受限於資料庫涵蓋的物種，如有未知物種，也需依賴傳統分類法來證明資料的正確性。由於目前並無任何針對藻礁進行底內生物生命條碼的研究調查，對於可能調查到的物種也有許多未知，本計畫後續仍需配合傳統分類來建立完整生命條碼資料庫。本計畫案獲取了百餘個物種個體的 DNA 條碼片段，涵蓋軟體動物門、節肢動物門、環節動物門及星蟲動物門等水生動物，目前環節動物門(多毛類)及星蟲動物門，

不止基因資料庫中物種數涵蓋量少，其特徵難以界定或缺乏，鑑定相當不易。每個個體經組織取樣後仍保留大部分的生物體，包括最主要的吻部及體節特徵，並以與拍照建檔，在後續序列比對後可再取樣，交互比對確認物種，即可貢獻序列資訊給基因資料庫。另一方面，其他物種尤其淡水原生生物所獲取的資料，可作為淡水系在地物物種基因資料庫，作為未來物種管理或復育的重要參考。

另則，Metabarcoding 的分析結果顯示藻礁樣站生物組成的異同，在物種豐度、物種均勻度、物種多樣性於各調查樣站之間並無明顯差異，但與潮位高低有關。此與本調查以傳統調查採樣方法獲取的資訊則有所不同，其差距的原因可能為 metabarcoding 得到的物種種類比傳統調查方法還要豐富。這次傳統法調查到的物種種類為肉眼可見之軟體動物，甲殼類，多毛類及星蟲。但 Metabarcoding 可以得到更多較小型或無法肉眼辨識的底內生物，例如橈腳類，端足類等。目前生命條碼的定序還在持續進行中，待基因資料庫較完整後，便可以對 metabarcoding 的結果進行進一步詳細的物種分析。

Sipuncula

Phylogeny tree of barcoding samples - Sipuncula

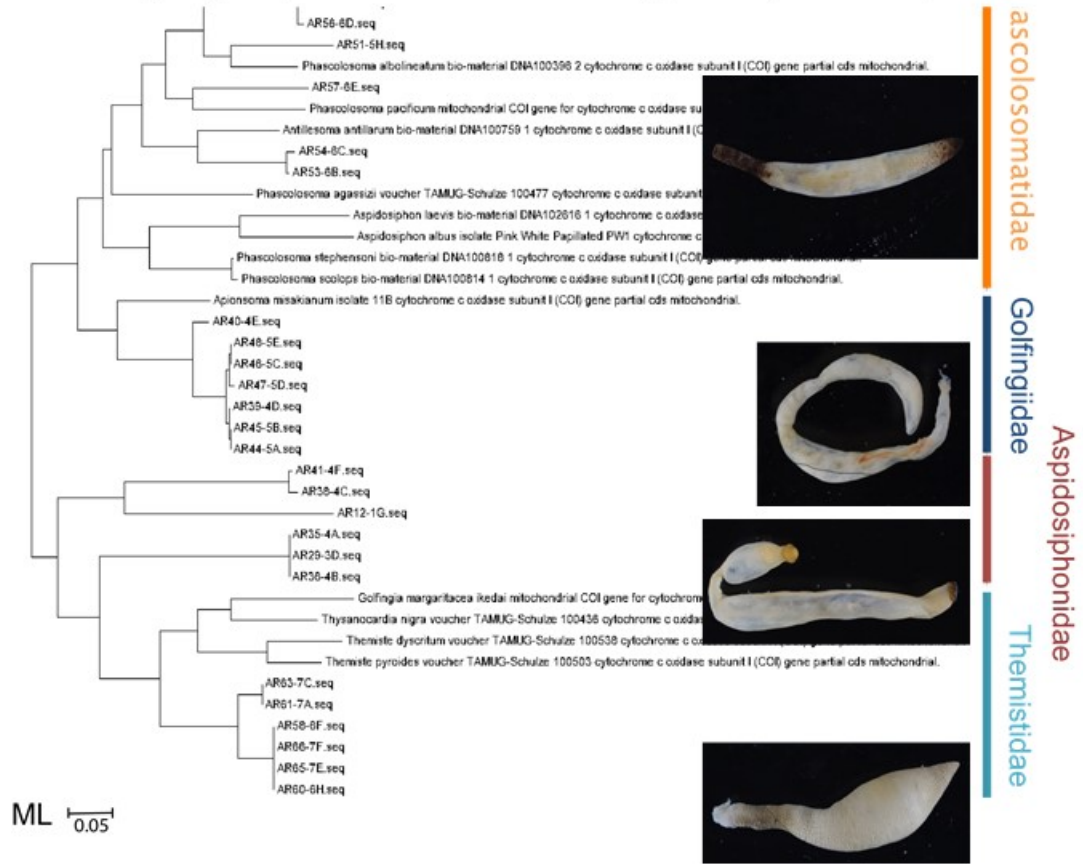


圖 4-11. 以 COI 生命條碼定序所製星蟲動物門系親緣關係樹。

Phylogeny tree of barcoding samples - Polychaete

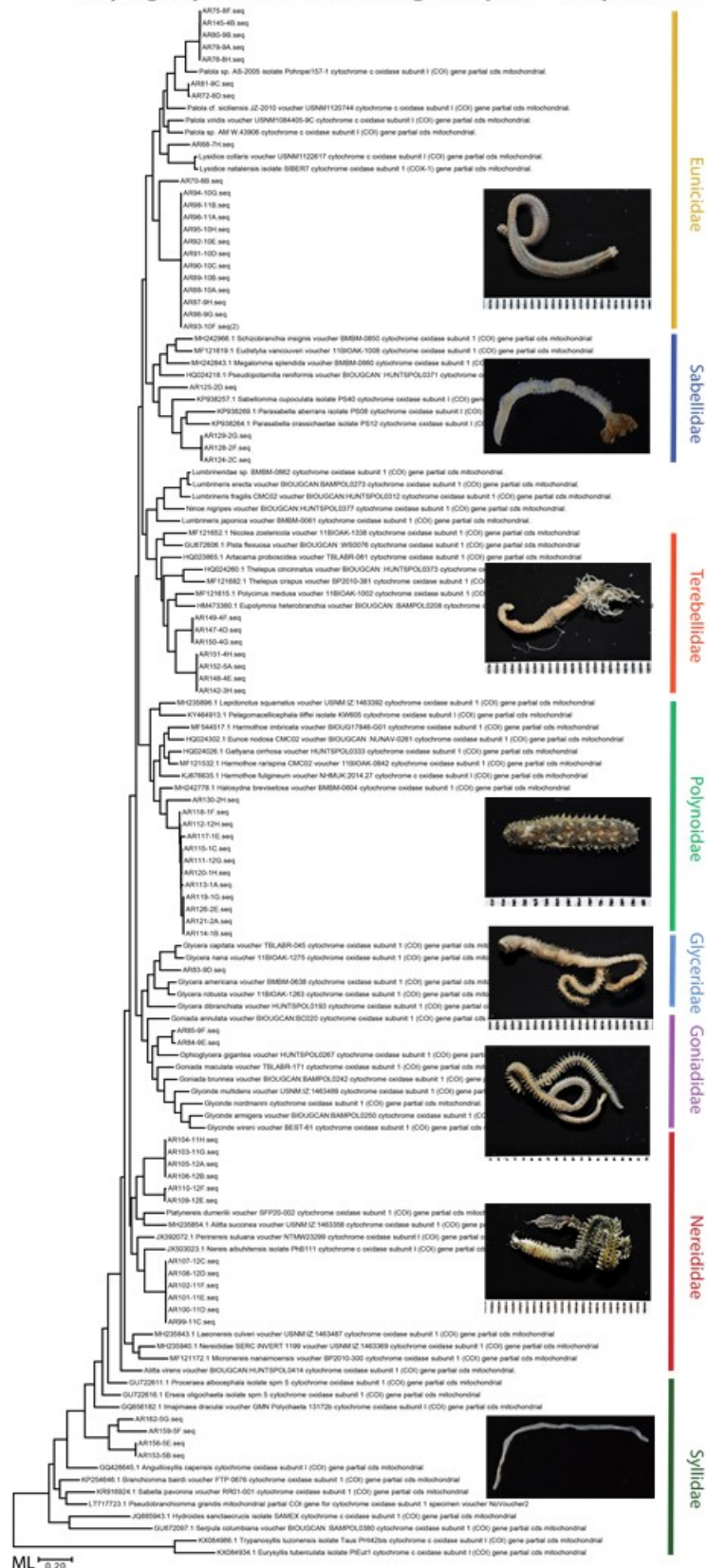


圖 4-12. 以 COI 生命條碼定序所製環節動物門 DNA 親緣關係樹圖。

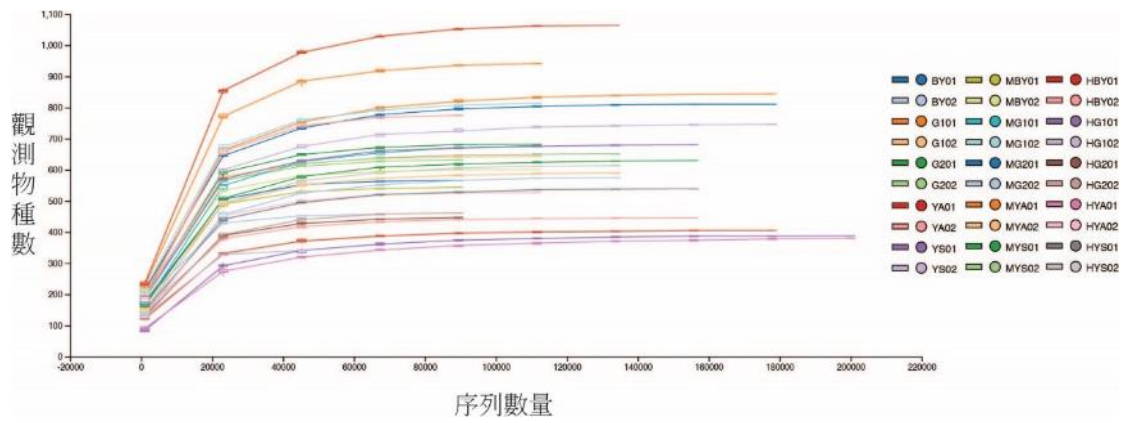


圖 4-13. 所有樣本的稀釋曲線分析 (rarefaction curve analysis)，BY 為白玉，YS 為永興，YA 為永安，M 為中潮位，H 為高潮位。

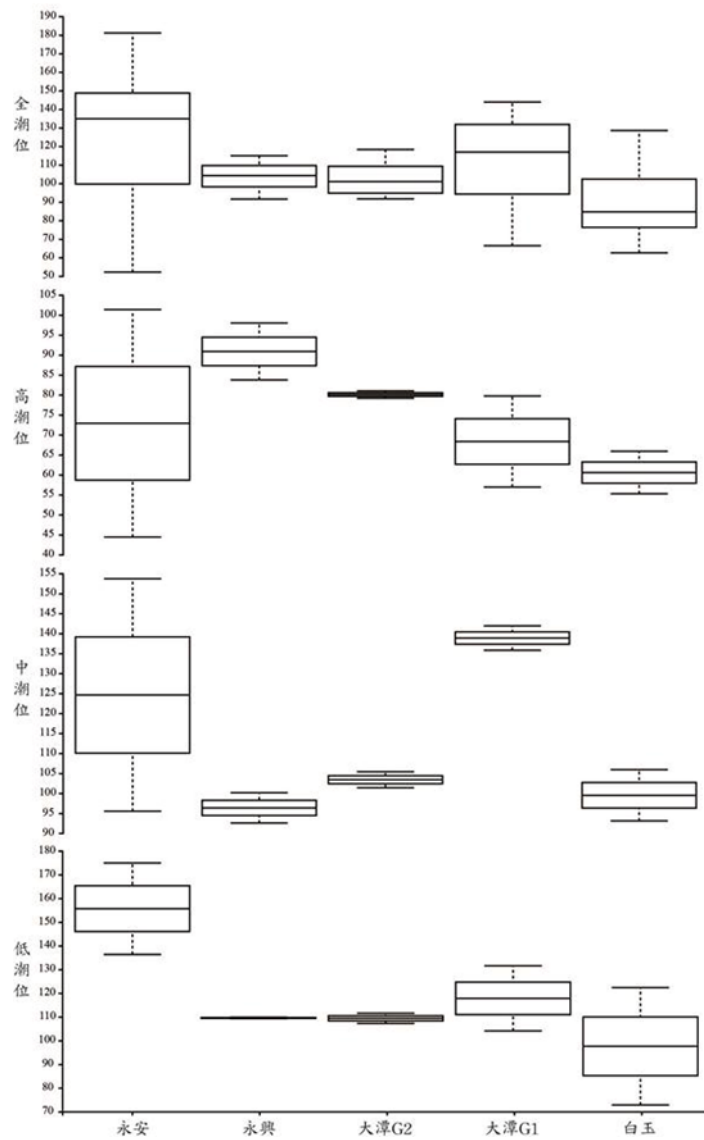


圖 4-14. 各樣點於不同潮位的 PD 指數。

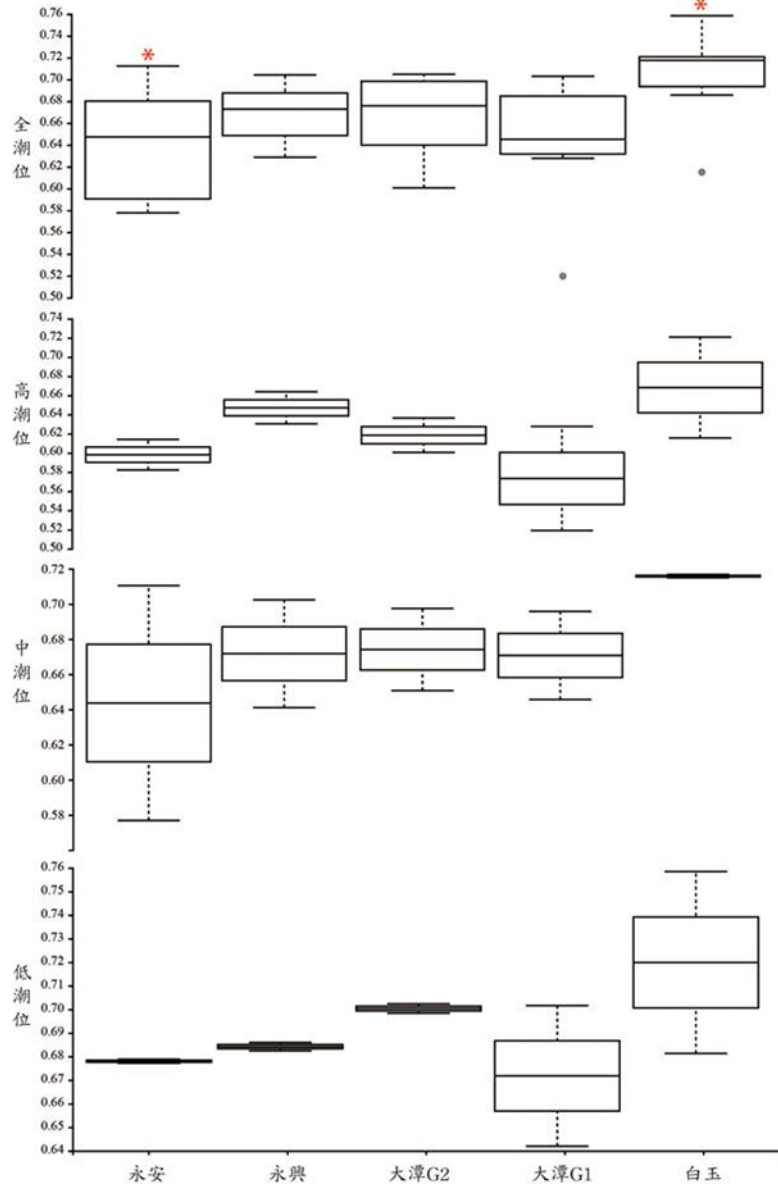


圖 4-15. 各樣點於不同潮位的物種均勻度比較。

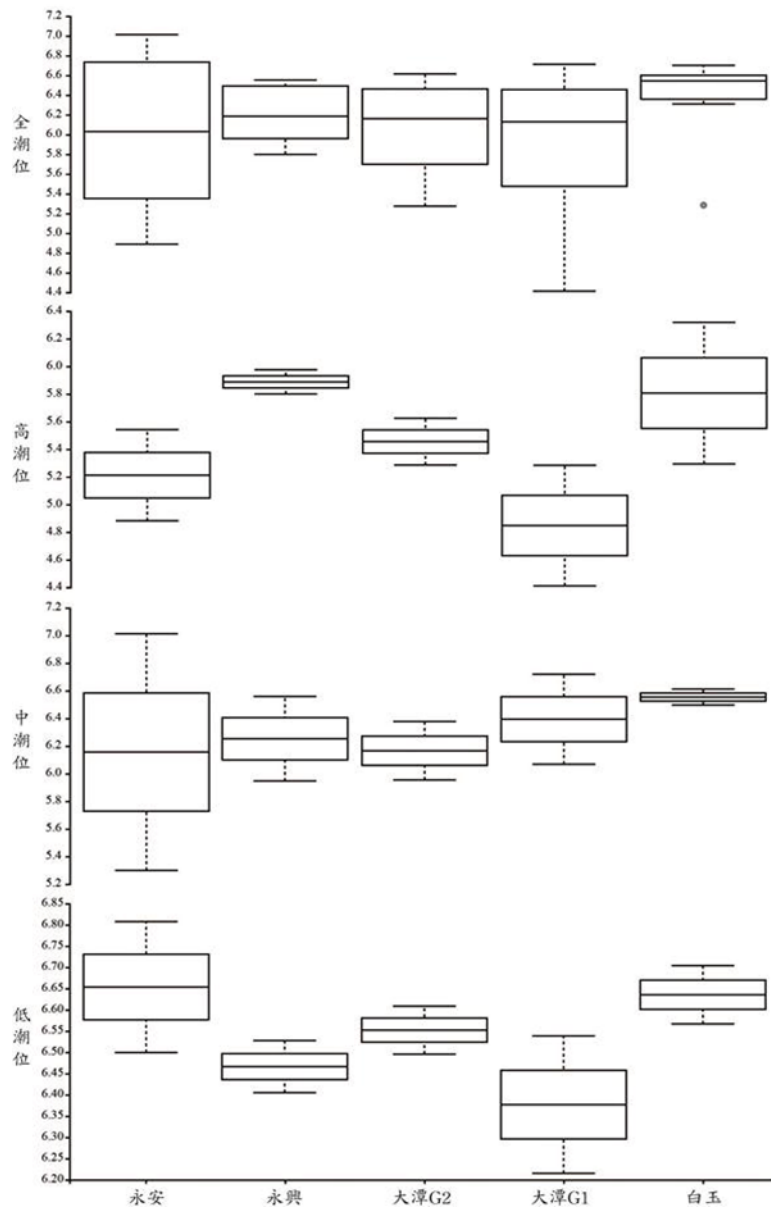


圖 4-16. 各樣點於不同潮位的夏儂-威納指數。

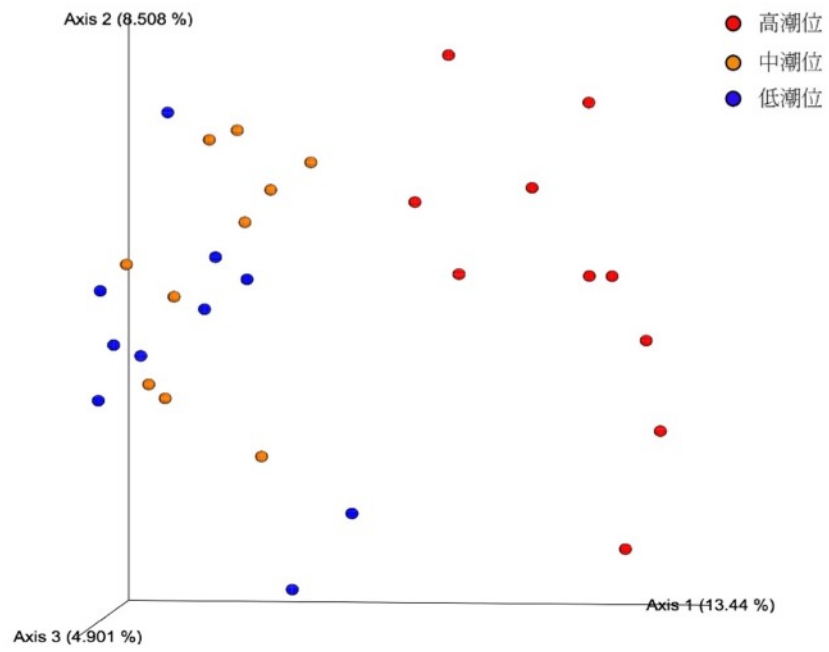


圖 4-17. 全樣點的主座標分析 (Principal Co-ordinated Analysis, PCoA) 。此為 unweighted unifrac PCoA 。

4.4 結論

彙整本子計畫各項結果的資訊，歸納以下結論：

1. 本子計畫調查在部分河川調查到日本絨螯蟹、字紋弓蟹及日本沼蝦等常民生活物種，顯示藻礁是桃園台地重要河川中兩側洄游生物必定經過的海岸地形，是這些洄游生物完成生活史的重要關卡，藻礁的破壞可導致生物廊道中斷，造成上游物種消失。

2. 大潭 G2 區藻礁內棲生物在各樣站中具有最高生物歧異度及豐度，且注入大潭 G2 區的小飯壠溪，上游亦具有最高的生物多樣性，包括高體鱒鮫等受關注的明星原生物種，也包括日本絨螯蟹、字紋弓蟹等兩側洄游的生物，然而，小飯壠溪下游卻面臨汙染及棲地破壞的風險，汙水及河口棲地的破壞，將影響注入藻礁的水質，造成藻礁生態的衝擊。

3. 注入藻礁的溪流具有長期性的汙染，推測可能與上游汙染物排放有關，尤其在乾季，缺少稀釋作用，汙染濃度更高，對藻礁增加更大的影響。

4. 上游埤塘多有當地居民生活動，多利用為養殖及休閒垂釣，這些埤塘以河川及大圳彼此連結，成為各淡水水系間的節點，在明智利用的基礎上，或可用於保育部分原生物種，成為河川水生物群聚穩定的供應來源

5. 藻礁底內生物紀錄有 8 門 44 科 50 種以上，最主要為多毛類、星蟲及甲殼類，平均數量可達每立方米有 6,738 個生物個體，多樣性遠高過過去文獻所報導，是維繫藻礁生態系食物鏈底層的基礎。

6. 本計畫已獲取藻礁底內生物及河川原生物種共計 118 個個體序列，這些分子資訊可提供至基因資料庫作為後續針對小型無脊椎動物如多毛類及星蟲等類群進行多樣性研究的重要資料，同時也是支持藻礁物種多樣性及其重要棲地的證據並提供將來地方政府或社區進行復育時種源選取之科學依據；遺傳多樣性 metabarcoding 分析結果則凸顯現有分類學資訊仍有許多未被記錄過及描述過的新種在藻礁礁體內棲息。

由遺傳多樣性資料瞭解，藻礁的內棲動物多樣性遠高過以現有型態資料所能描述的數量，而更高過過去文獻所記載，這些多樣而龐大族群支持著藻礁在生態系食物鏈底層的關鍵腳色，同時藻礁也是桃園臺地海陸兩側洄游生物的必經路徑，提供了溪流上游聚落居民常民生活利用的鄉土物種，維繫著傳統一二級產業。然而，目前這些溪流正遭受到汙染棲地破壞的威脅，汙染的水體注入藻礁區，將降低藻礁的生產力並阻絕兩側洄游生物的遷徙，造成上游生物多樣性降低，整個流域的生態價值損弱。

4.5 預期效益

1. 可量化效益：

指標項目	單位		
		預期目標	實際達成
推動全國農村活化再生社區數	社區	1	2
創造就業機會數	人	5	5
帶動年度農業及農村休閒旅遊人次	人次	100	500
完成桃園四個溪流水系從上游至藻礁的底內物種調查資料	條	4	5
藻礁關聯之淡水水系河川、埤塘之水生動物物相調查	條	4	5
藻礁區底內動物相調查	次	2	2
藻礁內棲物種生命條碼分析	批	4	4
鄉土與民生利用水生生物物種族群判定	批	4	4

2. 其他政策效益或不可量化效益：

- (1) 目標:確認桃園四個溪流水系從上游至藻礁的底內物種並建立多樣性資料。
達成: 已確認(五個溪流水系)。
- (2) 目標:確認桃園四個溪流水系從上游至藻礁物種及群聚之時空變化。
達成: 已確認(五個溪流水系)。
- (3) 目標:以科學資料為依據探討，探討溪流水系管理及藻礁生態系之關聯，建立保育的基礎資料。
達成: 已藉由水質及兩側洄游生物資料，鏈結並探討水系及藻礁生態系的關係。
- (4) 目標:評定鄉土水生生物特色物種，建立復育及資源管理的科學數據。
達成: 已記錄數種原生水生生物，並提供物種基因序列資訊，可做未來資源管理參考。
- (5) 目標:創造社區特色產業生物資源產業，經營營造社區產業亮點，創造富麗社區風貌。
透過體驗漁法，如敲石蚶、挖花蛤，以及環境教育社區生態解說。
達成:已進行環境教育社區生態解說。

五、白玉至觀音新屋藻礁大型海藻和殼狀珊瑚藻多樣性調查以建立過去社區對藻礁海藻利用之科學資料

摘要

桃園藻礁是以殼狀珊瑚藻為主要建礁生物所形成的礁體，也是目前已知的現生藻礁生態系規模龐大的海岸線，涵蓋桃園市大園區、觀音區及新屋區一帶的海岸線約 27 公里，其中北邊因人為開發與工業汙染受到嚴重的破壞，目前僅存南邊白玉至觀新具有較為健康的藻礁。耆老訪談資料顯示過去周遭農村會使用桃園藻礁大型海藻供食用或畜牧用途，但相關使用方式尚未以科學方式量化。故本計畫預計在白玉藻礁、大潭藻礁（大潭 G1 及大潭 G2）及觀新藻礁（永興及永安）共五個潮間帶低潮位樣點，使用 DNA 生命條碼，分析 200 個以上大型海藻樣本，精準了解桃園白玉至觀新不同區域藻礁大型海藻及殼狀珊瑚藻藻種多樣性，以方便本計畫團隊做進一步後續農村使用訪談資料所需。扎實生態科學數據，將有助於政府與民眾了解與重視藻礁生態保育，並有助於後續農村再生之規劃。

本研究已於 2018 年 4 月（桃園藻礁之永安、永興、大潭 G2、大潭 G1 及白玉殼狀珊瑚藻、匍匐狀大型藻及其他大型藻類及石門之殼狀珊瑚藻）及 2018 年 7 月（桃園藻礁之永安、保生、大潭 G2 及白玉之殼狀珊瑚藻及石門之殼狀珊瑚藻）完成採樣，其中整理出 601 個樣本序列（桃園藻礁殼狀珊瑚藻 371 個、桃園藻礁匍匐狀大型藻 23 個、桃園藻礁其他大型藻類 11 個、石門殼狀珊瑚藻 196 個），並彙整 248 個殼狀珊瑚藻及 227 個耳殼藻文獻序列。

經 DNA 生命條碼分析，並且彙整過往已知殼狀珊瑚藻相關 *psbA* 及耳殼藻相關 *rbcL* 序列，比對後發現殼狀珊瑚藻有 24 個種類，耳殼藻有 4 個種類及胭脂藻 4 種，另外，依 DNA 生命條碼及形態分析，並經彙整之文獻比對後，初步發現桃園藻礁有 16 種其他大型藻類。綜合分析結果，桃園藻礁地區一共發現 48 種大型藻類，其中包括 2 個 2018 年新發表屬，3 個 2018 年新發表種及 3 個臺灣的新記錄種；與過去調查文獻相比，本次調查中桃園藻礁海藻新記錄最多達 35 種。依統計分析結果顯示，不同干擾程度的微棲地類型及地理位置擁有不同的殼狀珊瑚藻群落組成，也造就獨特的桃園藻礁生態系。

5.1 序言

5.1.1 擬解決問題

1. 瞭解桃園白玉、大潭至觀音新屋一帶藻礁在春季之大型海藻和殼狀珊瑚藻藻種多樣性。
2. 建立桃園藻礁大型海藻和殼狀珊瑚藻的藻種科學鑑定名稱，以方便本團隊做為社區訪談所需資料，以了解過去周遭社區對不同大型海藻和殼狀珊瑚藻礁體的利用狀況。

5.1.2 計畫目標

1. 全程目標：

在分類上，珊瑚藻屬於紅藻門、真紅藻綱、珊瑚藻亞綱，是一群具有累積碳酸鈣能力且能夠建構生物礁體的海洋大型藻類（Steneck 1986）。在整個海洋大型紅藻藻種多樣性中，珊瑚藻佔有約10%的藻種多樣性，顯示珊瑚藻是一群多樣性豐富的紅藻類群（Yoon et al. 2016）。根據其外部型態，珊瑚藻可大致區分為兩種型態類型，分別為有節珊瑚藻及無節珊瑚藻。其中，相較於無節珊瑚藻，有節珊瑚藻因藻體死亡後易受到浪擊破碎，其生物礁建構的潛力不如無節珊瑚藻來的好。因此，在全球淺海海域的生物礁體建構中，除珊瑚以外，無節珊瑚藻為另一類主要的建礁生物。由於無節珊瑚藻生長方式是以覆蓋堅硬基質為主，並鈣化產生堅硬的殼狀物，因此又稱之為殼狀珊瑚藻（Steneck 1986）。

整體而言，以殼狀珊瑚藻為主的生物礁，可大致區分為三種類型（Bosence 1983）：（1）紅藻球床；（2）藻瘡（或藻瀑）和（3）藻礁。紅藻球床的形成主要是殼狀珊瑚藻生長在破碎的珊瑚或小石塊的基質上，隨著海水水流的帶動而滾動逐漸慢慢生長，形成以殼狀珊瑚藻為主的生物球石。藻瘡（或藻瀑）的形成主要是在珊瑚礁的前緣，當珊瑚礁前緣受到強浪的衝擊，導致珊瑚礁不適合生長，但卻適合殼狀珊瑚藻生長的環境，殼狀珊瑚藻以珊瑚礁為基底，沿著珊瑚礁前緣生長，所構成的生物礁體系統，因此稱之為藻瘡；有時，殼狀珊瑚藻順著前緣的位置往潮下帶生長，宛如瀑布，因此又稱之為藻瀑。最後，藻礁的形成則是在一年四季長時間處於有大浪干擾的沿岸環境，當有適當的硬基質或石和殼狀珊瑚藻的水文環境，使得珊瑚與其他非鈣化大型海藻無法與殼狀珊瑚藻生長競爭，使殼狀珊瑚藻為主要優勢生長的海藻，因而構成較為大片的生物礁體系統，稱之為藻礁。根據Littler和Littler（1984）所提出的相對優勢假說，在水流干擾強度大且營養鹽較為豐富的海水水域，由於其鈣化的藻體及平鋪基質的生長方式，殼狀珊瑚藻會是主要能夠生長的大型海藻。總觀以上三種不同的殼狀珊瑚藻生物礁體所處的水文環境，皆符合相對優勢假說。

根據目前文獻顯示，在全球沿海海域，上述三種殼狀珊瑚藻的生物礁體，以紅藻球床及藻瘡兩種類型最為常見，可廣泛在大西洋及太平洋前海海域觀察到（Riosmena-Rodriguez et al. 2017）。反之，大規模的藻礁生物礁系統則較為少見。在國外，大部分的藻礁皆因地質抬升而成為化石，故現生藻礁僅在挪威北邊淺海海域及地中海海域有所報導。在臺灣，過去被認為有現生藻礁存在的石門及台東杉原，前者應屬於珊瑚為主的生物礁體系統，後者則為藻瘡。另外，在恆春半島旭海及風吹沙的藻礁，也因地質抬升作用，已成為化石藻礁，而非現生藻礁（劉少倫，2017）。因此，在臺灣，以殼狀珊瑚藻為主要建礁生物的現生大規模藻礁生態系，僅出現在桃園市大園區、觀音區及新屋區的海岸線，北從竹圍漁港到南邊的永安漁港一帶約27公里大

規模的沿岸藻礁生態系。根據放射性碳14定年分析，整個藻礁礁體形成時間約始於7500年前，以每年約0.02-0.04公分的速度增長(戴昌鳳等人 2009)。比較目前國外所有的現生藻礁相關研究報告，臺灣桃園藻礁規模更為龐大，可說是世界絕無僅有(Liou et al. 2017)。

過去，因多孔隙的桃園藻礁能夠是許多的海洋生物的重要棲息場域，使桃園沿海社區能以桃園藻礁特有的海洋生物資源進行當地特有的傳統漁業和農業經濟活動。舉例來說，在訪談當地社區耆老口述中，發現除了漁業資源外，過去桃園沿海社區也會使用藻礁上各類大型海藻做為食用、畜牧飼料或是社區堆肥，而使用的海藻物種仍需進一步進行更精準的科學鑑定及後續訪談。然而，在過去40年經濟發展的需求以及對藻礁生態系知識的缺乏，臺灣桃園27公里的藻礁，因北邊大園工業區及觀音工業區的廢水及重金屬汙染，已有約75%的藻礁生態系受到嚴重的破壞，僅剩下南邊從白玉、大潭到觀新一帶的藻礁具有較為健康的藻礁生態系統(劉靜榆 2017)。因此，針對桃園藻礁南邊白玉至觀新一帶的藻礁，進行更深入的大型海藻和殼狀珊瑚藻藻種多樣性調查等更為精準的科學數據資料之收集，將有助於政府制定藻礁生態保育政策及後續社區再生重要的參考依據。

桃園藻礁上大型海藻和殼狀珊瑚藻的多樣性相關知識了解，根據劉靜榆博士十多年的觀察，大型海藻(非殼狀珊瑚藻大型海藻藻種，以下以大型海藻簡稱之)和殼狀珊瑚藻生長最為蓬勃的季節為春季，而夏季是生長最不佳的季節，並以潮間帶為大型海藻和殼狀珊瑚藻主要生長棲位(劉靜榆 2013)。在大型海藻多樣性研究方面，最早是由中油委託學術單位進行大型海藻多樣性調查，戴昌鳳等人在2009年的調查發現5種海藻，分別為兩種綠藻[石蓴(*Ulva lactuca*)及許苔(*Ulva prolifera*)]和三種紅藻[縱胞藻(*Centroceras clavulatum*)、小杉藻(*Chondracanthus intermedius*)及刺沙菜(*Hypnea spinella*)]。隨後，林幸助等人在2013年的研究，記錄到6種海藻，除了包含前述所列5種海藻，新增加一種紅藻-角叉菜(*Chondrus ocellatus*)的紀錄。但在本申請人研究團隊2017年5月，採用DNA生命條碼技術，額外發現兩種新記錄大型紅藻，分別為環節藻(*Champia* sp.)和雙叉石花菜(*Gelidiophycus divaricatus*)(陳和劉，2017)。其中，環節藻可能為學界尚未描述的新種。上述研究顯示，由於許多大型海藻在外觀型態上極為相似，若不使用DNA生命條碼調查的方式，無法完整且精準的了解桃園藻礁大型海藻的多樣性。

在殼狀珊瑚藻藻種多樣性研究方面，則是最近幾年才開始有零星的研究。過去根據型態的研究，認為桃園藻礁僅有約四種殼狀珊瑚藻(戴昌鳳等人，2009；林幸助等人，2013)。但是，藉由DNA生命條碼技術的幫助，海大林綉美博士團隊2016年的研究，針對觀新野生動物保護區內的殼狀珊瑚藻藻種進行藻種多樣性調查，增加了殼狀珊瑚藻的多樣性，並初步發現8種殼狀珊瑚藻，分別為三種膨石藻(*Phymatolithon*)、一種中葉藻(*Mesophyllum*)、兩種哈氏石藻(*Harveyolithon*)、一種縐石枝藻(*Lithothamnion*)及一種胞石藻(*Sporolithon*)，皆為世界新種(劉和林 2016)。接著，筆者研究團隊於2017年5月，同樣利用DNA生命條碼技術，針對大潭藻礁進行初步的殼狀珊瑚藻藻種多樣性調查，發現6種殼狀珊瑚藻，分別為一種膨石藻(*Phymatolithon*)、一種細枝藻(*Leptophytum*)、一種胞石藻(*Sporolithon*)、孔水石藻(*Porolithon onkodes*)、瑪格莉特石葉藻(*Lithophyllum margaritae*)及一種未發表之新屬新種，其中，除膨石藻(*Phymatolithon*)及胞石藻(*Sporolithon*)兩種與林綉美博士研究團隊在觀新藻礁藻種相同，本研究團隊發現另外四種不同的殼狀珊瑚藻藻種(陳和劉 2017)；另外，2018年，劉等人於桃園藻礁區域發現6屬的殼狀珊瑚藻，其中描述了1種新屬及3個新種(Liu et al. 2018)。

以上研究結果顯示，以形態方式進行調查或採樣不足，會遠遠低估桃園藻礁殼狀珊瑚藻的物種多樣性。在缺乏針對桃園藻礁大型海藻和殼狀珊瑚藻進行更全面且系統性的多樣性研究，

目前學界仍無法了解桃園藻礁大型海藻和殼狀珊瑚藻多樣性真實的狀況。在不同區域是否蘊藏著不同種類的大型海藻和殼狀珊瑚藻，等相關海藻生物多樣性基礎的生態知識可以說是極為貧乏，因此，桃園藻礁的大型海藻和殼狀珊瑚藻藻種多樣性仍有待進一步的研究。

考量到殼狀珊瑚藻是桃園藻礁主要的生物礁建構者，對於其藻種多樣性和以其為基質生長之大型海藻多樣性的了解，將是極為重要且基礎的知識。因此，針對以上殼狀珊瑚藻於桃園藻礁生態系的大型海藻和殼狀珊瑚藻多樣性基礎資料建立，本計畫以一年調查時間，針對桃園藻礁南邊生態系最為健康的區域，從白玉、大潭、觀音和新屋藻礁，選擇數個樣點潮間帶低潮位進行大型海藻和殼狀珊瑚藻多樣性調查。在為期一年的調查過程，為了瞭解桃園藻礁整體大型海藻和殼狀珊瑚藻藻種多樣性，本研究預期利用DNA生命條碼，於春季大型海藻和殼狀珊瑚藻生長最旺盛季節，調查各樣點大型海藻和殼狀珊瑚藻藻種多樣性，提供桃園藻礁大型海藻和殼狀珊瑚藻多樣性基礎資料，以利未來藻礁生態保育及後續社區再生的生態基礎線資料。整體而言，為進一步管理保育桃園藻礁及了解藻礁上大型海藻在過去社區利用狀況，本部分計畫貢獻將著重在利用生命條碼技術調查桃園藻礁大型海藻和殼狀珊瑚藻藻種多樣性，不僅有助於提升臺灣在藻礁學的學術影響力，也對臺灣對桃園藻礁生態保育及後續社區再生規劃有所幫助。

綜合而言，本計畫全程目標，分點如下：

- (1) 白玉、大潭、觀音和新屋藻礁礁區內海藻相調查。
- (2) 白玉、大潭、觀音和新屋藻礁內海藻DNA生命條碼分析。

2. 本年度目標：

本年度目標，分點如下：

- (1) 白玉、大潭、觀音和新屋藻礁礁區內海藻相調查。
- (2) 白玉、大潭、觀音和新屋藻礁內海藻DNA生命條碼分析。

5.2 材料與方法

5.2.1 樣點選擇

本計畫計畫調查範圍主要著重在桃園南方白玉至觀新一帶較為健康的藻礁生態系。在時間及人力經費考量上，選擇在潮間帶最低潮位（退潮後約-160公分位置），計畫在白玉藻礁選擇一個樣點，在大潭藻礁選擇二個樣點（大潭 G1 及大潭 G2），在觀新藻礁選擇兩個樣點（永興及永安）。在各藻礁區域，將選擇藻礁生態系較完整不受破壞的區域進行調查。舉例來說，在大潭藻礁，將選擇觀塘工業區中具有較大藻礁面積的大潭 G2 位置。當樣點測站選定後，於潮間帶低潮位（潮高-160公分）殼狀珊瑚藻生長較為旺盛的地區，以平行海岸線的方式，設立一條 10 公尺*1 公尺的永久固定穿越線，以利後續大型海藻和殼狀珊瑚藻藻種多樣性之調查。

5.2.2 大型海藻和殼狀珊瑚藻藻種多樣性調查

在大型海藻和殼狀珊瑚藻藻種多樣性的調查，在每一個樣點中，於永久固定穿越線外推 100 公尺（不包含永久固定穿越線內），隨機進行大型海藻和殼狀珊瑚藻採樣。在每一個樣點，以上述的設計方法，採樣至少 50 個藻類樣本。此外在採集樣本時，以周遭海水盡量清洗樣本，並以柔毛刷子輕微的刷淨泥沙，以利後續 DNA 生命條碼分析，確認各樣本藻種身分。

5.2.3 DNA 生命條碼分析

在海藻 DNA 生命條碼分析方面，先以商業化 ZR Plant/Seed DNA MiniPrep™ (ZYMO, USA) 萃取乾燥劑保存樣本之 DNA。所萃取之 DNA 用於後續葉綠體 *rbcL* 與 *psbA* 基因擴增及定序使用。葉綠體 *rbcL* 與 *psbA* 引子使用參考前人研究 (Yoon et al. 2002; Saunders & Kucera 2010)，如下：

引子名稱	方向	引子序列
<i>psbA</i> -F1	順向	5'-ATGACTGCTACTTTAGAAAGACG-3'
<i>psbA</i> -500F	順向	5'-CTCTGATGGWATGCCWYTAGG-3'
<i>psbA</i> -600R	反向	5'-CCAAATACACCAGCAACACC-3'
<i>psbA</i> -R1	反向	5'-GCTAAATCTARWGGGAAGTTGTG-3'
<i>psbA</i> -R2	反向	5'-TCATGCATWACTTCCATACCTA-3'
<i>GrbcLnF</i>	順向	5'-GCTGGWGTA AAAAGATTAYCG-3'
<i>GrbcLR</i>	反向	5'-TCACGCCAACGCATRAASGG-3'
<i>rbcLF7</i>	順向	5'-AACTCTGTAGAACGNACAAG-3'
<i>rbcLR753</i>	反向	5'-GCTCTTTCATACATATCTTCC-3'

在基因擴增聚合酶連鎖反應 (Polymerase Chain Reaction ; 簡稱之 PCR) 上，藥品添加如下：Autoclaved ddH₂O 13 µl、5 M Betaine 10 µl、500 mM dNTP 8 µl、5mM MgCl₂ solution 6 µl、PCR buffer 6 µl、10 mM forward primer 2 µl、10 mM reverse primer 2 µl、Taq polymerase 1 µl 和 DNA 2 µl。PCR 過程先在 96°C 下進行 6 分鐘的 DNA 變性 (DNA denaturation)，接著進行 40-45 次循環，每一次循環在 94°C 進行 1 分鐘的 DNA 變性，42°C 下進行 1 分鐘的引子連接 (primer annealing) 及 72°C 下進行 1 分鐘 30 秒的 DNA 合成。在 40-45 循環結束後，再於 72°C 下進行 8 分鐘的 DNA 合成。整體 PCR 過程時間約耗時 4 小時。反應結束後，將 PCR 反應的產物經由膠體電泳分析 40 分鐘 (gel electrophoresis ; 1% agarose gel in 1X TBE buffer at 230 V for 30 min)。最後，添加 1-2 µl 高濃度 ethidium bromide 對 PCR 產物進行染色。染色後，將膠體置於 UV 光的暗相顯影，並以數位影像攝影系統拍攝影像分析結果。確認 PCR 是否有成功後，將成功反應的樣本送至基龍米克斯定序公司，以 ABI 核酸自動定序儀進行 DNA 生命條碼定序。

5.2.4 DNA 物種界定和親緣關係分析

在殼狀珊瑚藻物種界定上，主要藉由序列兩兩間的差異，計算 Kimura 2-parameter 的距離矩陣，使用 Automated Barcode Gap Discovery (ABGD) 的 DNA 數理模型進行物種界定；這個模型方法能夠找到種內與種間差異的空隙 (Gap)，並以這個空隙作為物種界定的序列差異標準 (Puillandre et al. 2018)。以 ABGD 方法所界定出來的物種，在本計畫視為一初步假設物種 (Primary Species Hypothesis，簡稱 PSH)，以利後續群落結構組成多變量分析 (圖 5-9)。在親緣關係分析上，經定序公司完成所得到的 DNA 序列，先以 Bioedit 軟體進行序列清理與排序。接著，在使用 MEGA7 親緣關係分析軟體，針對排序好的序列資料，進行核苷酸取代模型 (nucleotide substitution model) 之測試，隨後以最大似然法 (maximum-likelihood method)，

進行分子親緣關係樹的建構。在親緣關係樹的建構，也將 GenBank 資料庫中已知殼狀珊瑚藻相關 psbA 序列加入親緣樹的建構，方便得知未知序列最相近的分類物種。所完成的親緣關係樹結果，利用 bootstrap 方法隨機抽樣序列資料 1000 次建立偽序列矩陣，並以最大似然法針對每一次的隨機取樣建構親緣關係樹，最後由 1000 顆親緣關係樹中建構出統計支持度。

5.2.5 形態觀察

以野外生態照及福馬林保存的標本之形態辨別大型藻類之種類，並與 DNA 生命條碼分析結果比對，兩者資料相輔相成。

5.2.6 統計分析

各樣點的殼狀珊瑚藻種多樣性分析，將使用 iNEXT 軟體針對物種豐富度、Shannon-Weaver 多樣性指標及 Simpson 多樣性指標進行估算，並同時完成稀疏性分析 (rarefaction analysis)，瞭解各樣點藻種多樣性採樣的完整性。此外，各樣點殼狀珊瑚藻群落分群分析上，主要以 DNA 生命條碼分析後的藻種相對豐富度資料為主， β 多樣性分析樣本間的距離矩陣則使用 Bray-Curtis 相似性計算之，地點與物種豐富度矩陣資料以 Hellinger 進行資料轉型標準化後，繪製成熱圖 (heatmap) 呈現，藻種群落組成及環境因子間的關係則以多變量冗餘分析 (dbRDA) 進行分析，檢視殼狀珊瑚藻群落在各調查樣點的分群形式以上所有統計分析將以繪圖統計軟體 R 進行分析。

5.3 結果

殼狀珊瑚藻屬紅藻門中的大型藻類，由於其為藻礁礁體的主要建構者之一，因此在分析上分為殼狀珊瑚藻、匍匐狀大型藻類（耳殼藻和胭脂藻）與其他大型藻類。

在樣本採集方面，2018年春季（2018年4月）於永安、永興、大潭 G2、大潭 G1 及白玉等五個樣點進行殼狀珊瑚藻、匍匐狀大型藻類及其他大型藻類之採集，為了解季節對殼狀珊瑚藻群落組成之影響，則於2018年夏季（2018年7月）於大潭 G2 及白玉兩個樣點進行殼狀珊瑚藻之採集，另外，於2018年春季及2018年夏季，於石門地區進行殼狀珊瑚藻之採集，以了解桃園藻礁與不同地區的殼狀珊瑚藻群落組成之異同。

在定性分析上，將殼狀珊瑚藻、匍匐狀大型藻類及其他大型藻類，就整個桃園藻礁地區多樣性進行分析與討論；另外，在定量分析上，利用 iNEXT 軟體，針對桃園藻礁各樣點及棲地之殼狀珊瑚藻，進行物種豐富度及多樣性指標分析，並利用相似性分析及多變量冗餘分析，以了解殼狀珊瑚藻在桃園藻礁地區的多樣性，並比較不同樣點之間的組成差異。

5.3.1 殼狀珊瑚藻、匍匐狀大型藻類及其他大型藻之定性分析

首先，在殼狀珊瑚藻方面，完成 DNA 萃取及 *psbA* DNA 生命碼分析的共有 371 個樣本，包括永安 130 個樣本序列（礁台 37 個、螺殼 47 個、鵝卵石 46 個）、永興 35 個樣本序列、保生 35 個樣本序列、大潭 G2 有 71 個樣本序列（2018 年春季 38 個、2018 年夏季 33 個）、大潭 G1 有 48 個樣本序列、白玉有 52 個樣本序列（2018 年春季 28 個、2018 年夏季 24 個）（表 5-3）。由於各樣本所得之 DNA 序列長短不一，將頭尾不一致序列去除後，最後分析 *psbA* 長度約 700 個鹼基；為了與過去已知或以發表殼狀珊瑚藻藻種進行比對，本計畫由美國國家生物技術資訊中心（National Center for Biotechnology Information, NCBI）及相關文獻（Caragnano et al. 2018, Richards et al. 2018, Liu et al. 2018）彙整約 248 個已知殼狀珊瑚藻相關 *psbA* 序列，進行親緣關係樹的建構（圖 5-1）。根據 ABGD DNA 數理物種定義分析，並配合最大似然法分子親緣關係分析結果，目前發現 24 種殼狀珊瑚藻，ABGD 分析結果顯示種內核苷酸百分比差異小於 1%，種間差異則大於 2% 以上，分別為 4 種殼植藻（*Crustaphytum*）、3 種縐石枝藻（*Lithothamnion*）、6 種膨石藻（*Phymatolithon*）、2 種胞石藻（*Sporolithon*）、1 種孔水石藻（*Porolithon*）、1 種張伯倫藻（*Chamberlainium*）、5 種哈氏石藻（*Harveyolithon*）、以及 2 種石葉藻（*Lithophyllum*）（表 5-1、表 5-3、圖 5-1、圖 5-4、圖 5-10）。

再者，匍匐狀大型藻方面（耳殼藻和胭脂藻），完成 DNA 萃取及 *rbcL* DNA 生命碼分析的共有 23 個樣本，包括永安 2 個樣本序列、永興有 6 個樣本序列、大潭 G2 有 5 個樣本序列及白玉有 10 個樣本序列，由於各樣本所得之 DNA 序列長短不一，將頭尾不一致序列去除後，最後分析 *rbcL* 長度約 600-700 個鹼基；為了與過去已知或以發表殼狀珊瑚藻藻種進行比對，本計畫由美國國家生物技術資訊中心（National Center for Biotechnology Information, NCBI）及相關文獻（Dixon and Saunders, 2013, Dixon et al. 2015, Garbriel et al. 2015）彙整約 227 個已知耳殼藻相關 *rbcL* 序列，進行 ABGD 物種定義分析和最大似然法親緣關係樹的建構後，初步發

現 4 種耳殼藻及 4 種胭脂藻 (表 5-1、圖 5-2)，ABGD 分析結果顯示種內核甘酸百分比差異小於 1%，種間差異則大於 2% 以上；其中，永安有 2 種耳殼藻、永興有 1 種耳殼藻、大潭 G2 有 3 種耳殼藻、白玉有 4 種胭脂藻。最後，其他大型藻類方面，2018 年春季共採集到 18 個樣本，完成 DNA 萃取及 DNA 生命碼分析的共有 11 個樣本，依形態或 DNA 生命條碼分析，一共發現 10 目 15 科 16 種，分別為 3 種綠藻：滸苔 (*Ulva prolifera*)、大野石蓴 (*Ulva ohnoi*) 及網結葉網藻 (*Phyllocladon anastomosans*)，及 13 種紅藻：紅毛菜 (*Bangia* sp.)、縱胞藻 (*Centroceras* sp.)、爬管藻 (*Herposiphonia* sp.)、邊孢藻 (*Marginisporium* sp.)、香港石花菜 (*Gelidiophycus hongkongensis*)、楊梅坑石花菜 (*Gelidium yangmeikengense*)、崗氏莖刺藻 (*Caulacanthus okamurae*)、沙菜 (*Hypnea* sp.)、小杉藻 (*Chondracanthus intermedius*)、扇形叉枝藻 (*Ahnfeltiopsis flabelliformis*)、龍鬚菜 (*Gracilaria* sp.)、臺灣蜈蚣藻 (*Grateloupia taiwanensis*) 及繁枝蜈蚣藻 (*Grateloupia ramossissima*)，其中滸苔 (*Ulva prolifera*)、大野石蓴 (*Ulva ohnoi*)、楊梅坑石花菜 (*Gelidium yangmeikengense*)、沙菜 (*Hypnea* sp.)、龍鬚菜 (*Gracilaria* sp.)、臺灣蜈蚣藻 (*Grateloupia taiwanensis*) 及繁枝蜈蚣藻 (*Grateloupia ramossissima*) 7 種藻類具有經濟性價值 (表 5-1、圖 5-3、圖 5-5)。

5.3.2 殼狀珊瑚藻之定量分析

將桃園藻礁各樣點及不同棲地類型所發現的殼狀珊瑚藻種類數量組成 (表 5-3、圖 5-6)，利用 iNEXT 分析結果 (表 5-4、圖 5-7、圖 5-8) 顯示，永安螺殼的樣本覆蓋率 (sample coverage, SC) 已達最高的 1.00，而保生的樣本覆蓋率最低，僅有 0.86。物種豐富度方面，保生及大潭 G2 (2018 年夏季) 分別為 11.00 及 9.00，而大潭 G1 物種豐富度最低。多樣性指標分析結果可分成 Shannon-Weaver 指標及 Simpson 指標，Shannon-Weaver 指標中，大潭 G2 (2018 年夏季)、保生及白玉 (2018 年春季) 分別為 7.62、6.86 及 6.10，Simpson 指標方面，大潭 G2 (2018 年夏季)、白玉 (2018 年春季) 及保生分別為 6.76、4.90 及 4.88，反映殼狀珊瑚藻多樣性較高，也擁有較均勻的群落組成並且有較明顯的優勢族群存在。

為了解桃園藻礁殼狀珊瑚群落結構與其他樣點的差異，將北海岸石門群落納入比較。首先，利用 Bray-Crutis 相似性分析 (圖 5-9)，橫軸代表各樣點及不同的微棲地類型，縱軸則代表不同的殼狀珊瑚藻種類，將各點所出現的物種豐富度，經 Hellinger 進行資料轉型標準化後，繪製成熱圖 (heatmap) 呈現，相對豐富度愈高，顏色愈深。根據結果，顯示桃園藻礁礁台上的殼狀珊瑚藻種群落結構和石門礁台的群落不同。再者，同個樣點 (分別為永安及石門) 螺殼及鵝卵石上的殼狀珊瑚藻群落彼此較為相似，但與礁台上的不同，顯示在不同微棲地的殼狀珊瑚藻群落結構也不相同，而從同樣的微棲地 (螺殼或鵝卵石) 來看，永安與石門兩樣點間的殼狀珊瑚藻群落組成上也不同。因此，本研究調查桃園藻礁礁台、螺殼及鵝卵石上的殼狀珊瑚藻群落結構皆與北海岸石門的殼狀珊瑚藻群落結構不同。

另外，為了解影響殼狀珊瑚藻群落組成之因子，將各樣點的資料與環境資料進行多變量冗餘分析 (distance-based Redundancy Analysis, dbRDA)。dbRDA 結果 (圖 5-10) 可見物種組成、環境因子及各樣點的分布，第一軸及第二軸分別可解釋 26.62% 及 10.5% 的資料變異。結果顯示，微棲地及地理分布 (經緯度) 等因子對殼狀珊瑚藻種組成有較顯著之影響。

表 5-1. 桃園藻礁各樣點海藻藻種名錄

種	永安	永興	保生	大潭 G2		大潭 G1	白玉		鑑定 方式
	2018 年	2018 年	2018 年	2018 年	2018 年	2018 年	2018 年	2018 年	
	春季	春季	夏季	春季	夏季	春季	春季	夏季	
殼狀珊瑚藻									
太平洋殼植藻 <i>Crustaphytum pacificum</i>	●	●	●	●	●	-	-	-	分子
殼植藻 <i>Crustaphytum</i> sp. 1	●	-	-	-	●	-	●	-	分子
殼植藻 <i>Crustaphytum</i> sp. 2	-	-	●	-	-	-	-	-	分子
殼植藻 <i>Crustaphytum</i> sp. 3	-	-	●	-	●	-	-	-	分子
縐石枝藻 <i>Lithothamnion</i> sp. 1	-	-	●	-	●	-	-	-	分子
縐石枝藻 <i>Lithothamnion</i> sp. 2	-	-	●	-	-	-	-	-	分子
縐石枝藻 <i>Lithothamnion</i> sp. 3	-	-	●	-	-	-	-	-	分子
波浪緣膨石藻 <i>Phymatolithon margoundulatus</i>	●	●	-	-	-	●	●	-	分子
膨石藻 <i>Phymatolithon</i> sp. 1	●	-	-	-	-	-	●	●	分子
膨石藻 <i>Phymatolithon</i> sp. 2	●	-	-	●	-	-	●	●	分子
膨石藻 <i>Phymatolithon</i> sp. 3	-	-	-	-	-	-	●	-	分子
膨石藻 <i>Phymatolithon</i> sp. 4	●	-	-	-	-	-	-	-	分子
膨石藻 <i>Phymatolithon</i> sp. 5	●	-	-	-	-	-	-	-	分子
孢石藻 <i>Sporolithon</i> sp. 1	●	●	●	●	●	●	●	●	分子
孢石藻 <i>Sporolithon</i> sp. 2	-	-	●	-	-	-	-	-	分子
孔水石藻 <i>Porolithon onkodes</i>	●	●	●	-	-	-	-	-	分子
張伯倫藻 <i>Chamberlainium</i> sp.	●	●	●	-	-	●	-	-	分子
哈氏石藻 <i>Harveylithon</i> sp. 1	-	-	●	●	●	●	●	●	分子
哈氏石藻 <i>Harveylithon</i> sp. 2	-	-	-	●	-	●	-	-	分子

種	永安	永興	保生	大潭 G2		大潭 G1		白玉		鑑定方式
	2018年 春季	2018年 春季	2018年 夏季	2018年 春季	2018年 夏季	2018年 春季	2018年 春季	2018年 夏季		
哈氏石藻 <i>Harveyolithon</i> sp. 3	-	-	-	-	-	-	●	-	分子	
哈氏石藻 <i>Harveyolithon</i> sp. 4	-	●	-	-	-	-	-	-	分子	
玫瑰色哈氏石藻 <i>Harveyolithon rosea</i>	●	●	-	-	-	-	-	-	分子	
瑪格莉特石葉藻 <i>Lithophyllum margaritae</i>	-	●	-	-	●	-	-	-	分子	
石葉藻 <i>Lithophyllum</i> sp.	-	-	-	-	●	-	-	-	分子	
匍匐狀大型藻類										
留萌耳殼藻 <i>Peyssonnelia rumoiana</i>	●	-	X	-	X	-	-	X	分子	
耳殼藻 <i>Peyssonnelia</i> sp. 1	-	-	X	●	X	-	-	X	分子	
耳殼藻 <i>Peyssonnelia</i> sp. 2	-	-	X	●	X	-	-	X	分子	
耳殼藻 <i>Peyssonnelia</i> sp. 3	●	●	X	●	X	-	-	X	分子	
胭脂藻 <i>Hildenbrandia</i> sp. 1	-	-	X	-	X	-	●	X	分子	
胭脂藻 <i>Hildenbrandia</i> sp. 2	-	-	X	-	X	-	●	X	分子	
胭脂藻 <i>Hildenbrandia</i> sp. 3	-	-	X	-	X	-	●	X	分子	
胭脂藻 <i>Hildenbrandia</i> sp. 4	-	-	X	-	X	-	●	X	分子	
其他大型藻類										
蒴苔 <i>Ulva prolifera</i> *	●	●	X	●	X	●	●	X	分子	
大野石蓴 <i>Ulva ohnoi</i> *	●	●	X	●	X	●	●	X	分子	
網結葉網藻 <i>Phyllodictyon anastomosans</i>	-	-	X	●	X	●	-	X	形態	
紅毛菜 <i>Bangia</i> sp.	●	-	X	-	X	-	-	X	形態	
邊孢藻 <i>Marginisporum</i> sp.	-	-	X	●	X	●	-	X	形態	
縱胞藻 <i>Centroceras</i> sp.	●	●	X	●	X	●	-	X	分子	
爬管藻 <i>Herposiphonia</i> sp.	-	●	X	-	X	-	-	X	形態	

種	永安	永興	保生	大潭 G2		大潭 G1	白玉		鑑定方式
	2018 年 春季	2018 年 春季	2018 年 夏季	2018 年 春季	2018 年 夏季	2018 年 春季	2018 年 春季	2018 年 夏季	
香港石花菜 <i>Gelidiophycus hongkongensis</i>	-	●	x	●	x	●	-	x	分子
楊梅坑石花菜 <i>Gelidium yangmeikengense</i> *	-	●	x	●	x	●	-	x	分子
沙菜 <i>Hypnea</i> sp.*	●	●	x	●	x	●	-	x	分子
崗氏莖刺藻 <i>Caulacanthus okamurae</i>	●	●	x	●	x	●	●	x	分子
小杉藻 <i>Chondracanthus intermedius</i>	●	●	x	●	x	●	●	x	形態
扇形叉枝藻 <i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	●	●	x	●	x	●	●	x	分子
龍鬚菜 <i>Gracilaria</i> sp.*	-	●	x	-	x	-	-	x	分子
臺灣蜈蚣藻 <i>Grateloupia taiwanensis</i> *	●	●	x	●	x	●	-	x	分子
繁枝蜈蚣藻 <i>Grateloupia ramossissima</i> *	-	●	x	-	x	-	-	x	分子

*表示具有經濟性價值之大型藻類。

x 代表未調查該項目。

表 5-2. 文獻與 2018 年本研究團隊所調查桃園藻礁大型藻類之比較。

種	戴等人 (2009)	林等人 (2013)	陳與劉 (2017)	經濟部工業局 (2017)	Liu et al. (2018)	本研究結果
殼狀珊瑚藻						
中葉藻 <i>Mesophyllum</i> sp. 1	-	● ^{1.}	-	-	-	-
中葉藻 <i>Mesophyllum</i> sp. 2	-	● ^{1.}	-	-	-	-
中葉藻 <i>Mesophyllum</i> sp. 3	-	● ^{1.}	-	-	-	-
水石藻 <i>Hydrolithon</i> sp.	-	●	-	-	-	-
細枝藻 <i>Leptophytum</i>	-	-	-	● ^{2.}	-	-
太平洋殼植藻 <i>Crustaphytum pacificum</i>	-	-	-	-	●	●
殼植藻 <i>Crustaphytum</i> sp. 1	-	-	-	-	●	●
殼植藻 <i>Crustaphytum</i> sp. 2	-	-	-	-	-	●
殼植藻 <i>Crustaphytum</i> sp. 3	-	-	-	-	-	●
縐石枝藻 <i>Lithothamnion</i> sp. 1	-	-	-	-	-	●
縐石枝藻 <i>Lithothamnion</i> sp. 2	-	-	-	-	-	●
縐石枝藻 <i>Lithothamnion</i> sp. 3	-	-	-	-	-	●
波浪綠膨石藻 <i>Phymatolithon margoundulatus</i>	-	-	-	-	●	●
膨石藻 <i>Phymatolithon</i>	-	-	-	● ^{2.}	-	-
膨石藻 <i>Phymatolithon</i> sp. 1	-	-	-	-	●	●
膨石藻 <i>Phymatolithon</i> sp. 2	-	-	-	-	●	●
膨石藻 <i>Phymatolithon</i> sp. 3	-	-	-	-	-	●
膨石藻 <i>Phymatolithon</i> sp. 4	-	-	-	-	-	●
膨石藻 <i>Phymatolithon</i> sp. 5	-	-	-	-	-	●
孢石藻 <i>Sporolithon</i>	-	-	-	● ^{2.}	-	-
孢石藻 <i>Sporolithon</i> sp. 1	-	-	-	-	●	-
孢石藻 <i>Sporolithon</i> sp. 2	-	-	-	-	-	●
孢石藻 <i>Sporolithon</i> sp. 3	-	-	-	-	-	●
孔水石藻 <i>Porolithon onkodes</i>	-	-	-	●	-	●

種	戴等人 (2009)	林等人 (2013)	陳與劉 (2017)	經濟部工業局 (2017)	Liu et al. (2018)	本研究結果
張伯倫藻 <i>Chamberlainium</i> sp.	-	-	-	-	-	●
哈氏石藻 <i>Harveylithon</i> sp. 1	-	-	-	-	-	●
哈氏石藻 <i>Harveylithon</i> sp. 2	-	-	-	-	●	●
哈氏石藻 <i>Harveylithon</i> sp. 3	-	-	-	-	●	●
哈氏石藻 <i>Harveylithon</i> sp. 4	-	-	-	-	-	●
哈氏石藻 <i>Harveylithon rosea</i>	-	-	-	-	●	●
瑪格莉特石葉藻 <i>Lithophyllum margaritae</i>	-	-	-	●	●	●
石葉藻 <i>Lithophyllum</i>	● ²	-	-	-	-	-
石葉藻 <i>Lithophyllum</i> sp.	-	-	-	-	-	●
匍匐狀大型藻類						
留萌耳殼藻 <i>Peyssonnelia rumoiana</i>	-	-	-	-	-	●
耳殼藻 <i>Peyssonnelia</i> sp. 1	-	-	-	-	-	●
耳殼藻 <i>Peyssonnelia</i> sp. 2	-	-	-	-	-	●
耳殼藻 <i>Peyssonnelia</i> sp. 3	-	-	-	-	-	●
胭脂藻 <i>Hildenbrandia</i> sp. 1	-	-	-	-	-	●
胭脂藻 <i>Hildenbrandia</i> sp. 2	-	-	-	-	-	●
胭脂藻 <i>Hildenbrandia</i> sp. 3	-	-	-	-	-	●
胭脂藻 <i>Hildenbrandia</i> sp. 4	-	-	-	-	-	●
其他大型藻類						
石蓴 <i>Ulva lactuca</i>	●	●	-	●	-	-
游苔 <i>Ulva prolifera</i>	●	●	-	●	-	●
大野石蓴 <i>Ulva ohnoi</i>	-	-	-	-	-	●
網結葉網藻 <i>Phyllocladion anastomosans</i>	-	-	-	-	-	●
頭髮菜 <i>Bangia atropurpurea</i>	-	-	-	●	-	-
紅毛菜 <i>Bangia</i> sp.	-	-	-	-	-	●
邊孢藻 <i>Marginisporum</i> sp.	-	-	-	-	-	●
縱胞藻 <i>Centroceras clavulatum</i>	●	●	-	●	-	-

種	戴等人 (2009)	林等人 (2013)	陳與劉 (2017)	經濟部工業局 (2017)	Liu et al. (2018)	本研究結果
縱胞藻 <i>Centroceras</i> sp.	-	-	-	-	-	●
爬管藻 <i>Herposiphonia</i> sp.	-	-	-	-	-	●
香港石花菜 <i>Gelidiophycus hongkongensis</i>	-	-	● ^{3.}	-	-	●
楊梅坑石花菜 <i>Gelidium yangmeikengense</i>	-	-	-	-	-	●
刺沙菜 <i>Hypnea spinella</i>	●	●	-	●	-	-
沙菜 <i>Hypnea</i> sp.	-	-	-	-	-	●
崗氏莖刺藻 <i>Caulacanthus okamurae</i>	-	-	-	-	-	●
小杉藻 <i>Chondracanthus intermedius</i>	●	●	-	-	-	●
角叉菜 <i>Chondrus ocellatus</i>	-	●	-	-	-	-
扇形叉枝藻 <i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i>	-	-	-	-	-	●
龍鬚菜 <i>Gracilaria</i> sp.	-	-	-	-	-	●
臺灣蜈蚣藻 <i>Grateloupia taiwanensis</i>	-	-	-	-	-	●
繁枝蜈蚣藻 <i>Grateloupia ramossissima</i>	-	-	-	-	-	●
環節藻 <i>Champia</i> sp.	-	-	●	-	-	-

^{1.}原文獻之中文名為石葉藻。

^{2.}原文獻僅辨識至屬。

^{3.}原文獻中物種名為雙叉石花菜 (*Gelidiophycus divaricatum*) 。

表 5-3. 桃園藻礁殼狀珊瑚藻種類組成。

種	永安		永興		保生	大潭 G2		大潭 G1	白玉	
	2018 年		2018 年		2018 年	2018 年	2018 年	2018 年	2018 年	2018 年
	春季		春季		夏季	春季	夏季	春季	春季	夏季
	螺殼	鵝卵石	礁台	礁台	礁台	礁台	礁台	礁台	礁台	礁台
太平洋殼植藻 <i>Crustaphytum pacificum</i>	0	0	9	2	12	1	1	0	0	0
殼植藻 <i>Crustaphytum</i> sp. 1	0	0	1	0	0	0	3	0	1	0
殼植藻 <i>Crustaphytum</i> sp. 2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
殼植藻 <i>Crustaphytum</i> sp. 3	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0
縐石枝藻 <i>Lithothamnion</i> sp. 1	0	0	0	0	2	0	6	0	0	0
縐石枝藻 <i>Lithothamnion</i> sp. 2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
縐石枝藻 <i>Lithothamnion</i> sp. 3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
波浪緣膨石藻 <i>Phymatolithon margoundulatus</i>	0	1	0	1	0	0	0	1	4	0
膨石藻 <i>Phymatolithon</i> sp. 1	4	7	6	0	0	0	0	0	5	4
膨石藻 <i>Phymatolithon</i> sp. 2	3	2	0	0	0	1	0	0	2	1
膨石藻 <i>Phymatolithon</i> sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
膨石藻 <i>Phymatolithon</i> sp. 4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
膨石藻 <i>Phymatolithon</i> sp. 5	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0
抱石藻 <i>Sporolithon</i> sp. 1	0	0	5	3	9	7	4	19	3	11
抱石藻 <i>Sporolithon</i> sp. 2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
孔水石藻 <i>Porolithon onkodes</i>	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0
張伯倫藻 <i>Chamberlainium</i> sp.	0	6	14	3	1	0	0	2	0	0
哈氏石藻 <i>Harveylithon</i> sp. 1	0	0	2	13	3	27	8	26	2	3
哈氏石藻 <i>Harveylithon</i> sp. 2	0	0	0	1	0	2	0	0	10	4
哈氏石藻 <i>Harveylithon</i> sp. 3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
哈氏石藻 <i>Harveylithon</i> sp. 4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
玫瑰色哈氏石藻 <i>Harveylithon rosea</i>	32	19	0	9	0	0	0	0	0	0
瑪格莉特石葉藻 <i>Lithophyllum margaritae</i>	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0
石葉藻 <i>Lithophyllum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
樣本總數	47	46	37	35	35	38	33	48	28	24
物種總數	5	8	6	9	11	5	9	4	8	6

表 5-4. 桃園藻礁各樣點殼狀珊瑚藻物種豐富度與多樣性指標。

樣點	樣本數	樣本覆蓋率 ¹	物種豐富度	Shannon-Weaver 指標	Simpson 指標
永安螺殼	47	1.00	5.00	2.75	2.01
永安鵝卵石	46	0.96	8.00	5.49	4.21
永安礁台	37	0.97	6.00	4.63	3.99
永興礁台	34	0.94	8.00	5.41	4.16
保生礁台	35	0.86	11.00	6.86	4.88
大潭 G2 礁台 (2018 年春季)	38	0.95	5.00	2.46	1.84
大潭 G2 礁台 (2018 年夏季)	33	0.94	9.00	7.62	6.76
大潭 G1 礁台	48	0.98	4.00	2.49	2.21
白玉礁台 (2018 年春季)	28	0.93	8.00	6.10	4.90
白玉礁台 (2018 年夏季)	24	0.92	6.00	4.39	3.51

¹sample coverage, SC。

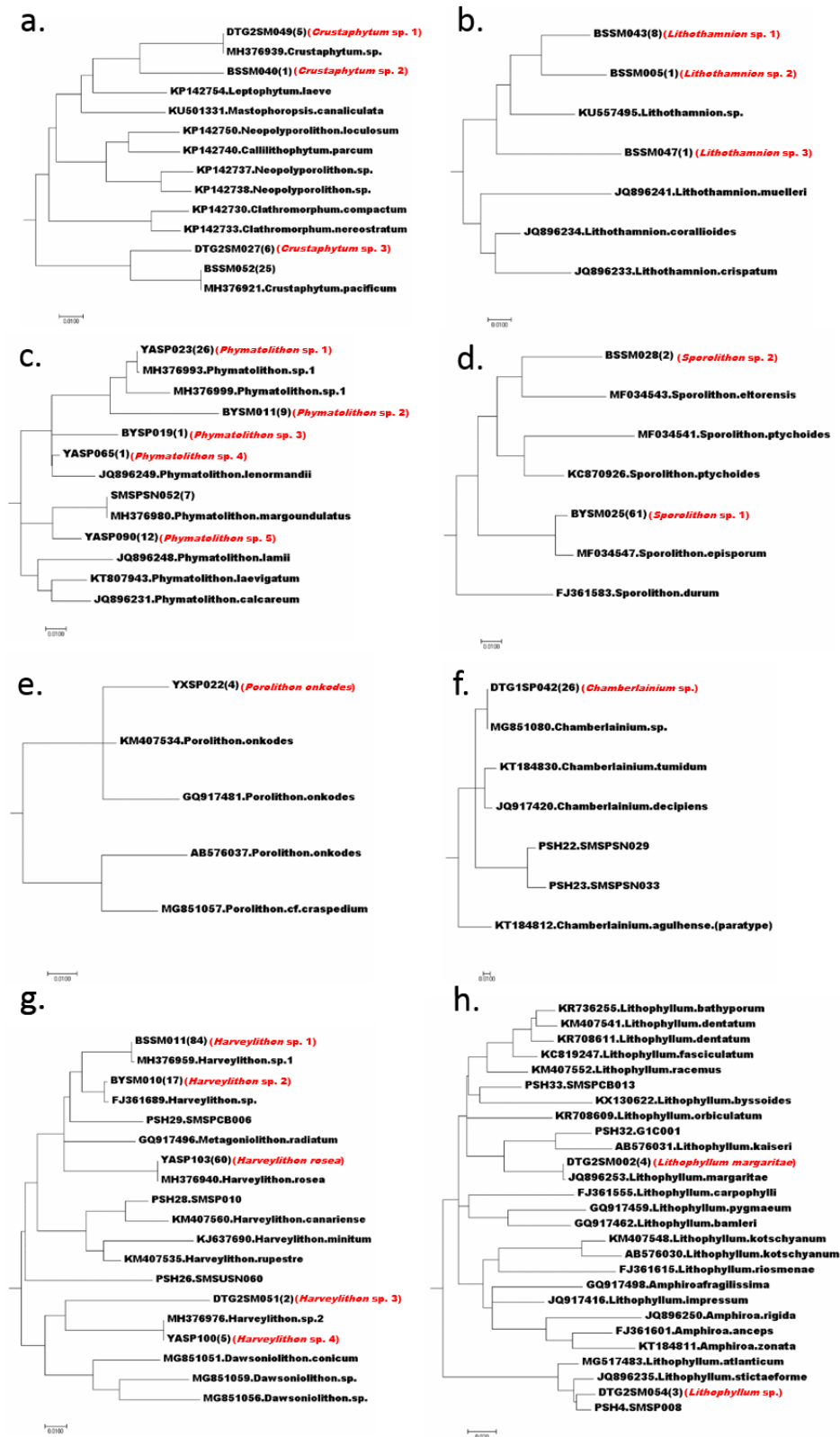


圖 5-1. 彙整桃園藻礁殼狀珊瑚藻樣本序列與文獻序列之親緣關係樹。a. 殼植藻 (*Crustaphyllum*)、b. 縐石枝藻 (*Lithothamnion*)、c. 膨石藻 (*Phymatolithon*)、d. 孢石藻 (*Sporolithon*)、e. 孔水石藻 (*Porolithon*)、f. 張伯倫藻 (*Chamberlainium*)、g. 哈氏石藻 (*Harveyllithon*)、h. 石葉藻 (*Lithophyllum*)。括弧內數字表示樣本數。紅色標示為桃園藻礁所發現之藻種。圖中比例尺表示每核酸位置核苷酸取代率 (substitution per site)。

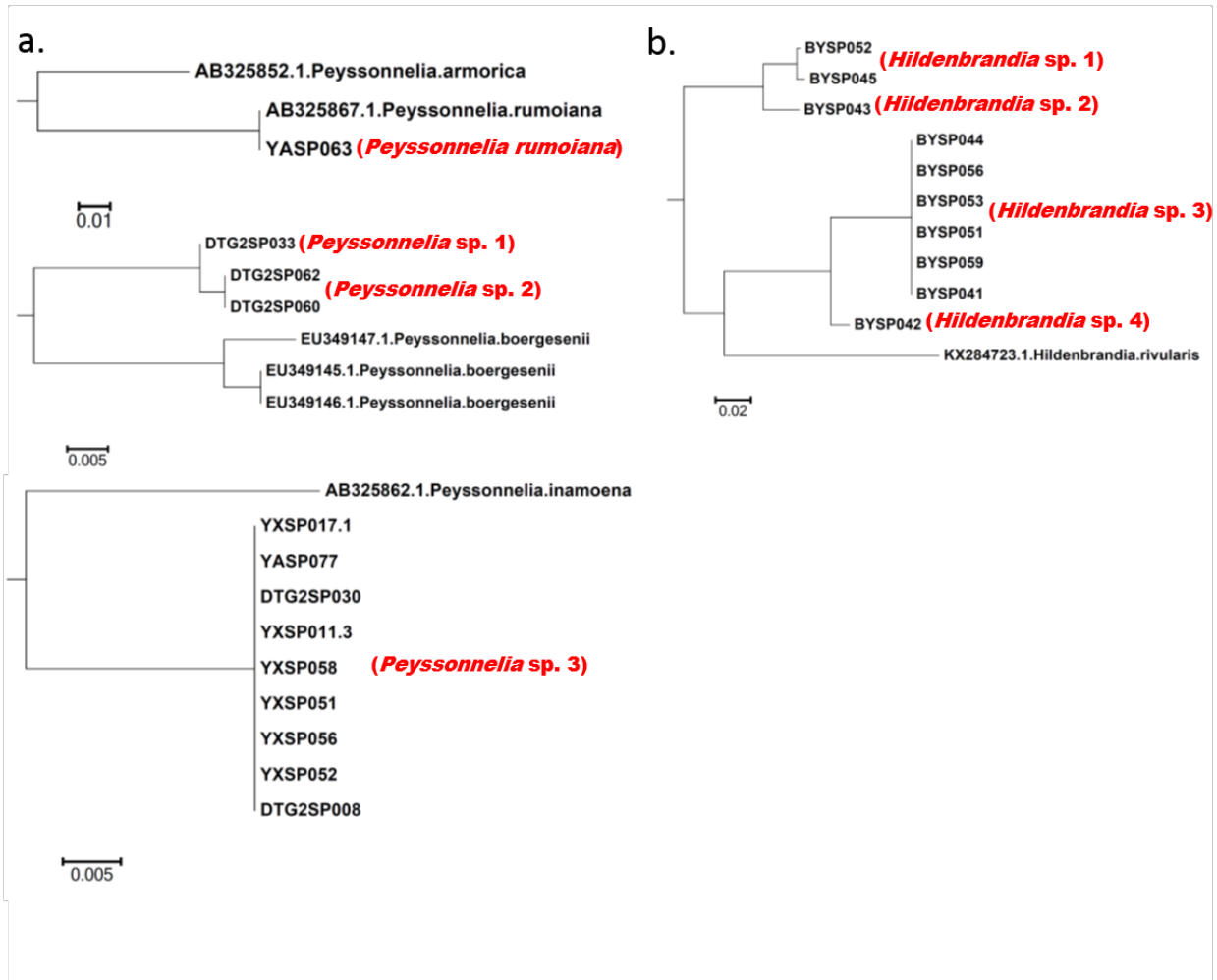


圖 5-2. 彙整桃園藻礁匍匐狀大型藻類樣本序列與文獻序列之親緣關係樹。a. 耳殼藻 (*Peyssonnelia*)、b. 胭脂藻 (*Hildenbrandia*)。紅色標示為桃園藻礁所發現之藻種。圖中比例尺表示每核酸位置核苷酸取代率 (substitution per site)。

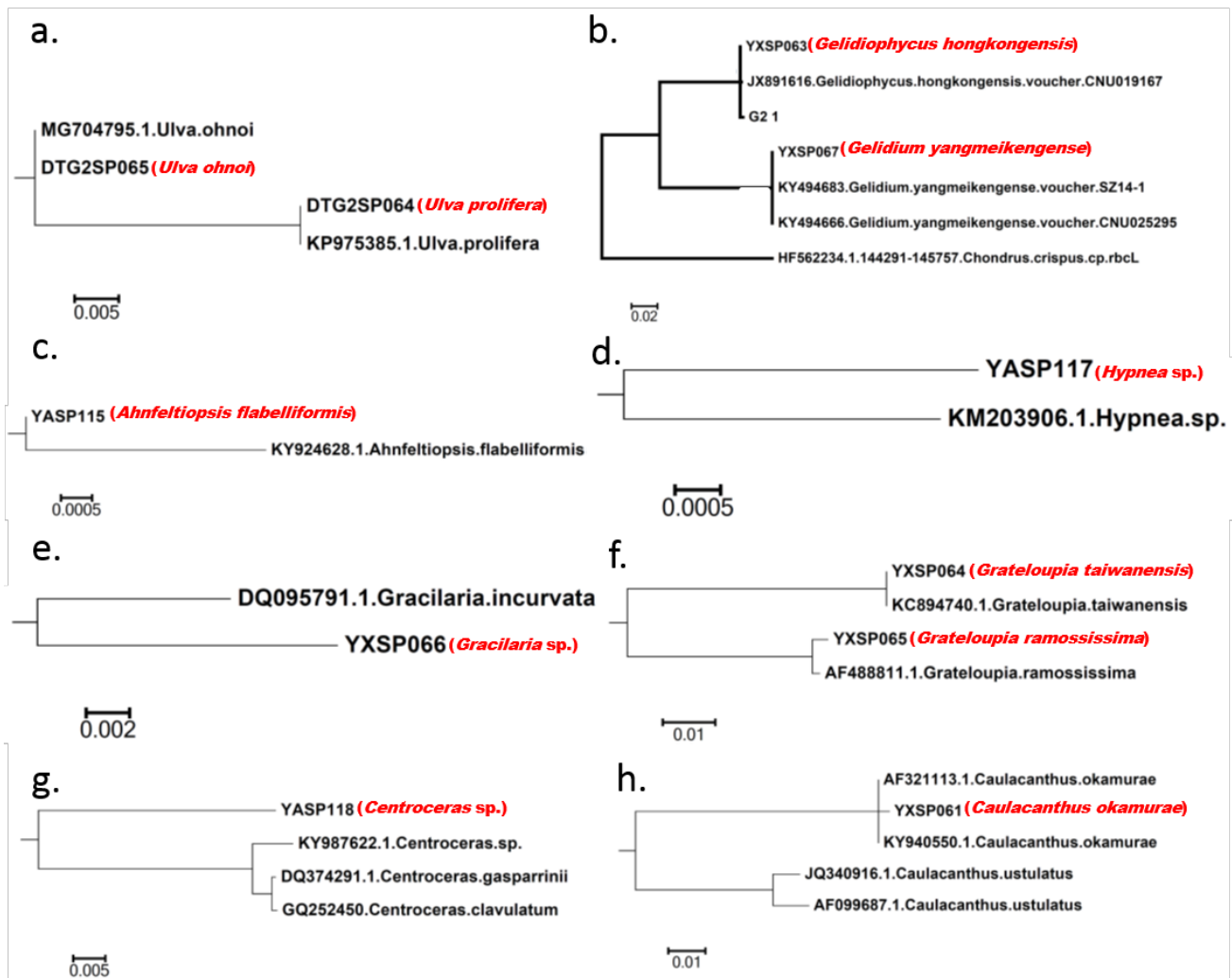


圖 5-3. 彙整桃園藻礁其他大型藻類樣本序列與文獻序列之親緣關係樹。a. 石蓴 (*Ulva*)、b. 石花菜 (*Gelidiophycus*)、c. 叉枝藻 (*Ahnfeltiopsis*)、d. 沙菜 (*Hypnea*)、e. 龍鬚菜 (*Gracilaria*)、f. 蜈蚣藻 (*Grateloupia*)、g. 縱胞藻 (*Centroceras*)、h. 崗氏莖刺藻 (*Caulacanthus okamurae*)。紅色標示為桃園藻礁所發現之藻種。圖中比例尺表示每核酸位置核苷酸取代率 (substitution per site)。

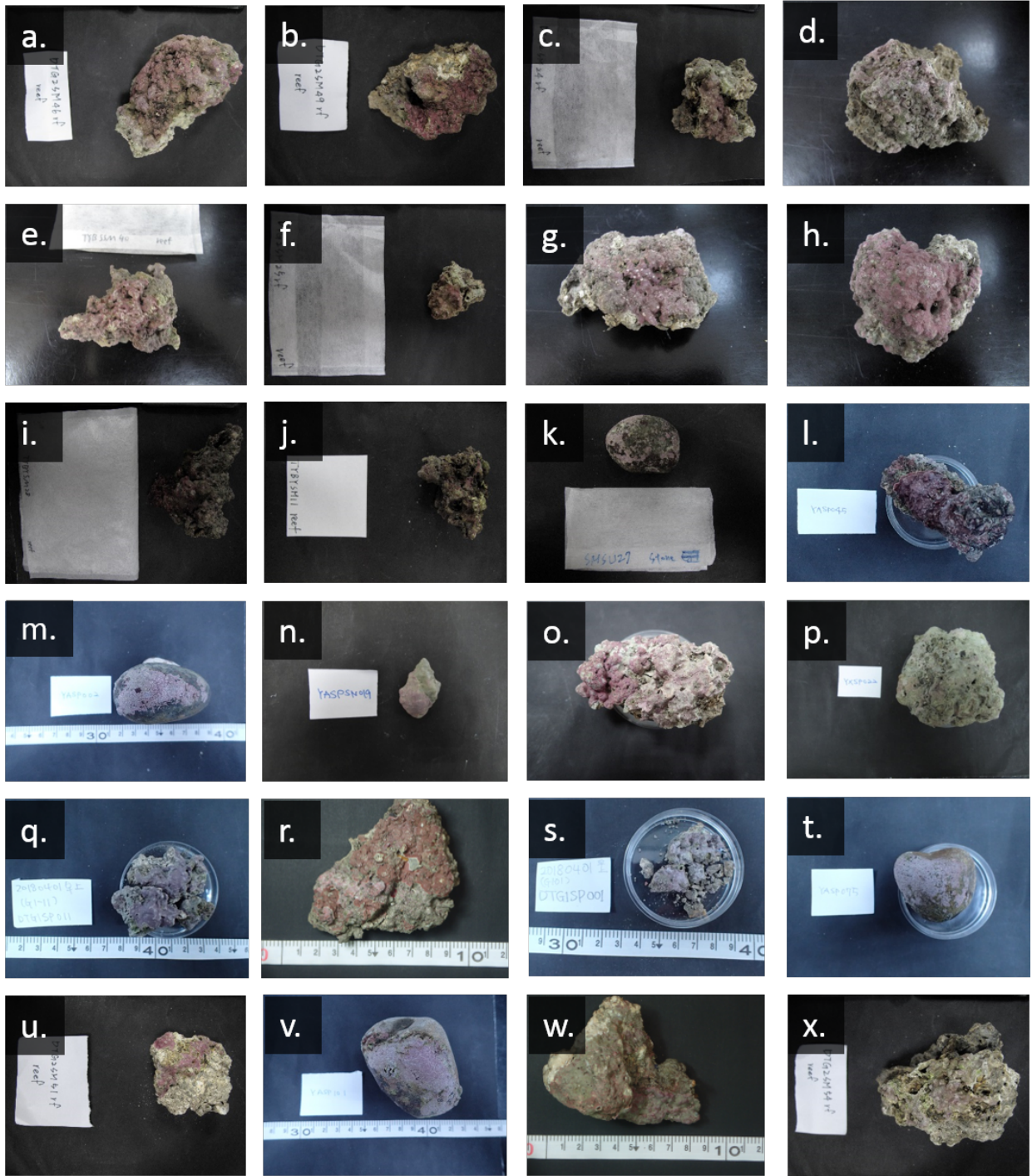


圖 5-4. 桃園藻礁珊瑚藻樣本之外部形態。a. 太平洋殼植藻 (*Crustaphytum pacificum*)、b. 殼植藻 (*Crustaphytum* sp.)、c. 殼植藻 (*Crustaphytum* sp. 1)、d. 殼植藻 (*Crustaphytum* sp. 2)、e. 縐石枝藻 (*Lithothamnion* sp. 1)、f. 縐石枝藻 (*Lithothamnion* sp. 2)、g. 縐石枝藻 (*Lithothamnion* sp. 3)、h. 波浪緣膨石藻 (*Phymatolithon margoundulatus*)、i. 膨石藻 (*Phymatolithon* sp. 1)、j. 膨石藻 (*Phymatolithon* sp. 2)、k. 膨石藻 (*Phymatolithon* sp. 3)、l. 膨石藻 (*Phymatolithon* sp. 4)、m. 膨石藻 (*Phymatolithon* sp. 5)、n. 孢石藻 (*Sporolithon* sp. 1)、o. 孢石藻 (*Sporolithon* sp. 2)、p. 孔水石藻 (*Porolithon onkodes*)、q. 張伯倫藻 (*Chamberlainium* sp.)、r. 哈氏石藻 (*Harveylithon* sp.)、s. 哈氏石藻 (*Harveylithon* sp. 1)、t. 哈氏石藻 (*Harveylithon* sp. 2)、u. 哈氏石藻 (*Harveylithon* sp. 3)、v. 玫瑰色哈氏石藻 (*Harveylithon rosea*)、w. 瑪格莉特石葉藻 (*Lithophyllum margaritae*)、x. 石葉藻 (*Lithophyllum* sp. 1)。

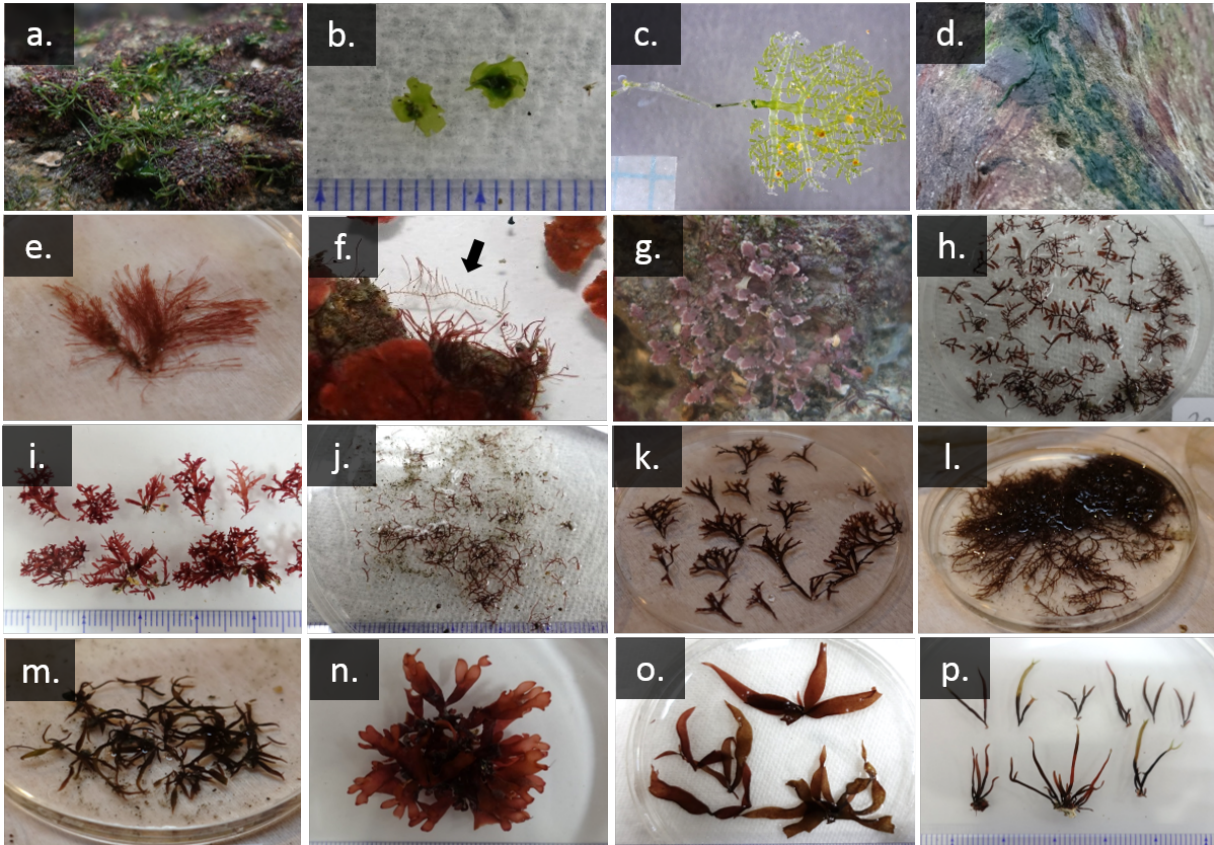


圖 5-5. 桃園藻礁其他大型藻類照片。a. 滸苔 (*Ulva prolifera*)、b. 大野石蓴 (*Ulva ohnoi*)、c. 網結葉網藻 (*Phyllocladon anastomosans*)、d. 紅毛菜 (*Bangia* sp.)、e. 縱胞藻 (*Centroceras* sp.)、f. 爬管藻 (*Herposiphonia* sp.)、g. 邊孢藻 (*Marginisporum* sp.)、h. 香港石花菜 (*Gelidiophycus hongkongensis*)、i. 楊梅坑石花菜 (*Gelidium yangmeikengense*)、j. 崗氏莖刺藻 (*Caulacanthus okamurae*)、k. 扇形叉枝藻 (*Ahnfeltiopsis flabelliformis*)、l. 沙菜 (*Hypnea* sp.)、m. 小杉藻 (*Chondracanthus intermedius*)、n. 龍鬚菜 (*Gracilaria* sp.)、o. 臺灣蜈蚣藻 (*Grateloupia taiwanensis*)、p. 繁枝蜈蚣藻 (*Grateloupia ramosissima*)。

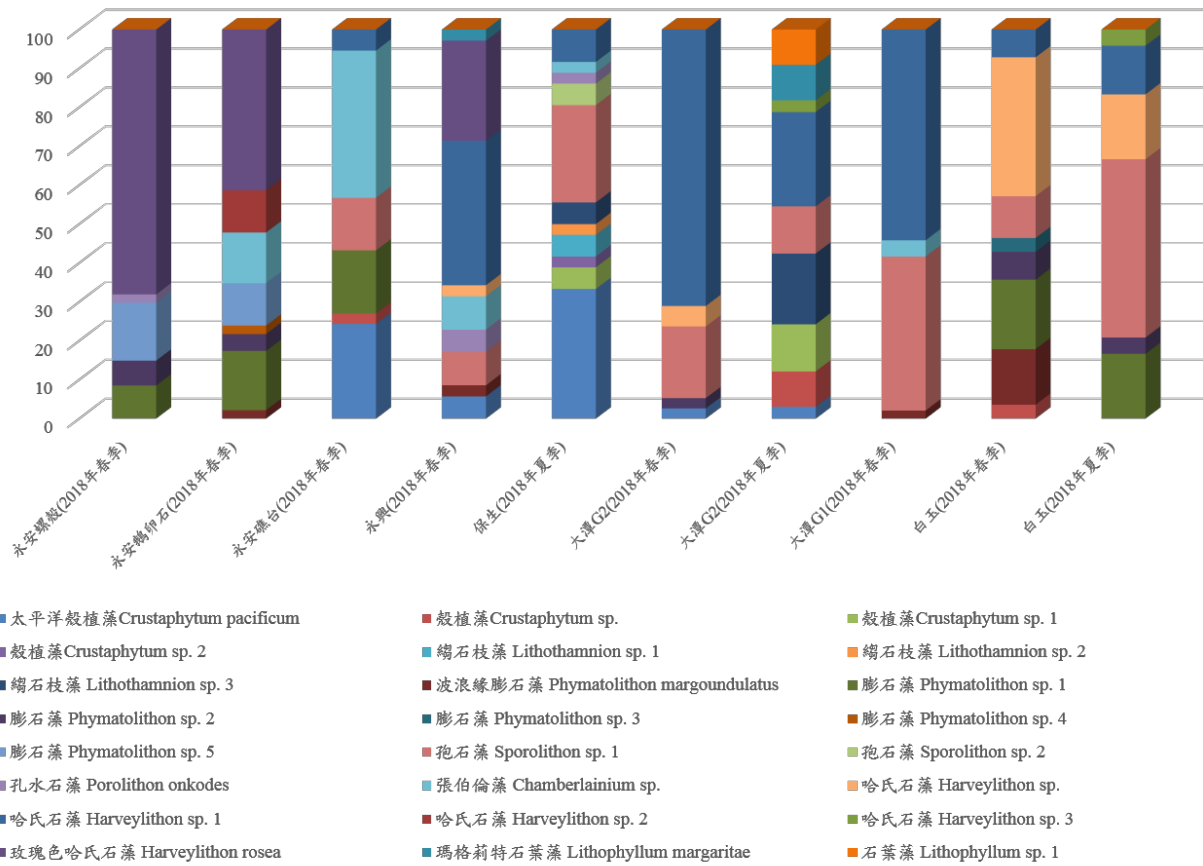


圖 5-6. 桃園藻礁各樣點之殼狀珊瑚藻種類組成百分比。

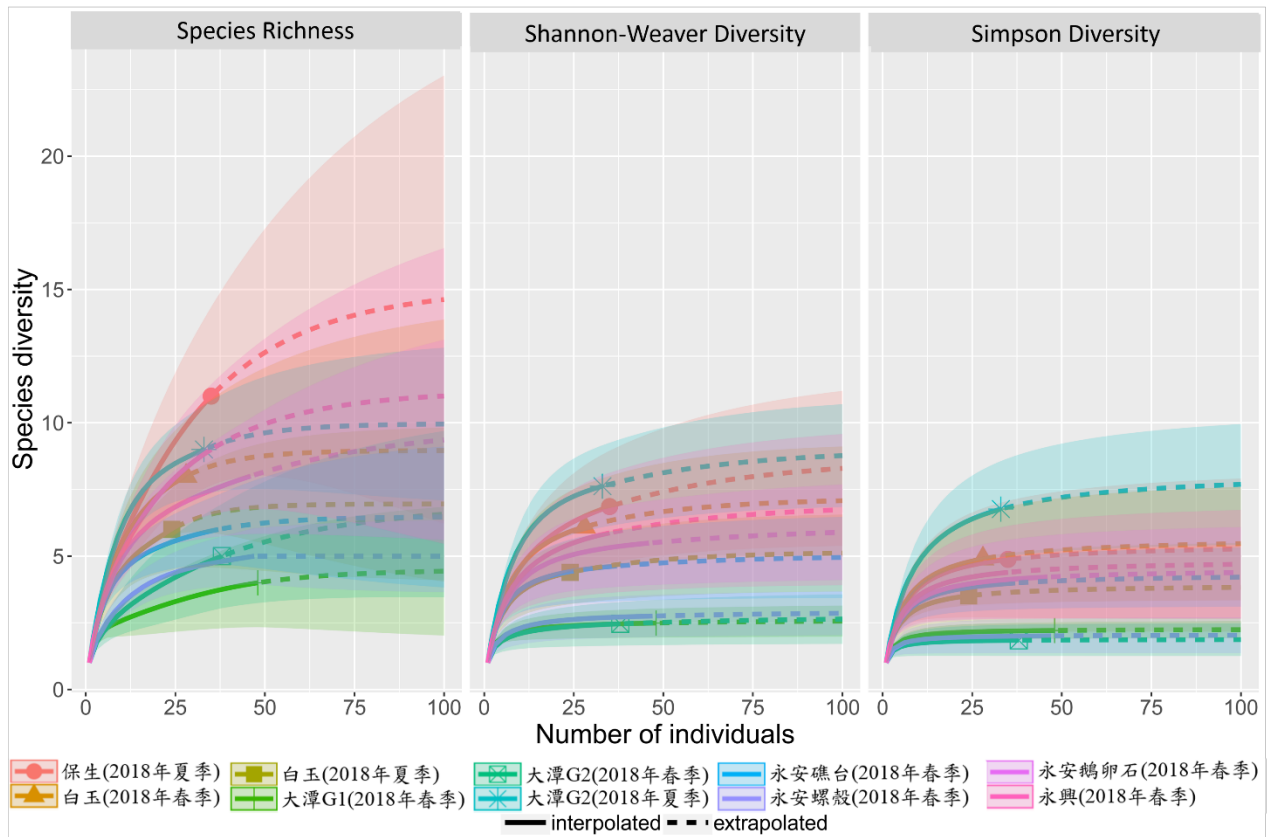


圖 5-7. 桃園藻礁各樣點及棲地類型殼狀珊瑚藻之樣本量稀疏性分析曲線圖 (Sample-size-based rarefaction and extrapolation sampling curve) 。

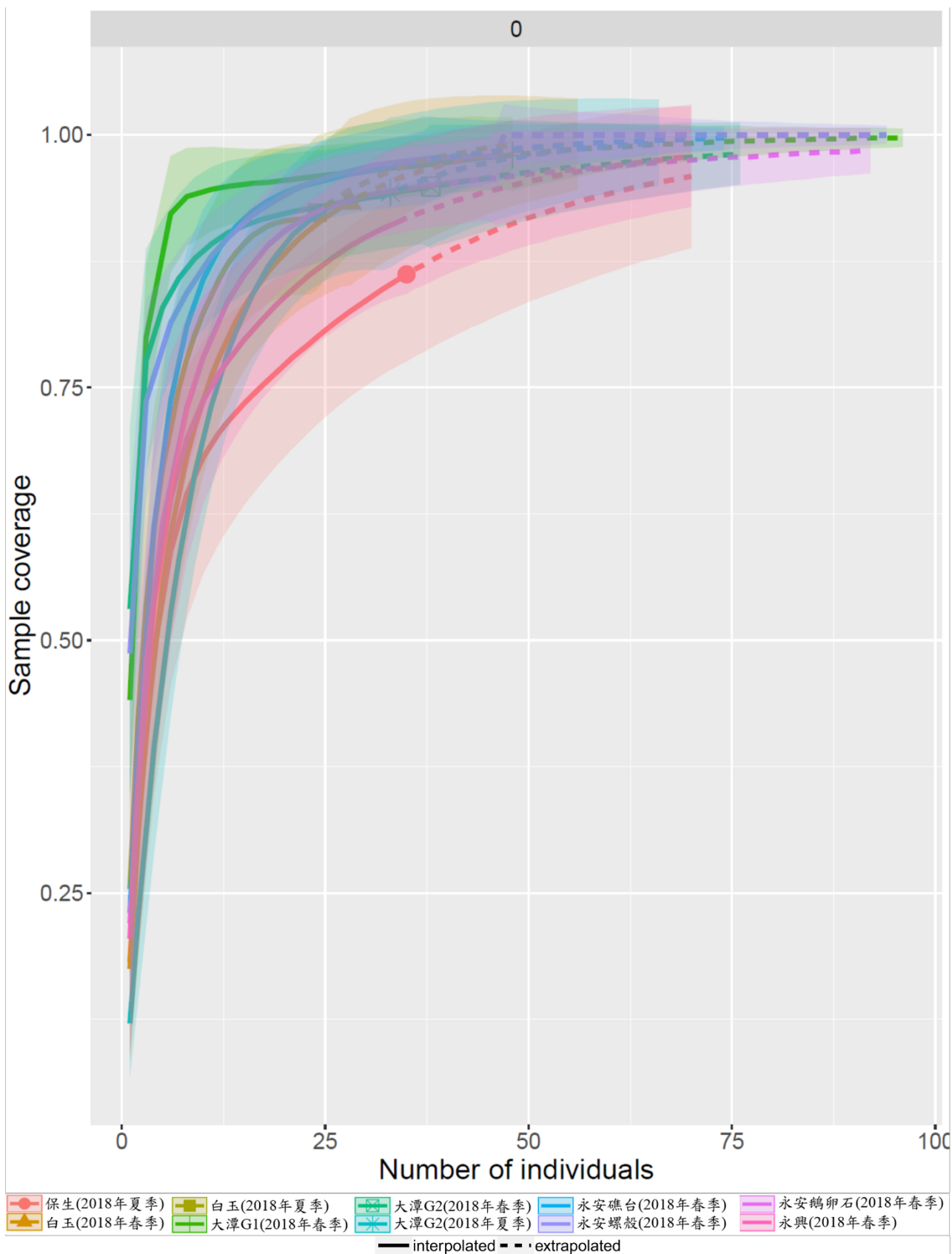


圖 5-8. 桃園藻礁各樣點及棲地類型殼狀珊瑚藻之樣本覆蓋率曲線圖(Sample coverage curve)。

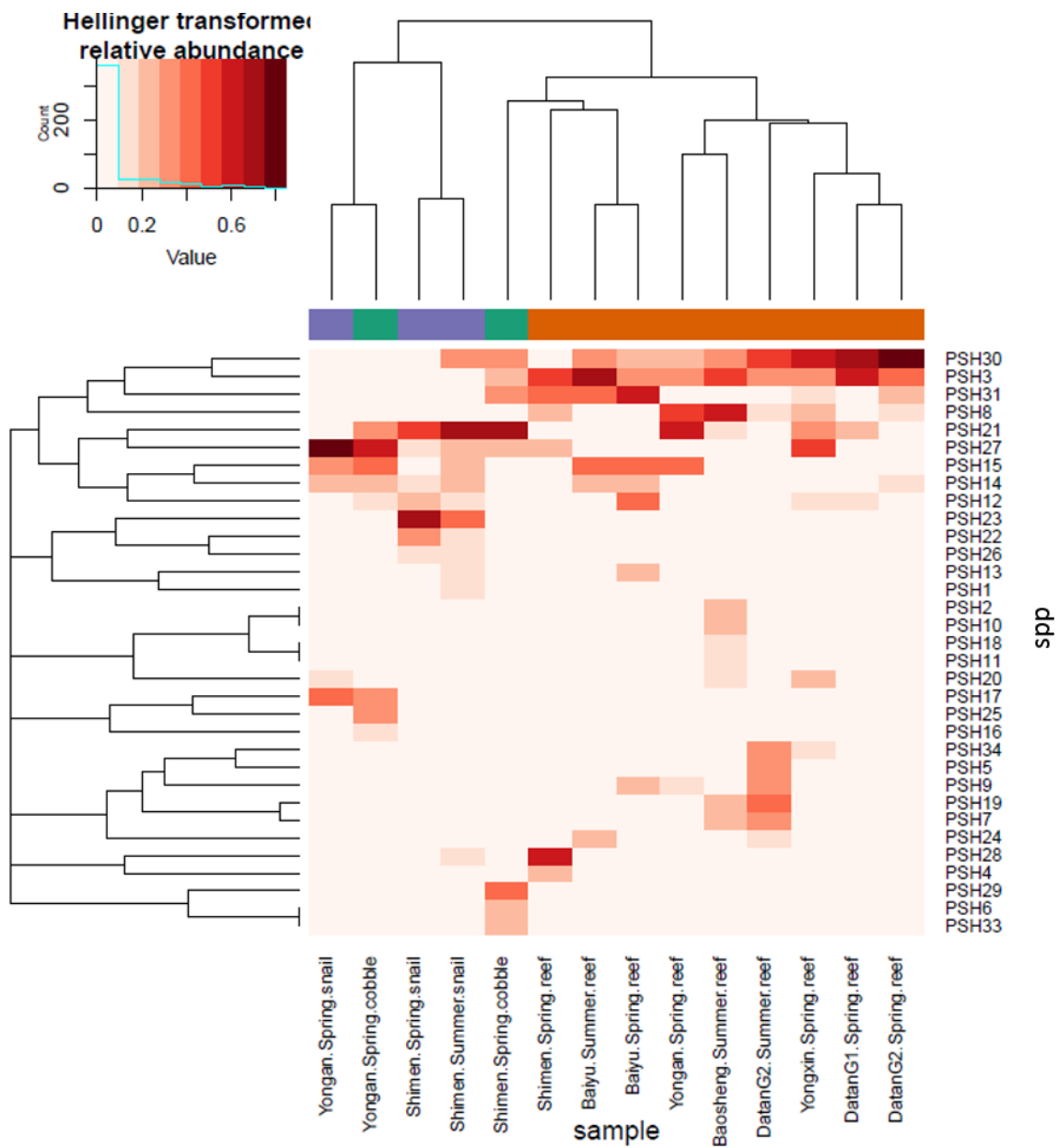


圖 5-9. 桃園藻礁各樣點及石門之珊瑚藻類群落結構之相對豐富度分析。

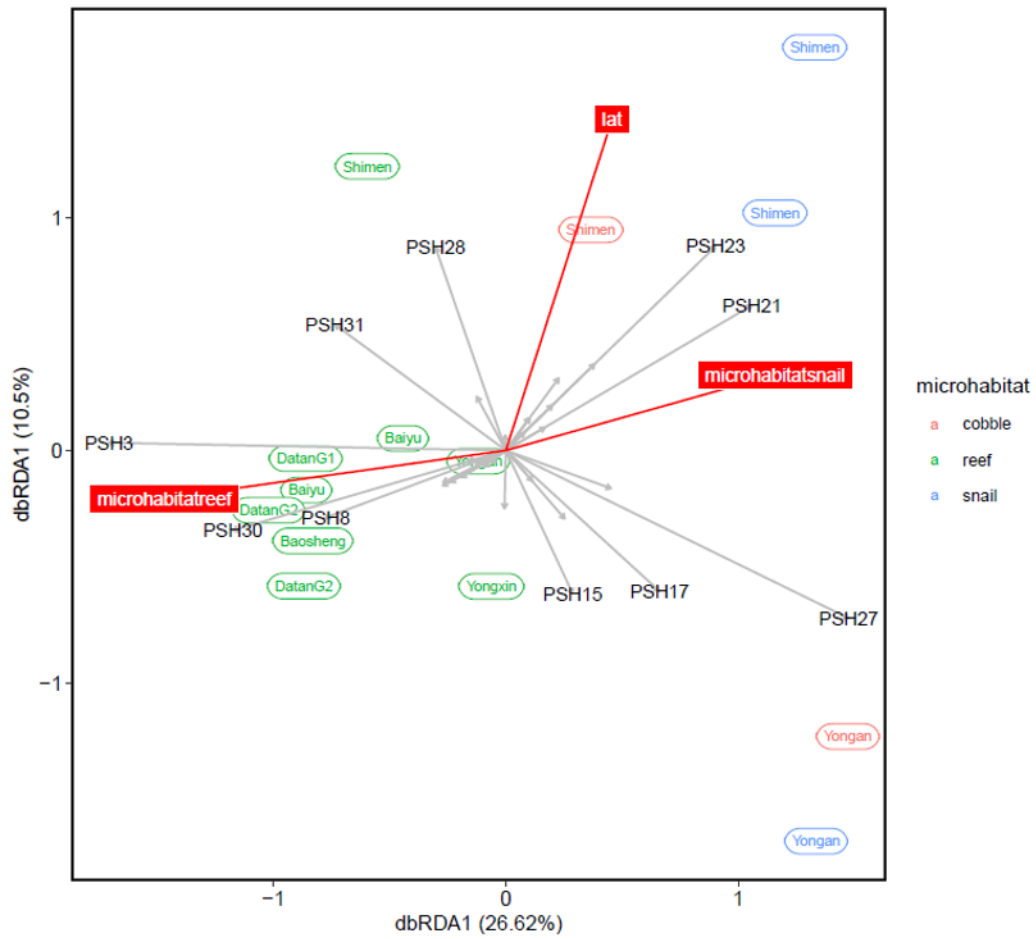


圖 5-10. 桃園藻礁各樣點及石門之珊瑚藻組成與環境因子間多變量冗餘分析 (dbRDA) 圖。

5.4 討論

過去文獻於桃園藻礁發現 24 種大型藻類，除 3 種中葉藻 (*Mesophyllum* sp. 1、*Mesophyllum* sp. 2、*Mesophyllum* sp. 3)、1 種水石藻 (*Hydrolithon* sp.)、1 種孢石藻 (*Sporolithon* sp.)、石蓴 (*Ulva lactuca*)、浒苔 (*Ulva prolifera*)、頭髮菜 (*Bangia atropurpurea*)、縱胞藻 (*Centroceras clavulatum*)、刺沙菜 (*Hypnea spinella*)、角叉菜 (*Chondrus ocellatus*) 及環節藻 (*Champia* sp.) 在本次調查未發現外 (若文獻中辨認至屬，僅呈現於表二，不列入此段比較)，其他物種於本次調查中均有發現。另外，比較過去文獻，本研究團隊在 2018 年較過往文獻新紀錄最多達 35 種大型藻類 (表 5-2)，其中張伯倫藻屬及殼植藻屬為 2018 年發表的新屬 (Caragnano et al. 2018, Liu et al. 2018)，太平洋殼植藻 (*Crustaphytum pacificum*)、波浪緣膨石藻 (*Phymatolithon margoundulatus*) 及玫瑰色哈氏石藻 (*Harveyolithon rosea*) 為 2018 年發表之新種 (Liu et al. 2018)，瑪格莉特石葉藻 (*Lithophyllum margaritae*) (陳與劉 2017, Liu et al. 2018)、楊梅坑石花菜 (*Gelidium yangmeikengense*) 及留萌耳殼藻 (*Peyssonnelia rumoiana*) 為臺灣新紀錄種。就本研究調查結果，雖然多樣性較過往文獻高，但人力及時間的關係，有許多文獻提及之或是其他潛在之物種未被記錄在本研究結果中，表示桃園藻礁區域的大型藻類多樣性仍有更深入研究之必要性。

匍匐狀大型藻類中，發現在白玉藻礁區礁台有其他樣點未發現的胭脂藻 (表 5-1)，胭脂藻被認為是在高營養鹽環境 (受汙染區域) 較易出現的藻種 (Svensson et al. 2010)，暗示白玉可能是環境干擾較大的藻礁區域，因此，白玉藻礁及其南側的大潭 G1 及大潭 G2 樣點等區域應更加強各項保護措施，如列入野生動物保護區之一部分，防止該區域之生態及自然環境受到騷擾、採集、污染或破壞等行為，以維桃園藻礁整體性及豐富的生物多樣性。

在定量分析結果上，除了永安螺殼外，桃園藻礁其他樣點及不同棲地類型之樣本覆蓋率均未達 1，其中保生更僅有 0.86，因此，推測實際物種豐富度應會比本研究結果還高，支持了前述整體桃園藻礁仍有許多潛在的殼狀珊瑚藻種類，值得繼續深入研究。另外，大潭 G2 在物種豐富度僅次於保生，在兩個多樣性指標上，大潭 G2 (2018 年夏季) 均屬最高，而白玉 (2018 年春季) 則與保生相近，代表了大潭 G2 及白玉在桃園藻礁區域中，也具有豐富的藻種多樣性，因此，綜合前段及本段所述，建議將野生動物保護區向北延伸至白玉藻礁區。

從 Bray-Curtis 相似性分析及多變量冗餘分析中，可見礁台和螺殼及鵝卵石上的殼狀珊瑚藻群落組成不同，考量到螺殼與鵝卵石屬於受擾動較高的微棲地環境，暗示螺殼與鵝卵石的殼狀珊瑚藻群落結構應屬於先驅種類，而礁台上的種類應有較多殼狀珊瑚藻生態系演替後期的物種，因此，保留完整的藻礁棲地並禁止具規模性且長期的人為干擾，桃園藻礁殼狀珊瑚藻多樣性方能永續。另外，本研究所調查桃園藻礁礁台、螺殼及鵝卵石上的殼狀珊瑚藻群落結構與北海岸石門的殼狀珊瑚藻群落結構不同，除表示這兩地區參與礁體建構主要的優勢殼狀珊瑚藻種類是有所不同的，也說明了桃園藻礁在生態上的獨特性。根據兩季的採樣資料結果，微棲地與地理分布對殼狀珊瑚藻種組成有較顯著之影響，但尚無法解釋季節對於殼狀珊瑚藻之影響，未來應該有更長期的生態與相關的環境因子監測，方能更完全了解桃園藻礁殼狀珊瑚藻組成是否會隨節消長及影響其組成之其他因子。

本計畫所調查之藻種名錄彙整資料，搭配生態照或標本照圖片之提供，經由子計畫一訪談過程中詢問當地漁民耆老，以進一步了解過去農漁業生活當地居民對於這些大型藻資源的使用狀況。訪談資料顯示，在各大型藻資源使用狀況，大部分漁民耆老多以石蓴做為食品使用率較高，除了進行食用，也可當作雞豬飼料使用。此外，在殼狀珊瑚藻方面，由殼狀珊瑚藻所建構的藻礁礁體，在當地過去有部分漁民使用相關礁體做為建築外牆使用或建構當地傳統石滬捕魚基石使用。

5.5 結論

在桃園沿海以殼狀珊瑚藻為主面積廣大且連續的超級藻礁不僅是國外罕見的生教生態系統，也是臺灣國內唯一在礁體結構上殼狀珊瑚藻超過 50% 的超級藻礁。本計畫利用 DNA 生命條碼技術，大幅度的增加桃園藻礁大型藻物種多樣性數量。桃園藻礁地區一共發現 48 種大型藻類，其中包括 2 個 2018 年新發表屬，3 個 2018 年新發表種及 3 個臺灣的新記錄種；與過去調查文獻相比，本次調查中桃園藻礁海藻新記錄多達 35 種。在本計畫所發現的 24 種殼狀珊瑚藻上，地理空間和微棲地對於其群落組成及藻種分布有較大的影響；其中，有 19 種為學界尚未描述的潛在新種，佔整體殼狀珊瑚藻多樣性約 80%，顯示桃園藻礁在大新海藻的新屬、新種和新紀錄的研究仍有許多調查努力的空間。在過去農漁民海藻資源使用上，在食用及飼料使用上，主要使用非鈣化海藻石蓴為主，但本計畫發現桃園藻礁區存在高經濟海藻資源，如：石花菜、龍鬚菜及蜈蚣藻，這些高經濟海藻在台灣其他沿海地區是作為石花凍及漁村觀光小吃高經濟的海藻資源，值得進一步探討其在農村再生的產業價值。最後，以殼狀珊瑚藻所建構的礁體，在桃園過去農漁村的利用上，可作為建築物外牆及石滬捕魚使用，相關材質在國外也常做建築材料使用或是土壤改良劑，這樣的當地特殊建材也是過去桃園藻礁沿海農漁村的當地文化特色。本計畫相關大型海藻研究資源，將提供桃園藻礁沿海農村再生大型海藻資源使用重要的基礎科學參考依據。

5.6 預期效益

1. 可量化效益

指標項目	單位		
		預期目標	實際達成
創造就業機會數	人	4	6
帶動年度農業及農村休閒旅遊人次	人次	50	80
殼狀珊瑚藻 DNA 生命條碼序列	批	4	8

2. 其他政策效益或不可量化效益

- (1) 白玉、大潭、觀音和新屋藻礁區內海藻相調查
- (2) 白玉、大潭、觀音和新屋藻礁區內海藻 DNA 生命條碼分析

5.7 參考文獻

- 林幸助、徐顯富、廖偉勝、李承錄、劉弼仁、林綉美。2013。桃園藻礁的生物多樣性。濕地學刊，第2期，第1-24頁。
- 陳品辰、劉少倫。2017。神秘藻礁建築團隊－殼狀珊瑚藻的多樣性與生態。科學月刊 48：700-705。
- 國立中央大學。2018。104年桃園市觀新藻礁生態保育委託專業服務勞務採購案結案報告。桃園市政府農業局。
- 劉少倫。2017。臺灣的藻礁真的到處都是嗎？載於潘忠政（主編），大潭藻礁不要說再見，頁64-67。桃園在地聯盟，桃園。
- 劉靜榆。2013。珍愛臺灣藻礁。行政院農業委員會特有生物保育中心出版，南投，臺灣。
- 劉靜榆。2017。全球稀有的大面積藻礁地形－桃園藻礁生態特性與保育。科學月刊 48：680-687。
- 劉麗嘉、林綉美。2016。臺灣產紅藻門珊瑚藻目海洋殼狀珊瑚藻多樣性、地理分佈與分子親緣關係探討。臺灣珊瑚礁學會106年度會員大會學術論文壁報發表。中央研究院，臺北。
- 戴昌鳳、王士偉、張睿昇。2009。「大潭天然氣海底管線對於觀音海岸藻礁影響程度調查工作監測記錄分析報告書」。臺灣中油股份有限公司液化天然氣工程處，臺北。
- 經濟部工業局。2017。桃園市觀塘工業區工業專用港環境影響說明書。
- Bosence DWJ. 1983. Coralline algal reef frameworks. J Geol Soc London 140: 365-376.
- Caragnano A, Foetisch A, Maneveldt GW, Millet L, Liu LC, Lin SM, Rondodi G., Payri CE. 2018. Revision of Corallinaceae (Corallinales, Rhodophyta): recognizing *Dawsoniolithon* gen. nov., *Parvicellularium* gen. nov. and *Chamberlainoideae* subfam. nov. containing *Chamberlainium* gen. nov. and *Pneophyllum*. J Phycol 54: 391-409.
- Dixon KR, Saunders GW. 2013. DNA barcoding and phylogenetics of *Ramicrusta* and *Incendia* gen. nov., two early diverging lineages of the Peyssonneliaceae (Rhodophyta) Phycologia 52: 82-108.
- Dixon KR, Saunders GW, Schneider CW, Lan CE. 2015. Etheliaceae fam. nov. (Gigartinales, Rhodophyta), with a Clarification of the generic type of *Ethelia* and the addition of six novel species from warm waters. J Phycol 51: 1158-1171.
- Garbriel D, Schmidt WE, Kravesky DM, Harris DJ, Federicq S. 2015. The crustose red algal genus *Peyssonnelia* (Peyssonneliales, Rhodophyta) in the Azores: from five to one species. Arquipelago - Life and Marine Sciences 32: 1-9.
- Liou CY, Yang SY, Chen CA. 2017. Unprecedented calcareous algal reefs in northern Taiwan merit high conservation priority. Coral Reefs 36: 1253-1253.
- Littler MM, Littler DS. 1984. A relative-dominance model for biotic sciences. Proceedings of Joint Meeting of the Atlantic Reef Committee Society of Reef Studies, Miami, Florida, USA.

- Liu LC, Lin SM, Caragnano A, Payri C. 2018. Species diversity and molecular phylogeny of non-geniculate coralline algae (Corallinophycidae, Rhodophyta) from Taoyuan algal reefs in northern Taiwan, including *Crustaphytum* gen. nov. and three new species. *J Appl Phycol* 1-15. (online in advance)
- Richards JL, Garbrielson PW, Hughey JR, Freshwater DW. 2018. A re-evaluation of subtidal *Lithophyllum* species (Corallinales, Rhodophyta) from North Carolina, USA, and the proposal of *L. searlesii* sp. nov. *Phycologia* 57: 318-330.
- Physical and biological disturbances interact differently with productivity: effects on floral and faunal richness. *Ecology* 91: 3069-3080.
- Puillandre N, Lambert A, Brouillet S, Achaz G. 2012. ABGD, Automatic Barcode Gap Discovery for primary species delimitation. *Molecular Ecology* 21: 1864-1877.
- Riosmena-Rodriguez R, Nelson W, Aguirre J. 2017. Rhodolith/Maërl beds: a global perspective. Springer International Publishing, Switzerland.
- Saunders GW, Kucera H. 2010. An evaluation of *rbcL*, *tufA*, UPA, LSU and ITS as DNA barcode markers for the marine green macroalgae. *Cryptogamie Algologie* 31: 487-528.
- Steneck RS. 1986. The ecology of coralline algal crusts: convergent patterns and adaptive strategies. *Ann Rev Ecol Syst* 17: 273-303.
- Yoon HS, Hackett J, Bhattacharya D. 2002. A single origin of the peridinin- and fucoxanthin-containing plastids in dinoflagellates through tertiary endosymbiosis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99: 11724-11729.
- Yoon HS, Nelson W, Lindstrom SC, Boo SM, Pueschel C, Qiu H, Bhattacharya D. 2016. Rhodophyta. In: Archibald JM (Eds), *Handbooks of Protists*, pp. 45. Springer International Publishing, Switzerland.

六、觀音新屋沿海藻礁區之殼狀珊瑚藻群聚動態、柴山多杯孔

珊瑚族群生物學與環境因子時空變動研究

摘要

殼狀珊瑚藻是桃園藻礁主要的建構者，但是受到海流、漂砂與其他附著性藻類競爭等因子的作用，過去對於殼狀珊瑚藻覆蓋率與季節間的變動仍有爭議。而藻礁礁體連續性與結構的完整性是決定藻礁生物多樣性與生物量多寡主要因子。本子計畫自 2018 年 4 月起以穿越線、固定樣框、多波束測深探測儀與族群生態調查法調查觀音新屋沿海藻礁區礁體結構、複雜度、水下礁體分佈範圍、殼狀珊瑚藻群聚動態。同時調查柴山多杯孔珊瑚族群生物學的時空變化，並進行近岸流場、波浪作用與水質等環境資料的分析。

殼狀珊瑚藻覆蓋率的時空變化受到退潮時泥沙與夏季草皮狀海草覆蓋影響甚巨，泥沙與草皮狀海草清除前後，殼狀珊瑚藻覆蓋率最多可由 3% 增加至 46.49%，顯示過去點對點直觀計數的方法嚴重低估。殼狀珊瑚藻覆蓋率在不同地點間並沒有顯著的時空變化，但是在同一地點越靠近低潮位的覆蓋率和豐度皆較高潮位來得高。比較礁體結構或是複雜度結果顯示，大潭 G1、G2 與白玉的藻礁明顯優於觀新藻礁野生動物保護區內的礁體。多波束測深探測儀掃描結果顯示大潭藻礁 G1 與 G2 區的水下礁體在水深 6 米之內為連續分佈藻礁，G2 在水深 15 米又出現礁體，而 G3 並無礁體出現，主要以砂鍊地形為主。環境因子監測的結果顯示大潭 G1 和 G2 的波浪以及風的物理作用和水體中的沈積物含量皆在五個樣點中較緩或是較低的樣點。水質結果顯示，白玉和大潭 G1 有較高的氮鹽和磷酸鹽。連續水溫監測結果顯示永安和永興皆較易出現較極端的溫度。流場模擬則顯示在外海 3 公里處有一東北西南或西南東北走向的海流持續經過，因此從沿岸到外海 3 公里內呈現一個封閉的流場。

族群生物學調查顯示，柴山多杯孔珊瑚主要分佈在大潭 G1 與 G2，共記錄到 72 個個體，而白玉、觀新野動保護區的永興與永安皆未發現柴山多杯孔珊瑚群體。在大潭 G1 和 G2 的多杯孔珊瑚族群受到漂沙影響，常導致群體部分死亡或完全被沙埋，但持續量測大小亦顯示群體有持續成長的跡象。柴山多杯孔珊瑚的群體直徑最大為 19.5 公分，平均為 10.32 公分，從三月到五月連續三個月的採樣並未發現生殖腺發育。

綜合分析本計畫所收集環境、生態與生物多樣性的結果顯示，大潭 G2 和 G1 以及白玉皆優於目前劃設為觀新藻礁生態野生動物保護區內的永興和永安，特別是在藻礁的棲地組成以及棲地複雜度方面更勝於觀新保護區內的核心區。因此，本計畫建議將大潭 G1 和 G2 劃為保護一級保育類柴山多杯孔珊瑚以及其重要棲息環境保護區的核心區，再將大潭 G3 以及大潭 G1 往北至白玉的鄰近地區劃為緩衝區。

6.1 計畫序言

由海洋動植物碳酸鈣骨骼或是葉狀體所累積而成的結構體稱之為生物礁。生物礁猶如海洋中的自然綠洲，提供各種與礁相依生存的海洋生物休憩、攝食、繁衍與定居的重要場域。因此，在不同緯度或是深度的生物礁結構通常就是生物多樣性的熱點，例如，熱帶海域的淺海珊瑚礁生態系就是被公認為是海洋中的熱帶雨林。珊瑚礁主要是由造礁珊瑚為建造主角，同時搭配其他具有鈣化骨骼能力的無脊椎動物，如軟體動物、棘皮動物，以及屬於紅藻門的殼狀珊瑚藻。其中又以殼狀珊瑚礁在珊瑚礁體的建構上亦扮演“黏著劑”的角色，而在珊瑚礁發育的前緣，珊瑚群體由於激浪作用不易附著，反而殼狀珊瑚藻常形成“礁瀑”的結構體，進而穩定珊瑚礁。在生態功能上，殼狀珊瑚藻與其表面所附生的為生物群聚所產生的化學物質已被證明是誘引造礁珊瑚幼生入添的重要機制。

在台灣，典型熱帶珊瑚礁分布在台灣南部墾丁、花蓮、台東沿岸、離島的小琉球、綠島、蘭嶼以及南中國海的東沙環礁以及太平島。而在台灣東北角與北海岸則是珊瑚混生以殼狀珊瑚藻形成非礁型群聚（陳 2017）。當珊瑚與殼狀珊瑚藻混生的礁體形式越過淡水河進入桃園海岸，珊瑚為主的群聚逐漸轉變成以殼狀珊瑚藻為主的藻礁群聚，而這樣的群聚主要分佈在桃園沙崙到永安 27 公里長的海岸，是台灣唯一以殼狀珊瑚藻所建構出的海岸生態系（Liou et al. 2017）。以碳十四穩定同位數定年法顯示桃園海岸的藻礁結構約在 7500 年前開始形成以古石門沖積扇為基底珊瑚與殼狀珊瑚藻混生開始成長，直到 4400 年前海溫下降、可能陸源沉積物增加之後，珊瑚無法生存，而殼狀珊瑚藻成為造礁主體至今(王 2010)。

藻礁生態系是許多海洋生物的重要棲息地，例如堅硬的礁體可成為海藻固著的基質，礁體間的孔隙則是生物躲避天敵或棲息的場所。因此和珊瑚礁一樣，藻礁自古即與鄰近農漁村的生活息息相關，例如位於新屋的「永安漁港」是全台唯一的客家漁村，當地居民除了採集藻礁上的大型藻類做為食用、畜牧飼料或是農村堆肥等用途，也發展出牽罟、築石塹以及吹海螺等特殊傳統漁法，或者採集被台灣紅皮書列為極度瀕危（Critical Endangered, CR），俗稱“白金”的鰻苗。然而鰻苗與其他生物資源在過去數十年間大幅下降，除了可能是氣候變遷的間接影響之外（Dekker & Casselman 2014），過去數十年間鄰近工業區的開發案是否直接影響藻礁生態系仍未知。農漁村居民生活型態的改變是否受到藻礁健康狀況的影響更是一個急須研究釐清的課題。

在藻礁地區除了殼狀珊瑚藻之外，另一群也會造礁的生物為造礁珊瑚。這些造礁珊瑚累積的堅硬骨骼可強化藻礁的結構，加強藻礁消波的能力降低海浪對海岸地區的侵蝕，進而保護沿海農漁村居民的生命財產安全。在大潭藻礁記錄到的造礁珊瑚中，最特別的為極稀有的一級保育類柴山多杯孔珊瑚，因此在大潭藻礁的柴山多杯孔珊瑚族群成為除了柴山之後此一級保育類珊瑚的唯一已知族群。因此若能藉此機會進行柴山多杯孔珊瑚的基礎生物學與群聚動態研究，並結合當地居民開發與藻礁和一級保育類珊瑚相關的生態旅遊，可望開創當地農漁村的藍色經濟。

本計畫的第一個目標為評估藻礁成長速率以及藻礁生態系健康狀況。雖然殼狀珊瑚藻的覆蓋率是一個可行的重要指標，然而殼狀珊瑚藻具有三相世代交替的生活史，其中孢子體世代產生的孢子可以讓珊瑚藻度過不佳的環境，待環境合適時再發育成葉狀體世代的殼狀珊瑚藻。因此，桃園藻礁的殼狀珊瑚藻的群聚的時空變動以及何種環境因子的影響仍需進一步在規律的時間進行研究與調查。另外，監測藻礁相依生存的物種的族群生物學資料亦可作為藻礁生態健康指標的依據，其中於大潭藻礁發現的一及保育類柴山多杯孔珊瑚（Lin et al. 2012）的族群動態與生殖生物學的研究，不僅可以建立起此種珊瑚在桃園藻礁的分布生態以及基礎生活史資料，亦是符合監測藻礁健康的重要指標。這些資料將提供給其他生物學以及人文科學相關子計畫作為桃園藻礁的基礎生態資料，用以釐清藻礁生態系的變動當地與農漁村生活間的關係，進而可以創造農漁村的新經濟型態-藍色經濟。

本計劃將以一年的時間進行：

- (1) 桃園白玉至永安南段藻礁殼狀珊瑚藻之群聚動態之時空變化
- (2) 桃園白玉至永安南段藻礁柴山多杯孔珊瑚分布生態
- (3) 柴山多杯孔珊瑚族群動態與生殖生態
- (4) 影響桃園藻礁生態系時空變動的相關環境因子

6.2 材料與方法

6.2.1 藻礁底質結構與棲地複雜度

於 2018 年 6~11 月選定當月低潮，潮高介於-160~-170 公分，於觀新藻礁生態系野生動物保護區南界永安(永續利用區)的礫石區，永安藻礁區、永興(緩衝區)、新屋溪口南側(南核心區)和北側(北核心區)、大潭 G2、大潭 G1 以及白玉藻礁在”-160”公分潮位佈設 10 條平行於海岸的 10 公尺穿越線進行底質形式紀錄(圖 6-1)。穿越線上每隔 0.5 公尺紀錄該點下的底質，底質形式分成(1)連續礁體；(2)鵝卵石；與(3)沙。

同時沿著拉緊的底質形式穿越線下方另外拉一條沿著地形佈置的 10 公尺穿越線用以測量棲地複雜度(Rugosity)。第二條穿越線的終點投影到拉緊的底質穿越線的長度為 x ，棲地複雜度計算公式為

$$\text{棲地複雜度} = 1 - x/10$$

在沙灘等地形較平緩的棲地的棲地， x 越接近 10，因此計算出的棲地複雜度越低，例如在沙灘上因為地質為平坦的沙地無高低起伏，沿地形佈置的穿越線終點會結束在第一條拉緊的底質穿越線的 10 公尺處，導致 $x=10$ ，棲地複雜度為 0 [棲地複雜度=1-(10/10)]；反之在充滿孔隙或礁體起伏較大的棲地， x 較小，計算出的棲地複雜度數值越高。

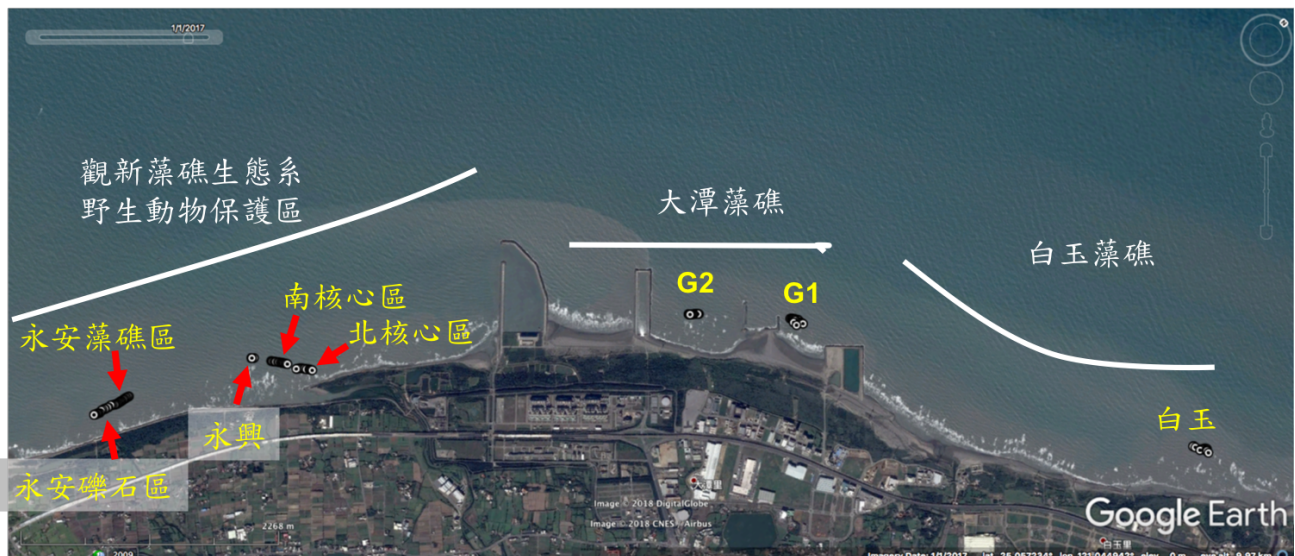


圖 6-1. 地圖和每條線的位置

6.2.2 大潭藻礁水下礁體分佈

於 2018 年 5 月 19 日至 5 月 21 日利用 Reson SeaBat 7125 多音波測深探測儀 (Multibeam echosounder) 繪製大潭藻礁 G1、G2 以及 G3 區水下 (0-15 公尺) 藻礁礁體分佈。測深時刻的位置以中央氣象局位於觀音的 GNSS 連續追蹤站作為陸地基站，配合海上 GNSS 移動站測定船隻位置。在進行水深測量時同時觀測潮位變化，並將本海域之水深量測值修正至基隆中潮系統。測量時將自記式潮位計架設在永安漁港安檢站旁，觀測頻率為每 1 分鐘一次，測量潮位觀測時間為 5 月 19 日上午 8 點至 5 月 21 日下午 6 點。此外，在多音束水深測量期間每半小時進行一次人工驗潮，與自記式潮位計測量結果進行比對。永安區域之潮汐變化為以半日潮為主的

混合潮水域，由測量期間之潮汐變化可以看出在前兩日為大潮段潮差大於 3.26 米(潮水退到底時量不到)，最後一日之潮差約 2.7 米 (圖 6-2)。

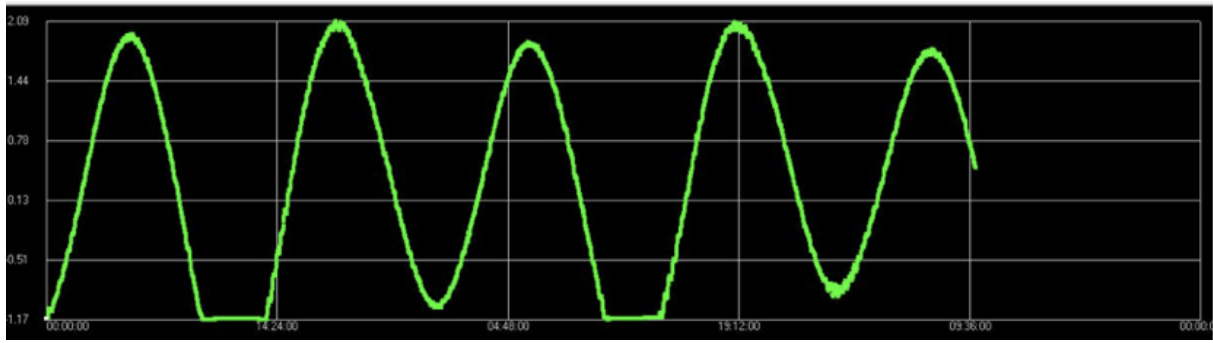


圖 6-2. 永安區潮位變化圖

測量作業期間正逢吻仔魚捕撈期，測區內多處有漁民佈放魚網，作業船隻因須閃避漁網而增加多餘的工作量，此外本區域下午多起南風，於近岸端約 3~5 米處產生碎浪增加作業的困難。本次水深測量最淺測至水深 1 米，最深至 16 米。測量數值用 CARIS 公司出的 HIPS & SIPS 等軟體解算原始觀測資料，以自動及人工濾除異常水深雜訊後輸出水深數值。

6.2.3 殼狀珊瑚藻之群聚動態之時空變化調查

於 2018 年 3 月 30 日至 4 月 2 日每日退潮時，在白玉、G1、G2、永興和永安等五個地點，每地點潮高-100 公分和-160 公分兩個潮位的連續礁體上分別各設立一條 10 公尺*1 公尺平行海岸線、等深的永久固定穿越線，每一條穿越線再細分成 10 個 1 公尺*1 公尺的連續固定樣框，每一個樣框的四角皆以不鏽鋼角鋼標定位置。選擇"-160"公分潮位是因為殼狀珊瑚藻需要水才能生存，因此要選擇在盡量靠近低潮線的礁體監測殼狀珊瑚藻的變動，2018 年每個月大潮期間潮水都可以退到至少"-160 公分"以下，因此選擇在此設立永久固定樣區。在"-100"公分潮位設立固定樣區則是想要探討潮位高低是否會影響殼狀珊瑚藻的豐度。

從四月初設立完永久固定穿越線後開始至 11 月底，於每月大退潮的時間點拍攝相片監測殼狀珊瑚藻覆蓋率的變化，然而由於穿越線位於潮間帶，潮水中的泥沙等沈積物會在潮水退去的時候覆蓋在藻礁上蓋住珊瑚藻進而導致珊瑚藻覆蓋率被低估，因此經過 4 月和 5 月測試後，從 6 月開始決定先用汽車洗車刷以及水桶在不傷害珊瑚藻的前提下移除沈積的泥沙再進行拍照取樣。

拍照時使用 Olympus TG-4 數位相機和 1 公尺 x1 公尺的 PVC 樣框。為了提高照片解析度，因此每個 1 公尺 x1 公尺的 PVC 樣框再用鐵絲分隔為四個 0.5 公尺 x0.5 公尺的樣框，每一張影像只包含 0.5 公尺 x0.5 公尺的樣框，最後一條穿越線會得到 40 張影像。每張影像輸入電腦後使用 CPCe (Coral Point Count with Excel extensions, Kohler and Grill 2006) 軟體，在每個 0.5 公尺 x0.5 公尺的框內撒下 50 個隨機點，辨識每一個隨機點下的底質結構。因為考慮到藻礁地區的硬底質包含礁體或鵝卵石，因此在辨識時將珊瑚藻區分為長在礁體上和長在鵝卵石上的珊瑚藻。更重要的是，為了降低海水中的反光以及水中沈積物導致辨識不易造成的誤差，因此計算覆蓋率時用露出水面的礁體和鵝卵石面積進行標準化。

6.2.4 柴山多杯孔珊瑚分佈生態、族群動態與生殖生態

初步調查大潭藻礁 G1、G2 顯示柴山多杯孔珊瑚多分佈低潮線附近，因此本計畫以調查在五個不同礁區低潮線以下的柴山多杯孔珊瑚的分佈為主。於大潮最低潮時，以徒步、浮潛（海況安全允許下）進行多杯孔珊瑚的分布調查。當發現柴山多杯孔珊瑚群體時，進行（1）拍攝；（2）GPS 定位；（3）群體大小量測；以及（4）採集數個群體 帶回實驗室進行生殖生態分析。珊瑚群體大小以群體體長表示，測量方式為在現場用皮尺測量每個群體最長軸以及與此軸垂直的最長軸的長度，再取兩軸的平均作為群體體長。

為了進一步瞭解柴山多杯孔珊瑚於高雄柴山模式地點的現況，2018 年 5 月前往高雄柴山進行模式地點現況生態與柴山多杯孔珊瑚數量定性調查。調查方式以浮潛於當月最低潮時進行兩小時平行於海岸線的搜尋。利用 google earth 比對模式地點現況生態與 2005 的海岸地形變遷，進行地形定性描述。

6.2.5 影響桃園藻礁生態系時空變動的相關環境因子

(a) 近岸水質資料收集：

將水下長期溫光度計設置於 GPS 定位區，收集長期溫度與光度等物理資料。並於每次野外工作時收集 500 毫升水樣保存於 4°C 冰箱並運至子計畫 5 實驗室進行海水溶解性總磷(PO₄⁻³)和總氮(NO₂⁻+NO₃⁻+NH₃)濃度之測量。採樣時，海水先以 0.2μm 濾紙進行過濾，以去除水中雜質。測量方法主要使用商業化 SMARTSpectro 的化學測試藥劑進行顯色，並參照其操作手冊以攜帶型 SMARTSpectro 分光光度計(LaMotte, Maryland, USA)進行相關總磷和總氮濃度測量。

以 500 克石膏混合 350 毫升水的比例配置插在營釘上的石膏球。將 3 顆烘乾的石膏球和 3 個沈降管綁在各樣點”-160”公分潮位的角鋼上 48 小時後收回。將剩餘的石膏球和營釘烘乾秤重，前後的重量差異代表在那 48 小時內受到的海水和風的物理性影響。沈降管內的沈積物則用 100 μm 的濾網過濾，小於 100 μm 的沈積物為泥，其餘為沙。

(b) 風波流作用下桃園海域流場特性：

分析近 3-5 年近岸模擬波場資料，藉以了解風浪與湧浪對此區域之影響和了解近岸各點位流速與流向分布。同時比對各點位最大流速與風波潮汐作用之對應關係。探討在不同季節風浪作用下之流場特性(夏季季風、冬季季風及颱風)。比較時間序列分析方法與代表波浪及迴歸期颱風波浪計算之差異。

由於桃園海域波場長期觀測資料較為缺乏，本研究以歐洲 (ECMWF) 之風場資料，先以東亞地區海域為大範圍之模擬範圍，帶入海域波浪模式進行計算。大範圍計算所得之波場資料，再提供為桃園海域近岸海域數值模式之邊界條件。本計畫採用之波場模式為 DHI 丹麥水力研究所(Danish Hydraulic Institute)研發 MIKE 21 數值模擬軟體之 SW 模組(Spectral Wave Model)，考量風浪生成、非線性波交互作用、白沫消散、底床磨擦、碎波效應、淺化及折射現象等機制。藉以求得桃園附近海域之波浪場，再以所得之波場，分析 2015、2016 及 2017 年 5 月至 9 月之波場資料。

研究中分析桃園白玉、觀音及永安海域 2015 年及 2016 年 5 月至 9 月夏季波浪資料，如圖 6-3 所示，以釐清各點為之代表波浪分析方面，代表波高、週期之選定乃採用榎木亨之建議(參閱榎木亨著「漂砂と海岸侵蝕」P.154)，以下列計算式求得。

$$\Sigma(T_i \times P_i) = T_s \times \Sigma P_i \quad (1)$$

$$\Sigma(H_i^2 \times C_{g_i} \times P_i) = H_s^2 \times C_{g_s} \times \Sigma P_i \quad (2)$$

式中 C_g : 代表群波波速

P_i : 單一型式波浪 i 所佔之比例

H_i 與 T_i : 單一型式波浪之波高與週期

(註：下標為 i 者為單一波浪之特性；下標 s 者為代表波浪特性)



圖 6-3 桃園白玉、觀音及永安海域外海點位示意圖。照片來源：Google Earth。

6.3 成果

6.3.1 藻礁底質結構與棲地複雜度

調查結果顯示從白玉到 G2 的藻礁礁體較完整連續；觀新藻礁生態系野生動物保護區的核心區到永安漁港這一段則有較多的沙灘和礫石灘。其中以大潭 G2 區的藻礁底質結構最為完整連續，穿越線調查有 94% 為連續的礁體，剩餘的 6% 為沙地。白玉（70%）與大潭 G1（55%）皆有超過 50% 為連續的礁體（圖 6-4）。觀新藻礁生態系野生動物保護區內的礁體多呈現不連續分佈且連續的礁體的比例皆不到 50%，核心區新屋溪口北側和南側已連續教和沙地為主，其中連續礁分別為 35.5% 和 32.5%，沙為 63.5% 和 67%，而南側緩衝區的永興與永續利用區內的永安的連續礁體則介於 25%~43%，而這些區常出現以鵝卵石為主的 terrain，例如在永安的礫石區內礫石佔底質形式的比例高達 67.5%（圖 6-4）。

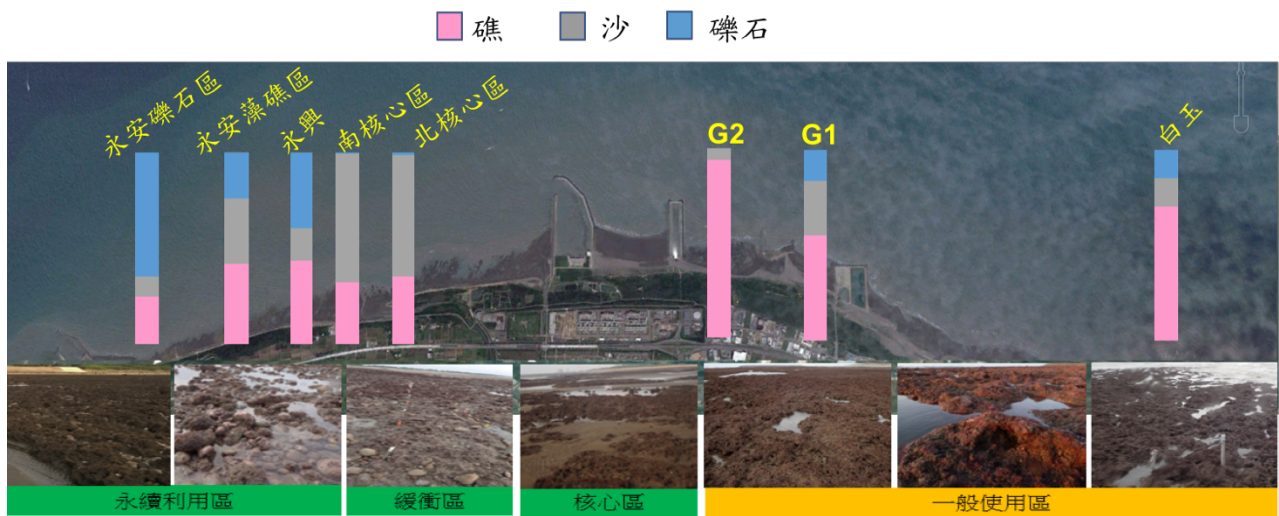


圖 6-4. 五大分區礁體底質覆蓋率與現場地景

從白玉到核心區北側的藻礁的棲地複雜度較從核心區南側到永安港的藻礁高。其中棲地複雜度最高的是 G2 (0.28)，其次是北核心區 (0.24)、白玉 (0.25) 和 G1 (0.17)。棲地複雜度最低的地區則在南核心區 (0.06) (圖 6-5)。

棲地複雜度的標準差大小表示每一區的 10 條側線間的均值程度。期中以北核心區的 0.29 最高，其次為南核心區的 0.07 和白玉 0.06，其餘地點則介於 0.03 (永安礫石區) 和 0.05 (G2 和永興) 之間 (圖 6-5)。這樣的結果顯示野生動物保護區核心區北側的棲地最不均值，其餘地點之間的棲地均值程度則相似 (圖 6-5)。

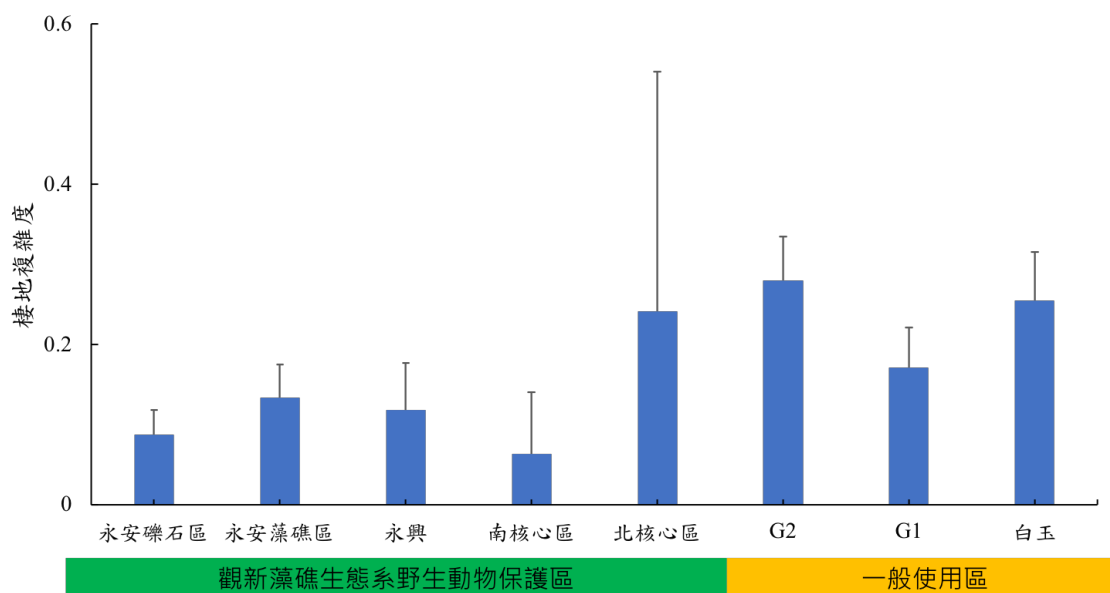


圖 6-5. 五大分區礁體複雜度

6.3.2 大潭藻礁水下礁體分布

於 5 月 19 日至 5 月 21 日以多波束測深儀進行大潭藻礁海下地形掃描。結果顯示 G1 區的礁石從岸邊往外海一直延伸出去到水深 15 米的地方；G2 在水深 6 米以內礁石遍佈，水深 6~12 米比較沒礁石，然後在水深 13 米左右的地方又出現礁石；G3 區近岸端為平坦的砂地，在水深 8 米即工業港北堤外海往北延伸一帶海域，海床上呈現砂鍊地形，在外海 15~16 米處有零星的礁石分佈。區塊放大點雲圖呈現出礁石與海床的差異性（圖 6-6）。

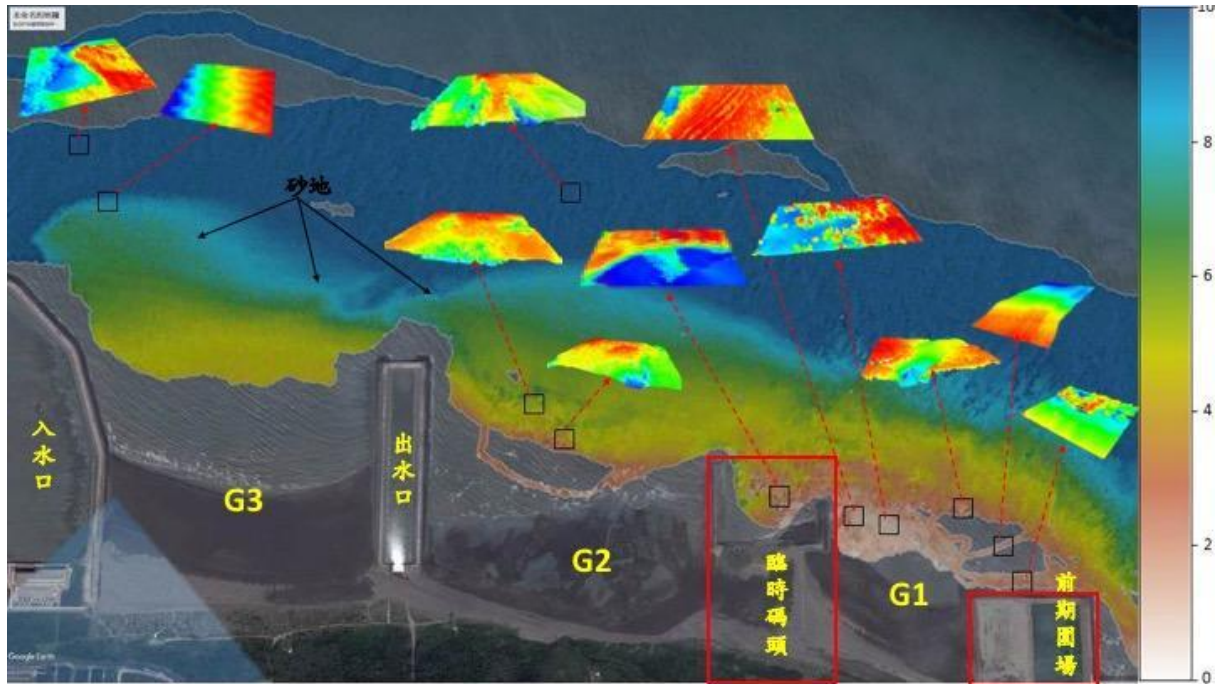


圖 6-6. 多音束測深探測儀掃描大潭藻礁 G1-G2 區米至水深 15 米海下地形相對深度。相對地形深度顏色漸層列於圖右。特定區塊的海下地形相對深度以點雲圖表示，點雲圖顏色越紅表示該區相對深度越淺，可能具有生物礁礁體的存在。

6.3.3 殼狀珊瑚藻之群聚動態之時空變化調查

本計劃初期的概念為盡量維持原狀，即不進行任何處理就用固定樣框橫截帶法（1x1 公尺框，連續 10 公尺）直接拍照取樣估計殼狀珊瑚藻覆蓋率，然而在五月的調查發現藻礁在退潮時多被泥沙懸浮物覆蓋，導致珊瑚藻的覆蓋率被嚴重低估。例如，5 月 17 日在 G1 地區-160 公分隨機選一塊 1 公尺 x1 公尺的樣框，珊瑚藻的覆蓋率可以從沖洗前的 3%（圖 6-7a）增加到沖洗後 49.69%（圖 6-7b）。此一結果顯示珊瑚藻並不是如過往所認知呈現季節性的消長，反而珊瑚藻其實一直都存在，只是被草皮狀海藻（turf）和泥沙覆蓋著，需要經過沖洗才會顯現出來（圖 6-7c, d）。依據此結果，本計劃從六月開始確定了先將泥沙沖洗後再進行樣框拍照調查的標準程序。

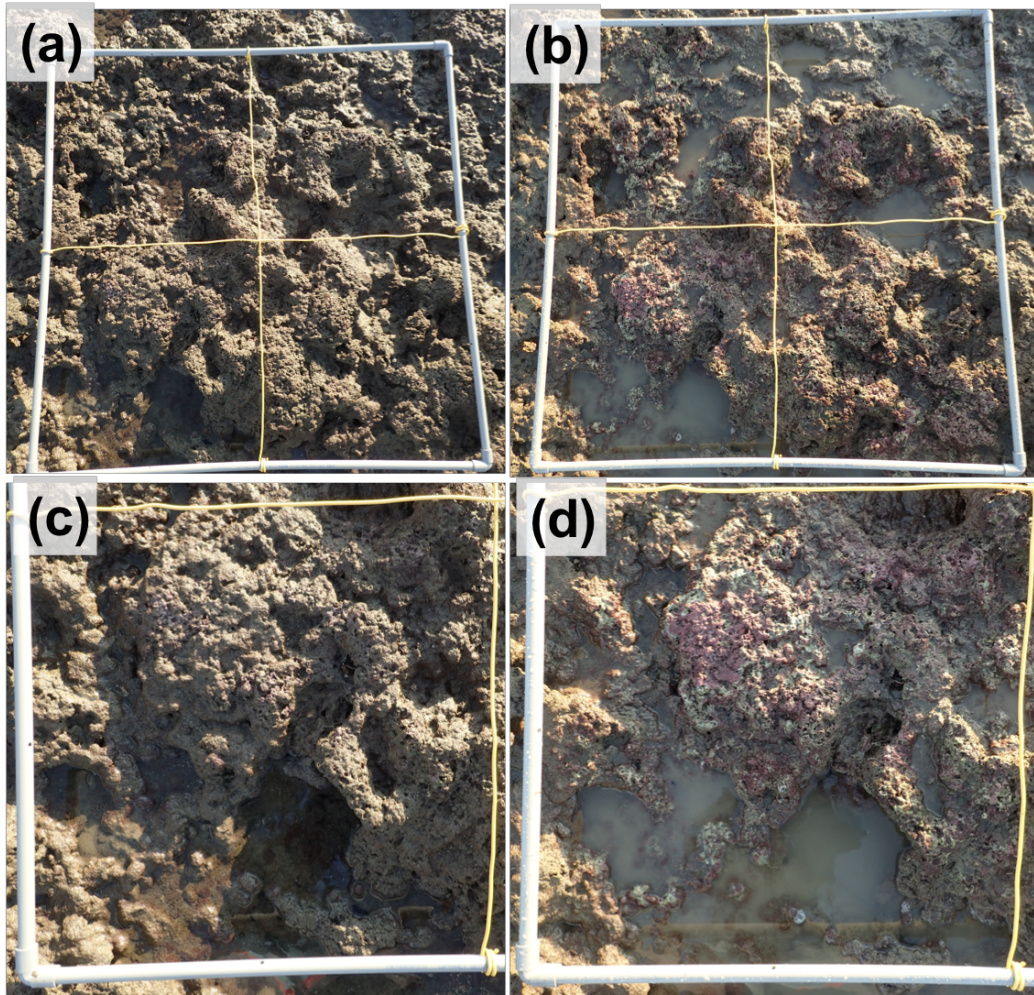


圖 6-7. G1 區-160 公分潮位測線旁的底棲群聚在沖刷前被泥沙覆蓋 (a) 和將同一個樣框內的泥沙清洗掉後露出底下的殼狀珊瑚藻 (b) 的照片示意圖。左下角框沖洗前 (c) 和沖洗後 (d) 放大圖。

從白玉到永安的殼狀珊瑚藻覆蓋率在 2018 年 6 月到 11 月呈現顯著但不規則的時間與空間變動，並沒有顯著的隨月份、潮位和地點變化的趨勢 (圖 6-8)。

六月的調查結果顯示從白玉到永興的”-160”公分潮位的殼狀珊瑚藻覆蓋率皆有 30% 以上，其中以大潭 G1 的 45.98% 最高，永興和大潭 G2 的 39.18% 和 38.91% 次之，白玉為 30.71%。永安的殼狀珊瑚藻覆蓋率僅有 2.54% (圖 6-8)。

用七月調查的殼狀珊瑚藻覆蓋率進行 two-way nested ANOVA 結果顯示，殼狀珊瑚藻覆蓋率在地點間有顯著差異，但是地點和潮位兩個因子間有交互關係 (表 6-1, 圖 6-8)。將兩個潮位分開進行 one-way ANOVA 統計比較殼狀珊瑚藻覆蓋率在地點間的差異，結果顯示殼狀珊瑚藻覆蓋率在各潮位都有顯著的地點間差異 (”-100”公分潮位, $F(4,45)=7.654$, $P<0.0001$; ”-160”公分潮位, $F(4,45)=18.766$, $P<0.0001$ 。表 2, 3)。在”-100”公分潮位，殼狀珊瑚藻除了在大潭 G2 顯著較低 (0.62%) 之外，在其餘地點約介於 13.45% 到 19.10% 之間且無顯著差異 (圖 6-8)。在然而在七月時，大潭 G1 和 G2 同樣”-160”潮位的殼狀珊瑚藻覆蓋率顯著的降低到 8.3% 和 8.94% (圖 6-8)。永興在同樣潮位的殼狀珊瑚藻覆蓋率降低 7%，其餘兩個地點則增加 6% 左右 (圖 6-8)。

綜合七月到 11 月的資料顯示，白玉的兩個潮位在 8 月時殼狀珊瑚藻覆蓋率皆為 0，9 月時回升到約 10%。大潭 G1 的兩個潮位和永興的”-160”公分潮位則是在 9 月時有顯著較低的殼

狀珊瑚藻覆蓋率。大潭 G2”-100”公分潮位的殼狀珊瑚藻覆蓋率在 7~9 月都少於 1%，但在 11 月時增加至 20%。永興” -100”公分潮位和永安的兩個潮位則是在 8 和 9 月有較低的殼狀珊瑚藻覆蓋率（圖 6-8）。

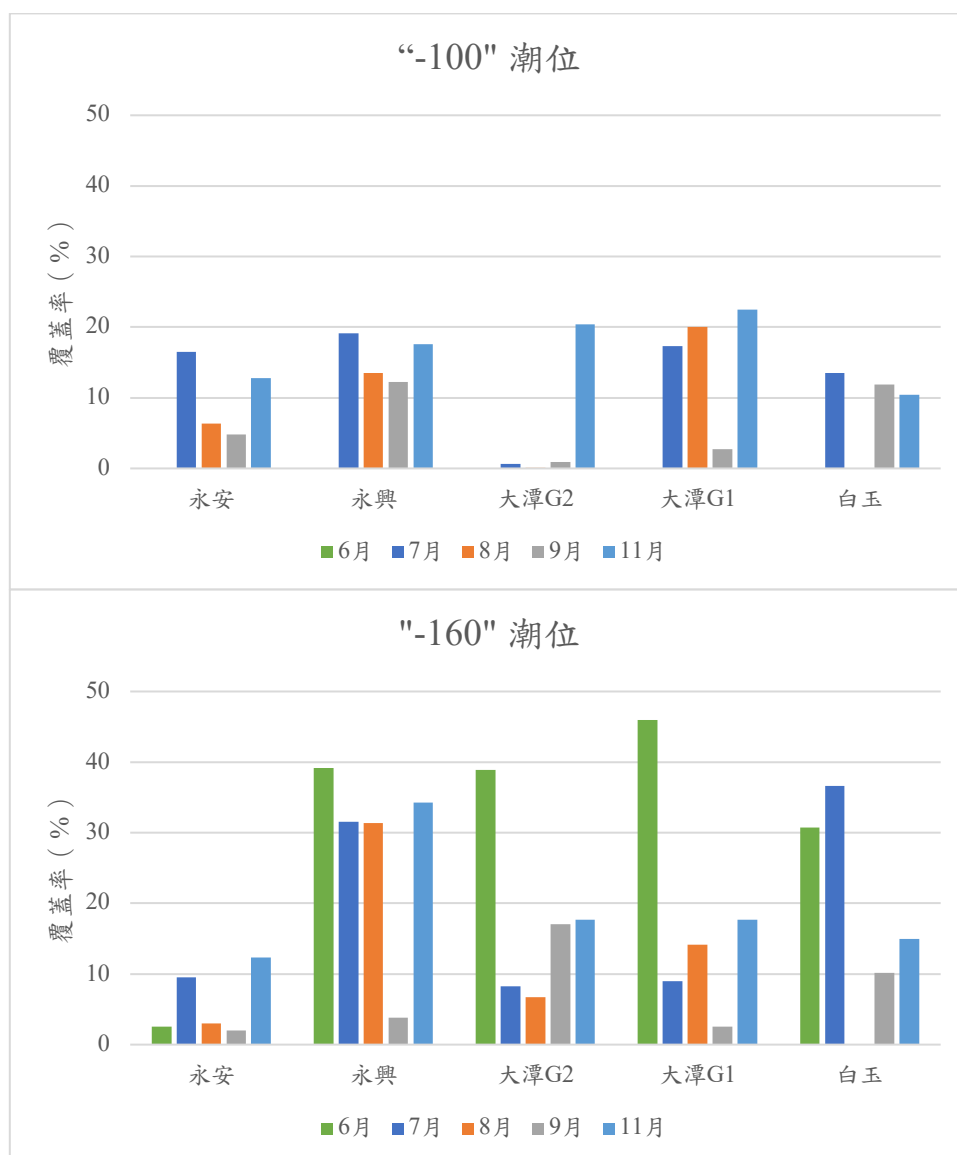


圖 6-8. 在各樣點的” -100”公分 (a) 和” -160”公分 (b) 潮位的殼狀珊瑚藻在不同月份的覆蓋率。其中六月份” -100”潮位和 10 月份兩個潮位無資料。

表 6-1. 使用七月份殼狀珊瑚藻覆蓋率進行 Two-way nested ANOVA 統計結果

Analysis of Variance Table					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	p
Site	4	6386.8	1596.7	18.257	<0.0001
Site x Tide	5	4331.9	866.38	9.907	<0.0001
Residuals	90	7870.8	87.45		

表 6-2. 使用七月份”-100”公分潮位殼狀珊瑚藻覆蓋率進行 One-way ANOVA 統計結果

Analysis of Variance Table					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	p
Site	4	2204	551	7.654	<0.0001
Residuals	45	3239.5	71.99		

表 6-3. 使用七月份”-160”公分潮位殼狀珊瑚藻覆蓋率進行 One-way ANOVA 統計結果

Analysis of Variance Table					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	p
Site	4	7729.7	1932.42	18.776	<0.0001
Residuals	45	4631.3	102.92		

6.3.4 柴山多杯孔族群生態調查

於 2018 年 4~12 月當月大潮日，以最低潮水低於-170 公分為基準於白玉、大潭 G1、大潭 G2、觀新保護區核心區（新屋溪口）、永興（緩衝區）以及永安（永續利用區），徒步搜尋柴山多杯孔珊瑚。結果顯示白玉、觀新保護區南段各區截至目前為止並未發現柴山多杯孔珊瑚。柴山多杯孔珊瑚在藻礁分佈區以大潭 G1 和大潭 G2 的”-160”公分潮位以深的藻礁區為主，截至 2018 年 12 月底為止累計在大潭 G1 和 G2 分別記錄到 19 個和 53 個活的群體，然而由於漂沙嚴重，於 2018 年 12 月進行族群量調查時在大潭 G1 和大潭 G2 各紀錄到 10 和 20 個活的珊瑚群體，其餘 42 個群體已被沙埋而死亡（表 6-4，圖 6-9）。在 12 月記錄到的這 30 個柴山多杯孔珊瑚群體體長的平均體長集中在 9~12 公分和 6~9 公分兩組，最小平均體長為 6.4 公分，最大為 19.5 公分，平均群體體長為 10.32 公分（圖 6-10）。

除了在低潮時沿著低潮線尋找直徑珊瑚，也在 G2 標定 9 個珊瑚群體（編號 9-17 群體，表 6-4）進行持續追蹤群體大小。扣掉 4 個因潮水高度問題沒有每個月都有量測資料的群體之外，5 個有每個月持續量測大小的群體（編號 9, 10, 13, 14, 16，表 6-4）體長分佈圖顯示這些群體有成長的跡象，8 月時還有量測到 0-3 公分大小的群體，12 月時皆為 6-9 公分大小以上（圖 6-11）。

表 6-4. 柴山多杯孔珊瑚群體位置，編號 1-30 為 2018 年 12 月調查時仍存活的群體，編號 31-72 為曾經有紀錄但在 2018 年 12 月時無發現的群體。

點位資料已遮蔽，如有研究需求請洽海洋保育署



圖 6-9. 柴山多杯孔珊瑚於桃園藻礁分布位置圖。紅色為曾經記錄過但死亡的群體。黃色為 2018 年 12 月有發現的群體。

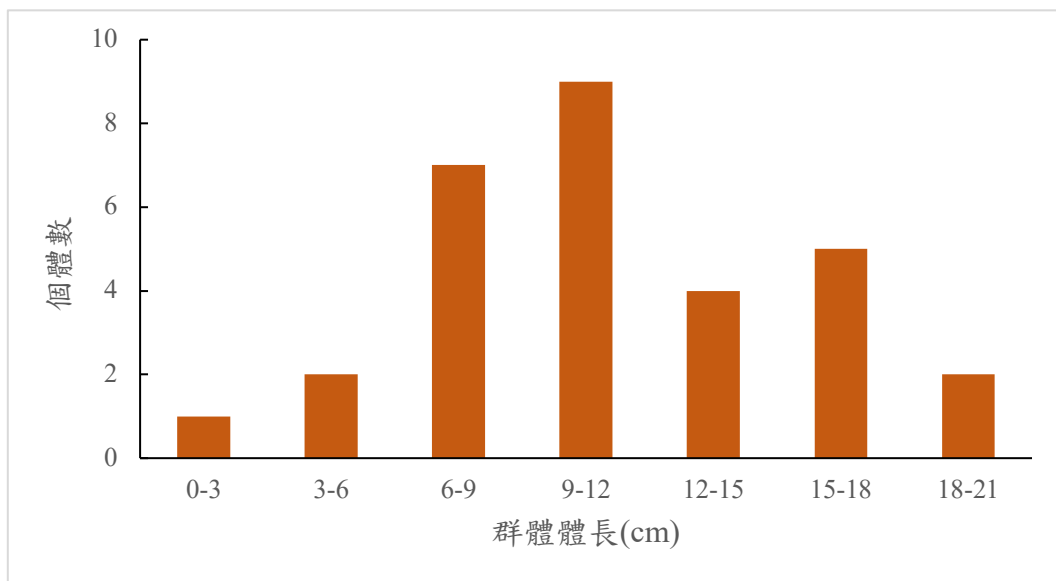


圖 6-10. 2018 年 12 月量測 30 個柴山多杯孔珊瑚群體的體長頻度分佈。

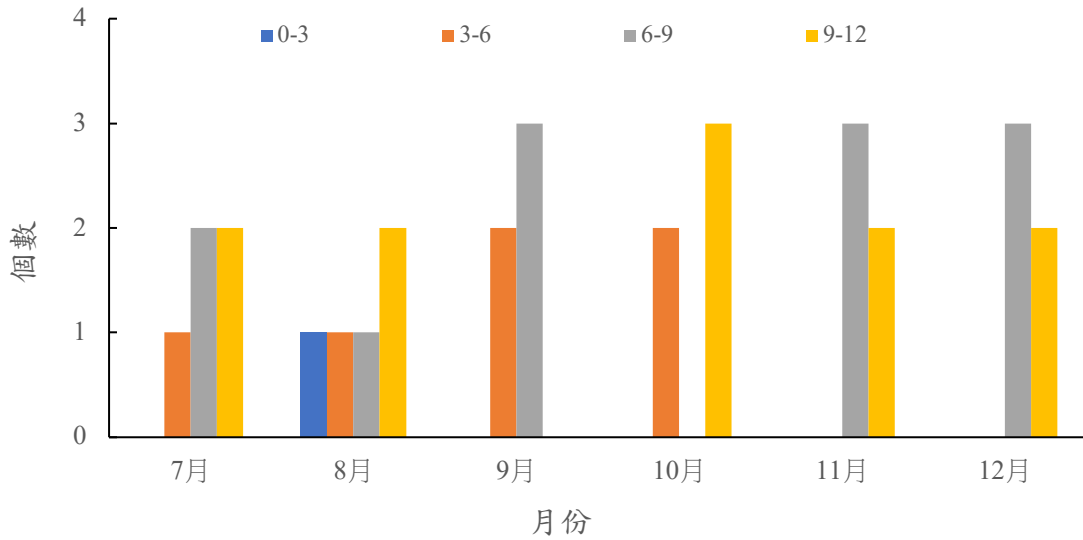


圖 6-11. 大潭 G2 區 5 個有每個月大小量測資料的柴山多杯孔珊瑚群體的群體體長大小(cm) 分佈變化圖。

6.3.5 柴山多杯孔族群生物學

今年度到目前為止已於大潭 G1 和 G2 完成了四次採樣 (表 6-5)。3、4、5 月的樣本在經過鏡檢與切片染色後，確認無顯著生殖腺發育跡象 (圖 6-12)。

表 6-5. 柴山多杯孔珊瑚生殖樣本採樣日期與地點

	3/31	4/30	5/17	11/12
大潭 G1	3	1	8	0
大潭 G2	0	8	0	6

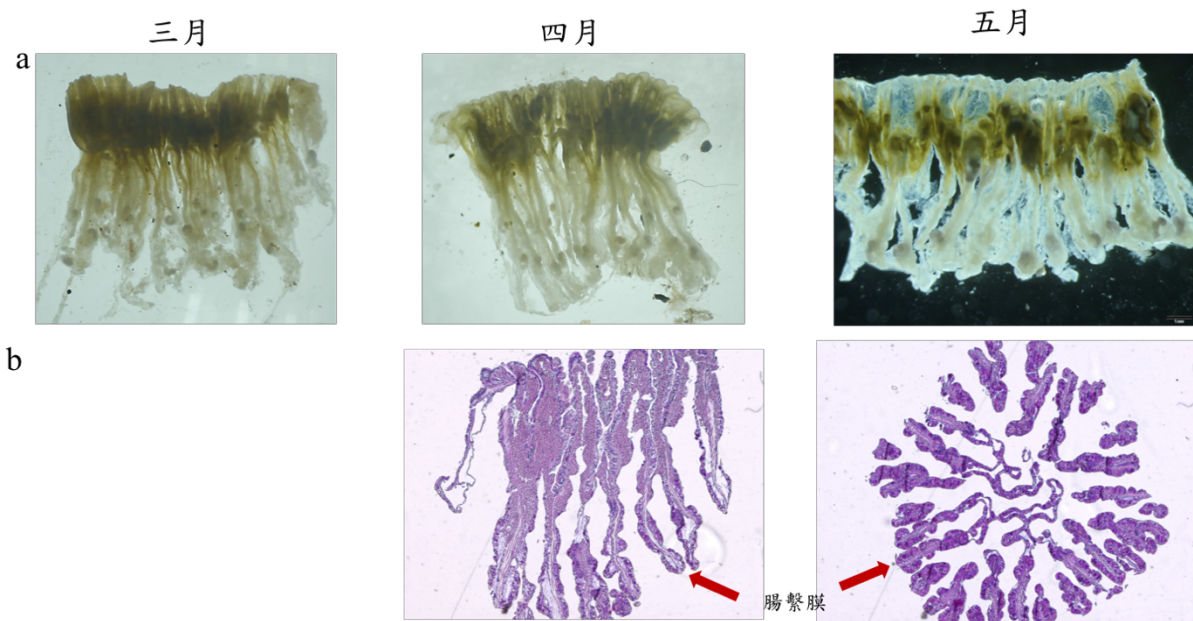


圖 6-12. 柴山多杯孔珊瑚蟲的組織解剖在 a. 光學顯微鏡與；b. 組織染色切片的結果，皆無發現顯著膨大的生殖腺。

6.3.6 環境資料

(a) 近岸水質資料收集：

石膏球綁在”-160”公分潮位的角鋼上 48 小時後收回，這段時間內石膏球會因為水的流動和風的物理性作用而受到侵蝕（圖 6-13a）。除了 9 月因為大退潮放置石膏球時天候不佳，因此約 500 克的石膏球幾乎全部損失之外，其餘月份的石膏損失量呈現兩個趨勢，第一是從 7 月開始的波浪和風的物理作用日漸降低，第二是這些物理作用呈現由北往南遞減的趨勢（圖 6-13b）。大潭 G1 的沈降管在 9 月時皆被沖走因此無資料。沈降管內的泥含量在時間上呈現 11 月比 7 月和 8 月多的趨勢，在空間上則是 7 月和 8 月時呈現由北往南遞增，但是 9 月到 11 月呈現一個較往北偏的 U 形（圖 6-13c）。沈降管內沙的含量的趨勢和泥不同。從 7 到 10 月都是呈現永興和永安的沙量顯著高於另外三個樣點，而且呈現日漸增加的趨勢。在 11 月時則是在白玉和大潭 G1 的沈降管的含沙量較另外三個樣點多（圖 6-13d）。

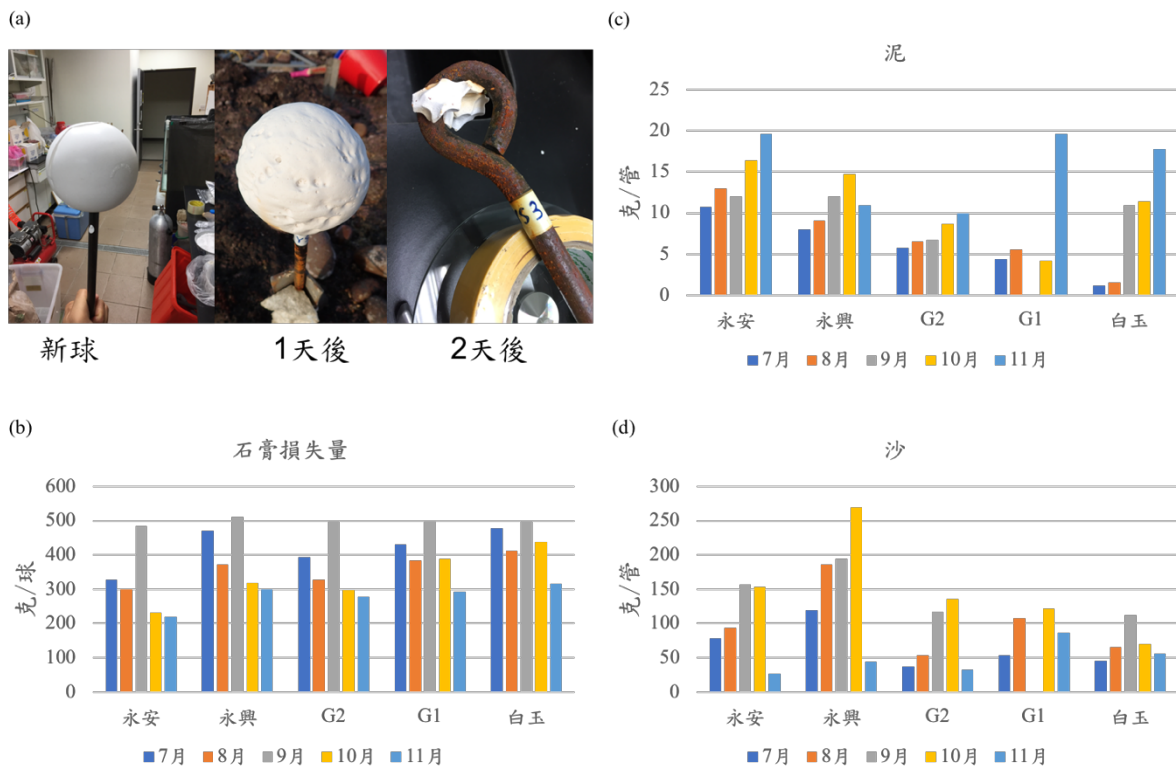


圖 6-13. 石膏球損失量 (a)、石膏球變化 (b)、沈降管中的平均泥重 (c) 和沙重 (d)。

氨鹽和硝酸鹽在五個地點的 8 月到 11 月大致穩定，除了 G2 在 8 月量測到特別高的氨鹽以及白玉在 9 月有特別高的硝酸鹽。此外氨鹽呈現由北往南遞減的趨勢，硝酸鹽則無顯著的地點間差異（圖 6-14）。

磷酸鹽在大潭 G1 和白玉的月間變動較大，但呈現逐月上升的趨勢。同時這兩地的磷酸鹽含量也較另外三地高（圖 6-14）。亞硝酸鹽在 10 月和 11 月時則在白玉、大潭 G2 和永安較低，呈現一個 M 字形（圖 6-14）。

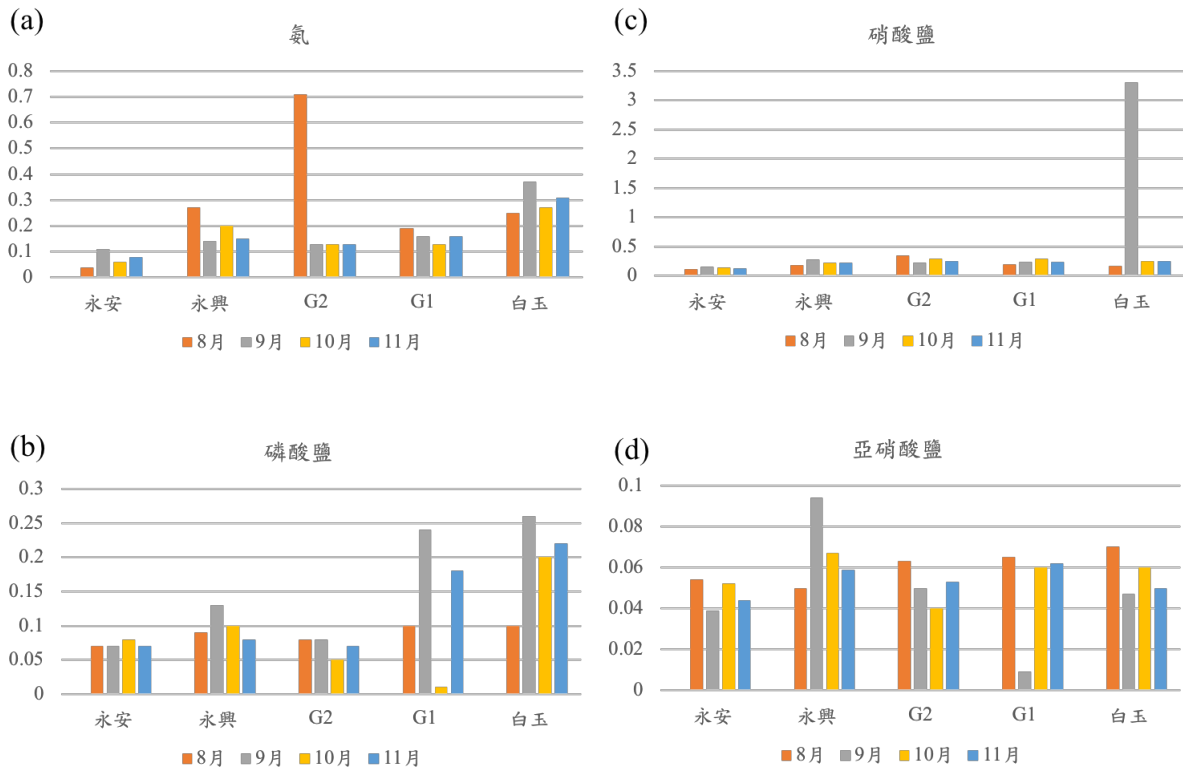


圖 6-14. 氨 (a)、磷酸鹽 (b)、硝酸鹽 (c) 和亞硝酸鹽 (d) 在各地點 8 月到 11 月的濃度。

以水下連續溫度計紀錄 5 月 16 日至 12 月 15 日的水溫資料，紀錄頻度為每 15 分鐘記錄一次。結果顯示五個樣區水溫變化約在 15 度至 35 度之間，最高和最低溫出現在五月的永興和 12 月的永安。整體而言，永興和永安兩樣區有較極端的溫度（圖 6-15）。

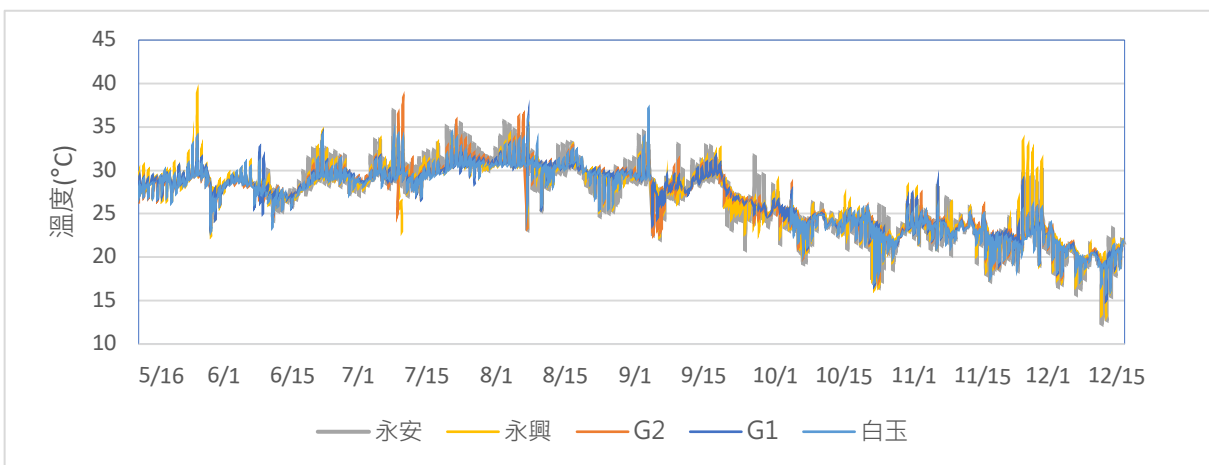


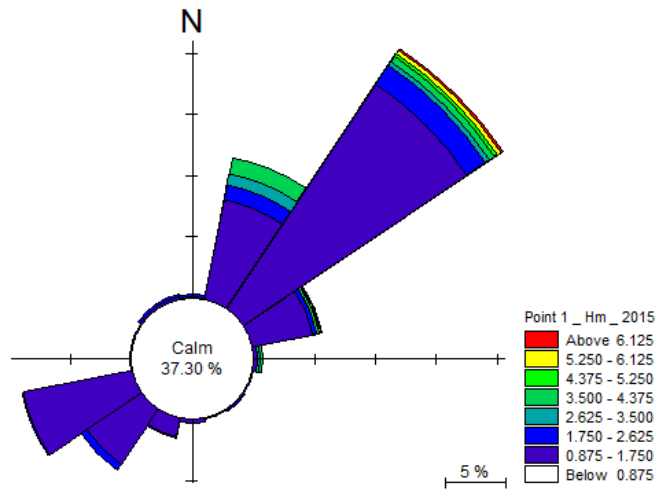
圖 6-15. 本計劃 5 個樣點的連續水溫紀錄圖。

(b) 風波流作用下桃園海域流場特性

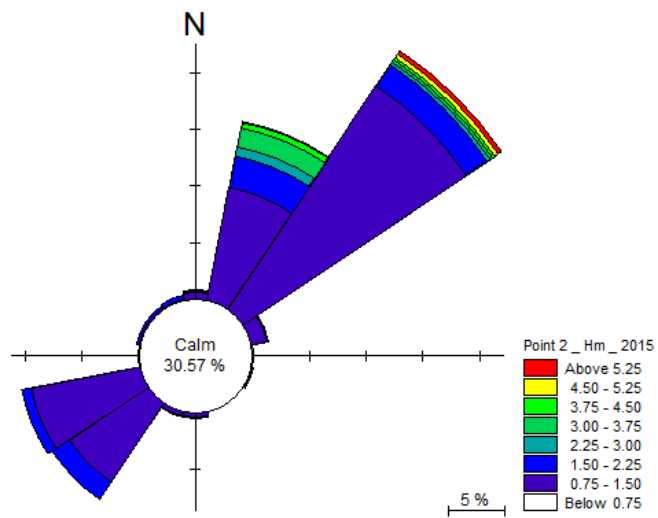
夏季波場分析:

桃園鄰近海域各點位之風玫瑰波高分析結果如圖 6-16 至圖 6-19 所示。圖 6-16 與圖 6-17 為 2015 年 5 月至 9 月波高及週期風玫瑰圖。圖中顯示於白玉及觀音海域波浪風玫瑰圖在波向上較為相似，永安海域則有與上述兩地點有些許差異。分析 2015 年上述點位之示性波高及週期，於白玉海域代表波高為：1.45m，代表週期為：5.26s；觀音海域代表波高為：1.33m，代表週期為：5.08s；永安海域代表波高為：1.26m，代表週期為：4.85s。

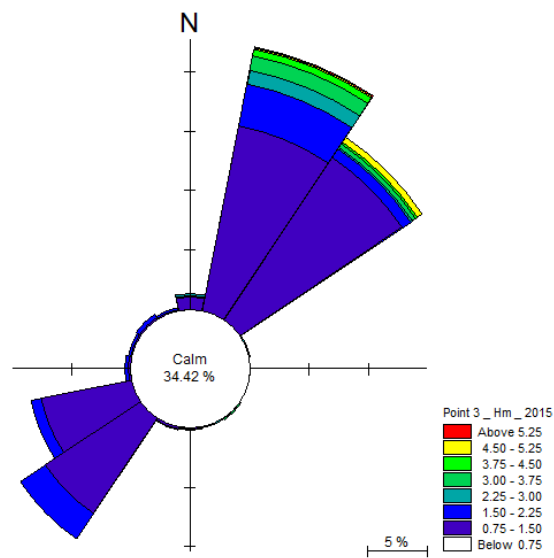
圖 6-18 及圖 6-19 為 2016 年 5 月至 9 月風玫瑰圖波高及週期風玫瑰圖。圖中顯示於白玉及觀音海域波浪風玫瑰圖在波向上較為相似，永安海域則有與上述兩地點仍有些許差異。分析 2016 年上述點位之示性波高及週期，於白玉海域代表波高為：1.44m，代表週期為：5.51s；觀音海域代表波高為：1.38m，代表週期為：5.38s；永安海域代表波高為：1.32m，代表週期為：5.22s。



(a) 白玉

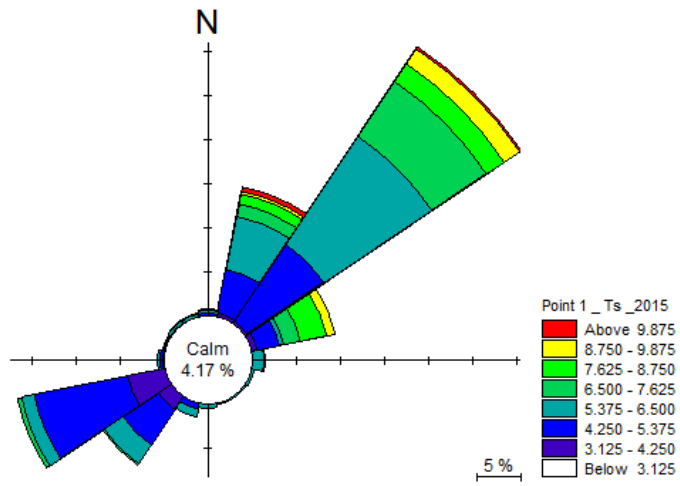


(b) 大潭

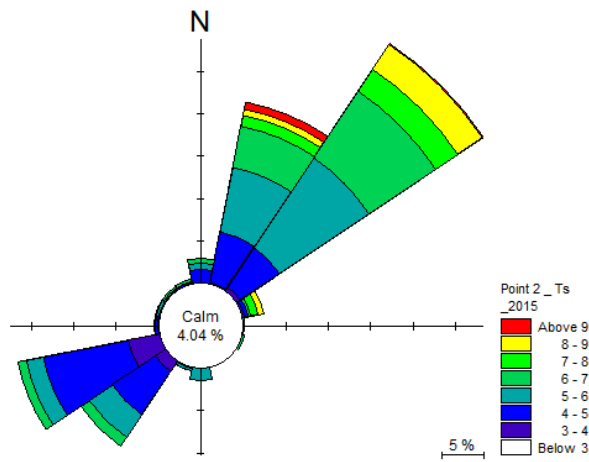


(c) 永安

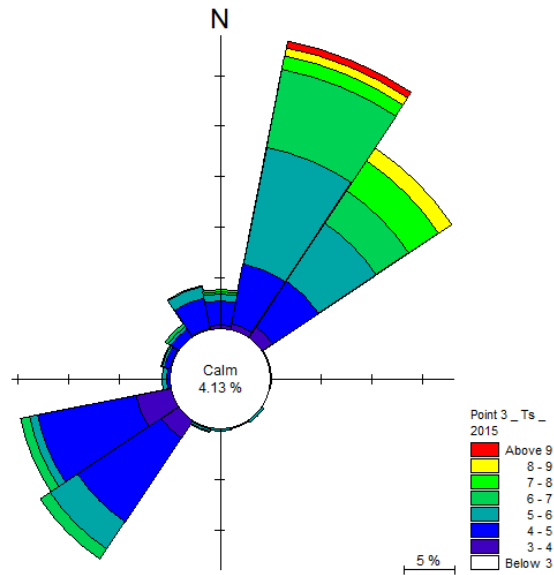
圖 6-16. 2015 年波高玫瑰圖



(a) 白玉

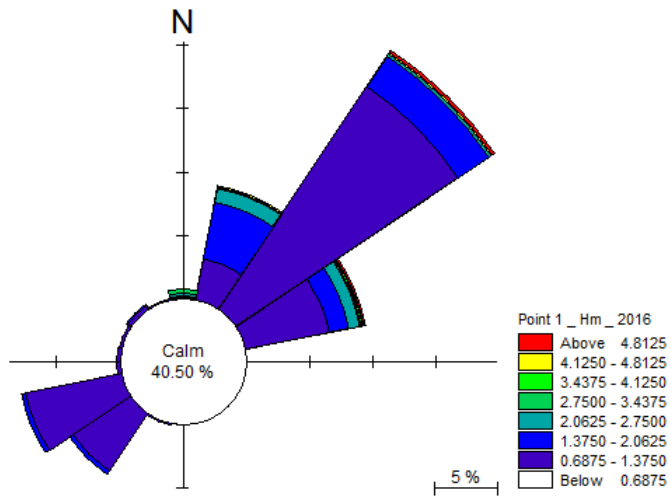


(b) 大潭

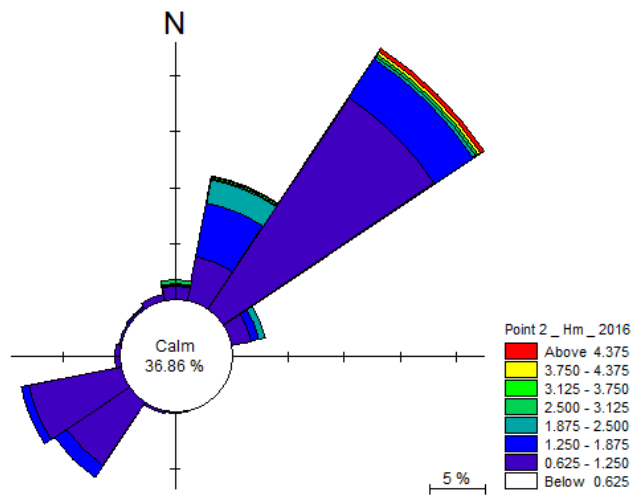


(c) 永安

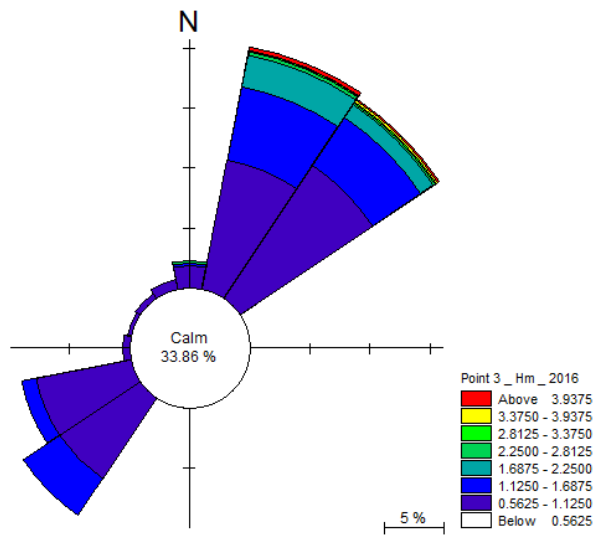
圖 6-17. 2015 年週期玫瑰圖



(a) 白玉

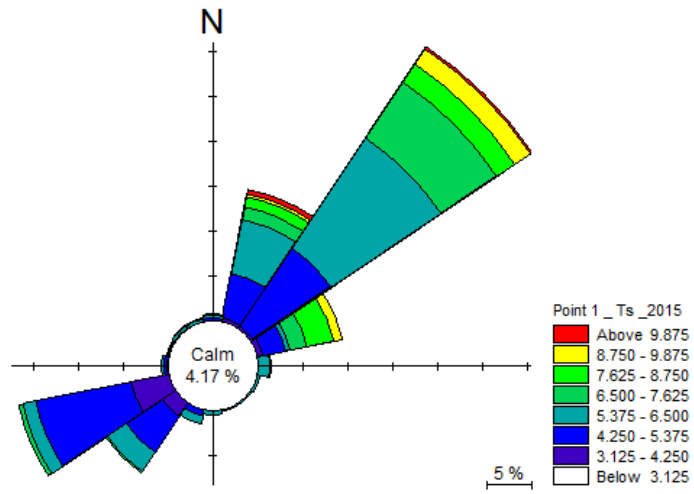


(b) 大潭

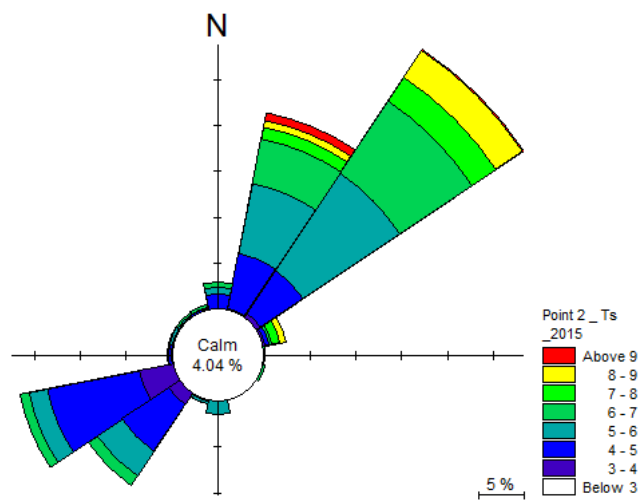


(c) 永安

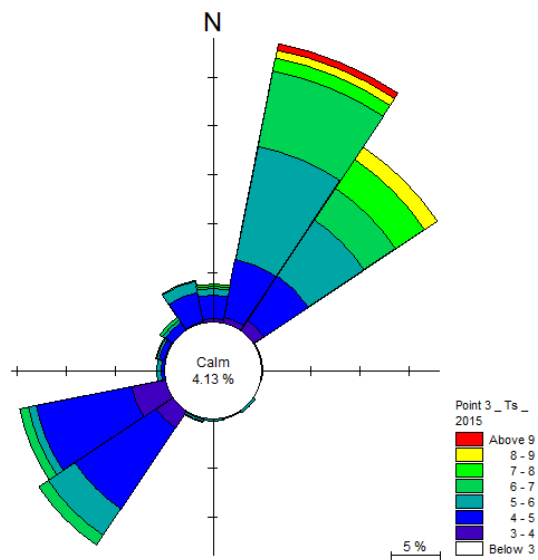
圖 6-18. 2016 年波高玫瑰圖



(a) 白玉



(b) 大潭



(c) 永安

圖 6-19. 2016 年週期玫瑰圖

此外，針對白玉、大潭、永安三個區域進而分析 2015-2016 年夏季及冬季之風浪及湧浪特性進行分析，如表 6-6 至表 6-9 所示。表 6-6 為 2015 年夏季湧浪及風浪比例，受到多場颱風事件影響，各地湧浪發生機率明顯大於風浪，比較白玉、大潭、永安三個區域以永安地區於夏季發生湧浪機率較其他兩地高；在風浪發生機率方面，則以白玉及大潭較高。於 2016 年夏季較無颱風作用，各地風浪發生機率明顯大於湧浪，其結果如表 6-7 所示。

表 6-8 為 2015 年冬季湧浪及風浪比例，白玉及大潭地區分析結果發現湧浪及風浪百分比約為 69%及 31%，永安地區湧浪及風浪百分比約為 81%、19%。表 6-9 為 2016 年冬季湧浪及風浪比例，白玉地區分析結果發現湧浪及風浪百分比約為 85% 及 15%，大潭與永安地區湧浪及風浪百分比約為 60% 及 40%。

分析近年冬季及夏整波浪特性，就體趨勢而言，於夏季期間若無明顯颱風侵襲事件，則呈現風浪大於湧浪的比例。於冬季期間則呈現湧浪大於風浪的比例。

表 6-6. 2015 年夏季湧浪及風浪百分比

	白玉	大潭	永安
湧浪	52%	57%	66%
風浪	48%	43%	34%

表 6-7. 2016 夏季湧浪及風浪百分比

	白玉	大潭	永安
湧浪	21%	23%	27%
風浪	79%	77%	73%

表 6-8. 2015 冬季湧浪及風浪百分比

	白玉	大潭	永安
湧浪	69%	73%	81%
風浪	31%	27%	19%

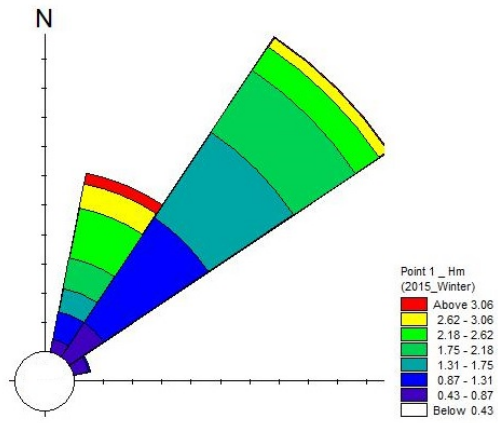
表 6-9. 2016 冬季湧浪及風浪百分比

	白玉	大潭	永安
湧浪	85%	60%	65%
風浪	15%	40%	35%

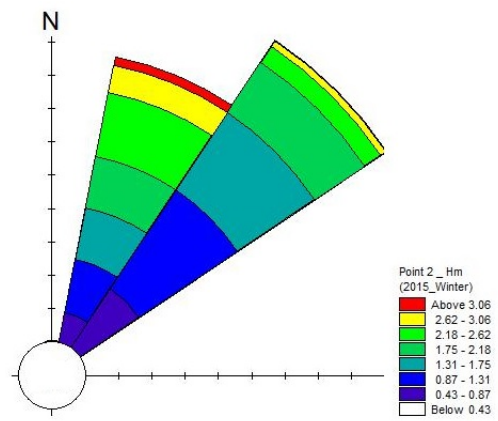
冬季波場分析：

圖 6-20 與圖 6-21 為 2015 年冬季之波高及週期風玫瑰圖。圖中顯示於白玉及觀音海域波浪風玫瑰圖在波向上較為相似，永安海域則有與上述兩地點有些許差異。分析 2015 年上述點位之示性波高及週期，於白玉海域代表波高為：2.03m，代表週期為：7.33s；觀音海域代表波高為：1.85m，代表週期為：7.16s；永安海域代表波高為：1.81m，代表週期為：6.95s。

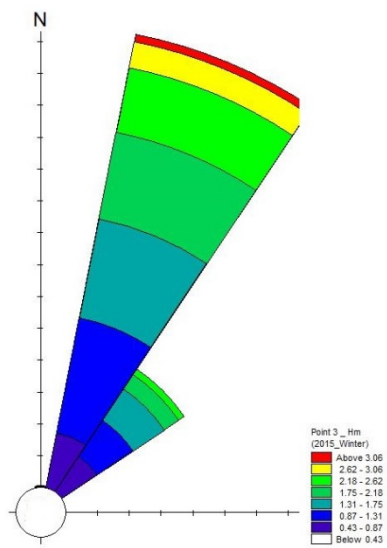
圖 6-22 及圖 6-23 為 2016 年 5 月至 9 月風玫瑰圖波高及週期風玫瑰圖。圖中顯示於白玉及觀音海域波浪風玫瑰圖在波向上較為相似，永安海域則有與上述兩地點仍有些許差異。分析 2016 年上述點位之示性波高及週期，於白玉海域代表波高為：2.1m，代表週期為：7.59s；觀音海域代表波高為：2.07m，代表週期為：7.46s；永安海域代表波高為：1.99m，代表週期為：7.29s。



(a) 白玉

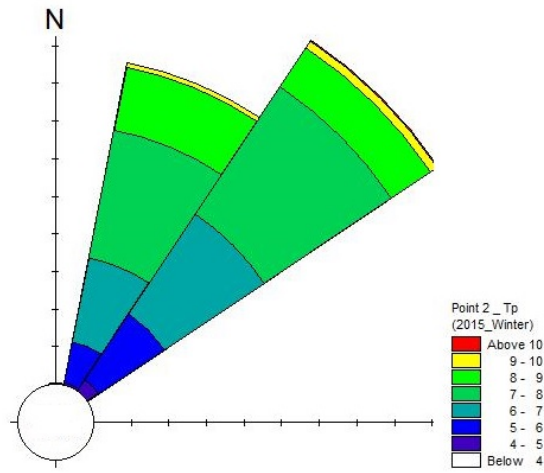


(b) 大潭

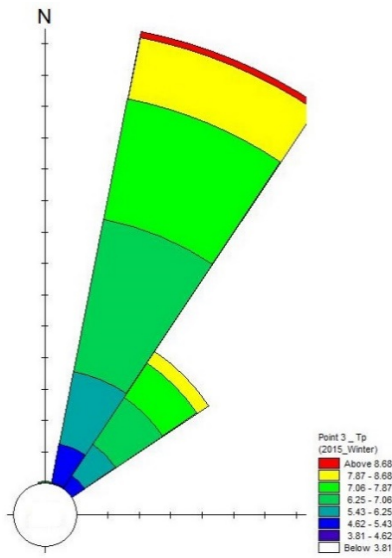


(c) 永安

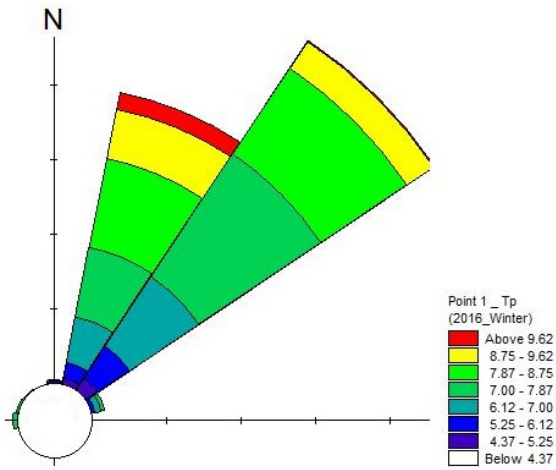
圖 6-20. 2015 年冬季波高玫瑰圖



(a) 白玉

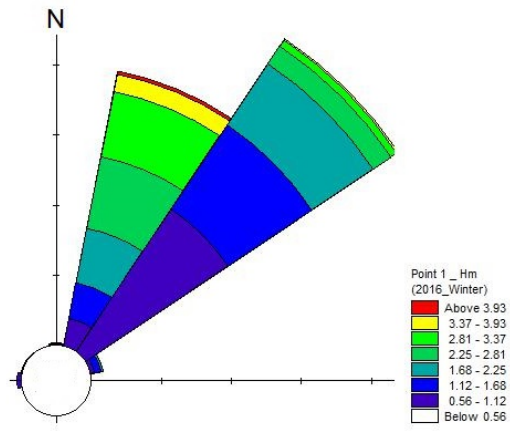


(b) 大潭

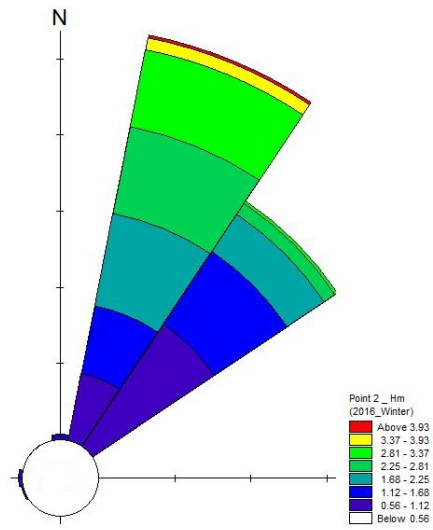


(c) 永安

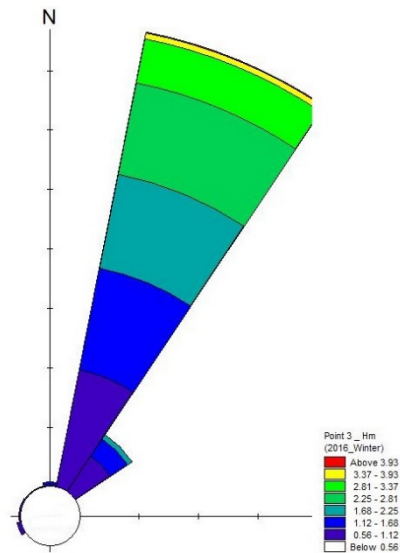
圖 6-21. 2015 年冬季週期玫瑰圖



(a) 白玉

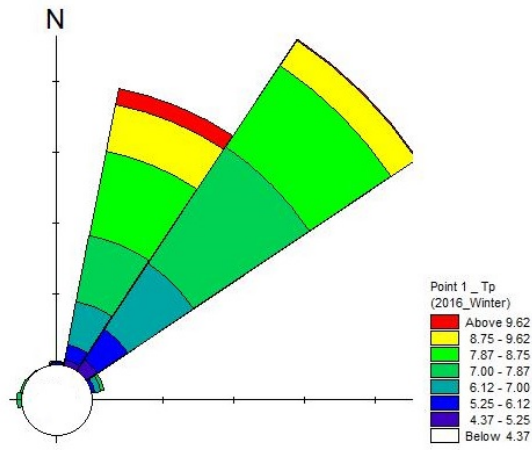


(b) 大潭

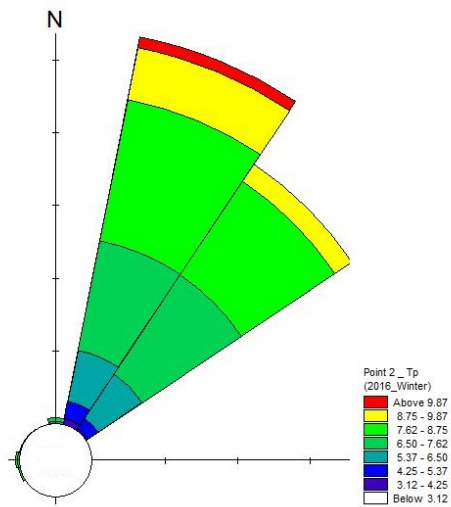


(c) 永安

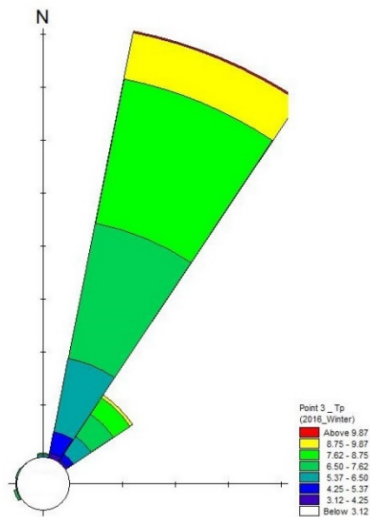
圖 6-22. 2016 年冬季波高玫瑰圖



(a) 白玉



(b) 大潭



(c) 永安

圖 6-23. 2016 年冬季週期玫瑰圖

海域流場特性分析

本研究分析夏季、冬季及颱風期間海域流場特性，以 2017 年 5 月（夏季季風）、12 月（東北季風）及 10 年迴歸期之颱風波浪進行海域流場進行分析。相關波浪條件如表 6-10 所示：

表6-10. 計畫區輸入條件

地形水深	2015 年				
邊界潮位	時間序列潮位變動值				
入射波浪		冬季	夏季	颱風	
	波向	2017.12 時間序列 冬季波浪 條件	2017.5 時間序列夏 季波浪條件	N	W
	波高(m)			5.5	4.7
	週期(s)			9.8	9.1

夏季季風流場分析：

圖 6-24 到圖 6-28 為夏季季風作用下，不同潮位條件下之流場分布圖。圖 6-24 為夏季漲潮之流場圖，圖中顯示流速約為 1m/s，流向為東北往西南，在此潮位下遠域流場與近岸流場流向具有一致性。圖 6-25 為高潮位時之流場圖。圖中顯示，此時受到由漲潮轉退潮影響，外海流向明顯減小並開始反轉，近岸區域受西南季風影響流向由西南往東北流動，外海受滿潮的影響，驅動力最小。圖 6-26 為夏季退潮之流場圖，流速約為 1m/s，流向為西南往東北，遠域與近岸則呈現流向一致。圖 6-27 為夏季最低潮位之流場圖，整體流向受到正在要開始漲潮的影響，整體流場呈現東北往西南流動之現象。圖 6-28 則回復到漲潮之時段，其整體的流場流動趨勢與圖 6-24 相似。

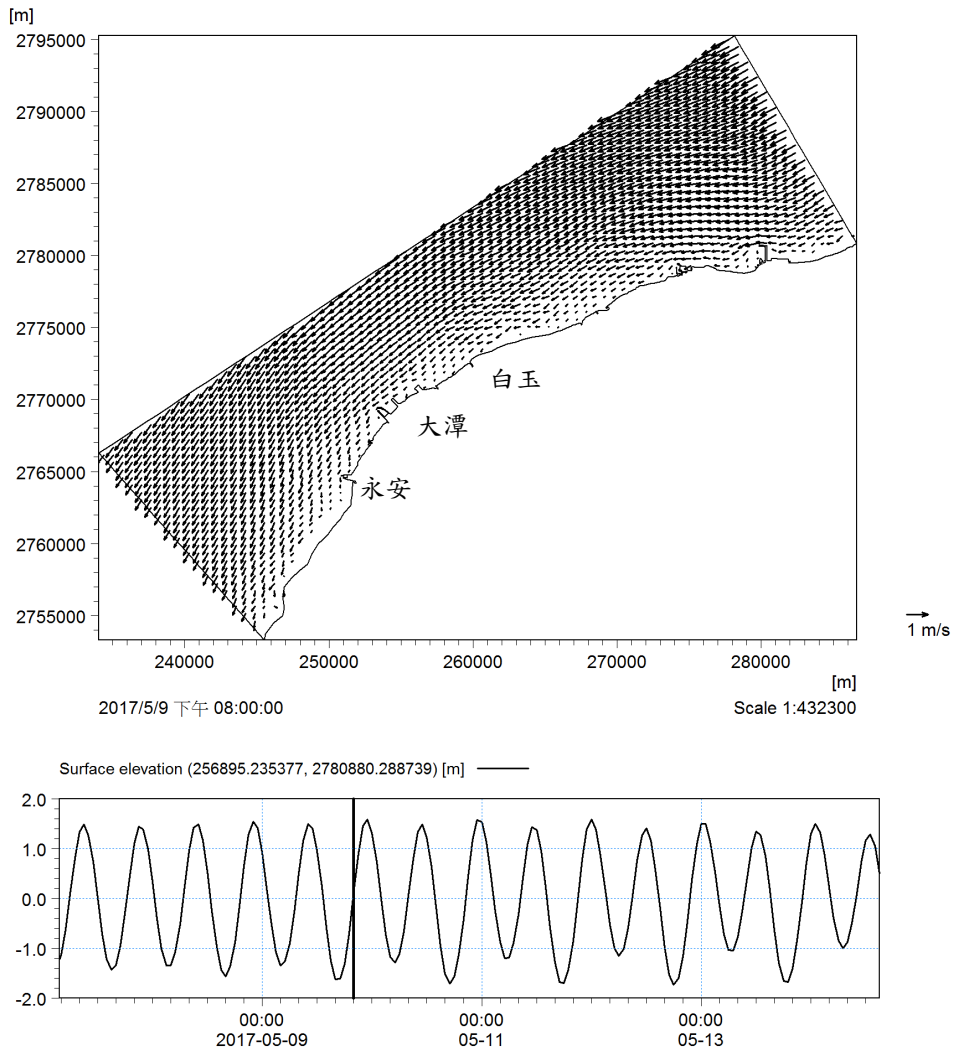


圖 6-24. 2017 年夏季季風作用下之漲潮流場圖

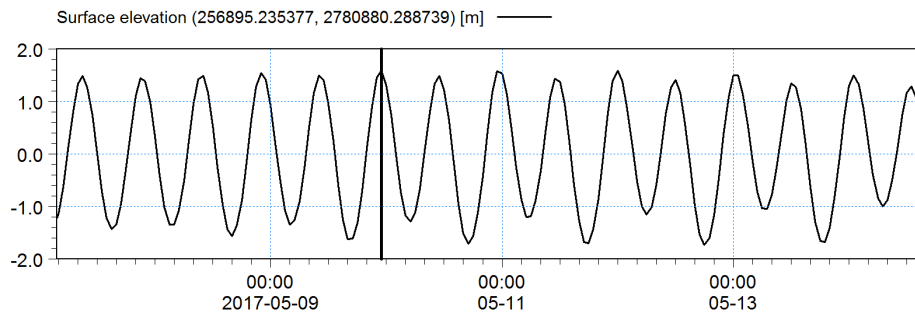
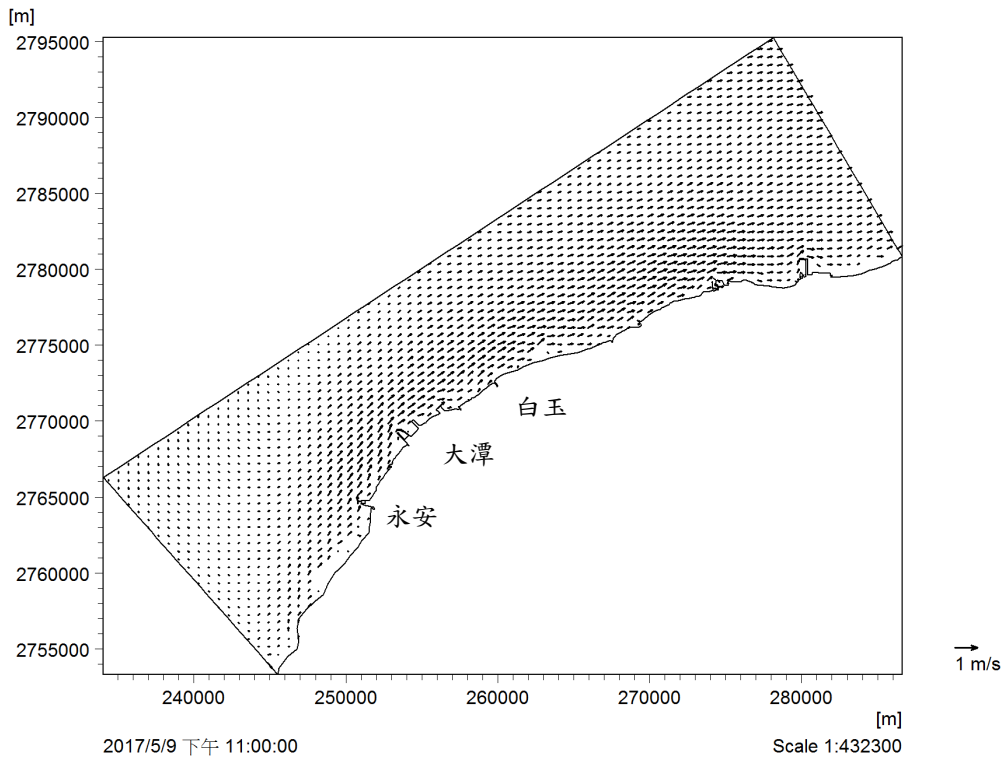


圖 6-25. 2017 年夏季季風作用下之高潮位流場圖

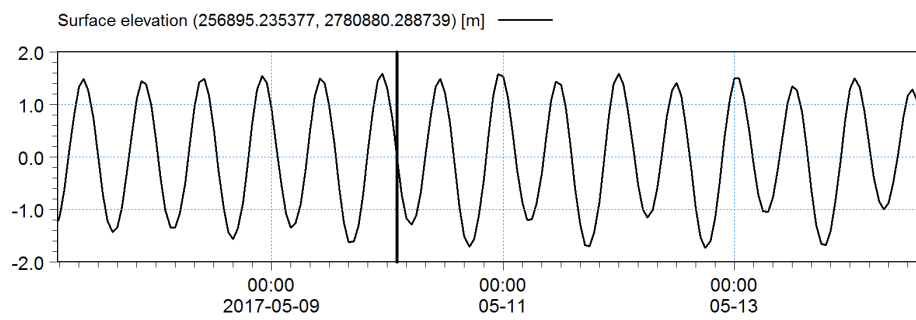
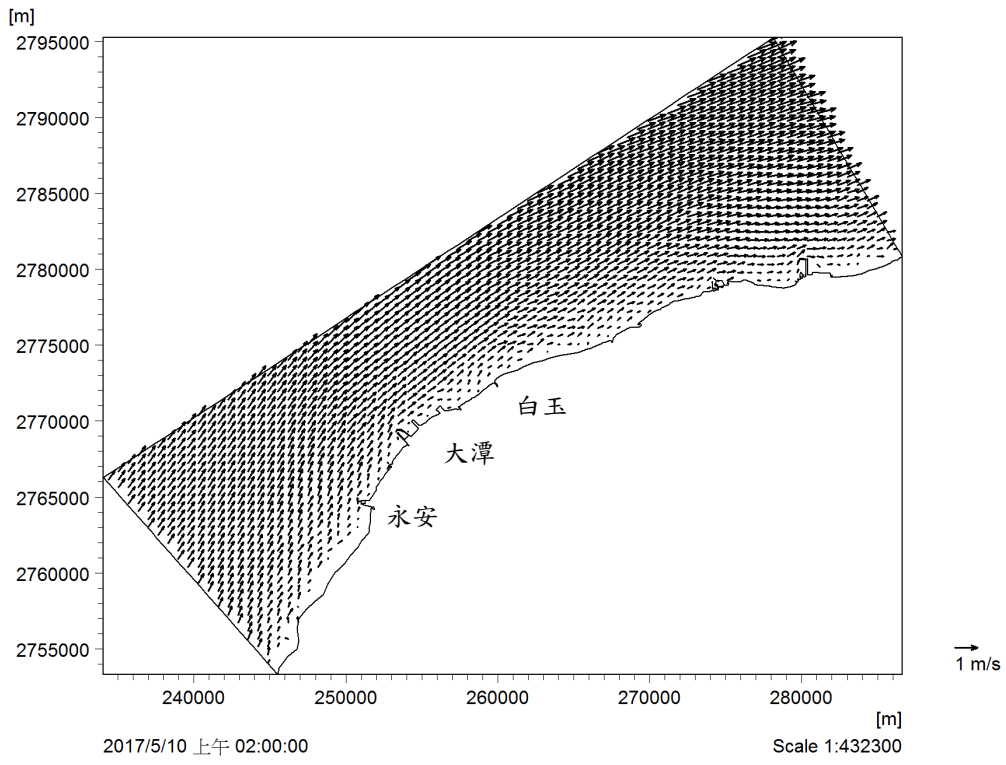


圖 6-26. 2017 年夏季季風作用下之退潮流場圖

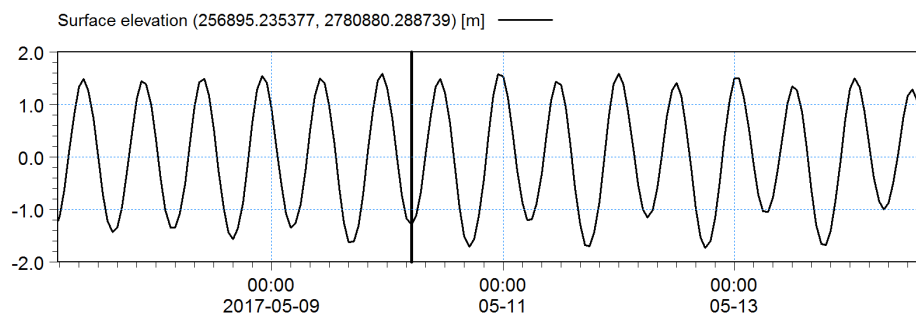
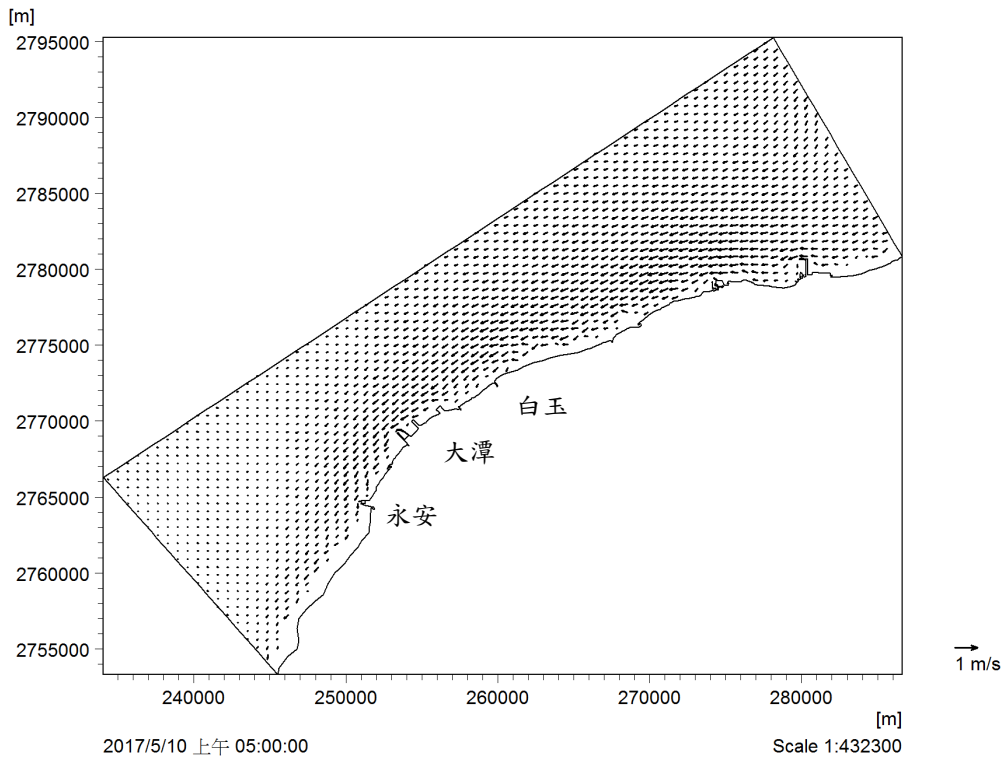


圖 6-27. 2017 年夏季季風作用下之最低潮位流場圖

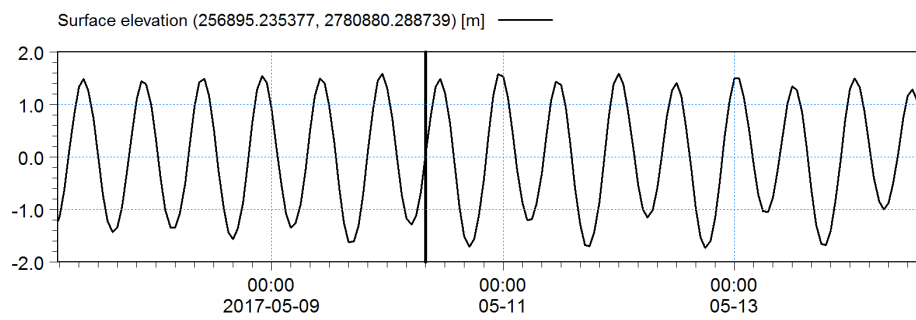
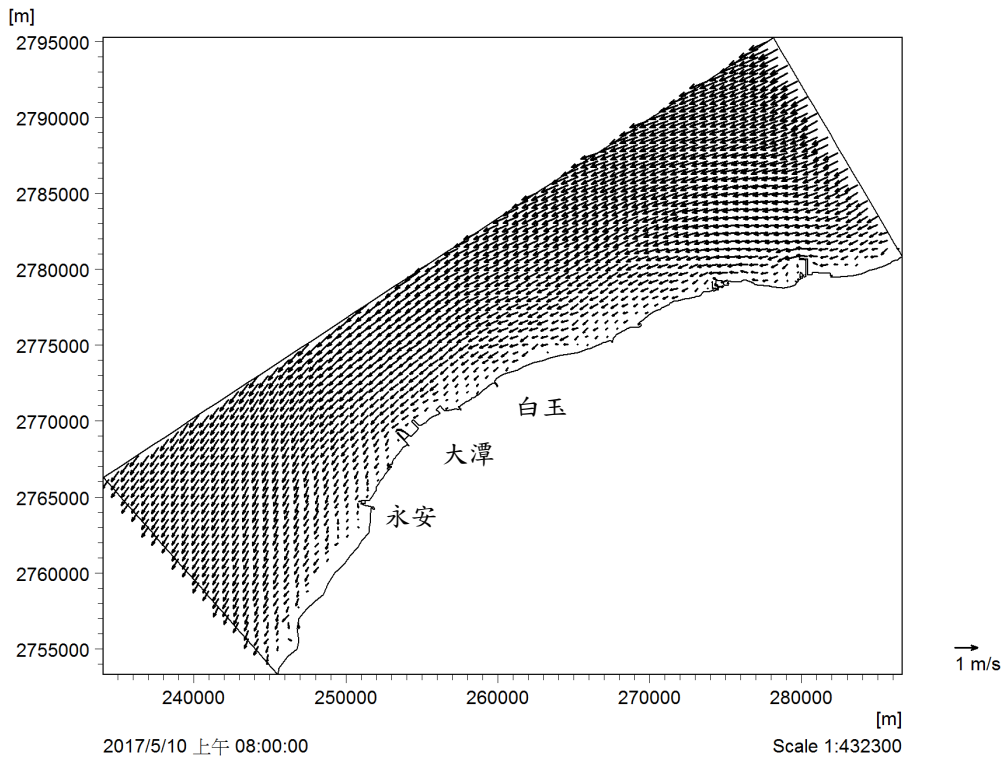


圖 6-28. 2017 年夏季季風作用下之漲潮流場圖

冬季季風流場分析：

圖 6-29 到圖 6-33 為冬季季風作用下，不同潮位條件下之流場分布圖。圖 6-29 為冬季漲潮之流場圖，受到東北季風影響，近岸區域呈現明顯的流速分布，整體流向為東北往西南，在此潮位下遠域流場與近岸流場流向具有一致性。圖 6-30 為高潮位時之流場圖。圖中顯示，此時受到由漲潮轉退潮影響，外海流向明顯減小並開始反轉，近岸區域受東北季風影響，部分區域呈現環流及持續往西南方方向流動的狀況。圖 6-31 為冬季季風作用下之退潮流場圖，外海整體流向為西南往東北流動，近岸區域部分流場則產生環流的現象。圖 6-32 為冬季最低潮位之流場圖。此時刻，潮流作用力最小，近岸區域流場呈現東北季風作用下之流場特性，海域流場為東北往西南流動。圖 6-33 則回復到漲潮之時段，其整體的流場流動趨勢與圖 6-29 相似。

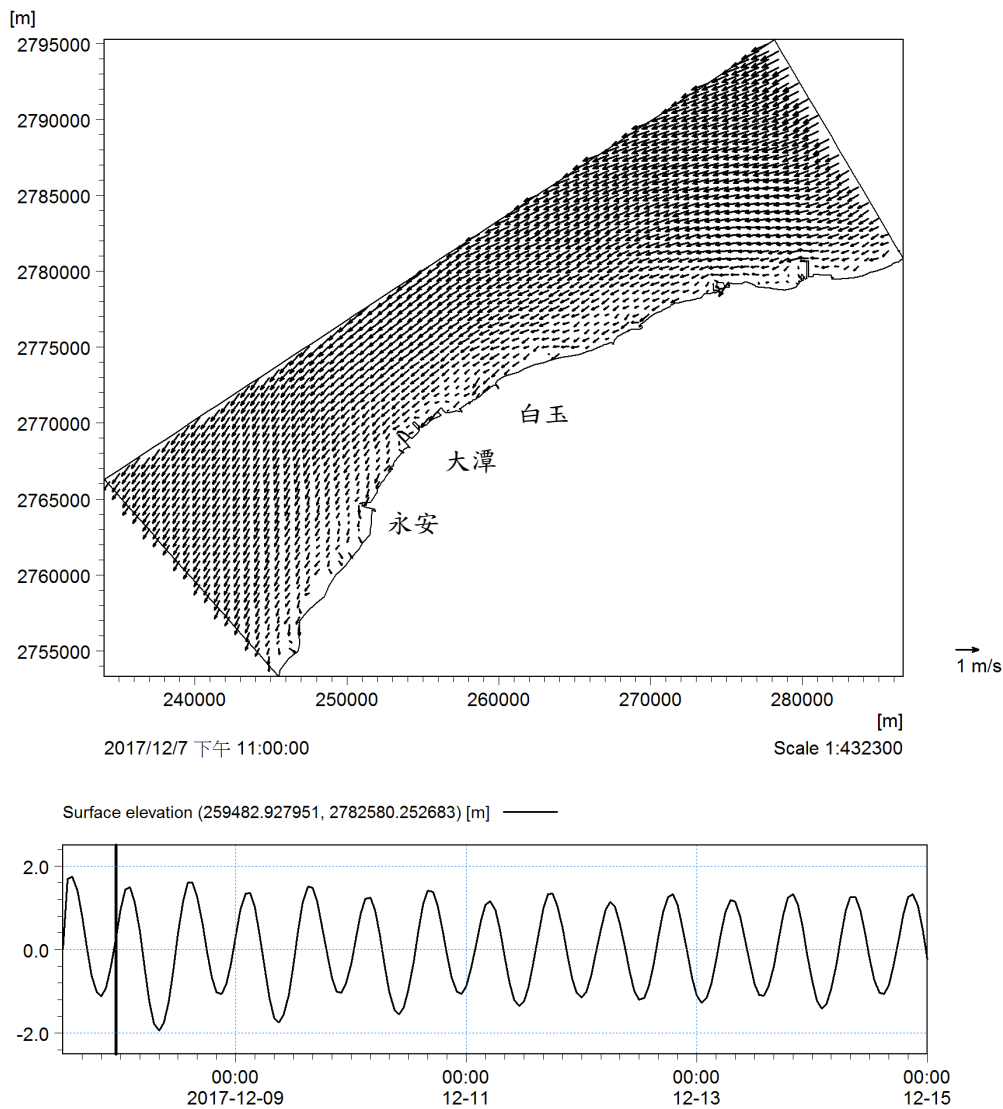


圖 6-29. 2017 年冬季季風作用下之漲潮流場圖

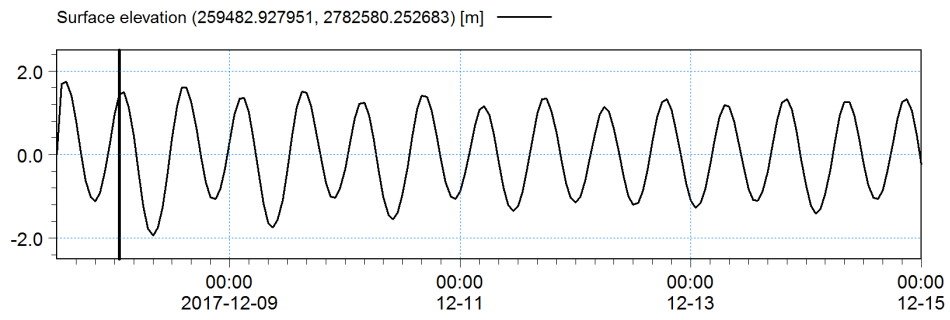
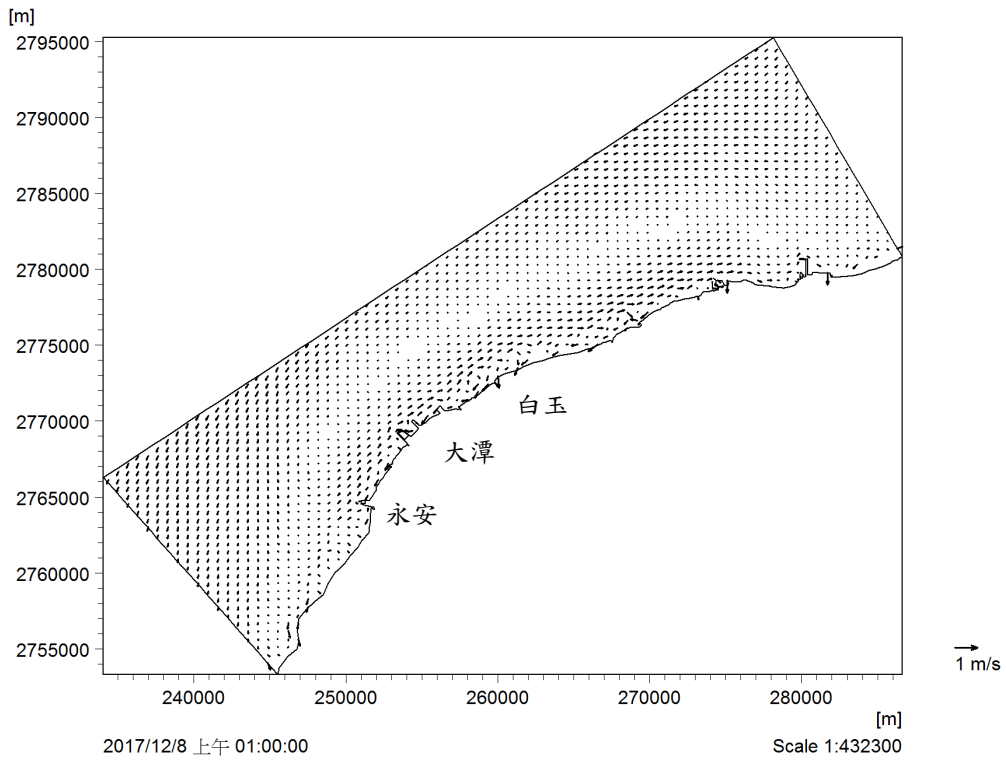


圖 6-30. 2017 年冬季季風作用下之高潮位流場圖

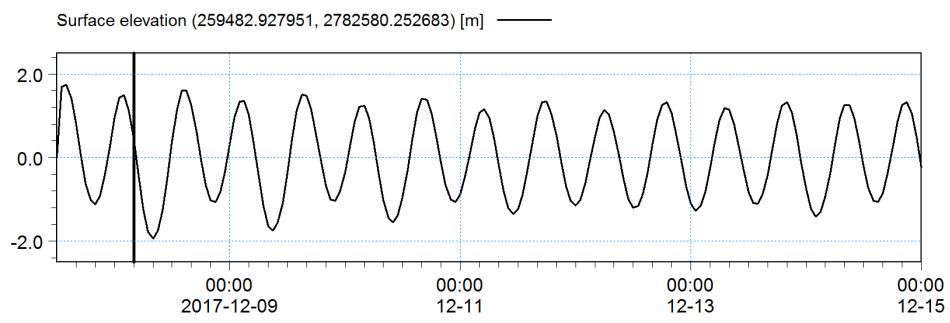
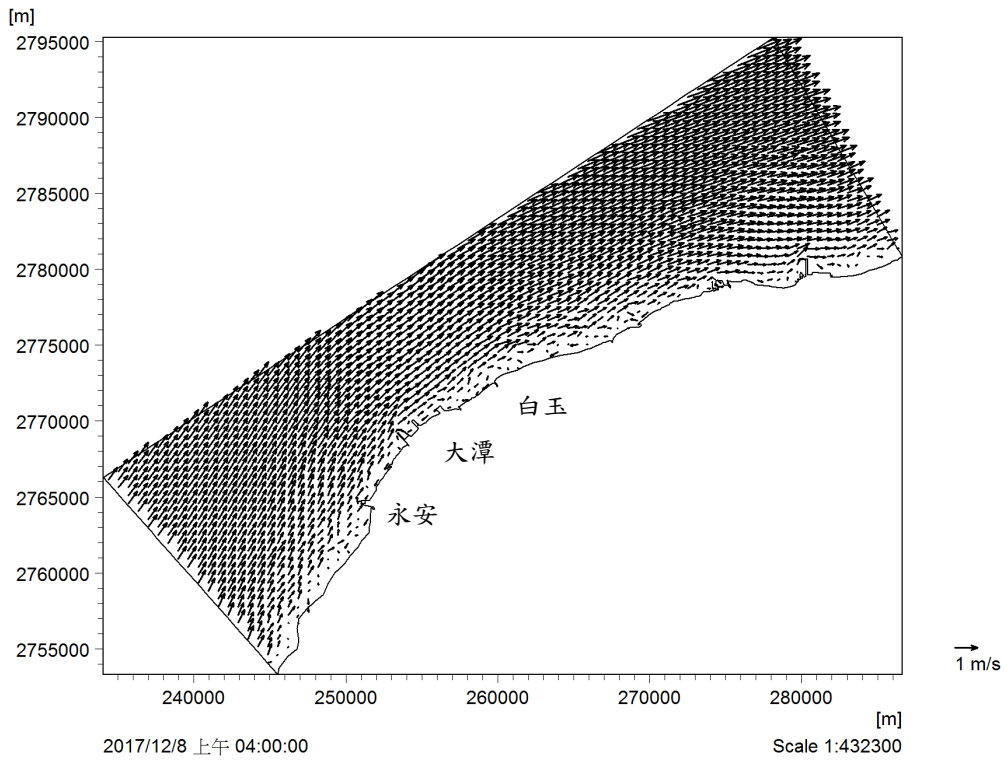


圖 6-31. 2017 年冬季季風作用下之退潮流場圖

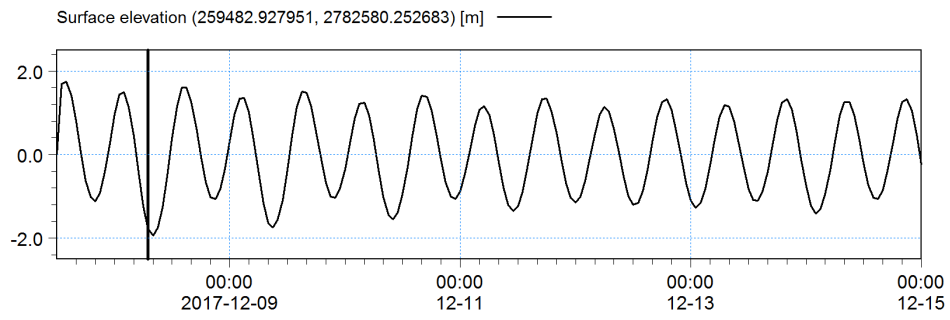
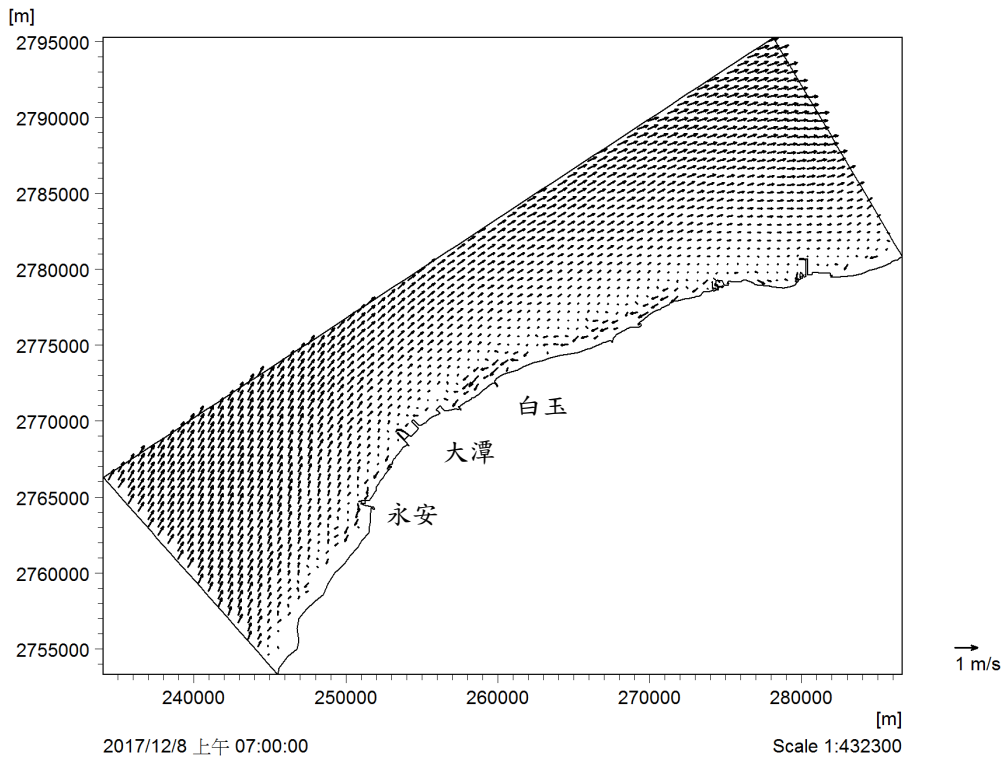


圖 6-32. 2017 年冬季季風作用下之最低潮位流場圖

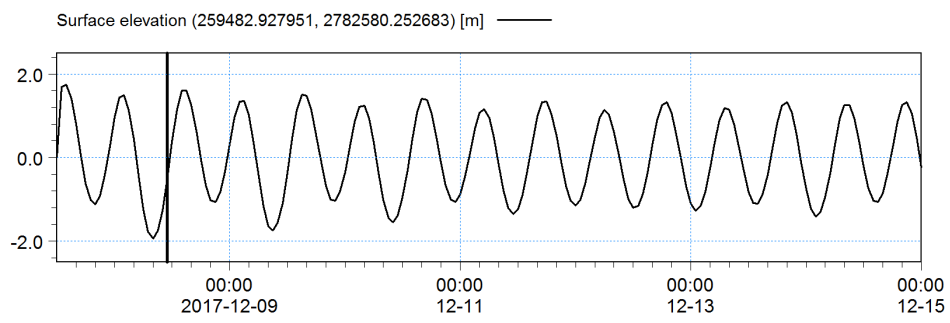
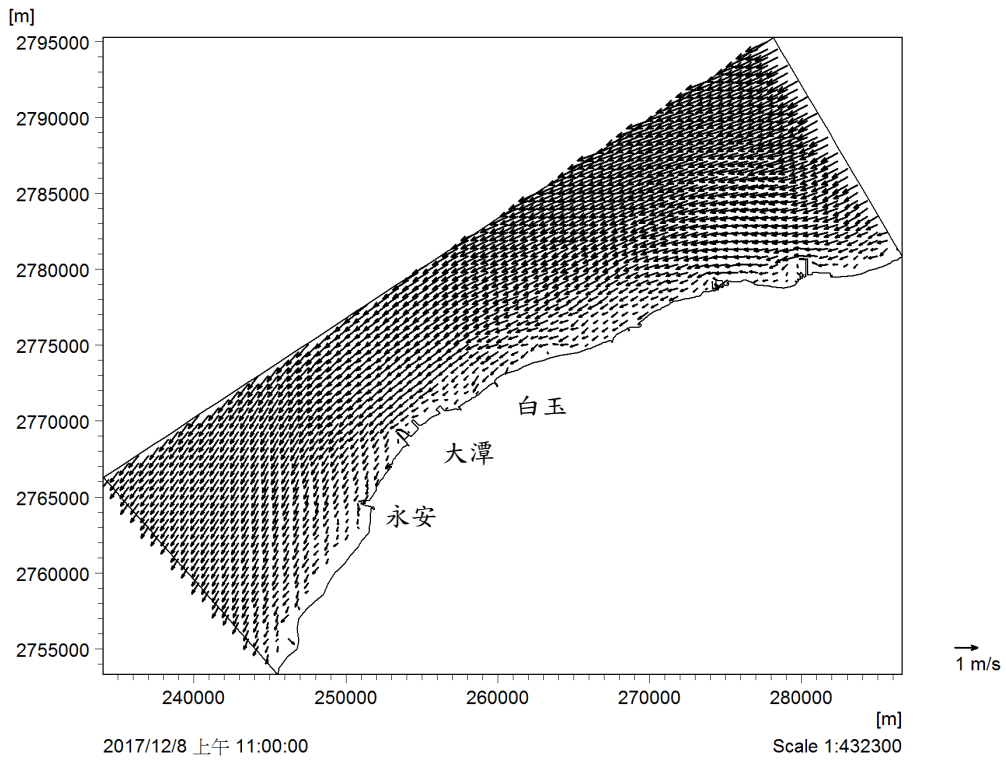


圖 6-33. 2017 年冬季季風作用下之漲潮流場圖

颱風波浪 (N 方向入射) :

圖 6-34 到圖 6-38 為颱風作用下，不同潮位條件下之流場分布圖。圖 6-34 為颱風期間漲潮之流場圖，受到颱風影響，近岸區域呈現明顯的流速分布，整體流向為東北往西南，在此潮位下遠域流場與近岸流場流向具有一致性。圖 6-35 為高潮位時之流場圖。圖中顯示，此時受到由漲潮轉退潮影響，外海流向明顯減小並開始反轉，近岸區域受颱風影響，部分區域呈現環流及持續往西南方方向流動的狀況。圖 6-36 為颱風作用下之退潮流場圖，外海整體流向為西南往東北流動，近岸因為颱風影響下流向持續往西南方向流動部分區域流場則產生環流的現象。圖 6-37 為颱風最低潮位之流場圖。此時刻，潮流作用力最小，近岸區域流場呈現颱風作用下之流場特性，海域流場為東北往西南流動。圖 6-38 則回復到漲潮之時段，其整體的流場流動趨勢與圖 6-34 相似。

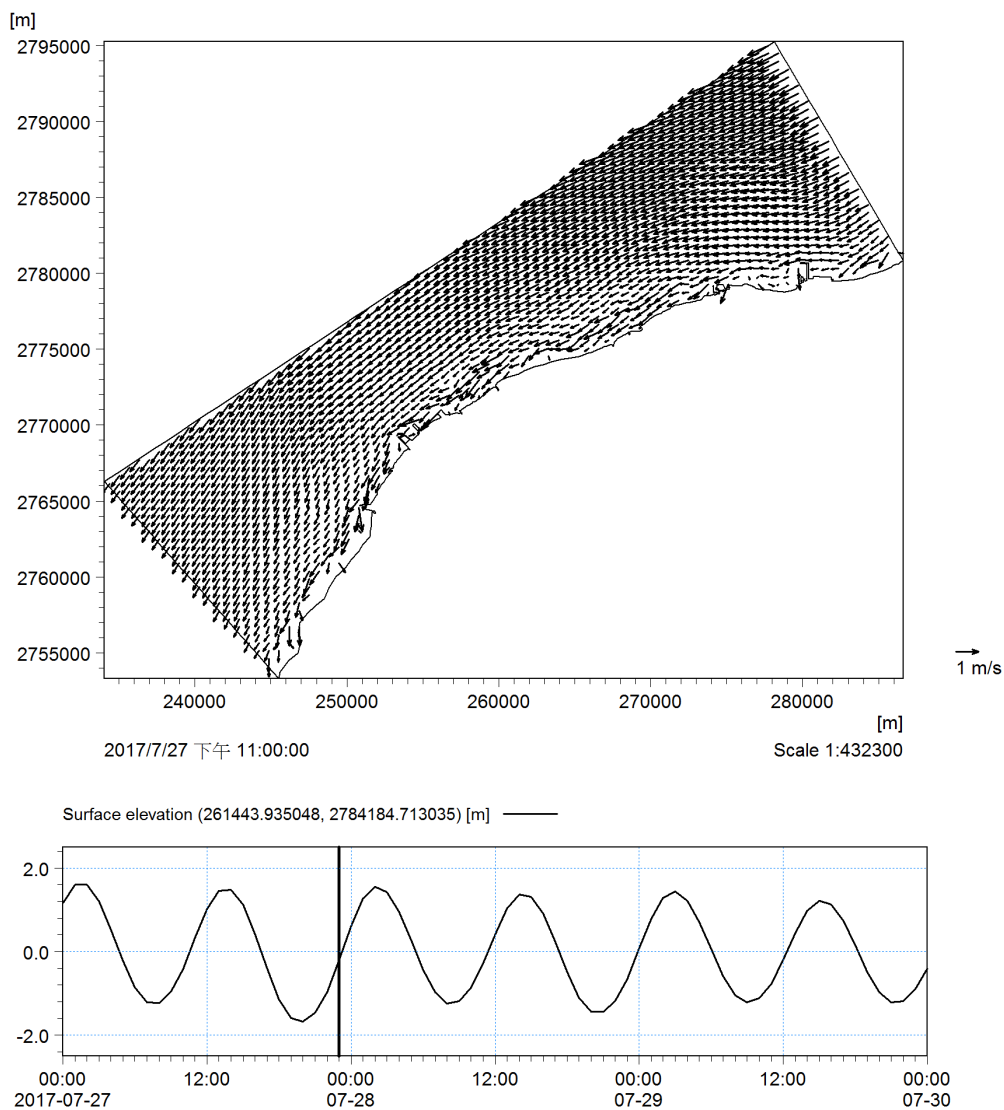


圖 6-34. 2017 年颱風作用下之漲潮流場圖 (N 方向入射)

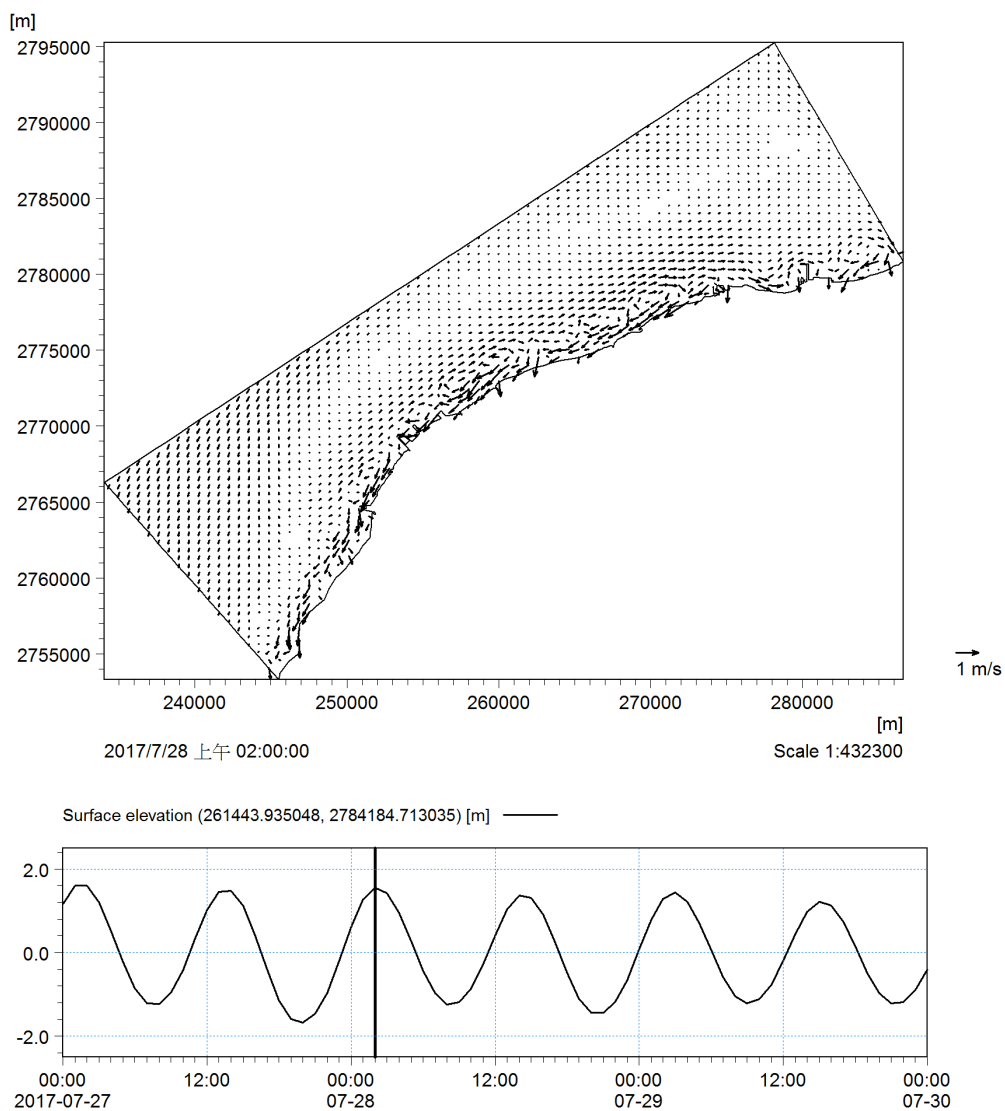


圖 6-35. 2017 年颱風作用下之高潮位流場圖 (N 方向入射)

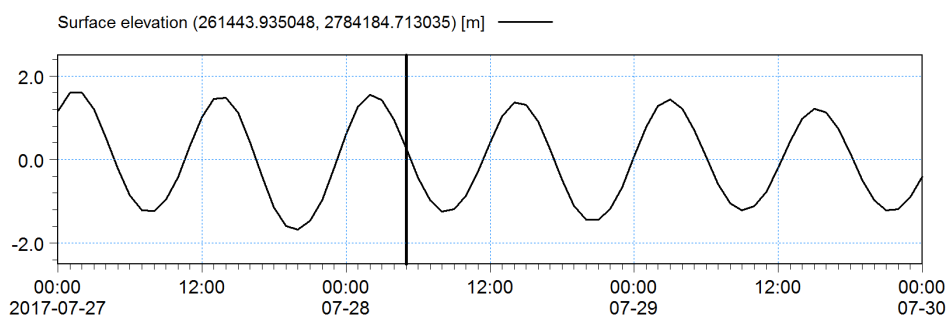
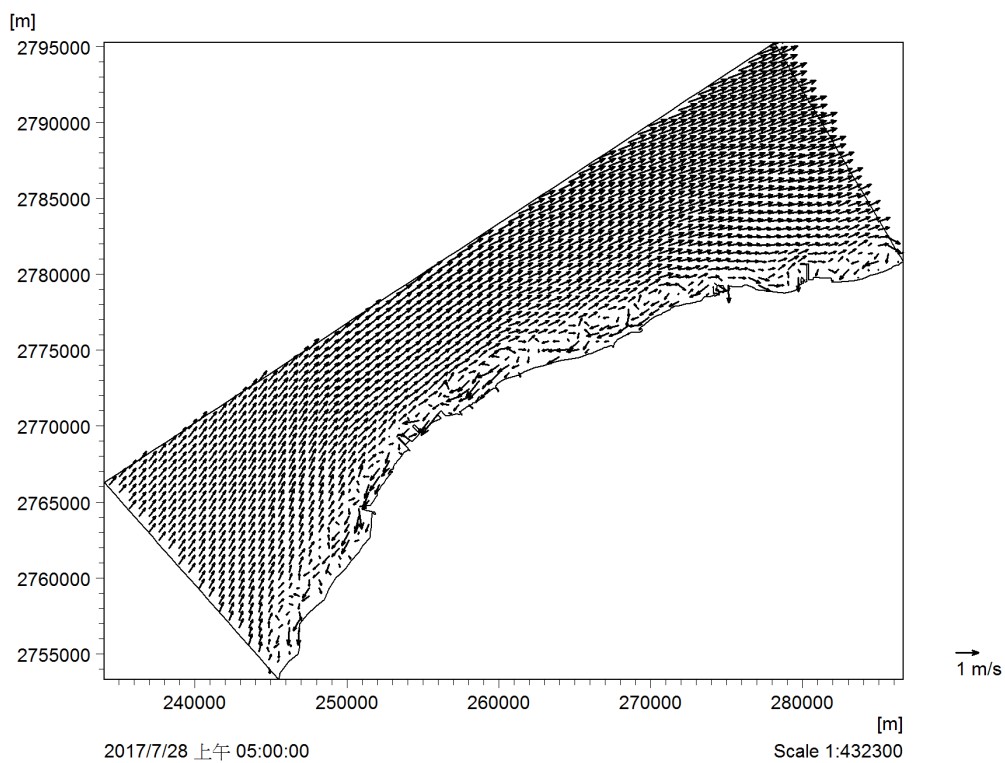


圖 6-36. 2017 年颱風作用下之退潮流場圖 (N 方向入射)

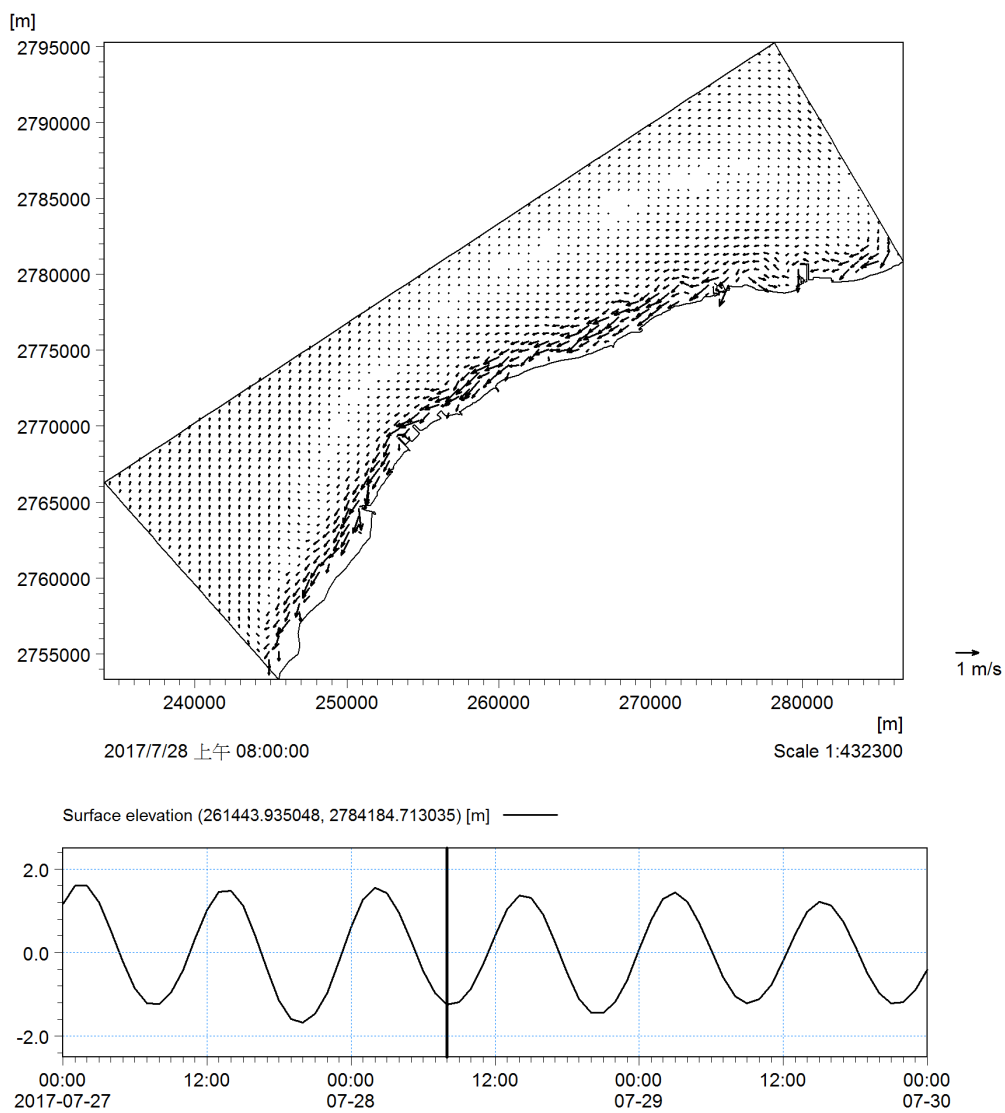


圖 6-37. 2017 年颱風作用下之低潮位流場圖 (N 方向入射)

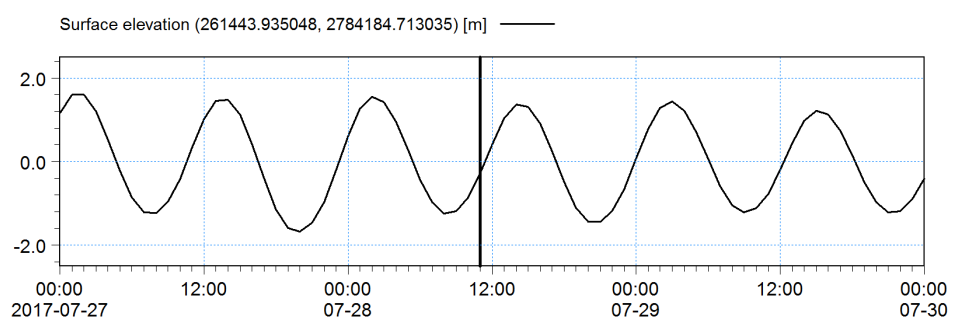
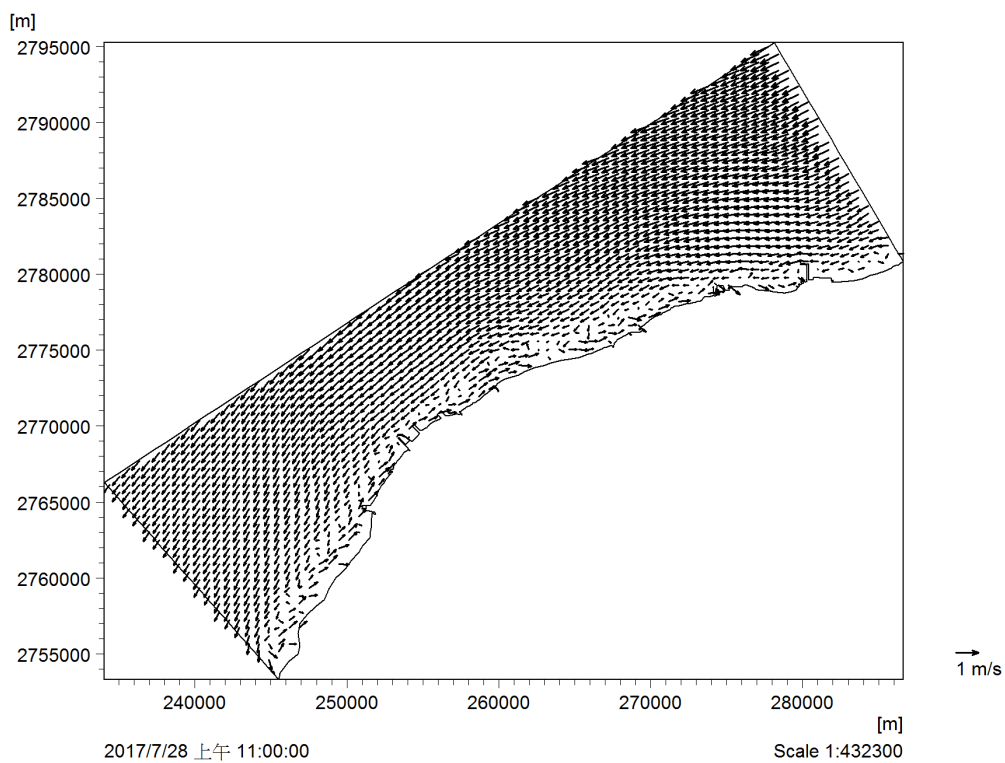


圖 6-38. 2017 年颱風作用下之漲潮流場圖 (N 方向入射)

颱風波浪 (W 方向入射) :

圖 6-39 到圖 6-43 為颱風作用下，不同潮位條件下之流場分布圖。圖 6-39 為颱風期間漲潮之流場圖，受到 W 方向颱風入射影響，近岸區域呈現明顯的流速分布，整體流向為西南往東北方向移動，在此潮位下遠域流場與近岸流場流呈現方向相反的現象。圖 6-40 為高潮位時之流場圖。圖中顯示，此時受到由漲潮轉退潮影響，外海流向明顯減小並開始反轉，近岸區域受颱風影響，部分區域呈現環流及持續往東北方向流動的狀況。

圖 6-41 為颱風作用下之退潮流場圖，外海整體流向為西南往東北流動，遠域流場與近岸流場流向具有一致性。圖 6-42 為颱風最低潮位之流場圖。此時刻，潮流作用力最小，近岸區域流場呈現颱風作用下之流場特性，海域流場為西南往東北方向流動。圖 6-43 則回復到漲潮之時段，其整體的流場流動趨勢與圖 6-39 相似。

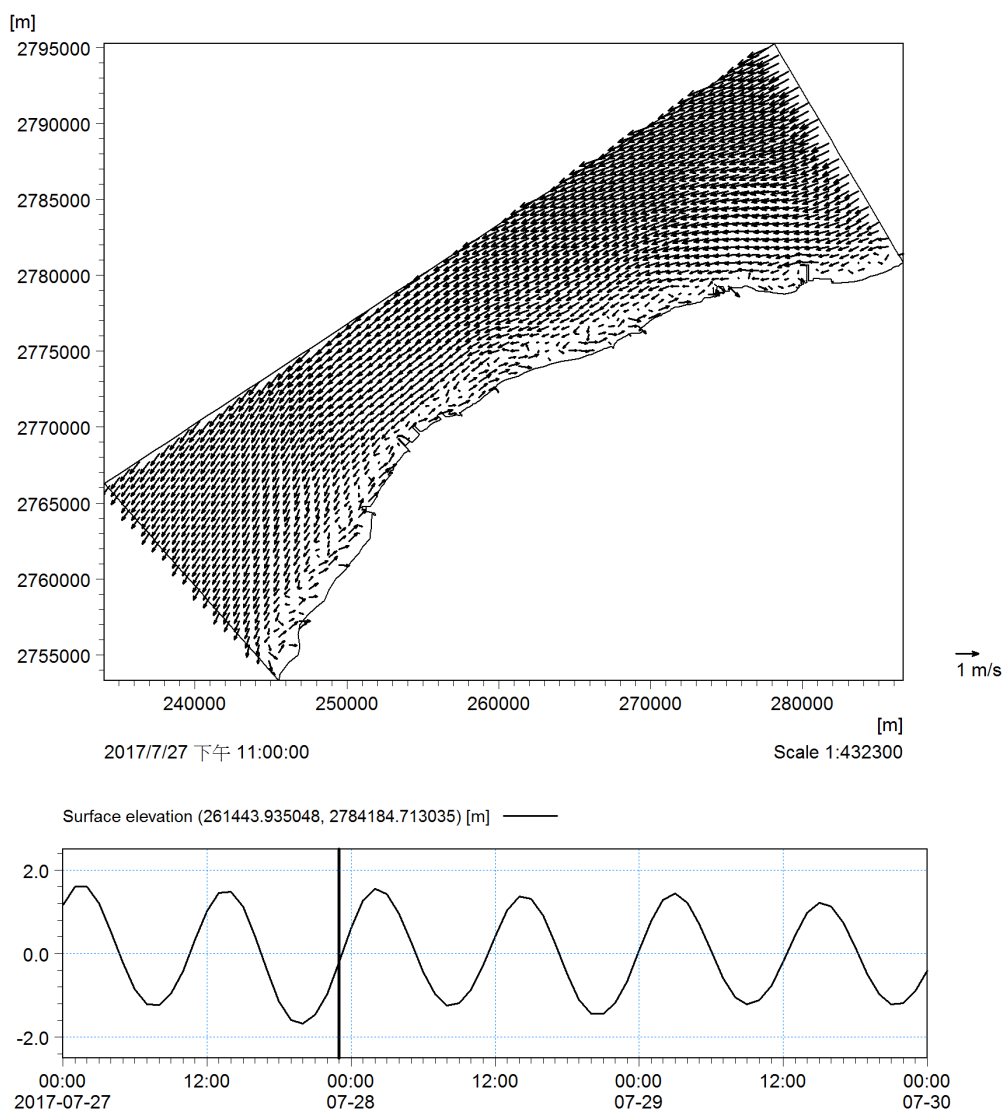


圖 6-39. 2017 年颱風作用下之漲潮流場圖 (W 方向入射)

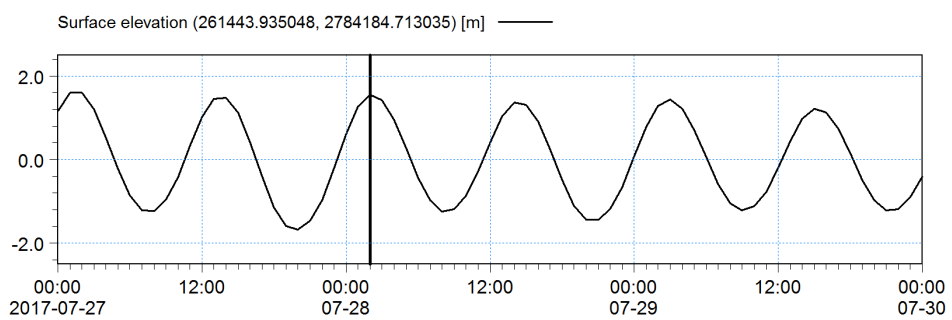
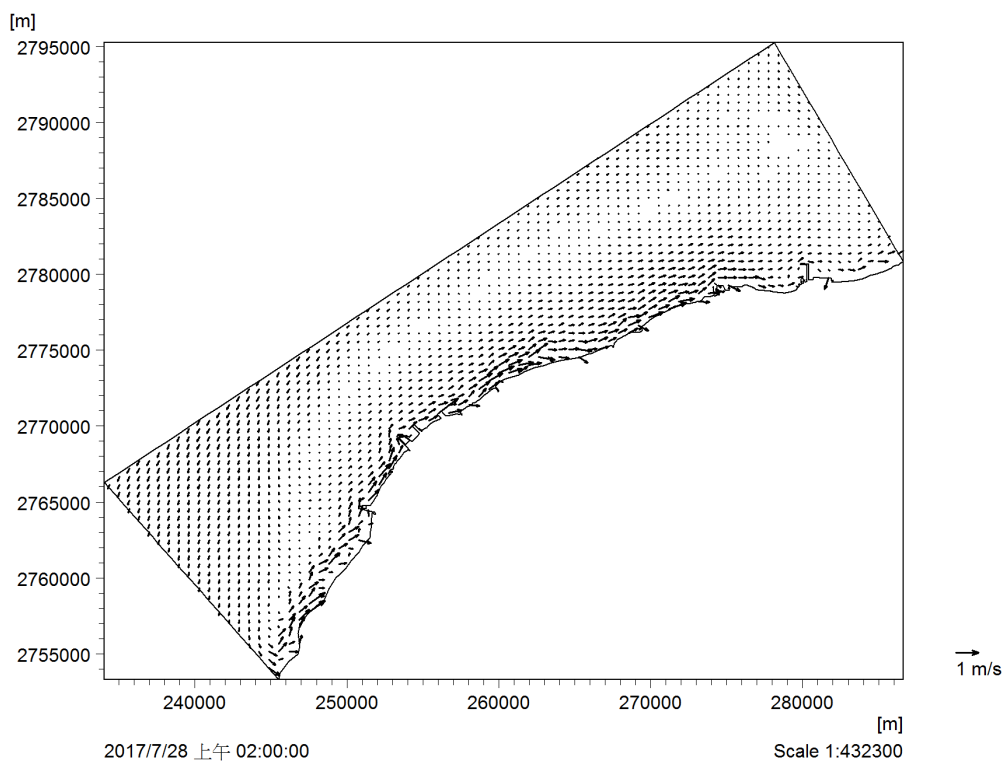


圖 6-40. 2017 年颱風作用下之高潮位流場圖 (W 方向入射)

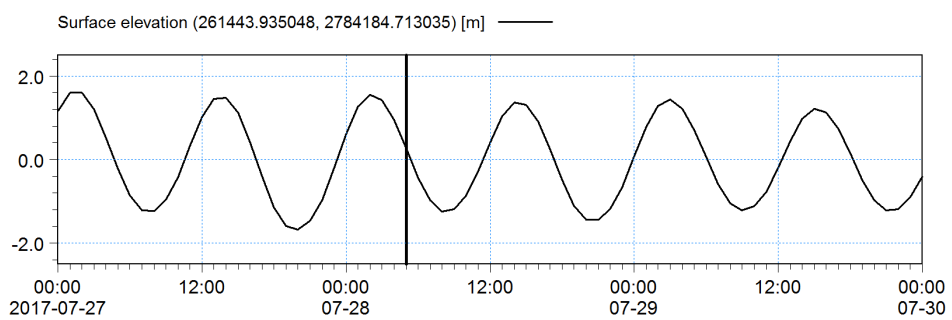
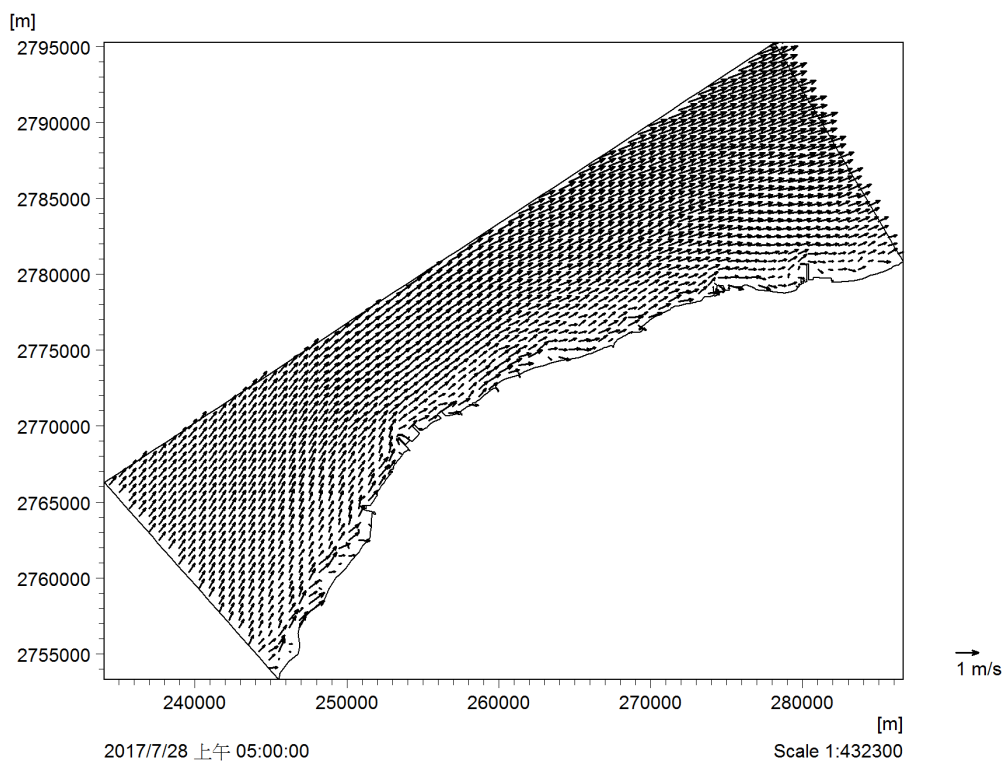


圖 6-41. 2017 年颱風作用下之退潮流場圖 (W 方向入射)

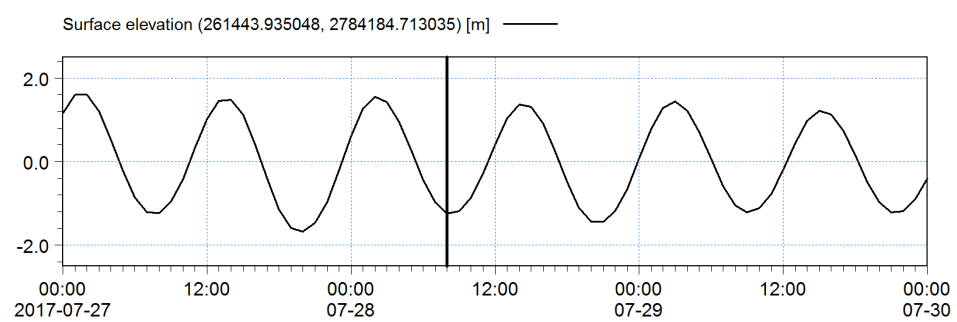
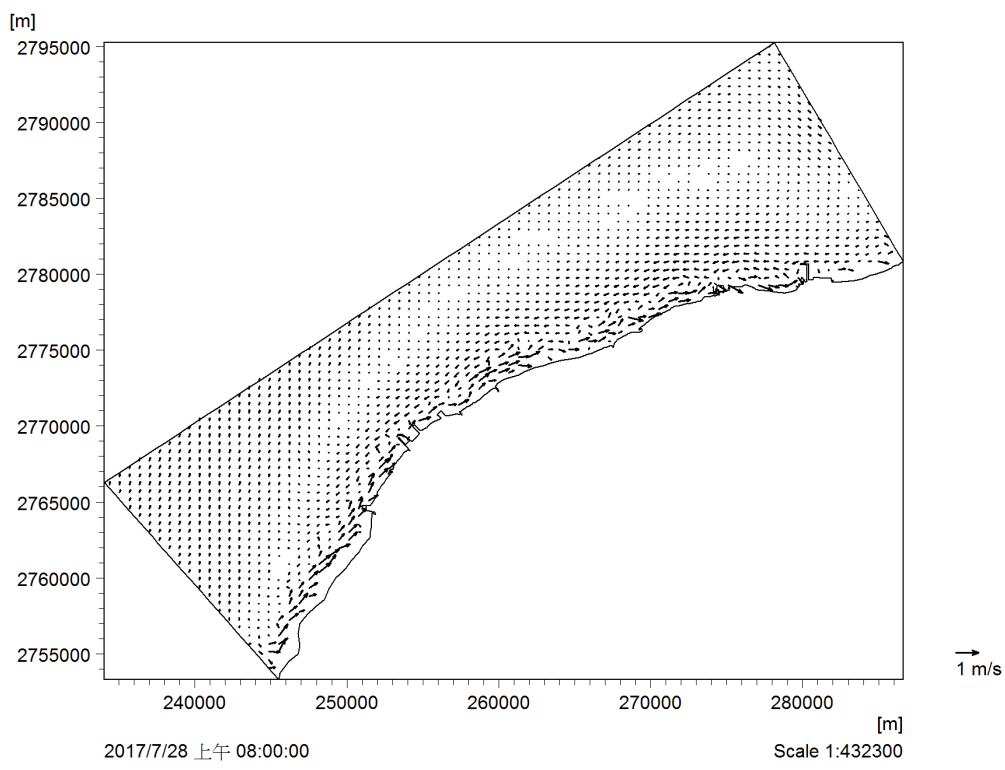


圖 6-42. 2017 年颱風作用下之低潮位流場圖 (W 方向入射)

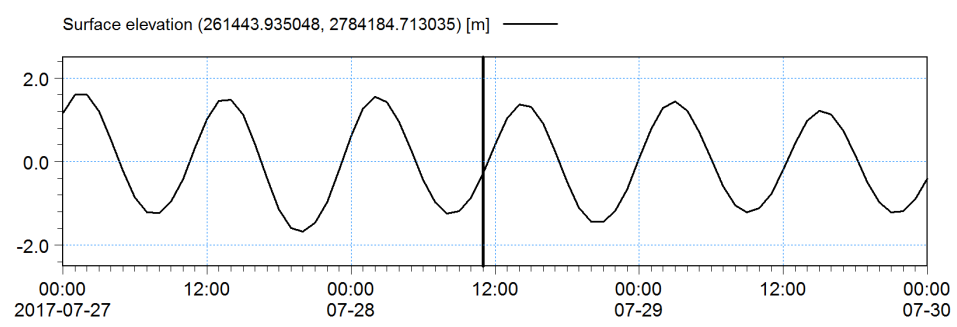
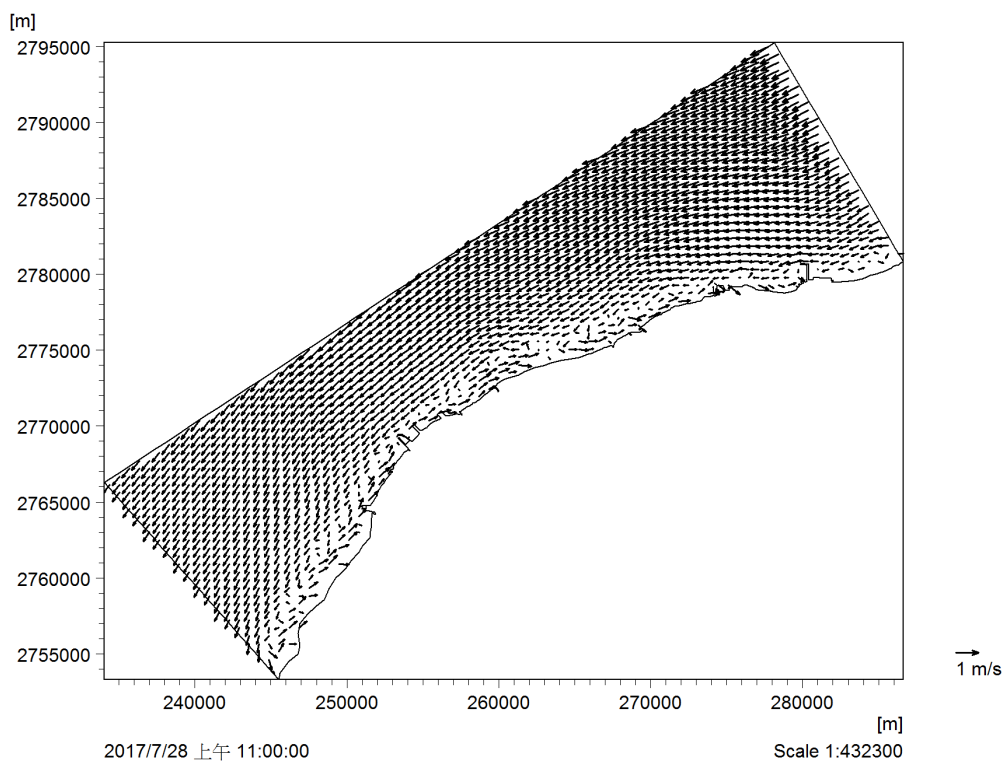


圖 6-43. 2017 年颱風作用下之漲潮流場圖 (W 方向入射)

6.4 討論

6.4.1 桃園白玉至永安南段藻礁的藻礁底質結構與棲地複雜度

底質結構調查顯示白玉、大潭 G1 和大潭 G2 的藻礁棲地狀況較好，不僅是以連續的礁體為主，連續的礁體上還有很多孔隙可以作為微棲地供生物躲藏與居住。棲地複雜度高有兩種可能，一種是礁體連續但是礁體上有很多的孔隙，另一種是礁體不連續而且礁體和礁體之間有很深的溝槽，導致礁體形成從底部拔高的現象。輔以棲地組成和棲地複雜度的標準差大小可用來判斷樣區是屬於哪種地形。大潭 G2 (0.28)、白玉 (0.25) 和北核心區 (0.24) 的棲地複雜度是八個調查點中的前三高，然而這三個地點的的棲地組成和棲地複雜度標準差不盡相同。大潭 G2 有 94% 為連續的礁體，其餘的 6% 為沙，而且棲地複雜度的標準差為 0.05。這顯示在大潭 G2 的 10 條穿越線的棲地結構組成均值，都是以礁體為主，並無很大的起伏或溝槽，由此推論大潭 G2 的礁體是屬於第一類有很多孔隙的礁體 (圖 6-4)。相反的，北核心區雖然棲地複雜度也高，但是棲地複雜度的標準差為 0.29，而且 63.5% 的棲地為沙灘，僅有 35.5% 為藻礁。由於沙灘的棲地複雜度為 0 (圖 6-5)，整條穿越線都拉在北核心區的礁體上得到棲地複雜度和拉在大潭 G2 的礁體上的棲地複雜度相似，由此可以推論北核心區的高棲地複雜度是屬於後者，因為有不連續但是從底部拔高的礁體所致。這樣的礁體雖然壯觀，但是由於礁體暴露於空氣中的時間過久，頂部的礁體太乾無法形成微棲地供生物躲藏，也不適合建造藻礁的殼狀珊瑚藻生長，導致北核心區的藻礁礁體因為風化作用而易碎。在調查過程研究人員除了常因礁體碎裂而踩空之外，身高一米七七的研究人員也常需要踩進齊胸的水中測量藻礁底質結構與棲地複雜度。

6.4.2 大潭藻礁水下礁體分佈

由於屬一級保育類的柴山多杯孔珊瑚和其他珊瑚或兔葵等固著性的生物需要生長在礁體上，因此在大潭地區由殼狀珊瑚藻形成的礁體都有機會成為一級保育類生物的棲息地。這些礁體也會形成多樣化的棲地供非固著性生物如甲殼類、螺貝類和魚類生長。多音束調查雖然因為天候和現場狀況等因素不能調查大潭 G2 和 G3 的近岸地區，但目前結果顯示大潭 G1 的礁體最連續，除了在 6 米以淺的連續礁體可能是一級保育類柴山多杯孔珊瑚的棲息地之外，6 米以深延續到 15 米的礁體以及礁體間的沙地形成一個完整的生態系，提供不同食物鏈階層的生物生存的空間，例如礁區或沙地上會出現的螺貝類、甲殼類、魚類和裸胸鯨，以及生活於水層中的魚類例如鰩頭鯊。相反的，由於大潭 G2 和 G3 區淺水域和深水域的礁體間有較廣大的沙地，因此提供棲息地的能力較大潭 G1 區弱。

6.4.3 殼狀珊瑚藻覆蓋率調查

調查結果顯示由於藻礁海域水體中的泥沙等懸浮物多，因此當退潮藻礁暴露於空氣中時會被一層泥沙覆蓋，導致若不刷洗藻礁移除泥沙使殼狀珊瑚藻露出的話，將會嚴重低估殼狀珊瑚藻的覆蓋率。例如在 11 月的大潭 G2''-100'' 公分潮位處，殼狀珊瑚藻覆蓋率可以從刷洗前的 2.95% 到刷洗後提高了 6 倍達到 20.4%。此外要注意的一點是由於礁體上還有顏色與殼狀珊瑚藻相似的草皮狀海藻存在，有時殼狀珊瑚藻也會和草皮狀海藻混生，草皮狀海藻也會長在殼狀珊瑚藻上面進而覆蓋殼狀珊瑚藻。雖然這樣的共生方式不會殺死下方的殼狀珊瑚藻，但導致沒有在現場直接辨識和記錄，僅用照片判斷的話可能會混淆，為了不要高估殼狀珊瑚藻覆蓋率，

因此使用照片進行辨識時有疑慮的都沒有歸類到殼狀珊瑚藻。報告中呈現的殼狀珊瑚藻覆蓋率還是會較實際的殼狀珊瑚藻覆蓋率低。

除了殼狀珊瑚藻在退潮時會被泥沙覆蓋而不易看見之外，殼狀珊瑚藻的覆蓋率呈現劇烈的震盪而沒有顯著的時間或空間趨勢，顯示這是一個變動很劇烈的生態系。考慮到殼狀珊瑚藻具有三相世代交替的生活史，其中孢子體世代產生的孢子可以讓珊瑚藻度過不佳的環境，待環境合適時再發育成葉狀體世代的殼狀珊瑚藻。同時在歷次以及 12 月大退潮（”-200”公分）調查過程中發現在有活水持續流動的溝渠和”-160”公分潮位以下、較不易露出的礁體上有較豐富的殼狀珊瑚藻。因此推測“水”可能是影響殼狀珊瑚藻豐度的主要因子。由此推論，殼狀珊瑚藻可能是機會主義者，其豐度可能受到更小的空間尺度，更短暫的氣候變化影響。可能就是因為這樣快速轉變的生物特性，導致大潭 G1 和 G2 地區有發育最好的藻礁，因為新的殼狀珊瑚藻必須要長在死亡的殼狀珊瑚藻葉片體上，一層層的累積才會形成藻礁。

6.4.4 柴山多杯孔珊瑚分佈生態、族群動態與生殖生態

調查結果顯示大潭 G1 和 G2 為一級保育類柴山多杯孔珊瑚的唯一棲地，在白玉、永興和永安皆無此種珊瑚分佈的蹤跡。雖然確切的環境條件還未知，而且漂沙對珊瑚群體有顯著的影響（圖 6-44），但有連續量測的群體顯示珊瑚群體有在成長的跡象，因此從保護一級保育類柴山多杯孔珊瑚的角度，建議除了將大潭 G1 和 G2 劃為柴山多杯孔珊瑚保護區核心區以保護一級保育類生物的棲地之外，也需要將大潭 G3 以及大潭 G1 往北的鄰近地區劃為柴山多杯孔珊瑚保護區的緩衝區並進行人為干預以降低漂沙的影響。

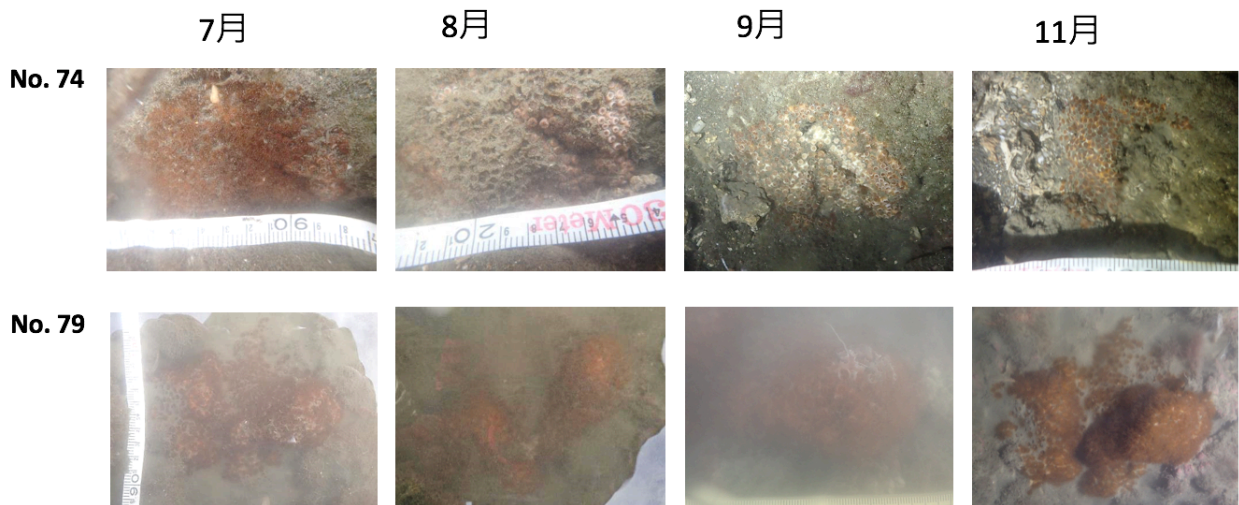


圖 6-44. 漂沙對大潭 G2 的編號 74 和 79 號柴山多杯孔珊瑚的影響

6.4.5 影響桃園藻礁生態系時空變動的相關環境因子

在白玉和大潭 G1 量測到較高的氮鹽和磷酸鹽，顯示這兩區可能有受到陸源營養鹽的影響。異常的較高營養鹽顯示可能有突發的環境事件，但要釐清事件發生地點需要持續、更高頻度和更廣泛的監測以追蹤可能發生的事件。由沈降管和石膏球測得的資料顯示，大潭 G1 和 G2 區的波浪和風的物理作用強度介於中間，沈降管中的含沙含泥量也藉於中間值，或許這樣剛好的環境加上發育良好的礁體最適合柴山多杯孔珊瑚生長。流場特性模擬則顯示不論在何種情境之下，約 3 公里外有一個東北西南走向或西北東南走向的外圍海流存在，進一步導致在 3 公里以內的近岸海域形成一個封閉的流場。

6.5 結論

綜合本研究從棲地結構組成和棲地複雜度、非生物性的環境因子到生物性的殼狀珊瑚藻豐度以及柴山多杯孔珊瑚的分佈與生殖生態等面向綜合分析比較，顯示從白玉到大潭 G1 和 G2 的藻礁礁體結構較完整，棲地複雜度也較高，尤其大潭 G2 在這兩個指數皆為最佳。在大潭 G1 的水下則有較連續發育的礁體從潮間帶一路延伸到至少水深 15 公尺處。由石膏球和沈降管以及連續溫度計收集到的環境因子資料則顯示大潭 G1 和 G2 的環境剛剛好，波浪和風的物理作用以及水體中的懸浮物含量都介於中間值。

從生物指標的面向來說，大潭 G1 和 G2 為一級保育類柴山多杯孔珊瑚的棲地、藻礁的主要建造者殼狀珊瑚藻的豐度在各地點都呈現劇烈變動，顯示殼狀珊瑚藻受到小尺度的微氣候影響，雖然在不適合的氣候下葉狀體會快速死亡，但在氣候適合時則能夠以死亡的鈣化葉狀體為基質快速生長，經年累月下層疊形成藻礁。就此此假說來推論，從白玉到永興的殼狀珊瑚藻雖然覆蓋率會劇烈震盪，但豐富時可達 30%，因此推測這幾個地點的藻礁有較高的發育潛能。

綜合評估本子計畫中非生物和生物因子的調查結果顯示，大潭 G2 和 G1 以及白玉在各方面皆不輸給位於觀新藻礁生態系野生動物保護區內的永興和永安，在藻礁的棲地組成以及棲地複雜度方面甚至更勝保護區內的核心區，因此以保護一級保育類柴山多杯孔珊瑚以及相關棲地的角度，建議除了將大潭 G1 和 G2 劃為柴山多杯孔珊瑚保護區核心區以保護一級保育類生物的棲地之外，也需要將大潭 G3 以及大潭 G1 往北至白玉的鄰近地區劃為柴山多杯孔珊瑚保護區的緩衝區並進行人為干預以降低漂沙的影響。

6.6 預期效益

1. 可量化效益：

指標項目	單位	預期成果	實際達成
		本年度	本年度
創造就業機會數	人	6	8
帶動年度農業及農村休閒旅遊人次	人次	50	3300
分析藻礁底棲群聚影像	張	2,000	2000
野外調查	次	5	10

2. 其他政策效益或不可量化效益：

- (1) 增進對於桃園白玉至永安南段藻礁殼狀珊瑚藻之群聚動態之時空變化的瞭解
- (2) 增進對於一級保育類柴山多杯孔珊瑚的分佈範圍，生物學以及族群動態的瞭解
- (3) 釐清周遭環境因子變動對於藻礁生態系的影響
- (4) 提升大眾對藻礁生態系的瞭解並喚醒保育意識
- (5) 釐清鄰近客家社區與藻礁的互動，創造藍色經濟

6.7 參考文獻

- 王士偉。2010。找礁？藻礁？找藻礁？自然科學博物館管訊 275: 1-8。
- 陳昭倫。2017。全球海洋生物遷徙-台灣海峽海洋生物遷徙的中繼站。科學月刊 573。
- Dekker W, Casselman JM. 2014. The 2003 Québec Declaration of Concern about eel declines— 11 years later: Are eels climbing back up the slippery slope? Fisheries 39: 613–614
- Kohler KE, Gill SM. 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 and Geosciences 32(9): 1259-1269, DOI:10.1016/j.cageo.2005.11.009.
- Lin MF, Kitahara MV, Tachikawa H, Keshavmurthy S, Chen CA. 2012. A New Shallow-Water Species, *Polycyathus chaishanensis* sp. nov. (Scleractinia: Caryophylliidae), from Chaishan, Kaohsiung, Taiwan. Zoological Studies 51(2): 213-221
- Liou CY, Yang SY, Chen CA. 2017. Unprecedented calcareous algal reefs in northern Taiwan merit high conservation priority. Coral Reefs 36: 1253-1253.

七、計畫綜合分析

南桃園從白玉至永安一帶（包含觀音新屋沿海地區）有數量龐大的埤塘及溪流，曾經是台灣重要漁場與北台灣最大的糧倉。沿觀音與新屋兩區域海邊發育良好的藻礁與沙丘生態，提供這地區發展出獨特的半農半漁文化。其中的永安是全台灣唯一的客家漁港。早期自然資源富庶豐饒，居民與自然環境兼具有複雜且多層次的關係，與海洋和土地有緊密的連結，多是靠海或務農為生。自 1970 年代工業區進駐後，當地環境受到嚴重影響，在工業化、科學園區化的過程中因為工業污染、社區人口老化和年輕人勞動力出走等因為導致這個從埤塘、淡水溪流到藻礁所形成的水圈農業生態系與客家文化逐漸消失。本計劃將以觀音到新屋海岸線的藻礁生態為本，透過該區域內淡水河系與埤塘生態系的串連，建構以藻礁水圈環境為主架構的里山海概念，探討此區域內河海的生物多樣性對於該區社區生活產業的影響。

由上游開始，在河川調查時捕獲毛蟹及字紋弓蟹等兩側洄游的物種，顯示藻礁為重要的生物遷移廊道。但依河川水質（RPI）的評估顯示，調查的五條河川河口水質皆呈現不佳，顯示可能存在長期性的污染，並意味著藻礁生態可能受到污染的風險。

7.1 藻礁生態系健康程度指數綜合分析

為了能綜合評估所有子計畫調查的生態項目，並用量化的方式比較南桃園藻礁生態系沿海五個樣點，我們將本計畫各子計畫的調查項目及結果轉換成重點指標，以生態優劣指數及 β 多樣性指數來計算每個樣區的生態系健康程度。每個樣區及指標項目由 0-5 分來計量，0 為沒出現，1 為最差，5 為最好。統計後就可依分數來判別五個樣區藻礁生態系健康程度的優劣。各子計畫選擇的指標詳列如表 7-1，各子計畫分別針對藻礁生態系的棲地多樣性（子六），生產者及分解者（子四及子五），初級消費者（子二及子三），頂級消費者（子一及子三）的生態豐度及多樣性來進行評量。子計畫一依照與當地漁民訪問調查的結果來評斷鰻苗豐度與幼鯊豐度的現況。子計畫二列出了全部魚種及經濟魚種的豐度，經濟性魚種數，經濟性仔稚魚入添量及魚種物種稀釋曲線物種數。子計畫三除了螃蟹的物種數量之外，也分別列入螃蟹和裸胸鯔的豐度。子計畫四包含了藻礁礁體底內無脊椎動物的物種數量及豐度。子計畫五將匍匐狀大型藻類、及其他大型藻類分開分別計算 α 多樣性的計算，並加上經濟性藻類物種數。子計畫二、三、四和子五的殼狀珊瑚藻也分別計算 β 多樣性指數（Hellinger）以比較各樣區對南桃園藻礁生態系生態多樣性的貢獻程度。子計畫六則針對藻礁結構的完整度及複雜度，殼狀珊瑚藻的豐度，以及一級保育類的柴山多杯孔珊瑚的豐度為指標。

表 7-1. 藻礁生態系健康程度指數綜合分析表

	指標	永安	永興	G2	G1	白玉
子計畫一	鰻苗豐度	4	3	3	2	5
	幼鯊豐度	3	2	5	4	1
子計畫二	經濟性魚種豐度	4	1	5	1	3
	經濟性魚種數	5	1	5	1	3
	經濟性仔稚魚入添量	5	1	0	5	1
	魚種物種稀釋曲線物種數	5	2	5	2	3
	魚種總豐度	5	1	5	1	3
	β 多樣性(Hellinger)	3	2	5	2	4
子計畫三	螃蟹物種數	1	5	4	2	3
	螃蟹豐度	2	3	5	1	4
	β 多樣性(Hellinger)	2	5	4	3	1
	裸胸鯨豐度	1	0	5	1	0
子計畫四	藻礁無脊椎動物物種數	2	5	4	3	1
	藻礁無脊椎動物豐度	2	4	5	1	3
	β 多樣性(Hellinger)	2	3	5	5	4
子計畫五	殼狀珊瑚藻 β 多樣性 (Hellinger)	5	1	3	2	4
	匍匐狀大型藻 α 多樣性	2	1	3	0	5
	其他大型藻 α 多樣性	4	5	5	5	3
	經濟性藻類物種數	3	5	4	3	1
子計畫六	礁體完整度	2	2	5	3	4
	礁體複雜度	2	2	5	3	4
	殼狀珊瑚藻豐度	3	5	3	3	4
	柴山多杯孔珊瑚豐度	0	0	5	4	0

0 表示沒出現；1 是最差；5 是最好

7.2 南桃園藻礁生態系健康程度比較

首先將全部的藻礁生態優劣指數相加以探討南桃園藻礁生態系中個地點藻礁生態的優劣情況。以大潭 G2 得分最高，其他四個測站則相近，但永興和大潭 G1 略低於永安與白玉（圖 7-1）。大潭 G2 有最健康的藻礁生態可能是因為此地區的底質地結構複雜性高，連續但充滿孔隙得礁體的比例也較高，沙及鵝卵石較少，所以利於不同生物生長及棲息。

水質來看，G2 的水中含泥沙量低，上游的小飯壠溪的生態比其他四條溪流的生態較豐富，生物受到污水的影響可能較低。

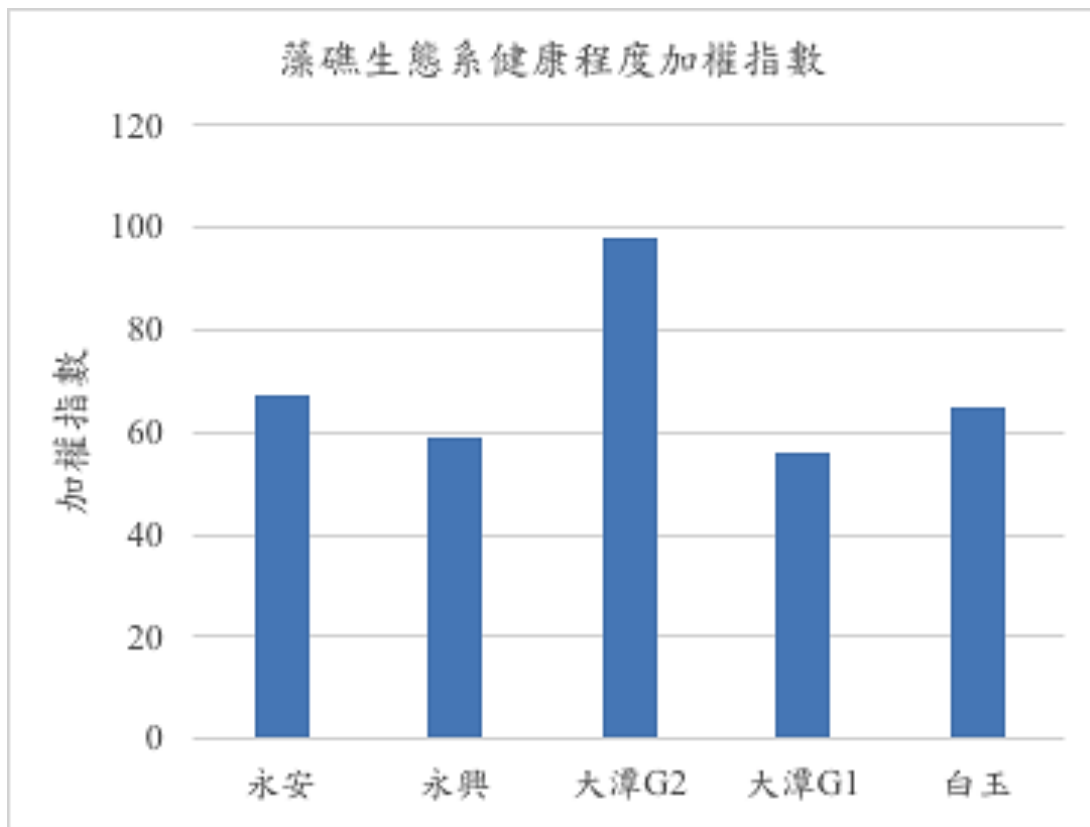


圖 7-1. 藻礁生態系健康程度加權指數圖

除此之外，為了要了解哪個樣點的生物多樣性對於藻礁生態圈的整體生態多樣性的貢獻最大，因此首先僅使用子計畫二到子計畫五中的四個 β 多樣性指數（Hellinger）的排序進行加權加權總分越高表示此樣點是以探討個南桃園藻礁生態系生物多樣性的主要貢獻熱點。其中大潭 G2 的排序加權得分最高，顯示其為南桃園藻礁生態系生物多樣性的主要貢獻熱點。其餘四個地點的排序加權指數相似，以白玉最高，大潭 G1 和永安相同，永興最低（圖 7-2）。大潭 G2 得到最高的排序加權可能是因為大潭 G2 有連續但多孔隙的礁體和相對較穩定的環境，提供生物躲藏的空間。但沒有在此區抓到入添的經濟性仔稚魚的原因仍需要進一步探究。

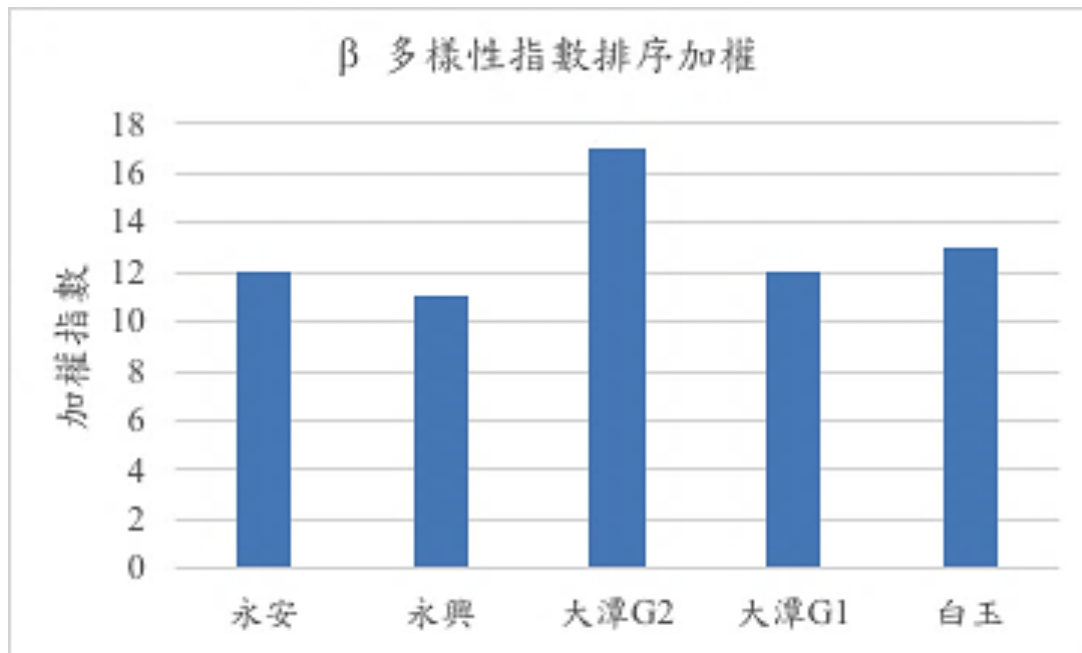


圖 7-2. β 多樣性指數排序加權圖

由綜合分析的結果看來，目前不屬於保護區的大潭 G2、白玉和大潭 G1 的藻礁生態系健康狀況優於位於觀音藻礁生態系野生動物保護區內的永興和永安。這三個地方也是南桃園藻礁生態系生物多樣性的重要熱點。因此建議可將從白玉至大潭 G2 的地區劃設為柴山多杯孔珊瑚暨藻礁生態保護區，其中大潭 G1 和大潭 G2 為一級保育類柴山多杯孔珊瑚的分佈熱點因此劃設為核心區，大潭 G3 和大潭 G1 以北到白玉為緩衝區。然而，以各細項的生態指標來看，並沒有哪個地點一定都是最高分，不同複雜度的棲地可提供更多樣性的選擇。因此更積極的作為是應將從白玉至永安一代的南桃園藻礁規劃為一個完整的生態系保護區。

本計劃建議以現行的觀新藻礁生態系野生動物保護區的法源以及界線為基礎，參考本整合計畫中各子計劃的執行結果後將此保護區擴大為“南桃園藻礁生態系野生動物保護區”(表 7-2, 圖 7-3)。參照並沿用“觀新藻礁生態系野生動物保護區”的分區使用方式，“南桃園藻礁生態系野生動物保護區”同樣區分為核心區、緩衝區和永續利用區。新的核心區包括以大潭 G1 到目前的觀音藻礁生態系野生動物保護區的核心區範圍，以及將現行的新屋溪出海口永續利用區提升為核心區；現行核心區以南到永安漁港之間的緩衝區與永續利用區維持現行分區使用方式；大潭 G1 以北到白玉則劃為緩衝區。除了南北範圍之外，由於在外海約三公里處有一個穩定的東北西南/西南東北向海流經過形成一個封閉流場，一但流場改變，將會直接影響此區的環境特性進而對南桃園藻礁生態系的生態造成不可逆的影響，因此保護區將從海岸高潮位往海延伸約四公里至水深約 40 公尺處(圖 7-3)。此以外海穩定的東北西南向海流為界限的保護區設計是為了保護其中的一級保育類珊瑚、裸胸鯨、國際自然保護聯盟 (IUCN) 中紅皮書(Red list)記載瀕危的物種-紅肉雙髻鯊(*Sphyrna lewini*)和其出沒的活動範圍(水深介於 0-1000 公尺的範圍,較常出現在 0-25 公尺水深處, FishBase, Sanches, 1991)、其他鯊魚、鯊魚洄游路徑、鯊魚育幼場和支持其生態的食物鏈、鰻苗、經濟性魚種、大型

藻類、支持這些生物的藻礁和沙灘棲地、由這些組成的南桃園藻礁生態系的生物多樣性熱點、由藻礁形成的自然地景、還有賴以為生的海客文化。此新的保護區共佔地 4825.66 公頃，包括 1908.83 公頃的核心區、344.74 和 1574.21 公頃的南、北兩個緩衝區和一個 997.88 公頃的永續利用區（圖 7-3）。

南桃園藻礁水圈從上游的埤塘開始，沿著淡水溪流連接到下游的出海口以及相連的沿岸藻礁生態系，是一個完整的里山里海概念。與當地居民的訪談結果顯示在工業化前居民和這片土地有深刻的連結，土地，水域及海岸可供給豐饒的生活，然而工業化後的四十年間除了自然環境變差，居民和土地的連結也漸漸消失。然而近年來觀念改變，理解到家是（適）其所，開始追求生活產業發展和守護家園的可能性，在追尋過往歷史的過程中，重新覺醒了體內的海客文化。整合本計畫中各子計畫的成果可見南桃園藻礁水圈的生態環境確實受到工業化的影響，然而尚未達到不可挽救的地步。因此建議可以藻礁生態健康程度加權指數圖的建議，搭配上相關的 5 條淡水溪流和上游埤塘，運用里山海的概念進行整體規劃，重新打造以永續環境為目標的藍色經濟，藉以實現客家農漁村的農村再造。

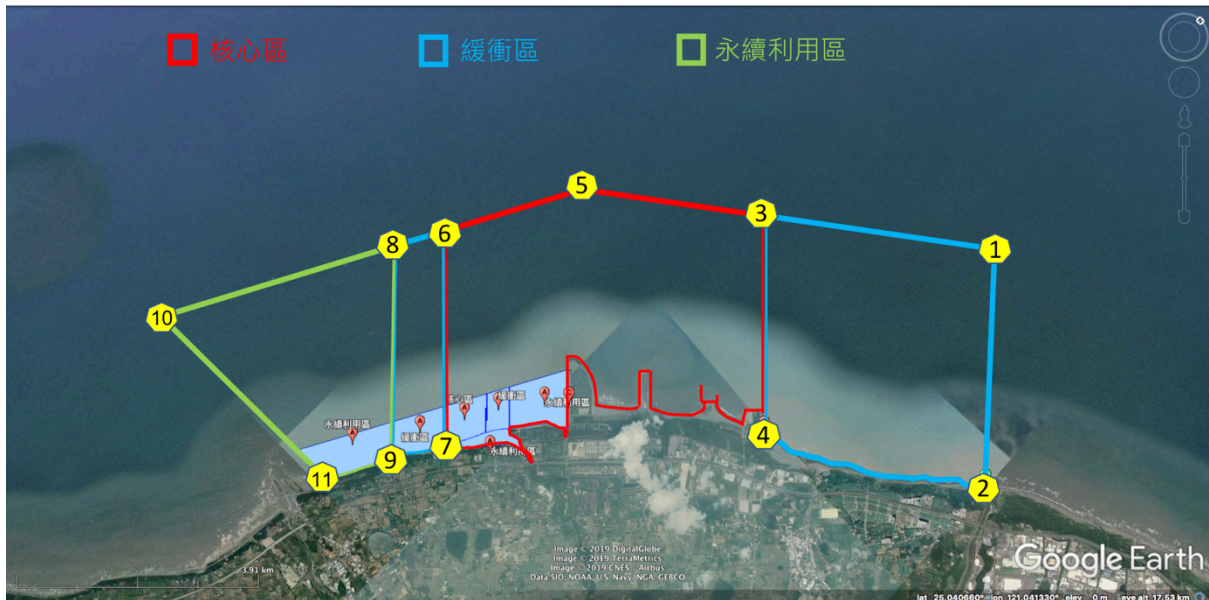


圖 7-3. 建議劃設的南桃園藻礁生態系野生動物保護區。

表 7-2. 南桃園藻礁生態系野生動物保護區各分界點的 GPS 經緯度。

保護區分界			
點	代碼	緯度	經度
1	BZoneSeaN	25.089887	121.071698
2	BZoneLandN	25.061483	121.09623
3	CZoneSeaN	25.068915	121.039123
4	CZoneLandN	25.044329	121.064452
5	CZoneSeaM	25.052827	121.013124
6	CZoneSeaS	25.032384	121.001959
7	CZoneLandS	25.009444	121.028056
8	BZoneSeaS	25.025016	120.997494
9	BZoneLandS	25.003056	121.023056
10	SZoneSeaS	24.995459	120.979507
11	SZoneLandS	24.993611	121.017778

7.3 附件、建議監測調查項目

7.3.1 子計畫一、人地之間—觀音新屋沿海社區生態環境與生活產業的互動關係

針對桃園觀音新屋沿海白玉、觀音、大潭、保生、永興、永安六里的社區進行口述訪談和電話訪問，透過資料的分析與詮釋，了解沿海社區在地人與環境互動關係的變遷，在鄰近大型設施開發後，受訪者對居住環境感受到的變化，包括在視覺、聽覺、嗅覺等五感知覺的環境感知變化，以及受訪者對於環境變遷之態度與看法。此監測調查工作須由具公信力之單位執行。

口述訪談採取深度訪談法中的「半結構式訪談」，在訪談進行之前，先行設計訪談的問題大綱（如附件一），以引導訪談的進行，並藉由開放性問題與受訪者互動，獲得受訪者的敘述與回饋，訪談過程錄音記錄，並完成逐字稿謄寫。監測期間（一年）應至少訪談 30 位六里受訪者。

問卷調查由專業的調查員進行，採用「結構性訪談」的方式，由訪員依循標準化的問卷內容與順序，協助受訪者完成多項選擇題，問卷大綱如附件二。問卷調查以年滿 15 歲以上之六里在地居民為調查對象，可以面對面訪談或電話訪問的方式進行。監測期間（一年）應至少完成 500 位六里居民的問卷調查。

口述訪談和問卷調查均另記錄受訪者個人基本資料，包括性別、年齡、居住地、學經歷等，如附件三。

附件一、口述訪談：生活、濱海景觀與漁業的變遷

1. 從您居住的地方可以看／聞／聽得到海嗎？過去這一年和十年您覺得這一片海是否有什麼變化？如果有，可以請您說一說這些變化又是什麼呢？（如視覺、聽覺、嗅覺等五感知覺的環境感知變化）
2. 大型工程開發後（例如第三天然氣接收站、離岸風機、工業區開發、漁港擴建、電廠擴建等），您在生活上有了哪些變化？（如：食衣住行育樂等）這些變化有哪些影響到您平常的日常生活？這些變化中，有哪些是與當地資源（包含人文與自然）產生斷裂或終止的？
3. 請問您對此區大型工程開發案，有健康/或其他任何方面的疑慮嗎？
4. 您如何感受到上述的疑慮/風險？有甚麼明顯的線索可循嗎？
5. 大型工程開發所造成的環境改變和汙染問題有無造成您在金錢上的損失或是身體上的危害？（若有，這些在金錢上的損失大概是多少？主要花費的地方在哪裡？而關於身體上的危害又是哪些？金錢上又有因這些身體上的危害產生多少花費？）
6. 大型工程開發前，您有習慣去海邊嗎？通常到海邊會去做什麼？
7. 大型工程開發後，您有習慣去海邊嗎？通常到海邊會去做什麼？

8. 您知道這些環境改變和環境污染（可能）的來源在哪裡嗎？
9. 目前還有在當地沿海捕魚嗎？（有，續問 a.b；沒有，續問為什麼？大概是什麼時候開始不捕魚了。）
 - a. 過去這一年捕到的魚種或撿拾捕撈到的蝦、蟹、貝類是否跟之前不同？主要的差別和物種在哪些？捕魚、撿拾或捕撈蝦、蟹、貝類的地方或範圍在哪裡？可否請您在地圖上指出或標出？
 - b. 若是再跟十年前相比，這一年來捕到的魚種或撿拾捕撈到的蝦、蟹、貝類是否更有所不同？主要的差別和物種又在哪些？捕魚或撿拾蝦、蟹、貝類的地方或範圍在哪裡？可否請您在地圖上指出或標出？
10. 請問您過去有捕撈鰻苗嗎？就您的經驗，過去這一年在這岸邊捕撈鰻苗有沒有產生改變？（如種類、數量）如果有，您覺得最有可能的原因是什麼？

附件二、問卷調查：生活、濱海景觀與漁業的變遷

1. 和本地大型工程開發前相比，您認為整體的漁獲、海產等海洋資源，變化如何？

減少很多 略微減少 差不多 略微增加 增加很多

- 您認為這些變化主要的原因是什麼？（可複選）

工程開發、破壞沿岸 工業、家庭廢水排放所致
垃圾、廢棄物處理不當 漂砂問題 過度捕撈
沿岸休閒遊憩活動增加 氣候變遷 外來種入侵
其他：_____。

2. 目前此地的礁岩海岸跟本地大型工程開發前相比，變化如何？

改變很多 改變一點點 差不多一樣 一點都沒有變化

- 凡答選項「有改變」者，續答如下問題：

- (1) 有哪些改變？（可複選，圈選變化形式）

生物種類（變多、變少） 生物數量（變多、變少）
景觀（變好、變差） 沿岸環境污染（變多、變少）
海岸垃圾（變多、變少） 顏色（變白、變黑）
其他：_____。

- (2) 您認為這些變化主要的原因是：（可複選）

工程開發、破壞沿岸 工業、家庭廢水排放所致
垃圾、廢棄物處理不當 漂砂問題 過度捕撈
沿岸休閒遊憩活動增加 氣候變遷
其他：_____。

3. 請問本地大型工程開發對當地環境影響的程度為何？

極嚴重 嚴重 普通 不嚴重 不知道

- 主要的環境影響有哪些？（可複選）

- 空氣污染 水源污染 土壤污染 噪音問題 漂砂問題 景觀變遷
垃圾、廢棄物處理不當 海岸水泥化 漁業發展 農業生存 生態保育
其他：_____。

4. 請問本地大型工程開發對您生活品質影響的程度為何？

- 極嚴重 嚴重 普通 不嚴重 不知道

附件三、基本資料

1. 性別：男 女
2. 出生年：民國_____年生（年齡：_____歲）
3. 職業：農林漁牧 軍公教警 工業 商業
服務業 高科技產業 資訊通信產業
自由業 家管 退休
無 其他：_____。
4. 教育：無 國小 國中 高中職 大專 研究所以上
5. 年收入：49萬9,999元以下 50萬元~99萬9,999元
100萬元~199萬9,999元 200萬元以上
6. 居住地區：桃園市（觀音 新屋 其他：_____）區
（白玉 觀音 大潭 保生
永興 永安 其他：_____）里
7. 在當地居住的時間：_____年（_____歲~_____歲期間）
8. 族群：閩南 客家 外省 原住民（_____） 新住民（_____）
9. 使用語言：國語 台語 客家 原住民（_____） 新住民（_____）

7.3.2 子計畫二、桃園藻礁水圈魚類資源保育與社區再造

1. 潮間帶定棲魚類魚種組成

以丁香油作為麻醉藥劑，於潮中帶(潮高負一米處)以及潮下帶(潮高負一米六處)各選三個潮池進行調查，紀錄潮池長寬高以及所捕捉到之魚類體長及魚種。

2. 潮間帶非定棲魚類魚種組成

使用刺網架設於潮中帶(潮高負一米處)，固定完後放置 24 小時，並於每次退潮時前往記錄捕捉到的魚種及體長資料。

3. 漁業活動資料

訪問樣點周圍的釣客及漁民，記錄他們的漁獲資料，調查當地漁民每日捕獲之漁獲資料以獲得長期數據，記錄其魚種以及體長。

4. 水下聲景監測

使用水下錄音機進行資料收集。錄音機地點架設於潮下帶(潮高負一米六處)可淹沒錄音機之潮池內，長期放置監測。(建議使用水下錄音機(Soundtrap 300 STD, Ocean Instruments, 頻寬(bandwidth)範圍為 20Hz 到 60Hz)進行資料收集，採樣頻率(duty cycle)設置錄音每 10 分鐘間隔 5 分鐘。)

7.3.3 子計畫三、觀音新屋沿海社區生態環境與生活產業與蟹類多樣性的關係

一、螃蟹族群調查

(一) 調查樣點

由北至南選取六處樣站，範圍包含白玉、大潭藻 G1 區)、大潭藻礁 (G2 區) 及觀新藻礁 (涵蓋永興與永安的保生、永興、永安) (圖 7-4)。在每個樣站的中潮位及高潮位地區各選取一處樣點進行地表螃蟹相及礁體內螃蟹相的調查 (表 7-3)。

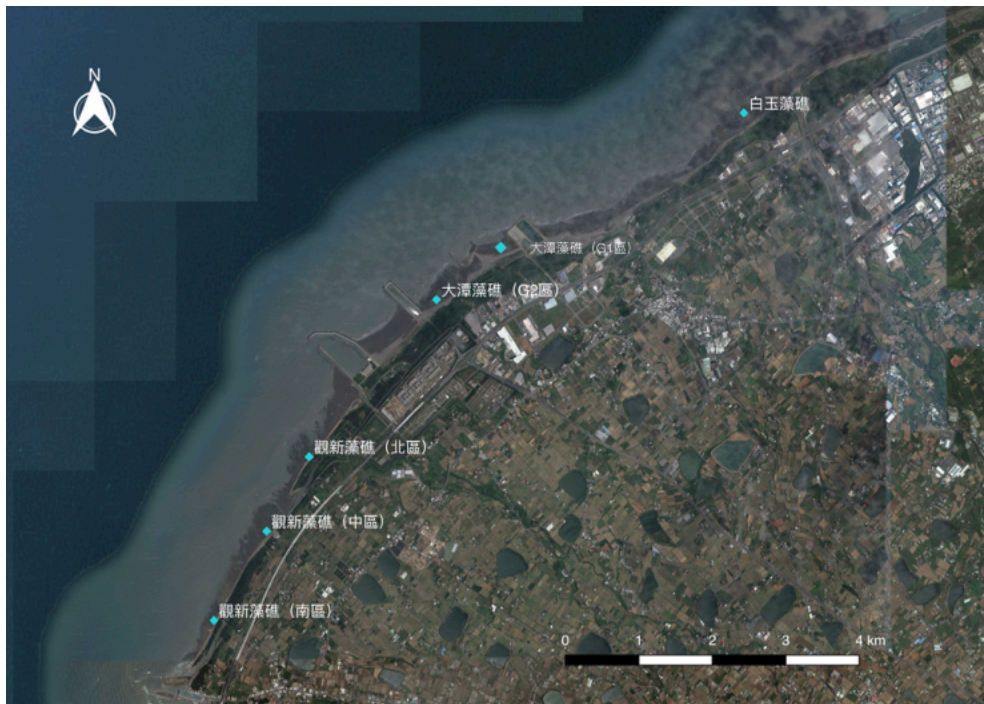


圖 7-4. 調查位置圖

表 7-3. 調查位置座標

樣站名稱	座標位置		
白玉	中潮位	121.088716	25.060782
	高潮位	121.088895	25.059999
大潭 G1	中潮位	121.055825	25.044610
	高潮位	121.056545	25.044039
大潭 G2	中潮位	121.048782	25.038599
	高潮位	121.050927	25.037818
保生	中潮位	121.031459	25.018485
	高潮位	121.032178	25.017972
永興	中潮位	121.024482	25.010872
	高潮位	121.026403	25.008361
永安	中潮位	121.018531	24.998454
	高潮位	121.019519	24.997894

(二) 調查方式

地表螃蟹相：於地表隨機放置 1 平方公尺的樣框，人員於一公尺外等待 10 分鐘後 (等待

期間不能有大幅度的動作)，以目視方式進行框內螃蟹（背甲寬大於一公分）計數。每樣點進行三次重複。

礁體內（地下）螃蟹相：每處樣點利用鐵鎚敲擊放至於礁體上的不鏽鋼圓管，隨機採取 2 處半徑 5.5 公分深度 10 公分的礁體，將礁體分解後，取出螃蟹進行種類及數量計數。

(三) 調查時間

每季調查兩次，一次為日間調查，一次為夜間調查。於退潮後礁體露出後進行調查。

二、洄游性蟹類降海時間調查

(一) 調查範圍

選取流入南桃園的四條溪流包含大堀溪、觀音溪、新屋溪及小飯壠溪進行調查。

(二) 調查方式

於河川出海口往上由方向，沿岸步行約 50 公尺，調查是否有洄游性蟹類聚集的現象。若有發現以目視方式進行單位面積下螃蟹（背甲寬大於一公分）計數及種類辨識，至少計算 10 個單位面積。

(三) 調查時間

選擇 9 月份至隔年 1 月份，在這期間內的滿月的前後兩天進行調查。

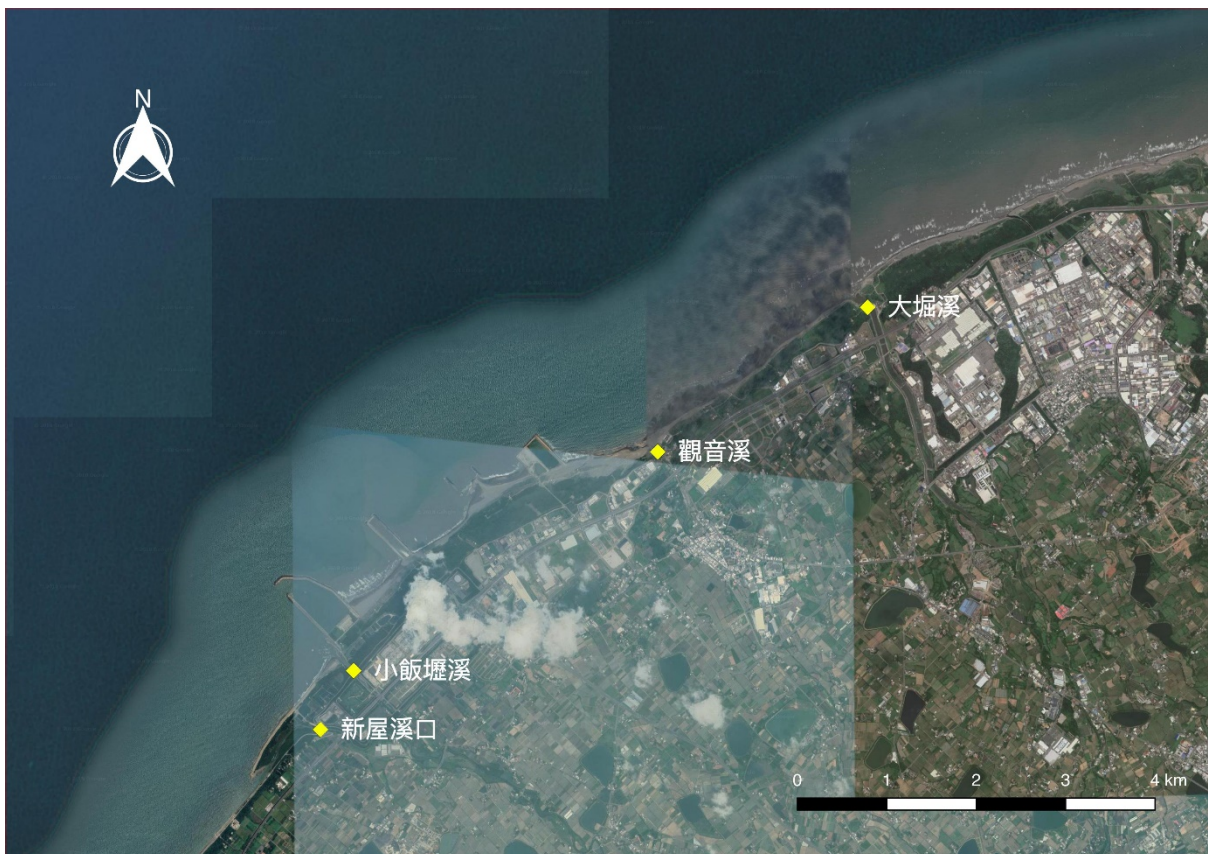


圖 7-5. 洄游性蟹類調查位置圖

7.3.4 子計畫四、南桃園藻礁海河水系水生無脊椎動物多樣性與社區保育

一、藻礁礁區底內動物相調查

(一) 調查地點

於社子溪以北、大堀溪以南之沿岸藻礁區域，設立五個採樣站，自南而北分別為永安、永興、大潭 G2、大潭 G1 以及白玉，各樣站分別於高、中及低潮位進行採樣，相關 GPS 資訊如下表 7-4，各調查樣站可參圖 7-6。

(二) 調查方法

礁區底內的內棲動物調查，以螺貝蝦蟹及其他無脊椎動物等小型水生動物為主要調查對象，樣區設置盡涵蓋各樣貌之微棲地，每個採樣點設置大小 20cm*20cm 採樣框，並向下鑿取約 20cm 的立方礁塊，由於底內動物為鑽孔或孔隙內生，礁塊取出後以低溫保存攜回實驗室，敲碎並取出所有肉眼可見之動物，鑑定種類並計其數量，經鑑定後之生物以酒精保存於實驗室或提供博物館等典藏，後續可作為物種確認及生命條碼分析之用。

二、藻礁關聯之淡水水系河川、埤塘之水生動物相及河川水質調查

(一) 調查地點

水生動物相調查，選定與藻礁底內動物採樣站相關連的五條河川進行調查，自南而北分別為社子溪、新屋溪、小飯壠溪、觀音溪及大堀溪，並分為河口及其上游河段採樣，埤塘調查則選定未進行養殖及其他人為利用如光電發展的野埤。水質監測方面，主要以上述五條河川之上游及河口進行採樣。相關位置資訊可參圖 7-6。

(二) 調查方法

1. 水生動物調查

於選定之河川水域及埤塘，置放魚蝦蟹籠，籠內放入誘捕之餌料，以吸引中小型魚蝦蟹進入陷阱籠具中，籠具隔天收回，此為有效的採集方法，可以記錄更加完整的湖泊、野塘或溪流河川的水生生物相，捕獲之水生動物多數於現場鑑定種類並計數後放回，部分生物或有未能鑑定出的種類，攜回實驗室進行後續物種比對；經鑑定後之生物以酒精保存於實驗室或提供博物館等典藏，後續可作為物種確認及生命條碼分析之用。

2. 水質監測

於各河川之河口及其上游進行水體採樣，水質分析項目之溶氧、pH 及鹽度等，於現場量測，另取部分水體以低溫運送攜回實驗室，進行生物耗氧量(BOD)、水中懸浮顆粒(SS)以及氨氮(NH₃-N)等測定，後續以河川汙染指數(RPI)進行水質狀況評估。

表 7-4. 藻礁各採樣站衛星定位資料。

樣站名稱	衛星定位 (GPS)	
永安	24°59'54.43" N	121° 1' 6.71" E
永興	25° 0'39.14" N	121° 1'28.14" E
大潭 G2	25° 2'18.96" N	121° 2'55.62" E
大潭 G1	25° 2'40.60" N	121° 3'20.97" E
白玉	25° 3'38.82" N	121° 5'19.38" E

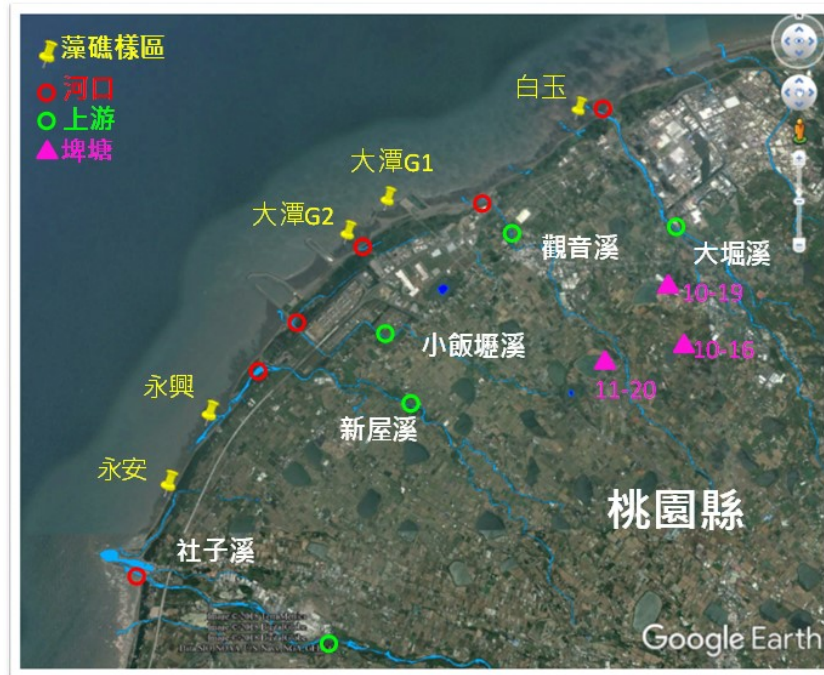


圖 7-6. 各採樣站相關位置地圖。

7.3.5 子計畫五、白玉至觀音新屋藻礁大型海藻和殼狀珊瑚藻多樣性調查以建立過去社區對藻礁海藻利用之科學資料

一、樣點選擇

本計畫計畫調查範圍主要著重在桃園南方白玉至觀新一帶較為健康的藻礁生態系。在時間及人力經費考量上，選擇在潮間帶最低潮位（退潮後約-160公分位置），計畫在白玉藻礁選擇一個樣點，在大潭藻礁選擇二個樣點（大潭 G1 及大潭 G2），在觀新藻礁選擇兩個樣點（永興及永安）。在各藻礁區域，將選擇藻礁生態系較完整不受破壞的區域進行調查。舉例來說，在大潭藻礁，將選擇觀塘工業區中具有較大藻礁面積的大潭 G2 位置。當樣點測站選定後，於潮間帶低潮位（潮高-160公分）殼狀珊瑚藻生長較為旺盛的地區，以平行海岸線的方式，設立一條 10 公尺*1 公尺的永久固定穿越線，以利後續大型海藻和殼狀珊瑚藻藻種多樣性之調查。

二、大型海藻和殼狀珊瑚藻藻種多樣性調查

在大型海藻和殼狀珊瑚藻藻種多樣性的調查，因為需要配合 DNA 生命條碼分析，在考量到人力經費的限制，計畫針對所選定的四個樣點，僅在春季殼狀珊瑚藻生長較為旺盛的季節進行調查。在每一個樣點中，於永久固定穿越線外推 100 公尺（不包含永久固定穿越線內），隨機進行大型海藻和殼狀珊瑚藻採樣。在每一個樣點，以上述的設計方法，採樣至少 50 個藻類樣本。此外在採集樣本時，以周遭海水盡量清洗樣本，並以柔毛刷子輕微的刷淨泥沙，以利後續 DNA 生命條碼分析，確認各樣本藻種身分。

7.3.6 子計畫六、觀音新屋沿海藻礁區之殼狀珊瑚藻群聚動態、柴山多杯孔珊瑚族群生物學與環境因子時空變動研究

一、調查地點：

(一) 由農委會支持的「藻」回南桃園的里山海：南桃園藻礁水圈環境生態對社區生活產業的影響計畫中的 10 條平行海岸線、等深的永久穿越線。穿越線設置於白玉、大潭 G1、大潭 G2、永興和永安等五個地點，每地點"-100"公分和"-160"公分兩個潮位的連續礁體上。每條穿越線為 10 公尺*1 公尺(圖 7-7)，再細分成 10 個 1 公尺*1 公尺的連續固定樣框，每一個樣框的四角皆以不鏽鋼角鋼標定位置，永久固定穿越線的頭尾 GPS 如表 7-5。



圖 7-7. 位於大潭 G1"-100cm"潮位的永久穿越線與監測用的 1 公尺 x1 公尺 PVC 水管框。

表 7-5. 已設立的永久穿越線 GPS 位置

樣點	潮位	起訖	緯度	經度
白玉	-100	起點	25.060815	121.088797
白玉	-100	終點	25.060782	121.088716
白玉	-160	起點	25.060915	121.088704
白玉	-160	終點	25.060892	121.088607
大潭 G1	-100	起點	25.044637	121.055914
大潭 G1	-100	終點	25.04461	121.055825
大潭 G1	-160	起點	25.044783	121.055822

大潭 G1	-160	終點	25.044737	121.055745
大潭 G2	-100	起點	25.038661	121.048823
大潭 G2	-100	終點	25.038599	121.048782
大潭 G2	-160	起點	25.038796	121.048569
大潭 G2	-160	終點	25.03872	121.048554
永興	-100	起點	25.010934	121.024528
永興	-100	終點	25.010872	121.024482
永興	-160	起點	25.011227	121.024386
永興	-160	終點	25.011149	121.024412
永安	-100	起點	24.998525	121.018584
永安	-100	終點	24.998454	121.018531
永安	-160	起點	24.999106	121.018409
永安	-160	終點	24.999057	121.018347

- (二) 為了要監測工程對於大潭 G1 和大潭 G2 區的影響，因此在這兩區要從人工建物為基準點，向左右方分別在“-100”和“-160”公分潮位各再增設多組相同的永久固定穿越線進行底棲群聚監測（圖 7-8 a、b）。在大潭 G1 需增加 4 組（圖 7-8 a），在大潭 G2 則需增加 6 組（圖 7-8 b）。
- (三) 調查頻度：每個月大退潮，“-100”和“-160”公分潮位的礁體都露出的時候進行調查。一個月一次。

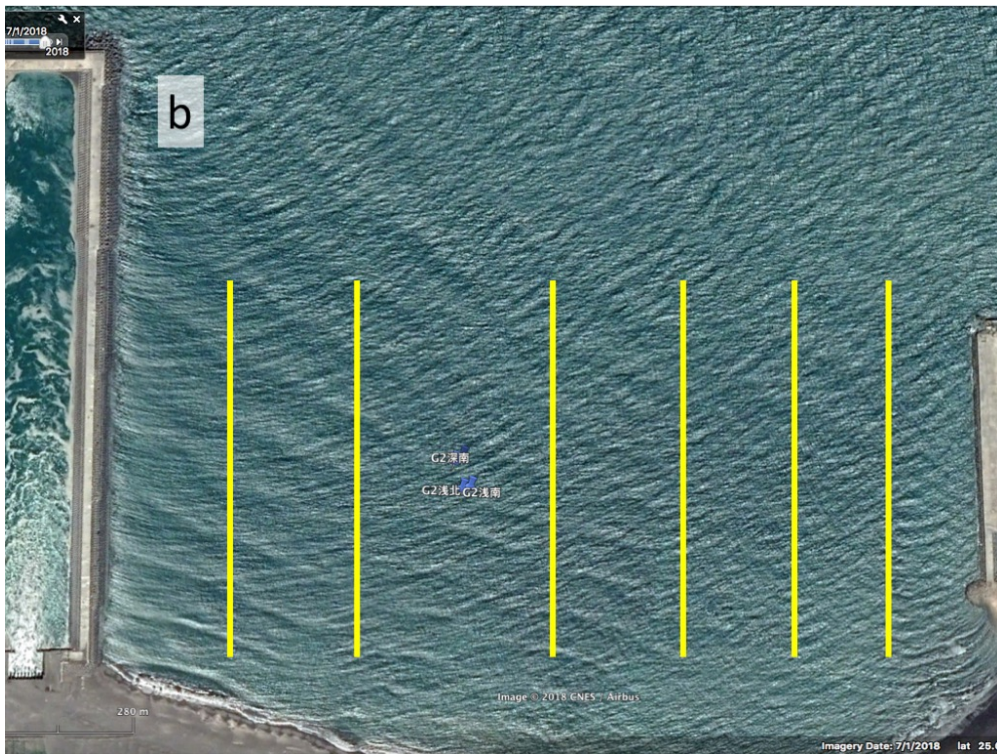
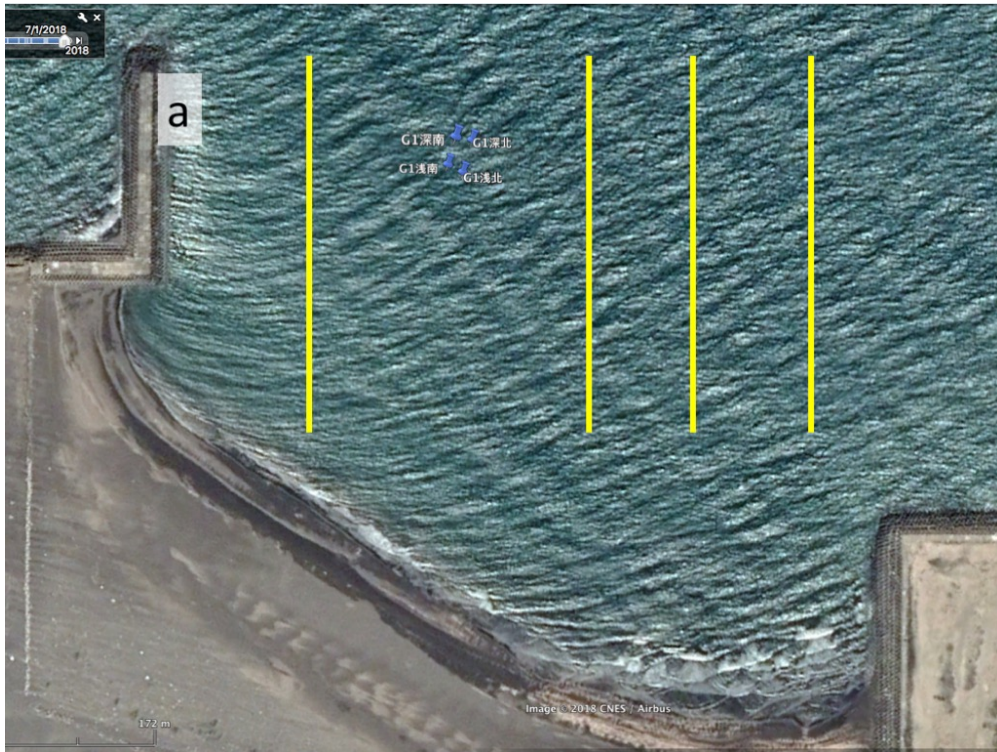


圖 7-8. 在大潭 G1 (a) 和大潭 G2 (b) 因應工程進行而需增加的監測點。需在黃色線上選定"-100"和"-160"公分潮位處的連續礁體上同樣設立 10 公尺 x1 公尺的永久固定穿越線。

二、殼狀珊瑚藻之群聚動態之時空變化調查

1. 刷洗前先拍攝底棲群聚現況：為了提高照片解析度，因此每個 1 公尺 x1 公尺的樣框再用鐵絲分隔為四個 0.5 公尺 x0.5 公尺的樣框，每一張影像只包含 0.5 公尺 x0.5 公尺的樣框，一條穿越線會得到 40 張影像。
2. 使用洗車刷和海水刷洗藻礁以完全移除覆蓋在礁體表面的泥沙使殼狀珊瑚藻裸露。刷洗時避免傷害殼狀珊瑚藻以及其他藻類。
3. 再拍攝一次底棲群聚監測照。
4. 每張影像輸入電腦後使用 CPCe (Coral Point Count with Excel extensions, Kohler and Grill 2006) 軟體，在每個 0.5 公尺 x0.5 公尺的框內撒下 50 個隨機點，辨識每一個隨機點下的底質結構。因為考慮到藻礁地區的硬底質包含礁體或鵝卵石，因此在辨識時將珊瑚藻區分為長在礁體上和長在鵝卵石上的珊瑚藻 (表 7-6)。更重要的是，為了降低海水中的反光以及水中沈積物導致辨識不易造成的誤差，因此計算覆蓋率時用露出水面的礁體和鵝卵石面積進行標準化。除了使用刷洗後的照片計算表 7-6 列出的各項指標覆蓋率，也須分析刷洗前拍攝的照片以比較刷洗前後的殼狀珊瑚藻覆蓋率差異。

表 7-6. CPCe 使用的 code 表

```

DFDFDF
AFAFAF
6
"C","Coral",00FFFF
"R","Reef",FF8040
"K","Rock",FF0080
"SM","Sand and Mud",00FF00
"W","Water",DFDFDF
"TWS","Tape, wand, shadow",FF0000
"CORAL", "Coral (general)","C"
"RCORAL", "Coral (general)","R"
"RJCORAL", "Coral juvenile","R"
"RCCA", "CCA", "R"
"REMP", "Empty space","R"
"RMA", "Macroalgae", "R"
"RTURF", "Turf", "R"
"RTWMS", "Turf with mud and sand", "R"
"RSAND", "Sand", "R"
"RMUD", "Mud", "R"
"RWHITE", "White substrate on Reef", "R"
"RBAR", "Barnacle", "R"
"RZO", "Zoanthid", "R"
"RO", "Other creatures", "R"
"KCCA", "CCA", "K"
"KROCK", "Rock", "K"
"KBAR", "Barnacle", "K"
"KTURF", "Turf", "K"
"KBTURF", "Bleached Turf", "K"
"KWHITE", "White substrate on Rock", "K"
"KZO", "Zoanthid", "K"
"SAND", "SAND", "SM"
"MUD", "Mud", "SM"
"WATER", "WATER", "W"
"TAPE", "Tape", "TWS"
NOTES,NOTES,NOTES
"ASP", "Aspergillus","NA"
"BL", "Bleached coral point","NA"
"BBD", "Black Band Disease","NA"
"OD", "Other disease","NA"
"PLA", "Plague, Type II (White Plague, Type II)","NA"
"WBD", "White Band Disease","NA"
"YBD", "Yellow Blotch Disease","NA"

```

三、柴山多杯孔珊瑚分佈生態與族群動態

柴山多杯孔珊瑚多分佈於“-160 公分”的潮位以下，因此於每月大潮的最低潮時，以徒步、浮潛（海況安全允許下）的方式進行多杯孔珊瑚的分佈調查和追蹤。首次發現的柴山多杯孔珊瑚群體需要（1）進行 GPS 定位與標定標記；（2）放置比例尺並拍攝群體照片；（3）量測群體兩軸的最長徑。標記的群體需在每個月重複步驟（2）和（3）以監測一級保育類珊瑚的群體大小變動，特別需要注意的是沙埋、溫度和競爭造成的群體部分死亡現象。

四、近岸水質資料監測：

1. 收集長期的溫度與光度資料。
2. 每個月收集水樣監測水體中的氨（Ammonia）、亞硝酸鹽（Nitrite）、硝酸鹽（Nitrate）和磷酸鹽（Phosphate）的濃度。
3. 海水和風的物理性影響：以 500 克石膏混合 350 毫升水的比例配置插在營釘上的石膏球（圖 7-9 a、b、c）。將 3 顆烘乾的石膏球烘乾後先秤重再固定在各樣點“-160”公分潮位的角鋼上 48 小時後收回。將剩餘的石膏球和營釘烘乾秤重，前後的重量差異代表在那 48 小時內受到的海水和風的物理性影響（圖 7-9 d）。
4. 水體中沉積物：使用為內徑 50 公釐，高 16 公分的沈降管收集水體中的沈積物。沈降管一側用蓋子封死，另一側加上不鏽鋼鐵網以防止生物進入（圖 7-10）。放置石膏球時同樣將 3 個沈降管固定在各樣點“-160”公分潮位的角鋼上 48 小時後收回。開口側在野外蓋上水管蓋並單獨裝入封口袋中。回實驗室後沈降管內的沈積物用 100 μm 的濾網過濾，小於 100 μm 的沈積物為泥，其餘為沙。過濾後將兩者分別烘乾秤重。

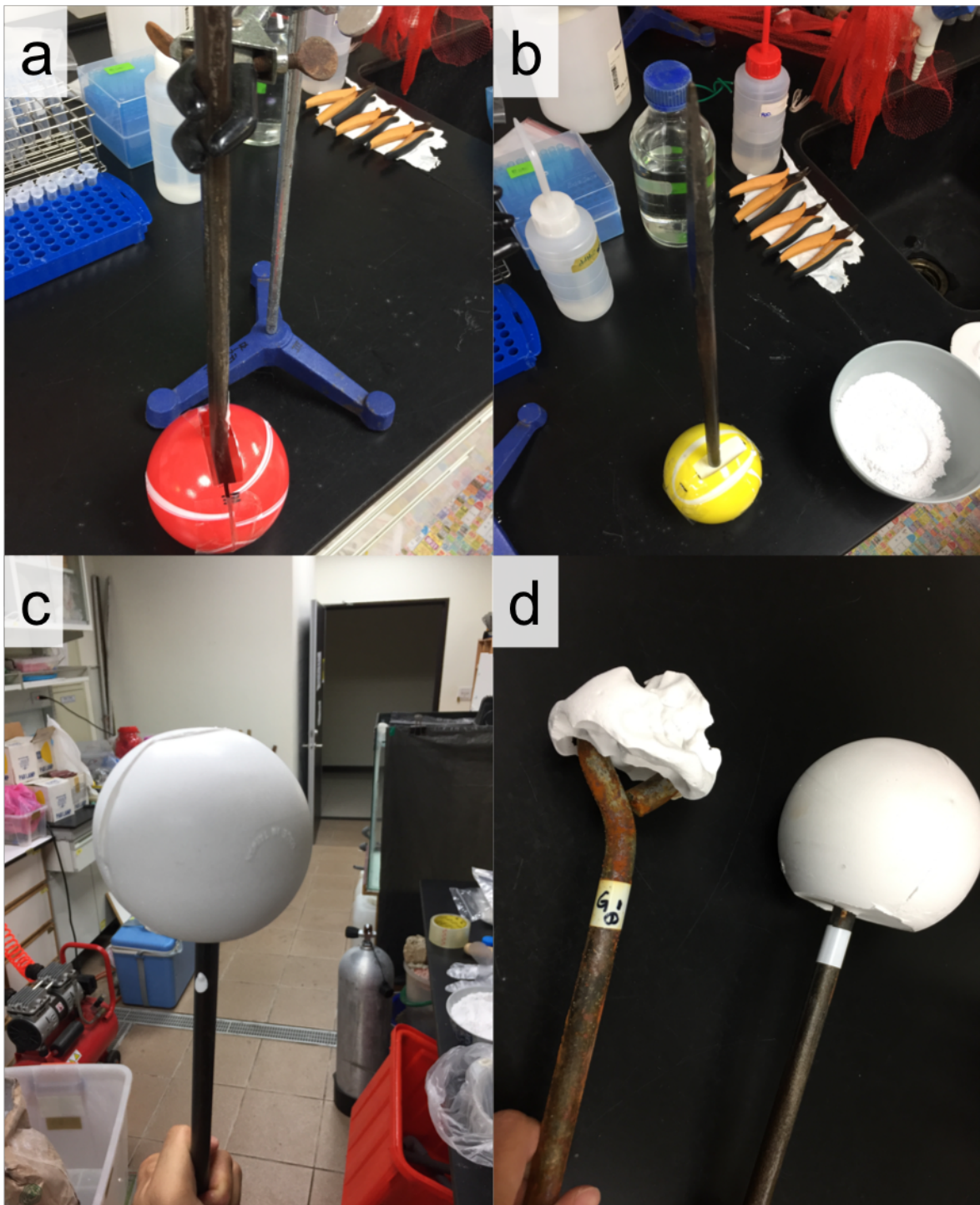


圖 7-9. 以塑膠球(a)為模灌注石膏球 (b)。移除塑膠球後得到完整的石膏球和營釘 (c)。烘乾後的石膏球 (d 右) 和放置在藻礁 48 小時後收回的石膏球 (d 左)。



圖 7-10. 收集水體中沈積物用的沈降管。內徑 50 公釐，高 16 公分。

八、研究成果期末報告會議紀錄

- 壹、開會時間:108年1月21日(星期一)上午9時30分
- 貳、開會地點:本局7樓會議室
- 參、主持人:廖副局長一光
- 肆、出席單位及人員:如簽到單

記錄:王中原

伍、出席機關意見:

委員提問	受委託單位回應
<p>一、海洋委員會海洋保育署(黃署長):</p> <p>(一)本案基礎生態調查資料非常詳細,提供非常寶貴資料,在此跟各研究團隊致意。</p> <p>(二)本案細部計畫一,訪談紀錄很多漁村、漁民問題,還有鰻苗、紅肉丫髻鮫等漁業資源,都是漁業署管轄範疇,在資源面上(例如紅肉丫髻鮫、鰻苗數量)如果漁業署可以提供更多資料,或許可以讓本報告呈現更完整。</p> <p>(三)研究結論提出建議將本區藻礁列為野生動物保護區,未來該保護區如何規劃、其範圍與大小等問題,將提送海委會海洋野生動物諮詢委員會討論,因此本案報告資料至為重要且關鍵,建議報告部分內容須再補強,對外才更有說服力,例如電話問卷調查應該再註明總共撥打多少通電訪,誤差值有多少等,應於報告內標註清楚;另研究資料原則包含春夏秋冬4季才完整,但部分細部計畫提到只做3季調查,建議第4季冬季資料如果有機會可將其補充。</p>	<p>(一)感謝委員的肯定</p> <p>(二)依委員建議於第一章節(1.3.1及1.3.2)補充漁業署公告之不同年份鰻苗數量的變化(第61頁)、桃園地區鰻苗數量占全台數量之比例變化(第77頁)以及漁業署委託進行之紅肉丫髻鮫相關研究成果(第56頁)。</p> <p>(三)已於期末報告中補充有關保護區的範圍與大小。因本計劃補助期至2018年12月31日止,已無相關經費與人力資源進行冬季調查。未來如有其他經費補助,將會進行冬季資料收集之後,再提供給未來海保署參考。</p>

<p>(四)本案已於 107 年底告一段落，但海保署仍希望就該區有個監控計畫持續進行，請陳老師研究團隊在報告中提供一個標準化的建議調查方法，例如監測時應該最優先設哪幾個樣點、監測頻率、時間、哪些指標性物種等，讓海保署在本年度經費有限之情況下也 能夠持續進行，且標準建立後，無論由誰去做都可以得到一個標準化的結果，也會比較有說服力，例如中油公司提供 5 年 1 億之經費如果投入本區生態復育及監測，也能參考本研究建議之標準化流程來執行，對於本區環境監控將更有幫助。</p>	<p>(四)已於期末報告提供標準化的監測計畫調查方法。</p>
<p>二、農委會特有生物研究保育中心(林組長)</p> <p>本案報告現有資料非常豐富，也提出有證據的說服力，建議保護區劃設之立論要更充分，另中油公司也已經成立委員會討論藻礁生態復育之事，這些研究資訊如果能提供給中油成立之委員會當基礎，至少以後監測及復育之生態狀況，能以達到目前生態水準為目標。</p>	<p>已於期末報告中補充有關保護區的資訊。期末報告將會完全公開。</p>
<p>三、桃園市政府海岸管理工程處(林處長)</p> <p>(一)就生態調查面，未來是否對採樣點數、頻率跟研究期程規劃繼續調查，本案研究結果與結論顯示該區還有深入探討空間，因此希望繼續辦理研究。</p> <p>(二)就民意調查面，本研究針對居民的訪查面向，我們認為仍不夠，未來應採取何種保護方案來維持這裡的生態，居民是贊成用何種方式來保護藻礁，有繼續加強民意調查的必要，或針對不同族群例如漁民、附近居民、遊客</p>	<p>(一) 回應如上</p> <p>(二) 依委員建議補充在地居民對於藻礁海岸未來規劃發展方向之意見(第 92~93 頁)，本計劃並未涵蓋遊客和外地民眾之問卷調查。</p>

<p>或是其他相關族群的訪談，以尋求最大公約數之方法來保護藻礁。</p> <p>(三)本案建議規劃的野生動物保護區，未來會送海委會審議，因此研究報告結論就非常重要，林務局是否要再邀相關專家學者就報告再做審視，如果有要再說明或修正必要時是否還要再審查，以利移海保署審議時有更好的結果。</p> <p>(四)有關是不是要把大潭藻礁 G1、G2、G3 或更遠的白玉藻礁劃設為野生動物保護區，基本上尊重未來行政程序審議的結果，如果未來決定要畫為野生動物保護區，桃園市會配合處理後面的程序。</p>	
<p>四、農委會林務局(保育組夏組長)</p> <p>(一)因研究過程持續跟團隊接觸，瞭解團隊確實投入非常多心血，才可以在短短 9 個月內完成豐富之科學性數據資料收集，提供該區未來整體規劃、發展、及保護區是否擴大範圍之重要依據，再次感謝研究團隊。</p> <p>(二)本案計畫是以農再計畫經費補助之計畫，結案後即告一段落，成果報告修正完成，將函送海委會等各有關機關，做為後續執行桃園藻礁保育之基礎參考資料，且因本局海洋保育業務已經轉移，因此本案不會再有後續研究規劃或再針對本研究召開審查會議。</p> <p>(三)有關本研究細部計畫一，特別在期末報告加上民眾對三接案看法之電話訪談部分，因本案既已定位在藻礁生態基礎科學研究的調查，回歸到科學性研究內容，報告提出建議後續是否規劃保護區部分，均屬合理</p>	<p>(一) 感謝委員的肯定</p> <p>(三) 依委員意見將有關興建第三天然氣發電廠之電話訪問民意調查的相關內容和結果移除。</p>

<p>範疇，惟如果特別針對現階段較敏感議題，例如電訪時將政治性議題或已通過環評的三接案連結，恐較不妥適，建議後續報告的呈現，可將針對三接案電訪的部分妥為調整或移至附錄呈現。</p>	
<p>五、主席：</p> <p>(一)本案研究顯示棲地的複雜度跟生物豐富度很高，此為用科學證據呈現之結果，但藻礁這類生態棲地，以臺灣尺度或世界尺度來看是否有其有獨特性、唯一性，希望能在報告論述中呈現。</p> <p>(二)報告提及柴山多杯孔珊瑚於此處發現，G1、G2 區是其唯一棲地，但據悉，柴山多杯孔珊瑚最初發現地點應是中山大學周邊海岸，本報告所指唯一棲地的定義，是指全臺灣或桃園地區而言，應該要明確定義清楚。</p> <p>(三)藻礁於退潮時有許多民眾會下去踩踏，但感覺似乎藻礁踩在腳下相當脆弱並易碎裂，可能孔隙會被破壞，是否應建議採取什麼措施來避免。</p> <p>(四)細部計畫一的民調部分，建議避免將敏感議題混入，本研究是基礎生態調查的研究，從各種面向去探討生物與</p>	<p>(一)在南桃園單純由殼狀珊瑚藻(C C A) 建構的礁體不僅在臺灣尺度，在世界尺度也是唯一的。會在報告中補充。</p> <p>(二)當初在中山大學大門口潮間帶發現的柴山多杯孔珊瑚模式物種和原始族群已因為當地擴建停車漲而遭水泥掩埋。而柴山山下的族群也因為中山大學離岸堤的突堤效應而被砂埋。因此在大潭 G1 和 G2 發現的族群是不僅桃園地區，更是全臺灣或者全球僅存的族群。已在報告中補充。</p> <p>(三)大潭 G1 和 G2 的藻礁礁體較緊實，因此可以承受成年男子的重量。但需要擔心的是目前位於觀新藻礁生態系野生動物保護區核心區內的礁體。這些礁體因為暴露於空氣中的時間過久，已不適合殼狀珊瑚藻生長，導致核心區內的藻礁雖然看似壯觀，但其實已因風化作用所以很脆弱，很容易因踩踏而崩壞。唯一能避免的方式為嚴格執行保護區的管理，降低遊客量。</p> <p>(四)依委員意見將有關興建第三天然氣發電廠之電話訪問民意調查的相關內容和結果移除。</p>

<p>棲地的豐富性，及本區的價值所在，放入三接案民調可能會模糊焦點或受質疑本案 研究之目的，且報告所述是民眾不同意開發，還是不同意三接，以後是否所有的開發都不行？民眾是反對破壞現狀，還是破壞生態，兩者可能不同，本計畫以研究生態為主題，是否再研議如何處理三接案電訪這部分的資料會比較恰當。</p>	
---	--

陸、會議結論：

一、肯定並尊重本案研究成果，請研究團隊參酌各與會機關代表所提建議補充或修正期末成果報告書。

二、請於會議結束起 1 個月內完成期末成果報告書修正，並於 108 年 2 月 20 日前，將報告書紙本(含電子檔光碟)15 份函送本局結案，俾利本局轉送各有關機關參考。

農委會林務局「『藻』回南桃園的里山海：南桃園藻礁水圈環境生態對社區

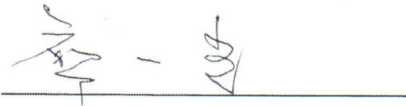
生活產業的影響」補助計畫 107 年研究成果期末報告會議簽到單

日期：108 年 1 月 21 日（星期一）

時間：上午 9 時 30 分

地點：林務局 7 樓會議室

主持人：廖副局長一光



出席人員：

機關	職稱	簽名
農委會林務局		夏榮生
		石甘菁
	技士	楊育昌
	技士	王中原
海洋委員會海洋保育署		黃所
		吳建勳
		蔡靜如
農委會特有生物研究保育中心		林瑞興
林務局新竹林區管理處	海濱林工作站 技佐	王慈悠

機關	職稱	簽名
桃園市政府農業局	科長	陳仁信
	技士	莊傑安
桃園市政府海岸管理工程處	處長	林正昌
	科長	賴建南
	代理科長	王雅慧
		黃子辰
中研院生物多樣性研究中心	研究員	陳昭倫
	博士後	郭兆揚
東海大學	助理教授	溫國彰
	教授	林惠真
	副教授	劉以輝
	研究助理	李坤璋
國立臺北大學	助理教授	陳相榮 陳子夏
	"	林昭倫
財團法人成大研究發展基金會	副研究員 研究助理	邱有文 彭紹宏

機關	職稱	簽名
海洋委員會	視察	陳正和
弘光科技大學	附設學習中心主任	傅向林
特有生物研究中心	副研究員	劉靜瑜

九、107 年藻礁研究案成果報告專家複審意見與研究團隊答覆彙整表

委員提問	研究團隊回覆
委員#A	
壹、綜合意見	
<p>一、本計畫標題及主要目標皆揭櫫「以南桃園海岸的藻礁生態為本，建構以藻礁水圈環境為主架構的里山海概念，探討此區域內河海的生物多樣性對於該區社區生活產業的影響」，但是報告書從頭到尾，除子計畫一之外，甚少對「里山海」概念有所著墨，各子計畫很少觸及生物多樣性對該社區生活產業的影響；從這一觀點來衡量，並未依原擬計畫去執行，亦難認定已達成目標。</p>	<p>謝謝委員指教。</p> <p>維基百科對於「概念」的定義：抽象的、普遍的想法，是充當指明實體、事件或關係的範疇或類的實體。在它們的外延中忽略事物的差異，如同它們是同一的去處理它們，所以概念是抽象的。它們等同的適用於在它們外延中的所有事物，所以它們是普遍的。概念也是命題的基本元素，如同詞是句子的基本語義元素一樣 (zh.wikipedia.org/wiki/概念)。</p> <p>因此，本計畫主要藉由里山海這個抽象、普遍的想法（也就是概念）來架構與串連跨社會科學（子計畫一）、生命科學（子計畫二～六）與環境科學（子計畫六）關係的範疇，然後探討此區域內河海的生物多樣性對於該區社區生活產業的影響。而對於「里山海」之於南桃園水圈生態系最簡單直白的說法就是在子計畫一陳述人和大自然間的關係以及大自然對於人為活動（包括農、工與商）衝擊的反應，委員亦同意。其他子計畫所得的資料都是用以支持子計畫一所提出社經人文之間的論述（請見之後對於子計畫間互相支援密切，以滾動式的修正計畫方向之答辯）。都是符合原計畫書設定以里山海「概念」架構陳述南桃園藻礁水圈生態系關聯的研究，因此各子計畫並無需論述。</p>
<p>二、本統籌計畫包含六項子計畫，各子計畫之間理應有一分工合作的基本架構，以便互相協調、互相支援，朝共</p>	<p>謝謝委員指教。</p> <p>因為本計畫在短短的 10 個月內獲得調查成果相當豐碩，造成委員可能無法短時間之內很詳讀成果報告。本計畫執行過</p>

同目標而努力，然而，本計畫之分工不明確，如：(1)子計畫二做魚類資源調查，子計畫三主要做蟹類多樣性和生態調查，卻也包含裸胸鯔(魚類)資源的調查，兩者在相同區域做調查，但是所得資料大不同，子計畫二調查成果的裸胸鯔甚少，子計畫三卻表示有高數量的裸胸鯔，兩者互相矛盾。(2)子計畫三主要做藻礁蟹類調查，子計畫四亦有藻礁蟹類調查，兩者結果亦大異其趣；(3)子計畫五和六都在做殼狀珊瑚藻的群聚(覆蓋率)，結果也不一致。這些現象顯示本統籌計畫缺乏子計畫間的整合與溝通，似乎各自為政，各行其道，所得結果不一致，也未經過討論、驗證而整合，令人無所適從。

程，每個月皆在東海大學進行計畫執行進度報告(皆有會議紀錄可以提供查證)，各子計畫之間的溝通與協調完全無誤，非委員所說統籌計畫缺乏子計畫間的整合與溝通。

再次重申本計畫的分野架構相當清楚，基於里山海的「概念」，我們從人文(子一)、生物多樣性與生態(子二~子六)、環境(子六)三個角度入手。然而，對於藻礁水圈生態系整合的文獻或是研究甚少，因此子計畫之間採取各自獨立但以滾動式的合作並融合資料，並非委員所說子計畫之間資料一定要各自呈現，壁壘分明，這樣又如何去呈現委員要求整合呢？委員提到，為何子二和子三之間的裸胸鯔數量會不一樣？原因很簡單，計畫文獻回顧顯示 2013 發表有關用大潭藻礁魚類調查方式利用潮間帶潮池麻醉劑、定置刺網來做魚類捕捉。因此子二也就依照此文獻利用類似的方法調查。然子三蟹類多樣性調查使用籠具誘捕，意外重複捕捉到裸胸鯔，所以就持續使用籠具誘捕。根據滾動式計畫合作執行方法，這些資料都同屬本統籌計畫的魚類資源調查，對於生物多樣性資料累積有何差別呢？而且調查方法不同會有不同的採集結果是所有生物調查的常態，也因此子計畫二計畫利用 rarefaction curve 去計算物種的累積狀況來代表生物多樣性，而非使用定量數據來比較物種數。

同樣的邏輯，子三主要進行藻礁蟹類多樣性調查，子四則為藻礁底內所有無脊椎動物，因此會包含部份蟹類，因為問題不同。當然採樣調查方法不相同，尤其子三為深度 10cm 的採樣，子四則為 20cm，結果差異一定是可期待。但是，不論子計畫間的問題不同，方法不同，其所有的結果都是用於統籌整合計畫，揭露藻礁的無脊椎動物的多樣性的差異。

	<p>對於子五和子六之間的疑慮，很明顯審查委員並未正確解讀子五跟六的結果差異，子五主要著重在殼狀珊瑚藻群落組成結構(community structure) 差異但並無針對殼狀珊瑚藻覆蓋度進行調查，而子計畫六則是有部分計畫內容有針對活殼狀珊瑚藻覆蓋度(living CCA cover) 進行監控，相關資料不在子計畫五內有所重複，何來衝突之有？同樣的不同問題，採用不同方法，所以還請委員詳讀。</p>
<p>三、本計畫投入的人力和物力皆甚多，所得資料非常豐富，但很可惜，各項資料似乎缺乏連結和整合，以至於未能對從淡水(溪流、埤塘)到海岸藻礁的「生產」「生態」和「生活」提供整體了解。原因也許是計畫執行期間緊迫，無暇消化數據和資料所致，期待總主持人及各主持人能在後續將所得資料整合，呈現本計畫成果與社區「生產」「生態」和「生活」的關係，以符合里山海的基本概念。</p>	<p>感謝委員的提醒與諒解。</p> <p>是的，為了符合「農再計畫」的基本精神，本計畫書撰寫之初，就選定用里山海的概念來架構各計畫間的關係，期待所得的結果能夠朝向三生的方向產出。然而，計畫執行之後，除了時間的限制之外，研究團隊在多個子計畫都有新的發現，因此必須修改調查方法。例如，子一計畫中對於漁民的訪談與問卷的初調之後，對於漁業資源的歷史資料有新的發現，因此需要調整問卷內容，又如，興建三接採取支持態度的受訪者極為不易找得(因態度保守)。又如，子六殼狀珊瑚藻覆蓋率，在測試多種方法三個月之後，才發現洗刷對於覆蓋率的差異。因此，必需要調整。這都影響後續的資料朝向三生分析整合的時程。</p> <p>但是，初步整合本計畫所得的資料，研究團隊可以得知，南桃園藻礁的生態多樣性具有空間上的差異，同時淡水河系都受到不同程度的污染，農田受到污染後，產業型態轉變，都是直接影響生活與生產的問題。這些在子一中已經陳述。未來在學術研究發表時會依據 A 委員的建議，多進行相關的論述。</p>
<p>四、本計畫所得之數據資料，有些呈現甚大誤差或變異，有些則頗不一致，其原因可能是取樣調查方法未符合基本原則所致。任何取樣調查皆須依循</p>	<p>謝謝委員指教。</p> <p>對於數據資料的意見回覆如下：</p> <p>一、對於棲地異質性甚高的桃園藻礁生態系而言，高變異性的數據是期待中的事。</p>

(1)逢機原則，(2)樣本大小含充分訊息原則。然而，子計畫二至六的定量調查似乎並未依循逢機原則(皆未說明)，多項調查的樣本顯然太小，以至於取樣誤差遠高於樣本平均值。建議本計畫應先檢討取樣方法，並建立各項調查的標準取樣法，以利後人從事相關調查研究。對於高度變異的數據亦應採特殊統計方法分析。

一是桃園藻礁生態系總共有三種主要的天然棲地型態：多孔隙的殼狀珊瑚藻形成的礁體；礁體與礁體之間的石礫；以及沙泥底的灘地。再加上人為種植形成的紅樹林，更是使得棲地異質性更高。這樣問題在相類似的生物礁如珊瑚礁區也面對同樣的問題，也就是當調查異質性過高的棲地時，理想狀況下的隨機亂數表所產生的採樣方式並無法真正呈現真實的狀態。這也就是為什麼在類似的環境都是採用帶狀線或是方框進行調查，以增加其資料重複性。這可參考 English, S., Wilkinson, C. and Baker, V. (1997) Survey Manual of Tropical Marine Resources. 2nd Edition, Australian Institute Resources, Townsville, 385 p.

二、委員一直強調研究團隊的數據資料有取樣誤差，而且高於樣本平均值？這一點很難理解。到底取樣誤差是指什麼？是指圖表上的 standard error (標準偏差)、standard deviation (標準離差)

？還是在指研究團隊採樣上的誤差 (sample bias)？如果是 bias，那是無法從研究團隊所有的圖表中被看出來的。如果是前面兩者，那請委員參考研究團隊在(一)回覆有關高異質性棲地取樣特性的論述。在此，研究團隊的推論委員的想法，研究團隊覺得委員對於偏差、離差和誤差的用法有所混淆。標準偏差大表示研究團隊的重複取樣之前分佈不平均，可能像是布瓦松分佈或是負二項式分佈。而真實的世界，很多底棲生物形式都是布瓦松分佈或是負二項式分佈，沒有真正的常態分佈的。這在過去許多文獻都已指出。如果是 sampling bias，請問委員是從哪一張圖或表看出研究團隊的採樣誤差，敬請委員再指教。

五、本計畫有關「紅肉雙髻鯊」、「裸胸鯔」及「螃蟹」族群數量的估計，未能符合科學推論的基本客觀原則，顯然有瑕疵。科學調查研究的基本原則為可重複性及可驗證性，亦即依循相同方法去做調查，可得到相同的結果，但是顯然該子計畫的調查方法並非逢機取樣。在客觀條件方面，一生態系可支持的頂級掠食者(包括裸胸鯔與紅肉雙髻鯊)數量，當視此生態系的基礎生產力和食物網的食階效率(trophic efficiency)而定，主持人等應先說明該區藻礁的生產力和食物網結構足以支撐如此龐大的頂級掠食者族群，然而這些資料皆無。

謝謝委員指教。

委員指出「可重複性」與「可驗證性」應與調查方法是否是逢機取樣是兩件事。科學調查本來就是可以分成質化與量化的方式。早期博物學的觀察都大多為質化的觀察，然後提出各種假說，再進行量化的實驗設計，進一步驗證質化的觀察結果。因此，對於紅肉雙髻鯊的論述就是根據這樣的邏輯，加上已經寫在教科書中的大型鯊魚(以及裸胸鯔)是食物鏈或是食物塔中最高階的掠食說法在討論中提出，這是大學海洋生態課的基本概念，就算其他學者在藻礁區放網抓到鯊魚也會「重複」或是「可驗證」這樣的說法。當然之後去作委員所謂的生態系的基礎生產力和食物網的食階效率去驗證這個推論也可，但是那並非本計畫的主軸調查。同樣的回覆也是可應用到兇猛酋婦蟹的族群估算與套用最基本的生態學概念去推論！這些都是「推論」，不是「結果」，委員請明察。

貳、各子計畫審查意見

一、子計畫一：

本子計畫透過與觀音及新屋沿海社區居民的口述訪談及問卷調查，廣泛蒐集生態環境與生活產業的連結，瞭解當地居民與自然資源間的依存及互動關係，以及整體生活環境的變遷和對未來的期許，以建立當地民眾與環境互動的完整圖像。本子計畫蒐集了許多珍貴的資料，雖然質性訪談可能缺乏客觀驗證，但是經由集體的共同記憶和陳述，仍可得到可靠的資訊。因此在建立人文社會的基礎及背景資料方面，本子計畫可說是相當成功的，尤其對於環境和生活型態的歷史變遷，本計畫做了完整及有條理的整理，訪談方面有良好設計，也有豐富成果。對於「生產」「生態」和「生活」等「里山海」概念，都有相對深入的探討。唯一可惜的是，本子計畫成

感謝委員肯定記錄居民利用藻礁海岸自然資源的生態知識和共同記憶的價值。本計畫與其他子計畫的連結並未在報告中特別標註，而是融合在報告內容裡，例如子計畫一和其他子計畫，均提及鯊魚、其他硬骨魚類、藻類(石蓴、殼狀珊瑚藻)和螃蟹等資源，經由子計畫間的討論交流，而對居民利用該資源的方式與態度，以及該生物在當地生物多樣性中的角色與現況，能有更深入的了解，並以不同的面向，陳述於各子計畫中，並於修正報告中做更清楚之前後呼應。

<p>果未能與子計畫二至六的科學性調查資料相呼應，以反映生物多樣性及生態資源與當地民眾生活和社區變遷的關係，這部分應可藉由子計畫間的互相討論、分享資料而達成。</p>	
<p>二、子計畫二</p>	
<p>1. 標題「漁類資源」應改為「魚類資源」。</p>	<p>已修正，詳見目錄及報告書 p. 114。</p>
<p>2. 學名請都用斜體字，這是基本常識。</p>	<p>謝謝審查委員提醒這個專業的常識，在整合文件中發生這樣的缺失，研究團隊會注意。學名已修正</p>
<p>3. 表 2-1: 各採樣站的物種數和豐富度皆有很大差異，顯示取樣設計可能有問題：(1)潮池之選擇(大小、位置)及各季是否選固定潮池？(2)刺網、動浮網及潮池之採樣資料應分別列出，不宜混在一起，並討論不同取樣法的資料變異；(3)因取樣資料的問題很多，直接用稀疏性曲線推估物種可能不妥。</p>	<p>研究團隊是選擇固定潮池、研究報告將補上。資料差異很大結果來自潮池的棲地差異在很大，相關國內外文獻中都有紀錄 (Reviews in Wen et al 2018)。潮池的微棲地因素，如距海遠近、含水狀況（水深與孔隙）、潮池內其他底棲生物（珊瑚、藻類等）都會影響魚種組成。此外，固定潮池的重複捕抓再放回也無法看到魚種組成的一至性（Horn 1998）。也因為不同的採樣方式，及採樣努力不一樣，rarefaction curve 才是解決這樣問題的分析方法（Chao & Jost 2012; Pardo et al 2013; Budka et al 2019）。</p>
<p>4. 表 2-2: 漁民訪談之資料列表，應說明訪談對象的取樣方式、樣本數及資料驗證程序等，若資料不客觀或不實，則難以取信於人。</p>	<p>子計畫二的漁民訪談資料來自於子計畫一社會科學團隊調查（P39, 117），其採樣方式符合社會科學檢定。不排除可能的資料偏差，但是科學實驗調查都會有偏差，漁民訪談結果與調查資料種類符合，長時間的趨勢在相近地區也無過去學者發表資料，若委員有其他資料來斷定本研究的資料不可信，願審查委員給予指導。</p>
<p>5. 當地漁會應有歷史性的漁獲資料可供查詢及整理，惜本計畫未查詢引用，若僅根據少數訪談所得資料，實無代表意義。</p>	<p>根據漁業署公開的漁業年報統計資料，並無地區性港口的漁獲詳細資料，因此無法得到相關資料。研究團隊將發文給漁業署尋求相關資料。而漁民第一手訪談也是許多科學調查使用方式，甚至比許多卸魚資料更為清楚（Pinello et al 2017）。委員可以查閱目前全世界研究發表在 socio-economy 的漁業相關發表。</p>

<p>6. 仔稚魚或幼魚資料，僅於第三季採得 44 隻，缺乏時空變動資料，就據以認定該區為經濟性魚類的育幼場，推論顯然不夠嚴謹。</p>	<p>濕地和珊瑚礁的研究調查文獻中，地點採樣到明顯較高的仔稚魚資料，常推論為該樣點為幼魚孵育所，如陳義雄等人(2011)的『北方三島海域生物多樣性與資源特性調查計畫』、陳義雄(2001)的金門國家公園魚類相調查中，都是在幾個樣點採樣到十數隻到數十隻仔稚魚個體，而推論為育幼場。謝蕙蓮所著『人工溼地的生態建構與意義』一文中，也指出濕地普遍為海洋生物的育幼場所，而沒有通過時空調查來定義育幼所。中興大學林幸助教授所指導的碩士生徐顯富(2013)也在藻礁調查中，採樣 20-50 隻的無脊椎動物下，定義藻礁為無脊椎生物的育幼所。陳章波(2011)年所著『國家重要濕地社會經濟及績效評估先期作業』也引用其他文獻中，有海洋幼生利用濕地，來定義濕地為育幼所。林幸助等人(2011)『台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷』也從一年四次採樣資料，定義台江國家公園濕地為魚類育幼場所。從以上文獻可知沿海岸生態環境研究普遍利用調查到幼生顯著數量高於其他地點，而定義該地點為育幼所。本計劃同意委員所說上述相關報告及本研究的資料也許無法定論育幼場熱點，或是時空長時間利用。若是委員可以請林務局編列計畫進行多年期多樣點的仔稚魚調查，相信可以將育幼場所熱點的時空變化做更清楚的呈現。(p.129)</p>
<p>7. 圖 2-6:本計畫資料中 80%的魚種及 96%的魚類個體數資料，來自當地漁民及釣客的問卷填報，都未經驗證程序；而本計畫團隊親自調查蒐集的魚種數僅占 6%，個體數僅占 4%，亦即只有極少比例的資料是確實可信的，因此本計畫所述之魚類物種多樣性及豐富度難免有誇大之嫌。</p>	<p>委員若細讀本報告，也可以發現除了問卷調查資料外，其他採樣資料也顯示大潭地區的魚類豐富度和物種數與觀新保護區相當。高比例的資訊來自於魚與釣客資料代表這些區域的漁業活動頻繁。委員對於此方法的正確性有質疑，可參閱 FAO 近年的漁業活動調查方式 (Stamatopoulos, 2002 & Pinello et al 2017)。裡面詳細提到</p>

	<p>漁業資料調查方式有許多種，由研究人員自行採集的佔比反而相對較少。這代表同時利用漁民資料和實際採樣可以有更高的採樣頻度和資料來達到完整資料收集的目的。</p>
<p>8. 本計畫宣稱採得「紅肉雙髻鯊」幼魚 11 個體，因此魚種為國際保育魚種，但未提供其他資料，請務必補提供(1)樣本照片，(2)形態鑑別資料，(3)基因條碼鑑定資料等，以昭公信。再者，僅憑一季少數個體資料就推論該區為紅肉雙髻鯊的育幼場所，其實缺乏足夠證據，請說明此推論的依據和環境條件，以免貽笑大方。</p>	<p>審查委員想要學習怎麼分類雙髻鯊，研究團隊在報告中將提供簡略的分類方式，並且附上圖文(附錄 2.7, p.135-137)。不過，由於經費限制，研究團隊無法提供基因條碼分析。如果審查委員對於基因條碼分類有興趣，在同意公開分析結果下，研究團隊願意提供給委員標本。關於育幼場所的部分，請委員參考第六點的回答。如果委員仍覺得台灣這些文獻的作者，如陳章波老師、邵廣昭老師、陳義雄老師和林幸助老師過去的研究定義「海洋生物及魚類的育幼所」研究也貽笑大方，國外相關研究文獻(Davis et al 2012)則是每個月調查一年，有著比較高(個位數到十位數的幼魚)擇定成育幼所(nursery habitat)。確實很少有透過數量來定義育幼所的文獻。如果審查委員有做相關研究，研究團隊願意參考來重新定義。</p>
<p>9. 本計畫使用水下聲學輔助魚類多樣性及豐富度調查，然而不同環境皆有複雜的背景聲訊，必需經過當地背景聲訊的分析以過濾雜訊，其次，魚類聲訊資料亦需經驗證程序，然本計畫皆未經此程序，故所得資料實令人存疑。</p>	<p>水下動物聲學(bioacoustics)在 2000 年之前，確實如審查委員所說，研究者必須過去去掉背景雜訊在來透過各物種的聲音去建立生物物種及多樣性。隨著時代演進、設備的提升和跨領域人才增加，水下動物聲學在分析上面早已日進千里(Lindseth and Lobel 2019)。在大量的錄音資料與研究目的下，找出特定物種的聲音已經不是研究重點。透過機器學習和人工智慧，找出符合多樣性因子和其他資料進行比較，為目前主要潮流(Lin 2017)。而本研究在背景噪音的過濾和聲音資訊分析皆有在報告中(p.118)。</p>
<p>三、子計畫三</p>	
<p>1. 本計畫在螃蟹類的定性和定量調查，包括物種多樣性、分布、豐度、胃內含物</p>	<p>本計畫調查皆遵循逢機原則。取樣方法為以下所述。定性調查為了知道藻礁地區有多少種蟹類，因此調查棲地類型為岩礁礁</p>

<p>洄游等，都做了許多詳細的調查研究，投入的人力很多。但可惜取樣調查方法不夠完善，以致於資料的誤差都很大，可信度不足；例如圖 3-5 及 3-6 顯示地點間和季節間的物種數和個體數差異都很大，表 3-6 及 3-7 的取樣誤差(標準差)皆比平均值大很多，大約是二倍左右，代表取樣很有問題，樣本缺乏代表性。可能是取樣未依循逢機原則，而且樣本大小不足所致；所得資料誤差太大，又未做適當統計處理；據此可信度不足的資料來估計全區的螃蟹物種數和數量，可能造成差之毫釐，失之千里的結果。</p>	<p>體部分，還包括泥質灘地、沙灘、河口、紅樹林、海岸灌叢及海岸林，潮位部分則包括從低潮帶至高潮帶及潮上帶，調查範圍涵蓋所有海岸蟹類棲息的地區。調查方法依蟹類習性而定，使用徒手採集、挖掘捕捉及陷阱捕捉等三種方式。定量調查是為了能了解藻礁地區螃蟹的數量，因此於白玉、大潭 G1、大潭 G2、保生、永興及永安等六處設置樣區。每個樣區於中潮位及高潮位隨機設置 5 個區域進行採樣（3 個區域是調查地表螃蟹相，2 個區域是調查礁體內螃蟹相）。標準差大可能是因為藻礁區域孔隙較多，而且各種不同微棲地非常豐富，物種非隨機分布本屬正常。何況，本計畫只支持三季的研究時間，未能完成至少一整年的研究，吾人只能謹守調查方法之標準作業程序，並在分析與結果呈現方面，忠實呈現資料誤差較大的狀況，且進行討論。這也凸顯藻礁區之生態調查，需要大幅增加調查頻度與樣點數。儘管如此，統計部分已利用無母數統計方法 Kruskal-Wallis test 補充在第 153 及 155 頁，請委員參照。</p>
<p>2. 表 3-4: 樣區螃蟹數量的相對豐度(*), 係以多少面積為單位，請說明。</p>	<p>表 3-4 係為定性調查之結果，定性調查的主要目的是為了調查目標區域內的螃蟹物種數。不同種螃蟹，習性也大不相同，因此本計畫設計了徒手採集、挖掘捕捉及陷阱捕捉等三種方式進行採集。故難以估算每次調查之面積。表 3-4 的相對豐度是指多次調查後，在每一樣區調查到該種蟹類的數量。</p>
<p>3. 圖 3-15: 各欄標示不清楚，無法判別何者為何，請標示清楚或用顏色代表各欄。為內含物的辨別和分析方法，亦應於方法中說明，因這是很專業的方法。</p>	<p>補充說明如下：螃蟹由各樣區抓取後，立即冰凍避免胃內含物持續被消化。接著將螃蟹帶回實驗室，取出螃蟹胃內含物後，以解剖顯微鏡進行鏡檢，並計算各項胃內含物出現比例。並已修正於第 166 頁。</p>
<p>4. p. 161 裸胸鯙族群調查，雖然是誘捕螃蟹而意外捕獲，但此屬於魚類資源調查，理應在子計畫二中呈現，並與該計畫的魚</p>	<p>感謝委員意見。2017 年本研究團隊使用標誌再捕獲方法嘗試評估該區域裸胸鯙數量，重複捕捉數量為 0。然而 2018 年有兩</p>

<p>類調查資料比較，取得一致性。但是，顯然兩者之間很不一致。此外，本計畫以誘捕裸胸鯙的資料來推估該魚種在全區的數量，顯得極不適當，因為取樣非逢機，雖然期間曾嘗試使用標誌再捕獲(mark and recapture)方法來估計族群量，但是再捕獲的樣本數太小 (p. 164: 9 月捕捉的 2 尾都不是 8 月標誌個體....，表示此區裸胸鯙族群數量龐大)，用這種方式估計全區族群數量很不妥。</p>	<p>尾重複捕捉個體，至少表示部份的裸胸鯙的確生活於藻礁潮池中，而非僅是覓食區域；更加顯示不論潮池區或是漲潮時前來此區覓食的裸胸鯙數量龐大。目前，以 2017 年及 2018 年兩年捕捉的裸胸鯙資料，分別進行估算，都得到相似的族群數量，也部份提高其可信度。相信委員也會同意，如果進行長期調查，將可更加提升族群估算的可信度。</p>
<p>四、子計畫四</p>	
<p>1. 本子計畫報告的內容包括淡水域(溪流與埤塘)、海域藻礁、水質分析、DNA 生命條碼等，資料相當多，但是似乎各說各話，沒有聚焦、沒有關連性、未整合討論，報告只是呈現了一些數據、圖表和缺乏邏輯的文字敘述，看完讓人不知所云。建議本報告退回，請主持人其重新整理、書寫。</p>	<p>謝謝委員指正。經重新檢視，報告各部分已依委員以下之建議一一修正。</p>
<p>2. 全程目標(p.176-177)很長一段文字，未分段、沒有條理和邏輯，而且錯漏字不少，不知說些甚麼。</p>	<p>謝謝委員指正。已重新撰寫，如 4.1.1 序言之章節(p.182-183)。</p>
<p>3. p. 178: 材料方法及步驟—仍沿用計畫書的寫法 (將、預定..等)，實際上本計畫已執行完畢，應該要寫已經執行的方法和步驟，而非預定的。</p>	<p>謝謝委員指正。已修正如 4.2.1 材料方法之章節中(p.184)。</p>
<p>4. (二) 採樣方法 (p. 178): 未說明清楚，建議不同棲地使用的採樣方法要分開說明，其中有關藻礁底內動物調查與子計畫三重疊，如何分工或協調？資料如何整合？</p>	<p>謝謝委員之建議及提問。採樣方法已補充說明於 4.2.1 材料方法之章節(p.184)。另有關與子計畫三重疊之問題，子計畫三主要著眼點在藻礁之蟹類調查，本計畫則為藻礁底內所有無脊椎動物，由於無脊椎動物包含蟹類等甲殼類動物，在物種上勢必會有部分重複，但調查目標及採樣方法尤其採樣深度等並不相同，所以應無重疊的問題，唯仍可擷取部份結果作互相參考，已補述內容於 4.3.3-5 討論的章節(p.199-200)。</p>
<p>5. 水質分析方法應說明如何測量？使用何種方法及儀器？是否依循環保署公告之</p>	<p>謝謝委員之提問。水質分析方法已補充於 4.2.1 材料方法之 (五) 水質分析章節</p>

標準方法? 如何做資料校正? 以及 QA 和 QC? 都請補充說明。	(p.186)。
6. 乾、濕季如何劃分? 為何其他子計畫做三季, 而本子計畫只做乾濕二季?	謝謝委員提問。乾、濕季之劃分基本上以每年梅雨季的來臨作為分界, 依氣象局之資料, 2018 年梅雨季來臨時間約在 6 月中旬左右, 本計畫乾季之採樣於 4 月底 5 月初以及溼季採樣於 8 月, 應符合乾、濕季之劃分。由於本計畫之調查目標包括淡水水系之生物及環境調查, 範圍較廣, 且淡水水系環境主要受乾、濕季的降雨量所影響, 並連帶可能影響生物的群聚分布與組成, 因此選擇乾濕二季節調查以作為比較。
7. DNA 生命條碼分析的方法(p.179): barcoding 和 metabarcoding 請補充及詳細說明各步驟和各指數計算方法。	謝謝委員之建議。barcoding 及 metabarcoding 的分析方法及指數計算方法已補充於 4.2.1 材料方法及步驟的(四)章節中(p.185)。
8. 本子計畫之節肢動物調查成果(表 4-12~4-13)與子計畫三(螃蟹調查)的結果不一致, 請協調做資料統整和驗證, 使數據有一致性。	謝謝委員之建議。子計畫三與本計畫之採樣方法並不相同, 尤其採樣深度子計畫三之規劃為 10cm, 本計畫則為 20cm, 調查的結果可能因為蟹類棲息深度不同而有差異, 唯本計畫蟹類的結果仍嘗試與子計畫三進行比較, 補述於 4.3.3-5 討論的章節(p.199-200)。
9. 關於多樣性指數, 在報告中出現三種不同名稱 (Shannon-Wiener Index, Shannon-Weaver Index, 杉農商), 請協調統一名稱。此外, 此值之計算有以種或科為單位者, 分類位階相差甚遠, 顯有不妥。	謝謝委員之建議。已將內文之相關名稱統一為夏儂-威納指數 (Shannon-Wiener's index)。以科為單位進行計算確實可能模糊了種的解析度, 但由於多毛類及星蟲等生物在物種的鑑定仍有許多的不確定性, 為避免錯誤引用, 因此暫時選擇可信的科層級作為分類及計算的單位, 做為參考。
10. 圖 4-6~4-17 與表 4-6~4-17 的資料完全重複, 實無必要, 取其中一種方式呈現即可。	謝謝委員建議。已刪除各圖, 並將圖主要呈現如百分比之資訊列於表中, 如表 4-6 至 4-17。
11. DNA 生命條碼的資料(p. 126, 圖 4-19, 4-20, 4-21, 4-22, 4-23)如何產出都請補充說明。此外, 用詞如: 族群豐度、生態豐度、生態勻度、群聚多樣性(生態多樣性),	謝謝委員建議。計算方法及定義已補充於 4.2.1 材料方法及步驟的(四)章節中(p.185)。名詞則固定為夏儂-威納指數, PD 指數, 物種均勻度指數, 並解釋於 4.2.1 材

<p>與國內現行的生態學名詞和定義(請見:國家教育研究院學術名詞資訊網_生態學名詞)有甚大出入,而且文字解說和圖說都有混淆,請查明更正,並補充說明各指數的定義及演算方法。</p>	<p>料方法及步驟的(四)章節中(p.185)。</p>
<p>12. p. 216: 報告結論宣稱: DNA barcode 可用於物種分類學,但是本研究結果其實無法解析物種,顯有矛盾。而且本研究中利用 metabarcoding 分析藻礁樣站的物種組成結果與傳統形態分類顯然不同,但未討論、未解釋。請說明可能原因及做此分析之意義。</p>	<p>謝謝委員提問。報告內文提到「DNA 生命條碼(Barcode)已為近期調查生物多樣性所需的必要工具之一,根據選擇的多個 DNA 片段,可以對特定族群解析至物種級別(Leray et al. 2013)」。DNA 的 COI 片段是目前可以對應動物界裡最廣泛分類群的一個區段。因此這次調查使用此單一片段,但由於遺傳資料庫裡對於多毛類及星蟲的 COI 序列資料庫其物種收藏並不充足,經比對並無法對應至種的級別。雖目前分類學研究尚無足夠的資訊得以進行種的對應,但本計畫結果已提出可靠的遺傳多樣性資訊,並證明該類群具有許多物種尚待釐清,其結果顯示藻礁區內的物種多樣性遠超過我們原先所認知。此外目前環節動物及星蟲動物等傳統分類方法尚未建立足夠的分類及多樣性的資訊,因此更凸顯藻礁區的生物多樣性高而過去研究完全忽略的事實。也因此我們必須先對應傳統分類方法來建立藻礁裡所發現物種的 barcode 資料庫。待此資料庫較為完善才能進一步使用於 metabarcoding 的分類解析。委員提到分析的結果與傳統法不同,則是因為 metabarcoding 收集到的物種更為廣泛,傳統型態分類大多挑選特定分類族群及體型較大的物種,故結果必然不同。其討論已補充討論於 4.3.4 中的 2. 整合討論中(p.215-216)。</p>
<p>五、子計畫五</p>	
<p>1. 本子計畫報告資料相當豐富,包含歷年珊瑚藻和大型藻的研究成果比較, DNA Barcoding 鑑定結果有新發現、有具體成果,具有甚高學術價值,但是純屬學術性探討,而且未依據報告的段落撰寫,即使海洋生物學者都不一定可理解,對於社區</p>	<p>謝謝委員建議,已將相關內容提供並作適度修正(p. 231-250)。</p>

<p>民眾更是無法理解的內容，如何使民眾能理解研究內容及有助於社區發展和營造？這是主持人應思考的問題。</p>	
<p>2. 本計畫之目標之一「建立過去社區對藻礁海藻利用之科學資料」，然而本報告並未對此有任何著墨，未提及任何當地社區過去利用海藻之資料，請補充資料和說明。</p>	<p>謝謝審查委員指證。本計畫主要提供子計畫一相關海藻圖片，供子計畫一在進行訪談時詢問當地社區過去使用過那些藻種做為農牧使用。相關訪談訊息已添加入本子計畫討論及結論中。</p>
<p>3. 5-3 成果 (p. 230~247)：僅呈現圖表，無文字敘述及說明，非專業者無法解讀，一般民眾更難理解，請務必補充說明。</p>	<p>謝謝委員建議，結論部分內容誤植，應為結果，已調整至結果部分論述(p.231-250)。</p>
<p>4. 結論 (p. 249~250)有兩頁，看起來不像結論，反而像是結果陳述，結論應該是「精簡扼要」的成果敘述。</p>	<p>謝謝委員建議，結論部分內容誤植，應為結果，已調整至結果部分論述(p.231-250)。同時，也針對結論作一精簡論述(p.252)。</p>
<p>六、子計畫六</p>	
<p>1. 本子計畫內容包括：殼狀珊瑚藻群聚動態、柴山多杯孔珊瑚族群生物學及環境因子的時空變動等，其中，殼狀珊瑚藻群聚動態與子計畫五重疊，似乎也沒有協調和橫向聯繫，所使用之殼狀珊瑚藻和大型藻的分類名詞不一，所用方法不同，所得結果亦不一致。</p>	<p>兩個子計畫都有涵蓋殼狀珊瑚藻，但針對的問題不同，子計畫五主要為殼狀珊瑚藻和大型藻的分類。子計畫六則是殼狀珊瑚藻底棲群聚動態研究。方法不同，所得的結果亦不會一致。</p>
<p>2. 計畫序言 (p. 255-256)與前各子計畫之序言多有重複，應整合為總計畫之序言，各子計畫應針對其研究項目的背景和相關文獻做陳述，而非泛泛的藻礁生態敘述。</p>	<p>謝謝委員指教。</p>
<p>3. 棲地複雜度的計算公式(p. 257, line 11) = $1 - x/10$，以及其下敘述顯然錯誤，應該是：$(x - 10)/10$，故若為完全平坦的沙地，$x = 10$，棲地複雜度亦為 0，x 值愈高表示棲地起伏愈大，複雜度愈高。</p>	<p>棲地複雜度=$1 - (x/10)$的公式是正確的。公式$(x-10)/10$會導致棲地複雜度為負值，例如 $x=9$，依照$(x-10)/10$的公式則棲地複雜度=-0.1，但棲地複雜度必須為 0 (沙地) 或正數。</p>
<p>4. p. 259, line 8: “與子計畫五合作測量水體營養鹽”，事實上，子計畫五並未測量水體營養鹽。</p>	<p>是將水樣交由子計畫五實驗室進行水樣分析。已在報告中補充水樣分析方法(p.261)。</p>

<p>5. p. 259, line 12: “沉積物小於 100 μm 為泥，其餘為沙”，此分類法與國際通用的分類法(沙: 0.05~2 mm; 泥: <0.05 mm) 不同，請說明為何如此分類?</p>	<p>因手邊已有 100μm 的篩網，且 100μm 屬於最細的沙 (fine sand , 0.063-0.2mm) ，因此用此標準分類。</p>
<p>6. p. 259: 桃園藻礁生態系時空變動的相關環境因子很多，為何僅選擇營養鹽和風波流場? 應加以說明。</p>	<p>因為藻礁的主要造礁者是殼狀珊瑚藻，因此著重在營養鹽、溫度和風波流場。</p>
<p>7. p. 259: 有關該海域風浪模式及 2015~2017 年 5~9 月的波場資料來自何文獻? 如何取得? 模擬的環境及邊界條件為何? 都請補充說明。</p>	<p>本研究以歐洲 (ECMWF) 之風場資料，先以東亞地區海域為大範圍之模擬範圍，帶入海域波浪模式進行計算。大範圍計算所得之波場資料，再提供為桃園海域近岸海域數值模式之邊界條件。本計畫採用之波場模式為 DHI 丹麥水力研究所(Danish Hydraulic Institute)研發 MIKE 21 數值模擬軟體之 SW 模組(Spectral Wave Model)，考量風浪生成、非線性波交互作用、白沫消散、底床磨擦、碎波效應、淺化及折射現象等機制。藉以求得桃園附近海域之波浪場，再以所得之波場，分析 2015、2016 及 2017 年 5 月至 9 月之波場資料。</p>
<p>8. 圖 6-3 (p. 260)的來源，請補充說明。</p>	<p>圖 6-3 為桃園白玉、觀音及永安海域外海點位示意圖。將針對說明進行修正，並補充圖片來源為 Google Earth(p.262)。</p>
<p>9. 圖 6-6 (p. 262)請將水深分布圖與點雲圖分別製作；點雲圖請製成較大的圖，且勿放在水深圖上，並使用相同的顏色漸層，以方便識別及閱讀，此資料對於了解水下礁體分布甚為重要。關於水下礁體的判斷或解讀，應有現場水下調查或影像資料驗證，以增進判讀之正確性。</p>	<p>使用相同的顏色漸層在點雲圖上會降低識別能力。此圖主要為呈現 G1、G2 和 G3 水下礁體的分佈，目前結果和呈現方式足以支持論點。由於藻礁海域水下能見度極低，基於人員安全以及經費限制，無法進行現場水下調查，也無影像資料。</p>
<p>10. 圖 6-8 (p. 264): 各樣點各月別的殼狀珊瑚藻覆蓋率變動甚大，且無一致性，應加以說明，探究引起變動的原因，是否為取樣或分析誤差造成?</p>	<p>已在討論 6.4.3 中說明(p.306-307)。藻礁和較為眾人熟悉的另一個生物礁-珊瑚礁-相比，變動更劇烈快速。尤其在藻礁的潮間帶，由於潮水的漲退、曝曬、溫度等環境因子較潮下帶更不穩定，因此這些由微棲地的環境差異造成殼狀珊瑚藻覆蓋率的時空變動甚大是合乎邏輯的結果。</p>
<p>11. 圖 6-10 及圖 6-11 (p. 267-268): 柴山多杯孔珊瑚的群體大小如何測量? 因其為</p>	<p>已補充於 p.261。多杯孔珊瑚會生長在不規則的表面，使用相機拍照容易因照片歪</p>

<p>群體型動物，體型通常不規則，如何測量體長？既然都有拍照，為何不用面積代表群體大小？</p>	<p>斜導致量測誤差，能夠作業時間也僅有退潮時段，潮池中的水面反光也會影響相片判讀，因此決定在現場測量，照片僅為留作記錄用。測量多杯孔珊瑚的群體大小的方式和測量造礁珊瑚的群體大小一樣。測量方式為在現場用皮尺測量每個群體最長軸以及與此軸垂直的最長軸的長度。</p>
<p>12. 柴山多杯孔珊瑚的生殖腺觀察，為何僅採集 3,4,5 & 11 月份？其他月份為何沒採？是否因此而錯過其生殖期之調查？或者這些群體都未達生殖成熟體型？</p>	<p>在三到五月採集是因為這是造礁珊瑚的生殖季節，11 月則是重複採樣檢查是否有生殖腺發育的現象。另一個考量是大部分會在每個月低潮時期露出水面的群體大小都不大，不足以支持每個月採樣的採集頻度。因此有可能錯過生殖期，也有可能採集的這些群體都較小尚未達到性成熟。值得在未來持續研究以釐清一級保育類珊瑚的生殖特徵。</p>
<p>13. 圖 6-13 (p. 269): 此資料是否欲呈現侵蝕速率與沉積率？若如此，則以石膏做為代表是否恰當？(藻礁的硬度顯然大於石膏)，而且(b), (c), (d)小圖皆應將數值換算為侵蝕率和沉積率來呈現。</p>	<p>不是。僅呈現出監測的環境因子結果。石膏球是為了要量化每個地區受到的物理性擾動。</p>
<p>14. 圖 6-14 (p. 270)其中數值大的變異，都請提出解釋可能原因。</p>	<p>已在期末報告書中補充(p.307)。</p>
<p>15. 風波流作用下桃園海域流場特性 (p. 271~302): 這些資料雖然看起來有點新奇，其實很突兀，與本計畫目標有何關聯？如何能釐清其對藻礁生態系的影響？對於了解桃園藻礁的健康狀態、生態系動態和價值(計畫書中所謂的藍色經濟)有何具體意義？</p>	<p>由於桃園海岸段海岸線分布範圍廣泛，此區域無外海長期之海域觀測資料，故以海域數值模式方式，對此研究區域進行分析。就海域特性而言，此區域長期受到季節風浪及潮流作用影響。研究中計算整體區域之流場變化，可提供桃園近岸海域之流場空間變化趨勢。此外，就海域特性而言，此區域長期受到季節風浪及潮流作用影響。季節風浪特性依據當地之海域特性，可區分為冬季波浪與夏季波浪。分析近年 2015 及 2016 年經由海域數值模式再現之海域波浪資料，可得知就白玉、觀音及永安三個區域於不同年份下，在冬季及夏季在波高變化及週期變化上有著穩定的分佈特性。此外，比較 3 個分布地點之波場變化上，研究位置愈往北，則有較大</p>

	<p>之波高值發生。以上分析對於波流作用下之桃園海域流場，有助於了解桃園藻礁的健康狀態、生態系動態之參考。</p>
<p>17. 柴山多杯孔珊瑚的族群生物學，其中最重要的部分是：族群遺傳結構、生殖和入添(recruitment)。本計畫只做了生殖，但沒有結果，族群遺傳和入添則未研究、無任何資料，對於了解此保育種珊瑚的族群生態其實甚為有限。</p>	<p>在採樣的季節沒有觀察到發育飽滿的生殖腺和在族群分布調查時沒有發現新入添的小珊瑚群體都增進對一級保育類柴山多杯孔珊瑚的族群生態的了解。時間和經費有限。今年的結果是一個好的開始，研究尚未結束，仍需繼續努力。</p>
<p>18. 結論第二段(p. 305): 推論殼狀珊瑚藻為機會主義者，但此推論是否與子計畫四主持人討論過? 若是機會主義者，則其葉狀體死亡後之再生長，應有隨時可用之孢子，亦即隨時都在行有生殖，是否有該區殼狀珊瑚藻生活史的資料以佐證。</p>	<p>有討論過。無生活史資料可以佐證。未來需持續研究。</p>
<p>委員#B</p>	
<p>1.由本計劃的題目來看，本研究的主要目的是要探討如何將桃園藻礁以里海的精神來達到生產、生活、生態兼顧，得以振興當地漁村經濟的目的。但總計劃及各子計劃期末報告的論述似乎都在比較各區段殼狀珊瑚藻、杯孔珊瑚、魚類、蟹類及無脊椎動物的物種數及個體數的多寡，並據以建議大潭 G1 及 G2 段應被列入海洋保護區的核心區的範圍。至於劃設之後，要如何透過人為的操作來達成里海的目的則著墨不多。建議至少要將 2014 年林務局何以選擇永生及永興區段劃為觀新藻礁保護區及野生動物重要棲息地的緣由予以說明。並了解從 2014 年迄今究竟觀新藻礁保護區為當地漁村帶來了多少收益，或是否已達到里海的目的，也應該要做整理及檢討。此外，里山海的精神是要透過人為的操作方式，與劃設海洋保護區基本上是禁止或減少人為干擾的目的與方法有些不同。因此本計劃的各項調查雖然很努力，應予肯定，但是研究的方</p>	<p>謝謝委員指教，回覆如下：</p> <p>一、對於計畫架構採用里山海「概念」的論述請參考以上對於 A 委員類似提問的答辯。</p> <p>二、對於三生的概念的實踐上，「生態」是支撐「生活」與「生產」最為重要與根本的部分。如果無法了解桃園南藻礁水圈整體生態的基礎資料與對於時空變化的記憶，或是現有的生態即將因為三接案的進行摧毀目前狀況最好的礁體，那再多所論述後端的生產與生活根本就是緣木求魚。更何況由于一的社會科學的田野調查結果很清楚顯示，整體南桃園藻礁水圈生態系內，過去農漁村所依賴的生產與生活模式，因為過去 50 年來工商變遷，農地污染、海域污染等等衝擊，造成海洋與土地皆無法生產出足以支撐農漁混生的生活模式。這都已經很清楚就委員所謂的三生部分做了詳實論述，請委員詳讀子一報告。固本的生態都無法顧好，過多著墨於</p>

向和結論似乎偏離了原來委託計劃的題目及目的。

生產與生活理論架構的論述，其實是徒增頁數而已。

三、從子一的訪談之中，水圈生態的衰退是造成整體南桃園海岸農漁村產業蕭條與人口外移的主要原因。因此了解整體水圈生態現況就是本計畫的主要任務，這是過去南桃園海岸從未有過的社會科學、淡水生態、海岸生態與海岸環境的整合研究案。如果不從三生的生態面詳實論述之後，如何回應生產與生活的重建呢？重建的第一步本計畫的重點建議就是擴大保護區的劃設範圍延伸至整體南桃園藻礁水圈生態系統，確保包括兩側洄游（鰻苗、毛蟹等）與海洋洄游物種（Y髻鮫與其他魚種）在整體生態圈的路徑。同時確保藻礁能夠完全保留作為與藻礁相依的生物的生存、生殖、攝食與棲息等功能。

四、對於觀新藻礁野生動物保護區劃設的緣由已在桃園市府公告核定本中已有詳述，本計畫的子一中也有回顧整理。委員如有興趣可以上網下載即可。但在此就歷史緣由跟委員說明，但不會寫入修訂本。主要歷史為「2007年特生中心劉靜榆博士揭發中油因埋海管對保生海岸開腸剖肚，引起八大環團要求畫為自然保留區。2008年中央及地方保育機關現勘，確定列冊追蹤，但此後無人聞問。2011年觀音不要煉油廠自救會遏阻桃園煉油廠遷廠觀塘；次年總統大選前遏阻成功。在地團體開始搶救觀音藻礁要求畫為自然保留區；並在2012年由新屋永興葉斯桂先生建議改名為【觀新藻礁】。桃園縣縣長吳志揚不想畫自然保留區，花千萬元委託台灣濕地學會做研究，最後強推野生動物保護區成功，環團遺憾。」

五、委員要求「了解從2014年迄今究竟觀新藻礁保護區為當地漁村帶來了多少收

益，或是否已達到里海的目的，也應該要做整理及檢討。」這一項應由野生動物保護區主管機關也就是桃園市政府進行相關研究與調查。本計畫的重點是著重在與三接衝突但是缺乏完整研究的大潭藻礁水圈為主，評估觀新保護區效益並不是在本計畫研擬過程中的主軸。有關「效益」的研究經搜尋文獻並無相關的計畫或是相關成果報告。但是本計畫擴大保護區的前提就是假設**2014年所公告的保護區是有效的**，但實際效益如何有待未來桃園市政府進行相關研究案即可知。

六、但是進一步回答委員問題，針對觀新保護區的現有狀況，從本計畫的結果可以節錄出：

a. 新屋溪口的核心區受到平行海岸堤的突堤效應，河水沖刷侵蝕狀況嚴重，而且礁體大量裸露，造成藻礁退潮時長時間暴露在太陽照射下，不利於殼狀珊瑚藻的生長，常有大面積的崩塌，也因此造成核心區的礁體產生不連續的狀態（如照片所示）。



b. 永興到永安區段由於大潭電廠進水堤興建所產生的突堤沖刷，不僅造成藻礁礁體的崩解，礫石大量裸露滾動，同時平行海岸堤的護岸也被衝破，造成嚴重廢棄電線桿的裸露（如照片所示）。



c. 因此整體觀新野動保護區的狀況其實是堪慮的。

2. 桃園殼狀珊瑚藻的藻礁是否真的是台灣及全球唯一有分布的地點，還有待未來在國內外有更多更全面的調查才能認定，故此一結論似乎下的有點過早。聽說本團隊劉少倫曾在農委會的成果發表會中已清楚說明地中海等許多地方也有藻礁，所以絕不是僅有桃園才有。

謝謝委員指正，在國外，藻礁這樣的生態系的確不是桃園僅有，但在國內這樣完整且礁體規模的藻礁生態系的確是國內僅有。本子計畫五主持人劉少倫的確為臺灣少數相關藻礁領域專家，根據劉少倫老師的文獻回顧及相關專業知識，生物礁大小大於 1 公里稱之為超級巨礁(super reef)，國內有現生發育且殼狀珊瑚藻比例超過 50% 以上的超級藻礁僅存在桃園，過去恆春半島藻礁是已被地質抬生不具備發育潛能的化石藻礁，而石門三芝藻礁的礁體結構超過 50% 以珊瑚為主，為求資訊精確，在描述上做以下修正：「台灣唯一以殼狀珊瑚藻在沙泥灘地所建構出的現生發育超級藻礁海岸生態系 (Liou et al. 2017) ；而這樣的範圍廣大且連續的超級藻礁在國外也相當的罕見」。

3. 目前在海洋生態學教科書上或是學術期刊上常見的硬底質的海岸類型只有珊瑚礁、巨藻林、蟲礁及牡蠣礁等，並未見藻礁生態系。可能是藻礁生態系的物種多樣性並不豐富，其生態系服務的功能與價值亦不高，很少人會去做調查研究，所以容易受到大家的輕忽。又，目前在國際上劃設海洋保護區的評估標準通常包括了：獨特性、稀有性、特殊物種完成生活史的重要場所、瀕危種的棲地、脆弱性、生產力高、多樣性高，以及仍然保存原始自然的狀態等。藻礁在這些方面的評分似乎不高，因此在全球

感謝委員指教與認同。

本計畫所獲得的資料在 2019 年 1 月向國際保育組織 Mission Blue 申請成為該組織 Global Marine Protected Area Network 計畫下的 Hope Spot。該組織的 scientific committee 審查研究團隊所有的科學資料之後，於 2 月 28 日正式接受大潭藻礁成為東亞區第一個希望熱點。Mission Blue 的科學委員多是世界著名的海洋科學學家，包括 IUCN 的首席科學家在內。委員所提的獨特性、稀有性、特殊物種完成生活史的重要場所、瀕危種的棲地、脆弱性、生產力高、多樣性高，以及仍然保存原始自然的狀態，都是該委員會審查的主

<p>超過 16,000 不同類型的海洋保護區中，很少看到有藻礁的生態系出現。</p>	<p>要依據。相關大潭藻礁被選為希望熱點的資訊，請委員到 Mission Blue 網站 update 一下 (https://mission-blue.org/2019/03/mission-blue-declares-datan-algal-reef-in-taiwan-a-hope-spot-in-support-of-saving-rare-ecosystem-from-industrialization/) 。</p>
<p>4.各子計劃在比較及評斷桃園藻礁各區段的生物多樣性孰高孰低時，應特別注意各項計劃在調查的方法及頻度上必須有一致性，否則所下的結論就會被質疑。因為調查的努力量愈多，物種多樣性自然會越高。由於調查的團隊成員多半是反對中油三接站的興建，因此如要消除這方面的疑慮，唯有未來再由具公信力且立場公正客觀的團隊來做進一步的調查及證實。</p>	<p>謝謝委員指教，請參考對 A 委員的答辯。本計劃當初的目的即為要公正且客觀地描述南桃園藻礁的生態系現況與環境影響因子，為了讓資料具有再現性，各子計畫報告中皆有列出詳細的調查方法與步驟，在調查方法與頻度上也都有一致性。在報告中有附上標準操作手冊，相信在同樣的環境條件下，按照手冊操作會得到與本計劃報告相同的結論。</p>
<p>5.本研究的結論是要建議重新調整藻礁的保護區及分區的位置及範圍，主要是因唯有在 G1 及 G2 才有第一級保育類動物「柴山多杯孔珊瑚」的分布。但此種珊瑚是在 2012 年才發表的新種，其地理分布範圍及相關生物學或生活史的研究仍甚少的情況下，到 2016 年即被列入瀕臨保育類動物，是否合宜，仍有待商榷。</p>	<p>對於委員此項意見，本團隊完全無法同意，答辯意見如下：</p> <p>一、審查委員並未正確解讀計畫綜合分析的圖表，因此才會產生這樣的結論。在藻礁生態系健康程度加權指數中(表 7-1 和圖 7-1)，柴山多杯孔珊瑚只是 23 個指數之一，即便拿掉柴山多杯孔珊瑚，大潭 G2 仍是南桃園藻礁生態系中健康指數最高的地區，白玉仍是次高，雖然大潭 G1 指數會下降，但和位在現行觀新藻礁生態系野生動物保護區內的永興無顯著差異。若完全撇除柴山多杯孔珊瑚，單純以子計畫二到子計畫五有進行生物多樣性調查的計畫資料來看，大潭 G2 和白玉是南桃園藻礁生態系生物多樣性最高的貢獻者，其次為大潭 G1 和位在現行觀新藻礁生態系野生動物保護區內的永安(圖 7-2)。就以上的綜合分析，委員所提出『本計畫建議的南桃園藻礁生態系野生動物保護區是專門針對大潭 G1 和 G2 的柴山多杯孔珊瑚而設』的說法實在無法令人認同。</p>

二、對於「柴山多杯孔珊瑚的地理分佈、相關生物學或生活史的研究甚少，到2016年即被列入瀕臨保育類動物，是否合宜，仍有待商榷」說法完全無法苟同。柴山多孔珊瑚是計畫總主持人1990年就在高雄中山大學門口礁石下發現，經過與國外標本比對和多位國外蔡珊瑚分類學者卻認，並在台灣所有海域經過將近10年的潛水調查，在2010確認只有高雄柴山海域的小族群之後，才進行發表新種的工作。2012新種在ZoolStud發表之後，進行5年林務局保育類物種委員的審查，才在2017公告成為保育類。這樣有什麼問題呢？請問委員有任何一篇分類報告會寫這些過程嗎？同樣被IUCN列為保育類的伊莎貝拉多杯孔珊瑚也只有分類報告，至今也無相關的生活史研究啊！就是因為稀少、獨特同時易受到威脅，才被列為保育類，不是嗎？柴山多杯孔珊瑚不像一般在墾丁綠島的造礁珊瑚容易發現與採集（從本計畫的調查就可看出），要談生活史研究更難。保育就是要及時，不然等研究再研究，物種消失之後，一切照舊？請問被野動法列為保育類的兩種海洋魚類，我們有台灣族群的生活史資料嗎？根據B委員的邏輯，應該有很多保育類都應該是有待商榷，不是嗎？

6.本計畫在開始執行之後，中油三接站在環評的過程中已數度縮小其施工範圍，並將接收站移到外海，以棧橋和陸地連接，以避免會損及目前在G1及G2段有發現的藻礁及柴山多杯珊瑚的位置及範圍。故本計畫研究的成果可提供中油公司在施工時的重要參考，同時也需要再作進一步水工模擬在完工後，海潮流及的漂砂是否會被當地現有的藻礁造成影響。

謝謝委員指教。

但中油縮小的是岸上掩埋藻礁蓋儲氣槽的工程，對於海上的工業港工程隻字不提。環境破壞是不可逆的，當工程完成之後才發現影響甚巨，為時已晚。騷擾、宰殺瀕危一級保育類野生動物的刑事罰則由誰承擔？此外，中油除了在報告中提出要縮小施工範圍，但並沒有在報告中提出每次修正工程計畫相對應的環境影響評估報告。有問題的是在中油都還拿不出上述這些環境影響評估的報告前就決議強勢闖關的黑手。

7.在問卷的調查中應要注意到民眾的意見可能會因為缺乏專業的知識，而回答的有失公允。譬如對當地漁業資源每況愈下的現象，常只歸咎於污染及垃圾，或是由大潭電廠汲入的冷卻水所造成，而忽略了過度捕撈、漂砂及淤積的問題，於是所做的民意調查的結果就可能會有失科學性及客觀性。特別是環保的爭議最好是靠科學的證據來作論斷，而不是憑個人的理念及信仰去力爭到底。

為能更清楚呈現居民對漁業資源枯竭原因的看法，已補充問卷完整結果，同時標註認同各個原因的人數百分比，如圖 1-40。漁業資源枯竭的現況，如委員所提，受到多方原因不同程度的影響，當地居民雖非學術單位專家學者，然因長期在當地生活，得以觀察更長時間的變遷趨勢，與最切身的細微變化，反之，當專家學者在有限的時間和資源下，如僅能從事短期或小尺度範圍監測，則不一定能完整記錄各個環境面向和事件。因此，以有系統的方式訪談在地居民長期觀察到的問題和現象，記錄真實的生活感受和衝擊，此資訊對這個地區而言，仍為相當有價值的環境紀錄。故訪談或問卷成果，與環境或生物監測的科學證據不相違背，兩者更可相輔相成。

8.魚類子計劃的調查所下的結論：「紅肉丫髻鮫等高級掠食者會利用藻礁為其幼魚的孵育場所」仍欠缺兩者間因果關係的證明。

請參考對 A 委員的答辯。

不是很確定委員文中的兩者，是「紅肉丫髻鮫等高級掠食者會利用藻礁」和「幼魚的孵育場所」嗎？研究團隊並沒有想要證明因果關係。因為「幼魚利用藻礁為棲地」邏輯上就等於「藻礁為該生物的育幼場所」。這個邏輯過去在其他濕地、珊瑚礁、紅樹林都有一樣的邏輯，就是幼生利用的棲地，該棲地就是該生物的育幼場所。這個邏輯不應該因為該棲地是藻礁，就不符合。相關文獻可以參考回覆委員 A 的第六點。此外，本研究並無確認藻礁是紅肉丫髻鮫的「唯一」育幼所或是「重要」棲地，研究團隊只推論可能是重要棲地，而需要更多資料去驗證。類似問題在珊瑚礁及濕地研究過去也一直強調是魚類幼生的重要育幼所。可是文獻上普遍缺乏相關資料驗證。一直到近年才有零星研究去調查該幼生的存活率、食物來源、掠食者數量及捕食壓力才能去「驗證」該地區是該生物的入添熱點和重要育幼所(Wen et al 2013)。

9. 螃蟹調查子計劃在作螃蟹族群量的推估時，得到兩種螃蟹的個體數竟然兇猛酋婦蟹可高達 16.4 萬±25.8 萬隻，及小相手蟹可達 2137.3 萬±3936.5 萬隻，實在令人難以置信，建議在調查及推估的方法上應再作深入的檢討。而且所推估數值的標準偏差竟然大於平均數，在統計上其可信度亦不高。同樣利用誘捕法所捕獲的海鰻數量亦可能偏高，因為如果要養活這麼多的海鰻，牠們所需要捕食的小型魚類的數量應是海鰻的尾數和重量至少幾十到幾百倍之多。但奇怪的是平常到現場去看時卻常常都看不到什麼魚，縱使是夜行性的魚類或是隱密種，也不可能在比珊瑚礁的縫隙還少的藻礁中全部容身。另一個可能高估的原因，是用誘捕法所捕獲的海鰻可能是在漲潮時來自於潮池以外更廣的區域，因此在推算單位面積的數量時就會造成高估。

感謝委員意見。

本計畫是以隨機分布的方式進行調查。取樣方法為以下所述。定性調查為了知道藻礁地區有多少種蟹類，因此調查棲地類型為岩礁礁體部分，還包括泥質灘地、沙灘、河口、紅樹林、海岸灌叢及海岸林，潮位部分則包括從低潮帶至高潮帶及潮上帶，調查範圍涵蓋所有海岸蟹類棲息的地區。調查方法依蟹類習性而定，使用徒手採集、挖掘捕捉及陷阱捕捉等三種方式。定量調查是為了能了解藻礁地區螃蟹的數量，因此於白玉、大潭 G1、大潭 G2、保生、永興及永安等六處設置樣區。每個樣區於中潮位及高潮位隨機設置 5 個區域進行採樣，且因計畫人力需求龐大，因此定量的部份每季僅能做 2 個礁體內螃蟹調查樣本及 3 個地表螃蟹調查樣本。標準差大可能是因為藻礁區域孔隙較多，而且各種不同微棲地非常豐富，物種不是隨機分布本屬正常。何況，本計畫只支持三季的研究時間，未能完成至少一整年的研究，吾人只能謹守調查方法之標準作業程序，並在分析與結果呈現方面，忠實呈現資料誤差較大的狀況，且進行討論。這也凸顯藻礁區之生態調查，需要大幅增加調查頻度與樣點數。

至於裸胸鯨族群量估計，本計畫於 2018 年有兩尾重複捕捉個體，表示至少有一部份的裸胸鯨的確生活於藻礁潮池中，藻礁並不僅是覓食區域。如果委員認為裸胸鯨是來自漲潮時潮池以外更廣大的區域，更加顯示不論潮池區或是漲潮時前來藻礁區覓食的裸胸鯨數量龐大，也顯示藻礁區實物量豐富，足以支撐大型掠食者的需求。目前，以 2017 年及 2018 年兩年捕捉的裸胸鯨資料，分別進行估算，都得到相似的族群數量，也部份提高其可信度。相信委員也會同意，如果進行長期調查，將可更加提升族群估算的可信度。

<p>10.總之，研究團隊在十個月的期間內，非常努力來做調查及評估，實應予以肯定。調查所得的資料也具有重要的參考價值，惟本案涉及經濟開發與環境保育之間的衝突與爭議，業已受到全國的矚目。因此建議政府應再多編列經費，能做更廣泛更全面的調查研究。譬如殼狀珊瑚藻及柴山多杯孔珊瑚在全台灣的地理分佈的調查，以及已通過審查並動工在即的三接站可能會對當地的海岸地形地貌及環境生態帶來的改變能夠做更深入的探討及研究，以便提供開發單位，能夠作為未來研擬各項減輕或復育措施的重要參考。</p>	<p>一、研究團隊的計畫結論是：殼狀珊瑚藻在南桃園海岸沙泥灘地上所建構的藻礁生態系只有桃園才有，台灣其他海岸或是海域是沒有。相關論述請參考對 A 委員的答辯。</p> <p>二、柴山多杯孔珊瑚的分佈只有在高雄柴山和桃園藻礁(其中以大潭藻礁為主)，其他海岸或是海域無類似棲地讓這種多杯孔珊瑚棲息。而柴山族群已經幾乎被掩埋，大潭藻礁已是目前最大族群的分布點。</p> <p>三、「研究再研究，一切照舊。這是台灣環境與經濟發展過程最大的寫照」。其他所謂的減輕或是復育，敢問委員有那樣是成功的？三棘蠶、八色鳥、台灣招潮蟹？保育必須是當下立即要與不要的決心。科學只能提供辯論的工具，至於決心保育就是在於「心」。</p>
<p>委員#C</p>	
<p>(一)計畫名稱：白玉至觀音新屋藻礁大型海藻和殼狀珊瑚藻多樣性調查以建立過去社區對藻礁海藻利用之科學資料</p>	
<p>計畫書內的本年度目標有兩個部份(a. 利用 DNA 生命條碼，於春季大型海藻和殼狀珊瑚藻生長最旺盛季節，調查各樣點大型海藻和殼狀珊瑚藻藻種多樣性;b. 白玉、大潭、觀音和新屋藻礁區內海藻相調查)基本上有達成預計目標，值得肯定。然而有關一些研究結果的說明及圖表呈現可能需要修正，以利相關後續研究參考。建議補充及修正的部份詳列如下：</p>	
<p>1.有關樣點選擇 section：是否可提供每個樣點現場採樣的衛星地圖及範圍說明 (i.e. 例如在 google map 衛星地圖上標出現場採樣的區塊) 以及採樣的藻種在野外的生長狀況照片。</p>	<p>樣點選擇與其他子計畫採樣地點相同，因其他子計畫以提供相關地圖，本子計畫不重複提供。採樣藻種在野外生長狀況並未在一開始計畫服務書中提出，因此本子計畫無法提供每一個藻種在野外的生長照片。</p>
<p>2. 利用 DNA 生命條碼來鑑定藻種多樣性方法部份：在報告中請補上 rbcL 和 psbA molecular marker 各自是定序多少個 base pairs? 同一屬內的不同種間遺傳差異是多少也請補上，以利用來判斷是種間或族群間遺傳差異。</p>	<p>謝謝委員建議，已將相關資訊提供(p. 231-232)。</p>

<p>3. 圖 5-1. 中的親源關係樹中請補上說明是以那一個 molecular marker 以及那一種親源關係分析方法得出？也請補上說明並標示清晰的文字及圖上的 scale bars 的數值。</p>	<p>謝謝委員建議，已將相關資訊提供並修正(p. 231-232)。</p>
<p>4. 在海藻相調查：是否可以補上不同地點海藻相的豐富度以及不同地點之間的優勢種分佈的區塊？</p>	<p>非鈣化海藻相的相對豐富度與不同地點優勢種分布區塊並非在一開始計畫服務書所提內容，因此研究過程中並無相關資料收集，無法在此呈現。</p>
<p>5. 成果(pages 230-247)呈現部份太簡略，請以文字並配合所附上的表格及分析圖表，詳細補充說明各調查地點的海藻相的多樣性組成以及各分析圖表。</p>	<p>謝謝委員指正，已將相關資訊提供(p. 231-250)。</p>
<p>(二) 計畫名稱:觀音新屋沿海藻礁區之殼狀珊瑚藻群聚動態、柴山多杯孔珊瑚族群生物學與環境因子時空變動研究</p>	
<p>報告書內拍本年度目標有四個主要完成部份〔(1) 桃園白玉至永安南段藻礁殼狀珊瑚藻之群聚動態之時空變化；(2) 桃園白玉至永安南段藻礁柴山多杯孔珊瑚分布生態；(3) 柴山多杯孔珊瑚族群動態與生殖生態；(4) 影響桃園藻礁生態系時空變動的相關環境因子〕，在材料與方法的介紹和成果呈現(pages 260-302)有些簡略，有一些研究結果的說明及圖表可能需要修正和補充說明，以利相關後續研究參考。建議補充及修正的部份如下：</p>	
<p>1. 有關材料與方法部份</p>	
<p>a. 殼狀珊瑚藻之群聚動態之時空變化部份：本研究目的是要了解殼狀珊瑚藻在藻礁的群聚動態(=在某一區塊內的殼狀珊瑚藻藻種組成及各自的豐富度在不同月份的變動)，請補充說明為何每個測站只在低潮位(-160cm)及中低潮位(-100 cm)各調查 10 個 1 公尺*1 公尺的連續固定樣框，就可代表海岸線達 500 m 至 2000m 長且潮間帶寬在 100 m 至 300 的調查區。</p>	<p>已在報告書(p. 260)中補充為何選擇"-100"和"-160"公分潮位設立永久固定樣區。此外使用逢機原則，並且受限於經費以及人力和物力，因此只用 10 個 1 公尺 x 1 公尺的連續固定樣框。</p>
<p>b. 一般而言，進行群聚動態分析需要了解某一區塊內的不同藻種組成及各自的豐富度，請補充說明如何在礁體或鵝卵石上判別殼狀珊瑚藻的科學方法。</p>	<p>經由指導在現場觀測之後，即可區分礁體和鵝卵石上的殼狀珊瑚藻和其他藻類。</p>

c. 柴山多杯孔珊瑚群體大小量測：請補充說明如何在礁體上量測的科學方法。	已補充，請見報告 p. 261。
d. 柴山多杯孔珊瑚生殖生態分析：請補充說明如何分析生殖生態的科學方法。	請參考子計畫六報告中的材料與方法 (6.2.4 節)。
2. 有關成果部份	
(1) 桃園白玉至永安南段藻礁殼狀珊瑚藻之群聚動態之時空變化部份：由上一個研究調查 (白玉至觀音新屋藻礁大型海藻和殼狀珊瑚藻多樣性調查) 得知不同藻礁區各自具有不同的殼狀珊瑚藻藻種組成，而本文中缺乏不同地點和不同時間的殼狀珊瑚藻之群聚分析 (=在某一區塊內的殼狀珊瑚藻藻種組成及各自的豐富度)，請補充在不同調查地點和月份的殼狀珊瑚藻藻種組成及各自的豐富度相關成果詳細說明。也請補上各測站高覆蓋率的框照圖片，以利後續研究參考。	由於殼狀珊瑚藻的物種無法由外觀區分，因此子計畫六將所有殼狀珊瑚藻合併到同一類進行討論。高覆蓋率照片請參照圖 6-7(p. 266)。
(2) 柴山多杯孔珊瑚族群生態調查部份：因柴山多杯孔珊瑚是社會大眾非常關心的物種，請提供大潭 G1 和大潭 G2 的活的群體的現場照片，將有助社會大眾了解其野外樣貌，進而保護它們。	已在期末報告中提供照片 (圖 6-44, p. 307)。
(3) 麻煩補充說明 12 月份仍有發現柴山多杯孔珊瑚的確實日期、海況以及以何種潛水方式 (徒步、浮潛或水肺潛水) 進行調查，以供後續研究參考。	研究團隊使用和其他月份相同的調查方式，於 12 月月底大潮期間的退潮時期，以徒步的方式沿著潮間帶進行觀察與搜索柴山多杯孔珊瑚。
(4) 計畫書中有提及進行柴山多杯孔珊瑚的調查，除了以潛水進行調查外並於水下配合 ROV 進行。成果部份也麻煩補上 ROV 調查結果。	開始進行調查後發現由於藻礁海域能見度極低，海底礁石遍佈，無法在此海域使用 ROV 進行調查。
(5) 柴山多杯孔珊瑚群體體長的定義是什麼，請以科學方法詳細說明。另外存活及非存活的群體判決的科學方法也以圖片及文字補充說明。	已補充，請見報告 p. 261。

<p>(6) 有關柴山多杯孔珊瑚群體的體長頻度分佈，在圖 6-10 中是以個體數與群體大小來呈現，請以補充詳細說明個體數與群體大小是如何來判別一體長頻度分佈。</p>	<p>體長即代表群體大小，已修改。</p>
<p>(7) 在 6.3.5 柴山多杯孔族群生物學部份：文中提及 3、4、5 月的樣本在經過鏡檢與切片染色後，確認無顯著生殖腺，請確認 5 月之後採集的樣本是否有生殖腺？如果有生殖腺，要如何用科學方法判定？請補充詳細說明。</p>	<p>五月之後沒有採集樣本。</p>
<p>(8) 請提供圖 6-12. 柴山多杯孔珊瑚蟲的組織解剖圖各部位的標示以及詳細說明如何判讀組織染色切片的結果，以行後續相關研究參考。</p>	<p>珊瑚蟲組織切片圖可參考 Shlesinger Y., Goulet T. L., & Loya Y. (1998) Reproductive patterns of scleractinian corals in the northern Red Sea. <i>Marine Biology</i> 132(4):691-701.</p>
<p>(9) 近年來，每年的氣候都不相同，而文中風流場分析資訊大都來自 2015-2016，請補充說明 2015-2016 風流場分析資訊要如何與 2018 年的藻礁相依生存的物種群聚動態之時空變化來做分析？請補充詳細說明。</p>	<p>由於桃園海岸段海岸線分布範圍廣泛，此區域無外海長期之海域觀測資料，故以海域數值模式方式，對此研究區域進行分析。就海域特性而言，此區域長期受到季節風浪及潮流作用影響。季節風浪特性依據當地之海域特性，可區分為冬季波浪與夏季波浪。分析近年 2015 及 2016 年經由海域數值模式再現之海域波浪資料，可得知就白玉、觀音及永安三個區域於不同年份下，在冬季及夏季在波高變化及週期變化上有著穩定的分佈特性。此外，比較 3 個分布地點之波場變化上，研究位置愈往北，則有較大之波高值發生。波浪場之空間變化趨勢，可提供藻礁相依生存的物種群聚動態之時空變化之參考依據。</p>
<p>(10) 根據文獻報導，沙覆蓋殼狀珊瑚藻並不會立即造成殼狀珊瑚藻死亡，但會影響其生殖能力及生殖孢子傳播，文中提及測量殼狀珊瑚藻覆蓋率時會洗藻礁移除沙覆蓋，這樣的做法要如何呈現自然狀況下的殼狀珊瑚藻群聚動態之時空變化？是否有對照組研究來呈現沒有移除沙覆蓋在不同月份的群</p>	<p>洗藻礁移除沙覆蓋僅是為了移除因為退潮所以覆蓋在殼狀珊瑚藻上的泥沙以正確的估計殼狀珊瑚藻覆蓋率。我們有在洗刷後的下次退潮時再回到現場，殼狀珊瑚藻仍被泥沙覆蓋已看不出洗刷的效果。這也是為什麼在執行這個計畫之前普遍認知是藻礁的生態系不佳，因為除非進行前調查，大眾和研究人員都是在退潮時殼狀</p>

<p>聚動態之時空變化？請補充詳細說明。</p>	<p>珊瑚藻露出水面但被泥沙覆蓋的時間前往觀察藻礁，若沒有蹲下身取水和用刷子刷洗以移除覆蓋殼狀珊瑚藻的泥沙，無法看到覆蓋在泥沙之下、生長茂盛的殼狀珊瑚藻，也會嚴重低估殼狀珊瑚藻覆蓋率和藻礁生態系的活力。</p>
<p>(11)計畫書中有提及進行藻礁區的調查所得到的環境資料的時空變化與殼狀珊瑚藻群聚動態資料將進行各項相關與多變量統計，請在成果中詳述各項環境資料的時空變化與殼狀珊瑚藻群聚動態的交叉分析經過及結果。</p>	<p>時間、人力與經費有限，在野外進行調查已佔據絕大多數時間因此無法進行相關與多變量分析。</p>
<p>(12)計畫書中有提及進行藻礁區的調查所得到的環境資料的時空變化與柴山多杯孔珊瑚的族群動態、生殖生態等資料將進行各項相關與多變量統計，請在成果中詳述各項環境資料的時空變化與柴山多杯孔珊瑚的族群動態、生殖生態等的交叉分析經過及結果。</p>	<p>時間、人力與經費有限，在野外進行調查已佔據絕大多數時間因此無法進行相關與多變量分析。</p>
<p>研究團隊回覆參考文獻</p>	
<p>Budka, A., Łacka, A., & Szoszkiewicz, K. (2019). The use of rarefaction and extrapolation as methods of estimating the effects of river eutrophication on macrophyte diversity. <i>Biodiversity and Conservation</i>, 28(2): 385-400.</p> <p>Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. <i>Ecology</i>, 93(12): 2533-2547.</p> <p>Davis, B., Johnston, R., Baker, R., & Sheaves, M. (2012). Fish utilisation of wetland nurseries with complex hydrological connectivity. <i>PloS one</i>, 7(11): e49107.</p> <p>Horn, M. H., Martin, K. L., & Chotkowski, M. A. (Eds.). (1998). <i>Intertidal fishes: life in two worlds</i>. Elsevier.</p> <p>Lindseth, A., & Lobel, P. (2018). Underwater soundscape monitoring and fish bioacoustics: A review. <i>Fishes</i>, 3(3): 36.</p> <p>Liou, C. Y., Yang, S. Y., & Chen, C. A. (2017). Unprecedented calcareous algal reefs in northern Taiwan merit high conservation priority. <i>Coral Reefs</i>, 36: 1253.</p> <p>Pardo, I., Pata, M. P., Gómez, D., & García, M. B. (2013). A novel method to handle the effect of uneven sampling effort in biodiversity databases. <i>PloS one</i>, 8(1): e52786.</p> <p>Pinello, D., Gee, J., & Dimech, M. (2017). Handbook for fisheries socio-economic sample survey: Principles and practice. <i>FAO fisheries and aquaculture technical paper</i>, (613), I.</p>	

- Shlesinger Y., Goulet T. L., & Loya Y. (1998) Reproductive patterns of scleractinian corals in the northern Red Sea. *Marine Biology* 132(4): 691-701.
- Stamatopoulos, C. (2002). Sample-based fishery surveys. A technical handbook. FAO.
- Wen, C. K. C., Pratchett, M. S., Almany, G. R., & Jones, G. P. (2013). Patterns of recruitment and microhabitat associations for three predatory coral reef fishes on the southern Great Barrier Reef, Australia. *Coral Reefs*, 32(2): 389–398. <https://doi.org/10.1007/s00338-012-0985-x>
- Wen, C. K., Chen, L. S., & Shao, K. T. (2018). Regional and Seasonal Differences in Species Composition and Trophic Groups for Tidepool Fishes of a Western Pacific Island-Taiwan. *Indonesian Journal of Marine Sciences/Ilimu Kelautan*, 23(1).
- 林幸助、李麗華、邵廣昭、邱郁文、張原謀、許皓捷、陳宣汶、陳添水、劉弼仁、薛美莉、謝宗欣、謝惠蓮、羅文增。(2011)台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷。台江國家公園管理處委託計劃。
- 陳義雄、邵廣昭、李明安、陳天任。(2011)。北方三島海域生物多樣性與資源特性調查計畫。海洋國家公園管理處。
- 陳義雄。(2001)。90 年金門國家公園魚類相調查。國立海洋生物博物館。
- 陳章波、林幸助、陳吉仲、陳韻如、郭奇正、謝惠蓮。(2011)。國家重要濕地社會經濟及績效評估先期作業。內政部營建署城鄉發展分署
- 謝惠蓮、徐崇斌、陳章波、張文賢。(2013)。人工溼地的生態建構與意義。中研院生物多樣性研究中心。
- 徐顯富。(2013)。桃園藻礁底棲無脊椎動物群集的時空變化。指導老師：林幸助。中興大學生命科學系所學位論文, 1-88.